



DOSSIER DE DEMANDE DE RENOUVELLEMENT DE L'AUTORISATION DE DRAGAGE D'ENTRETIEN ET D'IMMERSION DU GRAND PORT MARITIME DE NANTES – SAINT NAZAIRE

ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

26 août 2024



Informations relatives au document

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Auteur(s) Pierre PALLADIN
Fonction Chef de projets
Version VF

HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

Version	Date	Vérfié par	Fonction	Signature
V0	10 juillet 2023	Caroline ARRIVE-ROCA	Directrice de projet	
V1	24 juillet 2023	Caroline ARRIVE-ROCA	Directrice de projet	
V2	15 septembre 2023	Caroline ARRIVE-ROCA	Directrice de projet	
V3	30 novembre 2023	Caroline ARRIVE-ROCA	Directrice de projet	
V4	7 décembre 2023	Caroline ARRIVE-ROCA	Directrice de projet	
V5	02 avril 2024	Caroline ARRIVE-ROCA	Directrice de projet	
VF	26 août 2024	Caroline ARRIVE-ROCA	Directrice de projet	

SOMMAIRE

PIECE N°1 : PREAMBULE	28
PIECE N°2 : DESCRIPTION DU PROJET	32
1 - EMBLEMES SUR LEQUEL LES TRAVAUX DOIVENT ETRE REALISES ...	32
1.1 - Zones à draguer	32
1.2 - Zone d'immersion	32
1.2.1 - Zone de la Lambarde	32
1.2.2 - Fosses de Grand Pont et de Port Lavigne	33
1.2.3 - Section 5 du chenal de navigation : zone exceptionnelle de clapage	34
2 - DESCRIPTION DES TRAVAUX	36
2.1 - Description du projet	36
2.1.1 - Volumes à draguer	36
2.1.1.1 - Définitions	36
2.1.1.2 - Cotes nominales pour les accès maritimes aux installations portuaires	37
2.1.1.3 - Dynamique sédimentaire de la Loire	39
2.1.2 - Volumes maximums retenus pour la période 2025-2034	44
2.1.3 - Moyens de dragage utilisés par le GPMNSN	45
2.1.3.1 - La Drague Aspiratrice en Marche (DAM) « Samuel de Champlain »	45
2.1.3.2 - La Drague à Injection d'Eau (DIE) « Milouin »	46
2.1.3.3 - La Drague Aspiratrice Stationnaire (DAS) « André Gendre »	47
2.1.3.4 - Drague Aspiratrice en Marche (DAM) d'environ 2000 m ³	48
2.1.3.5 - Evolution des moyens de dragage pour la période 2025-2034	48
2.1.4 - Bilan des volumes dragués	49
2.1.4.1 - Volumes dragués entre 2013 et 2022	49
2.1.5 - Besoins en dragage entre 2025 - 2034	51
2.1.5.1 - Evolution des zones à draguer	51
2.1.5.2 - Volumes à draguer	51
2.1.6 - Gestion des sédiments	51
2.1.6.1 - Immersion sur la zone de la Lambarde	51
2.1.6.2 - Immersion dans la fosse de Grand Pont	53
2.1.6.3 - Immersion dans la fosse de Port Lavigne	54
2.1.6.4 - Immersion dans le section 5 du chenal de navigation : situation exceptionnelle	54
2.1.7 - Adaptation au changement climatique	55
2.2 - Objet de la demande	55
2.3 - Calendrier prévisionnel des travaux	56
2.4 - Montant prévisionnel des travaux	56
2.5 - Projets pouvant générer des effets cumulés avec le présent projet	56
3 - RUBRIQUES DE LA NOMENCLATURE CONCERNEES PAR LES OUVRAGES ET TRAVAUX ENVISAGES	56

3.1 - Nomenclature Loi sur l'Eau.....	56
3.2 - Evaluation environnementale.....	58
3.3 - Enquête publique.....	58
3.4 - Autres procédures réglementaires concernées par les travaux envisagés.....	59
PIECE N°3 : SOLUTIONS DE SUBSTITUTION RAISONNABLES EXAMINEES ET PRINCIPALES RAISONS DU CHOIX EFFECTUE.....	60
1 - JUSTIFICATION DES DRAGAGES.....	60
1.1 - Exploitation portuaire.....	60
1.2 - Trafics maritimes.....	61
1.2.1 - Nature des trafics.....	61
1.2.2 - Répartition des différents trafics maritimes le long de l'estuaire.....	61
1.2.3 - Evolution des trafics.....	62
1.3 - Contraintes bathymétriques pour l'accueil des navires.....	63
1.3.1 - Objectif d'accueil des porte-conteneurs.....	63
1.3.2 - Objectif d'accueil des méthaniers.....	64
1.3.3 - Objectif d'accueil des minéraliers.....	64
1.3.4 - Objectif d'accueil des pétroliers à Donges 7.....	64
1.3.5 - Objectif d'accueil des pétroliers à Donges 6.....	65
1.3.6 - Objectif d'accueil pour les céréaliers export à Nantes.....	65
1.4 - Besoins de dragage.....	66
1.4.1 - Dynamique hydrosédimentaire de la Loire.....	66
1.4.2 - Définition des besoins de dragage.....	66
2 - JUSTIFICATION DES VOLUMES DE DRAGAGE.....	66
3 - JUSTIFICATION DES TECHNIQUES DE DRAGAGE.....	70
3.1 - Technique de dragage mécanique.....	70
3.2 - Technique de dragage hydraulique.....	72
3.3 - Technique de dragage hydrodynamique.....	73
3.4 - Analyse multicritères des techniques de dragage.....	75
3.5 - Synthèse sur les techniques de dragage.....	77
4 - JUSTIFICATION DES FILIERES DE GESTION DE SEDIMENTS.....	77
4.1 - Gestion des sédiments dans la masse d'eau.....	77
4.1.1 - Immersion par clapage sur le site de la Lambarde ou dans l'estuaire.....	77
4.1.1.1 - Description.....	77
4.1.1.2 - Choix du site de l'estuaire externe de la Lambarde.....	78
4.1.1.3 - Choix des sites d'immersion dans l'estuaire interne.....	79
4.1.2 - Remise en suspension dans l'estuaire.....	81
4.2 - Gestion en rechargement de plage.....	81
4.2.1 - Caractéristiques des sédiments dragués.....	81

4.2.2 - Concomitance des besoins de rechargement de plage et des dragages	81
4.3 - Gestion à terre des sédiments	82
4.3.1 - Sédiments immergeables	82
4.3.2 - Sédiments non immergeables	83
4.3.3 - Schéma directeur des dragages	84
4.3.4 - Synthèse sur la gestion à terre	85
4.4 - Analyse multicritères des filières de gestion	86
4.5 - Synthèse sur les modalités de gestion des sédiments	87

PIECE N°4 : ÉTAT ACTUEL DE L'ENVIRONNEMENT ET FACTEURS SUSCEPTIBLES D'ÊTRE AFFECTÉS DE MANIÈRE NOTABLE PAR LE PROJET 88

1 - CONTEXTE PHYSIQUE.....	88
1.1 - Climat.....	88
1.1.1 - Températures	88
1.1.2 - Précipitations	89
1.1.3 - Vents – Pression atmosphérique – Foudre - Ensoleillement	89
1.1.4 - Synthèse sur le climat	89
1.2 - Changement climatique.....	90
.....	90
1.3 - Conditions océanographiques.....	90
1.3.1 - Hydrodynamique de l'estuaire interne	90
1.3.1.1 - Généralités	90
1.3.1.2 - Niveaux d'eau	91
1.3.1.3 - Volumes oscillants	91
1.3.1.4 - Courants.....	92
1.3.1.5 - Agitation	93
1.3.2 - Hydrodynamique de l'estuaire externe	93
1.3.2.1 - Marée	93
1.3.2.2 - Courantologie.....	94
1.3.2.3 - Les apports d'eau douce de la Loire	97
1.3.2.4 - La houle.....	98
1.4 - Géologie - sols	99
1.5 - Nature sédimentaire.....	102
1.5.1 - Granulométrie des sédiments de l'estuaire externe	102
1.5.2 - Granulométrie des sédiments de l'estuaire interne	103
1.5.2.1 - Généralités	103
1.5.2.2 - Granulométrie des sédiments.....	104
1.5.3 - Synthèse sur la nature sédimentaire	106
1.6 - Morpho-bathymétrie	107
1.6.1 - Bathymétrie de l'estuaire interne	107
1.6.1.1 - Travaux d'aménagement fluvial	107
1.6.1.2 - Travaux d'aménagement portuaire	107

1.6.1.3 - Extraction de granulats en Loire	108
1.6.2 - Bathymétrie	108
1.6.2.1 - Evolution générale de l'estuaire.....	108
1.6.2.2 - Bathymétrie de l'estuaire interne	109
1.6.2.3 - Bathymétrie de l'estuaire externe.....	109
1.6.2.4 - Bathymétrie du site de la Lambarde	110
1.6.3 - Synthèse sur la morpho-bathymétrie de la zone d'étude.....	110
1.7 - Dynamique hydrosédimentaire.....	111
1.7.1 - Système bouchon vaseux – crème de vase	111
1.7.1.1 - Description générale.....	111
1.7.1.2 - Position du bouchon vaseux	113
1.7.1.3 - Masse de sédiments du bouchon vaseux	114
1.7.1.4 - Bilan sédimentaire	114
1.7.1.5 - Sédimentation portuaire.....	114
1.7.2 - Dynamique sédimentaire récente	115
1.7.3 - Sédimentation latérale	115
1.7.4 - Synthèse sur la dynamique sédimentaire de l'estuaire interne	116
1.8 - Hydrographie - hydrologie.....	117
1.8.1 - Masses d'eau concernées	117
1.8.2 - Hydrologie de la Loire	117
2 - CONTEXTE QUALITE DES SEDIMENTS ET DES EAUX	119
2.1 - Qualité des sédiments	119
2.1.1 - Seuils de gestion des sédiments.....	119
2.1.1.1 - Seuils N1 / N2.....	119
2.1.1.2 - Seuil N3	119
2.1.2 - Bruit de fond géochimique des sédiments.....	119
2.1.3 - Prise en compte des seuils ERL.....	120
2.1.4 - Qualité des sédiments entre 2001 et 2022	121
2.1.5 - Qualité des sédiments en 2022.....	125
2.1.5.1 - Eléments traces métalliques	125
2.1.5.2 - TBT.....	125
2.1.5.3 - PCB	126
2.1.5.4 - HAP	126
2.1.5.5 - Qualité microbiologique des sédiments	128
2.1.5.6 - Teneur en matière organique des sédiments	130
2.1.6 - Qualité des sédiments en 2023.....	132
2.1.6.1 - Eléments traces métalliques	135
2.1.6.2 - TBT et PCB.....	135
2.1.6.3 - HAP	135
2.1.6.4 - Teneur en matière organique des sédiments	135
2.1.6.5 - Seuils NQE sédiments.....	136
2.1.7 - Evolution de la qualité des sédiments entre 2020 et 2023	136

2.1.8 - Qualité des sédiments au droit du futur quai EOLE	136
2.1.9 - Analyse des dépassements du seuil N2.....	137
2.1.10 - Synthèse sur la qualité des sédiments	138
2.2 - Qualité de l'eau	139
2.2.1 - Qualité générale des masses d'eau de transition et côtière (DCE)	139
2.2.2 - Les suivis IFREMER des eaux littorales - Estuaire externe.....	141
2.2.2.1 - Réseau de surveillance REMI	143
2.2.2.2 - Réseau de surveillance REPHY	144
2.2.2.3 - Le réseau de surveillance ROCCH	144
2.2.3 - Bruit de fond en MES au niveau de la zone de la Lambarde	146
2.2.4 - Qualité des eaux - Estuaire interne.....	146
2.2.4.1 - Réseau de mesure SYVEL.....	146
2.2.4.2 - Salinité	147
2.2.4.3 - Température.....	150
2.2.4.4 - Evolution des concentrations en MES dans l'estuaire interne	150
2.2.4.5 - Turbidité.....	151
2.2.4.6 - Teneur en oxygène dissous	152
2.2.4.7 - Application des seuils NQE	154
2.2.5 - Qualité des zones conchylicoles.....	154
2.2.6 - Qualité des eaux de baignade	155
2.2.7 - Synthèse sur la qualité de l'eau.....	156
3 - MILIEU NATUREL	157
3.1 - Zonages environnementaux.....	157
3.1.1 - Zonages réglementaires : zones Natura 2000.....	157
3.1.2 - Zonages d'inventaire	159
3.1.2.1 - ZNIEFF	159
3.1.2.2 - ZICO	159
3.1.2.3 - Arrêté de protection de biotope	161
3.1.2.4 - Sites RAMSAR.....	161
3.1.2.5 - Espaces naturels sensibles.....	161
3.1.2.6 - Sites du conservatoire du littoral.....	161
3.1.3 - Zonages patrimoniaux.....	162
3.1.3.1 - Parc Naturel Régional.....	162
3.1.3.2 - Espaces Remarquables du Littoral (L.146-6 du Code de l'Urbanisme).....	162
3.1.4 - Synthèse sur les zonages	162
3.2 - Continuités et corridors écologiques : Trame Verte et Bleue	164
3.3 - Habitats communautaires et non communautaires de la zone d'étude.....	165
3.3.1 - Estuaire interne	165
3.3.1.1 - Fonds de sables et vases estuariens.....	165
3.3.1.2 - Prairies humides subhalophiles thermo-atlantiques.....	165
3.3.1.3 - Surfaces marnantes	166
3.3.2 - Estuaire externe	166

3.3.2.1 - Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine (1110).....	167
3.3.2.2 - Grandes criques et baies peu profondes (1160) – Fonds à Ampéliscidés.....	168
3.3.2.3 - L'habitat « Vasières » - estuaires et replats boueux et sableux exondes à marée basse (1130 x 1140).....	168
3.3.2.4 - L'habitat « Récifs » (1170).....	169
3.3.3 - Synthèse sur les habitats de la zone d'étude	169
3.4 - Inventaires écologiques	169
3.4.1 - Phytoplancton.....	169
3.4.2 - Peuplements benthiques.....	171
3.4.2.1 - Chenal de la Loire	171
3.4.2.2 - Site de la Lambarde.....	177
3.4.3 - Macroalgues	182
3.4.3.1 - Suivi des paramètres environnementaux.....	182
3.4.3.2 - Etat de conservation de l'habitat rocheux.....	183
3.4.3.3 - Synthèse concernant les macroalgues.....	184
3.4.4 - Avifaune	185
3.4.4.1 - Avifaune de l'estuaire externe	185
3.4.4.2 - Avifaune de l'estuaire interne	189
3.4.5 - Ichtyofaune.....	193
3.4.5.1 - Intérêt des vasières.....	193
3.4.5.2 - Ichtyofaune présente dans l'estuaire	194
3.4.5.3 - Précisions concernant l'ichtyofaune migratrice.....	197
3.4.5.4 - Zones fonctionnelles halieutiques d'importance de l'estuaire externe.....	198
3.4.5.5 - Synthèse sur l'ichtyofaune.....	200
3.4.6 - Mammifères marins	200
3.4.7 - Synthèse sur les habitats et espèces.....	201
4 - PAYSAGE ET PATRIMOINE.....	202
4.1 - Composantes paysagères.....	202
4.2 - Patrimoine culturel.....	203
4.2.1 - Monuments historiques.....	203
4.2.2 - Sites inscrits et sites classés	203
5 - CONTEXTE HUMAIN.....	205
5.1 - Démographie et habitat.....	205
5.2 - Qualité de l'air.....	205
5.3 - Activités économiques	206
5.3.1 - Activités portuaires de commerce	208
5.3.2 - L'accès maritime du GPMNSN.....	210
5.3.3 - La pêche professionnelle : Description de l'activité départementale	211
5.3.3.1 - Description de l'activité halieutique sur le secteur de Saint-Nazaire.....	211
5.3.3.2 - Description de l'activité halieutique sur le secteur de Nantes.....	214
5.3.3.3 - Règlement de la pêche.....	216
5.3.4 - Conchyliculture	218

5.3.5 - Activités agricoles.....	218
5.3.6 - Extraction de granulats.....	219
5.3.7 - Autres activités professionnelles	220
5.3.7.1 - Activité éolienne en mer	220
5.3.7.2 - Autres sites d'immersion.....	220
5.3.8 - Synthèse sur les activités économiques	221
5.4 - Usages de l'eau	221
5.4.1 - Alimentation en eau potable	221
5.4.2 - Usage agricole.....	222
5.4.3 - Fourniture d'eau industrielle	222
5.5 - Activités de loisirs.....	223
5.5.1 - Baignade	223
5.5.2 - Plaisance et sports nautiques	223
5.5.3 - Chasse et pêche de loisir	224
5.5.3.1 - Pêche de loisir.....	224
5.5.3.2 - Chasse.....	224
5.5.4 - Activités touristiques	225
5.5.5 - Synthèse sur les activités de loisirs.....	225
6 - SYNTHÈSE DES ÉVOLUTIONS DES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX.....	226
PIECE N°5 : UNE DESCRIPTION DES ASPECTS PERTINENTS DE L'ÉTAT ACTUEL DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LEUR ÉVOLUTION	229
PIECE N° 6 : DESCRIPTION DES INCIDENCES NOTABLES ET MESURES ASSOCIÉES QUE LE PROJET EST SUSCEPTIBLE D'AVOIR SUR L'ENVIRONNEMENT	233
1 - GÉNÉRALITÉS.....	233
1.1 - Détermination des incidences du projet	233
1.2 - Démarche ERCAS	234
2 - ÉVALUATION DES INCIDENCES.....	236
2.1 - Analyse des incidences associées sur le milieu physique	236
2.1.1 - Compartiments ne subissant aucune incidence.....	236
2.1.2 - Incidences sur le changement climatique.....	236
2.1.2.1 - Incidences générales.....	236
2.1.2.2 - Estimation des émissions sur la base du bilan carbone de 2019.....	236
2.1.3 - Incidences sur la morphologie et la bathymétrie.....	238
2.1.3.1 - Incidences sur les zones de dragage	238
2.1.3.2 - Incidences sur la zone d'immersion de la Lambarde	238
2.1.3.3 - Incidences sur les sites d'immersion de Grand Pont et de Port Lavigne.....	243
2.1.3.4 - Incidences des opérations d'immersion exceptionnelle dans le chenal	244
2.1.3.5 - Synthèse des incidences sur la morphologie et la bathymétrie.....	244
2.1.4 - Incidences sur la nature sédimentaire.....	245

2.1.4.1 - Opérations de dragage.....	245
2.1.4.2 - Filières de gestion des sédiments	245
2.1.5 - Hydrographie - hydrologie	246
2.1.6 - Incidences sur l'hydrodynamisme.....	246
2.1.6.1 - Opérations de dragage.....	246
2.1.6.2 - Filières de gestion des sédiments	246
2.1.7 - Incidences sur la dynamique hydrosédimentaire	247
2.1.7.1 - Opérations de dragage.....	247
2.1.7.2 - Filières de gestion des sédiments	252
2.1.8 - Mesures d'évitement et de réduction prévues par le maitre d'ouvrage concernant les incidences sur le contexte physique	255
2.1.8.1 - Mesures concernant les opérations de dragage.....	255
2.1.8.2 - Mesures concernant les opérations de gestion des sédiments.....	256
2.2 - Analyse des incidences associées au contexte chimique.....	256
2.2.1 - Incidences sur la qualité de l'eau	256
2.2.1.1 - Opérations de dragage.....	257
2.2.1.2 - Opérations de gestion des sédiments.....	268
2.2.1.3 - Incidence d'une pollution accidentelle sur la qualité de l'eau	275
2.2.2 - Incidences sur la qualité des sédiments	276
2.2.2.1 - Opérations de dragage.....	276
2.2.2.2 - Opérations de gestion des sédiments.....	276
2.2.2.3 - Incidence d'une pollution accidentelle sur la qualité des sédiments.....	277
2.2.3 - Mesures d'évitement et de réduction prévues par le maitre d'ouvrage concernant les incidences sur le contexte qualité de l'eau et des sédiments	278
2.2.3.1 - Mesures d'ordre général.....	278
2.2.3.2 - Mesures concernant les opérations de dragage en sections amont	279
2.2.3.3 - Mesures concernant les opérations de gestion des sédiments.....	281
2.3 - Analyse des incidences sur le milieu naturel	282
2.3.1 - Incidences sur les sites Natura 2000.....	282
2.3.2 - Incidences sur le phytoplancton	282
2.3.2.1 - Opérations de dragage.....	282
2.3.2.2 - Opérations de gestion des sédiments.....	283
2.3.3 - Incidences sur les peuplements benthiques.....	284
2.3.3.1 - Opérations de dragage.....	284
2.3.3.2 - Opérations de gestion des sédiments.....	285
2.3.4 - Incidences sur les macroalgues	290
2.3.4.1 - Opérations de dragage.....	290
2.3.4.2 - Opérations de gestion des sédiments.....	290
2.3.5 - Incidences sur l'ichtyofaune	292
2.3.5.1 - Opérations de dragage.....	292
2.3.5.2 - Opérations de gestion des sédiments.....	299
2.3.6 - Incidences sur l'avifaune	301
2.3.6.1 - Incidences générales.....	301
2.3.6.2 - Incidence sur les oiseaux marins	301

2.3.6.3 - Analyse des résultats de l'étude de l'avifaune réalisée en 2016/2017	302
2.3.6.4 - Synthèse de l'incidence des opérations de dragage et de gestion des sédiments	302
2.3.7 - Incidences sur les mammifères marins	303
2.3.7.1 - Opérations de dragage.....	303
2.3.7.2 - Opération de gestion des sédiments.....	303
2.3.8 - Mesures d'évitement et de réduction prévues par le maitre d'ouvrage concernant les incidences sur le milieu naturel	303
2.4 - Incidences et mesures associées sur le paysage et patrimoine.....	304
2.4.1 - Incidences sur le paysage.....	304
2.4.2 - Incidences sur les aspects patrimoniaux.....	304
2.5 - Incidences et mesures associées sur le contexte humain	304
2.5.1 - Incidence sur la population humaine - santé.....	304
2.5.1.1 - Incidences sur la qualité de l'air.....	304
2.5.1.2 - Incidences sur le contexte acoustique	306
2.5.1.3 - Incidences concernant la qualité des organismes comestibles.....	307
2.5.2 - Incidences sur les activités économiques	308
2.5.2.1 - Incidence sur la navigation -trafic.....	308
2.5.2.2 - Incidences sur les activités portuaires	308
2.5.2.3 - Incidences sur la pêche professionnelle	308
2.5.2.4 - Incidences sur la conchyliculture.....	309
2.5.2.5 - Incidences sur l'extraction de granulats	310
2.5.2.6 - Incidences sur le parc éolien de Guérande	310
2.5.2.7 - Incidences sur les opérations de dragage des ports littoraux	310
2.5.2.8 - Incidences sur les activités de loisir, de baignade et de plaisance.....	310
2.5.2.9 - Incidences sur les activités industrielles et risques technologiques.....	311
2.5.2.10 - Incidences sur les servitudes.....	311
2.5.3 - Incidences sur les usages de l'eau.....	311
3 - INCIDENCES NOTABLES DE LA VULNERABILITE DU PROJET AU CHANGEMENT CLIMATIQUE.....	311
3.1 - Analyse de la vulnérabilité du projet au changement climatique.....	311
3.1.1 - Evolution du climat	311
3.1.2 - Evolution du littoral	312
3.1.3 - Impacts sur l'environnement du fait de la vulnérabilité du projet au changement climatique	313
3.1.4 - Synthèse des incidences du projet sur le climat et vulnérabilité du projet au changement climatique	313
3.2 - Description des incidences négatives notables résultant de la vulnérabilité du projet à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs	313
4 - ANALYSE DES EFFETS CUMULES DU PROJET AVEC D'AUTRES PROJETS. 314	
4.1 - Réglementation	314
4.2 - Présentation des projets connus retenus.....	314
4.3 - Analyse des effets cumulés du dragage du GPMNSN et des projets annexes.....	316

4.3.1 - Implantation et exploitation d'un parc éolien en mer au large de la commune de Saint-Nazaire.....	316
4.3.2 - Dragage d'entretien du port à flot de Pornichet et l'extension d'un terre-plein portuaire	317
4.3.3 - Parc d'Armor Haut et Bas à Pornichet	317
4.3.4 - Dragage d'entretien du port de Pornic.....	318
5 - SYNTHES DES INCIDENCES DU PROJET	319
6 - SYNTHES DES MESURES ERC PREVUES PAR LE MAITRE D'OUVRAGE .	325
7 - MESURES ET MODALITES DE SUIVI ET D'ACCOMPAGNEMENT	326
7.1 - Mesures de suivi	326
7.1.1 - Mesures de suivi ponctuelles ou arrêtées.....	326
7.1.2 - Mesures de suivi existantes et poursuivies	326
7.1.2.1 - Suivis des opérations de dragage.....	326
7.1.2.2 - Suivis des opérations d'immersion.....	327
7.1.2.3 - Modalités de mise en œuvre des suivis.....	327
7.1.3 - Nouvelles mesures de suivi proposées.....	328
7.1.3.1 - Suivis complémentaires proposés des opérations de dragage et d'immersion.....	328
7.1.3.2 - Modalités de mise en œuvre du suivi de la qualité des sédiments.....	329
7.1.3.3 - Suivi des blooms phytoplanctoniques	331
7.1.3.4 - Suivi quinquennal de l'ichtyofaune sur la zone de la Lambarde.....	331
7.1.3.5 - Suivi bactériologique des sédiments	332
7.1.3.6 - Suivi de la qualité de l'eau à proximité de la drague.....	332
7.1.3.7 - Suivi benthos et ichtyofaune au droit des vasières	332
7.2 - Mesures d'accompagnement	333
7.2.1 - Contribution au développement de l'outil de modélisation du GIP Loire Estuaire.....	333
7.2.2 - Participation à l'amélioration de la compréhension des processus d'évolution de l'oxygène dissous dans l'estuaire de la Loire et de sa prévisibilité.....	334
7.2.3 - Contribution à d'éventuels futurs programmes de recherche visant à améliorer la connaissance des processus hydrosédimentaires dans l'estuaire externe et aux frontières maritimes dans l'optique des dragages et immersions	334
7.2.4 - Accompagnement des actions du PLAGEPOMI	334
7.2.5 - Mise en place d'un Schéma Directeur du réseau d'assainissement du GPMNSN	334
7.2.6 - Accompagnement concernant le risque de bioaccumulation	334
7.2.7 - Accompagnement du projet LIFE macroalgues	335
7.2.8 - Participation aux programmes de recherche sur les puffins	336
7.2.9 - Organisation d'un Dialogue Territorial (DT)	336
7.2.10 - Organisation d'un Comité Technique de suivi.....	336
7.3 - Synthèse des mesures de suivi et d'accompagnement.....	338
8 - ANALYSE DE LA COMPATIBILITE DU PROJET AVEC LA REGLEMENTATION AU TITRE DES DISPOSITIONS D'AMENAGEMENT ET DE GESTION DU TERRITOIRE	339

8.1 - Outils de gestion et de planification des ressources en eau	339
8.2 - Document Stratégique de Façade NAMO	340
8.3 - Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) Loire-Bretagne 2022-2027	345
8.4 - Compatibilité avec le SAGE Estuaire de la Loire	348
8.5 - Schéma de Cohérence Territoriale (SCOT)	350
8.5.1 - SCOT Métropole Nantes-Saint Nazaire	350
8.5.2 - SCOT Pays de Retz	352
8.6 - Compatibilité avec le Plan de Gestion des Poissons Migrateurs (PLAGEPOMI) ...	353
8.7 - Compatibilité avec le Plan Loire Grand Migrateur	354
8.8 - Compatibilité avec les documents d'urbanisme	354
8.9 - Espaces naturels sensibles (ENS)	354

PIECE N° 7 : INCIDENCES NEGATIVES NOTABLES ATTENDUES DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT QUI RESULTENT DE LA VULNERABILITE DU PROJET A DES RISQUES D'ACCIDENTS OU DE CATASTROPHES MAJEURES EN RAPPORT AVEC LE PROJET CONCERNE..... 355

1 - INCIDENCES NOTABLES IDENTIFIEES..... 355

1.1 - Par rapport aux risques naturels..... 355

1.1.1 - Présentation des risques naturels sur la zone..... 355

1.1.2 - Analyse des incidences du projet sur les risques naturels 355

1.2 - Par rapport aux risques technologiques 356

1.2.1 - Localisation des principaux risques technologiques..... 356

1.2.2 - Les plans de prévention des risques technologiques..... 356

1.2.3 - Analyse des incidences du projet sur les risques technologiques 358

1.2.4 - Risque accidentogène 358

2 - MESURES ENVISAGEES..... 358

2.1 - Par rapport aux risques naturels et technologiques..... 358

2.2 - Par rapport au risque accidentogène 358

2.3 - Préparation et réponse envisagée à ces situations d'urgence 358

2.3.1 - Mise en œuvre stricte des consignes HSE sur les engins de dragage 358

2.3.2 - Entretien régulier sur les navires et les engins de chantier 359

2.3.3 - Matériel de lutte contre les rejets accidentels et personnels qualifiés et formés 359

2.3.4 - Plans d'urgence de bord contre la pollution par les hydrocarbures (SOPEP)..... 359

2.3.5 - Exemple de procédures pour la DAM Samuel de Champlain 360

2.3.6 - Exemple de procédures pour la DAS Gendre 361

2.3.6.1 - En cas de pollution du milieu marin..... 361

2.3.6.2 - En cas d'écoulement accidentel de liquide sur le pont..... 361

2.3.6.3 - Procédure de gestion des déchets à bord..... 361

2.3.7 - Arrêt immédiat des travaux et mesures d'urgence..... 362

PIECE N°8 : NOTICE D'INCIDENCE NATURA 2000	363
1 - PREAMBULE ET LEXIQUE NATURA 2000.....	363
1.1 - Réseau Natura 2000	363
1.2 - Directive « Habitats, faune, flore ».....	363
1.2.1 - Sites d'Importance Communautaire (SIC)	364
1.2.2 - Propositions de Sites d'Importance Communautaire (SIC)	364
1.2.3 - Zones Spéciales de Conservation (ZSC)	364
1.3 - Directive « Oiseaux ».....	364
1.3.1 - Zones de Protection Spéciale (ZPS).....	364
1.3.2 - Espèces d'intérêt communautaire.....	364
1.3.3 - Habitat naturel d'intérêt communautaire	364
1.3.4 - Espèce ou habitat d'intérêt communautaire prioritaire.....	365
1.3.5 - Formulaire standard de données (FSD).....	365
1.4 - Comité de pilotage Natura 2000.....	365
1.5 - Document d'objectifs (DOCOB)	365
2 - DESCRIPTION DU PROJET ET DU CONTEXTE NATURA 2000	365
2.1 - Localisation des travaux de dragages et d'immersion	365
2.2 - Sites Natura 2000 concernés	366
2.2.1 - Directive Habitats	368
2.2.1.1 - ZSC FR 5200621 « Estuaire de la Loire »	368
2.2.1.2 - ZSC FR 5202011 « Estuaire de la Loire Nord ».....	369
2.2.1.3 - ZSC FR5200623 « Grande Brière, Marais de Donges ».....	370
2.2.1.4 - ZSC FR 5202012 « Estuaire de la Loire Sud-Baie de Bourgneuf »	371
2.2.2 - Directive Oiseaux.....	372
2.2.2.1 - ZPS FR 5210103 « Estuaire de La Loire ».....	372
2.2.2.2 - ZPS FR 5212014 « Estuaire de la Loire – Baie de Bourgneuf ».....	374
2.2.2.3 - ZPS FR5212008 « Grande Brière, Marais de Donges et du Brivet »	376
2.2.2.4 - ZPS FR 5212013 « Mor Braz »	378
2.2.2.5 - ZPS FR 5210090 « Marais salants de Guérande, Traict du Croisic et dunes de Pen Bron ».....	379
2.2.2.6 - ZPS FR212009 « Marais Breton, Baie de Bourgneuf, Ile de Noirmoutier et Forêt de Monts»	379
2.3 - Habitats d'intérêt communautaire présents au niveau du site du projet.....	379
2.3.1 - Habitats côtiers et végétations halophytiques - Eaux marines et milieux à marées	385
2.3.1.1 - Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine (1110).....	385
2.3.1.2 - Grandes criques et baies peu profondes (1160)	385
2.3.1.3 - L'habitat « Vasières » - estuaires et replats boueux et sableux exondes à marée basse (1130 x 1140).....	386
2.3.1.4 - L'habitat « Récifs » (1170).....	386
2.3.2 - Habitats de l'estuaire interne : Marais et prés salés	387
2.3.2.1 - Végétations pionnières à Salicornia et autres espèces annuelles des zones boueuses et sableuses (1310-2).....	387
2.3.2.2 - Les prés salés atlantiques	387
2.3.3 - Bilan.....	387

2.4 - Espèces et habitats d'espèces au titre de la Directive " Habitats "	388
2.4.1 - Les cétacés	388
2.4.2 - Les poissons migrateurs amphihalins.....	390
2.4.3 - La loutre d'Europe	393
2.5 - Espèces et habitats d'espèces au titre de la Directive « Oiseaux ».....	394
2.5.1 - Avifaune - Diagnostic marin	394
2.5.1.1 - Inventaires menés sur les oiseaux d'intérêt communautaire marins à la Lambarde (2010-2011).....	399
2.5.1.2 - Inventaires menés sur les oiseaux d'intérêt communautaire marins sur l'Estuaire de la Loire (2016-17) ...	399
2.5.2 - Avifaune diagnostic terrestre	402
2.5.2.1 - Les oiseaux d'intérêt communautaire « terrestres » de l'estuaire	402
2.5.2.2 - Les habitats préférentiels et importance patrimoniale	403
3 - ANALYSE DES INCIDENCES DU PROJET SUR LA CONSERVATION DES HABITATS ET DES ESPECES AYANT JUSTIFIES LA DESIGNATION NATURA 2000.....	406
3.1 - Définitions des incidences	406
3.2 - Rappel des incidences hydrosédimentaires du dragage et des immersions	406
3.3 - Effets des dragages sur les habitats d'intérêt communautaire	407
3.3.1 - Incidences directes des opérations de dragage.....	407
3.3.2 - Incidences indirectes des opérations de dragage par remise en suspension des sédiments	407
3.3.2.1 - Exhaussement des vasières et transitions d'habitats en rive de l'estuaire.....	407
3.3.2.2 - Comblements des étiers et annexes hydrauliques de l'estuaire – incidences indirectes sur les habitats des étiers.....	408
3.3.2.3 - Incidences sur les habitats prairiaux	409
3.3.2.4 - Dégradation des habitats par relargage des contaminants.....	409
3.3.2.5 - Dégradation des habitats par pollution accidentelle.....	409
3.3.3 - Incidences des opérations d'immersion.....	410
3.3.3.1 - Sur le développement potentiel d'habitat de type récifs.....	410
3.4 - Effets des dragages et clapages sur les espèces d'intérêt communautaire.....	411
3.4.1 - Incidences sur les mammifères marins	411
3.4.2 - Incidences des dragages sur les poissons.....	412
3.4.3 - Incidences des dragages sur la Loutre d'Europe	413
3.4.4 - Incidences des dragages sur les oiseaux d'intérêt communautaire	414
3.5 - Effets cumulés des opérations de dragage du GPMNSN et des projets annexes sur les sites Natura 2000	416
4 - MESURES DE REDUCTION DES INCIDENCES – MESURES CORRECTIVES..	416
5 - EXHAUSTIVITE DU VOLET NATUREL DE L'ETUDE D'IMPACT	417
PIECE N°9 : DESCRIPTION DES METHODES DE PREVISION	419
1 - COLLECTE DES DONNEES NECESSAIRES POUR L'ETAT INITIAL.....	419

2 - EVALUATION DES INCIDENCES ET MESURES DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT	421
2.1 - Evaluation des incidences	421
2.2 - Définition des mesures	421
2.3 - Méthodes utilisées pour l'évaluation des effets cumulés	422
3 - DIFFICULTES TECHNIQUES RENCONTREES	422
PIECE N° 10 : NOMS, QUALITES ET QUALIFICATIONS DU OU DES EXPERTS DE L'ETUDE D'IMPACT ET DES ETUDES AYANT CONTRIBUE A SA REALISATION	423
AUTRES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	424
ABREVIATIONS ET GLOSSAIRE	427
ANNEXES	434
ANNEXE 01 : FICHES DE DRAGAGE	434
ANNEXE 02 : BESOINS ET PRATIQUES DE DRAGAGE.....	434
ANNEXE 03 : MODELISATIONS DE LA STABILITE DU SITE DE LA LAMBARDE.....	434
ANNEXE 04 : DETERMINATION DU BRUIT DE FOND EN MES	434
ANNEXE 05 : ETUDE AVIFAUNE.....	434
ANNEXE 5BIS : DIAGNOCTIC AVIFAUNE NATURA 2000	434
ANNEXE 06 : ETUDE DE LA SEDIMENTATION LATERALE	434
ANNEXE 07 : MODELISATION DES INCIDENCES DE LA DAS ET DE LA DIE....	434
ANNEXE 08 : MODELISATION DES DRAGAGES LORS DE 4 MOIS D'ETIAGE .	434
ANNEXE 09 : ANALYSE DE L'APPARITION DES EPISODES D'ANOXIES.....	434
DANS L'ESTUAIRE DE LA LOIRE	434
ANNEXE 10 : SUIVI DES EPISODES D'HYPOXIE ET ANOXIE SUR LA LOIRE (2014-2015).....	434
ANNEXE 11 : ETUDE ENVIRONNEMENTALE DE L'ESTUAIRE.....	434
ANNEXE 12 : SUIVI DE LA QUALITE DE L'EAU LORS DES IMMERSIONS SUR LA LAMBARDE.....	434
ANNEXE 13 : EXPLOITATION DU MODELE HYSQEL	434

ANNEXE 14 : SUIVI DE LA QUALITE DES HABITATS ET PEUPEMENTS BENTHIQUES	434
ANNEXE 15 : SUIVI DES PEUPEMENTS DE MACRO-ALGUES	434
ANNEXE 16 : ETUDE ICTHYOFAUNE DE L'ESTUAIRE DE LA LOIRE	434
ANNEXE 17 : BILAN CARBONE	434
ANNEXE 18 : ETUDE DES FILIERES DE GESTION A TERRE DES SEDIMENTS ..	434
ANNEXE 19 : SCHEMA DIRECTEUR DES DRAGAGE DU GPMNSN	434
ANNEXE 20 : PLAN DE GESTION OPERATIONNEL DES DRAGAGES	434
ANNEXE 21 : SOPEPS, FICHES TECHNIQUES ET PROCEDURES D'INTERVENTION D'URGENCE	434
ANNEXE 22 : PLAN DE SOBRIETE ENERGETIQUE.....	434
ANNEXE 23 : PLAN DE DECARBONATION.....	434

LISTE DES FIGURES

Figure 1 Localisation du chenal de navigation et de la zone de clapage de la Lambarde	32
Figure 2 Localisation des périmètres d'étude au niveau du site d'immersion de la Lambarde (ARTELIA, 2018).....	33
Figure 3 Localisation des sites de Grand Pont et de Port Lavigne.....	33
Figure 4 Localisation de la zone 5 du chenal	34
Figure 5 Localisation des sections du chenal de navigation (Source : Géoportail – GIP LE)	35
Figure 6 Localisation des différentes sections de l'estuaire (source : EGIS,2023)	38
Figure 7 Bilan de masse (en Millions de tonnes) de l'estuaire interne/externe sur l'année hydrologique 2017-2018	40
Figure 8 Bilan de masse (en millions de tonnes) de l'estuaire (hors estuaire externe) sur l'année hydrologique 2017-2018.....	40
Figure 9 Bilan de masse (en millions de tonnes) trimestriel (automne) de l'estuaire, par zones de dragage, sur l'année hydrologique 2017-2018	41
Figure 10 Bilan de masse (en millions de tonnes) trimestriel (hiver) de l'estuaire, par zones de dragage, sur l'année hydrologique 2017-2018	42
Figure 11 Bilan de masse (en millions de tonnes) trimestriel (printemps) de l'estuaire, par zones de dragage, sur l'année hydrologique 2017-2018	43
Figure 12 Bilan de masse (en millions de tonnes) trimestriel (ete) de l'estuaire, par zones de dragage, sur l'année hydrologique 2017-2018.....	43
Figure 13 Volumes de dragage cumules sur la période 2006-2022	44
Figure 14 Cycle de dragage depuis la section 5 (1 h de dragage, 2h30 de trajet A/R) et DAM « Samuel de Champlain » (source : GPMNSN)	45
Figure 15 DIE « Milouin », équipé d'un système à injection d'eau en 2011 (@ GPMNSN)	46
Figure 16 DAS « André Gendre » © GPMNSN-ANDRE BOCQUEL	47
Figure 17 Exemple de drague de petite capacité en puits : DAM "Jean Ango" (marinetraffic.com).....	48
Figure 18 Perimetre de la zone d'immersion initiale de la lambarde decoupee en 14 sous-zones jusqu'en 2013 (A) puis en 29 sous-zones depuis 2013 (B).....	52
Figure 19 Exemple d'échogramme en section 6 (GPMNSN, 2021)	67
Figure 20 Exemple de mesure du profil vertical des densités en section 6 (GPMNSN, 2021).....	68
Figure 21 Exemple de plan de sondage définitif	68
Figure 22 Plan de travail pour drague à injection d'eau – Sédiments récemment déposés, zones de faible étendue.....	69
Figure 23 Plan de travail pour une drague aspiratrice en marche – Sédiments déposés en phase de consolidation, zones très étendues	69
Figure 24 Exemples de pelles mécaniques.....	71
Figure 25 Schéma de fonctionnement d'une DAM (IFREMER)	72
Figure 26 Schéma de fonctionnement d'une DAS	73
Figure 27 Principe du dragage par injection d'eau.....	74
Figure 28 Exemple de rotodévaseur	75
Figure 29 Principe de l'immersion des sédiments.....	78
Figure 30 Localisation des sites alternatifs étudiés.....	79
Figure 31 : Matrice de décision en cas de débit de la Loire inférieur à 500 m ³ /s.....	80
Figure 32 : Teneur en E.coli dans l'estuaire	80
Figure 33 Logigramme de gestion des sédiments.....	84
Figure 34 Précipitations mensuelles moyennes et cumuls de précipitations à la station de Saint-Nazaire-Montoir sur la période 1991-2020 (Infoclimat, 2023).....	89
Figure 35 Evolution historique de la géométrie de l'estuaire (source GIP LE)	90
Figure 36 courants de marée maximaux en vive eau (coef.100) (moyennes sur la verticale – exprimés en m/s) – teisier, 2006.....	94

Figure 37 modelisation des champs de courant: au flot, et en vives-eaux (21/09/2009) en haut a gauche ; au jusant et en vives-eaux (en haut a droite) ; au flot et en mortes-eaux (en bas a gauche) et au jusant et en mortes-eaux (en bas a droite).....	95
Figure 38 circulation residuelle au fond liee au vent de sud-ouest, a gauche : vent de 10m/s, maree moyenne, debit moyen, a droite : vent de 15 m/s, maree moyenne, crue – tessier, 2006	96
Figure 39 Débit journaliers moyens de la Loire à Saint Nazaire de 2018 à juin 2023.....	97
Figure 40 Courants de densité maximaux (coef. 100) - TESSIER 2006 – à gauche surf, à droite fond.....	98
Figure 41 Propagation d'une houle d'Ouest -TESSIER, 2006, houle d'Ouest : Hs=5 m / Tp=13 s au large (à gauche) et Vitesses orbitales au fond, en cm/s - TESSIER, 2006 Houle d'Ouest : Hs=5 m / Tp=13 s au large, PM (à droite)	98
Figure 42 Carte géologique de la zone d'étude.....	100
Figure 43 Carte des sédiments superficiels du plateau continental au large de la Loire (Lesueur et Klingebiel A (1986)).....	103
Figure 44 Pourcentage de sables dans le chenal et les souilles en 2022.....	104
Figure 45 Teneurs moyennes en sables en % dans l'estuaire de la Loire par section pour les années 2013 et 2022	105
Figure 46 Evolution de la teneur de sable dans le chenal et les souilles en 2013, 2016, 2020 et 2022.....	106
Figure 47 Evolution de la teneur de sable dans le chenal et les souilles entre 2013 et 2022 (en %).....	106
Figure 48 Profil en long de l'estuaire de la Loire (source : CSEEL, 1984 & MIGNIOT, 1993).....	108
Figure 49 Bathymétrie sur la zone de projet (modèle Loire SOGREAH).....	110
Figure 50 Bathymétrie du site de la Lambarde en mètre cote marine (CM) en 03/2023 (GPMNSN).....	110
Figure 51 Schéma de fonctionnement du bouchon vaseux (GIP Loire Estuaire, 2018).....	112
Figure 52 Concentrations de MES et bouchon vaseux (GIP Loire Estuaire)	112
Figure 53 Localisation la plus fréquente du bouchon vaseux en surface en fonction du débit de la Loire et du coefficient de marée (GIP LE, 2018).....	113
Figure 54 Comparaison des volumes clapés sur la Lambarde et des apports en MES de la Loire (IDRA Environnement 2021).....	115
Figure 55 Incidence des travaux de chenalisation de la Loire.....	116
Figure 56 Débits moyens mensuels (en m ³ /s) sur la station de Montjean sur la période avril 2019 à avril 2023 (EauFrance 2023)	118
Figure 57 Plan d'échantillonnage mis en œuvre par le GPMNSN.....	124
Figure 58 comparaison des concentrations des hap en 2022 avec les seuils n1 et n2	128
Figure 59 teneurs en escherichia coli (en npp) dans les sediments de l'estuaire de la loire en 2013, 2016 et 2020.....	129
Figure 60 teneurs en enterocoques intestinaux (en npp) dans les sediments de l'estuaire de la loire en 2013, 2016 et 2020.....	130
Figure 61 teneurs en cot (g/kg) en 2022 dans les sediments du chenal de navigation de la loire	131
Figure 62 teneurs en azote et en phosphore (mg/kg) en 2022 dans les sediments du chenal de navigation de la loire	131
Figure 63 Localisation des dépassements des seuils N1 en 2023.....	132
Figure 64 Localisation des dépassements du seuil N2 entre 2013 et 2020	137
Figure 65 Objectifs à 10 ans que Nantes – St Nazaire port s'est fixes en matière de dragage et de gestion des sédiments	138
Figure 66 Etat global des masses d'eau, mis à jour en août 2019 (source : EGIS 2023)	140
Figure 67 Localisation des points de suivis des réseaux REMI, et ROCCH (à gauche) et REPHY (à Droite) au niveau de la zone marine Quadrige 70 "Estuaire de la Loire" (source : Bulletin de surveillance 2021 et 2022, IFREMER).....	141
Figure 68 Résultats des suivis IFREMER REPHY (IFREMER 2022).....	144
Figure 69 Résultats des suivis ROCCH de la station 70-P-102 (1989 à 2021, IFREMER 2022).....	145
Figure 70 Modélisation des houles et des concentrations en MES associées au niveau de La Lambarde (Artelia 2018).....	146

Figure 71 Localisation du réseau SYVEL et partenaires sur l'estuaire de la Loire (GIP LE).....	147
Figure 72 Distribution journalière des concentrations en salinité par an et par station et débit à Montjean-sur-Loire (2011 à 2020)	148
Figure 73 Localisation des zones halines en sub-surface depuis 2007 et position du front de salinité depuis 1900	149
Figure 74 Comparaison de la température de 2022 par rapport à leur variabilité sur la période 2007 - 2021 en valeurs journalières (SYVEL 2022 – Station de Donges).....	150
Figure 75 Comparaison des MES Au Pellerin lors des débits de moins de 200 m3/s.....	151
Figure 76 Evolution saisonnière de la concentration en oxygène entre 1996 et 2018 (GIP LE 2020).....	153
Figure 77 Conditions déterminantes pour la teneur en O ² dissous (GIP LE)	153
Figure 78 Qualité de l'eau – classement sanitaire des zones conchylicoles (2023)	155
Figure 79 Qualité des eaux de baignade (source Egis 2023)	156
Figure 80 Localisation de la zone d'étude vis-à-vis des zones natura 2000	158
Figure 81 Localisation des ZNIEFF et ZICO à proximité de la zone d'étude	160
Figure 82 Parc naturel régional à proximité du site d'étude.....	162
Figure 83 Cartes de zonage de protection du milieu naturel (source Egis 2023).....	163
Figure 84 Principaux axes de migration de l'avifaune (en jaune à gauche) et Trame Verte et bleue à droite (SRCE)	164
Figure 85 Typologie des surfaces marnantes (GIP LE)	166
Figure 86 carte des habitats génériques des sites Natura 2000 en mer « Estuaire de la Loire externe » (source : AFB, 2019)	167
Figure 87 Schéma théorique de répartition du phytoplancton (GIP Loire Estuaire).....	170
Figure 88 Répartition spatiale de la richesse spécifique des stations du chenal de la Loire en 2022	173
Figure 89 Evolution de la richesse spécifique dans chaque station entre 2015 et 2022	174
Figure 90 Répartition spatiale des densités d'organismes des stations du chenal de la Loire en 2022	175
Figure 91 Classification des stations du secteur de la Loire selon l'indice AMBI (en haut) et BEQI-FR (en bas) (Graphique: sans mysidacés)	176
Figure 92 Répartition spatiale des richesses spécifiques des stations du secteur de la Lambarde à gauche et des densités d'organismes des stations du secteur de la Lambarde à droite en 2022.....	178
Figure 93 Evolution de la richesse spécifique dans chaque station entre 2013 et 2022	179
Figure 94 Représentativité des différents groupes faunistiques au sein de la faune benthique de la Lambarde en termes de richesse spécifique et de densité d'organismes	180
Figure 95 Localisation du plateau de la banche et exemple de laminaires.....	182
Figure 96 Résultats des indices de condition écologiques EQR sur les stations du suivi ELV entre 2010 et 2021	184
Figure 97 Fréquentation de l'avifaune à proximité de la zone N2000	185
Figure 98 Représentation spatiale des densités de répartition des oiseaux marins étudiés lors du programme Périscope entre 2015 et 2016 (toutes espèces confondues)	186
Figure 99 Localisation des petits et grand transects.....	187
Figure 100 Proportion des observations et effectifs selon les grandes familles et principales espèces d'oiseaux (sur la base des 12 sessions petits transects d'avril 2019 à avril 2020)	188
Figure 101 Proportion des observations et effectifs selon les grandes familles et principales espèces d'oiseaux (sur la base des 6 sessions grands transects d'avril 2019 à avril 2020)	188
Figure 102 Abondances relatives des espèces d'oiseaux d'eau présentes à basse mer dans chacun des secteurs de l'estuaire de la Loire (lit mineur) lors de la période de reproduction 2017	191
Figure 103 a) Densité moyenne de poissons ; b) Biomasse moyenne de poissons, mesurées par saison sur chaque secteur.....	194
Figure 104 Richesse spécifique de l'ichtyofaune benthodémersale observée sur chaque secteur de l'estuaire ligérien entre octobre 2018 et octobre 2019.....	195
Figure 105 Aire de répartition maximale des espèces les plus fréquentes lors des inventaires des printemps 2011 (débit 149m ³ /s) et 2013 (1511 m ³ /s) et domaines halins correspondants (GIP LE 2018).....	197

Figure 106 Périodes de migration des principaux poissons migrateurs dans l'estuaire de la Loire	198
Figure 107 Zones de frayères du bar (à gauche) et de la sole (à droite).....	198
Figure 108 Densité (quantile) de nurricerie du griset (à gauche) et de la sole (à droite)	199
Figure 109 Densité (quantile) de nurricerie des poissons plats (à gauche) et de la Plie (à droite)	199
Figure 110 Densité (quantile) de nurricerie du ceteau (à gauche) et de la bar (à droite).....	199
Figure 111 Taux de rencontre des petits delphinidés (à gauche) et du marsouin commun (à droite) (Données de suivi SAMM II, PELAGIS).....	201
Figure 112 Unités paysagères (Source Evaluation environnementale du projet stratégique, EGIS, GPMNSN, 2021)	202
Figure 113 Localisation des sites patrimoniaux.....	204
Figure 114 Emissions de GES (en haut à gauche), Evolution des GES depuis 2008 en haut à droite et Emissions de polluants en 2021 (en bas).....	206
Figure 115 Effectifs salariés des activités maritimes et non maritimes du CIP de Nantes Saint-Nazaire par commune.....	207
Figure 116 Evolution des trafics sur 2013-2019 (à gauche) et évolution des principaux trafics entre 2020 et 2021 (à droite) (GPMNSN 2023).....	208
Figure 117 Evolution des flux de GNL entre 2014 et 2022 (Source : GPM).....	208
Figure 118 Evolution des flux conteneurisés entre 2014 et 2020 Evolution des flux d'hydrocarbures entre 2014 et 2020 (Source : GPM)	209
Figure 119 Localisation de la zone d'attente.....	210
Figure 120 Evolution du nombre de navires de 2001 à 2021 par catégorie de longueur	211
Figure 121 Zones de pêche fréquentées par les navires du secteur de Saint Nazaire	212
Figure 122 Evolution du nombre de navires de 2001 à 2021 par catégorie de longueur.....	214
Figure 123 Zones de pêche les plus fréquentées par les navires du secteur de Nantes	215
Figure 124 Limites administratives dans l'estuaire de la Loire (SAGE Estuaire de la Loire, 2020)	217
Figure 125 Activités conchylicoles à proximité de la zone d'étude.....	218
Figure 126 Localisation des projets ou sites d'extraction de granulats (COREPEM)	219
Figure 127 Localisation des sites d'immersion/rejet au plus proche de La Lambarde (données CEREMA, 2019).....	220
Figure 128 Evolution des prélèvements pour l'alimentation en eau potable selon le type de ressource entre 2008 et 2014 (AELB 2017)	221
Figure 129 Evolution des prélèvements pour l'irrigation selon le type de ressources entre 2004 et 2014 (AELB 2017)	222
Figure 130 Evolution des prélèvements pour l'industrie selon le type de ressources entre 2004 et 2014	222
Figure 131 Réserves de chasse dans l'estuaire de la Loire (source : GIP LE, 2023)	224
Figure 132 Caractérisation de l'effet et des incidences brutes du projet.....	233
Figure 133 Clef de lecture des incidences	234
Figure 134 Principe de mise en œuvre des mesures ERCAS.....	235
Figure 135 Répartition des émissions du GPMNSN par activité (à gauche) et par catégories (à droite) en 2019 (source : IndDigo 2019).....	237
Figure 136 Bathymétrie sur le site de la Lambarde 07/2013, 12/2016, 08/2019 (GPMNSN)	241
Figure 137 Modélisation du Différentiel bathymétrique entre le début (10/2021) et la fin d'exploitation (10/2034) (source GIP LE - Artelia 2023)	242
Figure 138 différentiel des bathymetries entre le 19/01 et le 04/03/2015 avant et après clapages. ronds roses : points d'immersion (du 28/01 au 06/02)	243
Figure 139 différentiel des bathymetries entre le 22/02 et le 07/03	244
Figure 140 Emprise des zones de cubatures du bilan de masse pour le scénario prospectif (2030-2031)	252
Figure 141 Bilan de masse à l'horizon 2032-2033 sur l'année hydrologique 2017-2018.....	253
Figure 142 Modélisation du panache turbide à l'arrière d'une DAM	257
Figure 143 Comparaison de profils verticaux en MES sur l'opération de dragage simulée au poste de Donges 6, à l'aval, en morte-eau, à l'étiage.....	258

Figure 144 Schéma présentant les différents paramètres susceptibles d'influencer les concentrations en O ₂ dissous dans l'estuaire	258
Figure 145 Seuils de sensibilité des espèces aquatiques vis-à-vis des concentrations en O ₂ dissous (GIP LE)	260
Figure 146 Temps passé sous le seuil de 5 mg/l (en haut sans dragage et en bas avec dragage)	261
Figure 147 Temps passé sous le seuil de 3 mg/l (en haut sans dragage et en bas avec dragage)	261
Figure 148 Distribution journalière des concentrations en oxygène dissous par an et par station et débit à Montjean-sur-Loire	263
Figure 149 Durée (en jours) de la période la plus longue sous les seuils d'O ₂ dissous (GIP LE).....	264
Figure 150 Evolution des teneurs de 5 des 9 HAP présentant des dépassements N1 et N2, ainsi que du benzo(a)pyrène dans les sédiments de 1996 à 2017 (AELB / DDTM 44 / GPMNSN / IFREMER / GIP LE)	266
Figure 151 Percentile 50 des MES en chaque point (en haut : sédiment provenant de la Lambarde; au milieu : sédiment provenant de l'estuaire) et en bas : Pourcentage d'influence des sédiments provenant de la Lambarde sur le percentile 50 des MES	270
Figure 152 Percentile 99 des MES en chaque point (en haut : sédiment provenant de la Lambarde; au milieu : sédiment provenant de l'estuaire) et en bas : Pourcentage d'influence des sédiments provenant de la Lambarde sur le percentile 99 des MES	271
Figure 153 Chute de la concentration en Oxygène dissous (D.O.) au cours du clapage d'une DAM (Jones-Lee et Lee 2005)	272
Figure 154 Matrice de décision en cas de débit de la Loire inférieur à 500 m ³ /s.....	274
Figure 155 Concentration en O ₂ , MES, débits et coefficients de marée sur la période mai- juillet 2017 au niveau des stations du Pellerin et de Trentemoult (données SYVEL GIP Loire Estuaire)	275
Figure 156 Evolution de la qualité des sédiments entre 2013 et 2020 sur le site de la Lambarde.....	277
Figure 157 Vue globale des 35 stations qui ont été échantillonnées en 2022 sur la Lambarde	286
Figure 158 Période du 21 juin au 01 juillet 2019 pour La Lambarde (Points rouge : date des clapages).....	290
Figure 159 Evolution des profondeurs atteintes par les différentes ceintures algales sur les 5 stations échantillonnées en 2021	292
Figure 160 Périodes de présence dans l'estuaire des espèces migratrices en regard des concentrations minimales en oxygène.....	294
Figure 161 Carte des trajets des puffins (à gauche) et carte de densité (à droite) au 7 septembre 2022 (OFB).....	302
Figure 162 Illustration des valeurs de pression acoustique dBrms et dBpic-pic (CEREMA 2014).....	306
Figure 163 Zone de recherche de projet pouvant avoir des effets cumulés (carto.sigloire.fr)	315
Figure 164 Localisation du périmètre du suivi bathymétrique.....	327
Figure 165 Localisation des points de suivi morpho-sédimentaire.....	329
Figure 166 Logique décisionnelle de nantes – st nazaire port (gpmnsn, 2023).....	330
Figure 167 Localisation des traits de chalut a perche pour le suivi de l'ichtyofaune.....	332
Figure 168 Localisation des zones de suivi	333
Figure 169 Localisation de la zone d'expérimentation.....	335
Figure 170 Façades maritimes en France.....	339
Figure 171 Contenu des documents stratégiques de façade en métropole (Source : dirn.memn.developpement-durable.gouv.fr).....	341
Figure 172 Carte des vocations sur la façade NAMO	344
Figure 173 Sites et risques industriels au niveau de l'estuaire	356
Figure 174 pprr de total raffinage france, antargaz et sfdm (2014).....	357
Figure 175 pprr autour des établissements elengy, idea services vrac et yara france (2015).....	357
Figure 176 : Logigrammes d'intervention en cas de pollution accidentelle	360
Figure 177 : Procédure de gestion des déchets à bord	362
Figure 178 Localisation de la zone d'étude vis-à-vis des zones natura 2000	367
Figure 179 Cartographie des habitats Natura 2000 de l'estuaire (source : ARTELIA, 2012)	382

Figure 180 carte des habitats génériques des sites Natura 2000 en mer « Estuaire de la Loire externe » (source : AFB, 2019)	383
Figure 181 Carte des habitats particuliers intertidaux des sites Natura 2000 en mer « Estuaire de la Loire externe » (source : AFB, 2019)	384
Figure 182 Grand Dauphin et Marsouin Commun.....	389
Figure 183 Taux de rencontre des petits delphinidés (à gauche) et du marsouin commun (à droite) (Données de suivi SAMM II, PELAGIS).....	390
Figure 184 Effectifs annuels de lamproies marines comptabilisés par le Logrami en aval de la Loire de 1997 à 2023	391
Figure 185 Effectifs annuels d’aloses comptabilisés par le Logrami en aval de la Loire de 1997 à 2023.....	392
Figure 186 Effectifs annuels de saumons comptabilisés par le Logrami en aval de la Loire de 1997 à 2023	393
Figure 187 Mouette Pygmée (INPN).....	395
Figure 188 Récapitulatif des enjeux prioritaires et forts sur le site.....	397
Figure 189 Puffin des Baléares (OFB).....	398
Figure 190 Résultats des suivis 2010-2011	399
Figure 191 Occupation des vasières de l’estuaire de la Loire pendant l’hivernage (GIP EL, 2002).....	405
Figure 192 Evolution des différents groupes d’oiseaux d’eau hivernants recensés en vallée de la Loire de la Maine à la mer st sur les zones humides alentours (GIP LE 2011)	405
Figure 193 Carte des habitats generiques des sites natura 2000 en mer « estuaire de la loire externe » (source : afb, 2019).....	410
Figure 194 Vue globale des 35 stations qui ont été échantillonnées en 2022 sur la Lambarde	411
Figure 195 Carte des trajets des puffins (à gauche) et carte de densité (à droite) au 7 septembre 2022 (OFB).....	415
Figure 196 Observations de mammiferes marins dans le site natura 2000 et a proximite (ofb, 2019)	417

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 volume moyen annuel dragué par engin et par section entre 2013 et 2022 (en mm3).....	50
Tableau 2 : Liste des procédures réglementaires applicables au projet.....	59
Tableau 3 Perspectives dU trafic maritime au porte de Nantes Saint-Nazaire en milliers de tonnes (Projet stratégique 2021-2026).....	63
Tableau 4 Récapitulatif des cotes du chenal de Donges et du chenal de Nantes	65
Tableau 5 Besoins en dragage	67
Tableau 6 Tirants d'eaux admissibles dans le chenal de la Loire - exemple de résultats de calculs.....	69
Tableau 7 Avantages et inconvénients du dragage mécanique.....	71
Tableau 8 Avantages et inconvénients du dragage hydraulique.....	73
Tableau 9 Avantages et inconvénients du dragage par injection d'eau	74
Tableau 10 Avantages et inconvénients du dragage par rotodévaseur.....	75
Tableau 11 Analyse multicritère des techniques de dragage.....	76
Tableau 12 Filières et applications de valorisation des sédiments de dragage	83
Tableau 13 Analyse multicritères des filières de gestion des sédiments	86
Tableau 14 niveaux de marée à Nantes et Saint-Nazaire en m CM.....	91
Tableau 15 vitesses maximales (surface) des courants et niveau du chenal de Donges en période de crue (1400 m3/s) et en fonction du coefficient de marée (sources : Pansu, in Sogreah, 1994)	92
Tableau 16 Vitesses maximales (surface) des courants au niveau du chenal de Donges.....	92
Tableau 17 Niveaux caractéristiques de la marée dans les différents ports de l'estuaire.....	93
Tableau 18 Corrélation de la position du bouchon vaseux dans l'estuaire avec le débit de la Loire (Migniot, 1996).....	114
Tableau 19 Evolution du module moyen sur 10 ans de la Loire à Montjean-sur-Loire	117
Tableau 20 : Valeurs d'étiage et de crue pour différentes périodes de retour à la station de Montjean (EauFrance 2023).....	118
Tableau 21 Comparaison du bruit de fond géochimique aux seuils N1 et ERL (Coyneil et al 2016, Grosbois et al 2012).....	120
Tableau 22 Nom et position des stations de mesures de qualité des sédiments dans l'estuaire et sur le site de La Lambarde	124
Tableau 23 Résultats des analyses sédimentaires réalisées par EUrofins en 2023.....	133
Tableau 24 Résultats des analyses sédimentaires réalisées par Inovalys en 2023	134
Tableau 25 SEUILS NQE APPLICABLES AUX SEDIMENTS (IRSTEA 2018).....	136
Tableau 26 Objectifs de bon état des masses d'eaux concernées par le projet	139
Tableau 27 Stations concernées par le suivi REMI (IFREMER 2022).....	143
Tableau 28 Résultats des suivis REMI (IFREMER 2022).....	143
Tableau 29 : Résultats des suivis ROCCH au Nord de l'embouchure en 2021-2022 -IFREMER 2022).....	145
Tableau 30 Résultats des suivis ROCCH au Sud de l'embouchure en 2021-2022 (IFREMER 2022)	145
Tableau 31 Ordre de grandeur des débits conditionnant la salinité en Loire, hors événements climatiques exceptionnels (GIP LE)	148
Tableau 32 Notion d'hypoxie.....	152
Tableau 33 : Résultats de suivi de la qualité de l'eau – Seuils NQE	154
Tableau 34 : Qualité des eaux de baignade en 2022	155
Tableau 35 Liste des zones Natura 2000 à proximité des sites des opérations de dragage-immersions	157
Tableau 36 Liste des ZNIEFF à proximité des sites des opérations de dragage-immersions	159
Tableau 37 Synthèse des résultats obtenus sur la faune benthique du chenal de la Loire en 2022	171
Tableau 38 Synthèse des résultats obtenus sur la faune benthique dans le secteur de la Lambarde en 2022	181

Tableau 39 Liste des espèces d'oiseaux d'eau recensées au sein du lit mineur de l'estuaire de la Loire lors des seuls comptages globaux de marée basse et de tous les autres suivis au cours des campagnes 2010-2011 et 2016-2017	192
Tableau 40 Synthèse des caractéristiques de l'ichtyofaune benthodémersale estuarienne.....	196
Tableau 41 Répartition et évolution des effectifs salariés par activité dans le CIP de Nantes Saint-Nazaire	207
Tableau 42 Nombre de navires actifs par mois et par métier EN 2021	212
Tableau 43 Production des 15 espèces principales en valeur (EN 2021)	213
Tableau 44 Nombre de navires actifs par mois et par métier	214
Tableau 45 Production des 15 espèces principales en valeur	216
Tableau 46 : Synthèse des enjeux sur la zone de projet.....	226
Tableau 47 Période des levés bathymétriques entre 2013 et 2023	239
Tableau 48 Stabilité par sous-zone de clapage	242
Tableau 49 Masse moyenne sur la durée de simulation de référence (sc1) par section exprimé en Mt (Artelia 2023)	248
Tableau 50 Résultats de la modélisation du temps passé au dessus de 0,1g/l en mortes eau (ME) et en Vives Eaux (VE) en milieu naturel, lors de dragage par DAS ou par DIE.	250
Tableau 51 récapitulatif du bilan de masse de sédiments au sol et en suspension	253
Tableau 52 Temps passé (pourcentage) en-dessous des seuils en oxygène dissous à 5 mg/l et 3 mg/l.....	262
Tableau 53 Volumes pris en compte dans le scénario de référence du modèle	269
Tableau 54 heures d'intervention de la die dans les sections 11 et 12 de 2017 a 2023 de mi-août a octobre	281
Tableau 55 Evolution des caracteristiques de la station gp5 en termes de peuplements benthiques.....	285
Tableau 56 Estimation des émissions associées aux opérations de dragage et de gestion des sédiments.....	305
Tableau 57 Impacts et mesures à envisager vis-à-vis des évolutions climatiques pour le projet.....	312
Tableau 58 ProjetS ayant fait l'objet d'une étude d'incidence ou étude environnementale.....	315
Tableau 59 Synthèse des incidences des opérations de dragage et de gestion des sédiments.....	319
Tableau 60 Synthèse des mesures ERC prévues par le maitre d'ouvrage avec classification CEREMA	325
Tableau 61 Synthèse des mesures de suivi et d'accompagnement prévues par le maitre d'ouvrage.....	338
Tableau 62 Compatibilité du projet avec les documents de gestion des milieux aquatiques et marins	340
Tableau 63 Compatibilité du projet avec le DSF NAMO.....	342
Tableau 64 Compatibilité du projet avec le SDAGE LB 2022-2027	346
Tableau 65 Compatibilité du projet avec le SAGE Loire Estuaire	348
Tableau 66 Compatibilité du projet avec le SCOT Nantes Saint Nazaire.....	350
Tableau 67 Compatibilité du projet avec le SCOT Pays de Retz.....	352
Tableau 68 Compatibilité du projet avec le PLAGEPOMI	353
Tableau 69 Compatibilité du projet avec le Plan Loire Grand Migrateur.....	354
Tableau 70 Liste des zones Natura 2000 à proximité des sites des opérations de dragage-immersions	366
Tableau 71 Habitats et espèces de la ZSC « Estuaire de la Loire Nord » (INPN)	368
Tableau 72 Habitats et espèces de la ZSC « Estuaire de la Loire Nord » (INPN)	370
Tableau 73 Habitats et espèces de la ZSC « Grande Brière, Marais de Donges » (INPN)	371
Tableau 74 habitats et espèces de la ZSC « Estuaire de La Loire Sud - Baie de Bourgneuf » (INPN)	372
Tableau 75 avifaune Annexe I de la ZPS « Estuaire de La Loire » (INPN).....	372
Tableau 76 avifaune Migrateur régulier de la ZPS « Estuaire de La Loire » (INPN)	374
Tableau 77 Avifaune de la l'Annexe I de la ZPS « Estuaire de La Loire – Baie de Bourgneuf »	375
Tableau 78 avifaune - Migrateur régulier de la ZPS « Estuaire de La Loire – Baie de Bourgneuf »	375
Tableau 79 AVifaune de l'annexe I de la ZPS « Grande Brière, Marais de Donges et du Brivet»	376
Tableau 80 avifaune Migrateur régulier de la ZPS « Grande Brière, Marais de Donges et du Brivet ».....	377
Tableau 81 Habitats d'intérêt communautaire recensés au sein des sites Natura 2000 concernés par les opérations de dragage et d'immersion	380

Tableau 82 Liste des espèces d'intérêt communautaire recensées au sein des zones Natura 2000	388
Tableau 83 caractéristiques des espèces de mammifères marin justifiant la désignation des SIC marins (ULR VALOR, 2013).....	389
Tableau 84 espèces inventoriées justifiant la désignation des ZPS « Estuaire de la Loire – Baie de Bourgneuf », « Estuaire de la Loire », « Grande Brière, Marais de Donges et du Brivet » et « Marais salants de Guérande, traicts du Croisic, dunes de Pen Bron »	396
Tableau 85 Liste des espèces d'oiseaux d'eau recensées au sein du lit mineur de l'estuaire de la Loire lors des seuls comptages globaux de marée basse et de tous les autres suivis au cours des campagnes 2010-2011 et 2016-2017	400
Tableau 86 espèces inscrites en annexe I de la Directive Oiseaux recensées dans le tracé général (TBM, 2014 ; Hardy, 2012).....	402
Tableau 87 Habitats préférentiels susceptibles d'être influencés par les dragages et statut patrimonial des oiseaux d'intérêt communautaire présents	403
Tableau 88 Méthodes utilisées pour la réalisation de l'état initial du site.....	420

Pièce n°1 : Préambule

L'article L.122-1 du Code de l'Environnement précise que les projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements publics et privés qui, par leur nature, leurs dimensions ou leur localisation sont susceptibles d'avoir des incidences notables sur l'environnement ou la santé humaine sont précédés d'une étude d'impact.

Ces projets sont soumis à étude d'impact en fonction de critères et de seuils définis par voie réglementaire et, pour certains d'entre eux, après un examen au cas par cas effectué par l'autorité administrative de l'État compétente en matière d'environnement.

Le projet de renouvellement de l'autorisation de dragage d'entretien et d'immersion du Grand Port Maritime de Nantes – St Nazaire (GPMNSN) était soumis **à la procédure d'examen au cas par cas**, conformément aux rubriques suivantes énumérées dans l'annexe à l'article R. 122-2 du Code de l'Environnement introduite par le décret n°2011-2019 du 29 décembre 2011 portant réforme des études d'impact, et modifiée par le décret n°2021-837 du 29 juin 2021 :

Rubriques			Cas du projet
Catégories de projets	Projets soumis à évaluation environnementale	Projets soumis à examen au cas par cas	
25. Extraction de minéraux par dragage marin ou fluvial	-	a) Dragage et/ ou rejet y afférent en milieu marin : -dont la teneur des sédiments extraits est comprise entre les niveaux de référence N1 et N2 pour l'un des éléments qui y figurent : i) et, sur la façade métropolitaine Atlantique-Manche-mer du Nord et lorsque le rejet est situé à un kilomètre ou plus d'une zone conchylicole ou de cultures marines dont le volume maximal in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est supérieur ou égal à cinquante mille mètres cubes ;	☞ Soumis au cas par cas

Le projet est soumis à examen au cas par cas. Cependant, le GPMNSN s'est engagé volontairement dans la réalisation d'une étude d'impact. Aucun dossier de demande d'examen au cas par cas n'a donc été déposé.

La présente étude d'impact contient l'ensemble des chapitres listés à l'article R. 122-5 du Code de l'Environnement (**modifié par Décret n°2021-837 du 29 juin 2021 - art. 10**) dont :

« **1° Un résumé non technique** des informations prévues ci-dessous. Ce résumé peut faire l'objet d'un document indépendant ;

2° Une description du projet, y compris en particulier :

- Une description de la localisation du projet ;
- Une description des caractéristiques physiques de l'ensemble du projet, y compris, le cas échéant, des travaux de démolition nécessaires, et des exigences en matière d'utilisation des terres lors des phases de construction et de fonctionnement ;
- Une description des principales caractéristiques de la phase opérationnelle du projet, relatives au procédé de fabrication, à la demande et l'utilisation d'énergie, la nature et les quantités des matériaux et des ressources naturelles utilisés ;
- Une estimation des types et des quantités de résidus et d'émissions attendus, tels que la pollution de l'eau, de l'air, du sol et du sous-sol, le bruit, la vibration, la lumière, la chaleur, la radiation, et des types et des quantités de déchets produits durant les phases de construction et de fonctionnement

3° Une description des aspects pertinents de l'état initial de l'environnement, 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 à l'état initial de l'environnement peuvent être évalués moyennant un effort raisonnable sur la base des informations environnementales et des connaissances scientifiques disponibles ;

4° Une description des facteurs mentionnés au III de l'article L. 122-1 susceptibles d'être affectés de manière notable par le projet : la population, la santé humaine, la biodiversité, les terres, le sol, l'eau, l'air, le climat, les biens matériels, le patrimoine culturel, y compris les aspects architecturaux et archéologiques, et le paysage ;

5° Une description des incidences notables que le projet est susceptible d'avoir sur l'environnement résultant, entre autres :

- a. De la construction et de l'existence du projet, y compris, le cas échéant, des travaux de démolition ;
- b. De l'utilisation des ressources naturelles, en particulier les terres, le sol, l'eau et la biodiversité, en tenant compte, dans la mesure du possible, de la disponibilité durable de ces ressources ;
- c. De l'émission de polluants, du bruit, de la vibration, de la lumière, la chaleur et la radiation, de la création de nuisances et de l'élimination et la valorisation des déchets ;
- d. Des risques pour la santé humaine, pour le patrimoine culturel ou pour l'environnement ;
- e. Du cumul des incidences avec d'autres projets existants ou approuvés, en tenant compte le cas échéant des problèmes environnementaux relatifs à l'utilisation des ressources naturelles et des zones revêtant une importance particulière pour l'environnement susceptibles d'être touchées. Les projets existants sont ceux qui, lors du dépôt du dossier de demande comprenant l'étude d'impact, ont été réalisés. Les projets approuvés sont ceux qui, lors du dépôt du dossier de demande comprenant l'étude d'impact, ont fait l'objet d'une décision leur permettant d'être réalisés. Sont compris, en outre, les projets qui, lors du dépôt du dossier de demande comprenant l'étude d'impact :
 - o Ont fait l'objet d'une étude d'incidence environnementale au titre de l'article R. 181-14 et d'une consultation du public ;
 - o Ont fait l'objet d'une évaluation environnementale au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu public.

Sont exclus les projets ayant fait l'objet d'un arrêté mentionnant un délai et devenu caduc, ceux dont la décision d'autorisation est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le maître d'ouvrage ;

- f. Des incidences du projet sur le climat et de la vulnérabilité du projet au changement climatique ;
- g. Des technologies et des substances utilisées.

La description des éventuelles incidences notables sur les facteurs mentionnés au III de l'article L. 122-1 porte sur les effets directs et, le cas échéant, sur les effets indirects secondaires, cumulatifs, transfrontaliers, à court, moyen et long termes, permanents et temporaires, positifs et négatifs du projet ;

6° Une description des incidences négatives notables attendues du projet sur l'environnement qui résultent de la vulnérabilité du projet à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs en rapport avec le projet concerné. Cette description comprend le cas échéant les mesures envisagées pour éviter ou réduire les incidences négatives notables de ces événements sur l'environnement et le détail de la préparation et de la réponse envisagée à ces situations d'urgence ;

7° Une description des solutions de substitution raisonnables qui ont été examinées par le maître d'ouvrage, en fonction du projet proposé et de ses caractéristiques spécifiques, et une indication des principales raisons du choix effectué, notamment une comparaison des incidences sur l'environnement et la santé humaine ;

8° Les mesures prévues par le maître de l'ouvrage pour :

- Éviter les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine et réduire les effets n'ayant pu être évités ;
- Compenser, lorsque cela est possible, les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine qui n'ont pu être ni évités ni suffisamment réduits. S'il n'est pas possible de compenser ces effets, le maître d'ouvrage justifie cette impossibilité.

La description de ces mesures doit être accompagnée de l'estimation des dépenses correspondantes, de l'exposé des effets attendus de ces mesures à l'égard des impacts du projet sur les éléments mentionnés au 5° ainsi que d'une présentation des principales modalités de suivi de ces mesures et du suivi de leurs effets sur les éléments mentionnés au 5° ;

9° Le cas échéant, les modalités de suivi des mesures d'évitement, de réduction et de compensation proposées ;

10° Une description des méthodes de prévision ou des éléments probants utilisés pour identifier et évaluer les incidences notables sur l'environnement ;

11° Les noms, qualités et qualifications du ou des experts qui ont préparé l'étude d'impact et les études ayant contribué à sa réalisation ; »

Enfin, « *Pour les projets soumis à une étude d'incidences en application des dispositions du chapitre IV du titre Ier du livre IV, le formulaire d'examen au cas par cas tient lieu d'évaluation des incidences Natura 2000 lorsqu'il permet d'établir l'absence d'incidence sur tout site Natura 2000. S'il apparaît après examen au cas par cas que le projet est susceptible d'avoir des incidences significatives sur un ou plusieurs sites Natura 2000 ou si le projet est soumis à évaluation des incidences systématique en application des dispositions précitées, le maître d'ouvrage fournit les éléments exigés par l'article R. 414-23. L'étude d'impact tient lieu d'évaluation des incidences Natura 2000 si elle contient les éléments exigés par l'article R. 414-23* »

Chapitres listés à l'article R. 122-5 du Code de l'Environnement	Intitulés des chapitres correspondants de la présente étude d'impact
1° Un résumé non technique	Cf. document indépendant
2° Une description du projet	Pièce n°2° Description de projet - Page 31
3° Une description des aspects pertinents de l'état initial de l'environnement, et de leur évolution en cas de mise en œuvre du projet	Pièce n°4° Une description des aspects pertinents de l'état actuel de l'environnement et de leur évolution – Page 88
4° Une description des facteurs mentionnés au III de l'article L. 122-1 susceptibles d'être affectés de manière notable par le projet	Pièce n°5° État actuel de l'environnement et facteurs susceptibles d'être affectés de manière notable par le projet – Page 229
5° Une description des incidences notables que le projet est susceptible d'avoir sur l'environnement	Pièce n°6 : Description des incidences notables et des mesures associées – Page 233 Pièce n°8° Incidences du projet vis-à-vis des sites Natura 2000 – Page 362
6° Une description des incidences négatives notables attendues du projet sur l'environnement qui résultent de la vulnérabilité du projet à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs en rapport avec le projet concerné	Pièce n°7 : Incidences négatives notables attendues du projet sur l'environnement qui résultent de la vulnérabilité du projet à des risques d'accidents ou de catastrophes majeures en rapport avec le projet concerné – Page 354
7° Une description des solutions de substitution raisonnables qui ont été examinées	Pièce n°3° Solutions de substitution raisonnables examinées et principales raisons du choix effectué – Page 60
8° Les mesures prévues par le maître de l'ouvrage	Pièce n°6 : Description des incidences notables et des mesures associées – Page 233
9° Le cas échéant, les modalités de suivi des mesures d'évitement, de réduction et de compensation proposées	
10° Une description des méthodes	Pièce n°9° Description des méthodes de prévision ou des éléments probants utilisés pour identifier et évaluer les incidences notables sur l'environnement – Page 418
11° Les noms, qualités et qualifications du ou des experts qui ont préparé l'étude d'impact	Pièce n°10° Noms, qualités et qualifications du ou des experts de l'étude d'impact et des études ayant contribué à sa réalisation – Page 422

Pièce n°2 : Description du projet

1 - EMBLEMES SUR LEQUEL LES TRAVAUX DOIVENT ETRE REALISES

1.1 - Zones à draguer

Les limites retenues dans le cadre de la caractérisation de l'environnement des zones à draguer par le GPMNSN sont celles de l'estuaire interne, jusqu'à Nantes (voir figure suivante).

Parmi les zones à draguer, celles nécessitant des dragages d'entretien récurrents sont :

- l'accès au port de Saint-Nazaire ;
- les quais et souilles des secteurs de Donges et Nantes ;
- les chenaux, de la zone d'attente des Charpentiers jusqu'à Nantes.

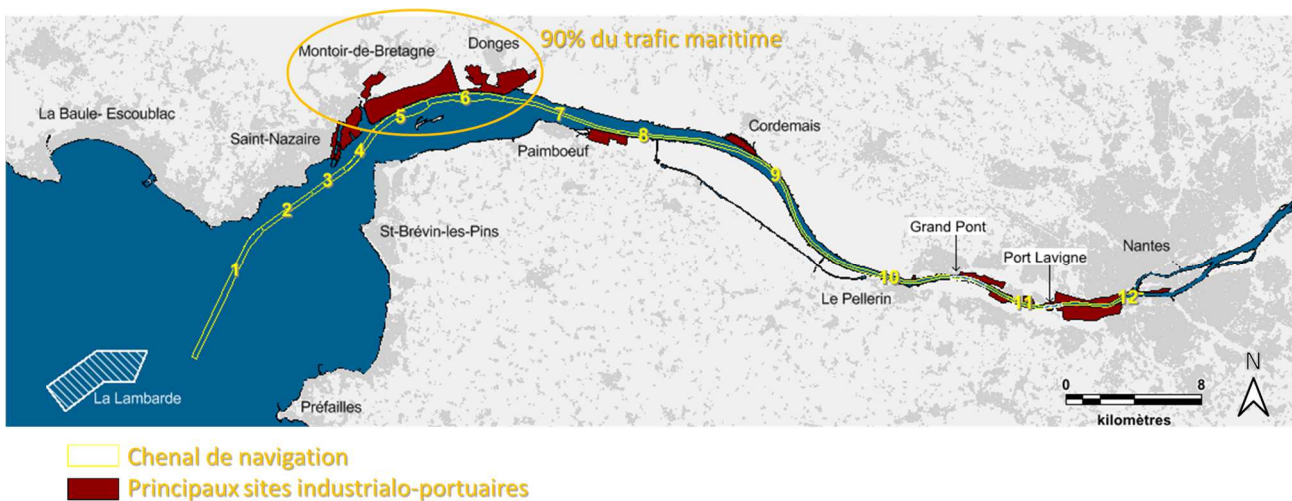


FIGURE 1 LOCALISATION DU CHENAL DE NAVIGATION ET DE LA ZONE DE CLAPAGE DE LA LAMBARDE

Les opérations de dragage du GPMNSN sont donc essentiellement concentrées dans les secteurs de Saint-Nazaire, Montoir, Donges et Nantes (secteur industrialio-portuaire et zones d'accueil des navires). Ces secteurs sont localisés, pour une partie de la section 4 et les sections 5 à 12, dans l'estuaire interne de la Loire, délimité à l'aval par la limite transversale de la mer (limite administrative située entre la pointe de Mindin au Sud et l'aval de la forme C à Saint-Nazaire au Nord). Les sections 1 à 3 et une partie de la section 4 sont quant à elles localisées dans l'estuaire externe de la Loire qui se situe au-delà de cette limite administrative.

1.2 - Zone d'immersion

1.2.1 - Zone de la Lambarde

La zone de la Lambarde (Figure 2) est localisée dans l'estuaire externe qui est donc le périmètre retenu pour l'évaluation des impacts des immersions sur la Lambarde. L'estuaire externe englobe :

- la côte Nord de l'estuaire de la Loire depuis Saint-Nazaire jusqu'au Croisic, avec la baie de la Baule,
- la baie de Saint-Michel-Chef-Chef,
- la baie de Bourgneuf,
- les côtes Nord et Est de l'île de Noirmoutier.

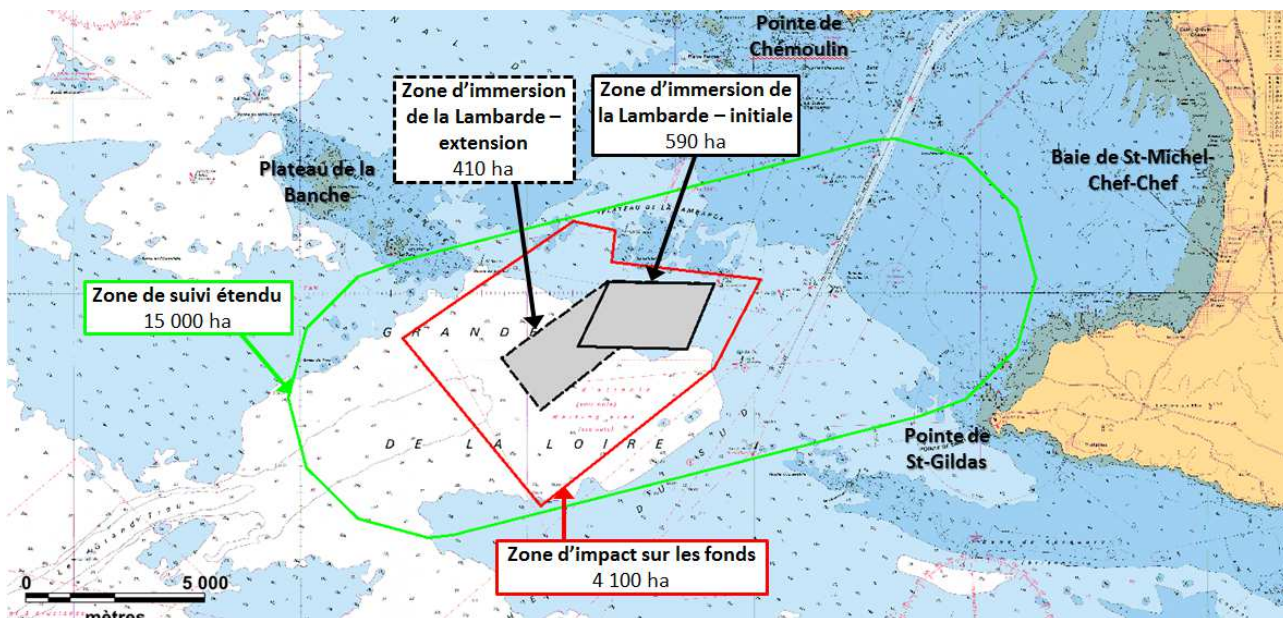


FIGURE 2 LOCALISATION DES PERIMETRES D'ETUDE AU NIVEAU DU SITE D'IMMERSION DE LA LAMBARDE (ARTELIA, 2018)

A l'intérieur de ce périmètre, sont définis 3 périmètres géographiques correspondant à (Figure 2) :

- la zone d'immersion correspond à la zone où sont directement clapés les sédiments dragués. On distinguera la zone d'immersion initiale et l'extension qui a été autorisée à la suite de l'arrêté de 2013 ;
- la zone d'impact sur les fonds est la zone où un suivi bathymétrique régulier est réalisé et dans laquelle on peut observer une évolution des fonds en lien avec les opérations d'immersion.
- la zone de suivi étendu correspond au périmètre où sont localisés les différents points de suivi des opérations d'immersion (suivi de la qualité des sédiments, de la faune benthique, etc.).

1.2.2 - Fosses de Grand Pont et de Port Lavigne

Les limites retenues dans le cadre de la caractérisation de l'environnement de ces zones d'immersion sont les mêmes que pour les opérations de dragage, celles de l'estuaire interne jusqu'à Nantes.

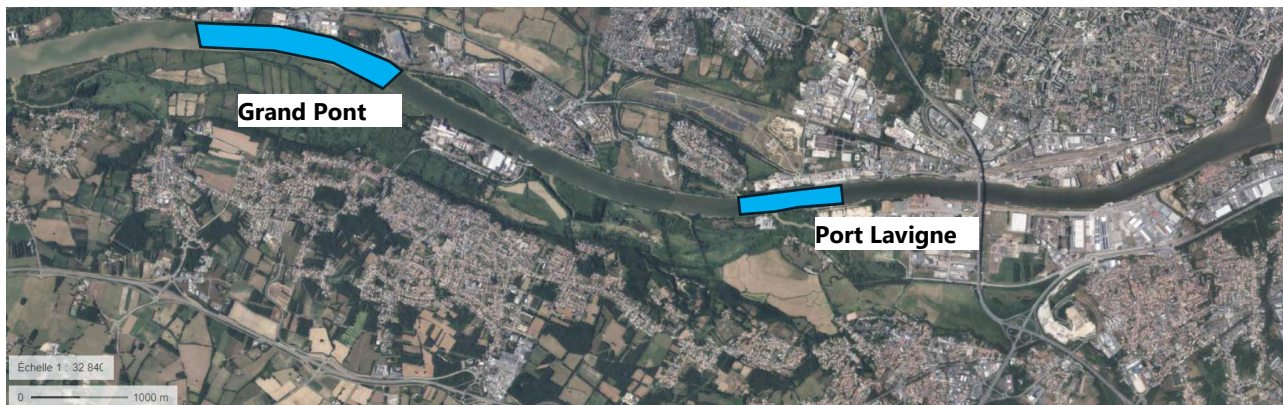


FIGURE 3 LOCALISATION DES SITES DE GRAND PONT ET DE PORT LAVIGNE

1.2.3 - Section 5 du chenal de navigation : zone exceptionnelle de clapage

La section 5 du chenal de navigation pourra être utilisée comme zone de clapage de manière exceptionnelle lorsque le GPMNSN se trouvera confronté à une situation d'urgence en termes de dragage et qu'il ne disposera pas des moyens de dragage nécessaires pour effectuer le dragage et le clapage sur la Lambarde. En effet, il arrive que les conditions météorologiques et océanographiques aboutissent à un apport soudain de sédiments dont le volume est tel que le GPMNSN se voit dans l'obligation de draguer rapidement les secteurs impactés. Or, la drague Samuel de Champlain peut être absente de l'estuaire car elle est également employée par d'autres ports du Groupement d'Intérêt Economique (GIE) Dragage-ports ou bien une panne technique peut empêcher l'intervention de cette drague, la plus adaptée à l'évacuation rapide des sédiments accumulés sur une courte période. Dans une telle situation, le GPMNSN peut alors être amené à faire appel à une autre drague aspiratrice en marche (DAM), de volume en puits pouvant être assez faible (de l'ordre de 2000 m³) relativement à celui de la Champlain (8500 m³), pour effectuer le dragage. Dans ce cas, afin d'accroître la productivité de la DAM, en supprimant le temps de trajet aller-retour jusqu'à la zone d'immersion de La Lambarde, et de revenir le plus rapidement possible à une cote de chenal compatible avec la sécurité de la navigation commerciale, un clapage dans le chenal peut devenir nécessaire. Le GPMNSN a choisi l'aval de la section 5 du chenal comme zone d'immersion d'usage exceptionnel, compte tenu de ses caractéristiques dispersives.

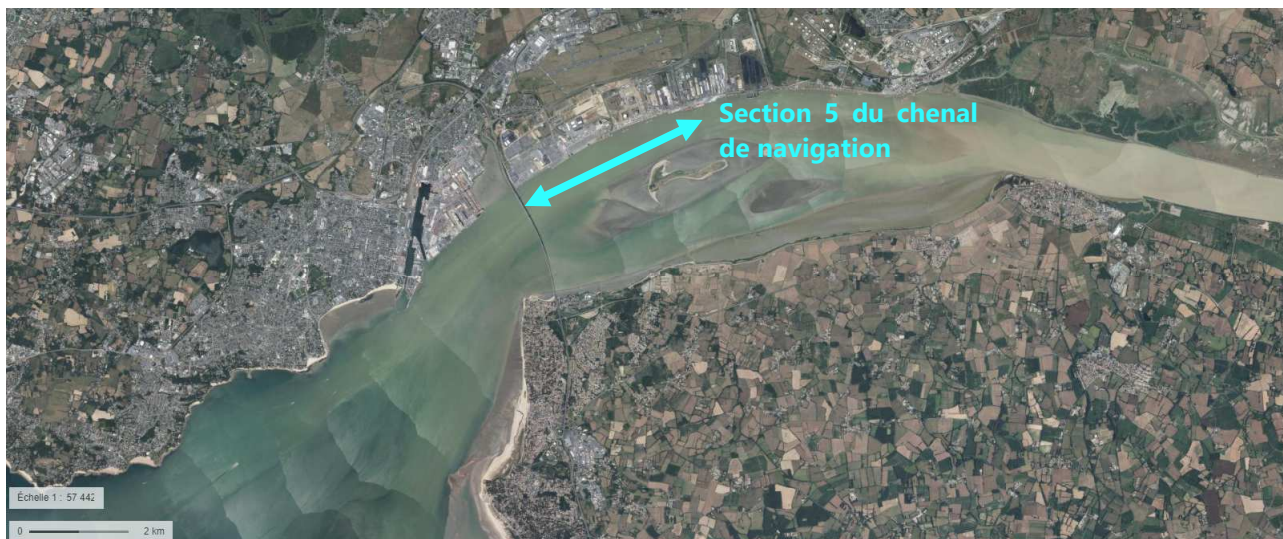


FIGURE 4 LOCALISATION DE LA ZONE 5 DU CHENAL



FIGURE 5 LOCALISATION DES SECTIONS DU CHENAL DE NAVIGATION (SOURCE : GEOPORTAIL – GIP LE)

2 - DESCRIPTION DES TRAVAUX

2.1 - Description du projet

Compte tenu de la sédimentation naturelle observée dans les installations portuaires et les chenaux d'accès, le GPMNSN est obligé de réaliser de manière récurrente des opérations de dragage d'entretien et de gestion par immersion des sédiments dragués. Pour ce faire, il dispose d'un arrêté préfectoral pluriannuel : n°2013/BPUP/046 du 24 avril 2013 modifié par les arrêtés du 25 janvier 2017 et du 31 décembre 2020, et renouvelé pour une période de 20 mois, jusqu'au 31 décembre 2024, par l'arrêté inter-préfectoral n°2022/BPEF/023 du 28 avril 2022.

Cet arrêté autorise le GPMNSN à :

- utiliser différentes techniques de dragage : Dragues hydrauliques Aspiratrices en Marche (DAM) ou Stationnaire (DAS), Drague à Injection d'Eau (DIE) et dragues mécaniques ;
- draguer en moyenne 8,5 Mm³/an dans l'ensemble du chenal de navigation et souilles au niveau des quais de déchargement, à une cote variant de -13,70 m CM et - 4,70 m CM selon les secteurs considérés du chenal de navigation, et jusqu'à - 18 m CM dans les souilles ;
- immerger en moyenne 5,5 Mm³/an sur la zone d'immersion de la Lambarde ;
- immerger dans l'estuaire interne dans les fosses de Grand Pont et Port Lavigne sous certaines conditions.

Le présent rapport vise à demander le renouvellement de l'autorisation du GPMNSN pour réaliser les opérations de dragage d'entretien et de gestion des sédiments en mer (zone d'immersion de La Lambarde) et dans le chenal (remise en suspension et clapages sur les zones de Grand Pont, de Port Lavigne et en section 5 du chenal) sur la période 2025-2034.

2.1.1 - Volumes à draguer

Les volumes dragués dépendent à la fois de la cote nominale définie pour les zones navigables (chenal d'accès, cercles d'évitage et souilles) et de la dynamique hydrosédimentaire de la Loire.

2.1.1.1 - Définitions

2.1.1.1.1 - Cotes nominales

La cote nominale du chenal de navigation correspond à la profondeur maximale autorisée par l'arrêté inter-préfectoral du 24 avril 2013, renouvelé par l'arrêté du 28 avril 2022. Cette cote administrative n'est pas utilisée en pratique pour la gestion opérationnelle des dragages d'entretien du chenal de navigation. Elle est remplacée par la cote d'objectif.

2.1.1.1.2 - Cotes objectif

Afin de garantir la sécurité de la navigation, l'entretien des profondeurs du chenal de navigation est piloté par des cotes "objectif" définies par le GPMNSN afin de maintenir les profondeurs aux cotes qui reflètent la réalité des contraintes commerciales et sédimentaires.

2.1.1.1.3 - Cote de navigation

C'est une donnée d'entrée variable qui caractérise l'accessibilité globale à tous les postes desservis par le chenal. Elle permet de déterminer l'aptitude à la montée ou à la descente d'un navire, en fonction de son tirant d'eau, de la marge de sécurité sous la quille, fonction de sa vitesse, et de la hauteur de marée pendant le chalage.

Il s'agit de la profondeur dont disposent réellement les navires jusqu'au fond nautique (vase de densité égale à 1,2 dans le chenal), hors hauteur d'eau liée à la marée et aux phénomènes hydrométéorologiques.

La cote de navigation des chenaux est déterminée, après analyse des derniers sondages effectués, lors d'une réunion conjointe de la Capitainerie du Port, du Service du Port en charge des Dragages et du Pilotage organisée aux environs du 15 de chaque mois. Elle est fixée pour le mois suivant et un programme d'intervention des dragues est élaboré à cette occasion.

2.1.1.2 - Cotes nominales pour les accès maritimes aux installations portuaires

Dans le chenal de navigation, chaque section présente une cote nominale de navigabilité définie entre -13,70 et -4,70 m CM, et plus précisément :

- le chenal externe : sections 1 à 2 : -13,70 m CM ;
- le chenal de Donges : sections 3 à 6 : -12,85 m CM ;
- le chenal de transition : section 7 : de -12,85 à -4,70 m CM ;
- le chenal de Nantes : sections 8 à 12 : de -4,70 et -5,10 m CM.

Les zones d'évitage, présentes devant les terminaux conteneurs et méthaniers, pour l'aval et à Trentemoult pour l'amont, ont des cotes nominales de -12,85 m CM et -5,1 m CM respectivement.

Au niveau des quais, des surprofondeurs locales sont aménagées pour constituer des souilles qui doivent permettre au navire avec sa cargaison de stationner à poste pendant toute la durée de son séjour, et de subir les fluctuations de niveau induites par la marée et le débit en toute sécurité. Selon le type de navire accueilli, la cote d'objectif de dragage des souilles, objectif de profondeur assigné à chaque souille à l'issue d'une opération de dragage peut varier, de -16 m CM pour les terminaux pétroliers ou le terminal charbonnier à - 5 m CM pour le terminal roulier de Cheviré.

Des fiches techniques présentant chacune des zones de dragage (sections, zones d'évitage et souilles) sont disponibles en Annexe 01 au présent rapport. Elles décrivent la localisation et les dimensions de chaque zone, caractérisent les conditions hydrodynamiques et sédimentologiques locales et renseignent sur la technique de dragage utilisée, la période et les quantités draguées.

De façon à garantir la sécurité des navires et l'accessibilité des zones portuaires, le GPMNSN souhaite conserver les cotes nominales fixées depuis 2013 à savoir de -13,7m CM à -12,85 m CM pour le chenal de Donges et de -4,7 m CM à -5,10 m CM pour le chenal de Nantes.

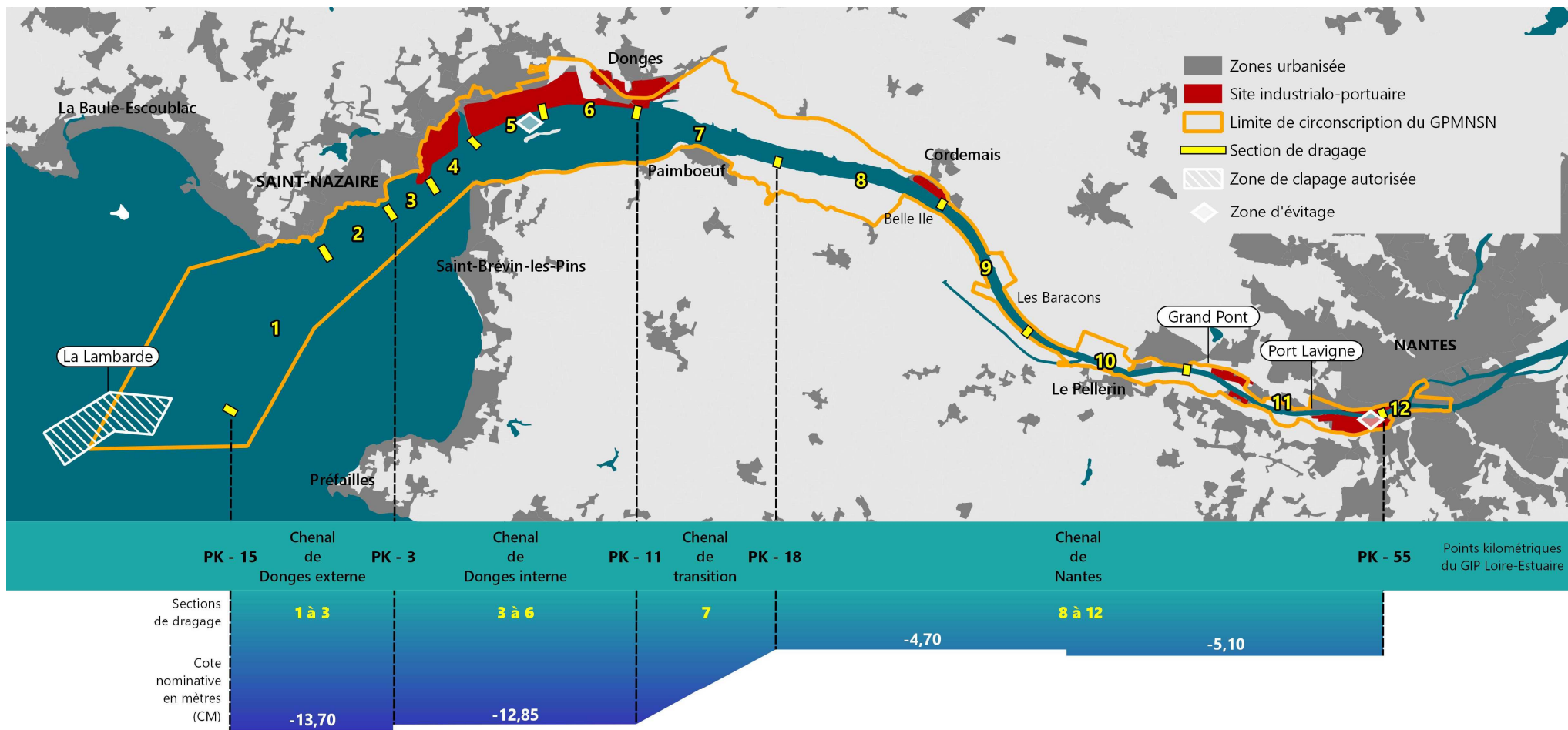


FIGURE 6 LOCALISATION DES DIFFERENTES SECTIONS DE L'ESTUAIRE (SOURCE : EGIS,2023)

2.1.1.3 - Dynamique sédimentaire de la Loire

La dynamique sédimentaire de l'estuaire est complexe, notamment avec les apports de la Loire et la présence du bouchon vaseux et les fortes influences des marées.

2.1.1.3.1 - Apports de la Loire

Les modélisations hydrosédimentaires réalisées par le GPMNSN ont permis de déterminer les volumes de sédiments apportés par la Loire.

Les apports annuels sont en moyenne de 1,2 (Mt)/an. Ils varient entre 0,5 – 0,7 Mt les années sèches (2005, 2009, 2011, 2017) et entre 1,5 et 2,5 Mt les années humides (2008, 2013, 2014, 2016, 2018).

Depuis une trentaine d'années, les années sont plutôt sèches et la Loire présente en conséquence des débits faibles plus fréquents. Cette tendance se confirme sur la période 2010-2020 avec une succession d'années sèches, notamment en 2015, 2017 et 2019, excepté pour 2013.

Ces situations de plus faibles débits favorisent ainsi la remontée en amont de l'estuaire du front de salinité et du bouchon vaseux qui participe alors aux apports sédimentaires.

2.1.1.3.2 - Bilan sédimentaire de l'estuaire

Bilan de masse à l'échelle annuelle

ARTELIA (novembre 2023) a établi un bilan de masse annuel dans l'estuaire avec l'outil de modélisation 3D HySQL du GIP Loire Estuaire, sur la base de l'année hydrologique 2017-2018, représentative de conditions moyennes. Le schéma synthétique du bilan de masse (voir figure suivante) concerne l'ensemble estuaires interne et externe. Les principaux flux y sont indiqués :

- apports amont : 1,78 Mt ;
- sédiments remobilisés par DIE et DAS : 3,44 et 0,85 Mt (ces flux sont à titre indicatif et ne participent pas au bilan puisque ces remobilisations restent en interne à la zone de bilan) ;
- sédiments dragués par DAM et exportés à la Lambarde : 1,78 Mt (il faut noter que ces dragages sont automatiques dans le modèle et l'égalité avec le flux amont n'a aucune relation directe. Cela pourrait être différent sur une autre année modélisée) ;
- apports aval net : +0,6 Mt qui est le résidu de 39,4 Mt de sédiments qui sont sortis par la frontière aval contre 40,0 Mt qui sont entrés par cette même frontière (le sédiment entrant et sortant pouvant être le même) ;
- le bilan net de la zone globale des estuaires interne et externe sur la période est de +0,61 Mt.

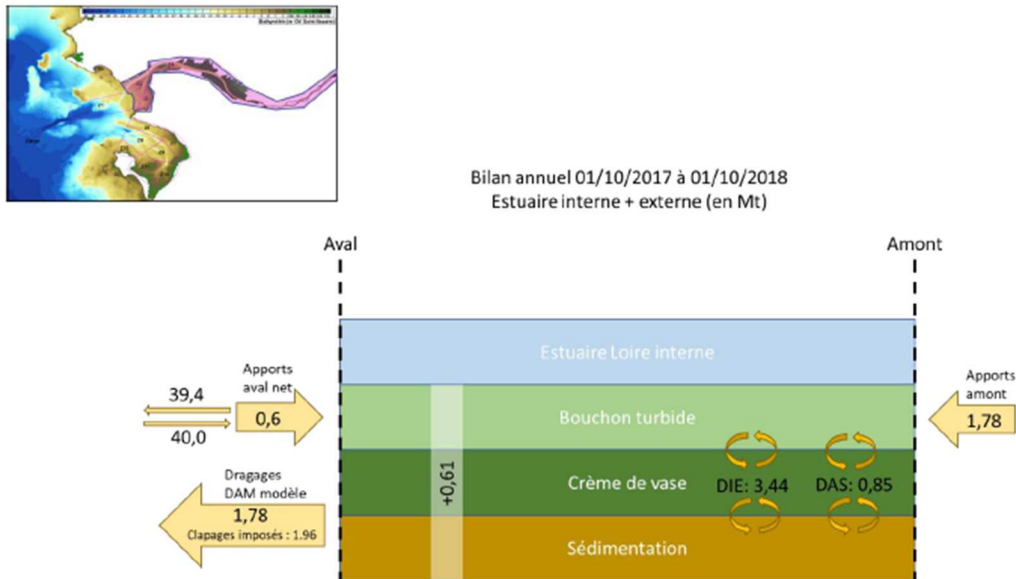


FIGURE 7 BILAN DE MASSE (EN MILLIONS DE TONNES) DE L'ESTUAIRE INTERNE/EXTERNE SUR L'ANNEE HYDROLOGIQUE 2017-2018

Afin d'évaluer la sensibilité d'un tel bilan de masse à la localisation de la frontière en aval, ARTELIA a fait le même travail en considérant l'estuaire à partir de la section maritime au lieu de l'estuaire externe.

Les principaux flux indiqués sont les mêmes que précédemment, mis à part le flux aval net qui devient négatif, avec la perte de -0,5 Mt qui est le résidu de 64,7 Mt de sédiments qui sont sortis par la nouvelle frontière aval contre 64,2 Mt qui sont entrés par cette même frontière (le sédiment entrant et sortant pouvant être le même).

Le bilan net de l'estuaire hors estuaire externe sur la période de -0,5 Mt signifie que la longue période de fort débit a conduit à accumuler du sédiment en estuaire externe et que le pompage tidal permet de faire remonter du sédiment, mais pas encore suffisamment à la date de fin de simulation pour rééquilibrer le bilan de l'estuaire interne.

Ces bilans ne sont représentatifs que d'une période définie par une date de fin de simulation, en regard d'une date initiale. Ils dépendent donc notamment d'un historique hydrosédimentaire, d'un forçage hydrométéorologique et d'une position géographique de frontière aval. Leur validité n'est donc pas absolue.

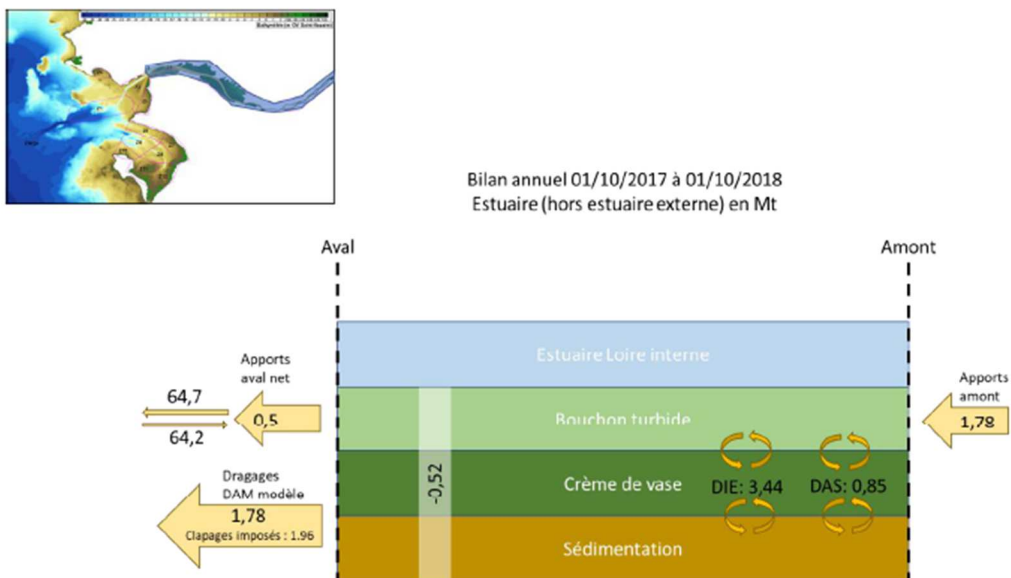


FIGURE 8 BILAN DE MASSE (EN MILLIONS DE TONNES) DE L'ESTUAIRE (HORS ESTUAIRE EXTERNE) SUR L'ANNEE HYDROLOGIQUE 2017-2018

Bilans de masse trimestriels par secteurs de dragage

Afin de mieux appréhender les déplacements de masse dans l'estuaire ARTELIA (2023) a effectué le même travail de bilan avec six sous-secteurs géographiques basés sur les sections de dragage du GPMNSN. Soit, en partant de l'aval vers l'amont :

- Large + estuaire externe (dont sections 1, 2 et 3 de dragage) ;
- Sections 4, 5 et 6 de dragage ;
- Sections 7 et 8 de dragage ;
- Sections 9 et 10 de dragage ;
- Sections 11 et 12 de dragage ;
- Section amont.

Le bilan sur l'année hydrologique 2017-2018 (01/10/2017 – 01/10/2018) a été établi à l'échelle trimestrielle afin de qualifier la dynamique saisonnière.

Les flux sont spécifiés en italique aux frontières des zones. Les évolutions sur la zone et pour la période considérée sont indiquées dans les rectangles (avec la convention + : accumulation, - : érosion).

Du 1^{er} octobre 2017 au 1^{er} janvier 2018

Le bilan de masse sur cette période trimestrielle est majoritairement représentatif de ce qu'il se passe sur le dernier mois, soit décembre. L'augmentation du débit aux environs de 1000 m³/s permet à la masse de sédiments remontée en amont (sections 11 et 12) durant la période d'étiage précédent, de redescendre vers les sections 4, 5 et 6. Sur cette période cette accumulation est quasiment compensée par les dragages (environ 80%)

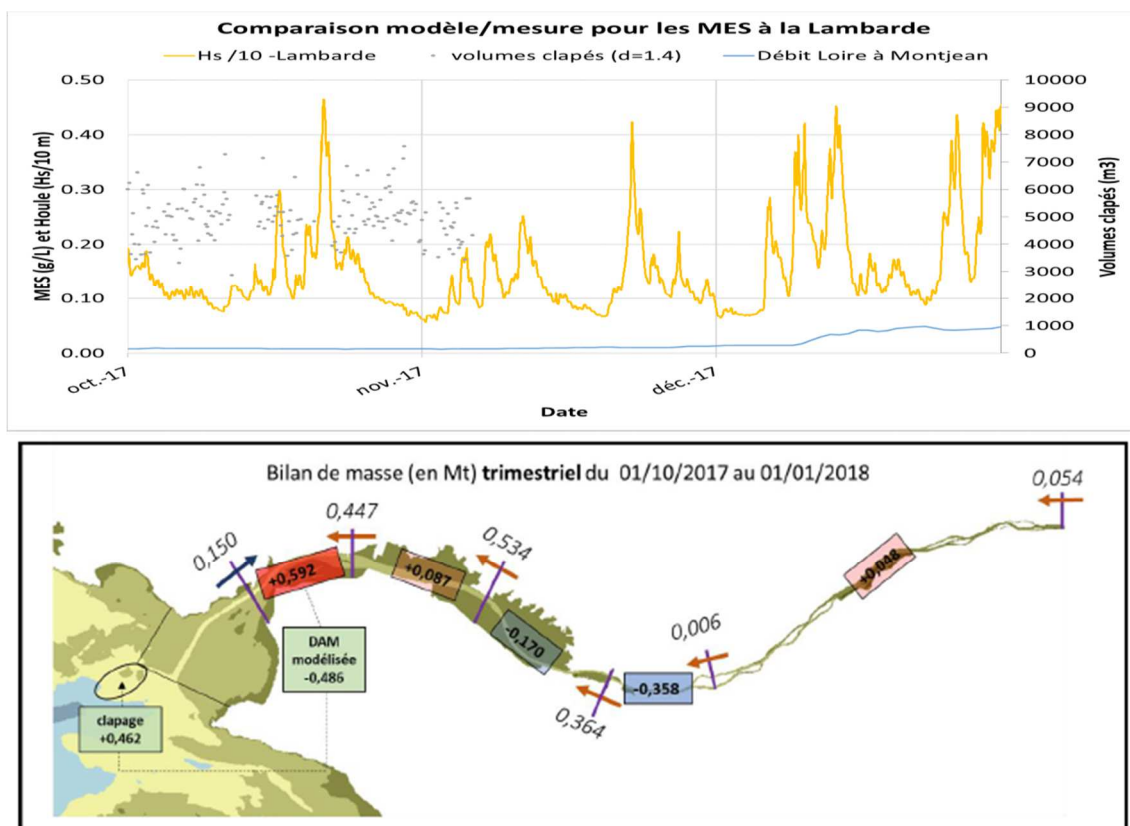


FIGURE 9 BILAN DE MASSE (EN MILLIONS DE TONNES) TRIMESTRIEL (AUTOMNE) DE L'ESTUAIRE, PAR ZONES DE DRAGAGE, SUR L'ANNEE HYDROLOGIQUE 2017-2018

Du 1^{er} janvier au 1^{er} avril 2018

En période hivernale, avec des débits importants sur une longue période, la masse accumulée à l'amont, en section intermédiaire ainsi que les forts apports amont (spécifiques à cette année) sont exportés vers l'aval de l'estuaire en sections 4,5 et 6 ou expulsés à minima en estuaire externe (répartition dans l'ordre :64% et 36%). Les dragages par DAM en sections 4, 5 et 6 ne sont alors plus en capacité de compenser les apports (34% des sédiments accumulés en section 4,5 et 6 sont dragués).

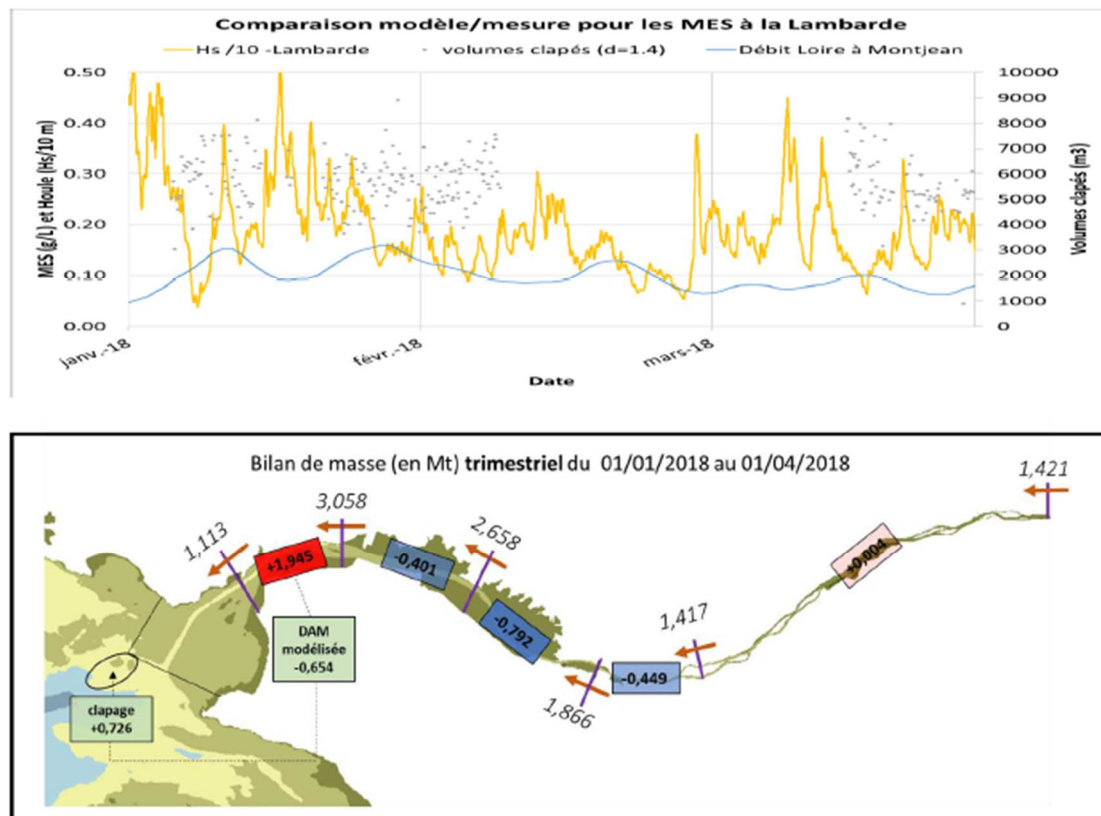


FIGURE 10 BILAN DE MASSE (EN MILLIONS DE TONNES) TRIMESTRIEL (HIVER) DE L'ESTUAIRE, PAR ZONES DE DRAGAGE, SUR L'ANNEE HYDROLOGIQUE 2017-2018

Du 1^{er} avril au 1^{er} juillet 2018

En période printanière, la réduction des forts débits vers des débits moyens permet de remonter par pompage tidal les sédiments stockés en estuaire externe. Le sédiment se retrouve piégé dans les sections maritime et intermédiaire. Les dragages dépassent alors les apports sur les sections 4, 5 et 6 pour rattraper le retard pris sur la période précédente.

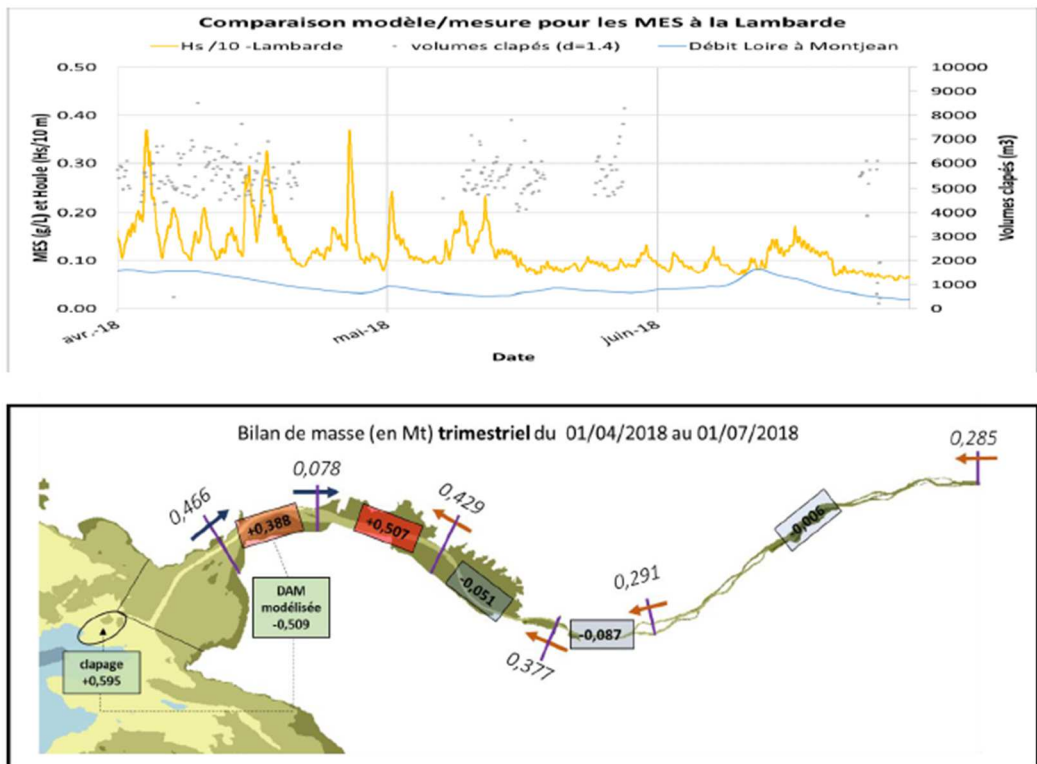


FIGURE 11 BILAN DE MASSE (EN MILLIONS DE TONNES) TRIMESTRIEL (PRINTEMPS) DE L'ESTUAIRE, PAR ZONES DE DRAGAGE, SUR L'ANNEE HYDROLOGIQUE 2017-2018

Du 1^{er} juillet au 1^{er} octobre 2018

En période estivale, les débits d'étiage permettent une forte remontée des sédiments stockés en sections 4, 5 et 6 vers l'amont en sections 9-10 et sections 11-12 et légèrement plus en amont, pour se retrouver quasiment dans la situation initiale de ce calcul.

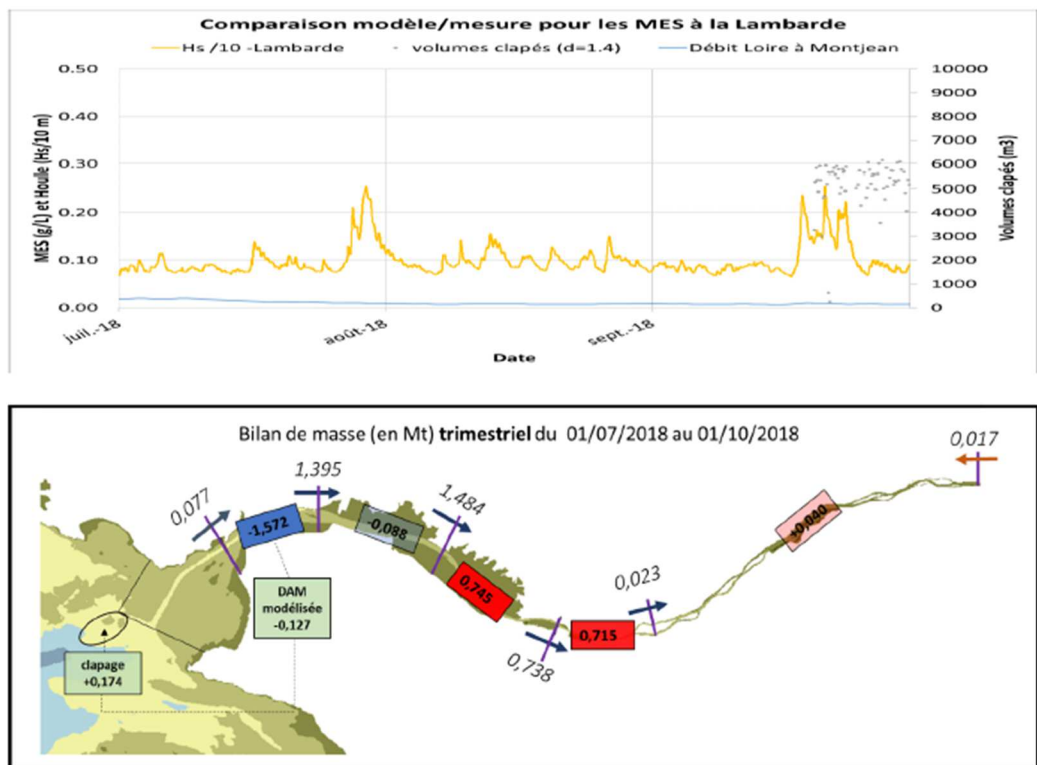


FIGURE 12 BILAN DE MASSE (EN MILLIONS DE TONNES) TRIMESTRIEL (ETE) DE L'ESTUAIRE, PAR ZONES DE DRAGAGE, SUR L'ANNEE HYDROLOGIQUE 2017-2018

2.1.2 - Volumes maximums retenus pour la période 2025-2034

L'arrêté inter-préfectoral d'autorisation du 24 avril 2013 indique des volumes dragués moyens estimés à 8,5 Mm³ et des volumes clapés moyens sur La Lambarde de 5,5 M m³, ce qui est supérieur relativement à l'activité réelle constatée depuis 2013 et même depuis 2006, comme en atteste le graphique suivant.

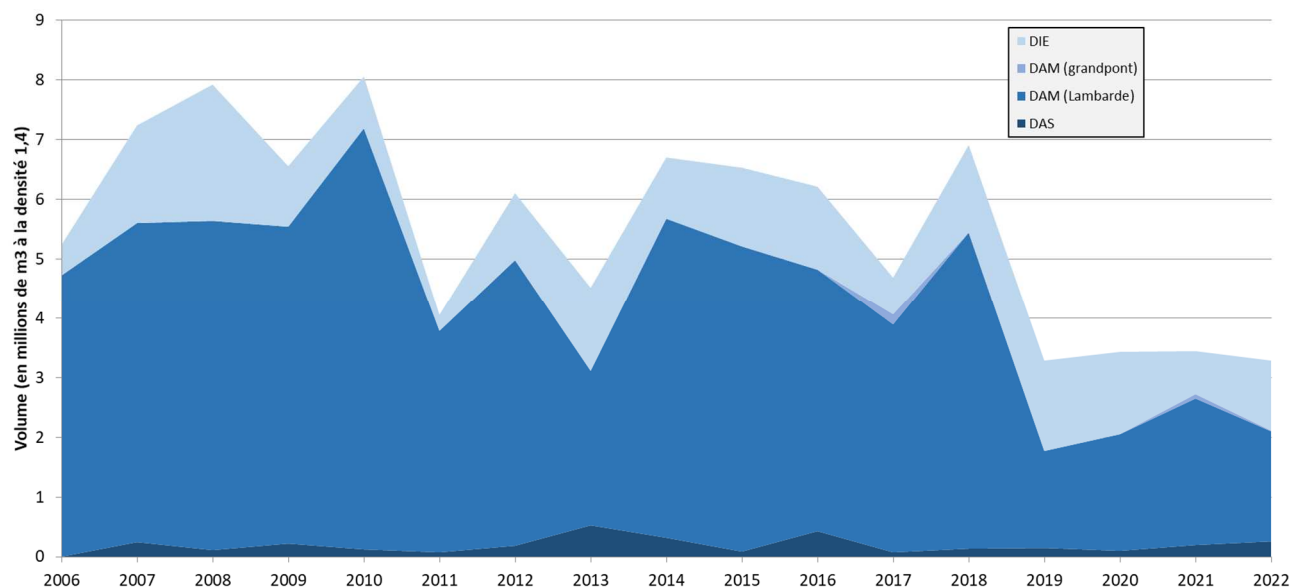


FIGURE 13 VOLUMES DE DRAGAGE CUMULES SUR LA PERIODE 2006-2022

En effet, il apparaît que les valeurs moyennes de l'arrêté de 2013 sont plutôt les valeurs maximales des dragages et des immersions observées depuis 2006 : 8,06 Mm³ dragués avec des immersions à 7,07 Mm³ en 2010. La seconde année la plus proche est 2008 avec 7,92 Mm³ dragués et 5,52 Mm³ immergés.

Sur la période 2013-2022, les maximums sont de 6,91 Mm³ dragués en 2018 et de 5,37 Mm³ immergés en 2014. Les années 2014 à 2016 ont été également caractérisées par des volumes dragués dépassant 6 Mm³ (compris entre 6,2 et 6,7 Mm³). Les années 2015 et 2018 ont également été marquées par des volumes d'immersion dépassant les 5 Mm³.

Depuis 2019, les volumes dragués et immergés à La Lambarde sont restés faibles puisque compris entre 3,16 et 3,43 Mm³ pour les premiers et entre 1,62 et 2,45 Mm³ pour les seconds, en lien notamment avec des années sèches marquées par des étiages prolongés. Néanmoins, définir des volumes maximums annuels de dragage et d'immersion nécessite d'intégrer les variations interannuelles des conditions hydrologiques et d'éventuels rattrapages d'une dégradation des fonds pouvant être induite par des problèmes techniques sur les dragues une année N à compenser l'année N+1. Il n'est donc pas exclu que les besoins de dragage et d'immersion atteignent ponctuellement les valeurs maximales observées sur la période 2013-2022 lors d'une année humide.

Par ailleurs, les volumes qui seront dragués en entretien pour le projet EOLE sont estimés, sur la base d'une modélisation encore à conforter, à 540 000 m³ sur une année moyenne de dragage, mais pouvant monter jusqu'à 930 000 m³ lors d'une année avec de forts dépôts. Toutefois, sur l'ensemble des zones (zones de dragage actuelles et nouvelles zones/souilles projetées), le volume annuel à draguer supplémentaire entre l'état actuel et l'état projeté serait limité à environ 210 000 m³ pour une année moyenne. En appliquant le rapport 210 000/540 000, en première approximation, au volume maximal de 930 000 m³, on trouve donc un volume maximal lié à l'entretien des accès du projet EOLE de 360 000 m³. Ce volume est à ajouter aux valeurs maximales issues de la période 2013-2022, pour les dragages et pour les immersions.

En conséquence, nous proposons de retenir les volumes maximums annuels suivants en dragage d'entretien :

- **8,5 Mm³ pour les dragages pour tenir compte des volumes maximaux observés ces dernières années (6,91 Mm³) et de EOLE (930 000 m³) et de phénomènes crues/étiages plus sévères ;**
- **5,8 Mm³ pour les immersions à La Lambarde.**

S'y ajoutent les volumes immergés dans la fosse de Grand Pont. Si les volumes clapés dans cette fosse n'ont pas excédé 160 000 m³ (en 2017) sur la période 2017-2022, il faut prendre en compte la mobilisation d'une petite DAM extérieure au parc d'engins de dragage du GPMNSN (cf. la DAM Anita Conti au mois de mars 2024) ou une potentielle future petite DAM lui appartenant. Dans ces cas, la pratique de dragage dans la zone d'évitage et les souilles du port de Nantes avec immersion à Grand Pont pourrait fortement s'accroître. C'est d'autant plus probable que le sable revient sur Nantes ces dernières années et que les autres moyens de dragage du GPMNSN sont peu ou pas efficaces sur ce matériau. En considérant l'ensemble des volumes dragués en section 12 du chenal et dans les souilles du port de Nantes, le volume total dragué a atteint un maximum de 370 000 m³ en 2017.

En prenant en compte des apports sableux complémentaires, nous envisageons un volume maximum annuel à immerger sur la zone de Grand Pont (et si nécessaire Port Lavigne) de 500 000 m³.

2.1.3 - Moyens de dragage utilisés par le GPMNSN

Pour réaliser ses opérations de dragage, le GPMNSN utilise actuellement plusieurs dragues :

- la drague aspiratrice en marche (DAM) « Samuel de Champlain » ;
- la drague à injection d'eau (DIE) « Milouin » ;
- la drague aspiratrice stationnaire (DAS) « André Gendre » ;
- une DAM d'environ 2 000 m³.

2.1.3.1 - La Drague Aspiratrice en Marche (DAM) « Samuel de Champlain »

La Samuel de Champlain est une drague interportuaire. Elle intervient en moyenne à 40% de ses capacités pour le GPMNSN. Le temps restant est partagé entre des interventions pour les ports du Havre et de Rouen dans un objectif de mutualisation des charges de dragage.

Pour le GPMNSN, elle assure l'entretien indispensable du chenal externe, du chenal de Donges et du chenal de transition (sections 1 à 7) durant les périodes de forte sédimentation, de novembre à mai.

La capacité de son puits, de 8500 m³, permet de limiter l'impact économique de l'éloignement de la zone de clapage de la Lambarde. En effet, le temps trajet entre la zone de dragage et la zone de clapage représente entre 60% et 75% du temps de cycle de dragage.

Elle peut également intervenir dans les sections amont du chenal de navigation lors de conditions de marées bien spécifiques et à pleine-mer afin de tenir compte de son tirant d'eau de 8 m à pleine charge.

Afin de réduire son impact sur l'environnement, la motorisation de la drague a été convertie, en 2019, pour permettre un fonctionnement au Gaz Naturel Liquéfié (GNL).



FIGURE 14 CYCLE DE DRAGAGE DEPUIS LA SECTION 5 (1 H DE DRAGAGE, 2H30 DE TRAJET A/R) ET DAM « SAMUEL DE CHAMPLAIN » (SOURCE : GPMNSN)

■ Avantages :

- Forte capacité d'emport permettant de limiter l'impact économique de l'éloignement de la zone de clapage (temps de transit de 60% à 75% de la durée du cycle complet) ;
- Dragage de zones étendues lors des épisodes de sédimentation hivernale ;
- Efficace sur des sédiments vaseux consolidés ou non ainsi que sur du sable ;
- Utilisation dans le chenal de navigation compatible avec la navigation des navires commerciaux ;
- Mutualisation de son utilisation avec les membres du GIE Dragage-Ports.

■ Inconvénients :

- Manœuvrabilité insuffisante pour travailler à proximité des quais ;
Efficacité réduite sur les points hauts localisés (l'élinde a tendance à passer dans les zones plus profondes à proximité).

2.1.3.2 - La Drague à Injection d'Eau (DIE) « Milouin »

Après plusieurs années d'expérimentation en Loire (entre 2006 et 2010) avec la drague Jetsed, le GPMNSN a équipé le remorqueur Milouin d'un système d'injection d'eau. Cette technique permet de remobiliser des sédiments vaseux récemment déposés en réduisant leur cohésion. L'injection à basse pression (1 bar) d'un volume d'eau pompée en surface crée une nappe fluide plus dense que l'eau qui est évacuée par gravité et sous l'effet des courants.

Les volumes injectés, de l'ordre de 3m³/s, sont 100 fois moins élevés que le débit de la Loire en période d'étiage.

Elle intervient dans différents secteurs : chenal de navigation, zones d'évitage, souilles et accès aux bassins de Saint-Nazaire.

Son mode opératoire sur des points hauts très localisés permet de limiter les besoins de dragage avec la Samuel de Champlain (cf. bilan des volumes dragués sur la période 2012-2020 comparativement à la période précédente).



FIGURE 15 DIE « MILQUIN », EQUIPE D'UN SYSTEME A INJECTION D'EAU EN 2011 (@ GPMNSN)

■ Avantages :

- Dragage de zones localisées de faible étendue.
- Très bonne adaptation aux contraintes d'utilisation des postes à quai par les navires commerciaux (1 ou 2 jours de dragage en moyenne pour atteindre la cote objectif des postes à quai).

- Très bonne productivité.
- Mobilisation possible le jour même suivant les priorités et disponibilités des postes à quai.
- Prolonge le transfert naturel des matières en suspension par la Loire.
- Inconvénients :
 - Peu efficace sur les sédiments sableux hors nivellement du fond (postes à quai de Nantes et zone d'évitage de Trentemoult en fin de période de crue).
 - Inefficace dans les bassins fermés en l'absence de courant

2.1.3.3 - La Drague Aspiratrice Stationnaire (DAS) « André Gendre »

Cette dernière intervient principalement dans les zones d'évitage, dans les souilles, sous réserve de disposer d'un créneau de 15 jours consécutifs, et dans le bassin de Saint-Nazaire. La profondeur de dragage minimale est de 2,50 m et la profondeur maximale est de 23 m. Elle transfère les sédiments par des conduites de refoulement, de 80 m à 400 m, vers le chenal de navigation. Le débit de refoulement de la DAS Gendre est de 350 m³/h de sédiments en place à la densité 1,4 et se fait à environ 1 m sous la surface. Les matériaux refoulés se déposant sur les fonds du chenal sont ensuite repris par la Samuel de Champlain lorsqu'elle est présente en Loire. Les dragages se font uniquement de jour et sont suspendus pendant les mois de juillet et août.



FIGURE 16 DAS « ANDRE GENDRE » © GPMNSN-ANDRE BOCQUEL

- Avantages :
 - Adaptée aux sédiments sableux et vaseux consolidés.
 - Maintien de la géométrie des postes à quai.
- Inconvénients :
 - Nécessite un moyen de remorquage pour se déplacer sur les zones de dragage.
 - Durée de dragage de 7 jours minimum incompatible avec les disponibilités des postes à quai.
 - Nécessite une reprise des matériaux sableux ou fortement consolidé par une drague aspiratrice en marche.
 - Nécessite des déplacements de quelques dizaines de mètres pour maintenir la navigation des navires de commerce (cas des accès et bassin de Saint-Nazaire, Zone d'évitage de Trentemoult).
 - Les dragages par aspiratrice en marche sont compliqués lorsque la drague André Gendre est en dragage aux poste pétroliers 6 ou 7.

2.1.3.4 - Drague Aspiratrice en Marche (DAM) d'environ 2000 m³

Le GPMNSN fait appel à des dragues du GIE Dragages Ports de petite capacité afin de draguer la zone d'évitage de Trentemoult lorsque des apports de sable sont constatés. Les matériaux extraits sont ensuite acheminés jusqu'au site de clapage de Grand Pont.



FIGURE 17 EXEMPLE DE DRAGUE DE PETITE CAPACITE EN PUIITS : DAM "JEAN ANGO" (MARINETRAFFIC.COM)

■ Avantages :

- Bonne manœuvrabilité.
- Efficace sur des sédiments vaseux consolidés ainsi que sur du sable.
- Utilisation dans le chenal de navigation compatible avec la navigation des navires commerciaux.
- Mutualisation de son utilisation avec les membres du GIE Dragage-Port.

■ Inconvénients :

- Productivité insuffisante pour travailler dans le chenal de Donges avec immersion à La Lambarde.

2.1.3.5 - Evolution des moyens de dragage pour la période 2025-2034

La nouvelle autorisation de dragage d'entretien et d'immersion allant jusqu'à fin 2034, le GPMNSN souhaite anticiper les évolutions à venir des pratiques afin de tenir compte des besoins en renouvellement de la flotte des dragues. En effet, à l'échéance de 5 à 10 ans, il est envisagé que la DAS « André Gendre » soit sortie du parc d'engins de dragage du GPMNSN et qu'un redimensionnement des moyens soit opéré, en prenant en compte le renouvellement des dragues du GIE Dragages-Ports et la maîtrise du GPMNSN sur la DIE « Milouin ».

Cela conduit le GPMNSN à réfléchir à l'évolution des moyens de dragage pour optimiser leur efficacité tout en contribuant à la réduction de l'impact environnemental de l'activité. Cette réflexion sera menée avec les membres du GIE Dragages-Ports dont la mission consiste à renouveler les moyens de dragage afin qu'ils soient le plus adaptés aux besoins des ports.

Ainsi, trois scénarios sont envisagés :

- scénario n°1 : maintien de la DAM « Champlain » pour un volume dragué légèrement réduit (< 10%) ; maintien de la DIE « Milouin » armée 12 heures/jour pour un volume dragué identique ; armement d'une petite DAM pour un volume dragué équivalent à celui dragué par la DAS dans le scénario de référence ;
- scénario n°2 : maintien de la DAM « Champlain », mais pour un volume dragué sensiblement réduit (-45%) par rapport au scénario de référence ; armement de la DIE « Milouin » 24 heures/jour, doublant le volume annuel dragué ; armement d'une petite DAM pour un volume dragué équivalent à celui dragué par la DAS dans le scénario de référence (idem scénario n°1) ;
- scénario n°3 : une DAM de volume puits intermédiaire est mobilisée pour un volume annuel réduit de 50% par rapport au scénario de référence ; armement de la DIE « Milouin » 24 heures/jour (idem scénario n°2).

Dans le scénario 1, l'introduction d'une DAM de petite capacité permet d'améliorer l'efficacité des dragages en zone d'évitage de Trentemoult, dans le chenal de Nantes et dans une moindre mesure dans les postes à quai de Montoir/Donges. Cela se traduit par un rééquilibrage du volume dragué en sections 5 et 6, entre la DAM 8500 m³ et la DIE. Au final, le volume dragué et clapé diminue en théorie de 340 000 m³.

Le scénario 2 optimise l'utilisation de la DIE, exploitation h24, qui présente le coût d'utilisation et l'impact carbone le plus faible. Il est nécessaire de compléter les interventions par des DAM de forte et petite capacité mutualisés avec d'autres membres du GIE Dragages-Port. Les autres optimisations évoquées aux scénarios 1 restent valables. Le volume annuel immergé à La Lambarde serait diminué d'environ 50% par rapport au scénario de référence.

Le scénario 3 est basé sur l'optimisation de la DIE, en exploitation h24 et sur une quasi-absence de mutualisation des dragages avec les autres membres du GIE Dragages-Ports.

Note : Comme convenu avec la DDTM44 lors des concertations amont au dépôt du dossier, le changement de drague et les scénarios possibles sont indiqués dans le dossier bien que le GPM ne puisse à jour présenter les impacts des différents scénarios qui sont encore à l'étude, les changements ne devant pas survenir avant 2025-2026. Des modélisations hydrosédimentaires vont être effectuées par le GPM afin de discriminer les différents scénarios sur l'ensemble des paramètres ayant trait à l'hydrosédimentaire.

Un porter à connaissance sera déposé auprès de la DDTM44 sur la base des études menées afin de présenter l'analyse multicritère réalisée par le GPM pour le choix de la nouvelle drague, mais aussi de justifier pleinement les raisons du choix de la technique et de présenter les impacts sur l'environnement des prochaines modalités de dragage.

Le remplacement de la DAS A. Gendre conduit le GPMNSN à réfléchir à l'évolution des moyens de dragage pour optimiser leur efficacité tout en contribuant à la réduction de l'impact environnemental de l'activité. Cette réflexion serait menée d'une avec les membres du GIE Dragages-Ports dont la mission consiste à renouveler les moyens de dragage afin qu'ils soient le plus adaptés aux besoins des ports, et d'autre part sur la base d'une analyse multicritère comprenant des paramètres économiques, techniques et environnementaux. Ces derniers concernent la turbidité et la teneur en O₂ dissous. Des modélisations, en cours, permettront d'évaluer les impacts hydrosédimentaires et sur la qualité des eaux des trois scénarios et d'orienter le GPMNSN vers le scénario optimal.

Ce sont donc les résultats de cette approche multicritère qui détermineront le choix du scénario à retenir, même si de prime abord, l'optimisation de l'exploitation de la DIE et l'introduction d'une drague aspiratrice en marche de petite capacité (1800 m³), ce qui correspond au scénario n°2, pourrait s'avérer pertinent pour répondre aux besoins du Port de Nantes Saint-Nazaire ainsi qu'à ceux des ports de La Rochelle, de Vendée et de Bretagne.

Note : Pour mémoire, le GIE Dragages-Ports est composé des sept Grands Ports Maritimes métropolitains, de la Région Hauts-de-France et de l'Etat.

2.1.4 - Bilan des volumes dragués

2.1.4.1 - Volumes dragués entre 2013 et 2022

Le suivi des opérations de dragage réalisé par le GPMNSN depuis 2013 (voir Annexe 01) et l'analyse des besoins et pratiques de dragage réalisée par Artelia en 2021 (voir Annexe 02) permettent de préciser les besoins en dragage des différentes zones entretenues.

Les principaux ordres de grandeur à retenir concernant les volumes dragués sur la période 2013-2022 sont les suivants :

- le volume moyen annuel dragué à l'échelle de l'estuaire de la Loire est de 5,18 Mm³ (avec quatre années, de 2019 à 2022 avec des valeurs très basses -moyenne de 3,38 Mm³ alors que la moyenne sur 2012-2018 est de 6,38 Mm³. Ce volume est inférieur au volume moyen autorisé par l'arrêté préfectoral de 2013 (8,5 Mm³). Il est également inférieur (diminution de 32%) au volume dragué sur la période précédente 2006-2012 ;
- les secteurs préférentiellement dragués sont les sections 5 et 6 du chenal de Donges ainsi que les souilles des terminaux des ports de Montoir-de-Bretagne et de Donges ;
- la DAM est l'engin draguant les plus grands volumes (62%), suivie de la DIE (30%) et de la DAS (8%).
- La diminution observée des volumes de dragage de 2019 à 2022 est la conséquence de la succession d'années sèches avec des étiages prolongés limitant les dépôts dans la partie aval du chenal de navigation, de l'optimisation des dragages et de problèmes techniques sur les dragues ayant entraîné l'interruption prolongée de leur exploitation. Cette diminution des volumes de dragage a pu conduire à une dégradation de la cote de référence sensiblement au-dessus de la cote objectif.

Les principales évolutions constatées depuis 2013 sont les suivantes :

- la DIE s'est largement substituée à la DAS sur les sédiments vaseux du fait de son rendement en volume de sédiments en place très largement supérieur et elle permet de limiter les besoins de dragage avec la DAM Samuel de Champlain en permettant des actions ciblées sur des points hauts ;
- l'immersion de sédiments, dragués dans le port de Nantes et dans la zone d'évitage de Trentemoult, dans la zone de vidage de Grand Pont (et secondairement dans celle de Port Lavigne) a été autorisée par l'arrêté préfectoral du 25 janvier 2017. Cette modification de pratique est venue en réponse à la modification de la nature des apports sédimentaires dans les sections amont qui deviennent de plus en plus sableux. La DIE n'étant pas efficace sur ce type de matériaux, une DAM réalisant ses clapages sur Grand Pont permet d'intervenir efficacement ;
- le réaménagement de l'avant-port de Saint Nazaire a entraîné des besoins de dragage d'entretien supplémentaire d'environ 15 000 m³ / an soit environ 0,3% du volume annuel.

TABLEAU 1 VOLUME MOYEN ANNUEL DRAGUE PAR ENGIN ET PAR SECTION ENTRE 2013 ET 2022 (EN MM3)

Période	Chenal externe – sections 1 et 2			Chenal de Donges – sections 3 à 6			Chenal de transition – section 7			Chenal de Nantes – section 8 à 12			Installations		
	DAS	DAM	DIE	DAS	DAM	DIE	DAS	DAM	DIE	DAS	DAM	DIE	DAS	DAM	DIE
2006-2012	0,00	0,97	0,00	0,06	3,66	0,51	0,04	0,25	0,28	0,03	0,00	0,31	0,00	0,34	0,00
2013-2022	0,00	0,66	0,00	0,03	2,44	0,51	0,03	0,02	0,15	0,04	0,03	0,12	0,11	0,32	0,42
2006-2022	0,00	0,79	0,00	0,04	2,94	0,51	0,04	0,11	0,20	0,03	0,20	0,20	0,07	0,33	0,25
Tous engins 2006-2022	0,79			3,49			0,35			0,25			0,64		
	14%			63%			6%			4%			12%		
Tous engins 2013-2022	0,67			2,98			0,20			0,19			0,85		
	14%			61%			4%			4%			17%		

2.1.5 - Besoins en dragage entre 2025 - 2034

2.1.5.1 - Evolution des zones à draguer

Les zones à draguer pour la période 2025-2034 sont les mêmes qu'actuellement, avec en plus une nouvelle zone relative au projet EOLE dont les études sont en cours. Ce projet, qui consiste en la création d'une future plateforme industrielle d'intégration dédiée à l'éolien posé et flottant à Saint Nazaire, suppose l'entretien de la future souille en pied de quai. Le volume de sédiments à draguer est estimé à 500 000 m³/an.

2.1.5.2 - Volumes à draguer

En se basant sur l'évolution des besoins de dragage des 10 dernières années et de celle à venir, le GPMNSN a réalisé une projection des besoins annuels de dragage pour les 10 prochaines années.

Les besoins annuels moyens de dragage entre 2025 et 2034 sont ainsi estimés à 5 840 000 m³ / an.

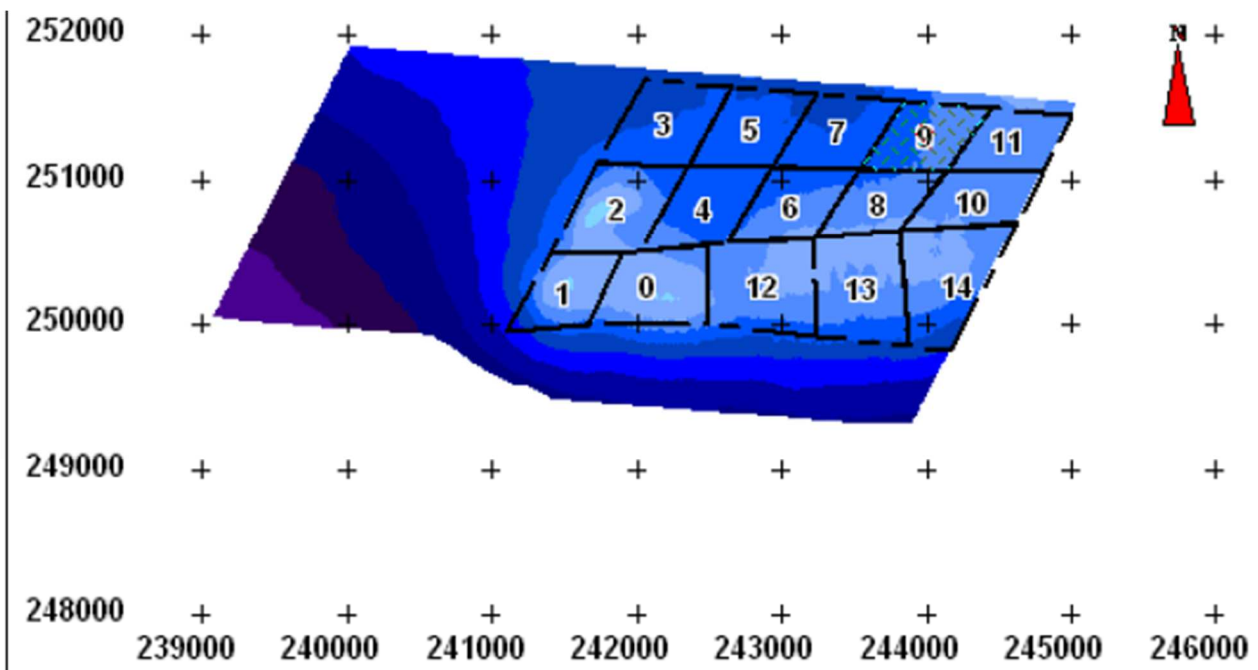
2.1.6 - Gestion des sédiments

2.1.6.1 - Immersion sur la zone de la Lambarde

2.1.6.1.1 - Stratégie d'immersion sur la Lambarde

À la suite du renouvellement de l'autorisation en avril 2013, la zone d'immersion initiale de la Lambarde a été étendue vers l'ouest (voir figure suivante).

■ (A) :



■ (B)

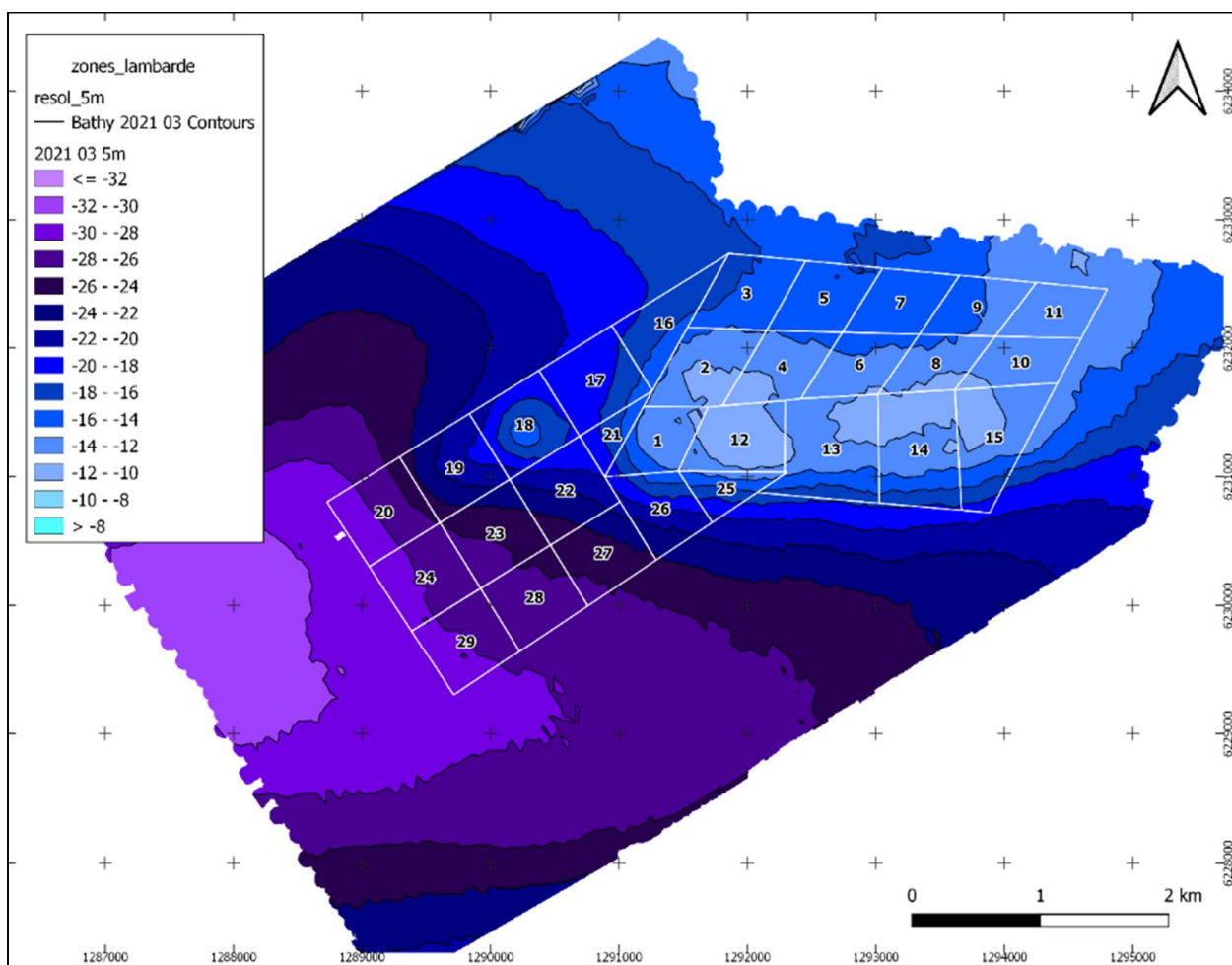


FIGURE 18 PERIMETRE DE LA ZONE D'IMMERSION INITIALE DE LA LAMBARDE DECOUPEE EN 14 SOUS-ZONES JUSQU'EN 2013 (A) PUIS EN 29 SOUS-ZONES DEPUIS 2013 (B)

De fait, un nouveau plan global d'exploitation de la zone d'immersion a été adopté. La zone d'immersion étendue a été redécoupée en 29 sous-zones (voir figure précédente) exploitées selon une stratégie déterminée de manière à optimiser le taux de stabilité des sédiments clapés.

L'actuelle stratégie d'utilisation de la zone d'immersion de la Lambarde découle des résultats des suivis bathymétriques effectués sur la zone et des évaluations du taux de stabilité des immersions passées. En pratique, chaque sous-zone est découpée en quatre casiers numérotés A à D qui sont utilisés par rotation, en changeant de casier à chaque immersion afin d'éviter la formation d'un cône sur la sous-zone. Le potentiel de remplissage de chaque casier, traduit en nombre de vidages, est évalué a priori et les immersions sont stoppées sur ce casier dès que sa bathymétrie théorique atteint **la limite de remplissage que le GPMNSN s'est fixée, à savoir la cote moyenne de -18 m CM**. Les suivis bathymétriques tous les trois mois sur la sous-zone permettent de vérifier le niveau moyen des fonds relativement à la cote moyenne de -18 m CM.

La pertinence de la cote limite a été vérifiée via le modèle numérique de stabilité mis au point en 2012 pour les études du GPMNSN. Cette modélisation avait pour but d'une part, de reconstituer l'historique des évolutions du fond entre 2009 et 2017 et d'autre part de tester la nouvelle stratégie de dragage jusqu'en 2024. Les taux de stabilité et l'évolution des cotes moyennes des fonds calculés par le modèle pour la période 2009-2017 se sont révélés cohérents avec les mesures de terrain. La simulation prospective entre 2018 et 2024, réalisée en respectant un ordre d'utilisation des sous-zones (22, 27, 28) a montré **un taux de stabilité moyen d'environ 34%** (7 Mm³ de sédiments restent sur les 20,7 Mm³ clapés). Par ailleurs, l'évolution des cotes moyennes sur chaque sous-zone utilisée indique que la cote limite moyenne de -18 m CM est également bien respectée.

2.1.6.1.2 - Sous-zones exploitées entre 2013 et 2022

Le site d'immersion a été découpé en sous-zones. L'exploitation des sous-zones a été mise en oeuvre comme suit :

- les sous-zones 2 et 4 ont été utilisées sur la période 2009-2014 car elles correspondaient aux secteurs les plus profonds de la zone d'immersion avant extension et donc présentant potentiellement les meilleurs taux de stabilité ;
- à partir de janvier 2015, les immersions ont été réalisées sur la sous-zone 18 située dans le périmètre étendu, en continuité des zones précédentes ;
- fin septembre 2018, l'utilisation de la sous-zone 18 a été arrêtée au profit de la sous-zone adjacente, 19, située plus au large ;
- la sous-zone 22 a été exploitée d'août 2021 à octobre 2023 ;
- la sous-zone 19 est de nouveau utilisée depuis le 10 octobre 2023, une bathymétrie de contrôle ayant indiqué une disponibilité de stockage au-dessous de la cote -18 m CM .

2.1.6.1.3 - Volumes immergés entre 2013 et 2022

Sur la période 2012-2017, la moyenne annuelle est d'environ 3,9 Mm³, en diminution par rapport à la période précédente 2004-2011 (5,1 Mm³) en raison d'une baisse générale des volumes de dragage. Ces volumes varient entre 2,0 et 4,6 Mm³ selon les années et sont toujours inférieurs au volume moyen autorisé.

A noter qu'en 2017, deux autres dragues de type DAM que la Samuel de Champlain ont immergé des sédiments sur le site de la Lambarde : la Daniel Laval en janvier (pour environ 0,3 Mm³) et la Jean Ango en juin (pour environ 0,2 Mm³).

De 2013 à 2022, le volume moyen immergé est de 3,21 Mm³/an. On note cependant une variabilité interannuelle importante des volumes (entre 1,76 et 5,04 Mm³).

2.1.6.1.4 - Sous-zones mises en œuvre et volumes immergés pour la période 2025-2034

Sur la période 2025-2034, les modélisations réalisées en 2022-2023 (Annexe 03) démontrent que les **sous-zones 22, 23, 27 et 28** seront nécessaires pour accueillir les volumes des sédiments des dragages d'entretien.

Le volume qui sera immergé restera en-deçà du volume annuel moyen autorisé de 5,5 Mm³.

2.1.6.2 - Immersion dans la fosse de Grand Pont

2.1.6.2.1 - Utilisation de la fosse de Grand Pont

La fosse de Grand Pont n'est utilisée que lorsque les sédiments dragués dans le chenal de Nantes, la zone d'évitage de Trentemoult ou les souilles des postes des terminaux (Cheviré, Roche-Maurice, Usine Brûlée), sont sableux ou sablo-vasards. En effet, dans ce cas, le seul engin de dragage efficace pouvant être mise en œuvre par le GPMNSN est la DAM. De fait, les sédiments sont alors gérés par immersion dans cette zone dédiée.

Ainsi, la fosse de Grand Pont est utilisée selon les besoins du GPMNSN, en fonction de la disponibilité d'une petite DAM, aucun engin de ce type n'étant intégré dans le parc de dragages du Port.

2.1.6.2.2 - Volumes immergés de 2013 à 2022

De 2013 à 2022, le volume moyen immergé dans la fosse de Grand Pont est de 0,02 Mm³/an. Il convient de noter que sur 2017-2022, la moyenne des clapages est de 0,04 Mm³/an avec 0 m³ immergés sur la zone de Grand Pont entre 2018 et 2020.

2.1.6.2.3 - Volume à immerger entre 2025 et 2034

Comme le montrent les volumes immergés depuis 2012, la fosse de Grand Pont intervient pour un faible volume et l'arrêté du 25 janvier 2017 autorisant son usage et modifiant celui du 24 avril 2013, n'a pas déterminé de volume immergé moyen pour cette zone d'immersion. On peut souligner que les volumes concernés sont très faibles relativement à ceux autorisés, par l'arrêté de 2013, sur la zone de La Lambarde qui sont de 5,5 Mm³/an en moyenne.

Les volumes à immerger sur Grand Pont à l'avenir ne peuvent être définis par anticipation compte tenu des conditions d'utilisation de cette fosse. Néanmoins, s'ils sont susceptibles d'augmenter, notamment si Nantes St-Nazaire Port s'équipe d'une petite DAM, les volumes concernés resteront modestes rapportés aux volumes totaux immergés par le GPMNSN. Le volume immergé moyen annuel de 5,5 Mm³/an pourrait donc intégrer les volumes immergés dans les fosses de clapage amont.

2.1.6.3 - Immersion dans la fosse de Port Lavigne

2.1.6.3.1 - Utilisation de la fosse de Port Lavigne

La zone de Port Lavigne ne sera utilisée qu'en cas de nécessité liée à une urgence d'intervention ou à l'impossibilité de recourir aux immersions sur la zone de Grand Pont. Ces situations seront répertoriées et justifiées auprès des services de l'Etat.

Cette zone n'a pas été utilisée entre 2017 et 2022.

2.1.6.3.2 - Volume à immerger entre 2025 et 2034

Au regard de l'utilisation exceptionnelle de cette zone, les volumes associés seront très faibles à nuls.

2.1.6.4 - Immersion dans la section 5 du chenal de navigation : situation exceptionnelle

La mise en œuvre de plusieurs mesures d'optimisation des dragages a permis au GPMNSN de réduire les volumes dragués et gérés dans la masse d'eau de 8,5 Mm³ à environ 5,5 Mm³ / an.

Ces pratiques permettent de limiter les incidences des opérations de dragage sur le trafic maritime, l'activité portuaire mais aussi l'environnement et notamment le milieu maritime.

Cependant, la réduction des volumes dragués a engendré une augmentation de la sensibilité du GPMNSN aux événements extrêmes : crues, étiage prolongés, etc. qui peuvent induire des envasements forts et rapides.

De plus, la réduction des volumes de dragage a conduit à libérer du temps de fonctionnement de la DAM Champlain qui a été mis à contribution sur d'autres zones portuaires / estuaires. Elle n'est donc pas disponible en permanence sur le port.

Ainsi, la concordance entre des envasements exceptionnels et l'indisponibilité des engins de dragage « classiques » du GPMNSN peut engendrer des contraintes fortes voire l'arrêt de l'exploitation de certaines zones portuaires.

Cette situation est apparue début 2023 et le GPMNSN a dû faire intervenir une DAM extérieure à son parc pour draguer les sédiments. Cette DAM n'étant disponible que peu de temps, il n'était pas envisageable d'exploiter la zone d'immersion de La Lambarde, trop éloignée des zones de dragage. Il a donc été décidé de réaliser l'immersion des sédiments directement dans le chenal, au sud de la section 5, dans une zone présentant une forte hydraulité défavorable à l'envasement prolongé. Cette opération a été validée par l'arrêté préfectoral du 20 février 2023. Les volumes concernés par ces opérations sont difficiles à estimer par leur nature exceptionnelle. L'opération menée début 2023 concernait environ 300 000 m³ de sédiments.

Les clapages dans la section 5 du chenal de navigation se feront dans la partie aval de la section. Cette section a été choisie en raison de son fort hydrodynamisme qui aboutit à une reprise rapide des sédiments par les courants. Les immersions se feront indépendamment des conditions de marée et de crue ou d'étiage puisque cette pratique a pour objectif de répondre à un besoin urgent de dragage dans un contexte où une drague de forte capacité type DAM Champlain n'est pas disponible. De fait l'urgence ne saurait être contrainte par des conditions de marée.

La gestion de sédiments dans le chenal pourra être nécessaire dans le cas où des envasements exceptionnels se produiraient lors d'une indisponibilité du matériel de dragage adapté à l'immersion en mer des sédiments dragués. Cette filière ne sera mise en œuvre qu'avec l'aval préalable des services de l'Etat.

2.1.7 - Adaptation au changement climatique

En tant qu'établissement portuaire, le GPMNSN est directement concerné par les conséquences du changement climatique. En effet, selon le GIEC des Pays de Loire, les conséquences estimées du changement climatique sur l'estuaire de la Loire sont une élévation moyenne des températures de l'air (2 °C à 2,5 °C en 2055 dans le pire des scénarios, et 3,5 °C, voire à 4 °C à plus long terme) et donc de l'eau, une fréquence accrue des vagues de chaleur qui seront également plus longues (+ 10 j/an), une intensification des précipitations et une augmentation durant l'été, une diminution de l'intensité des événements pluvieux courants et leur baisse en hiver, une élévation du niveau de la mer de 38 cm par rapport à la période 1986-2005 sur le littoral ligérien en cas de chute rapide des émissions des Gaz à Effet de Serre (GES) (RCP2.6), et de 76 cm si le niveau d'émissions de GES devait rester élevé (RCP8.5). Par ailleurs, une augmentation du marnage est également attendue ainsi qu'une modification des courants marins littoraux en raison de la fonte des glaces qui va modifier les grands courants marins tels que le Gulf Stream.

Afin d'évaluer les conséquences pour son territoire, le GPMNSN a lancé en novembre 2023 une **étude de vulnérabilité** de son territoire. Cette étude porte à la fois sur les infrastructures portuaires, et sur les services liés à l'exploitation, **dont le dragage**. Les aléas considérés sont :

- Hausse tendancielle du niveau de la mer ;
- Submersion marine et inondations ;
- Aggravation de l'érosion côtière ;
- Augmentation de l'intensité et de la fréquence des houles ;
- Canicules ;
- Crue / Etiage ;
- Vents et phénomènes extrêmes ;
- Evolution de la limite de salinité.

Les données utilisées sont celles mises à disposition par les services de l'Etat dans les bases de données publiques. De même, le scénario pris en compte est celui de **la TRACC (trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique) fixée par l'Etat avec une hausse de la température de 4°C à l'horizon 2100 pour la France métropolitaine**. Bien que ce scénario soit jugé suffisant pour couvrir des phénomènes extrêmes, le GPMNSN a également ajouté la prise en compte de tempête de type Xynthia + 1 m. Les études de submersion menées par la DDTM44 seront également prises en compte afin de s'assurer de la bonne cohérence des études réalisées.

Sur la base des résultats de cette étude (septembre 2024), un plan d'adaptation au changement climatique sera ensuite élaboré par le GPMNSN. Les pratiques des dragages seront alors revues et adaptées afin de répondre au mieux aux changements de fonctionnement de la Loire.

2.2 - Objet de la demande

L'objet du présent dossier est l'obtention d'un nouvel arrêté décennal inter-préfectoral autorisant les opérations de **dragage d'entretien pour un volume total annuel moyen de 8,5 Mm³** dans les secteurs indiqués précédemment (chenal de navigation, accès, zones d'évitage, bassins et souilles, dont la future souille et le chenal d'accès du quai EOLE) et de gestion des sédiments par **immersion pour un volume total annuel moyen de 5,5 Mm³ sur la Lambarde, les fosses de Grand Pont et Port Lavigne ou directement par remise en suspension dans la masse d'eau** pour la période allant du 1 janvier 2025 au 31 décembre 2034.

L'objet du présent dossier est également d'obtenir l'autorisation de réaliser de manière **exceptionnelle**, des **opérations de dragage** avec immersion dans le chenal de navigation en cas d'envasement important impactant l'activité portuaire et de la non-disponibilité de la drague habituelle (mise à disposition d'autres ports du GIE, panne technique, ...).

Les techniques de dragage restent les mêmes que celles actuellement utilisées, modulo les évolutions à venir à la suite du renouvellement envisagé de la DAS Gendre.

2.3 - Calendrier prévisionnel des travaux

Les opérations de dragage et d'immersion du GPMNSN sont **réalisées tout au long de l'année en fonction des niveaux d'envasement et des besoins de navigation.**

Au regard de la forte variabilité des conditions hydrosédimentaires de l'estuaire de la Loire, il n'est pas possible de prévoir les opérations de dragage à moyen ou long terme.

2.4 - Montant prévisionnel des travaux

Le coût annuel moyen des opérations de dragage d'entretien de 2013 à 2022 est de **19,4 M €.**

Il est prévu de maintenir cette enveloppe pour les opérations sur la période 2025-2034.

Le remplacement de la DAS à l'horizon 5 à 10 ans va engendrer des coûts d'investissement significatifs dans le cas où le GPMNSN décide d'armer une nouvelle DAM de petite dimension.

Le coût annuel moyen des mesures de suivi est estimé à 130 000 €HT en moyenne, hors coût des suivis hydrographiques. Celles-ci sont décrites dans la Pièce n°6 – Chapitre 7 : Mesures et Modalités de suivi et d'accompagnement.

2.5 - Projets pouvant générer des effets cumulés avec le présent projet

Quatre projets peuvent être pris en compte :

- Parc d'Armor Haut et Bas à Pornichet ;
- Parc éolien en mer au large de la commune de Saint-Nazaire ;
- Dragage d'entretien du port à flot de Pornichet et l'extension d'un terre-plein portuaire ;
- Dragage d'entretien du port de Pornic ;

Ces projets sont situés entre 0 et 6km du chenal ou de la zone de la Lambarde.

Les incidences potentielles de ces projets sont de nature à se cumuler que ce soit vis-à-vis des enjeux physiques (qualité de l'eau notamment), biologique (avifaune et mammifères marins) ou encore humains (pêche, plaisance, tourisme) avec celles des opérations de dragage et d'immersion du GPMNSN.

Les incidences cumulées sont étudiées dans l'étude d'impact dans le chapitre dédié à l'évaluation des incidences cumulées.

3 - RUBRIQUES DE LA NOMENCLATURE CONCERNEES PAR LES OUVRAGES ET TRAVAUX ENVISAGES

Les caractéristiques de l'opération connues à ce stade d'avancement du projet permettent de proposer un cadrage réglementaire vis-à-vis de l'environnement. Le document d'autorisation environnemental devra couvrir la totalité du projet de dragage d'entretien et d'immersion des sédiments du GPMNSN.

3.1 - Nomenclature Loi sur l'Eau

Les opérations de dragage et/ou d'immersion de sédiments marins ou estuariens sont visées par les articles L.214-1 à 6 et R.214-1 du code de l'environnement. L'article L.214-1 définit à quel type de procédure sont soumis les installations, ouvrages, travaux et activités (IOTA) pouvant présenter un danger pour les ressources en eaux et les milieux aquatiques.

Le tableau suivant détaille les rubriques qui peuvent encadrer les opérations de dragage et / ou d'immersion. La rubrique spécifique pour les dragages (4.1.3.0) prend en compte, pour évaluer le niveau d'impact potentiel sur le milieu, les critères suivants :

- le niveau de contamination des sédiments ;
- la façade maritime : en effet, les courants de marée varient très fortement d'une façade à l'autre ;
- le volume dragué et / ou immergé ;
- la présence de zones conchylicoles ou de cultures marines à proximité.

Ces critères permettent de statuer sur le régime administratif de déclaration ou d'autorisation auquel sont soumises les opérations de dragage ou de rejet.

RUBRIQUE	INTITULE	REGIME
<p>Rubrique 4.1.3.0</p>	<p>Dragage et / ou rejet y afférent en milieu marin :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 1° Dont la teneur des sédiments extraits est supérieure ou égale au niveau de référence N2 pour l'un au moins des éléments qui y figurent (A) ■ 2° Dont la teneur des sédiments extraits est comprise entre les niveaux de référence N1 et N2 pour l'un des éléments qui y figurent: <ul style="list-style-type: none"> ■ a) Et, sur la façade métropolitaine Atlantique-Manche-mer du Nord et lorsque le rejet est situé à un kilomètre ou plus d'une zone conchylicole ou de cultures marines : <ul style="list-style-type: none"> ▶ I.- Dont le volume maximal in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est supérieur ou égal à cinquante mille mètres cubes (A) ▶ II.- Dont le volume maximal in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est inférieur à cinquante mille mètres cubes (D) ■ b) Et, sur les autres façades ou lorsque le rejet est situé à moins d'un kilomètre d'une zone conchylicole ou de cultures marines: <ul style="list-style-type: none"> ▶ I.- Dont le volume maximal in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est supérieur ou égal à cinq mille mètres cubes (A) ▶ II.- Dont le volume maximal in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est inférieur à cinq mille mètres cubes (D) ■ 3° Dont la teneur des sédiments extraits est inférieure ou égale au niveau de référence N1 pour l'ensemble des éléments qui y figurent: <ul style="list-style-type: none"> ■ a) Et dont le volume in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est supérieur ou égal à cinq cent mille mètres cubes (A) ■ b) Et dont le volume in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est supérieur ou égal à cinq mille mètres cubes sur la façade Atlantique-Manche-mer du Nord et à cinq cents mètres cubes ailleurs ou lorsque le rejet est situé à moins d'un kilomètre d'une zone conchylicole ou de cultures marines, mais inférieur à cinq cent mille mètres cubes (D) 	<p>Autorisation</p>

Selon l'article R214-1 du Code de l'Environnement, le projet est soumis à autorisation au titre de la rubrique 4.1.3.0.

3.2 - Evaluation environnementale

Selon l'article R.122-2 du Code de l'Environnement, les travaux, ouvrages ou aménagements énumérés dans le tableau annexé à cet article sont soumis à une étude d'impact soit de façon systématique, soit après un examen au cas par cas, en fonction des critères précisés dans ce tableau.

Au vu de sa nature et de sa consistance, le projet est concerné par la rubrique de la nomenclature de l'article R122-2 du code de l'environnement :

RUBRIQUE	INTITULE	REGIME
25	Extraction de minéraux par dragage marin ou fluvial. a) Dragage et/ ou rejet y afférent en milieu marin : -dont la teneur des sédiments extraits est supérieure ou égale au niveau de référence N2 pour l'un au moins des éléments qui y figurent ; -dont la teneur des sédiments extraits est comprise entre les niveaux de référence N1 et N2 pour l'un des éléments qui y figurent : i) et, sur la façade métropolitaine Atlantique-Manche-mer du Nord et lorsque le rejet est situé à un kilomètre ou plus d'une zone conchylicole ou de cultures marines dont le volume maximal in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est supérieur ou égal à cinquante mille mètres cubes ; ii) et, sur les autres façades ou lorsque le rejet est situé à moins d'un kilomètre d'une zone conchylicole ou de cultures marines dont le volume maximal in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est supérieur ou égal à cinq mille mètres cubes ; -dont la teneur des sédiments extraits est inférieure ou égale au niveau de référence N1 pour l'ensemble des éléments qui y figurent et dont le volume in situ dragué au cours de 12 mois consécutifs est supérieur ou égal à cinq cent mille mètres cubes.	Projet soumis à examen au cas par cas

Le GPMNSN s'est engagé volontairement dans la réalisation d'une étude d'impact. Aucun dossier de demande d'examen au cas par cas n'a donc été déposé.

3.3 - Enquête publique

Les enquêtes publiques sont définies au travers des articles L.123-1 et suivants et R123-1 et suivants du Code de l'Environnement. Le projet étant soumis à autorisation environnementale au titre de la loi sur l'eau et à étude d'impact, il fera l'objet d'une enquête publique selon les modalités prévues aux articles L.181-10 et R181-36 du Code de l'Environnement.

Le dossier d'enquête publique comprendra les éléments prévus à l'article R123-8 du Code de l'environnement.

3.4 - Autres procédures réglementaires concernées par les travaux envisagés

TABLEAU 2 : LISTE DES PROCEDURES REGLEMENTAIRES APPLICABLES AU PROJET

PROCEDURE	REFERENCE	COMMENTAIRE	CARACTERISTIQUE DU PROJET VISEE
Évaluation des incidences sur les sites Natura 2000	Code de l'environnement L. 414-4	Le projet se situe dans des zones Natura 2000 et nécessite donc la réalisation d'une évaluation complète des incidences.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Habitats : <ul style="list-style-type: none"> ● FR5200621 : Estuaire de la Loire ● FR5202011 : Estuaire de la Loire Nord ✓ Oiseaux <ul style="list-style-type: none"> ● FR5210103 : Estuaire de la Loire ● FR5212014 : Estuaire de la Loire Sud
Sites classés et sites inscrits	Code de l'Environnement L.341-10	Deux sites inscrits et un site classé sont concernés par le périmètre portuaire. Les travaux ne sont pas de nature à modifier le paysage de ces sites.	✓ Pas de dossier spécifique nécessaire
Monuments historiques	Code du patrimoine L. 621-1 à 32	Quatre monuments historiques sont recensés sur le périmètre portuaire, 1 classé et 3 inscrits.	✓ Le projet n'est pas concerné par ces enjeux.
Déclaration de projet	Code de l'environnement : L. 126-1	Lorsqu'un projet public de travaux, d'aménagements ou d'ouvrages a fait l'objet d'une enquête publique en application du chapitre III du présent titre, l'autorité de l'Etat ou l'organe délibérant de la collectivité territoriale ou de l'établissement public responsable du projet se prononce, par une déclaration de projet, sur l'intérêt général de l'opération projetée.	✓ Réalisation d'une Déclaration de projet

Pièce n°3 : Solutions de substitution raisonnables examinées et principales raisons du choix effectué

1 - JUSTIFICATION DES DRAGAGES

1.1 - Exploitation portuaire

Les activités économiques actuellement présentes sur le territoire du GPMNSN, ont été localisées en fonction de plusieurs paramètres, dont le foncier disponible par rapport aux besoins de foncier des projets, mais également des contraintes d'exploitation pour l'activité à venir (besoin en bords à quai, proximité des voies ferrées, etc.). Les sites d'implantation des projets sont donc choisis en fonction du cahier des charges transmis par le porteur de projet, et les possibilités d'accueillir du GPMNSN. C'est notamment le cas des terminaux céréaliers qui devaient à la fois être accessibles par navires maritimes tout en étant facilement accessibles des principales zones de production des céréales pour limiter le transport. A ce jour, déplacer les activités en place n'est pas envisagé compte tenu des problèmes de foncier que cela pose (les surfaces nécessaires n'existent pas), des contraintes techniques (il conviendrait également de développement des voies d'accès terrestres conséquentes comme des routes et des voies ferrées desservant les sites actuels) et du coût financier prohibitif que cela implique. Le GPMNSN est donc dans l'obligation de draguer pour permettre aux activités en place de pouvoir fonctionner de manière optimale. A défaut, les navires de commerce ne pourraient poursuivre l'approvisionnement des sites industriels tels que TOTAL (50% du trafic maritime du GPMNSN) ou encore les terminaux céréaliers, avec des conséquences économiques et sociétales d'ampleur (2^{ième} raffinerie de France, traitant 11 Mt/an de pétrole brut pour TOTAL, le site de Roche Maurice est une place de concentration des trafics multimodaux du Grand-Ouest car bien reliés à la Bretagne et à la Vendée par la route et la voie ferrée).

Actuellement, le choix des sites d'accueil des projets industriels et logistiques à venir fait l'objet d'une analyse multicritère comprenant des critères économiques, techniques et environnementaux, ces derniers incluant la dynamique hydrosédimentaire et les besoins en dragage d'entretien associés. Ces deux paramètres interviennent donc dans la discrimination des solutions étudiées. Toutefois, ils ne peuvent décider à eux-seuls du lieu d'implantation des nouvelles activités, le GPMNSN devant satisfaire aux mieux à l'ensemble des contraintes techniques imposées par le porteur de projet. C'est notamment le cas du projet EOLE pour lequel la dynamique hydrosédimentaire fait l'objet de modélisations spécifiques en aval du pont de St Nazaire, ce dernier n'étant pas assez haut pour permettre le passage des éoliennes assemblées (300 m de hauteur). Les résultats des modélisations montrent que la future souille et le futur chenal d'accès au site EOLE joueront un rôle de piège à sédiments qui captera en partie les sédiments qui se déposent à ce jour dans le chenal d'accès à la forme Joubert. Cet effet limitera donc le volume de dragage d'entretien global incluant EOLE.

L'évolution prévisible des contraintes d'exploitation en lien avec le réchauffement climatique est actuellement à l'étude par le GPMNSN au travers de son étude de vulnérabilité de son territoire aux conséquences du changement climatique.

1.2 - Trafics maritimes

1.2.1 - Nature des trafics

Comme tout grand port maritime, le cœur de métier du GPMNSN est l'accueil de navires de commerce transportant des marchandises à destination ou en provenance des nombreuses activités industrielles et logistiques qu'il héberge sur son territoire. La grande majorité du trafic (plus de 90%) concerne les sites de Montoir et de Donges. En 2022, le trafic total du port de Nantes Saint-Nazaire s'élève à **29,7 Mt**, dont 76% à l'import. La part des flux énergétiques dépasse les deux tiers du trafic total (69 %) contre un peu plus de la moitié en 2021 (55 %). Cette progression est, pour partie, la conséquence d'une crise énergétique mondiale. Comme de nombreux pays européens, la France a eu besoin de sécuriser ses flux énergétiques en prévision de l'hiver 2022/2023.

Le terminal méthanier Elengy de Montoir de Bretagne a ainsi vu ses volumes considérablement augmenter par rapport à 2021 (+ 85 %). Le trafic de gaz naturel liquéfié s'élève à 9,9 Mt, un niveau encore jamais atteint dans l'estuaire de la Loire. Dans un contexte de tension de production d'électricité, la centrale EDF de Cordemais a été également fortement sollicitée pour subvenir aux besoins du Grand Ouest. Les importations de charbon ont ainsi progressé de 51 % atteignant 1,2 Mt, contre 0,8 Mt en 2021 et 0,2 Mt en 2020.

Les trafics d'hydrocarbures repartent à la hausse en 2022 avec le redémarrage progressif à l'été 2022 de la raffinerie TotalEnergies de Donges après 18 mois d'arrêt. Les importations de pétrole brut atteignent plus de 5,1 Mt. Le trafic des produits raffinés a retrouvé un rythme plus habituel avec moins d'importations (1,8 Mt, - 52 %) et plus d'exportations (2,4 Mt).

Les trafics par ordre d'importance sont les suivants :

- **les vracs liquides** (pétrole brut et produits raffinés, gaz naturel, autres) avec un trafic export/import de 19,3 Mt, soit **environ 65% du trafic total** ;
- les vracs solides (charbon, céréales, granulats marins, produits phytosanitaire etc.) avec un trafic import/export de 6,2 Mt, soit environ 21% du trafic total ;
- les conteneurs avec un trafic d'environ 1,5 Mt, soit un peu plus de 5% du trafic total ;
- les marchandises diverses (rouliers, bois et autres), qui représentent environ 0,7 Mt, soit 2% du trafic total.

Selon l'INSEE (2022), au-delà de l'aspect économique immédiat, **19 500 emplois** dépendent aujourd'hui directement ou indirectement des infrastructures portuaires. L'impact territorial du port s'étend bien au-delà des frontières du département surtout si l'on prend en compte la sous-traitance. Il est même structurant pour les communes les plus proches à Saint-Nazaire et dans l'estuaire.

1.2.2 - Répartition des différents trafics maritimes le long de l'estuaire

Le GPMNSN est en relation avec plus de 400 ports dans le monde. Il dispose de plusieurs sites (installations portuaires) répartis au long de l'estuaire, entre Saint-Nazaire et Nantes :

■ Le site de Saint-Nazaire

Cette zone est dédiée à la construction et la réparation navales (STX). Il dispose de 4 formes (3 formes de radoub et 1 forme écluse). Les autres activités du site sont la construction aéronautique, l'agroalimentaire ou encore la construction mécanique et métallurgique. Depuis 2022, ce site est également dédié au développement des énergies marines renouvelables.

■ Le site de Montoir-de-Bretagne

La zone industrialo-portuaire de Montoir-de-Bretagne regroupe différents sites, spécialisés par type de marchandise ou mode de manutention : trafic de conteneurs, gaz naturel liquéfié (cette activité représente 33% du trafic global du port en 2022), charbon en transit pour alimenter la centrale thermique de Cordemais, différents types de vracs (alimentaires, industriels ou encore construction et recyclage).

Ces ite dispose également d'infrastructures pour le roulier tel qu'un parc de stockage de 25 ha, directement relié aux réseaux autoroutier et ferré et connecté à l'autoroute de la mer.

■ Le site de Donges

La raffinerie présente sur ce site dispose d'une capacité annuelle de traitement de 11 Mt de pétrole.

■ Le site de Paimboeuf

Site historique du port de Nantes – Saint-Nazaire et ancien avant-port de Nantes, le site de Paimboeuf abrite désormais le centre d'exploitation des dragages du GPMNSN. Il assure l'élaboration et le pilotage des programmes de dragage, la coordination des équipes de marins et leur approvisionnement, ainsi qu'une activité de maintenance.

■ Le site du Carnet

Ce site dispose d'une réserve foncière pour le GPMNSN. Un aménagement y est possible, sous réserve que les conditions économiques et environnementales soient réunies.

■ Le site de Cordemais

Ce site abrite la centrale thermique pour la production d'électricité principalement alimentée par le charbon. L'activité de la centrale devrait diminuer dans les années à venir, car elle ne sera désormais sollicitée qu'en cas de pic de production pour sécuriser l'approvisionnement de l'alimentation électrique du Grand Ouest, et notamment de la Bretagne.

■ Le site du Pellerin

Il s'agit du principal site pour l'entretien des dragues travaillant en Loire.

■ Les sites amont (Nantes)

Le site de Nantes-Cheviré est une plateforme logistique et urbaine accueillant vracs de construction (bois, sable), recyclage (ferraille, terres, déchets de bois), conventionnel et vracs divers (engrais, céréales bio, tourbe, éoliennes terrestre), colis lourds, etc. Face à lui (rive droite), le site de Cormerais Roche-Maurice est un grenier à céréales majeur dans le Grand Ouest. Enfin, plus en amont, le quai Wilson, suite à sa reconversion, accueille désormais les paquebots de croisière, avec en moyenne six escales annuelles.

Les sites nantais représentent 10% du trafic total du GPMNSN, mais près du tiers en marchandises non-énergétiques, soit un poids de 3 Mt. L'évolution du trafic, par site portuaire, entre 2012 et 2022 est présentée sur la figure suivante.

1.2.3 - Evolution des trafics

En progression sur la période 2015-2018, le trafic global du GPMNSN est de nouveau en décroissance, avec un bilan export/import en 2020 de 28Mt. Ce niveau reste cependant à un niveau équivalent à 2012-2013 et au-dessus des années les plus basses (2015-2016). Cette diminution est certainement la conséquence des crises

sociales (mouvement des gilets jaunes et crise liée à la réforme des retraites) et sanitaire (pandémie du coronavirus).

La grande majorité du trafic (90%) se concentre sur les sites de Montoir-de-Bretagne et de Donges (sections 5 et 6 du chenal) et concerne le transport de vracs liquides (pétrole brut et produits raffinés, gaz naturel, autres) à hauteur d'environ 75% du trafic total.

TABLEAU 3 PERSPECTIVES DU TRAFIC MARITIME AU PORTE DE NANTES SAINT-NAZAIRE EN MILLIERS DE TONNES (PROJET STRATEGIQUE 2021-2026)

Scénario de référence (en Mt)	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Pétrole brut	7,8	7,8	9,0	9,0	9,0	9,0
Produits raffinés	5,4	5,4	5,5	5,5	5,5	5,5
GNL	8,5	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8
Charbon	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Céréales	0,7	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Alimentation animale	2,2	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
Roulier	0,7	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0
Conteneurs	1,6	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9
Autres vracs solides	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
Autres vracs liquides	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Autres marchandises diverses	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Total	31,0	31,3	32,4	32,5	32,5	32,5

1.3 - Contraintes bathymétriques pour l'accueil des navires

1.3.1 - Objectif d'accueil des porte-conteneurs

Le tirant d'eau du navire cible correspondant à la gamme 6000/8000 Equivalent Vingt Pieds (EVP) :

- longueur maximale 350 m,
- largeur maximale 46 m,
- tirant d'eau 14,5 m.

⇒ Implications pour le chenal de navigation

Compte tenu du surenfoncement pouvant atteindre 2 m pour un porte-conteneurs en phase de ralentissement à l'arrivée ou d'accélération au départ, l'accueil de ce navire cible impose de maintenir la cote des sections 1 et 2 du chenal à -13,70 m CM. Les sections amont ne sont pas impactées dans la mesure où le navire cible ne peut être accueilli qu'à pleine mer. A vitesse faible, une cote de -12,40 m CM est suffisante.

⇒ Implications pour les souilles

Le tirant d'eau du navire cible impose une cote de référence des souilles de -16 m CM pour un accueil permanent (ligne régulière), donc une cote de dragage de -17 m CM et une cote de tenue d'ouvrage de -18 m CM.

⇒ Implication pour la zone d'évitage

La longueur du navire type nécessite une zone d'évitage, entretenue à -12,40 m CM.

1.3.2 - Objectif d'accueil des méthaniers

Le navire cible est le méthanier de 250 000 m³, type Q-Max. Compte tenu de ses caractéristiques, ce navire ne peut manœuvrer qu'à pleine mer :

- Longueur 345 m,
- Largeur maximale 53,8 m,
- Tirant d'eau 12 m ; néanmoins, les types Q-FLEX ont un tirant d'eau supérieur, ayant atteint 13 m. C'est ce chiffre qu'il convient de retenir.

⇒ Implications pour le chenal

Pour permettre au navire d'appareiller en urgence à tout moment, puis de mouiller en attendant l'arrivée des moyens complémentaires (pilote et remorqueurs), la section 5 du chenal doit être entretenue à -12,85 m CM.

⇒ Implications pour les souilles

L'entretien des souilles des deux appontements, à la charge du client Elengy, ne pose pas de problème particulier.

⇒ Implications pour la zone d'évitage

La longueur du navire type nécessite une zone d'évitage de 500 m de large depuis les appontements jusqu'à la cote de -12,85 m pour y permettre un mouillage de sécurité.

1.3.3 - Objectif d'accueil des minéraliers

Le navire cible est le charbonnier de 135 000 t maximum (chargement partiel pour limiter le tirant d'eau de minéraliers pouvant aller jusqu'à 200 000 t de port en lourd) :

- Longueur maximale 300 m,
- Largeur maximale 48 m,
- Tirant d'eau maximal 16 m (limite d'acceptabilité à Montoir).

⇒ Implications pour le chenal, la zone d'évitage et les souilles

L'entretien du chenal (en amont de la section 2) et de la zone d'évitage à la cote de -12,40 m CM et de la souille à la cote de référence de -16,00 m CM permet d'assurer un accueil contractuel 13 jours par mois en fonction du coefficient de marée.

1.3.4 - Objectif d'accueil des pétroliers à Donges 7

Le navire cible est une combinaison de caractéristiques maximales de différents types de navires (VLCC, SUEZMAX, etc.), en chargement partiel pour limiter le tirant d'eau :

- longueur maximale 340 m,
- largeur maximale 60 m,
- tirant d'eau maximal 16 m, pratique 15 m.

⇒ Implications pour le chenal, la zone d'évitage et les souilles

L'entretien du chenal (en amont de la section 2) et de la zone d'évitage à la cote de -12,40 m CM et de la souille à la cote de référence de -16,00 m CM permet d'assurer un accueil 25 jours par mois pour un navire de 15 m de tirant d'eau.

1.3.5 - Objectif d'accueil des pétroliers à Donges 6

Le navire cible est une combinaison de caractéristiques maximales de différents types de navires, en chargement partiel pour limiter le tirant d'eau :

- longueur maximale 330 m,
- largeur maximale 50 m,
- tirant d'eau maximal 16 m, pratique 15 m.

⇒ **Implications pour le chenal, la zone d'évitage et les souilles**

L'entretien du chenal (en amont de la section 2) et de la zone d'évitage à la cote de -12,40 m CM et de la souille à la cote de référence de -15,60 m CM permet d'assurer un accueil 20 jours par mois pour un navire de tirant d'eau 15 m.

1.3.6 - Objectif d'accueil pour les céréaliers export à Nantes

Le navire cible est un gros vraquier, pouvant aller jusqu'à 185 000 tonnes de port en lourd, en chargement partiel au terminal céréalier de Roche Maurice, avec complément à Montoir, pour limiter le tirant d'eau dans le chenal de Nantes.

- longueur maximale 225 m,
- largeur maximale 32 m,
- tirant d'eau maximal 9,6 m, contractuel 8,50 m.

⇒ **Implications pour le chenal et les souilles**

L'entretien du chenal de Nantes à la cote -4,70 m CM et des souilles à la cote de référence de -9,10 m CM permet de garantir à l'opérateur de terminal la descente de navires de 8,50 m de tirant d'eau, à l'exception d'un ou deux créneaux de deux à six jours par mois par faible coefficient de marée.

Il est important de noter, dans ces conditions, la complexité d'une opération de descente d'un gros navire en accompagnant l'onde de marée, avec une succession de passages difficiles : rides du Pellerin, courbe des Baracons, Belle-Île, seuil des Brillantes.

Il découle des éléments précédents les cotes suivantes :

TABLEAU 4 RECAPITULATIF DES COTES DU CHENAL DE DONGES ET DU CHENAL DE NANTES

	Chenal de Donges (m CM) – sections 1 à 6	Chenal de Nantes (m CM) – sections 7 à 12
Cote nominale (définie dans l'arrêté de 2013)	-12,85 à -13,70	- 4,70 à - 5,10
Cote objectif actuelle (définie par le GPMNSN)	-12,40	- 4,30
Cote de navigation sur la période 2006-2022 (mesuré par suivi mensuel)	-11,50 à -12,70	-3,70 à -4,70
Cote objectif prévisionnelle pour 2025-2035 (définie par le GPMNSN)	-12,40	-4,30

1.4 - Besoins de dragage

1.4.1 - Dynamique hydrosédimentaire de la Loire

L'estuaire moyen de la Loire, entre Nantes et Saint-Nazaire est la principale zone de rencontre entre les eaux douces et limoneuses du fleuve et l'eau salée marine également chargée en matières en suspension. C'est un lieu privilégié d'accumulation des sédiments apportés essentiellement par le fleuve dont la masse annuelle d'apports varie entre 0,5 et 2 Mt de sédiments essentiellement vaseux. En l'absence de crue importante, les apports vaseux se concentrent dans l'estuaire pour former un système bouchon vaseux/ crème de vase qui oscille entre l'amont (à l'étiage, en été) et l'aval (de novembre à mai) où ils se déposent préférentiellement sur plusieurs mètres du fait des plus grandes profondeurs. La sédimentation sableuse est plus limitée. Elle s'observe plutôt dans le chenal de Nantes et les installations amont. Le détail des processus affectant la sédimentation est disponible dans l'état initial de l'étude d'impact.

Le suivi de cette sédimentation s'effectue par la Direction des Accès Nautiques du GPMNSN avec une méthodologie qui tient compte des particularités de la sédimentation. Pour cela, des levés bathymétriques des chenaux sont effectués régulièrement ce qui permet d'anticiper les besoins de dragage et d'assurer le suivi des fonds.

1.4.2 - Définition des besoins de dragage

Les navires désirant accéder à l'un des terminaux de l'estuaire de la Loire ont besoin, par leur tirant d'eau en charge, d'une certaine hauteur d'eau, variable suivant les zones concernées et le programme de chenalage prévu par le pilote. Cette contrainte induit une "cote de navigation" du chenal à respecter lors de l'arrivée et du départ prévisibles des navires.

Une fois à quai, le navire doit pouvoir stationner à poste pendant toute la durée de son séjour, en toute sécurité. A cet effet, des surprofondeurs locales du chenal, dénommées souilles, sont aménagées ; elles permettent au navire, avec sa cargaison, de subir les fluctuations de niveau induites par la marée.

L'objectif du GPMNSN en matière de navigation est de garantir un accès fiable et sûr de chaque navire jusqu'à son poste à quai (chenal et souille confondus). Compte tenu de la dynamique hydrosédimentaire de la Loire, le GPMNSN est donc dans l'obligation de draguer pour maintenir les tirants d'eau nécessaires aux navires en transit ou en escale.

Les besoins en dragage sont alors définis section par section, en fonction des dimensions des navires accueillis et du niveau des fonds régulièrement suivi par le GPMNSN. Les zones de dragage correspondent aux installations portuaires et à leurs accès tels que définis et localisés dans la partie présentation du projet : il s'agit du chenal, des accès aux installations portuaires (souilles et bassins) et des zones d'évitage.

En l'absence de ces opérations de dragage, les accès et chenaux seraient rapidement envasés et ne permettraient plus l'exploitation des infrastructures portuaires du GPMNSN.

2 - JUSTIFICATION DES VOLUMES DE DRAGAGE

En 2021, ARTELIA a réalisé, pour le compte du GPMNSN, une analyse des besoins et pratiques des opérations de dragage du GPMNSN. Ce rapport est disponible en Annexe 02.

Les objectifs d'entretien du chenal, des zones d'évitage et des souilles découlent de l'analyse des besoins des navires des clients. A une demande de profondeur correspond, dans la majorité des cas, une dépense de dragage.

Selon le type de navire accueilli, la cote d'objectif de dragage des souilles, objectif de profondeur assigné à chaque souille à l'issue d'une opération de dragage peut nettement varier, de -16 m CM pour les terminaux pétroliers ou le terminal charbonnier à - 5 m CM pour le poste roulier de Cheviré.

Les cotes objectifs des chenaux du GPMNSN sont de **-12,4m CM dans le chenal de Donges** pour les pétroliers (contre -12 à 12,5 m CM pour les autres navires) et de **-4,3m CM dans le chenal de Nantes** pour les navires céréaliers.

Les besoins en dragage estimés pour la période 2025-2034 (basés notamment sur les dragages moyens entre 2013 et 2022 notamment et prenant en compte le projet EOLE) sont les suivants, classés dans l'ordre de priorité d'intervention :

TABLEAU 5 BESOINS EN DRAGAGE

ZONES DE DRAGAGE	BESOINS EN DRAGAGE ESTIMES (M3)	FREQUENCE D'INTERVENTION
Sections 1 à 4	1 000 000	Permanente
Bassin de St Nazaire	25 000	Tous les 4/5 ans
Accès bassins de St Nazaire	70 000	2 x par an
Accès et quai EOLE	540 000	Permanente
Sections 5 et 6	2 470 000	Permanente
Zone d'évitage du méthanier	49 000	Permanente
Postes à quai de Montoir et Donges	770 000	Permanente
Sections 7 à 12	383 000	1 x par mois
ZE de Trentemoult	63 000	2 x par an
Postes à quai de Nantes	105 000	2 x par an
Total	5 475 000	

Les volumes de dragage ont fait l'objet, dans les années passées, d'un travail d'optimisation avec l'objectif de réduire les volumes et ainsi de réduire l'impact des dragages et de la gestion des sédiments sur l'environnement. Ce travail constitue en soi une mesure de réduction amont des opérations de dragage et d'immersion du GPMNSN.

La qualité de l'accueil portuaire repose d'abord sur l'assurance d'une sécurité optimale aux navires, dans une recherche équilibrée de compétitivité économique et de respect de l'environnement. La politique de dragages repose sur l'optimisation du maintien des profondeurs en fonction du trafic attendu.

Afin de tenir compte de la dynamique hydro sédimentaire extrêmement complexe et variable d'une année à l'autre, le chenal et les souilles font l'objet d'une surveillance bathymétrique adaptée :

- chenal de Donges : sondages mensuels voire tous les 7 jours durant les phases de sédimentation ;
- chenal de Nantes : sondages mensuels ou tous les 15 jours durant les phases de sédimentation ;
- souilles : sondages mensuels dans le cas général et tous les 10 jours pour les postes pétroliers.

Trois vedettes de sondage, équipées de sondeur monofaisceau, sont exploitées pour acquérir les données bathymétriques.

Le traitement numérique des données est effectué par des techniciens hydrographes après intégration de la marée et des corrections de roulis, tangage et pilonnement de la vedette de sondage. Le résultat met en évidence les différentes couches de vase de la masse turbide présente sur les fonds à entretenir.

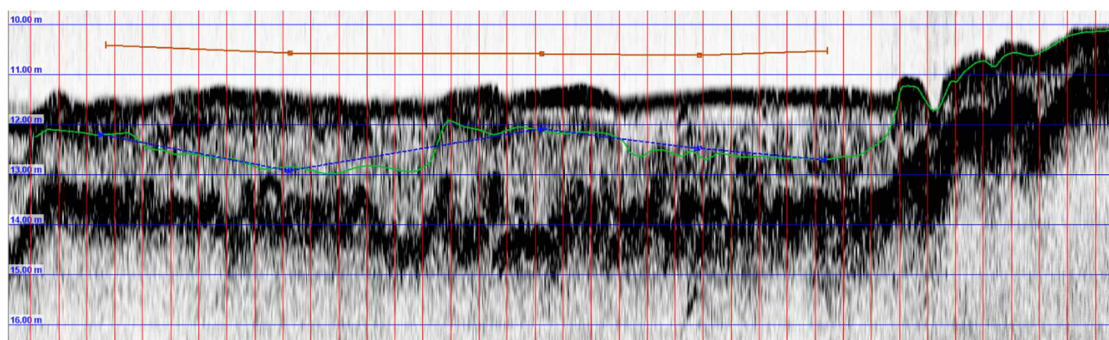


FIGURE 19 EXEMPLE D'ECHOGRAMME EN SECTION 6 (GPMNSN, 2021)

Un 1^{er} niveau d'optimisation des dragages est réalisé en recherchant la profondeur navigable correspondant à une densité de vase de 1,20. Sans cette information, il serait nécessaire de draguer une épaisseur supplémentaire de 1 m à 3 m correspondant au bouchon vaseux dense. Pour cela, **des profils de densité** sont réalisés à l'aide d'une sonde à rayons X afin de déterminer la profondeur en fonction de la densité.

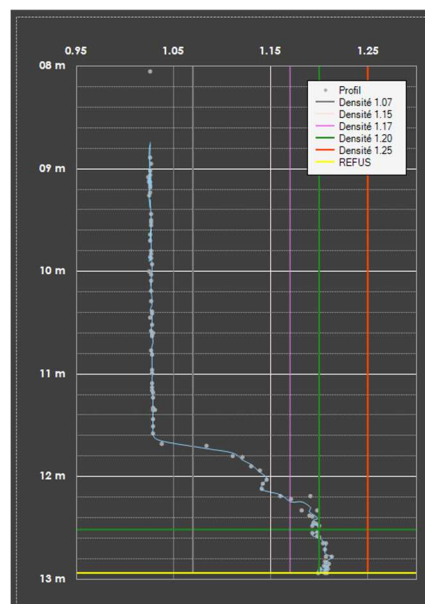


FIGURE 20 EXEMPLE DE MESURE DU PROFIL VERTICAL DES DENSITES EN SECTION 6 (GPMNSN, 2021)

Le report des points de densité sur les échogrammes permet de finaliser le plan de sondage qui déterminera le travail des dragues.

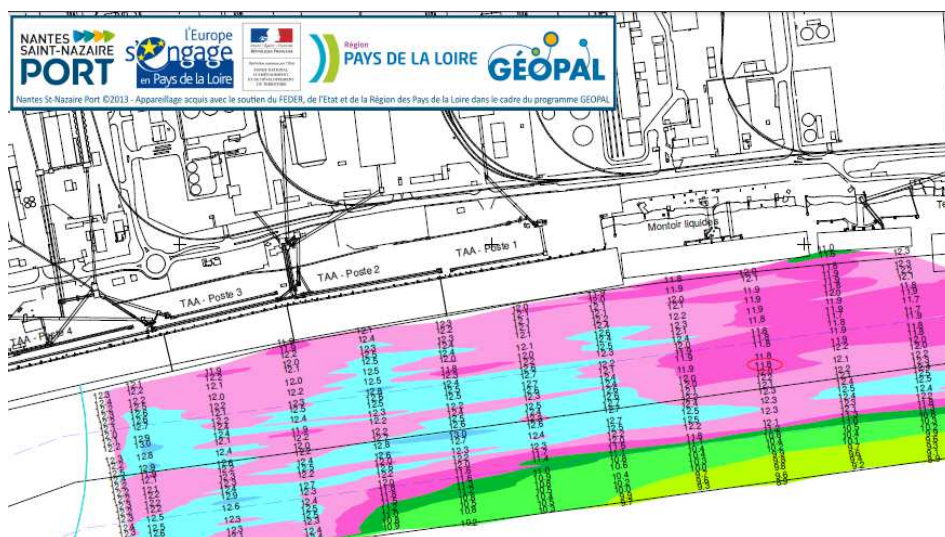


FIGURE 21 EXEMPLE DE PLAN DE SONDRAGE DEFINITIF

Le 2^{ème} niveau d'optimisation consiste à comparer les profondeurs du chenal aux tirants d'eau des navires attendus dans les 30 jours. Cette analyse fait l'objet d'une réunion mensuelle avec la capitainerie et les Pilotes de Loire.

A partir des hauteurs d'eau prédites, le tirant d'eau admissible des navires est calculé sur chaque marée. Ces éléments permettent de déterminer les besoins de dragage au juste nécessaire par rapport au trafic commercial attendu.

TABLEAU 6 TIRANTS D'EAUX ADMISSIBLES DANS LE CHENAL DE LA LOIRE - EXEMPLE DE RESULTATS DE CALCULS

GRAND PORT MARITIME NANTES- SAINT-NAZAIRE		PILOTAGE DE LA LOIRE	
Côte (en m) : 10,60		avril-2021	
TIRANTS D'EAU MAXIMUM AUTORISES POUR LES POSTES EN LOIRE JUSQU'A DONGES 6.			
Jours	MATIN	SOIR	
01-avr-21	15,20	15,00	
02-avr-21	14,75	14,65	
03-avr-21	14,30	14,25	
04-avr-21	13,85	13,85	
05-avr-21		13,75	
06-avr-21	13,90	13,90	
07-avr-21	14,10	14,10	
08-avr-21	14,30	14,25	

Enfin un 3^{ème} niveau d'optimisation est mis en œuvre en choisissant la drague à mobiliser par rapport à la localisation des points hauts, l'étendue des zones de dragage et la nature des sédiments.

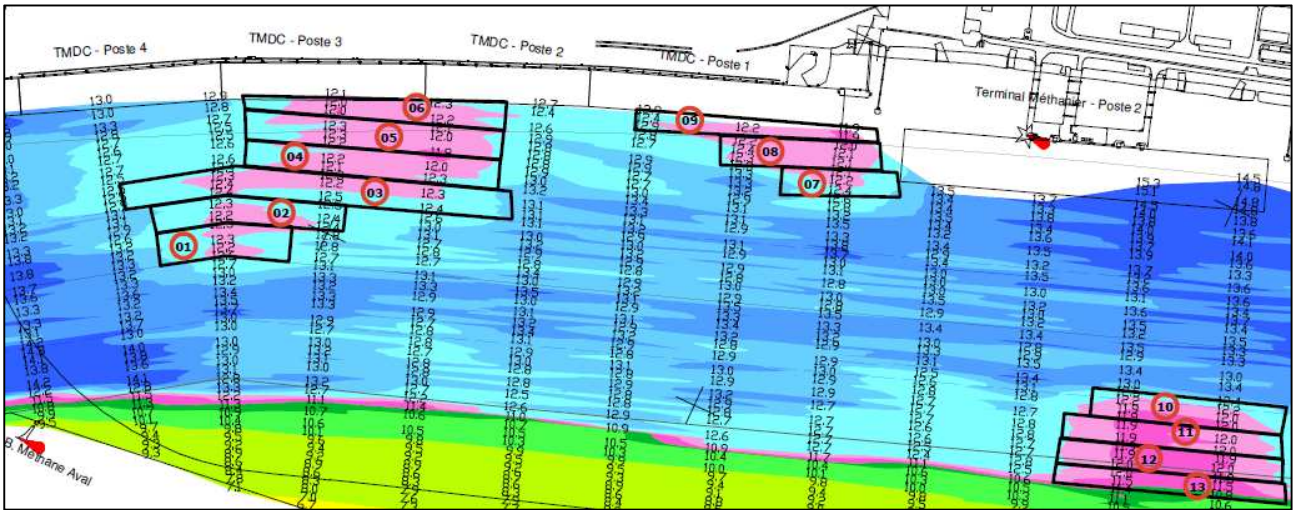


FIGURE 22 PLAN DE TRAVAIL POUR DRAGUE A INJECTION D'EAU – SEDIMENTS RECEMMENT DEPOSES, ZONES DE FAIBLE ETENDUE

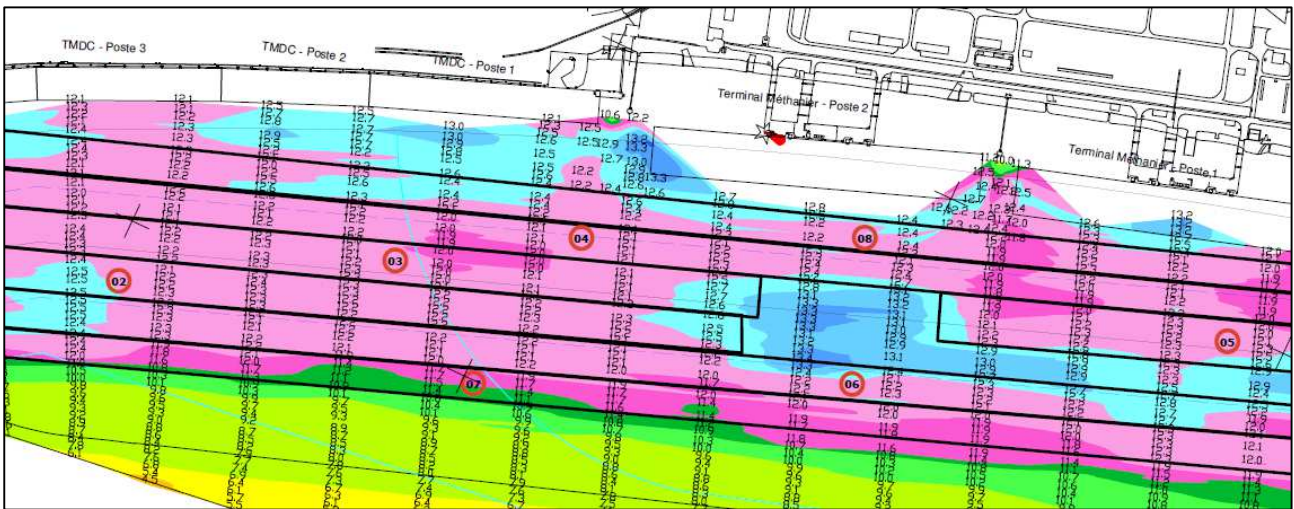


FIGURE 23 PLAN DE TRAVAIL POUR UNE DRAGUE ASPIRATRICE EN MARCHÉ – SEDIMENTS DEPOSES EN PHASE DE CONSOLIDATION, ZONES TRES ETENDUES

Pour compléter ces pratiques d'optimisation, le service Accès Nautiques calcule, chaque mois les volumes situés au-dessus et au-dessous de la cote objectif dans le chenal de navigation. Ce suivi permet d'anticiper l'impact des phases de sédimentation et d'érosion sur des périodes de 2 à 3 mois.

3 - JUSTIFICATION DES TECHNIQUES DE DRAGAGE

Plusieurs techniques de dragage existent et peuvent être mises en œuvre sur le périmètre du GPMNSN :

- dragages mécaniques ;
- dragages hydrauliques ;
- dragages hydrodynamiques.

Afin de définir la technique la mieux adaptée *a priori*, il convient de prendre en compte un certain nombre de critères de jugement objectifs permettant de mieux appréhender le degré d'application. Usuellement ces éléments sont :

- les **conditions d'accessibilité** : elles définissent notamment la faisabilité d'amener du matériel et de le faire circuler sur l'enceinte même et vers le site d'élimination ;
- la **configuration du site** : en fonction de la taille de l'enceinte, des activités et des voies de navigation présentes, les modalités du dragage et des équipements utilisés évoluent ;
- les **objectifs du dragage** : la mise en œuvre d'une opération de dragage peut répondre à de nombreux objectifs (création, entretien...) nécessitant plus spécifiquement l'intervention d'une technique plutôt qu'une autre ;
- la **nature physico-chimique des sédiments** : le degré de contamination des matériaux de dragage et les risques d'altération du milieu peuvent conduire à privilégier une technique plutôt qu'une autre notamment vis-à-vis des modalités de redistribution ;
- la **filière d'élimination retenue** : les disponibilités existantes pour l'élimination des sédiments ;
- les **rendements d'intervention** : suivant les volumes à extraire, l'urgence des travaux et les délais impartis, les dragages peuvent nécessiter le concours d'engins suffisamment importants pour satisfaire aux rendements escomptés.

Le choix d'une technique de dragage résulte donc de contraintes imposées qui, cumulées les unes aux autres, doivent permettre de cibler le matériel le mieux adapté.

3.1 - Technique de dragage mécanique

Les techniques de dragage mécanique permettent d'effectuer des travaux inaccessibles aux dragues aspiratrices à cause de l'étroitesse du site (pieds de quai, intérieur des ports). Elles consistent à creuser les fonds à l'aide de bennes ou de godets, plusieurs méthodes sont envisageables :

- pelle mécanique sur ponton flottant ;
- pelle mécanique flottante ;
- pelle à câble équipée d'un godet.



FIGURE 24 EXEMPLES DE PELLES MECANIQUES

Le tableau ci-dessous présente les avantages et inconvénients du dragage mécanique :

TABLEAU 7 AVANTAGES ET INCONVENIENTS DU DRAGAGE MECANIQUE

EXTRACTION	
Avantages	Inconvénients
Déstructuration minimale des matériaux extraits entraînant une teneur en eau réduite	Prise d'eau conséquente dès que la hauteur des sédiments est trop faible pour permettre la pénétration complète de la benne preneuse
Compatible avec des matériaux comprenant des macrodéchets, enrochements...	Remise en suspension des MES assez conséquente lors de l'opération de dragage
Facilité de mobilisation	Emprise importante (ponton-pelle ou autre engin d'extraction + barge)
	Rendements faibles (entre 250 et 600 m ³ / h en moyenne) et généralement très inférieurs aux dragages hydrauliques (jusqu'à 12 000 m ³ /h)
	Très sensibles aux conditions d'intervention : marées, courants, houle, vent, etc.
	Efficacité faible pour les dragages profonds ;
	Coûts plus élevés (entre 25 et 30 € / m ³)
TRANSPORT DES SEDIMENTS / TRAITEMENT / GESTION APRES EXTRACTION	
Avantages	Inconvénients
Possibilité de concilier dragage d'entretien avec dragage d'investissement (déroctage)	Pré-criblage des sédiments délicat
Temps de ressuyage moins long qu'avec une technique hydraulique (bassin de décantation)	Technique peu favorable à un traitement tel que l'hydrocyclonage, sans redilution des matériaux extraits
	Difficulté de ressuyage dès que l'épaisseur de sédiment est supérieure à 1 m

Au regard des volumes concernés par les opérations du GPMNSN, des conditions naturelles complexes et peu sécuritaires, de la nécessité de mobiliser des barges en cas de gestion par immersion **le dragage mécanique n'est pas adapté pour les opérations de dragage d'entretien du GPMNSN.**

Note : Le dragage mécanique est cependant adapté pour une gestion à terre des sédiments. Il est particulièrement efficace dans le cadre d'opération de dragage ponctuelle sur des zones portuaires difficilement voire non accessibles pour d'autres engins de chantiers ou présentant des sédiments pollués.

3.2 - Technique de dragage hydraulique

Les techniques de dragage hydraulique consistent à aspirer les sédiments en provoquant la mise en suspension des matériaux à draguer dans un fort courant d'eau, dont la vitesse est due à une dépression formée dans le bec d'aspiration par une pompe centrifuge de débit élevé. L'élinde peut être munie d'un désagrégateur en acier à lames ou à griffe dans les terrains durs ou compactés.

Les dragues aspiratrices fonctionnent en mode stationnaire ou en marche. La mixture d'eau et de sédiment pompée est, soit stockée dans le puits de la drague (autoporteuse, qui se charge de l'évacuation des matériaux), soit rejetée par voie hydraulique dans les barges (qui se chargent de l'évacuation des matériaux) ou dans la masse d'eau par l'intermédiaire d'une conduite étanche. Les deux principales techniques utilisées sont les suivantes :

■ Drague aspiratrice mobile :

- La Drague Aspiratrice en Marche (DAM) est un navire adapté à la navigation côtière ou de pleine mer, capable de charger, un puits intégré à sa structure au moyen d'une ou de plusieurs pompes centrifuges. Le chargement s'effectue tandis que le navire avance à vitesse lente (entre 1 et 5 nœuds).
- Les plus grandes DAM peuvent draguer des fonds à des profondeurs de 100 m. La capacité maximum d'un puits de DAM est comprise entre 750 à 45 000 m³ ;
- Les solides sont déchargés, généralement par le fond ; les portes du fond du puits de la DAM sont ouvertes entraînant la chute des sédiments ;
- Ce mode de dragage est adapté l'entretien des zones larges et longues.

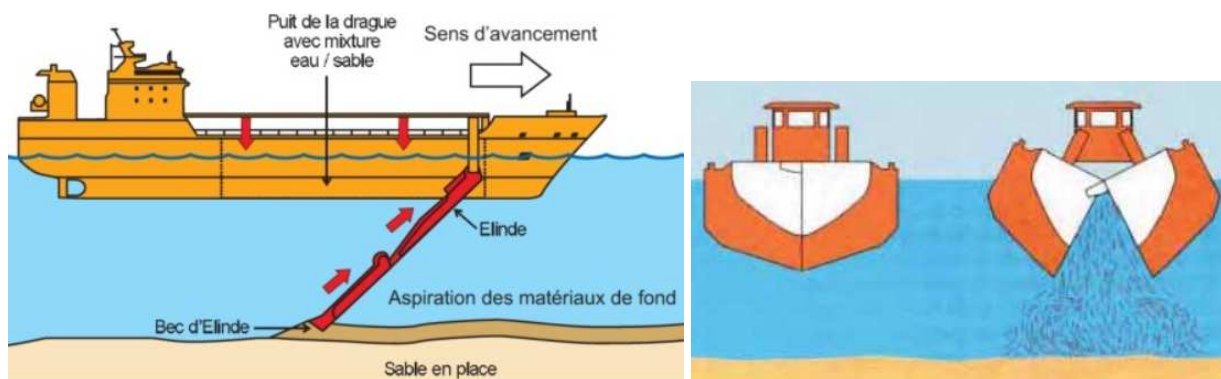


FIGURE 25 SCHEMA DE FONCTIONNEMENT D'UNE DAM (IFREMER)

■ Drague aspiratrice stationnaires :

- Elles sont généralement autopropulsées et stabilisées par des pieux d'ancrage qui maintiennent sa structure en position lors du dragage. Ces dragues disposent d'un cutter en rotation à l'extrémité de leur élince qui permet d'améliorer la désagrégation des sédiments. Une fois déstructuré et mélangé à l'eau, les sédiments sont aspirés et évacués, sur le littoral ou en mer, via une conduite de refoulement.
- Elles opèrent ainsi en balayant la zone à draguer jusqu'à 30 mètres de profondeur. La force du cutter, renforcée par son ancrage, permet à une DAS de désagréger tout type de matériaux (vase compacte, sable, gravier, voire roche pour les modèles les plus puissants). Les DAS présentent un rendement ;
- La drague peut réaliser une extraction en continue des sédiments avec un refoulement à proximité ;
- La présence des pieux peut entraver le trafic à proximité.

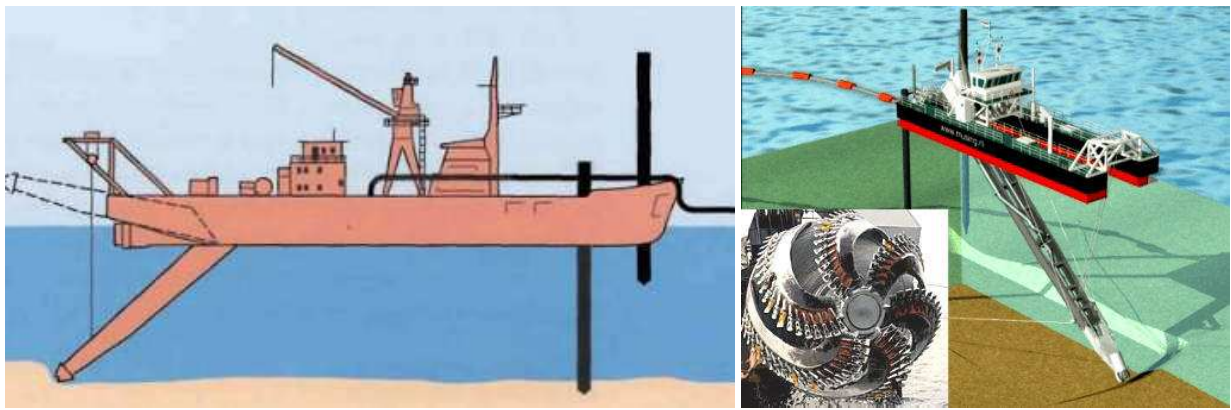


FIGURE 26 SCHEMA DE FONCTIONNEMENT D'UNE DAS

Le tableau ci-dessous présente les avantages et inconvénients du dragage mécanique :

TABLEAU 8 AVANTAGES ET INCONVENIENTS DU DRAGAGE HYDRAULIQUE

EXTRACTION	
Avantages	Inconvénients
Remise en suspension limitée	Teneur en eau élevée des sédiments en place
Bonne précision de dragage	
Rendement élevé et coûts moindres pour de grandes quantités et une épaisseur de sédiment conséquente	Mise en œuvre incompatible en cas de présence de macrodéchets, enrochements, etc.
Coûts réduits (entre 10 et 15 € / m ³)	
TRANSPORT DES SEDIMENTS / TRAITEMENT / GESTION APRES EXTRACTION	
Avantages	Inconvénients
Meilleure séparation granulométrique pour un réemploi en sortie	Emprise importante à prévoir dans le cas d'un bassin de décantation (ressuyage des matériaux)
Traitement alternatif possible (criblage, hydrocyclonage...)	Temps de décantation / dessiccation longs (matériaux fins non sableux)
Brassage des sédiments dans le cas d'une décantation ou d'un hydrocyclonage : meilleure oxydation des contaminants organiques	Gestion des eaux de décantation délicate : contrôle du rejet dans les eaux de surface

3.3 - Technique de dragage hydrodynamique

Le dragage hydrodynamique inclut toutes les techniques de dragage ayant pour principe de remettre en mobilité les sédiments, notamment en utilisant l'action des courants naturels. Deux grandes techniques sont :

■ **Drague à injection d'eau :**

- La technique de dragage par injection d'eau repose également sur un principe de remise en mobilité. Un jet d'eau sous basse pression est envoyé dans la couche sédimentaire pour créer un courant de densité. Les sédiments sont alors pris dans ce courant et emportés vers un point plus « bas » situé en aval de l'écoulement.
- L'action d'une drague à injection d'eau dans la couche de sédiments se décompose en trois phases (voir figure ci-dessous) : Injection d'eau à basse pression, génération du courant de densité, déplacement des sédiments.

- L'injection d'eau à basse pression implique l'apport de grandes quantités d'eau. Celle-ci est pompée en surface à proximité de la drague, puis est injectée localement à faible pression (d'environ 1,5 bar) dans la couche de sédiments par le biais d'une série de buses réparties sur une barre horizontale ;
- Les sédiments sont ainsi remis en mobilité : un courant de densité se forme et se déplace à proximité du fond, avec des échanges très limités avec la colonne d'eau.

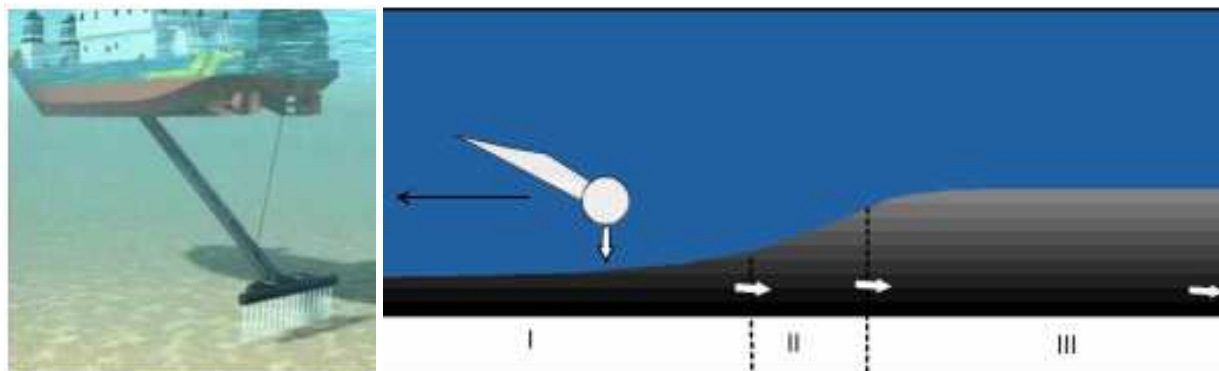


FIGURE 27 PRINCIPE DU DRAGAGE PAR INJECTION D'EAU

Les avantages et inconvénients du dragage par injection d'eau sont les suivants :

TABLEAU 9 AVANTAGES ET INCONVENIENTS DU DRAGAGE PAR INJECTION D'EAU

EXTRACTION	
Avantages	Inconvénients
Remise en suspension majoritairement limitée au fond	Inefficace pour des sédiments trop sableux
Bonne précision de dragage	
Rendement élevé et coûts moindres pour de grandes quantités et une épaisseur de sédiment conséquente	Mise en œuvre incompatible en cas de présence de macrodéchets, enrochements, etc.
Coûts réduits (entre 10 et 15 € / m ³)	
TRANSPORT DES SEDIMENTS / TRAITEMENT / GESTION APRES EXTRACTION	
Avantages	Inconvénients
Gestion directe dans la masse d'eau	Remise en suspension importante au fond
Réintégration des sédiments dans la dynamique hydrosédimentaire naturelle	Possible remontée des sédiments vers l'amont suivant les courants

■ **Rotodévaseur :**

- Le rotodévaseur est une embarcation munie d'une fraise horizontale (~4 mètres de large). La mise en rotation du dispositif déstructure le sédiment qui est remis en suspension pour être repris par les courants.
- Cet engin présente des rendements moyens, peut intervenir sur des surface réduite et difficiles d'accès, avec des sédiments fins mais n'est efficace que sur des zones à faible tirant d'eau ;
- Ce type de dragage engendre une importante remise en suspension des sédiments.



FIGURE 28 EXEMPLE DE ROTODEVASEUR

Au regard des besoins de dragage, des zones à draguer, des tirants d'eau et des sensibilités environnementales de la zone, **ce type d'engin n'est pas adapté aux opérations du GPMNSN.**

TABLEAU 10 AVANTAGES ET INCONVENIENTS DU DRAGAGE PAR ROTODEVASEUR

EXTRACTION	
Avantages	Inconvénients
Remise en suspension majoritairement limitée au fond	Inefficace pour des sédiments trop sableux
Bonne précision de dragage	Rendements faibles (entre 250 et 600 m ³ / h en moyenne) et généralement très inférieurs aux dragages hydrauliques (jusqu'à 12 000 m ³ /h)
Coûts moyens : entre 20 et 30 € / m ³	Très sensibles aux conditions d'intervention : marées, courants, houle, vent, etc.
	Efficacité faible pour les dragages profonds ;
	Mise en œuvre incompatible en cas de présence de macrodéchets, enrochements, etc.
TRANSPORT DES SEDIMENTS / TRAITEMENT / GESTION APRES EXTRACTION	
Avantages	Inconvénients
Gestion directe dans la masse d'eau	Remise en suspension importante au fond
Réintégration des sédiments dans la dynamique hydrosédimentaire naturelle	Possible remontée des sédiments vers l'amont suivant les courants

3.4 - Analyse multicritères des techniques de dragage

Le tableau ci-dessous présente une analyse multicritère des techniques de dragage par zone d'intervention. Trois niveaux d'adaptation sont définis : bien adapté (en vert), moyennement adapté (en orange) et non adapté (en rouge). Ces niveaux sont définis en fonction de caractéristiques techniques, environnementale, économique explicitées dans le tableau.

TABLEAU 11 ANALYSE MULTICRITERE DES TECHNIQUES DE DRAGAGE

	DRAGAGES MECANIQUES	DRAGUE ASPIRATRICE EN MARCHÉ	DRAGUE ASPIRATRICE STATIONNAIRE	ROTODEVASEUR	DRAGUE A INJECTION D'EAU
SECTIONS 1 A 4	Volume à draguer trop grand Zone de dragage trop étendue Courants trop forts Obstruction du trafic maritime	Technique économique et adaptée aux volumes, à la qualité des sédiments aux conditions maritimes, pas de dérangement majeur du trafic maritime.	Une DAS montre une sensibilité élevée aux conditions maritimes Obstruction du trafic portuaire Remise en suspension Pas de transfert à la Lambarde	Volume à draguer trop grand et/ou zone de dragage trop étendue Courants trop forts Remise en suspension	La DIE montre une sensibilité élevée aux courants de marée Remise en suspension au fond
BASSIN ST NAZAIRE	Bien adaptées au dragage de zones confinées et pour le dragage des sédiments pollués qui doivent être stockés à terre. Pas de disponibilité foncière	Technique adaptée pour les sédiments immergeables. Accès difficile pour les DAM Obstruction du trafic maritime.	Technique économique adaptée aux volumes, conditions d'accès. Possibilité de gérer en immersion ou à terre.	Inefficace dans une zone confinée	
ACCES ST NAZAIRE	Volume à draguer trop grand et/ou zone de dragage trop étendue Courants trop forts Obstruction du trafic	Accès difficile pour les DAM Obstruction du trafic maritime.	Obstruction du trafic maritime. Remise en suspension Pas de transfert à la Lambarde Rendements réduits	Cote objectif trop importante	Efficacité de la technique Adaptables aux contraintes du trafic maritime (intervention sur des créneaux de 2/3j seulement)
SECTIONS 5 ET 6		Technique économique et adaptée aux volumes, à la qualité des sédiments aux conditions maritimes, pas de dérangement majeur du trafic maritime.	Une DAS montre une sensibilité élevée aux conditions maritimes Obstruction du trafic portuaire Remise en suspension Rendements réduits		Couplage avec une DAM potentiellement nécessaire Remise en suspension au fond
POSTES A QUAI MONTOIR ET DONGES	Bien adaptées au dragage de zones confinées et pour le dragage des sédiments pollués qui doivent être stockés à terre. Pas de disponibilité foncière	Accès difficile pour les DAM Obstruction du trafic maritime.	Obstruction du trafic maritime. Remise en suspension Pas de transfert à la Lambarde Rendements réduits		Efficacité de la technique Adaptables au trafic maritime Couplage avec une DAM potentiellement nécessaire Remise en suspension au fond
SECTIONS 7 A 12	Volume à draguer trop grand et/ou zone de dragage trop étendue Courants trop forts Obstruction du trafic	Technique économique et adaptée aux volumes, à la qualité des sédiments aux conditions maritimes, pas de dérangement majeur du trafic maritime. Baisse significative du rendement / distance de la zone de la Lambarde. Bon rendement en cas de gestion des sédiments sur la zone de Grand Pont.	Obstruction du trafic portuaire Pas de transfert à la Lambarde Remise en suspension Pas de transfert à la Lambarde Rendements réduits.	Volume à draguer trop grand et/ou zone de dragage trop étendue Augmentation de la teneur en sable des sédiments rendant la technique peu efficace Remise en suspension	Efficacité de la technique Adaptables aux contraintes du trafic maritime Efficacité réduite en cas de présence importante de sédiments sableux
ZE TRENEMOULT		Technique économique adaptée si gestion par immersion dans l'estuaire Distance à la Lambarde Obstruction du trafic maritime	Obstruction du trafic maritime Remise en suspension Rendements réduits	Adapté à la zone Peu efficace avec des sédiments sableux Rendements réduits Remise en suspension	
POSTES A QUAI NANTES	Bien adaptées au dragage de zones confinées et pour le dragage des sédiments pollués qui doivent être stockés à terre. Pas de disponibilité foncière	Accès difficile pour les DAM Obstruction du trafic maritime.	Technique économique adaptée aux volumes, conditions d'accès. Possibilité de gérer en immersion ou à terre.		

3.5 - Synthèse sur les techniques de dragage

L'analyse des différentes techniques met en évidence que les besoins de dragage du GPMNSN nécessitent une forte adaptabilité des moyens de dragage en fonction des zones d'intervention et des conditions naturelles.

Les modalités d'intervention optimales pour le GPMNSN semblent donc être les suivantes, elles sont cohérentes avec les modalités d'intervention actuelles :

- la DAM « Samuel de Champlain » est bien adaptée pour le dragage du chenal de navigation des sections 1 à 6 avec une gestion des sédiments sur le site d'immersion de la Lambarde ;
- la DIE « Milouin » est bien adaptée pour faire face aux contraintes d'exploitation du port en limitant l'incidence sur le trafic maritime pour des interventions sur le chenal et les souilles ;
- la DAS « André Gendre » est bien adaptée pour des zones plus difficiles d'accès (bassin de Saint-Nazaire, les zones d'évitage et les postes pétroliers) et disponibles sur des créneaux importants (> 7 jours) ;
- La mise en œuvre d'une DAM de petite capacité offre les avantages de la DAM (stockage des matériaux, rendements) associés à une petite taille qui permet d'accéder à des zones habituellement réservées à une DAS. Elle permet d'intervenir sur des zones :
 - où l'ensablement augmente et pour lesquelles la DIE est moins efficace : la zone d'évitage de Trentemoult et les postes de Roche-Maurice par exemple ;
 - sans nécessité d'intervention d'une DAM de plus grande capacité.

4 - JUSTIFICATION DES FILIERES DE GESTION DE SEDIMENTS

Plusieurs filières de gestion ont été étudiées pour répondre aux besoins de dragage du GPMNSN :

- gestion dans la masse d'eau :
 - immersion par clapage sur le site de la Lambarde ou dans l'estuaire ;
 - remise en suspension dans l'estuaire ;
- rechargement de plages ;
- gestion à terre.

4.1 - Gestion des sédiments dans la masse d'eau

L'immersion des sédiments est une des principales filières de gestion des sédiments en France : elle concerne plus de 75 % des volumes dragués sur le littoral.

4.1.1 - Immersion par clapage sur le site de la Lambarde ou dans l'estuaire

4.1.1.1 - Description

Le retour au milieu aquatique (fluvial ou maritime) des sédiments issus d'opérations de dragage constitue encore le mode d'évacuation le plus utilisé dans la gestion de sédiments marins ou estuariens. Bien que de

plus en plus contrôlées et ne mettant en jeu que des sédiments exempts de contamination significative, ces pratiques demeurent importantes en France (environ 40 Mm³ sont immergés annuellement en France).

Une fois dragués, les matériaux sont transportés par des chalands ou des barges puis déposés dans un site d'immersion (ou de clapage) au large où ils se dispersent ou bien restent sur les fonds. Les sites de clapage font également l'objet d'un suivi rigoureux d'une année sur l'autre.

Les sédiments ne doivent pas représenter un risque pour le milieu naturel.

L'immersion des sédiments est une **solution simple et relativement bon marché** (autour de 5€ HT / m³) pour la gestion des sédiments portuaires. Elle peut être mise en œuvre à la fois pour des dragages hydrauliques et des dragages mécaniques.

Cette technique est cependant limitée par les éventuels impacts environnementaux qu'elle peut engendrer (augmentation ponctuelle de la turbidité, recouvrement des fonds, transfert de polluant...). De plus, elle nécessite le transfert des sédiments dragués vers les zones d'immersions (barges ou DAM) lorsque le rejet direct par canalisation n'est pas envisageable comme c'est le cas ici pour le site de la Lambarde.

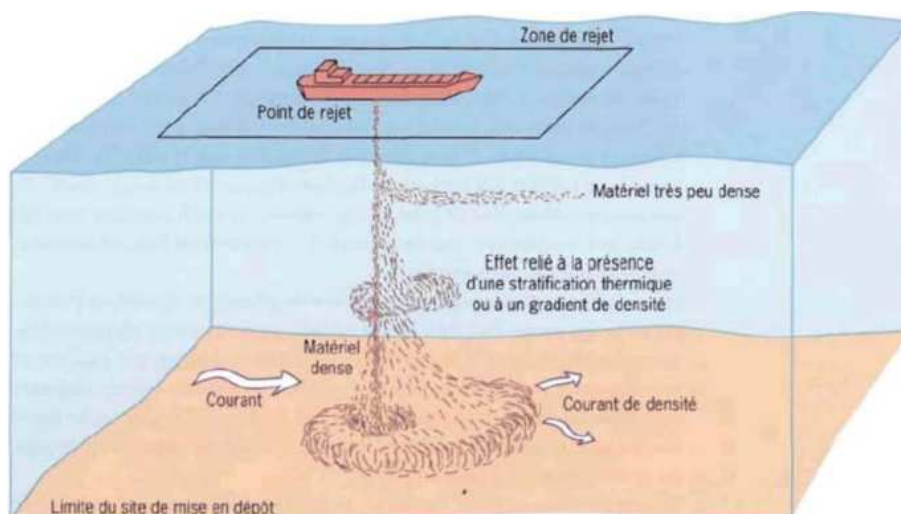


FIGURE 29 PRINCIPE DE L'IMMERSION DES SEDIMENTS

4.1.1.2 - Choix du site de l'estuaire externe de la Lambarde

Le site de la Lambarde a commencé à être exploité en 1973. Les opérations d'immersion des sédiments dragués sont donc présentes depuis longue date dans cette zone de l'estuaire externe et font partie intégrante de son environnement à l'heure actuelle.

Le GPMNSN a tout de même étudié en 2012 et en 2023 (voir Annexe 03), des sites alternatifs à la Lambarde. Trois sites ont été étudiés sur la base de 6 scénarios différents.

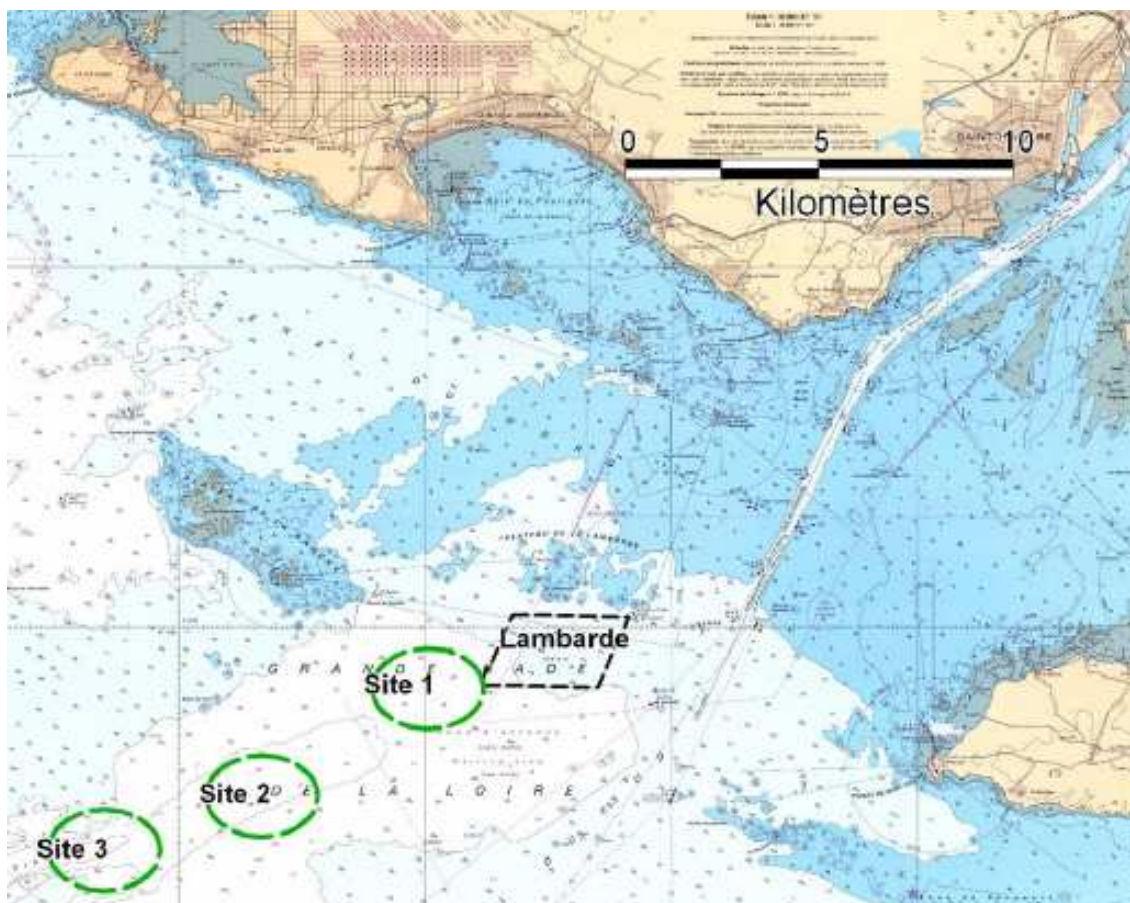


FIGURE 30 LOCALISATION DES SITES ALTERNATIFS ETUDIES

Les résultats de l'analyse multicritères sont les suivants :

- Le site 1, et notamment sa partie sud, constituent un site à privilégier de par sa profondeur (fonds sous la cote -25m CM), sa capacité volumique et sa situation en continuité de la Lambarde. Ce site permet également de fortement améliorer la stabilité des sédiments immergés ;
- Les sites 2 et 3 présentent un taux de stabilité plus élevé mais ils sont plus éloignés du site actuel et situés davantage au large. Cet éloignement se traduit par des surcoûts de dragage très importants. D'autre part ces deux sites sont caractérisés par un substrat grossier, voire rocheux, qui peuvent présenter un intérêt pour les poissons de roche. Ils se rapprochent d'ailleurs de la zone de pêche aux crustacés et aux poissons de roche ;

Les résultats de cette analyse multicritères mettent en évidence la pertinence de poursuivre les opérations d'immersion sur le site de la Lambarde sous réserve de limiter la hauteur du dépôt afin de ne pas dégrader la stabilité. La distance du site de la Lambarde aux zones de dragage a été un des éléments déterminant du choix de la zone. Les zones les plus éloignées nécessitaient des temps de trajet trop importants vis-à-vis de la disponibilité de la DAM. Cette analyse met également en évidence l'intérêt d'étendre le site initial de la Lambarde vers le sud-ouest pour améliorer la stabilité des sédiments sur le site.

4.1.1.3 - Choix des sites d'immersion dans l'estuaire interne

Les zones d'immersion dans l'estuaire interne ont été utilisées de manière très récurrente jusqu'en 2005. Le choix de ces sites a été fait, en son temps, en raison de leurs capacités dispersives permettant une reprise des sédiments immergés par les courants. Une étude menée en 1998 ("Evolution des zones de vidage de Grand-Pont et Port-Lavigne sur la période 1977-1998 – PANSN) avait pour but d'examiner les fluctuations bathymétriques de ces zones sous l'influence conjointe apports-érosion du fleuve et des clapages, afin

d'estimer la capacité des fosses à continuer à recevoir les vases draguées à l'amont. L'étude conclut que ces 2 zones évoluent à l'échelle interannuelle sous l'influence des grandes variations de débit et que les volumes clapés influent peu sur l'évolution des fonds. De fait, ces sites n'ont pas montré de hausse de la bathymétrie au fil des années.

De 2006 à 2016, ces sites n'ont plus été utilisés et n'ont été remis en service qu'en 2017. Depuis, aucun sédiment n'a été immergé sur le site de Port Lavigne, et un total volume de 240 000 m³ a été immergé sur la zone de Grand Pont sur 3 années. Les dragages dans le secteur amont du chenal de navigation étant soumis à des conditions de dragage et donc d'immersion restrictives en lien avec la teneur en O2d (Tableau ci-dessous), ces opérations ne peuvent engendrer un risque d'hypoxie, d'autant plus au regard des faibles volumes concernés. La reprise des sédiments immergés sur ces zones est quasi immédiate et se réalise donc durant une phase où les conditions d'oxygénation sont correctes grâce aux règles appliquées par le GPMNSN.

Teneur en O2 dissous	Tendance sur l'O2 dissous	T° de l'eau (°C)	Dragage
inf. 3 mg/l			Interdit
		Sup 27°	Interdit
		25 à 27°	Suspendu
Inf 5 mg/l	Baisse		Suspendu
	stable ou hausse		Jusant
		23 à 25°	Jusant
Sup 5 mg/l	Baisse	Inf 23°	A analyser
	Stable ou hausse		Flot et Jusant

FIGURE 31 : MATRICE DE DECISION EN CAS DE DEBIT DE LA LOIRE INFERIEUR A 500 M³/S

Concernant les risques pour les activités de baignade et conchylicoles, les zones d'immersion dans l'estuaire sont éloignées de plusieurs dizaines de kilomètres de ces secteurs sensibles. Les sédiments immergés à Grand Pont et repris par les courants sont largement dilués avant d'arriver à l'embouchure de l'estuaire. Les faibles volumes immergés et le phénomène de dilution limitent les risques de contamination des zones de baignade et conchylicoles par les bactéries fécales. Ceci est d'autant plus vrai que les teneurs en bactéries fécales des sédiments dans les sections amont sont en deçà de 60 NPP.

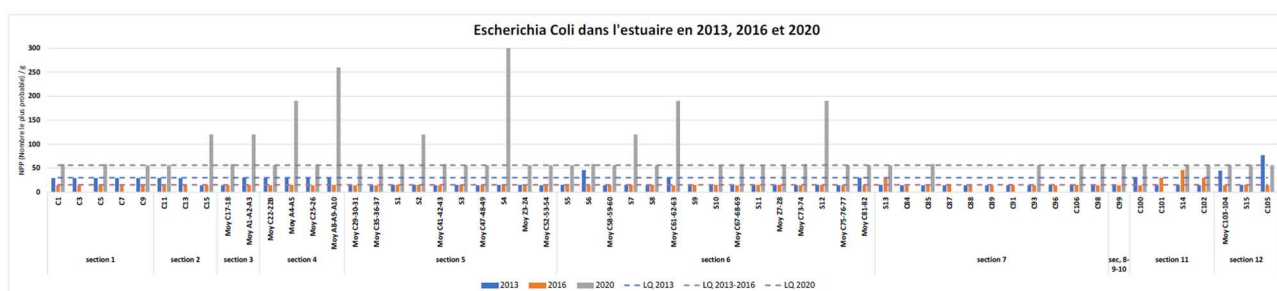


FIGURE 32 : TENEUR EN E.COLI DANS L'ESTUAIRE

Ainsi, les sites de Grand Pont et de Port Lavigne ont notamment été choisis au regard de l'hydrodynamisme important sur ces secteurs, qui sont en conséquence très dispersifs. La zone de Port Lavigne n'a jamais été utilisée depuis l'AIP du 25/01/2017 mais il n'est pas exclu de l'utiliser en cas de besoin.

Concernant la zone de Grand Pont plusieurs immersions ont été réalisées depuis 2018 :

- 2018 : 76 800 m³ ;
- 2019 : 153 600 m³ ;
- 2021 : 70 500 m³ ;
- 2022 : 7 600 m³

Les suivis bathymétriques réalisés entre 2018 et 2022 mettent en évidence la forte variabilité naturelle des fonds (envasement en étiage mais érosion en période de crue) et la capacité de reprise des sédiments après immersion. Ces suivis permettent de confirmer le choix de ces zones d'immersion.

4.1.2 - Remise en suspension dans l'estuaire

La remise en suspension représente **l'unique filière de gestion des dragages hydrodynamiques**. Elle peut cependant être mise en œuvre dans le cadre de dragages hydrauliques et moins couramment de dragages mécaniques. Tous comme les méthodes de dragage hydrodynamique, cette filière de gestion repose sur les courants comme support de transport des sédiments. Les matériaux remis en suspension dans un cours d'eau ou dans le courant de jusant sont alors transportés vers l'aval.

Cette méthode de gestion est à privilégier dès que possible tout d'abord du fait de son coût généralement plus réduit que les autres filières de gestion, mais aussi car elle favorise le transit sédimentaire qui représente généralement un des objectifs des SDAGE.

Comme pour le clapage, les sédiments ne doivent pas représenter un risque pour le milieu naturel (pas de réglementation précise mais ils doivent généralement être < N1 ou > N1 et non écotoxiques).

Cette méthode de gestion par restitution au cours d'eau implique des conditions hydrodynamiques minimales pour permettre l'emportement des sédiments remobilisés, soit des courants généralement supérieurs à 0.2 à 0.3 m/s.

Du fait des panaches turbides généralement engendrées par cette méthode de gestion des sédiments, il convient de s'assurer qu'elle n'aura pas d'incidence significative sur le milieu en prenant en compte non seulement la qualité des sédiments, mais aussi les différentes sensibilités du milieu (habitats, espèces...) et les conditions de mise en œuvre.

4.2 - Gestion en rechargement de plage

De telles opérations peuvent être envisagées lorsque les plages sont en érosion (déficit sédimentaire) et présentent des enjeux forts tels que le recul de trait de côte ou des enjeux économiques comme le tourisme. C'est par exemple le cas sur la commune de la Baule qui a procédé à un rechargement massif de sa plage en 2004. Les besoins lors d'un rechargement de plage sont les suivants :

- les sables apportés doivent présenter des caractéristiques physiques très précises (fuseau granulométrique, couleur...);
- une quantité importante de sables de caractéristiques compatibles doit être disponible ;
- les méthodes et moyens doivent permettre d'apporter les matériaux en haut de plage.

Il convient de noter que cette filière présente un coût relativement faible (compter environ 10€ HT / m³), plus important que l'immersion mais bien inférieur aux filières de gestion à terre. Celle-ci peut être une des moins impactantes financièrement

4.2.1 - Caractéristiques des sédiments dragués

Les sables doivent répondre à des exigences très précises en matière de granulométrie (moyenne comprise entre 450 et 700 nm et part de sables fins < 20%). De manière générale, les sables dragués dans l'estuaire présentent une **granulométrie peu propice à des rechargements de plage** car ils sont mal classés, c'est-à-dire qu'ils comportent aussi bien des sables fins, des sables moyens que des sables grossiers.

De plus, les sédiments doivent présenter une bonne qualité physico-chimique et ne pas présenter de contamination bactériologique.

4.2.2 - Concomitance des besoins de rechargement de plage et des dragages

Le transfert direct des matériaux vers la plage à partir d'une drague portuaire est a priori impossible à mettre en œuvre, que ce soit par rainbowing ou par canalisation de refoulement :

- l'étendue des petits fonds devant les plages et les faibles profondeurs d'eau disponibles impliqueraient que la drague se maintienne loin des plages (car son tirant d'eau est trop important pour s'approcher). Devant la plage de la Baule, cette distance serait d'environ 3 km ; à partir de là, la drague devrait se connecter à une conduite de refoulement ;
- à cette contrainte s'ajoute le temps d'accès à un point de refoulement ainsi que le fait que l'intervention est limitée par les conditions d'agitation et les vents.

Les contraintes de transfert des matériaux vers les plages et de temps d'accès sont très fortes et impliqueraient une plage d'intervention journalière très courte et un délai global de travaux accru. **Cette solution n'est donc pas envisageable.**

Note : Une solution alternative serait de faire transiter les matériaux à terre puis qu'ils soient transportés vers les plages par voie routière. La drague pourrait refouler les matériaux au niveau d'un des terminaux de Nantes (Cheviré) ou de Saint-Nazaire (Montoir).

En conclusion, l'inadéquation entre les besoins de sable des plages à recharger et le profil granulométrique des sédiments dragués et les contraintes opérationnelles des dragages du GPMNSN conduit à ne pas mettre en œuvre cette filière.

4.3 - Gestion à terre des sédiments

Comme vu précédemment, ce sont techniques de dragage hydraulique qui sont retenues compte tenu des conditions d'accès aux zones à draguer d'une part, et du rendement de dragage nécessaire au maintien des cotes objectifs d'autre part. De fait, les sédiments dragués par DAS et par DAM présentent un taux de siccité de 70 à 80%.

Par conséquent, une gestion à terre implique *a minima* une phase de déshydratation à terre des sédiments avant de pouvoir les transporter vers leur lieu de valorisation.

4.3.1 - Sédiments immergeables

Les sédiments immergeables sont les sédiments qui ne présentent pas de risque pour le milieu naturel. Généralement, ce risque est considéré comme limité pour les sédiments dont la qualité ne dépasse pas le seuil N2.

Sur le périmètre du GPMNSN, ces matériaux constituent un volume d'environ 5 Mm³/an. Afin de déshydrater ce volume, le GPMNSN devrait disposer de sites de transit lui permettant de stocker temporairement les volumes dragués le temps de leur déshydratation, dont le délai est d'environ 6 mois par session de dragage. Sur cette base, et compte tenu des besoins soutenus en dragage, il conviendrait que le GPMNSN puisse disposer de sites de transit tout le long de l'estuaire pour un volume de 5 Mm³. Le ratio surface de transit par volume dragué est de 1 ha/10 000 m³ dragués, soit 500 ha pour l'accueil des 5 Mm³ de sédiments. La réserve foncière du GPMNSN (150 ha) ne peut répondre au besoin. En effet, la mise à terre impliquerait la consommation de 350 ha de sites naturels ou de terres agricoles pour disposer des surfaces suffisantes.

Une fois les sédiments déshydratés, leur gestion implique de disposer de filières de valorisation capables d'accepter un tel volume annuel. Une étude d'opportunité territoriale de solutions innovantes de valorisation à terre d'une partie des sédiments de dragage immergeables du GPMNSN a été menée en 2019 par le CEREMA (disponible en Annexe 18).

Cette étude avait comme principal objectif d'étudier l'opportunité, la faisabilité et la rentabilité de la valorisation à terre d'une partie des sédiments de dragage du GPMNSN et ce dans le cadre d'une démarche territoriale, en cohérence avec les principes de l'économie circulaire. Cette étude devait permettre d'apporter des éclairages sur les voies de valorisation terrestre, leur faisabilité technique, économique, écologique et sociétales dans le cadre du réseau d'acteurs territoriaux.

Les filières et applications étudiées étaient les suivantes :

TABLEAU 12 FILIERES ET APPLICATIONS DE VALORISATION DES SEDIMENTS DE DRAGAGE

Filières	Applications / Usages
Aménagements portuaires, fluviaux et maritimes	Renforcement de berge, remblais, béton et ciment,...
Aménagements routiers	Couverture imperméable, sous-couche routière (ex : couche de forme), asphalte, etc.
Aménagements paysagers	Réhabilitation de carrière, merlons, digues, comblement de carrières
Matériaux de construction	Béton, ciment, terre cuite, terre crue, granulats
Création de zones d'intérêt écologique	Création d'îles, de marais, de zones humides, etc.
Couverture imperméable	
Sols	Amendement agricole, épandage, réhabilitation, restructuration de sols (technosols), regalage

L'étude a conclu à l'absence de maturité technique et économique des filières de valorisation à terre sur le territoire.

Enfin, le coût d'une gestion à terre est très élevé, notamment du fait de la phase de décantation / égouttage, du transport par camion et de la mise en œuvre de la filière elle-même. Entre le dragage, le traitement et la valorisation, il faut compter entre 50 et 100 € HT / m³, voire 150 à 200 €HT / m³ pour une gestion en centre de stockage des déchets.

Compte tenu des besoins en réserve foncière, de l'absence de filière technique mature et capable de valoriser un tel volume de sédiments, et de son coût rédhibitoire, la gestion à terre des sédiments immergeables n'est pas réaliste. Ce mode de gestion ne peut donc être envisagé que pour les seuls sédiments non immergeables.

4.3.2 - Sédiments non immergeables

Les sédiments sont considérés comme non immergeables s'ils présentent un risque pour le milieu naturel. L'article 85 de la loi sur l'économie bleue va conduire à définir des teneurs en contaminants au-dessus desquels l'immersion sera interdite. Ces seuils N3, dépassent les niveaux N2 existants à partir desquels les ports pouvaient s'interdire de pratiquer l'immersion, sauf à démontrer par des tests d'écotoxicité qu'elle n'était pas préjudiciable à l'environnement.

Sur les zones entretenues du port du GPMNSN, **il n'existe pas de stock de sédiments fortement contaminés clairement circonscrits et stables dans le temps et les sédiments analysés jusqu'à présent ne dépassent pas les niveaux N3 qui vont être intégrés dans la réglementation nationale**

Comme indiqué ci-dessus, il n'existe pas de filière mature de gestion à terre de sédiments. Dans le cas où le GPMNSN devrait draguer une zone présentant des sédiments non immergeables, il conviendra de s'assurer de l'existence d'une filière de gestion adaptée (merlon paysager, etc.) et des moyens de traitement adaptés (égouttage, etc.).

Au regard de l'absence, jusqu'alors, de sédiments non immergeables parmi les matériaux à draguer en entretien, l'analyse multicritère se concentrera sur la gestion des sédiments immergeables.

4.3.3 - Schéma directeur des dragages

Le GPMNSN a élaboré un schéma directeur des dragages (disponible en Annexe 19) dont la vocation est de définir la stratégie globale du port en matière de gestion des sédiments de dragage, qu'ils soient d'entretien ou pour travaux. Ce document fixe notamment une logique décisionnelle de gestion des sédiments en fonction de leur qualité chimique et écotoxicologique :

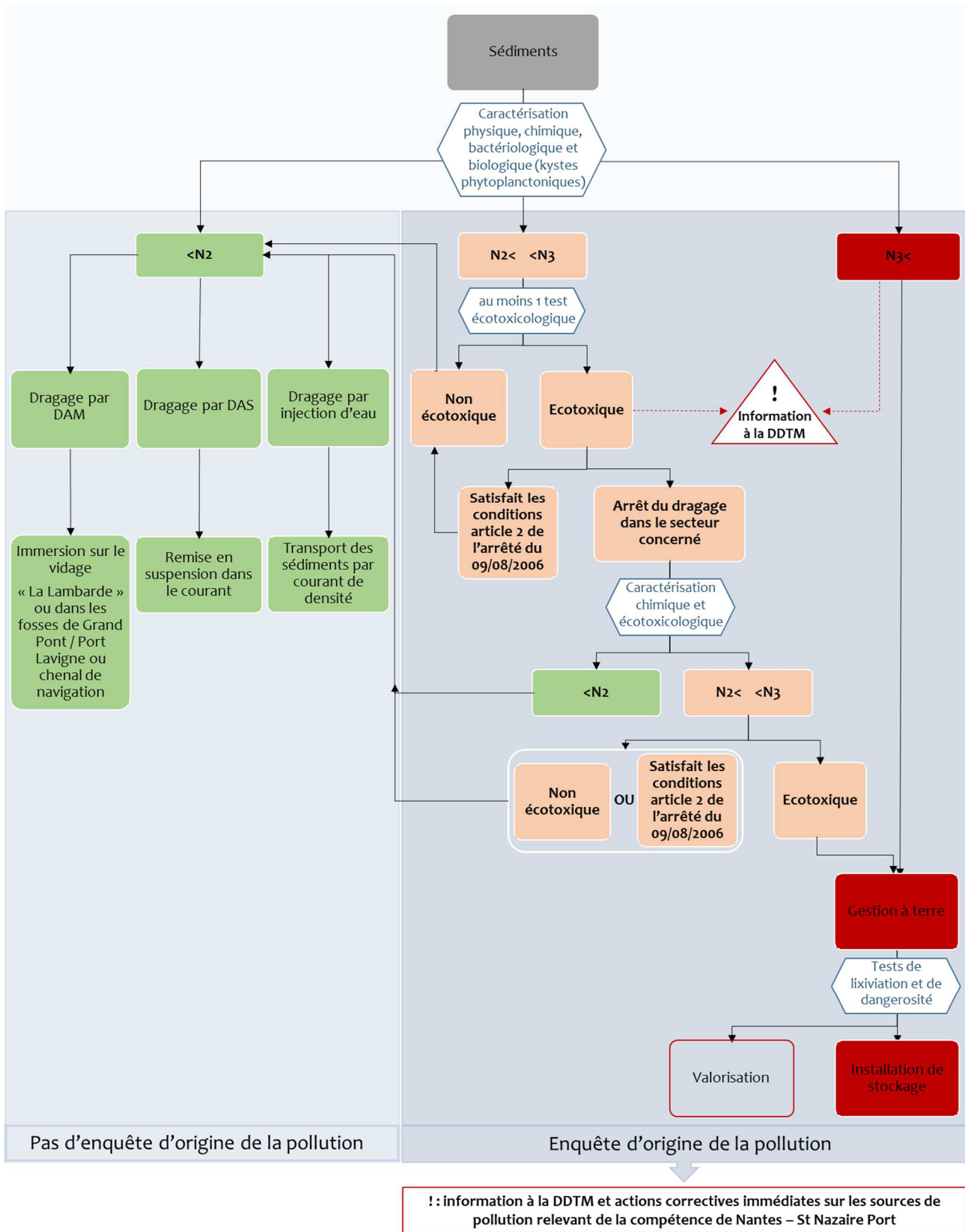


FIGURE 33 LOGIGRAMME DE GESTION DES SEDIMENTS

En cas de présence de sédiments incompatibles avec une gestion par immersion, le GPMNSN mettra en œuvre des filières de gestion à terre. Pour ce faire, deux axes opérationnels s'offrent à lui :

- Les sédiments ne sont pas valorisables: le GPMNSN devra en ce cas se rapprocher des Installations de Stockage de Déchets (ISD) acceptant les sédiments de dragage. Dans les environs du territoire portuaire, une ISD est d'ores et déjà identifiée (Ecopôle de Cheviré);
- Les sédiments sont valorisables : le GPMNSN s'appuiera alors sur l'étude de filières de valorisation des sédiments de dragage qu'il va mener en 2025. Cette étude aura pour objectif de déterminer les besoins en pré-traitement / traitement nécessaires tels que la déshydratation, le chaulage ou encore l'ajout d'un liant spécifique à une filière de valorisation, etc., en transport des sédiments, et d'identifier les filières de valorisation possibles parmi celles déjà testées à ce jour (remblais, matériaux de construction, techniques alternatives routières, merlon anti-bruit, écomodelé paysager). Des analyses techniques seront menées afin de vérifier que les sédiments répondent aux exigences géotechniques et environnementales des différentes filières. L'étude devra également identifier des besoins en matériaux à l'échelle du GPMNSN, la valorisation ne s'entendant que si elle répond à un besoin pré-existant de matériaux. A ce jour, les sites de transit et de traitement des sédiments disponibles à proximité du territoire portuaire sont Ecopôle de Cheviré, plateforme Extract de la Becquerie, site de traitement de Tohannic. D'autres solutions temporaires pourraient également être mises en œuvre si besoin (déshydratation par géotextiles positionnés sur un terre-plein du GPMNSN, puis valorisation).

4.3.4 - Synthèse sur la gestion à terre

La gestion à terre des sédiments ne peut concerner que les sédiments non immergeables au regard des contraintes techniques, financières et environnementales, notamment du fait de la consommation de réserve foncière, que cela implique.

4.4 - Analyse multicritères des filières de gestion

Le tableau ci-dessous présente une analyse multicritères des filières de gestion de sédiments par zone d'intervention. Trois niveaux d'adaptation sont définis : bien adapté (en vert), moyennement adapté (en orange) et non adapté (en rouge). Ces niveaux sont définis en fonction de caractéristiques techniques, environnementale, économique explicitées dans le tableau.

TABLEAU 13 ANALYSE MULTICRITERES DES FILIERES DE GESTION DES SEDIMENTS

	GESTION A TERRE	IMMERSION LAMBARDE	IMMERSION GRAND PONT / PORTLAVIGNE	REMISE EN SUSPENSION DANS L'ESTUAIRE
SECTIONS 1 A 4	<p>Volume de sédiments trop important Sédiments de qualité satisfaisante Pas de filière mature Coûts réhibitoires pour des sédiments de bonne qualité chimique (immergeable) Teneur en sel des sédiments Pré-traitement nécessaire Complexité réglementaire</p>	<p>Adaptée aux importants volumes de sédiments Sédiments de bonne qualité Proximité des zones de dragage Coût acceptable Incidence environnementale limitée</p>	<p>En amont des zones de dragage.</p>	<p>Technique adaptée pour des sédiments immergeables. Bonnes conditions hydrodynamiques. Incidences environnementales limitées. Coût acceptable Profondeurs de dragage Secteur exposé à des états de mer plus sévères</p>
BASSIN ST NAZAIRE	<p>Potentiellement en cas de sédiments fortement contaminés Coût très importants (*10 / immersion) Pas de filière de valorisation identifiée Teneur en sel des sédiments Pré-traitement nécessaire Complexité réglementaire</p>			<p>Technique adaptée pour des sédiments immergeables. Bonnes conditions hydrodynamiques. Incidences environnementales limitées. Coût acceptable</p>
ACCES ST NAZAIRE	<p>Volume de sédiments trop important Sédiments de qualité satisfaisante Pas de filière mature Coûts réhibitoires Teneur en sel des sédiments Pré-traitement nécessaire Complexité réglementaire</p>	<p>Adaptée aux importants volumes de sédiments Sédiments de bonne qualité Distance des zones de dragage Coût plus conséquent lié à la distance de la zone d'immersion Incidence environnementale limitée</p>	<p>Proximité des zones de dragage Adapté en cas de sédiments plus sableux Incidence environnementale limitée</p>	<p>Technique adaptée pour des sédiments immergeables. Efficacité limitée en présence de sédiments sableux Bonnes conditions hydrodynamiques. Incidences environnementales limitées Coût acceptable</p>
SECTIONS 5 ET 6				
POSTES A QUA MONTOIR ET DONGES				
SECTIONS 7 A 12				
ZE TRENEMOULT				
POSTES A QUA NANTES				

4.5 - Synthèse sur les modalités de gestion des sédiments

L'analyse des différentes techniques met en évidence que les besoins de dragage du GPMNSN nécessitent des filières de gestion capables d'absorber d'importants volumes de sédiments.

Les filières les plus adaptées pour le GPMNSN, cohérentes avec les pratiques actuellement mises en œuvre, sont les suivantes :

- la filière d'immersion par clapage sur le site de la Lambarde permet de gérer d'importants volumes de sédiments à des coûts acceptables en favorisant la continuité sédimentaire dans l'estuaire et en limitant l'incidence sur la qualité de l'eau de l'estuaire ;
- la filière de remise en suspension dans l'estuaire est également une filière pertinente pour les sédiments non accessibles à une DAM ou en l'absence de ce type de matériel ;
- enfin, la filière d'immersion par clapage dans le chenal de navigation de l'estuaire amont (zone de Grand Pont) est adaptée pour tous types de sédiments et particulièrement dans le cas de périodes sensibles pour l'ichtyofaune lors desquelles le dragage par DAS ou DIE peut contribuer à une consommation d'oxygène dissous favorable à l'apparition de phénomènes d'hypoxie. Cette technique pourra également être mise en œuvre de manière exceptionnelle dans l'estuaire aval (section 5 du chenal) en cas d'envasement important (crues, etc.) et rapide.

Concernant les filières de gestion à terre, il n'est aujourd'hui pas pertinent de les mettre en œuvre car :

- les sédiments présentent une qualité en adéquation avec leur gestion par immersion ou remise en suspension (sur toutes les zones draguées en entretien) ;
- les filières de valorisation à terre ne sont pas opérationnelles et présentent des coûts rédhibitoires ;
- le foncier nécessaire à la gestion à terre n'est pas disponible.

Pièce n°4 : État actuel de l'environnement et facteurs susceptibles d'être affectés de manière notable par le projet

1 - CONTEXTE PHYSIQUE

1.1 - Climat

Sources : Info-climat et Météo France

L'aire d'étude s'établit sur le territoire de la Loire Atlantique (44), caractérisé par un dégradé climatique marqué en raison de l'étalement de la région, des côtes vers l'intérieur. Une forte influence océanique s'impose sur le littoral, associée à de faibles amplitudes thermiques, des hivers doux et des étés ensoleillés, mais aussi des vents soutenus. Plus particulièrement, le climat de Nantes est dit tempéré chaud. De fortes averses s'abattent toute l'année sur Nantes. Même lors des mois les plus secs, les précipitations restent assez importantes.

Les informations présentées dans les sous-chapitres qui suivent sont issues de la station météorologique de Saint-Nazaire - Montoir (3 m NGF), qui est la station la plus proche de l'aire d'étude possédant des données sur la période 1991-2020.

1.1.1 - Températures

La température moyenne annuelle sur la période 1991-2020 est moyenne et égale à 12,6°C.

Son amplitude est forte sur l'année :

- le mois le plus froid de l'année est le mois de février avec une température minimale moyenne de -3,4°C ;
- les mois les plus chauds de l'année sont les mois de juillet et d'août avec des températures maximales moyennes respectives de 24,4 et 24,5°C ;
- l'amplitude annuelle est par conséquent élevée et de +/- 21,1°C.

Les mois les plus froids sont les mois de décembre à février et les mois les plus chauds, ceux de juin à août. La valeur maximale de température (41°C) a été atteinte en juillet 2022, et la valeur minimale extrême (-13.8°C) a été atteinte en janvier 1985.

1.1.2 - Précipitations

La pluviométrie sur la période 1991-2020 est moyenne, avec un cumul moyen annuel de précipitations de 792 mm et des cumuls moyens mensuels variant de 38,6 mm à 96,7 mm. Les pluies sont majoritairement présentes en hiver avec un maximum de précipitations en 24h de 96.0 mm atteint en novembre 1983. En moyenne, les mois les plus pluvieux sont les mois d'octobre à janvier (supérieur à 80 mm). Le mois le moins pluvieux est le mois de juillet avec un cumul moyen mensuel de 38,6 mm.

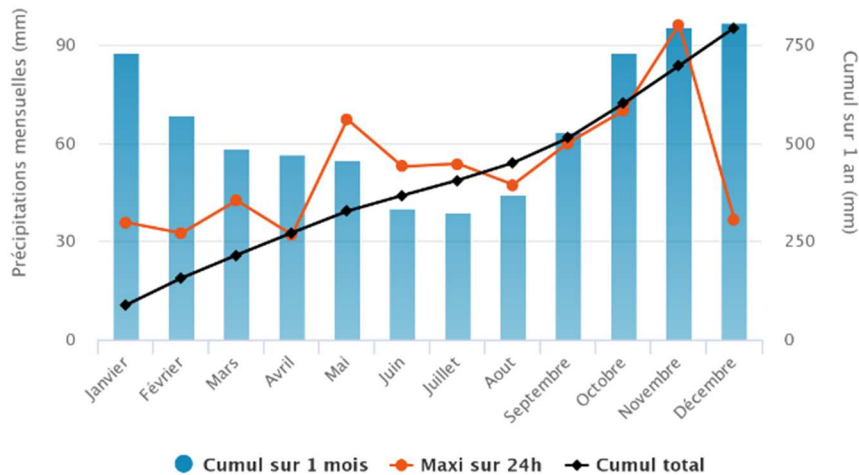


FIGURE 34 PRECIPITATIONS MENSUELLES MOYENNES ET CUMULS DE PRECIPITATIONS A LA STATION DE SAINT-NAZAIRE-MONTOIR SUR LA PERIODE 1991-2020 (INFOCLIMAT, 2023)

1.1.3 - Vents – Pression atmosphérique – Foudre - Ensoleillement

L'aire d'étude se situe dans une zone particulièrement venteuse avec des rafales maximales mensuelles comprises entre 93,6 et 140,8 km/h. Les mois de décembre à février sont les plus venteux avec une valeur maximale pouvant atteindre 140 km/h. Le vent est plus faible en été avec une valeur minimale vent extrême pouvant atteindre 90 km/h en juillet. Le vent provient principalement de deux directions : l'Ouest et le Sud Ouest.

La pression atmosphérique varie entre 957 et 1088 hPa, les valeurs maximale et minimale ayant été atteintes respectivement en octobre 1999 et en décembre 2017. Une forte baisse de la pression atmosphérique signale l'approche d'un système à basse pression associé aux nuages et aux précipitations. Cependant, de manière générale la pression atmosphérique ne connaît pas de changements majeurs au cours de l'année et se trouve la plupart du temps contenue entre 980 et 1040 hPa environ.

La région Pays de la Loire se trouve parmi les 10% des régions les moins foudroyées de France avec une densité moyenne de 0.0773 nsg/km²/an. Le foudroiement de la région est considéré comme infime.

En moyenne sur la zone étudiée, l'ensoleillement est de 158 h par mois. L'ensoleillement cumulé sur l'année représente 1892,5 h avec une valeur maximale de 233,9 h en août. Le mois le moins ensoleillé est le mois de décembre avec 72,4 h.

1.1.4 - Synthèse sur le climat

Le climat local est de type océanique avec peu de phénomènes extrêmes. L'estuaire se trouve néanmoins exposé aux vents ce qui peut être une contrainte pour la navigation et, le cas échéant, pour les opérations de clapage selon les conditions de mer. Ce contexte, qui n'a pas évolué depuis 2013, présente un enjeu de niveau fort au titre du changement climatique.

1.2 - Changement climatique

Le dernier rapport du Groupe Intergouvernemental d'Experts du Climat (GIEC), datant de 2022, fait état des observations suivantes :

- la température à la surface de la Terre a connu une augmentation de 0.85°C entre 1880 et 2012 ;
- il est possible que la température de l'air connaisse une augmentation de 0.5°C en moyenne entre les années 2016 et 2035 (entre 0.3 et 0.7°C suivant le scénario envisagé) ;
- dans le cas d'un scénario optimiste, une augmentation de la température comprise entre 1 et 2.4°C est prévue à la fin du 21^{ème} siècle par rapport à 1850. Dans le cas d'un scénario sans aucune action de la part de l'Homme, une augmentation de la température comprise entre 3.3 et 5.5°C est prévue ;
- une augmentation des précipitations à l'échelle planétaire d'ici la fin du 21^{ème} siècle sera très probablement observée. La fréquence et l'intensité des événements météorologiques extrêmes (sécheresses, tempêtes, pluies diluviennes...) vont connaître une augmentation.

La région Pays de la Loire a d'ores et déjà connu une hausse des températures moyennes d'environ 0,3°C par décennie sur la période 1959-2009. Une accentuation du réchauffement a été constatée depuis les années 1980, et le réchauffement est plus marqué au printemps et en été. Selon le rapport du GIEC on compte dans la région environ 24 jours de sécheresse météorologique par an, au lieu de 17 jours en moyenne sur la période de référence (1976-2005).

Une diminution du nombre de jours de gel et une augmentation du nombre de journées chaudes quel que soit le scénario sont à prévoir, ainsi qu'un assèchement des sols de plus en plus marqué au cours du 21^{ème} siècle, en toute saison. Enfin, les évolutions concernant les précipitations annuelles ne s'annoncent, en restant prudent au vu des incertitudes de cette prévision, que très peu importantes.

La montée des eaux associée à une réduction des débits des fleuves pourrait engendrer des modifications majeures dans le fonctionnement hydrosédimentaire de l'estuaire (remontée du bouchon vaseux notamment mais aussi recrudescence du nombre et de l'intensité des crues et des périodes de sécheresse) et dans la répartition des habitats estuariens (vasières, bancs de sables, etc.). Les pratiques de dragage devront s'adapter à ces évolutions.

1.3 - Conditions océanographiques

Sources : GIP LE et SMN/PANSN/CMB

1.3.1 - Hydrodynamique de l'estuaire interne

1.3.1.1 - Généralités

L'hydrodynamique estuarienne est régie par trois phénomènes majeurs :

- les débits fluviaux, variant à l'échelle annuelle ;
- les marées, variant à l'échelle de la journée ;
- la morphologie de l'estuaire, qui a été modifiée du fait des interventions humaines.

La courantologie marine ne présente pas d'évolution sur 10 ans. La morphologie de l'estuaire a cependant beaucoup évolué entre le début du 18^{ème} siècle et aujourd'hui et est à l'origine d'importantes évolutions de la courantologie au sein même de la zone.

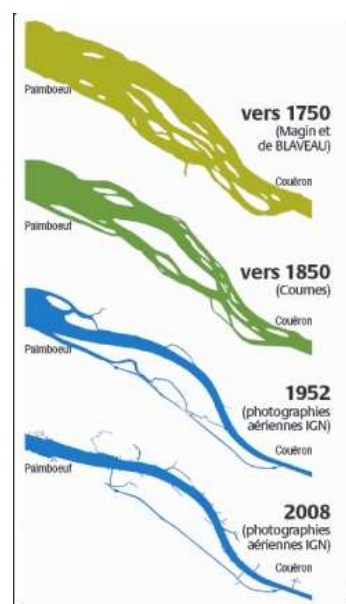


FIGURE 35 ÉVOLUTION HISTORIQUE DE LA GEOMETRIE DE L'ESTUAIRE (SOURCE GIP LE)

1.3.1.2 - Niveaux d'eau

La marée observée à l'entrée de l'estuaire est de type semi-diurne (période 12 h 24'). L'annuaire des marées du GPMNSN fournit les hauteurs d'eau à Saint-Nazaire et à Nantes en fonction du coefficient de marée.

TABLEAU 14 NIVEAUX DE MAREE A NANTES ET SAINT-NAZAIRE EN M CM

	Coefficient		SAINT-NAZAIRE	NANTES
Vives eaux exceptionnelles	115	PM	6.30	6.50
		BM	0.30	0.45
Vives eaux	95	PM	5.90	6.20
		BM	0.85	0.50
marées moyennes	70	PM	5.25	5.80
		BM	1.55	1.30
Mortes eaux	45	PM	4.65	5.30
		BM	2.20	1.85
	35	PM	4.40	5.00
		BM	2.50	2.00

Note : les cotes indiquées sont rapportées au zéro des cartes marines dont la cote est -3,159 m par rapport au zéro IGN69.

Le niveau moyen de la marée se situe aux environs de la cote + 3,57 m CM à Saint-Nazaire. Les variations dues aux phénomènes météorologiques (surcotes) peuvent être importantes comme en atteste le niveau d'eau atteint lors de la tempête Xynthia le 28 février 2010 (valeur mesurée à Saint-Nazaire +7,32 m CM). L'influence de la marée se fait ressentir dans l'estuaire jusqu'à Ancenis.

La marée se propage dans l'estuaire en se déformant : elle devient de plus en plus dissymétrique au cours de cette remontée avec une diminution progressive de la durée du flot vers l'amont et une augmentation de la durée du jusant. Ces phénomènes sont d'autant plus marqués que l'amplitude de la marée est forte et la profondeur moyenne de l'estuaire faible (notamment en vives-eaux d'étiage).

Cela se traduit par un décalage au niveau des heures de pleines et basses mers (5h entre Saint-Nazaire et Thouaré (65 km)), et également sur les niveaux d'eau (le niveau des basses mers diminue très rapidement en remontant l'estuaire ; celui des pleines mers restant assez stable).

Par ailleurs, la modification de la géométrie de l'estuaire (approfondissement du chenal) a entraîné, depuis le XIX^{ème} siècle, des variations des conditions de propagation. Il en découle une augmentation de la pénétration de la marée dans l'estuaire, une augmentation de l'amplitude de marée (passée de 2 m en vives-eaux à Nantes en 1876 à 6,35 m en 1991). Entre 2007 et 2020, le front de salinité n'atteint la station de Bellevue que très ponctuellement lors de l'étiage exceptionnel de 2019.

1.3.1.3 - Volumes oscillants

Les volumes d'eau qui pénètrent et sortent de l'estuaire à chaque marée, varient en fonction de la hauteur de la marée et de la géométrie de l'estuaire, le débit fluvial réduisant le volume de flot et augmentant celui de jusant.

Au total, au cours d'une année, il pénètre et sort de l'estuaire 140 milliards (Mds) de mètres-cube d'eau, alors que la Loire apporte 26 Mds^m d'eau douce par an, soit 1/5 à 1/6 du volume d'eau oscillant.

Ce volume d'eau oscillant diminue en fonction de la distance à l'embouchure. Il est par exemple en marée de vive-eau et période d'étiage de 240 Mm³ à Saint-Nazaire, de 125 Mm³ à Carnet, de 55 Mm³ à Cheviré et 30 Mm³ en amont de Nantes.

Cette valeur de volume oscillant, rapportée à un débit fluvial caractérise le régime de l'estuaire et détermine alors si l'on se situe en régime maritime dominant, en régime fluvio-maritime ou en régime fluvial. La position du front de salinité a progressé de 30 km vers l'amont jusqu'à Bellevue entre 1950 et le début des années 1990. Cette progression est enrayée aujourd'hui, aucun dragage d'approfondissement du chenal de navigation n'ayant eu lieu depuis 1986 et les extractions de sable à l'amont de Nantes ayant été interrompues en 1992.

1.3.1.4 - Courants

Les courants dans l'estuaire sont liés aux effets cumulés de la marée et du débit fluvial. Leurs vitesses sont fonction de l'amplitude de la marée, du débit et d'autres facteurs liés à la morphologie du fleuve.

Les vitesses des courants dépendent de différents facteurs : coefficient de marée (pour un débit fluvial donné), débit fluvial (pour un coefficient de marée donné) et les aménagements anthropiques.

Selon des mesures in situ, il semble qu'au niveau du chenal de Donges, les vitesses maximales de surface se rencontrent pour un débit fluvial de petite crue (1400 m³/s) ; elles sont plus élevées en jusant qu'en flot. Dans le même secteur, le flot est nettement plus puissant en étiage qu'en crue.

TABLEAU 15 VITESSES MAXIMALES (SURFACE) DES COURANTS ET NIVEAU DU CHENAL DE DONGES EN PERIODE DE CRUE (1400 M3/S) ET EN FONCTION DU COEFFICIENT DE MAREE (SOURCES : PANSN, IN SOGREA, 1994)

	Morte-eau	Vive-eau
Flot	0,2 à 0,5 m/s	1,0 à 1,3 m/s
Jusant	1,3 à 1,7 m/s	2,0 à 2,5 m/s

TABLEAU 16 VITESSES MAXIMALES (SURFACE) DES COURANTS AU NIVEAU DU CHENAL DE DONGES

Courants	Débit fluvial	
	250 m ³ /s	1400 m ³ /s
Flot	1,6 à 1,8 m/s	1,0 à 1,3 m/s
Jusant	1,8 à 2,1 m/s	2,0 à 2,5 m/s

Il existe également une variation de vitesse sur la verticale qui en l'absence de salinité et de gradient de turbidité importants suit une loi logarithmique, les vitesses étant plus faibles au fond qu'en surface. Ce rapport entre les vitesses maximales mesurées près du fond et en surface vaut en moyenne de 0,6.

Les travaux d'aménagement de l'estuaire au cours des dernières décennies ont exercé une influence sur la vitesse des courants.

A l'amont de Nantes, d'après MIGNIOT (1993), une augmentation des vitesses par abaissement des fonds et augmentation de la pente de la ligne d'eau est probable et l'apparition de courants alternatifs de marée a pu entraîner des remises en suspension des fonds et une érosion des berges, sur des zones précédemment stables. A l'aval de Nantes, MIGNIOT (1993) estime que l'approfondissement du chenal de navigation entre 1949 et 1976 avait entraîné une augmentation des courants dans l'estuaire de Nantes à Saint-Nazaire. Cette augmentation des vitesses a été sensible, les vitesses passant par exemple, à Cordemais et en vive-eau, de 1,2 m/s en 1953 à 1,5 m/s en 1976.

Des mesures ont également été réalisées en différents points du chenal pour comparer les vitesses de courants avant et après creusement du chenal de Donges à la cote -12,85 m CM au début des années 80. Ces comparaisons montrent que les vitesses de courants (MIGNIOT, 1993) sont :

- accentuées à Villes-Martin par suite d'un meilleur tracé du chenal au large ;
- réduites de 10 à 20 % devant le poste méthanier et de 20 à 30 % au poste 5 de Donges ;
- augmentées devant le Carnet et Sardine ;
- peu ou pas modifiées devant Cheviré.

1.3.1.5 - Agitation

Dans l'estuaire de la Loire, les houles du large sont amorties en pénétrant dans l'estuaire, et n'atteignent pas la zone. Des études réalisées récemment sur le secteur de Montoir mettent en évidence une hauteur de houle résiduelle inférieure à 0,5 m. Il n'y a donc pas de houle résiduelle en provenance du large. Ce sont donc les clapots levés dans l'estuaire qui sont à prendre en compte.

Les principales conclusions d'une étude sur la génération des clapots levés par le vent dans l'estuaire interne entre Paimboeuf et le pont de St-Nazaire sont les suivantes :

- les vents de secteur Nord-Est (plus précisément de secteur Nord-Nord-Est d'une part et Est d'autre part) peuvent souffler sur un fetch s'étendant sur 10 à 12 km et peuvent atteindre des valeurs de l'ordre de 18,5 m/s ;
- la prise en compte des courants conduit à augmenter les clapots de 10 à 30 % au flot et à les diminuer de 0 à 10 % au jusant ;
- les valeurs maximales à attendre à l'entrée du poste de Saint-Nazaire (entrée Est) sont de l'ordre de 1,6 m avec des périodes de pic d'environ 5 s ;
- les valeurs maximales à attendre au poste de Saint-Brévin sont de l'ordre de 1,3 m avec des périodes de pic d'environ 5 s.

1.3.2 - Hydrodynamique de l'estuaire externe

Source : TESSIER 2006, IFREMER et modèle SOGREAH 2011

1.3.2.1 - Marée

La marée observée sur les côtes françaises est de type semi-diurne (période 12 h 24') ; elle provient d'une onde née dans l'Atlantique dont l'amplitude au large est très faible. Dans le golfe de Gascogne, l'onde marée augmente d'amplitude en parvenant au niveau de la plate-forme continentale. Elle atteint sensiblement au même moment tous les points de la façade atlantique. L'ouvrage Références Altimétriques Maritimes du SHOM (service Hydrographique et Océanographique de la Marine) propose les niveaux caractéristiques de la marée en plusieurs sites côtiers de l'espace ligérien :

TABEAU 17 NIVEAUX CARACTERISTIQUES DE LA MAREE DANS LES DIFFERENTS PORTS DE L'ESTUAIRE

		Le Croisic	Le Pouliguen	Pornichet	Saint-Nazaire	Le Grand Charpentier	Pointe de Saint-Gildas	Pornic	L'Herbaudière
Moyen		3.30	3.31	3.41	3.57	3.39	3.43	3.57	3.36
Pleine mer	Eau vive moyenne	5.40	5.45	5.50	5.85	5.55	5.55	5.80	5.50
	Morte eau moyenne	4.25	4.30	4.40	4.65	4.40	4.40	4.65	4.40
Basse mer	Vive eau moyenne	0.70	0.80	0.85	0.85	0.80	0.75	0.80	0.80
	Morte eau moyenne	2.00	2.05	2.10	2.20	2.10	2.00	2.20	2.10
Marnage (m)	Vive eau moyenne	4.70	4.65	4.65	5.00	4.75	4.80	5.00	4.70
	Morte eau moyenne	2.25	2.25	2.30	2.45	2.30	2.20	2.45	2.30

1.3.2.2 - Courantologie

1.3.2.2.1 - Généralités

Sur le secteur côtier, les courants de marée sont alternatifs, orientés vers l'Est au flot et vers l'Ouest au jusant. Ils sont relativement faibles et la circulation est de fait dominée par les effets du vent. A la côte, les effets de la marée sont plus importants. Les résultats de PREVIMER permettent une analyse en temps réel des processus régionaux. Ce système pré-opérationnel, mis en œuvre par l'IFREMER, dont les résultats sont disponibles sur le site <http://www.previmer.org>, fournit des résultats de modélisations numériques depuis mai 2007 toutes les heures.

Teissier (2006) a établi une carte des courants de marée maximaux en vive-eau. Il est possible de constater que le site de la Lambarde se situe dans une zone d'intensité modérée des courants avec un maximum sur la Lambarde de l'ordre de 0,6 m/s, en vitesse moyenne sur la verticale. Les vitesses maximales s'observent plutôt à l'entrée de la Baie de Bourgneuf et de l'estuaire de la Loire, avec des vitesses de l'ordre de 1 m/s.

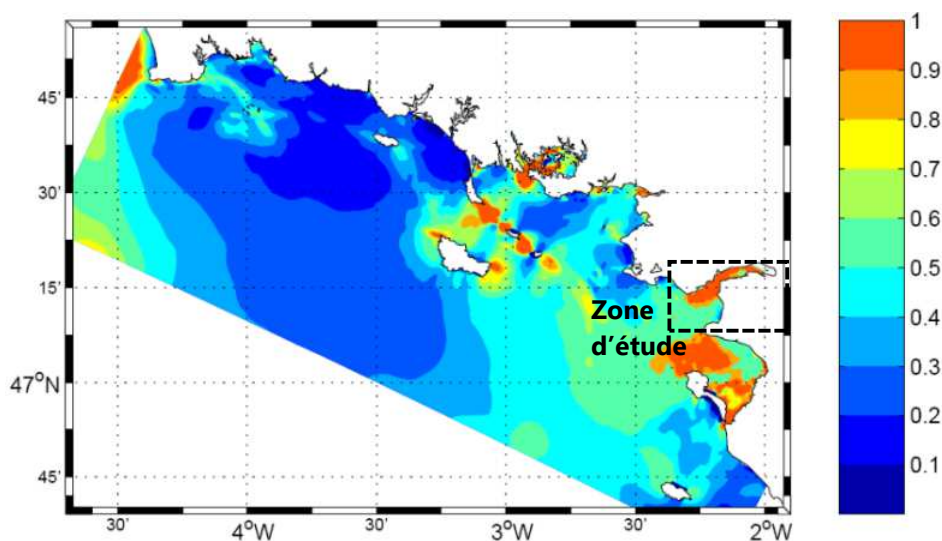


FIGURE 36 COURANTS DE MAREE MAXIMAUX EN VIVE EAU (COEF.100) (MOYENNES SUR LA VERTICALE – EXPRIMES EN M/S) – TEISSIER, 2006

1.3.2.2.2 - Caractérisation sur le site de la Lambarde

La courantologie sur le site de la Lambarde est bien connue grâce à la mise en œuvre d'une modélisation hydrodynamique 3D (Sogreah, 2011) validée par une campagne de mesures en nature effectuée par la société IMDC en septembre 2009.

En moyenne sur la colonne d'eau, le courant est orienté OSO-ENE avec des directions moins bien définies et venant plus du sud en mortes-eaux, et sa vitesse varie entre 0,2 m/s en mortes-eaux et 0,7 m/s en vives-eaux. Au fond la vitesse du courant varie entre 0,1 m/s en mortes-eaux et 0,4 m/s en vives-eaux.

Les figures suivantes présentent les champs de courant (moyenné sur la verticale) sur le site de la Lambarde et à ses alentours (direction (flèches) et intensité (échelle de couleurs)).

En flot, le courant est orienté vers l'est. Il est compris entre 0,6 et 0,7 m/s. Le courant (pic de jusant) est orienté vers l'Ouest. Son intensité est d'environ 0,5-0,6 m/s. En mortes-eaux, le courant est plus faible, entre 0,2 et 0,3 m/s.

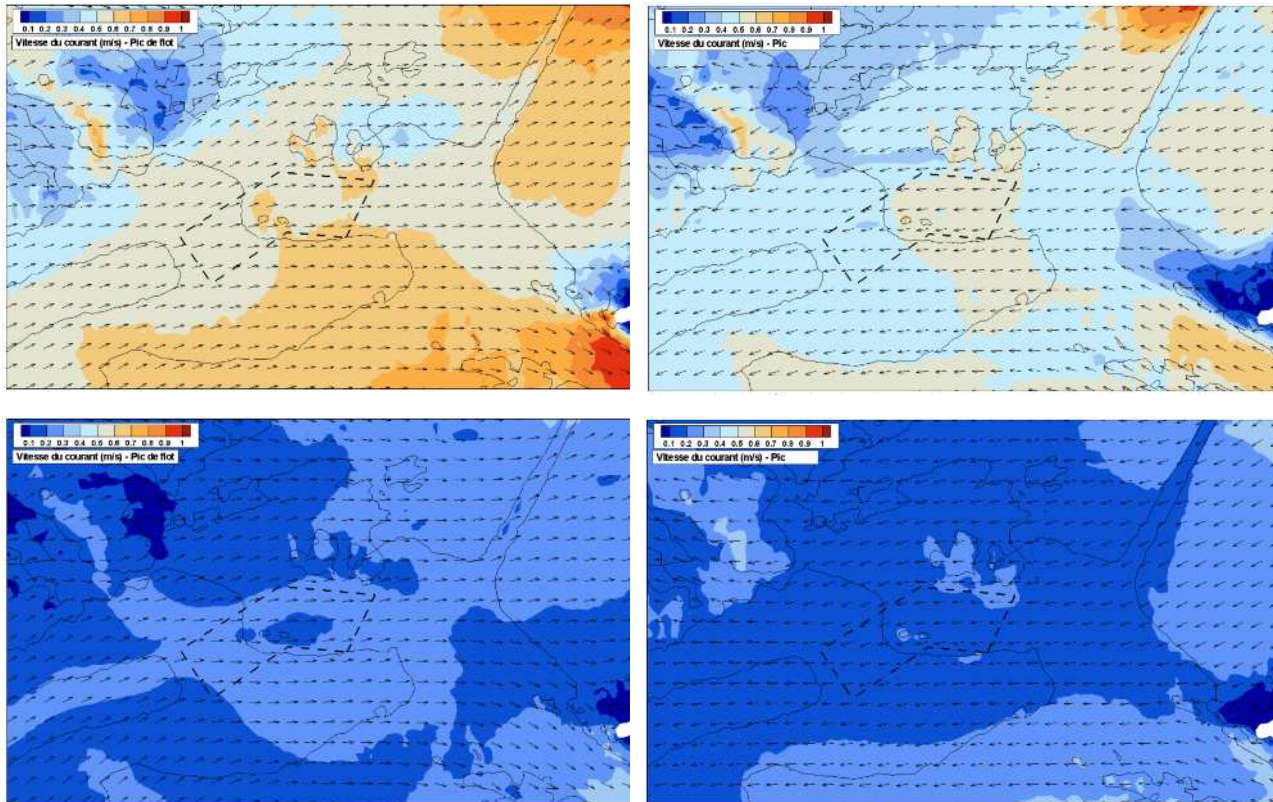


FIGURE 37 MODELISATION DES CHAMPS DE COURANT: AU FLOT, ET EN VIVES-EAUX (21/09/2009) EN HAUT A GAUCHE ; AU JUSANT ET EN VIVES-EAUX (EN HAUT A DROITE) ; AU FLOT ET EN MORTES-EAUX (EN BAS A GAUCHE) ET AU JUSANT ET EN MORTES-EAUX (EN BAS A DROITE)

1.3.2.2.3 - Circulation résiduelle de la marée

La circulation résiduelle de la marée apparaît très complexe sur le secteur car contrainte par les îles, l'estuaire et les plateaux rocheux.

Dans la zone de la Lambarde, les courants résiduels sont faibles en surface (< 1 cm/s). Au fond ils sont plus importants, de l'ordre de 5 cm/s, orientés vers le Sud-Ouest, dans la continuité du chenal de navigation où l'on observe des vitesses plus fortes. La circulation résiduelle de marée sur le site d'immersion apparaît donc quasiment nulle en surface (pas de dominance du flot ou du jusant), et elle orientée vers le large au fond (dominance du jusant) (Tessier 2006).

1.3.2.2.4 - Circulation résiduelle liée aux vents

Tessier (2006) a montré dans quelle mesure les circulations liées au vent influent sur l'évolution des panaches et sur la structure hydrologique, qui peuvent également être perturbés par les courants de densité :

■ Vents dominants

- **Vents de Sud-Ouest** : Les tempêtes de Sud-Ouest, intenses et bien établies sur plusieurs jours, génèrent des courants résiduels de surface dans le sens du vent à la côte, c'est-à-dire vers le Nord-Est. Au large, les courants sont orientés vers le Sud-Est du fait de la spirale d'Ekman.

Sur la zone de la Lambarde, la crue associée aux tempêtes diminue les vitesses de courant et bloque en partie les remontées d'eau vers l'estuaire (circulations résiduelles plutôt orientées vers la Baie de Saint-Michel-Chef-Chef et la Baie de la Baule). **Au fond, le courant de retour est clairement orienté vers le large** (direction Ouest-Sud-Ouest).

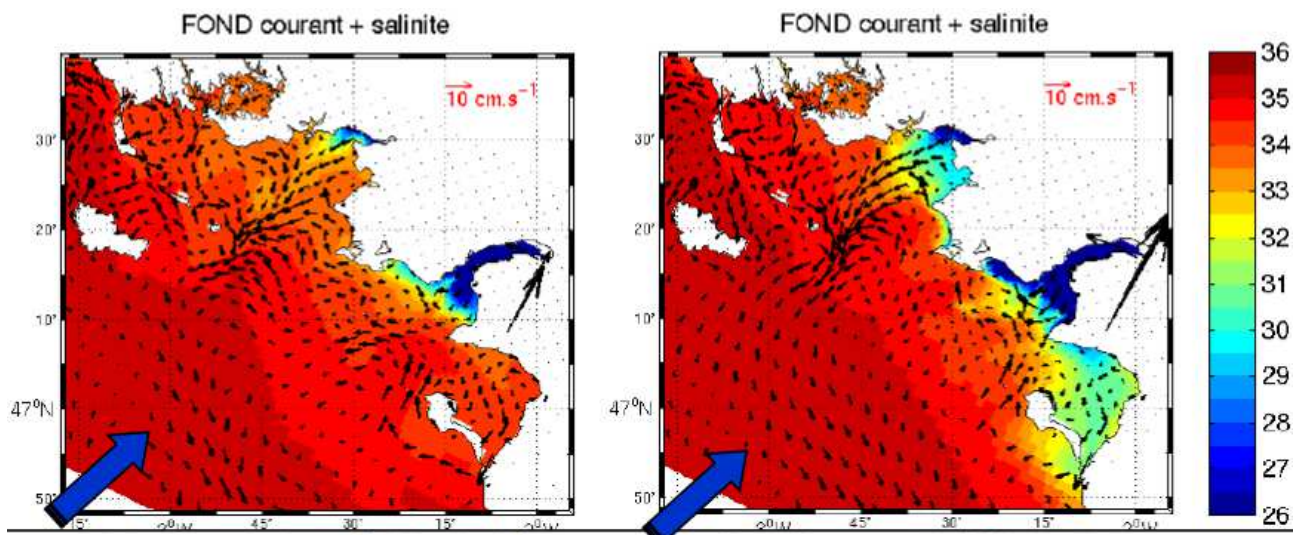


FIGURE 38 CIRCULATION RESIDUELLE AU FOND LIEE AU VENT DE SUD-OUEST, A GAUCHE : VENT DE 10M/S, MAREE MOYENNE, DEBIT MOYEN, A DROITE : VENT DE 15 M/S, MAREE MOYENNE, CRUE – TESSIER, 2006

- **Vents d'Ouest** : Les courants résiduels de surface sont intenses et dirigés vers le Sud-Est. Au fond, les courants sont encore assez importants ($> 10 \text{ cm/s}$) et plutôt orientés vers le Sud.

Sur la zone de la Lambarde, les courants de surface sont orientés vers le Sud-Est comme sur le reste de la zone, et donc ils génèrent une circulation vers la Baie de Saint-Michel-Chef-Chef. **Au fond, la circulation est orientée vers le large et le Sud.**

■ Autres orientations de vent

- **Vents de Nord-Ouest** : Le vent de Nord-Ouest, typique des fins de perturbations, peut rester établi sur plusieurs jours mais est moins intense que les vents d'Ouest ou Sud-Ouest. Les courants résiduels sur la zone de la Lambarde sont orientés vers le Sud-Est en surface. Le panache de Loire pénètre en Baie de Bourgneuf. Au fond, les courants résiduels sont orientés vers l'Ouest et le Sud-Ouest au niveau de la Lambarde, avec des vitesses atteignant 5 cm/s , mais la circulation s'inverse sous l'effet combiné de la crue et de l'affaiblissement des vents.
- **Vents de Nord-Est** : En cas d'anticyclone, des vents de Nord-Est peuvent s'observer. Ils sont moins intenses que les vents de mer (secteur Ouest) mais peuvent tout de même atteindre 10 m/s et rester établis sur plusieurs jours. Les courants résiduels sont conditionnés principalement par le panache de la Loire (courants de densité), compte tenu de la crue et de la faible influence des vents. Sur le site de la Lambarde, les courants résiduels de surface, intenses, sont orientés vers le Sud-Ouest. Le courant de retour vers l'estuaire, au fond, est de quelques cm/s , orienté vers le Nord-Est.
- **Vents de Sud-Est** : Les vents de Sud-Est sont peu fréquents et relativement faibles. Le site de la Lambarde se trouve dans une zone de confluence des courants résiduels de surface : plutôt orientés vers l'Ouest, ils sont rejoints par une circulation provenant du Sud. La circulation résiduelle s'oriente ensuite vers le Nord-Ouest en longeant la côte, sous l'influence du panache de la Loire. Au fond, le courant de retour vers l'estuaire, de quelques cm/s , est orienté vers l'Est et le Nord-Est.

1.3.2.3 - Les apports d'eau douce de la Loire

1.3.2.3.1 - Débits de la Loire à Saint-Nazaire

Les débits de la Loire sont obtenus grâce à la banque HYDRO gérée par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement.

La figure suivante présente la série temporelle des débits moyens journaliers de 2018 à juin 2023. On peut noter la **forte diminution des débits hivernaux** entre 2021 et 2023 (d'un facteur 2).

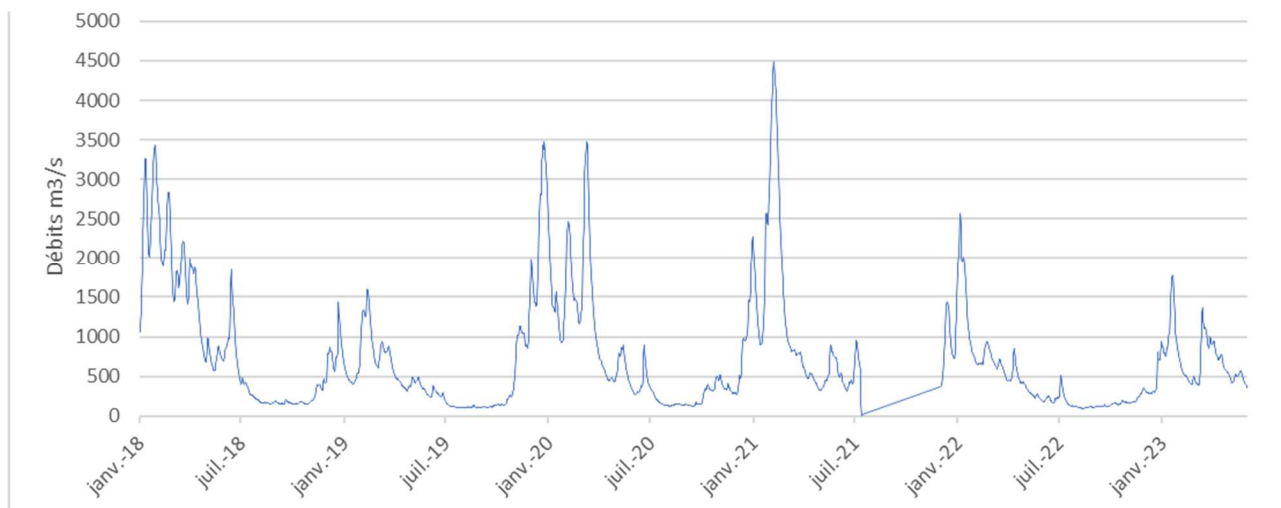


FIGURE 39 DEBIT JOURNALIERS MOYENS DE LA LOIRE A SAINT NAZAIRE DE 2018 A JUIN 2023 (HYDROPORTAIL 2023)

1.3.2.3.2 - Dynamique du front thermohalin

La Loire apporte à la bande côtière des volumes importants d'eaux douces, turbides et riches en nutriments d'origine continentale, et plus chaudes que l'eau marine pendant la belle saison. Il en résulte la formation, en surface dans la zone côtière, de panaches de dilution, nettement stratifiés sur la verticale et délimités horizontalement par un front de densité au sortir de l'estuaire.

Les courants de marée le long de la côte atlantique étant nettement moins forts qu'en Manche, **ces panaches peuvent s'étendre sur plusieurs centaines de kilomètres de long** de façon de plus en plus diffuse.

Les mesures (Birrien, 1987) et les modèles numériques (Lazure et Jégou, 1998) ont ainsi montré qu'après les crues printanières, le panache de la Loire pouvait remonter le long de toute la côte sud de Bretagne et pénétrer en Baie de Douarnenez, voire en Manche. En fin de printemps et été cependant, la diminution du débit fluvial et la rotation du régime de vents moyens tendent à décoller le panache de la côte bretonne, le faisant balayer le plateau continental parfois jusqu'à rencontrer le panache de la Gironde plus au sud.

1.3.2.3.3 - Circulation résiduelle de densité

Tessier (2006) a réalisé une simulation permettant de mettre en évidence le rôle des panaches fluviaux de la Loire et de la Vilaine sur le secteur en période d'étiage (400 m³/s). Les courants les plus intenses, que ce soit en surface ou au fond, sont observés en Baie de Bourgneuf, principalement au niveau du passage du Gois.

Sur le secteur de la Lambarde, les courants de densité sont globalement inférieurs à 2 cm/s sur toute la colonne d'eau, avec une intensification sur le fond du chenal de navigation (10 cm/s).

La circulation résiduelle de densité montre que le panache de la Loire est assez limité en vive eau, alors qu'en morte eau il remonte vers le Nord-Ouest en longeant la côte après la Baie de la Baule.

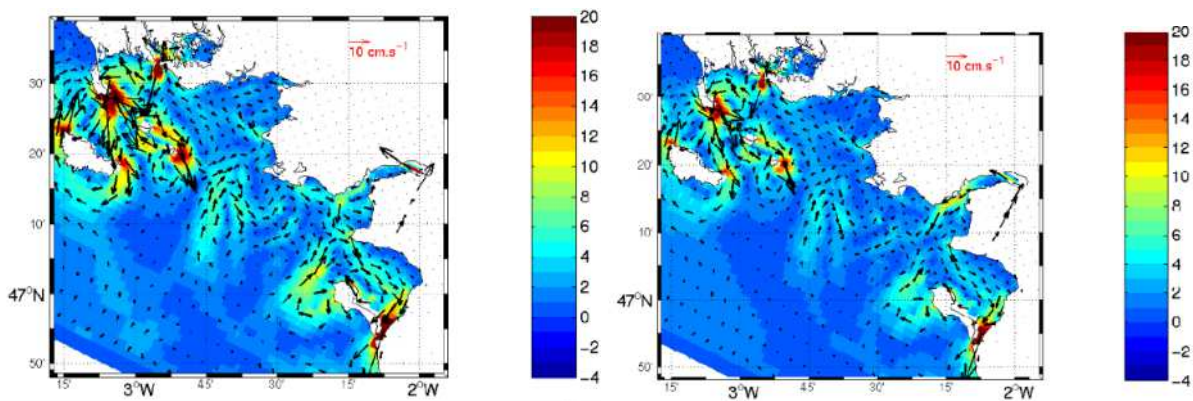


FIGURE 40 COURANTS DE DENSITE MAXIMAUX (COEF. 100) - TESSIER 2006 – A GAUCHE SURF, A DROITE FOND

1.3.2.4 - La houle

TESSIER (2006) a étudié le régime des houles. Les **houles du large proviennent en majorité du secteur Ouest / Nord-Ouest** (avec quelques événements du secteur Est), mais elles se retrouvent plutôt orientées Ouest / Sud-Ouest sur le secteur de la Lambarde.

Les houles s'atténuent fortement en se propageant à la côte, mais les vitesses orbitales au fond peuvent tout de même être importantes sur la bande côtière du fait de la faible hauteur d'eau, confirmant le rôle prépondérant des états de mers sur les remises en suspension. Les vitesses orbitales peuvent ainsi passer dans certaines zones (notamment au nord-ouest immédiat de la Lambarde) de 40 à 80 cm/s en fonction de la hauteur d'eau.

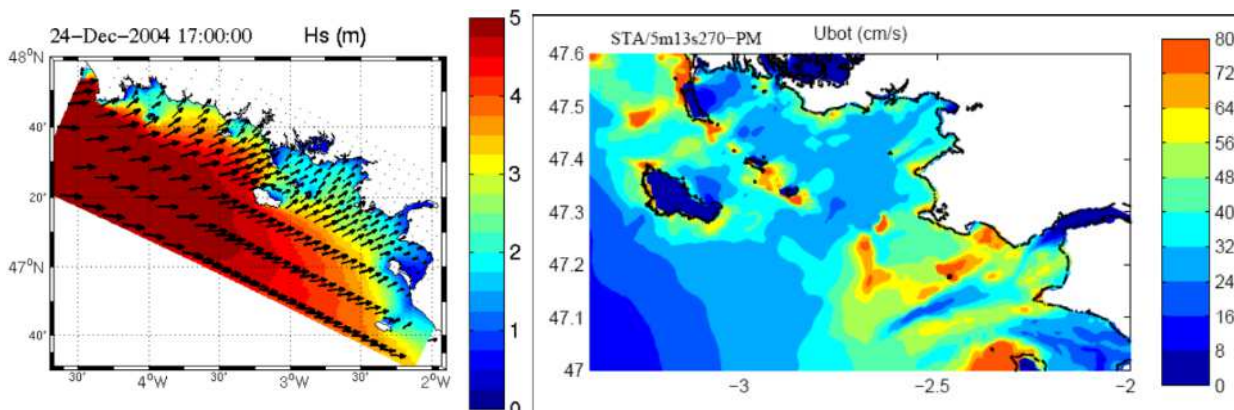


FIGURE 41 PROPAGATION D'UNE HOULE D'OUEST -TESSIER, 2006, HOULE D'OUEST : HS=5 M / TP=13 S AU LARGE (A GAUCHE) ET VITESSES ORBITALES AU FOND, EN CM/S - TESSIER, 2006 HOULE D'OUEST : HS=5 M / TP=13 S AU LARGE, PM (A DROITE)

Les courants dans l'estuaire externe sont engendrés par différents phénomènes tels que les marées, les vents, les apports de la Loire, les courants de densité, etc. Les courants restent modérés et majoritairement inférieurs à 1 m/s. La marée est orientée suivant l'axe OSO-ENE, le courant est alors orienté vers le Sud ou le Sud-Est durant tout le cycle de marée. Sur le site d'immersion, les mesures suggèrent l'existence d'un courant de fond dirigé vers l'estuaire (Est).

Les courants dans l'estuaire interne sont liés aux effets cumulés de la marée et du débit fluvial. Leurs vitesses sont fonction de l'amplitude de la marée, du débit et d'autres facteurs liés à la morphologie du fleuve. Selon des mesures *in situ*, les vitesses de courant vont de 0,2 à 2,5 m/s.

Aucune évolution de la courantologie n'a été observée au cours de la décennie passée et elle ne constitue pas un enjeu. La réduction des périodes de crue peut engendrer une diminution des apports continentaux en hiver.

Note : du fait de leur importance dans le fonctionnement hydrosédimentaire de l'estuaire et au niveau de la zone d'immersion, les courants sont un des paramètres à prendre en compte dans le cadre des opérations de dragage et d'immersion pour la gestion des matériaux remis en suspension.

1.4 - Géologie - sols

Le substratum rocheux dans lequel la Loire a creusé son lit date du précambrien et de l'aire primaire (granit, gneiss et schistes). Le creusement de la Loire est antérieur au Cénomani (100 millions d'années) et a peu évolué depuis le début du Pliocène.

Le remplissage au-dessus du socle est constitué **d'alluvions modernes** dont la proportion de sable et d'argile varie fortement. Cela se traduit par une grande diversité de faciès. Au niveau du **chenal intérieur**, de Saint-Nazaire à Nantes, les **sédiments sont essentiellement vaseux**, tandis que dans le **chenal externe** à l'aval de Saint-Nazaire, les sédiments sont surtout constitués de **sables grossiers**.

Il convient de bien noter la différence entre ces sédiments constituant le substrat de la Loire, correspondant à des dépôts anciens, fortement consolidés, peu influencés par la dynamique sédimentaire dans l'estuaire, et les dépôts superficiels, mobiles.

La morphologie sous-marine est douce. La moitié de la partie immergée est constituée de fonds rocheux. Plusieurs unités géomorphologiques se distinguent. Au niveau du **site d'immersion**, le socle est recouvert de sédiments de granulométrie variable allant de **vases à des sables grossiers**.

Les dépôts superficiels mobiles font l'objet de dragages réguliers dans le chenal de navigation. Ces interventions sont devenues une des composantes majeures de la dynamique sédimentaire locale.

Le creusement de la Loire a peu évolué depuis le début du Pliocène. Les sédiments sont essentiellement vaseux dans l'estuaire interne. L'estuaire externe présente une diversité forte dans la nature sédimentaire. Le contexte géologique est un enjeu négligeable sur le site considéré.

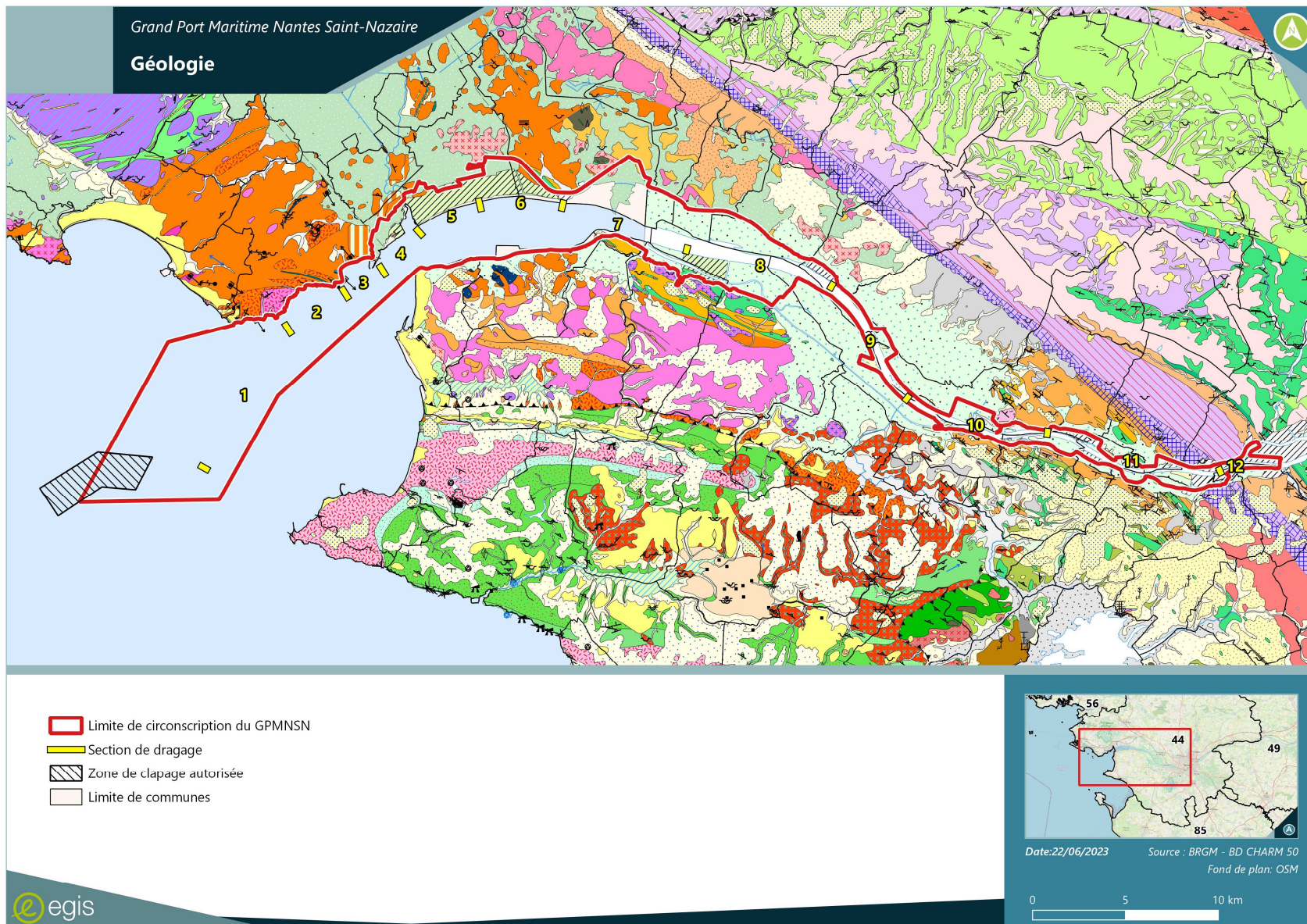


FIGURE 42 CARTE GEOLOGIQUE DE LA ZONE D'ETUDE

Géologie - Légende

<ul style="list-style-type: none"> 10, Direction de l'écoulement par gravité dans cône de déjection 1, Gîte fossilifère 4, Carrière à ciel ouvert 10, Puits de mine 15, Menhir 17, Dolmen 28, Indice ou gîte minéralisé de forme non précisée 30, Gîte stratiforme 31, Amas 33, Indication ponctuelle de formation affleurante, ou de niveau lithologique interstratifié, niveau-repere, faciès, etc. 36, Site préhistorique 40, Gîte de microflore 42, Filon minéralisé 50, Localisation d'un point de cote NGF (isobathe, isohypse) ou d'épaisseur (isopaque, en m) d'une formation 78, Site préhistorique néolithique 79, Substances utiles non métalliques, matériaux 	<ul style="list-style-type: none"> 1, Limite de la carte ou du projet 2, Limite de la côte 3, Limite réseau hydrographique (lacs, canaux ou rivières délimitant une zone) 10, Limite interprétée sur la carte (arrêts couleur) 11, Contour géologique observé, visible 12, Contour géologique supposé, probable, masqué 20, Élément linéaire structural (contour géologique superposé à une faille) 1, Faille observée, visible, de cinématique non précisée 2, Faille supposée, masquée, de cinématique non précisée 3, Chevauchement, base de nappe ou faille inverse visible 4, Chevauchement, base de nappe ou faille inverse supposée 5, Faille normale supposée, avec indication du compartiment abaissé 8, Faille profonde déduite de la géophysique 21, Chevauchement de Champtoceaux 22, Cisaillement Sud-Armoricain (CSA) 23, Cisaillement Sud-Armoricain supposé (CSA) 25, Faille-chevauchement des Essarts supposé 1, Stratification So avec pendage (polarité normale ou indéterminée) 2, Stratification So à pendage horizontal (polarité normale ou indéterminée) 3, Stratification So à pendage vertical 4, Stratification So, pendage de série inversée 5, Schistosité principale ou foliation avec pendage 7, Schistosité principale ou foliation verticale 8, Axe de pli synschisteux (ou synfolial) avec plongement 12, Plan de fracturation avec pendage 13, Plan de fracturation vertical 32, Linéation minérale ou d'étirement avec plongement 33, Linéation minérale ou d'étirement horizontale 42, Axe de pli tardif, post-schisteux (post-folial) avec plongement 44, Schistosité / foliation et stratification transportées ou indifférenciées 77, Linéation d'intersection verticale X, Formations anthropiques, remblais - 1 X/FMz, Formations anthropiques, remblais sur alluvions fluvio-marines de l'estuaire de la Loire - 2 Mzb, Alluvions marines, vases "bri" - 3 Mz, Cordon littoral actuel, sables et galets - 5 My, Cordon littoral flandrien, sables, argiles - 6 Mx, Cordon littoral pléistocène, sables et graviers - 7 D, Formations dunaires - 8 C, Colluvions indifférenciées - 15 CFx-y, Colluvions dérivant d'alluvions ou d'épandages plio-quaternaires - 16 	<ul style="list-style-type: none"> Cp, Colluvions dérivant des sables et galets pliocènes - 18 Hs, Epandage composite, dépôts tertiaires remaniés et colluvions provenant du Sillon de Bretagne - 26 H1, Revêtements d'interfluves de 1 à 7 mètres de puissance, Pléistocène inférieur - 28 H2, Revêtements d'interfluves résiduels et remaniés, Pléistocène inférieur - 29 Fz, Alluvions récentes et actuelles, colluvions de fond de vallon, Holocène - 35 FMz, Alluvions fluvio-marines de l'estuaire de la Loire, vases et sables, Holocène - 36 FzD, Levées sableuses des berges de la Loire, Holocène - 37 Flz, Alluvions fluvio-lacustres de Grand-Lieu, vases et sables - 38 FzT, Tourbe et argiles grises, colluvions de Flandrien - 39 FzT/e5, Tourbe sur formation lutétienne - 40 Fz/Mae1Mu, Alluvions récentes et actuelles sur les gneiss métatectiques de la Formation de Muzillac - 41 Fy, Alluvions de la basse terrasse, graviers, sables, Pléistocène supérieur - 42 Fx, Alluvions de la moyenne terrasse, graviers, sables, argiles, Pléistocène moyen-supérieur - 43 Fw, Alluvions des hautes terrasses, sables, graviers, Pléistocène - 44 p-IV, Plio-Quaternaire indifférencié souvent soliflué ou remanié, cailloutis rubéfiés, sables, argiles - 47 B, Formation complexe des plateaux, argiles, limons éoliens, graviers, cailloutis de quartz - 58 OE, Limons éoliens - 63 j, Altérites argileuses indifférenciées, Paléocène supposé - 73 Rp, Pliocène résiduel, sables - 80 p(s), Pliocène, sables - 82 p(s)g, Pliocène, sables graveleux, localement indurés - 83 pr(a), Pliocène, faciès redoniens, argiles - 89 pr(f), Pliocène, faciès redoniens, faluns - 91 ec(a), Bartonien, calcaires argileux lacustres - 105 e5b, Lutétien supérieur, calcaires sableux et dolomitiques à Nummulites, sables et calcaires sableux à Orbitolites, meuliers - 107 e4-p, Yprésien-Pliocène indéterminé, argiles, sables, cailloutis - 112 e4b(g), Yprésien supérieur (Cuisien), sables et grès siliceux, blocs de grès - 113 e4b, Yprésien supérieur (Ilerdien), faciès sparnacien, argiles noires de la Sennetière et du Moulin-des-Penauds - 114 e, Epandage et colluvions en dalles indurées de grès siliceux réputés éocènes - 116 eS, Éocène(?), Sables de Savenay - 117 â2OM, Massif d'Orvault-Mortagne, granite à biotite et muscovite - 315 â2OM(1), Massif d'Orvault-Mortagne, granite à biotite et muscovite, orienté - 316 â2OM(my), Massif d'Orvault-Mortagne, granite à biotite et muscovite, mylonitique - 317 Umy, Massif d'Orvault-Mortagne, mylonites fluidales, ultramylonites - 318 âDr, Formation de Drain, amphibolites - 362 âLa, Formation du Landreau, micaschistes et gneiss à biotite et muscovite - 363 âeS, Formation de Saint-Mars-du-Désert, orthogneiss - 387 ûSm, Formation de Saint-Mars-du-Désert, enclaves d'éclogites - 388 myeâS, Formation de Saint-Mars-du-Désert, orthogneiss mylonitique - 389 myCe, Formation du Cellier, leptynites blastomylonitiques - 390 âeCe, Formation du Cellier, gneiss plagioclasiques - 392 âdCe, Formation du Cellier, gneiss plagioclasiques à disthène - 393 kCe, Formation du Cellier, enclaves de cornéennes - 394 ûCe, Formation du Cellier, enclaves d'éclogites - 397 nMv2, Formation de Mauves-sur-Loire, micaschistes albitiques à muscovite et chlorite - 398 ngrMv2, Formation de Mauves-sur-Loire, micaschistes albitiques, passées riches en grenat - 399 nMv1, Formation de Mauves-sur-Loire, micaschistes albitiques à biotite et muscovite - 400 âeMv1, Formation de Mauves-sur-Loire, micaschistes albitiques à biotite et muscovite avec intercalations de paragneiss à oligoclase - 401 ûMv1, Formation de Mauves-sur-Loire, micaschistes siliceux, quartzites - 402 â1-2G, Granite de Guérande, leucogranite à muscovite et biotite - 411 myâ1-2G, Granite de Guérande, faciès mylonitique feuilleté - 412 â3A, Massif de Sainte-Anne-d'Auray, granite d'anatexie à biotite - 414 â3PR, Massif de Saint-Père-en-Retz, granite d'anatexie à biotite - 415 M2âPR, Massif de Saint-Père-en-Retz, diatexites - 416 M1PR, Massif de Saint-Père-en-Retz, métatexites - 417 fâ1PR, Massif de Saint-Père-en-Retz, granite de Frossay, faciès alcalin à biotite - 418 	<ul style="list-style-type: none"> pPR, Massif de Saint-Père-en-Retz, amas granitoides et pegmatoides difflus - 419 â2OB, Massifs de l'Ortay et du Bignon, granite à biotite et muscovite - 420 iâOB, Massifs de l'Ortay et du Bignon, microgranite de Saint-Aignan-de-Grand-Lieu - 421 ââPM, Formation du Pellerin-Montaigu, orthogneiss à biotite - 465 ââiPM, Formation du Pellerin-Montaigu, orthogneiss oeilés leucocrates et gneiss feuilletés à muscovite - 466 âiâPM, Formation du Pellerin-Montaigu, orthogneiss oeilés à muscovite et biotite - 467 âePM, Formation du Pellerin-Montaigu, leptynites et gneiss anatexiques - 468 myPM, Formation du Pellerin-Montaigu, mylonites hétérogènes - 469 âM, Formation de Montaigu, amphibolites massives - 470 âePa, Formation de Paimboeuf, gneiss leptynitiques à sillimanite - 471 nSP, Formation de Saint-Paul-en-Pareds, micaschistes à biotite et grenat - 472 MâeM, Formation du Morbihan, gneiss migmatitiques à sillimanite et cordiérite - 473 M1âeMu, Formation de Muzillac, migmatites de Saint-Nazaire, gneiss métatectiques à biotite et sillimanite - 476 M2âeMu, Formation de Muzillac, migmatites de Saint-Nazaire, anatexites - 477 âeMu, Formation de Muzillac, gneiss à yeux centimétriques monocristallins de microcline - 478 âeIMu, Formation de Muzillac, gneiss leptynitiques à sillimanite - 479 âeUMu, Formation de Muzillac, gneiss siliceux de l'Estunière - 480 MâeSMu, Formation de Muzillac, gneiss migmatitiques à sillimanite de Saint-Brévin-les-Pins - 481 MâeIMu, Formation de Muzillac, gneiss oeilés et leptynites migmatitiques de Saint-Brévin-l'Océan - 482 MâMu, Formation de Muzillac, migmatites, gneiss injectés de granite - 483 âeMu, Formation de Muzillac, amphibolites, amphibolo-pyroxénites - 484 cMu, Formation de Muzillac, calcaires métamorphiques - 485 ûMu, Formation de Muzillac, pyroxénites, gneiss à pyroxène et amphibole - 486 ûgraV, Formation de la Vilaine, quartzites graphitiques - 601 ûV, Formation de la Vilaine, quartzites à séricite - 602 nV, Formation de la Vilaine, micaschistes indifférenciés à muscovite et chlorite - 603 nStzV, Formation de la Vilaine, micaschistes à muscovite et chlorite primaires, avec biotite, grenat et staurorhite secondaires - 607 âeOP, Formation des Porphyroïdes de Vendée et de la Vilaine, méta-rhyolites et méta-arkoses à muscovite - 611 myâeOP, Formation des Porphyroïdes de Vendée et de la Vilaine mylonitisée - 612 ûphP, Formation des Porphyroïdes de Vendée et de la Vilaine, phanites - 613 nM5G, Formation de Saint-Gilles, micaschistes satinés à muscovite - 614 nâeP, Formation de Pornic, micaschistes et gneiss à albite, à biotite et muscovite, passées graphiteuses et phanitiques - 619 nâeSP, Formation de Sainte-Pazanne, micaschistes et gneiss fins à albite - 620 nâePS, Formation de Port-Saint-Père, micaschistes et gneiss plagioclasiques - 621 nâeSH, Formation de Saint-Hilaire, micaschistes et gneiss à albite, à lentilles graphiteuses et phanitiques - 622 âSH, Formation de Saint-Hilaire, amphibolites - 623 âeSM, Formation de Saint-Michel, micaschistes et gneiss fins micacés à phanites et ampélites - 624 phSM, Formation de Saint-Michel, phanites - 625 amSM, Formation de Saint-Michel, schistes ampélitiques - 626 ûSM, Formation de Saint-Michel, méta-grès blanc micacés de la Source - 627 ââ3CAM, Formation de Chauvé-l'Angle-Mervent, orthogneiss à deux micas - 630 âE, Unité des Essarts, amphibolites massives et prasinites - 645 âgE, Unité des Essarts, amphibolites à grenats - 646 ûE, Unité des Essarts, éclogites - 647 oâE, Unité des Essarts, orthogneiss - 650 nE, Unité des Essarts, micaschistes - 652 ûô, Périodites et serpentinites - 653 h4-5V, Sillon houiller vendéen, schistes et grès grossiers, conglomérat quartzeux, pélites charbonneuses, charbon (Westphalien-Stéphaniens) - 655 kB, Formation du Bourgneuf, grauwackes tufacées, pélites, microconglomérats (Cambrien supérieur probable) - 657 Q, Filons de quartz - 700 P, Filons de pegmatite - 701 Pbrl, Filons de pegmatite à beryl - 702 Plpd, Filons de pegmatite à lépidolite - 703 i, Filons de lamprophyres - 704 CeS, Colluvions dérivant des Sables de Savenay - 902 hydro, Réseau hydrologique - 999
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

1.5 - Nature sédimentaire

1.5.1 - Granulométrie des sédiments de l'estuaire externe

Source : Lesueur et Klingebiel A (1986)

On observe une assez grande variété de natures des fonds marins sur la zone d'étude (voir figure suivante).

Les fonds sont rocheux notamment sur les hauts-fonds de la Banche et de la Lambarde, et ceux « fermant » la baie du Pouliguen (Les Events, Pierre Percée) et les prolongements sous-marins des pointes du Croisic, de Saint-Gildas, et de quelques portions littorales (Pornichet...).

Les sédiments caillouteux et graveleux (médiane granulométrique < 2 mm) sont assez peu représentés. Les sables grossiers à caillouteux (médiane granulométrique < 2 mm, mais fraction dominante > 0,5 mm) occupent la majorité des fonds marins sédimentaires, notamment dans :

- le chenal du Nord et les environs du plateau de la Banche,
- l'embouchure de la Loire, en une bande joignant la pointe de Chémoulin et la pointe de Saint-Gildas,
- le Sud de la Grande rade de la Loire et l'entrée de la baie de Bourgneuf.

Les sables fins (moins de 15 % d'éléments de taille > 2 mm ; médiane < 2 mm, et fraction dominante comprise entre 0,05 et 0,5 mm) occupent notamment :

- quelques espaces littoraux (Traict du Croisic, baie du Pouliguen, abords de Fromentine) et/ou estuariens (littoral estuarien du pays du Retz, bancs de l'embouchure de la Loire),
- l'entrée du Chenal du Nord jusqu'au niveau du Chatelier, et les environs du plateau de la Lambarde avec extension vers le Sud-Ouest jusqu'aux roches du banc de Guérande.

Les sédiments vaseux forment des dépôts relativement importants :

- dans l'embouchure et le long de la rive droite de la Loire,
- dans les chenaux du centre et dans le « fond » de la baie de Bourgneuf,
- dans un long « couloir » s'étendant du Nord-Est vers le Sud-Ouest, entre la zone septentrionale de la Grande Rade de la Loire (entre la Lambarde et la pointe de Saint-Gildas) et la fosse du Grand Trou.

Ce « ruban » vaseux est le plus maritime des dépôts sédimentaires franchement fins du domaine externe ligérien. Il correspond à l'emplacement du paléo-lit septentrional principal de la Loire, à un couloir bathymétrique parfois nommé « Les Barquets ». Les sédiments sont meubles et sont régulièrement modifiés par les apports de la Loire et de la marée et le site de la Lambarde est concerné par une majorité de vases. Une partie de la couverture sédimentaire de la Lambarde est issue des matériaux immergés provenant du dragage de l'estuaire de la Loire.

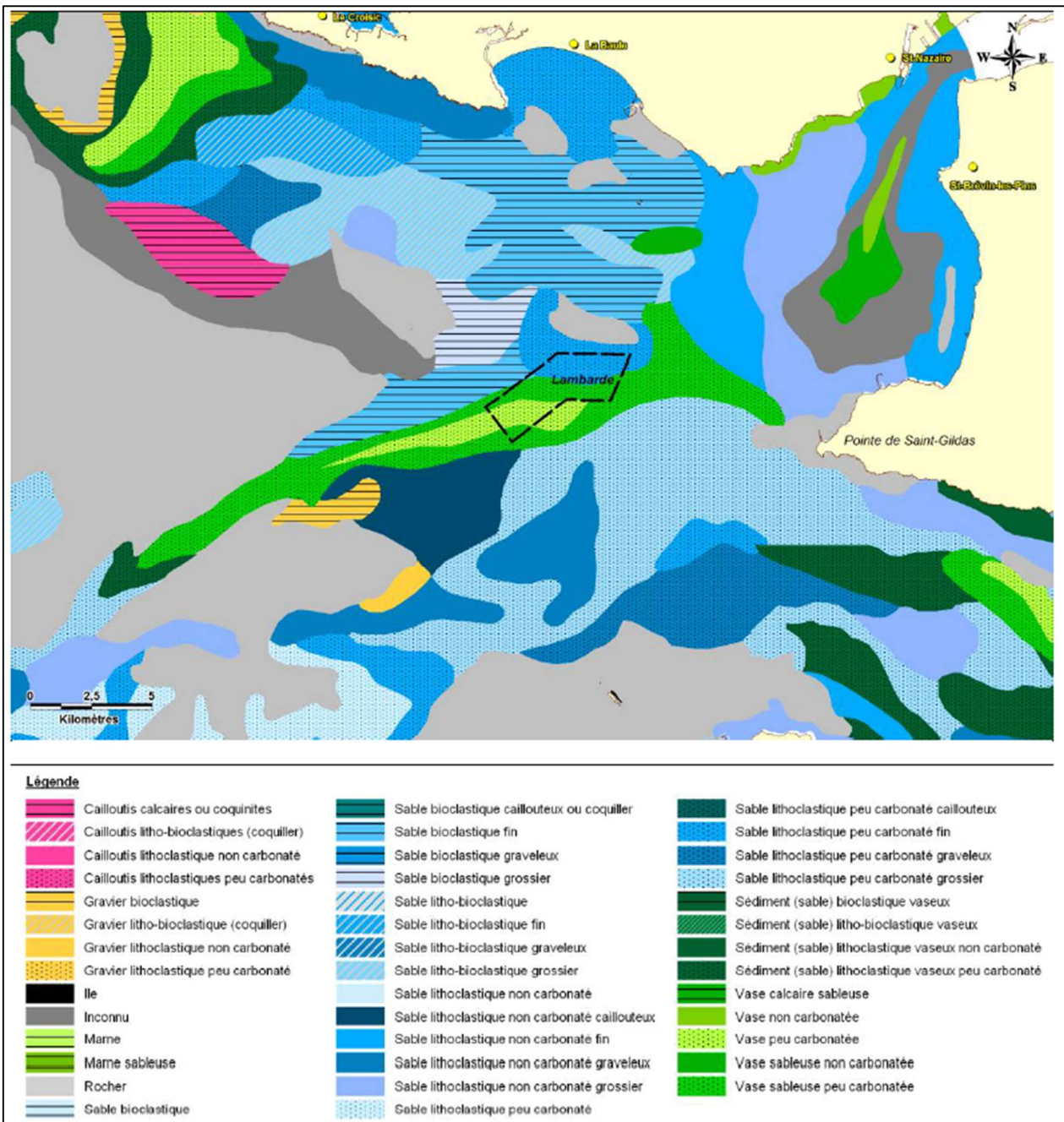


FIGURE 43 CARTE DES SEDIMENTS SUPERFICIELS DU PLATEAU CONTINENTAL AU LARGE DE LA LOIRE (LESUEUR ET KLINGEBIEL A (1986))

1.5.2 - Granulométrie des sédiments de l'estuaire interne

Source : Dossier de demande de renouvellement de l'autorisation de dragage et d'immersion du GPMNSN-IDRA-2021

1.5.2.1 - Généralités

D'importantes quantités de sables ont été transportées par la Loire jusque dans ses parties fluviomarin (entre Ancenis et Nantes) et estuarienne (à l'aval de Nantes) et ont formé le lit de l'estuaire. Cependant, les extractions massives effectuées au cours du 20^{ème} siècle depuis l'embouchure jusqu'à Ancenis (180 millions de m³ extraits selon l'estimation du GIP Loire Estuaire) ont conduit à une quasi-disparition des apports de sable dans l'estuaire. Ces extractions ont été définitivement arrêtées fin 1995.

Les sédiments sont composés d'une fraction solide (entre 20 et 30%) et d'une fraction liquide (eau) avec une densité d'environ 1,25 (1 m³ de sédiments = 1250 kg). L'essentiel des éléments polluants sont considérés comme fixés sur les particules fines et organiques.

La caractérisation physique des sédiments du GPMNSN, qui correspond à la définition de la taille, de la structure et de la densité des particules qui les composent, s'appuie sur la classification granulométrique usuelle en sédimentologie.

1.5.2.2 - Granulométrie des sédiments

Source : GIP LE – Suivi GPMNSN

Les conditions naturelles variables de l'estuaire associées à l'arrêt de l'exploitation des sables en amont de Nantes engendrent une variation notable de la granulométrie des sédiments et de la répartition des sables dans l'estuaire.

1.5.2.2.1 - Situation actuelle

Les analyses granulométriques réalisées par le GIP Loire Estuaire permettent de distinguer deux types de sédiments sur l'estuaire de la Loire :

- les sédiments homogènes représentent les 4/5 des échantillons, une seule et même classe sédimentaire sur l'ensemble du carottage. Du point de vue granulométrique, l'ensemble de l'estuaire est essentiellement argilo-limoneux ;
- les sédiments hétérogènes présentent plusieurs pics de différentes classes. Les éléments grossiers se concentrent essentiellement sur deux zones distinctes : dans le bas estuaire, d'une part, et dans la partie centrale, d'autre part, de façon étroitement associée à la position des épis qui bloquent leur transit.

Les variabilités granulométriques (diamètre des sédiments et pourcentage de sable/vase) peuvent être importantes aux échelles temporelles (interannuelle) et spatiales (entre stations de mesure). Ces variabilités **ne semblent pas être corrélées à l'hydraulicité générale de la Loire, à des opérations de dragage ou au type de dragage utilisé**. Il s'agirait plus certainement de l'action conjuguée de plusieurs facteurs qui provoque des évolutions morphologiques et sédimentologiques locales (notamment déplacement / formation des ridins, bancs de sables).

La figure suivante présente les teneurs de sables des sédiments du chenal et des souilles, on note les fortes teneurs en sables retenues en amont et l'augmentation des teneurs en sables à l'embouchure de l'estuaire.

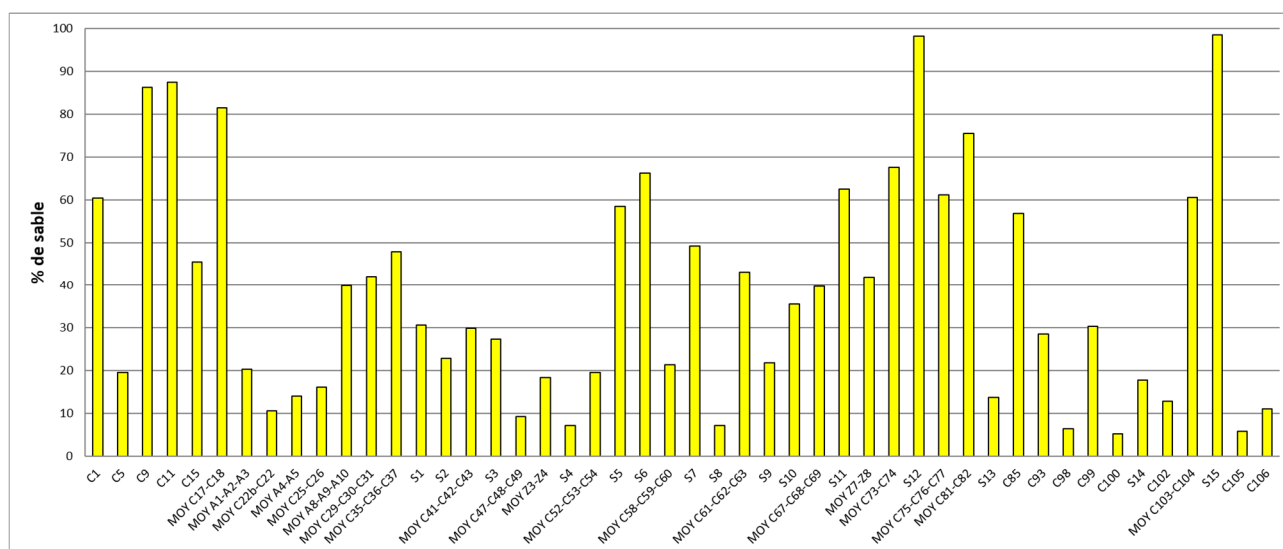


FIGURE 44 POURCENTAGE DE SABLES DANS LE CHENAL ET LES SOUILLES EN 2022

1.5.2.2.2 - Evolution de la granulométrie entre 2004 et 2022

Depuis 2004, la granulométrie moyenne à l'échelle de l'estuaire présente une tendance à l'augmentation, passant de 31 μm à 120 μm en 2016. De 2013 à 2016, cette augmentation se vérifie sur l'ensemble des sections excepté pour les sections 1 à 3 (estuaire externe) et elle est plus marquée au niveau des sections 7 à 11 (de Donges à Nantes).

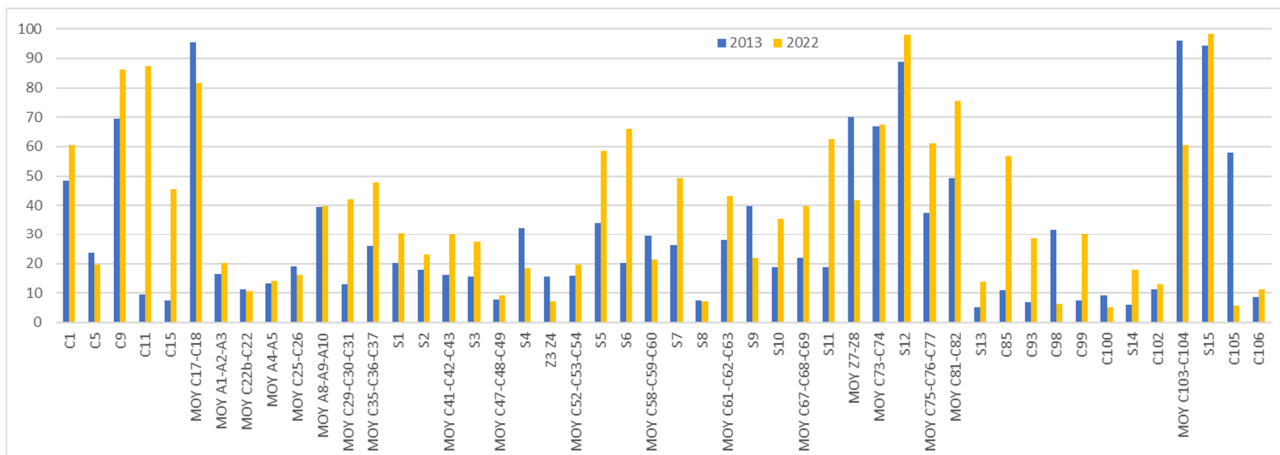


FIGURE 45 TENEURS MOYENNES EN SABLES EN % DANS L'ESTUAIRE DE LA LOIRE PAR SECTION POUR LES ANNEES 2013 ET 2022

Le graphique ci-dessus rend compte des teneurs en sable des sédiments de l'estuaire entre 2013 et 2022. On peut identifier une **augmentation de la proportion de sables** dans tout l'estuaire par rapport à la période précédente passant de 8 à 16% de sable entre 2004 et 2010 à environ 33% de sable entre 2013 et 2020. On note des augmentations plus marquées des teneurs en sable en aval (plus de 60% d'augmentation pour une moyenne à 40%) et en amont (plus de 200% d'augmentation pour une moyenne à 20%).

1.5.2.2.3 - Evolution de la répartition des sables dans l'estuaire entre 2013 et 2022

En complément de l'augmentation de la proportion de sable dans l'estuaire, on note une variation de la localisation des sédiments sableux :

- entre 2013 et 2016 : ensablement général de l'estuaire, notamment en amont (sections 7 à 10) ;
- entre 2016 et 2020 : diminution générale des teneurs en sable sur tout l'estuaire excepté en aval où la teneur de sable augmente ;
- entre 2020 et 2022 : ensablement généralisé, mais modéré, de l'estuaire.

La figure ci-dessus présente l'évolution des teneurs en sables dans l'estuaire entre 2013 et 2016, 2016 et 2020, 2020 et 2022.

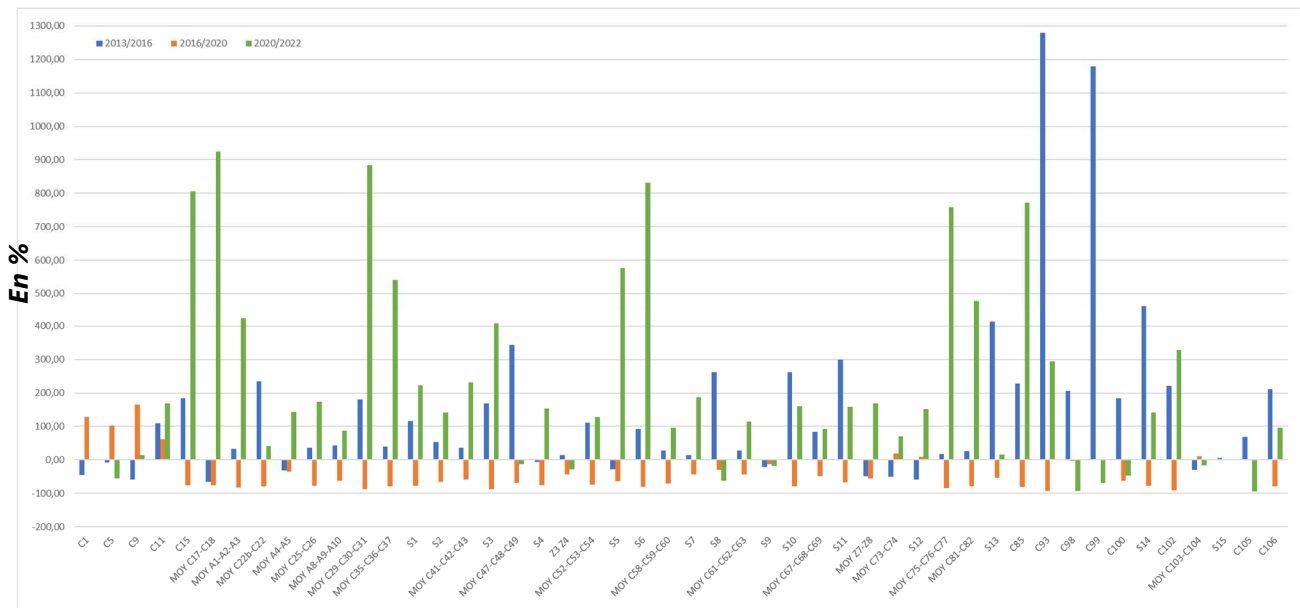


FIGURE 46 EVOLUTION DE LA TENEUR DE SABLE DANS LE CHENAL ET LES SOUILLES EN 2013, 2016, 2020 ET 2022

La figure ci-dessous présente l'évolution de la teneur (en %) en sable dans l'estuaire entre 2013 et 2022. Elle met en évidence :

- une forte variabilité géographique des niveaux de sables dans les sédiments ;
- une augmentation générale de la teneur en sable dans l'estuaire (moyenne de 38% en 2022 contre 30% en 2016) ;
- une augmentation plus marquée au niveau de l'aval et de l'amont de l'estuaire.

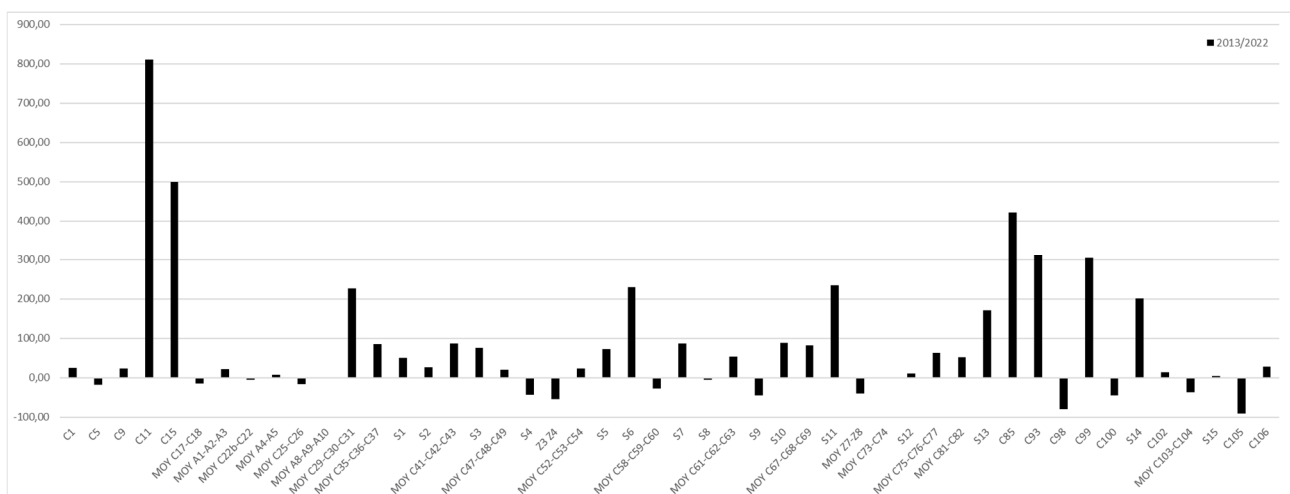


FIGURE 47 EVOLUTION DE LA TENEUR DE SABLE DANS LE CHENAL ET LES SOUILLES ENTRE 2013 ET 2022 (EN %)

1.5.3 - Synthèse sur la nature sédimentaire

On observe une grande diversité de la nature sédimentaire dans l'estuaire externe associées à la géologie hétérogène de la zone, elle-même liée aux déplacements du lit de la Loire. Les sédiments sont vaseux au Sud du site d'immersion et sableux au Nord.

Dans l'estuaire interne, les sédiments sont majoritairement vaseux (65%). La granulométrie des sédiments montre une récente tendance à l'augmentation de la proportion de sables dans l'estuaire avec une forte variabilité dans la répartition géographique des sables.

L'enjeu de la nature sédimentaire est considéré comme fort au regard des liens avec la faune benthique et les ressources trophiques pour l'ichtyofaune.

1.6 - Morpho-bathymétrie

1.6.1 - Bathymétrie de l'estuaire interne

Source : MIGNIOT 1993

La morphologie de l'estuaire a évolué en fonction des différents aménagements anthropiques qu'il a connus.

1.6.1.1 - Travaux d'aménagement fluvial

Les principaux aménagements de l'estuaire découlent des lois et décrets qui ont organisé les travaux entrepris du XIXème siècle à nos jours en quatre étapes (MIGNIOT, 1993), dans le but d'améliorer les accès aux ports de Nantes et Saint-Nazaire.

- Première étape d'aménagement
 - Endiguement continu des rives entre Nantes et le Pellerin (1859 à 1864) qui entraîne un dépôt alluvial vers l'aval,
 - Construction du canal maritime en rive gauche (canal de la Martinière).
- Deuxième étape d'aménagement (loi de 1903)
 - Endiguement continu entre Le Pellerin et Paimboeuf de 1903 à 1915 ; rescindement des îles Binet et Grand Pineau, dragage d'un chenal unique.
- Troisième étape d'aménagement (loi de 1913)
 - Creusement d'un bassin à marée à l'amont de Nantes pour réduire l'envasement du port de Nantes,
 - Aménagement d'une section de la Loire navigable entre Nantes et Oudon par approfondissement du lit du fleuve.
- Quatrième étape d'aménagement (décret du 28 juillet 1933)
 - Déplacement du chenal entre Saint-Nazaire et Donges,
 - Construction d'une digue de concavité à Montoir et dragage du chenal à – 6,10 m CM en 1940, puis à – 9,60 m CM en 1976,
 - Déroctage des seuils de Basse-Indre, Roche Maurice et Bellevue de 1973 à 1976.

1.6.1.2 - Travaux d'aménagement portuaire

Des travaux plus récents ont été réalisés depuis 1976 :

- approfondissement à la cote – 12,85 m CM du chenal de Donges en 1981 ;
- régularisation du chenal d'accès à la mer à – 13,10 m CM entre la Pointe de Chémoulin et la rade de Saint-Nazaire, et du chenal des Brillantes à – 7,60 m CM entre Donges et Paimboeuf ;
- approfondissement du chenal à l'aval de Villes-Martin à – 13,70 m CM en 1986 ;
- remblaiement du banc du Bilho, de la zone industrialo-portuaire de Montoir et des sites de Donges-Est et du Carnet, des années 1970 à 1990.

1.6.1.3 - Extraction de granulats en Loire

A ces travaux, se sont ajoutées des extractions d'environ 70 Mm³ de granulats en amont de Nantes de 1910 à 1995, ce qui a joué un rôle non négligeable dans les modifications morphologiques de l'estuaire.

Les conséquences de ces extractions ont été l'abaissement général des fonds et l'augmentation des sections d'écoulement à mi-marée sous étiage, en amont de Nantes. Ces différents aménagements se sont traduits par des modifications de calibrage de la Loire, des conditions hydrologiques de l'estuaire et de la bathymétrie.

Les extractions de granulats dans le lit mineur de la Loire ne sont plus autorisées depuis fin 1995.

1.6.2 - Bathymétrie

1.6.2.1 - Evolution générale de l'estuaire

Source : CSEEL, 1984 & complété d'après MIGNIOT, 1993

Avant 1953, les modifications importantes des profondeurs du chenal étaient localisées entre Paimboeuf et Nantes (CSEEL, 1983) (cf. figure suivante). Entre 1953 et 1987, les profondeurs du chenal se sont accrues sur l'ensemble de l'estuaire entre Saint-Nazaire et Ancenis. Les fonds de 1991 étaient en général 2 à 3 m plus profonds que ceux de 1953. Ces approfondissements ont eu lieu en particulier :

- en aval de Nantes, entre 1953 et 1971,
- entre Saint-Nazaire et Donges puis entre Cordemais et Nantes, de 1971 à 1987,
- entre Nantes et Mauves, de 1953 à 1971,
- entre Mauves et Ancenis de 1971 à 1987

Selon DELFT HYDRAULICS (1994), l'accroissement des profondeurs entre Cordemais et Nantes est vraisemblablement dû à l'érosion sous l'effet de l'augmentation des volumes oscillants dans l'estuaire.

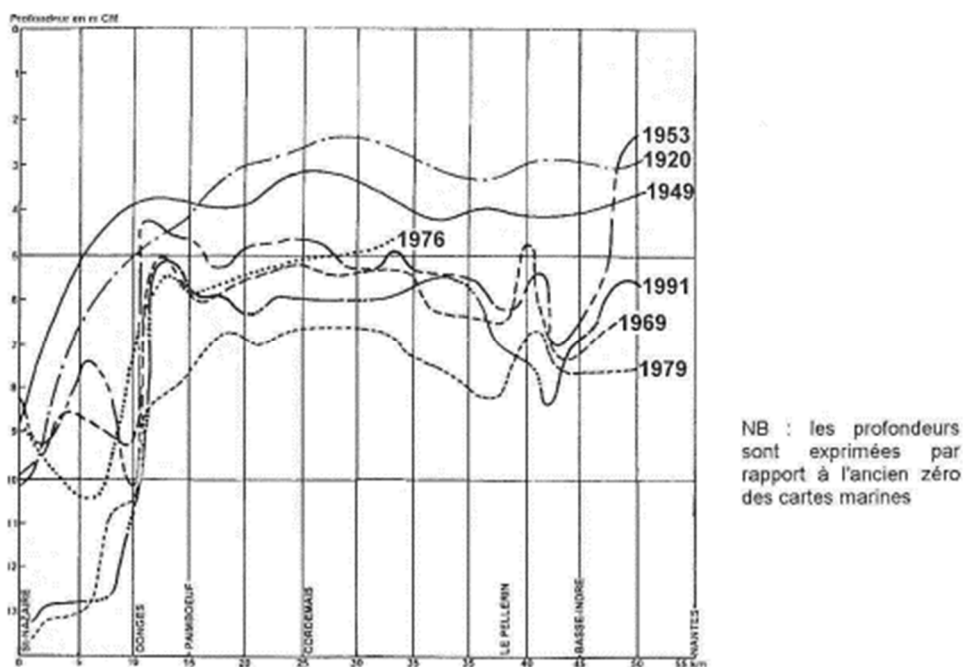


FIGURE 48 PROFIL EN LONG DE L'ESTUAIRE DE LA LOIRE (SOURCE : CSEEL, 1984 & MIGNIOT, 1993)

1.6.2.2 - Bathymétrie de l'estuaire interne

Du fait du déplacement régulier du bouchon vaseux et la sédimentation continue dans l'estuaire, la bathymétrie connaît des variations fréquentes ce qui représente un enjeu fort pour garantir la sécurité des usagers de l'estuaire. Actuellement, les cotes nominales du chenal de navigation sont les suivantes :

- -13,70 m CM au large de Saint-Nazaire (sections 1 à 2),
- -12,85 m CM de Saint-Nazaire à Donges (sections 3 à 6),
- de -12,85 m CM à -4,70 m CM entre Donges et le Carnet, correspondant à une zone de transition.
- -4,70 m CM du Carnet au Pellerin,
- -5,10 m CM du Pellerin à Nantes,
- des zones d'évitage sont présentes devant les terminaux conteneurs, méthaniers, pétroliers pour l'aval et à Trentemoult pour l'amont. Les souilles en bord à quai sont draguées selon des cotes qui peuvent varier entre -16 m CM et -5 m CM.

Ces cotes nominales ne sont pas systématiquement tenues. C'est la cote de navigation définie en réunion mensuelle de pilotage qui est la cote objectif à atteindre pour les dragages. Elle est fixée en fonction de l'ampleur de la sédimentation, des tirants d'eau des navires prévus et des moyens de dragage disponibles.

Le levé bathymétrique trimestriel de la fosse de Grand Pont indique des profondeurs allant de -9 m CM à -11 m CM, ces profondeurs sont à comparer avec les profondeurs du chenal au niveau des sections correspondantes situées à environ -4,5 m CM.

1.6.2.3 - Bathymétrie de l'estuaire externe

Source : *Modèle Loire SOGREAH, 2013*

Dans l'estuaire externe de la Loire, jusqu'à schématiquement une ligne fictive joignant la pointe de Penchâteau, le plateau de la Lambarde et la Pointe Saint-Gildas, tous les fonds cotent moins de -10 m CM, à l'exception du chenal de navigation dont la cote nominale est de -13,7 m CM.

Une extension de petits fonds rejoint et ceinture le plateau de la Banche.

Au-delà on trouve des profondeurs inférieures à -10 m CM : au large du Croisic, le plateau du Four, sur le vaste plateau de Guérande ; sous la forme d'un pointement singulier, le banc de Kérouars, immédiatement au sud de la pointe de Saint-Gildas ; en large ceinture autour de l'île de Noirmoutier ; à l'intérieur de la Baie de Bourgneuf.

Des fonds de -20 m CM et plus se rencontrent dans ce qui constitue la Grande Rade de la Loire, entre les plateaux de la Banche et de la Lambarde au nord, et la ceinture rocheuse de Noirmoutier au sud. C'est là que s'enracinent les deux couloirs déprimés correspondant aux paléo-lits principaux de la Loire. Le plus méridional est à peu près dans le prolongement du chenal du Sud. Le plus septentrional, secteur parfois dit des «Bouquets», conduit à la fosse du Grand Trou, où la profondeur atteint et dépasse même -60 m CM.

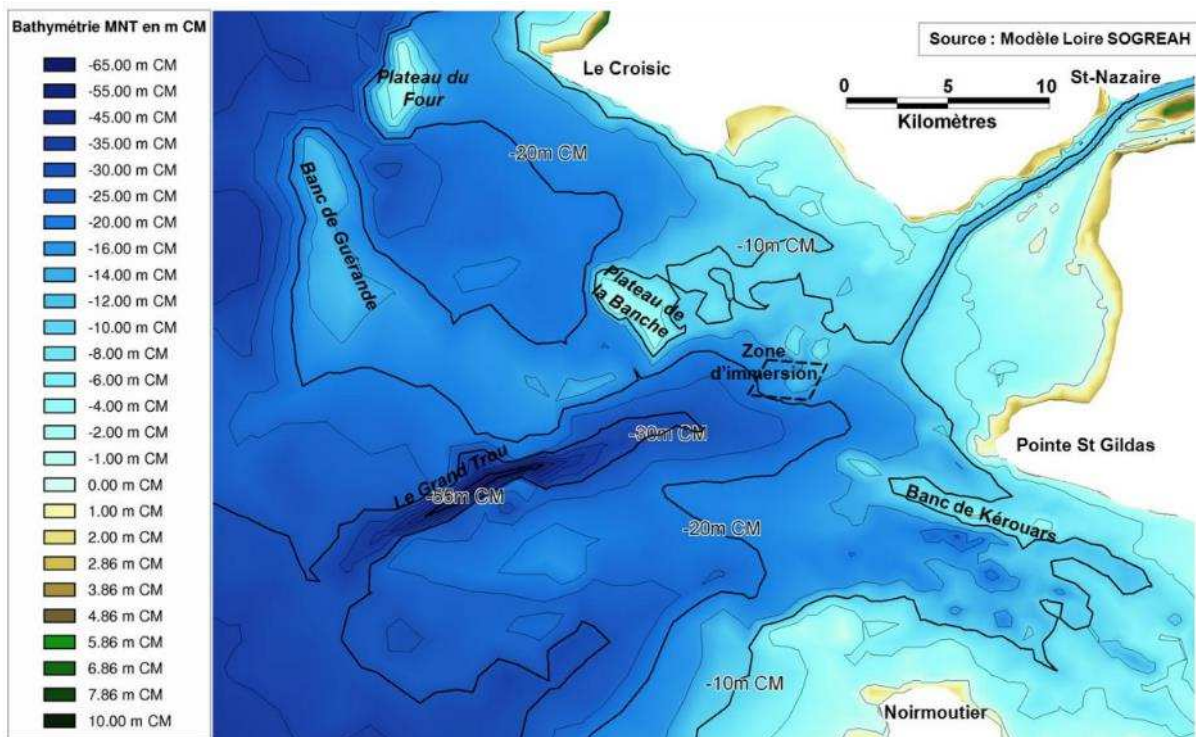


FIGURE 49 BATHYMETRIE SUR LA ZONE DE PROJET (MODELE LOIRE SOGREAH)

1.6.2.4 - Bathymétrie du site de la Lambarde

Le site de la Lambarde est suivi dans le cadre des opérations d’immersion. 17 sondages ont été réalisés entre 2013 et 2023 et le dernier levé a été mené entre le 22 février et le 1er mars 2023 et présente des profondeurs allant de -29 m CM à -11 m CM.

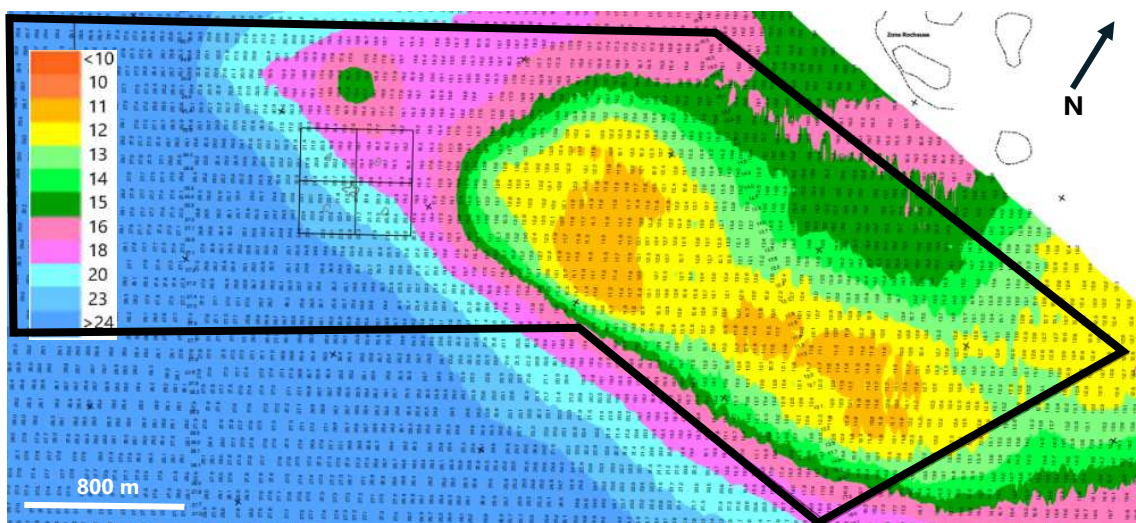


FIGURE 50 BATHYMETRIE DU SITE DE LA LAMBARDE EN METRE COTE MARINE (CM) EN 03/2023 (GPMNSN)

1.6.3 - Synthèse sur la morpho-bathymétrie de la zone d’étude

La bathymétrie au sein de l’estuaire de la Loire varie fréquemment, notamment en raison du déplacement du bouchon vaseux et de la sédimentation. La bathymétrie joue un rôle important pour la sécurité et exerce une influence directe sur le fonctionnement du Grand Port de Nantes Saint-Nazaire. Cet enjeu est de niveau fort sur le site, compte tenu des contraintes d’usage existantes liées aux profondeurs du chenal et de son influence sur la sécurité de la navigation commerciale.

1.7 - Dynamique hydrosédimentaire

Source : GIP LE, ARTELIA 2011 et MIGNIOT 1996

Note : Les données présentées sont les dernières mises à disposition par le GIP LE.

La dynamique hydrosédimentaire est principalement engendrée par les courants et la houle. Elle rend compte des transports de sédiments observés dans la zone d'étude et des conséquences que cela entraîne sur la morphologie des fonds. Cette dynamique a largement évolué au cours du vingtième siècle par suite des interventions humaines. Elle est maintenant plutôt stabilisée depuis 30 ans. Entre 1953 et 1987, les profondeurs du chenal se sont accrues sur l'ensemble de l'estuaire entre Saint-Nazaire et Ancenis. Les fonds de 1991 étaient en général 2 à 3 m plus profonds que ceux de 1953.

Les extractions de granulats ne sont plus autorisées en Loire amont depuis fin 1996, engendrant une modification de la nature des sédiments (portion sableuse en augmentation depuis 30 ans).

1.7.1 - Système bouchon vaseux – crème de vase

1.7.1.1 - Description générale

Les installations portuaires du GPMNSN sont situées dans une zone estuarienne, lieu de rencontre entre les eaux douces du fleuve et les eaux marines de l'océan, soumise à une dynamique hydrosédimentaire complexe et changeante à différentes échelles :

- côté océan, la marée semi-diurne induit une variation oscillatoire des niveaux d'eau deux fois par jour qui génère des courants de marée alternatifs et un volume d'eau oscillant important qui remonte au-delà de Nantes. L'intensité de la marée varie : à l'échelle du mois lunaire avec une alternance de marées de vive-eau et de morte-eau ; à l'échelle des saisons avec la succession des équinoxes et des solstices et enfin à l'échelle pluriannuelle avec le cycle du Saros, de 18 ans $2/3$, qui régit les variations des plus fortes marées annuelles, dont les plus importantes reviennent tous les 4 à 5 ans ;
- côté fleuve, les apports d'eau douce suivent un rythme saisonnier avec une période d'étiage en été et une période de crue en hiver. Ce régime hydrologique est également soumis à un cycle pluriannuel climatique de l'ordre de 7 années qui fait se succéder années de forte et de faible hydraulicité.

La rencontre des eaux douces et salées crée alors un coin salé, les eaux marines plus denses avançant dans l'estuaire près du fond alors que l'eau douce, moins dense, coule plutôt en surface. Un mélange s'effectue également à l'interface, générant un mélange d'eau saumâtre plus ou moins prononcé selon les volumes mis en jeu de part et d'autre.

Par ailleurs, les apports solides du fleuve se retrouvent piégés à l'interface, créant une accumulation de matière en suspension (MES) dénommée bouchon vaseux. Issues de l'érosion des sols du bassin versant, les particules de vases apportées par le fleuve se regroupent entre elles au contact de l'eau salée. Plus les particules s'agglomèrent, plus leur poids augmente, favorisant leur décantation. Les sédiments déposés, mêlés de matières organiques, forment sur le fond un tapis de vase, appelé crème de vase. Sous l'action des courants de marée ou de crue, ces sédiments sont remis en suspension dans la colonne d'eau. Le dragage remet également localement des sédiments en suspension.

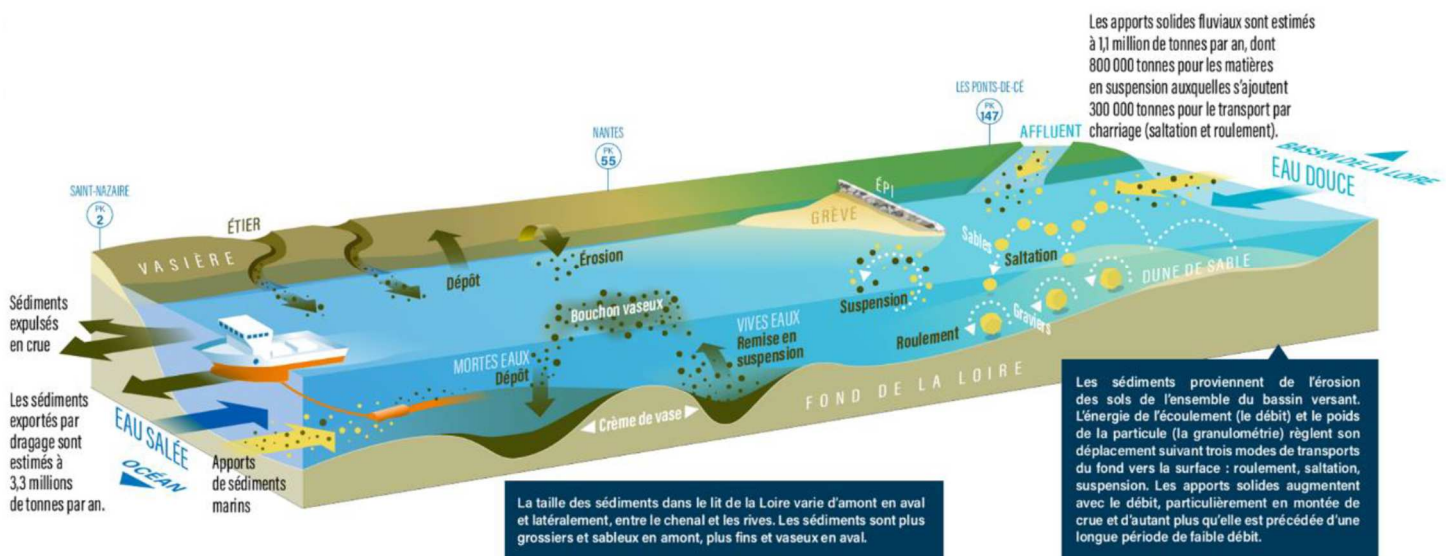


FIGURE 51 SCHEMA DE FONCTIONNEMENT DU BOUCHON VASEUX (GIP LOIRE ESTUAIRE, 2018)

Le bouchon vaseux et la crème de vase forment donc les deux phases d'un même système turbide naturel propre aux estuaires :

- le bouchon vaseux correspond à la phase des matières en suspension (MES) dans la colonne d'eau,
- la crème de vase correspond à la phase déposée sur le fond de l'estuaire sous une forme néanmoins mobile et facilement remobilisable.

Différents seuils de concentration caractérisent la masse turbide. Le bouchon vaseux correspond à des concentrations comprises entre 0,5 g/l et 30 g/l. Au-delà, les sédiments ne sont plus considérés en suspension, mais déposés sous la forme de crème de vase. Dans l'estuaire, l'eau est définie comme turbide à partir de 0,1 g/l.

		Dénomination	Concentration (g/l)	Forme
Masse turbide	Bouchon vaseux	Panache du bouchon vaseux (hors apports de crue)	$0,1 \leq < 0,5$	suspension
		Bouchon vaseux faiblement concentré	$0,5 \leq < 1$	suspension
		Bouchon vaseux <i>stricto sensu</i>	$1 \leq < 10$	suspension
		Bouchon vaseux dense	$10 \leq < 30$	suspension
	Crème de vase	Crème de vase liquide	$30 \leq < 100$	dépôt
		Crème de vase <i>stricto sensu</i>	$100 \leq < 300$	dépôt
		Crème de vase consolidée	$300 \leq < 500$	dépôt

FIGURE 52 CONCENTRATIONS DE MES ET BOUCHON VASEUX (GIP LOIRE ESTUAIRE)

Le bouchon vaseux et la crème de vase associée connaissent des oscillations saisonnières importantes, liées au débit du fleuve, et des déplacements alternatifs plus réduits, à l'échelle d'une marée.

Les concentrations du bouchon vaseux sont susceptibles d'influer sur la qualité des eaux et notamment sur le taux d'oxygène dissous qui peut, en été, descendre sous le seuil critique de l'hypoxie (< 5mg/L), de l'anoxie (< 3 mg/L) et du seuil e 1 mg/l qui est le seuil létal pour les poissons. Ce sont donc ces concentrations en MES qui doivent faire l'objet d'une surveillance particulière.

1.7.1.2 - Position du bouchon vaseux

Le déplacement du bouchon vaseux dans l'estuaire est principalement conditionné par la dynamique du fleuve. Lorsque le débit fluvial est faible, la mer pénètre davantage dans l'estuaire en faisant remonter le bouchon vaseux. Au contraire, lors des crues de la Loire, les eaux douces repoussent les eaux marines et peuvent expulser le bouchon vaseux au-delà de Saint-Nazaire en surface.

De plus, pour un même débit, plus le coefficient de marée est élevé, plus la vase se retrouve en suspension et se disperse. L'extension du bouchon vaseux est donc maximale pour des étiages sévères (débit durablement inférieur à 150 m³/s) et des vives-eaux exceptionnelles (coefficient de marée supérieur à 110). Le bouchon vaseux peut alors être détecté de Sainte-Luce-sur-Loire (Bellevue) à Donges, soit sur une distance d'au moins 55 km, et son panache est observé à Mauves-sur-Loire, comme en aval de Saint-Nazaire. Le coefficient de marée ne joue pas directement sur la localisation du bouchon vaseux mais plutôt sur sa masse et son extension. Plus les coefficients de marée sont forts plus la crème de vase est mise en suspension et est dispersée sur une grande distance.

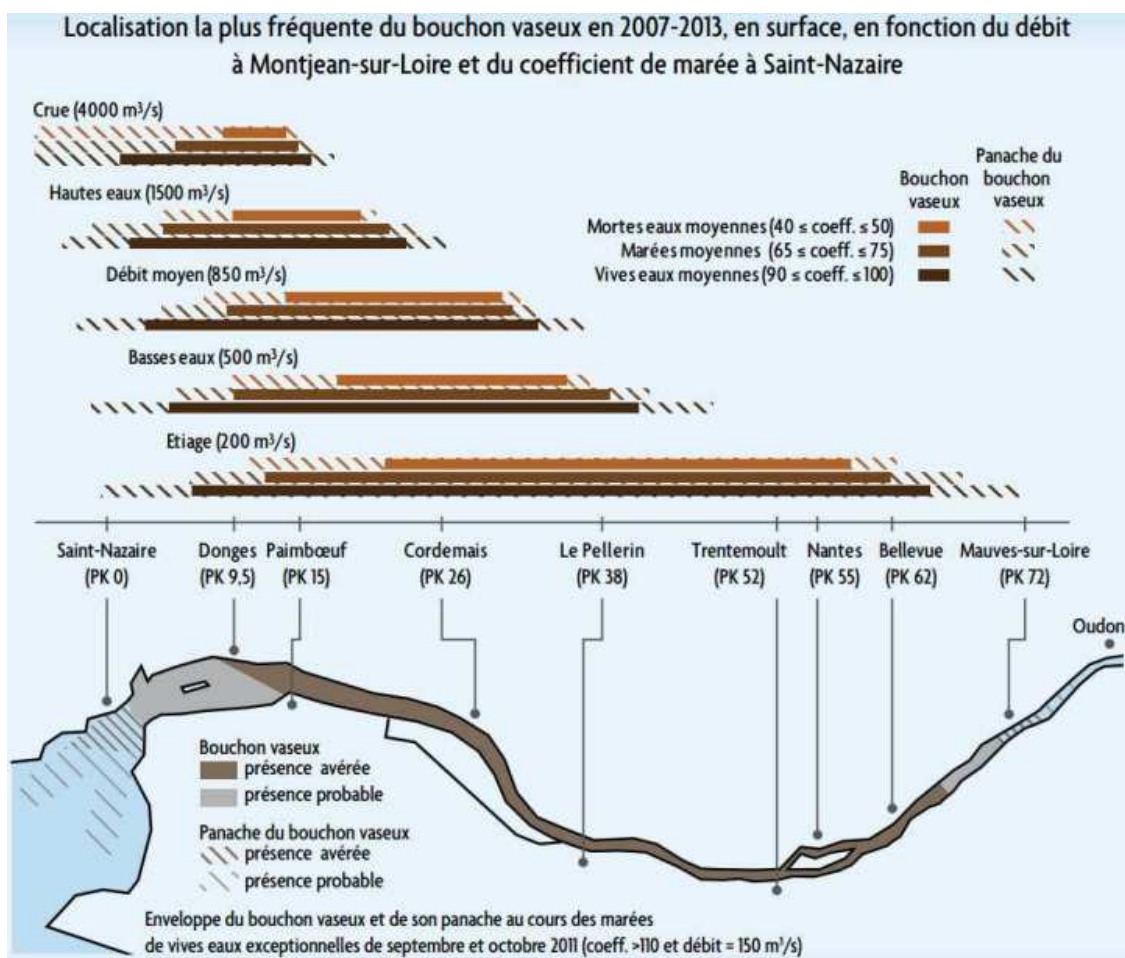


FIGURE 53 LOCALISATION LA PLUS FREQUENTE DU BOUCHON VASEUX EN SURFACE EN FONCTION DU DEBIT DE LA LOIRE ET DU COEFFICIENT DE MAREE (GIP LE, 2018)

Le bouchon vaseux est principalement détecté entre Le Pellerin et Paimbœuf. Il est toujours présent à Paimbœuf et Donges, à un moment de la marée, en vives-eaux moyennes.

Quelle que soit l'année, le bouchon vaseux est détecté en moyenne deux jours sur trois à Paimbœuf. A Donges, il est détecté un jour sur deux, mais pendant peu de temps à chaque fois, soit seulement 20 % de l'année en cumulé. Pour les stations les plus amont, le temps de présence du bouchon vaseux dépend essentiellement de la durée de l'étiage. Les années d'étiages sévères le bouchon est présent près de 300 jours à Cordemais à un moment de la journée, et le temps de présence cumulé atteint 50 %.

Depuis 2007, aucune tendance à l'augmentation ou à la diminution du bouchon vaseux ne se dessine. La variabilité interannuelle des débits fluviaux est le principal paramètre qui explique les différentes localisations du bouchon vaseux et son temps de présence. De la même manière, les variations interannuelles de concentrations en matières en suspension sont dominées par l'influence des apports en eau du fleuve.

1.7.1.3 - Masse de sédiments du bouchon vaseux

Le volume de vase mis en jeu dans ce système augmente avec les apports de la Loire, l'approfondissement du chenal et l'érosion des berges. Il diminue avec l'expulsion dans l'estuaire externe du bouchon vaseux, la sédimentation sur les berges et les vasières et le clapage sur le site de la Lambarde des sédiments dragués dans l'estuaire.

A partir des mesures issues du réseau SYVEL, le GIP Loire Estuaire a estimé la masse du bouchon vaseux dans l'estuaire. Au cours d'une année moyenne, la masse de vase en suspension dans l'estuaire est minimale en période de hautes eaux et mortes-eaux - estimée à quelques milliers de tonnes, et atteint son maximum, près de 1 million de tonnes (Mt), lors des premières vives-eaux en sortie d'étiage. La crème de vase est, quant à elle, minimale en crue et vives-eaux (1,5 Mt) et maximale en fin d'étiage et mortes-eaux (2,1 Mt).

1.7.1.4 - Bilan sédimentaire

Le bilan sédimentaire est présenté dans le chapitre 2.1.2.3.2 de la Pièce n°2.

1.7.1.5 - Sédimentation portuaire

Le mouvement des matières en suspension impacte directement la sédimentation portuaire. Migniot (1996) a analysé la sédimentation dans les sections 1 à 7, sur la période 1986 -1994 et a montré la corrélation avec le débit de la Loire qui contrôle la position du système bouchon vaseux/ crème de vase.

TABLEAU 18 CORRELATION DE LA POSITION DU BOUCHON VASEUX DANS L'ESTUAIRE AVEC LE DEBIT DE LA LOIRE (MIGNIOT, 1996)

Débit	Chenal de Donges Section 4	Chenal de Donges Sections 5 et 6	Chenal de Nantes amont
300 m ³ /s	érosion	érosion	Bouchon vaseux
400 m ³ /s	érosion	Apports : 50 000 m ³ /mois	érosion
500 m ³ /s	érosion	Apports : 100 000 m ³ /mois	érosion
1000 m ³ /s	Apports : 80 000 m ³ /mois	Apports : 200 000 m ³ /mois	érosion
2000 m ³ /s	Apports : 225 000 m ³ /mois	Apports : 350 000 m ³ /mois	érosion

Pour les sections 5 et 6, il déduit des stocks de matériaux en place évalués par le Service Hydrographique du Port que le seuil entre dépôt et érosion est situé autour du débit de 300 m³ /s. Les apports seraient de 50 000 m³ /mois avec un débit de 400 m³ /s et de 100 000 m³ /mois à 500 m³ /s. A 1000 et 2000 m³ /s, les apports passeraient respectivement à 200 000 et 350 000 m³ /mois.

En section 4, la limite dépôt/érosion est localisée au voisinage de 600 m³ /s. Pour un débit de 1000 m³ /s, les apports seraient d'environ 80 000 m³ /mois et de 225 000 m³ /mois pour un débit de 2000 m³ /s.

Dans les sections aval (1 à 3), les apports sont plus importants lors des années de forte hydraulité, mais la houle joue un rôle appréciable, quoique non quantifié, sur ces apports.

Les apports, variables selon les sections, sont donc étroitement dépendants des débits de la Loire qui subissent d'importantes variabilités interannuelles. Lorsque le débit est faible le bouchon vaseux remonte le chenal de Nantes ce qui soulage la pression sur les installations de l'aval essentiellement en été.

Les sections aval sont une zone de piégeage des dépôts pendant une crue. En cas de forte crue (4 000 m³/s), les sédiments peuvent être expulsés vers l'estuaire externe. Lors de la décrue (de 4 000 m³/s à 1 250 m³/s), l'estuaire externe alimente les sections aval du chenal de navigation.

1.7.2 - Dynamique sédimentaire récente

Les apports estimés du fleuve et les exports par dragages et immersion à la Lambarde ont été comparés et le résultat est visible sur la figure suivante. Il est possible de constater que les masses draguées sont quasiment toujours supérieures aux apports estimés (sauf en 2013 et en 2019 à la suite d'un arrêt prolongé de la drague) ce qui confirme le bilan sédimentaire présenté précédemment.

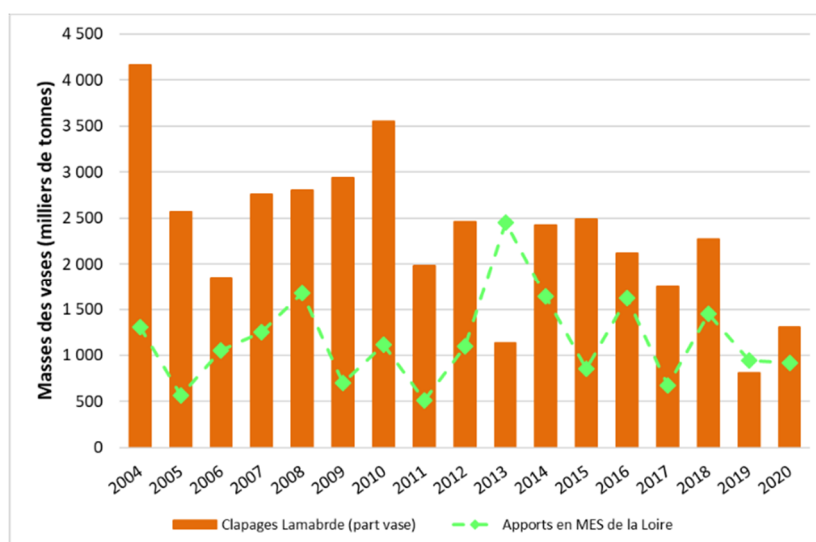


FIGURE 54 COMPARAISON DES VOLUMES CLAPES SUR LA LAMBARDE ET DES APPORTS EN MES DE LA LOIRE (IDRA ENVIRONNEMENT 2021)

1.7.3 - Sédimentation latérale

Les berges latérales de Loire sont soumises à la sédimentation. Cette sédimentation est alimentée par les matériaux transportés par l'hydrodynamisme de l'estuaire.

Le bureau d'étude HOCER a réalisé pour le GPMNSN, des études sur la dynamique de la sédimentation latérale en estuaire de Loire, au niveau du lit majeur (vasières, marais et prairies) ainsi que sur l'impact potentiel du dragage sur cette dynamique sédimentaire.

Cette étude a permis de mettre en relation la sédimentation des vasières et les processus hydrosédimentaires naturels, dont les facteurs prépondérants sont les suivants :

- **la position sur la vasière** : le haut est relativement stable et évolue lentement (variation de 10 cm), tandis que le bas, plus souvent submergé et proche du chenal de navigation, est marqué par des modifications importantes et rapides des altitudes (variations pouvant atteindre 20 à 30 cm) ;
- **le régime fluvial et la position du bouchon vaseux** : les évolutions s'enregistrent à l'échelle annuelle et peuvent atteindre jusqu'à 20 cm. En période d'étiage, la haute vasière est stable tandis que la partie basse montre une tendance érosive. En période de crue on observe une érosion lente de la partie haute et une accrétion sur la partie basse ;

- la marée :
 - cycle mortes-eaux/vives-eaux : les évolutions peuvent atteindre 10 cm. Les phases de déchet et de mortes-eaux favorisent la sédimentation, au contraire du revif et des vives-eaux qui sont responsables de périodes d'érosion. Les baisses des coefficients et des vitesses des courants de marée associées provoquent le dépôt sur les vasières et une baisse très nette de la turbidité dans l'estuaire et inversement ;
 - cycle basse mer/haute mer : à l'échelle diurne et semi-diurne, des évolutions de quelques millimètres à quelques centimètres ont été observées. Les moments de sédimentation peuvent varier en fonction des conditions (crue/ étiage, ME/VE) et de la localisation ;
- l'agitation et les tempêtes : sur les enregistrements altimétriques ponctuels, la dynamique estuarienne prédomine par rapport à l'action érosive des vagues.

Au niveau des zones de marais et de prairies humides, la dynamique sédimentaire est liée aux apports de la Loire par submersions des sédiments en suspension. Les phénomènes de submersion vont donc dépendre du niveau d'eau contrôlé par la marée, du débit (surtout en zone amont) et des phénomènes météorologiques. L'expansion des eaux est ensuite conditionnée par d'autres facteurs comme la présence d'étiers, la topographie générale, l'humidité du sol, la végétation.

Cette étude a également mis en évidence l'influence majeure des **grands travaux d'aménagement du chenal** réalisés sur l'estuaire dès la fin du 19^{ème} siècle et jusqu'à 1984.

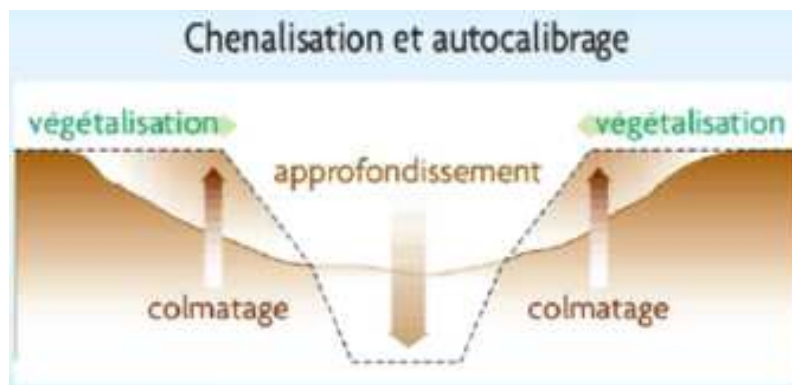


FIGURE 55 INCIDENCE DES TRAVAUX DE CHENALISATION DE LA LOIRE

1.7.4 - Synthèse sur la dynamique sédimentaire de l'estuaire interne

Le bouchon vaseux est un phénomène naturel des estuaires à fort marnage. Il est présent toute l'année dans l'estuaire et contribue à la formation et au maintien des vasières. Il se constitue à l'aval de Nantes et se déplace au gré du débit du fleuve et de la marée ; il est majoritairement détecté à Cordemais ; il est d'autant plus étendu et volumineux que le coefficient de marée est élevé et le débit faible, il peut ainsi être entraîné en amont de Nantes. Lors des crues, il peut être expulsé en surface et atteindre au nord, la baie de la Vilaine et au sud, celle de Bourgneuf.

La dynamique sédimentaire globale de l'estuaire n'a pas évolué depuis dix ans. On constate cependant depuis 2019 une diminution des débits de la Loire. Le bouchon vaseux pourrait donc, à l'avenir, être plus présent en amont de l'estuaire (observé à Nantes notamment à l'automne 2022) ce qui limitera l'envasement en aval, notamment au droit des terminaux portuaires de montoir-Donges.

La sédimentation latérale dans l'estuaire est majoritairement liée aux conditions naturelles et notamment le débit du fleuve.

Cet enjeu est de niveau fort pour la gestion des sédiments portuaires.

1.8 - Hydrographie - hydrologie

1.8.1 - Masses d'eau concernées

La Loire, fleuve de plus de 1000 km de long, récolte les eaux provenant d'un bassin versant d'environ 110 000 km² (20% du territoire français). Le fleuve connaît des étiages sévères ainsi que de fortes crues dues au caractère relativement imperméable des substrats granitiques. Il en résulte un ruissellement des eaux que les plateaux basaltiques perméables ne suffisent pas à réguler.

Globalement, le réseau hydrographique est dissymétrique, ce qui provoque une tendance globale à l'instabilité du régime du fleuve.

Plus localement, d'Ancenis à Saint-Nazaire, la Loire draine les eaux d'affluents relativement mineurs qui peuvent néanmoins concourir également à l'instabilité du fleuve.

Sur la rive droite, d'est en ouest, se jettent les affluents suivants : Le canal du marais de Grée à Ancenis, le Hâvre à Oudon, l'Erdre et la Chézine à Nantes, le Brivet, qui draine les eaux de la Brière, à Montoir. Sur la rive gauche: la Divatte, la Goulaine à Basse Goulaine, La Sèvre Nantaise à Nantes, l'Acheneau à Buzay.

Hormis la Chézine, aucun affluent ne se jette directement dans la Loire, car tous sont équipés de vannages permettant un contrôle de la circulation des eaux. En revanche, plusieurs étiers sont en libre contact avec la Loire.

1.8.2 - Hydrologie de la Loire

Source : Eau France, GIP LE

La Loire dispose de nombreuses stations de mesures hydrologiques.

Les données concernant l'hydrologie de la Loire pour l'estuaire interne proviennent de la station de Montjean (M530 0010 10) située à environ 60 km à l'amont de Nantes.

Le GIP LE (2020) note qu'en 2019, le nombre de jours d'étiage sévère est parmi les plus élevés de la chronique 1863-2019. Depuis 1900, l'occurrence des débits journaliers inférieurs à 150 m³/s ne dépasse 100 jours que 6 fois : en 1904, 1906, 1947, 1949, 1950 et 2019 (GIP LE, 2020). De plus, des débits inférieurs à 100 m³/s ont été mesurés à plusieurs reprises entre le 25 août et le 04 septembre, ce qui ne s'était pas produit depuis 1991.

Plus généralement, on remarque que, depuis l'état initial du dossier de renouvellement de l'autorisation (2010), la majorité des années ont été plutôt sèches, inférieures ou égales au module (861 m³/s), surtout en 2012, 2017, 2019 et 2020 associées à des débits faibles et à l'absence de crue majeure.

En moyenne, on observe une diminution continue du module moyen sur 10 ans depuis 1991, date à laquelle ce module est passé sous la moyenne annuelle de 861 m³/s.

TABLEAU 19 EVOLUTION DU MODULE MOYEN SUR 10 ANS DE LA LOIRE A MONTJEAN-SUR-LOIRE

Période	Module moyen (m ³ /s)
1971-1980	908
1981-1990	935
1991-2000	833
2001-2010	791
2011-2020	721

Concernant 2021, le débit moyen a été de 781 m³/s soit dans la continuité des 20 dernières années. 2022 a vu une nette diminution des débits avec un débit moyen de 402 m³/s et l'année 2023 démarre avec d'ores et déjà des débits très faibles (900 m³/s en janvier, 470 m³/s en février et 725 m³ en mars contre respectivement 1400, 1500 et 1400 m³/s en moyenne de 2019 à 2022) et laisse envisager une nouvelle année de sécheresse.

Les débits moyens mensuels mesurés sur la période d'avril 2019 à avril 2023 sont présentés sur le graphique suivant. La période d'étiage a lieu durant la saison estivale, le mois d'août étant le plus sec. Les débits les plus importants sont retrouvés principalement en hiver. La Loire connaît d'importantes variations de débit au cours de l'année.

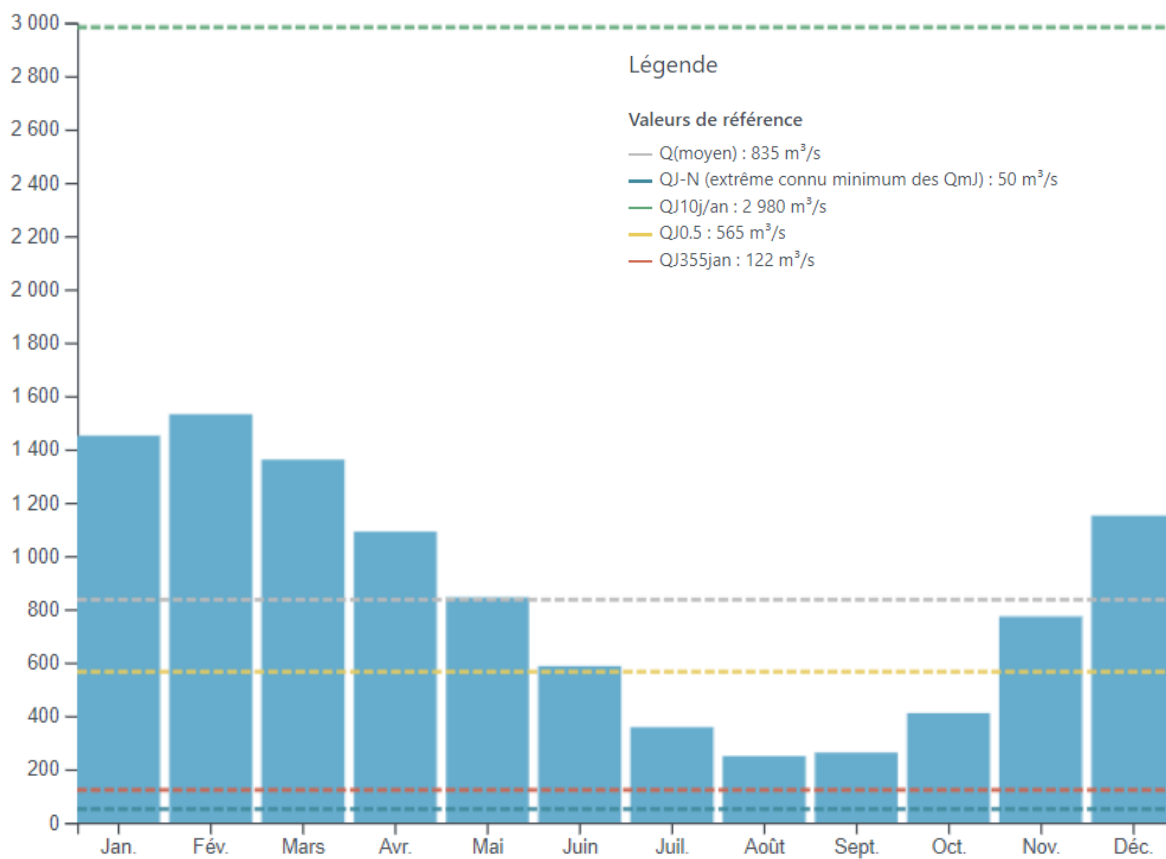


FIGURE 56 DEBITS MOYENS MENSUELS (EN M³/S) SUR LA STATION DE MONTJEAN SUR LA PERIODE AVRIL 2019 A AVRIL 2023 (EAUFRANCE 2023)

Les statistiques indiquent les valeurs d'étiage et de crue suivantes :

TABLEAU 20 : VALEURS D'ETIAGE ET DE CRUE POUR DIFFERENTES PERIODES DE RETOUR A LA STATION DE MONTJEAN (EAUFRANCE 2023)

Période de retour (années)	Débit de crue (m ³ /s)	Débit d'étiage (m ³ /s)
2	3230	189
5	4330	134
10	4940	112
20	5460	96,6
50	6030	81,8

À ce jour, la valeur du débit moyen journalier maximale relevée à cette station est de 6300 m³/s (le 01/12/1910). Le débit instantané maximal relevé est de 6310 m³/s (le 23/12/1982). Concernant la période d'étiage, la valeur minimale du débit moyen journalier relevée à cette station est de 50 m³/s (le 23/08/1949) et la valeur minimale du débit instantané est de 92,8 m³/s (le 13/08/2022).

La Loire dispose d'un important bassin versant de près de 110 000km². Les débits moyens (environ 700 m³/an) diminuent depuis 20 ans. Les périodes d'étiages et de crues peuvent être très marquées.

2 - CONTEXTE QUALITE DES SEDIMENTS ET DES EAUX

2.1 - Qualité des sédiments

2.1.1 - Seuils de gestion des sédiments

2.1.1.1 - Seuils N1 / N2

Pour rappel, le guide GEODE considère que les seuils N1 et N2 constituent des points de repère permettant à la fois de **statuer sur le régime administratif** de l'opération (déclaration ou autorisation) mais aussi d'**apprécier l'incidence que peut avoir l'opération projetée sur le milieu maritime**, et donc d'orienter une opération soit vers l'immersion de sédiments, soit vers leur gestion à terre.

- Au-dessous du niveau N1, l'impact potentiel est en principe jugé d'emblée neutre ou négligeable, les teneurs étant « normales » ou comparables au bruit de fond environnemental.
- Entre le niveau N1 et le niveau N2, une investigation complémentaire peut s'avérer nécessaire en fonction du projet considéré et du degré de dépassement du niveau N1.
- Au-delà du niveau N2, une investigation complémentaire est généralement nécessaire car des indices notables laissent présager un impact potentiel négatif de l'opération.

Ces seuils ne sont donc pas seulement administratifs mais bien des seuils permettant également d'estimer l'incidence potentielle des opérations sur le milieu naturel.

Le fait que les sédiments dragués ne présentent pas ou peu de dépassement des seuils N1 permet donc de considérer que l'incidence des opérations de dragage et d'immersion est négligeable à faible sur la qualité de l'eau et les peuplements associés.

2.1.1.2 - Seuil N3

Ce seuil, en cours d'élaboration, devrait être défini par arrêté fin 2023 avec une application au 1^{er} janvier 2025. Contrairement aux seuils N1/N2, le seuil N3 est un seuil d'interdiction de gestion par immersion. Il a été établi sur la base des seuils ALT1 de l'étude de l'OMI sur les seuils de gestion au niveau mondial, avec des adaptations pour prendre en compte les valeurs des seuils N2 actuels. Ce seuil est systématiquement supérieur au seuil N2 (de 1.5 à plus de 10 fois le seuil N2) sauf pour le TBT où il est égal au seuil N2.

Ce seuil n'étant pas encore publié au journal officiel, l'analyse de la qualité des sédiments ci-dessous sera basée sur les seuils N1 et N2.

2.1.2 - Bruit de fond géochimique des sédiments

De façon à pouvoir étudier la qualité des sédiments, il est important de prendre en compte le bruit de fond géochimique des éléments polluants. Concernant les sédiments de l'estuaire, il existe des données de Montjean-sur-Loire concernant des sédiments situés à 3-4m de profondeur correspondant à des dépôts du début du 20^{ème} siècle qui sont considérés comme antérieurs aux pollutions anthropiques et représentatif de ce bruit de fond géochimique (Grosbois et al. 2012, Dhivert et al, 2015). Il est également possible de prendre en compte les teneurs en métaux de la croûte terrestre (Rudnick et Gao 2003).

Des sédiments « préhistoriques » ont également été analysés (GROSBOIS et AL 2012), les résultats sur les éléments traces métalliques donnent une bonne indication des teneurs « naturelles » en métaux des sédiments de la Loire. Concernant les éléments traces métalliques, ces bruits de fond sont les suivants (en mg/kg de matière sèche) :

TABLEAU 21 COMPARAISON DU BRUIT DE FOND GEOCHIMIQUE AUX SEUILS N1 ET ERL (COYNEL ET AL 2016, GROSBOIS ET AL 20212)

	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Bruit de fond sédimentaire	19,6	0,35	99,2	19,9	0,02	39	34,6	93,5
Bruit de fond croute terrestre	4,8	0,09	92	28	0,05	47	17	67
Sédiments « préhistoriques »	26	0,6	105	17	0,02	40	38	92
Seuil N1	25	1,2	90	45	0,4	37	100	276
Seuils ERL	8,2	1,2	81	34	0,15	20,9	46,7	150

Ces résultats mettent en évidence que les seuils N1 et ERL sont globalement plus faibles que les bruits de fond géochimiques en chrome, nickel et arsenic.

2.1.3 - Prise en compte des seuils ERL

L'évaluation de la qualité des sédiments sur la base du descripteur 8 de la DCSMM prend en compte plusieurs seuils (présenté dans l'ordre de prise en compte) :

- L'Environmental Assessment Criteria (EAC) représente la concentration en contaminant dans le sédiment et le biote en dessous de laquelle un effet chronique n'est pas attendu pour les espèces marines, notamment les plus sensibles (OSPAR, 2009). On considère que des concentrations en contaminants inférieures aux seuils EAC représentent un risque acceptable pour l'environnement.
- L'Effects Range Low (ERL), développé par l'US EPA (United States Environmental Protection Agency), renseigne sur la qualité des sédiments et est utilisé en l'absence des seuils EAC sur certains paramètres. Ces valeurs guides sont déterminées de manière empirique à partir de la compilation de nombreuses études menées en milieu naturel ou en laboratoire. Des études ont permis de relier les mesures chimiques (concentrations en contaminants) et toxicologiques (tests de toxicité et informations sur la communauté benthique) réalisées conjointement sur les sédiments (Geffard, 2001 ; Wenning, 2005). Des concentrations spécifiques ayant des niveaux particuliers d'effet ou de non-effet sur les organismes benthiques sont alors définies à partir d'algorithmes. Les seuils ERL (effect range low, $4,02 \text{ mg.kg}^{-1}$) et ERM (effect range medium, $44,8 \text{ mg.kg}^{-1}$) permettent de distinguer les gammes de concentrations qui, vis à vis des organismes benthiques, sont :
 - rarement associées à des effets toxiques (inférieur à l'ERL) ;
 - occasionnellement associées à des effets toxiques (compris entre l'ERL et l'ERM) ;
 - habituellement associées à des effets toxiques (supérieur à l'ERM).

Plusieurs points sont à prendre en compte et qui rendent difficile la mise en œuvre de ces seuils sur les sédiments de l'estuaire de la Loire:

- La comparaison des résultats d'analyse des sédiments à ces seuils ERL nécessite une « normalisation » artificielle modifiant les teneurs en contaminants sur la base des teneurs en matières organiques ou de l'aluminium. En effet, ces seuils ont été établis pour des **sédiments vaseux en Amérique du Nord** et non sablo-vaseux voire sableux comme c'est le cas dans l'estuaire. **Cette normalisation peut ainsi engendrer artificiellement de forts dépassements des seuils ERL** pour des sédiments grossiers qui présentent de base des concentrations inférieures aux seuils N1 et qui peuvent être considérés comme sans incidence sur le milieu ;
- **Les seuils ERL sont très restrictifs** (concentrations en dessous desquels les effets toxiques ne sont que très rarement observés). Les seuils ERM correspondent plus à un niveau d'incidence plus classique (concentration au-dessus desquelles un effet toxique est généralement observé) pour estimer les effets sur le milieu ;

- **Plusieurs paramètres ne sont pas pris en compte** dans les seuils ERL. Par exemple, il n'existe pas de seuils ERL pour les PCB, certains HAP et les organostanniques ce qui nécessite de devoir appliquer les seuils N1 ou les seuils EAC ;
- L'approche ERL fournit des seuils basés sur l'analyse de **la toxicité d'un seul contaminant** à la fois et non pas d'un ensemble de contaminant comme c'est le cas des sédiments (métaux, HAP, etc.) et qui se base plus généralement sur l'approche ERM ;
- Comme indiqué précédemment, le bruit de fond géochimique des contaminants dans les sédiments peut être équivalent voire **supérieur aux seuils ERL et EAC**, ce qui limite significativement leur utilisation pour déterminer la toxicité des sédiments sur le milieu naturel ;
- Les seuils N1 / N2 ont été établis en 2006 sur la base des seuils existants et des retours d'expériences des ports français, ils correspondent effectivement à des seuils réglementaires mais permettent de donner une bonne idée de la qualité des sédiments et de leur effet sur le milieu.

Enfin, il convient de rappeler ici que les opérations de dragage réalisées par le GPMNSN sont des opérations de dragage d'entretien. Les sédiments dragués sont ceux des couches superficielles récemment déposées sur le fond quelques semaines à quelques mois au maximum avant les dragages. Pollution accidentelle exclue, la qualité des sédiments dragués est donc représentative (voire est identique) à la qualité des sédiments naturellement charriés par la Loire dans des quantités bien plus importantes.

Au regard de ces éléments il s'avère que la mise en œuvre des méthodes utilisées dans le cadre du descripteur 8 de la DCSMM (incluant les seuils ERL) ne sont aujourd'hui pas suffisamment adaptés aux sédiments de l'estuaire de la Loire ni aux pratiques de dragage d'entretien pour déterminer le risque sur le milieu naturel.

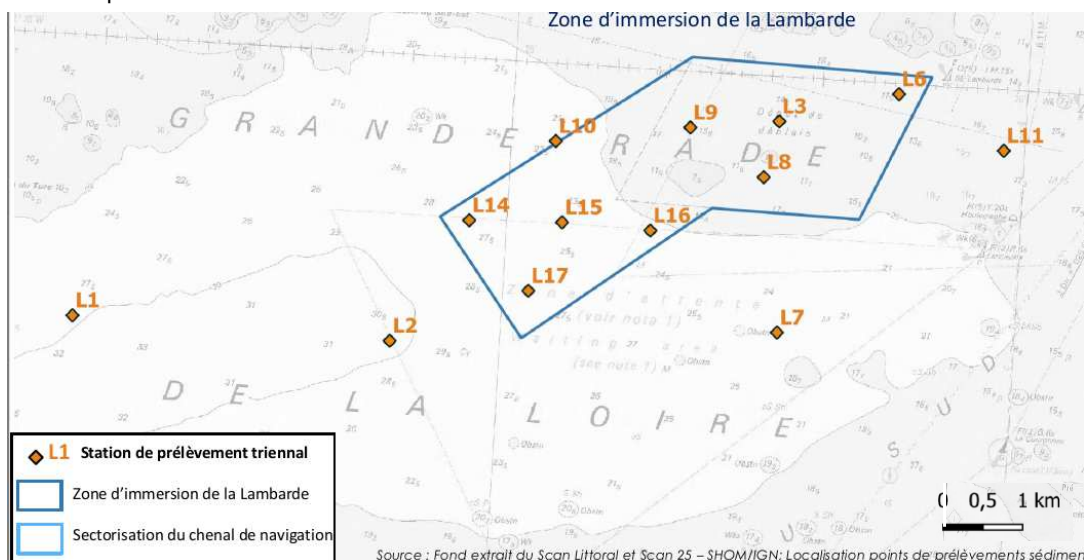
L'analyse de la qualité des sédiments est basée sur la comparaison aux seuils N1 et N2. Des tests d'écotoxicité complémentaires pourront être réalisés par le GPMNSN en cas de doute sur la qualité des matériaux.

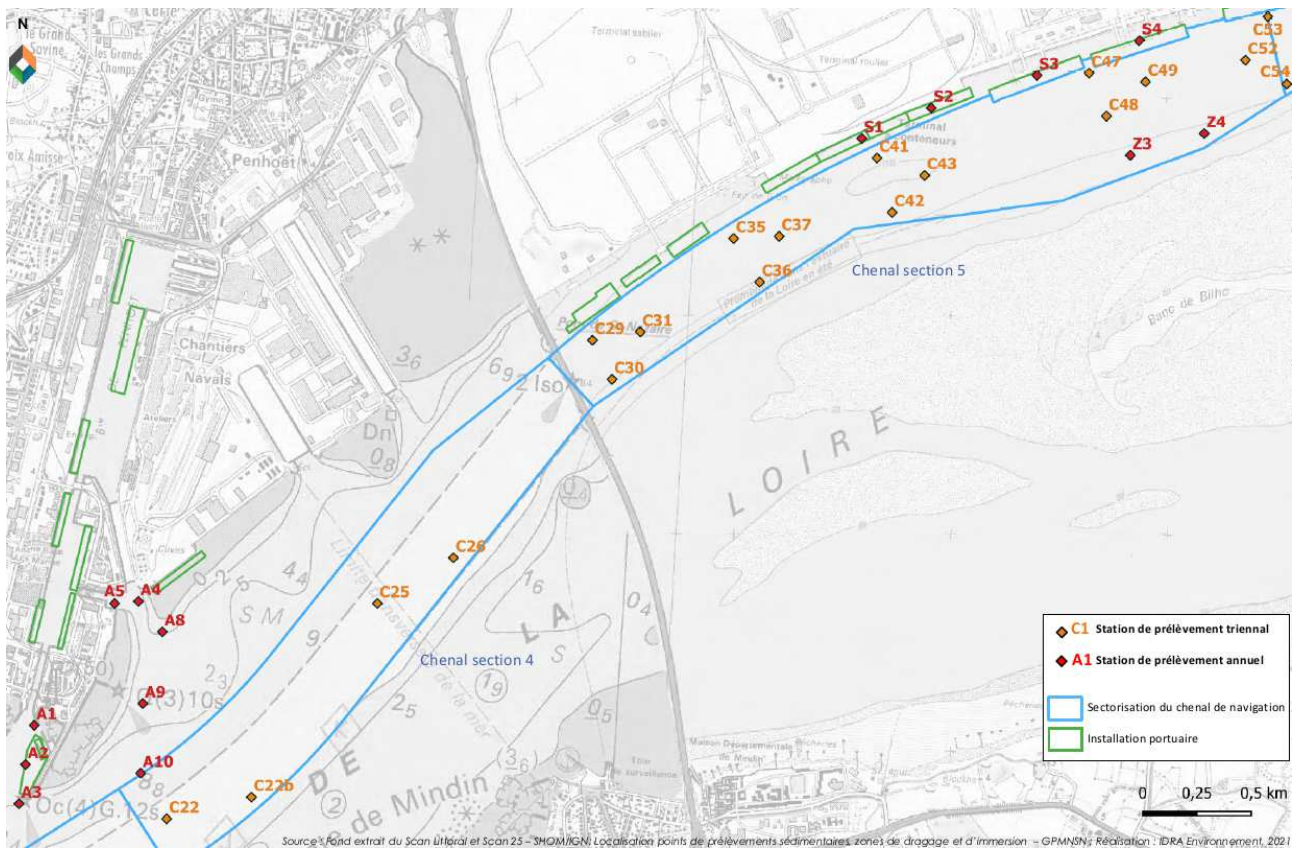
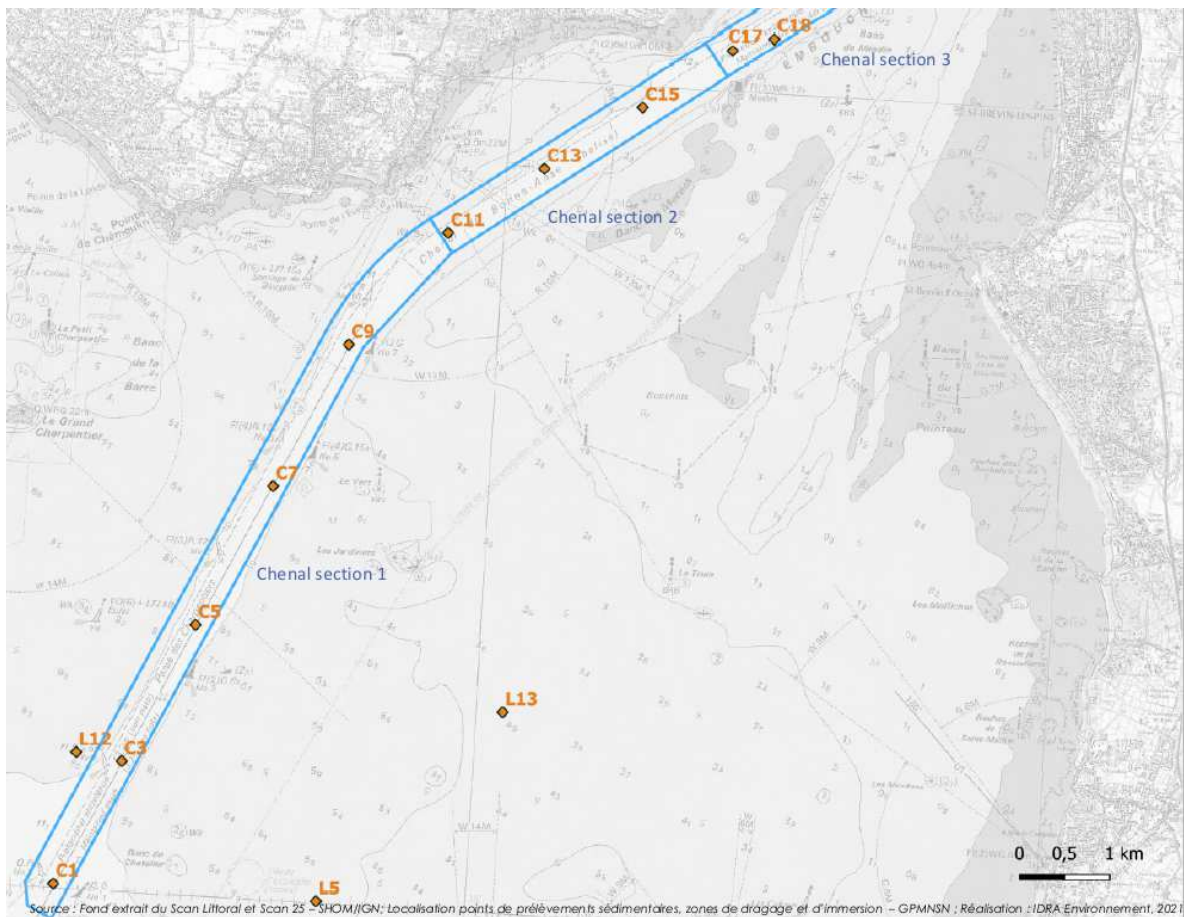
2.1.4 - Qualité des sédiments entre 2001 et 2022

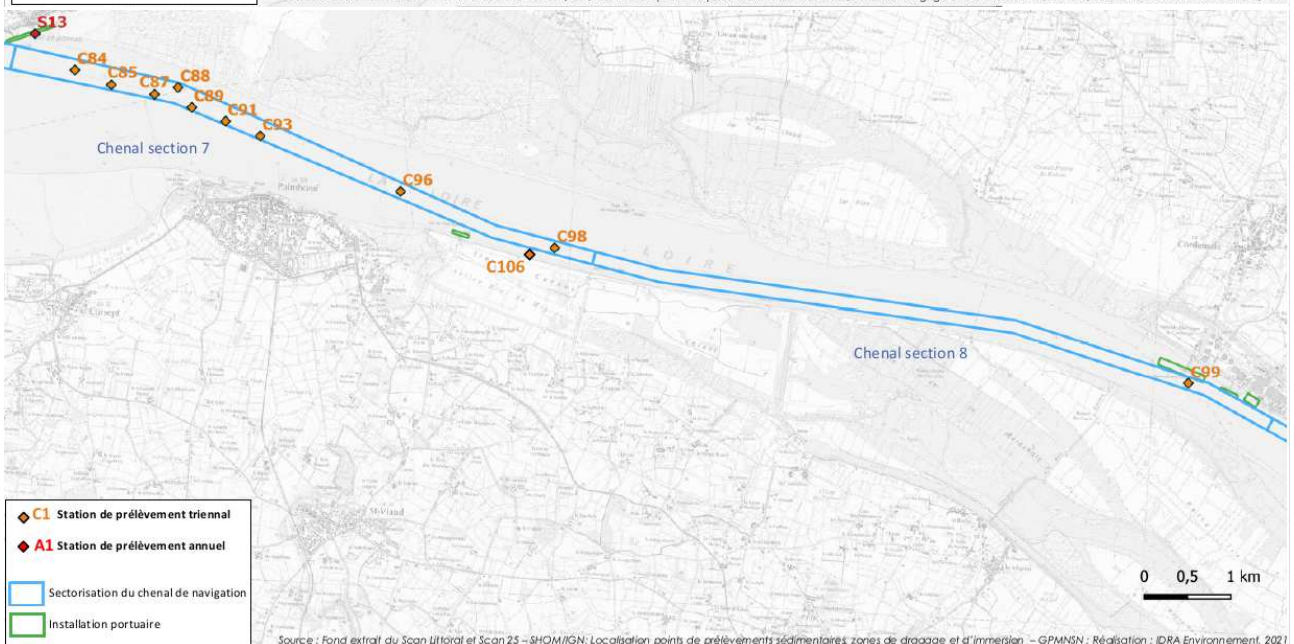
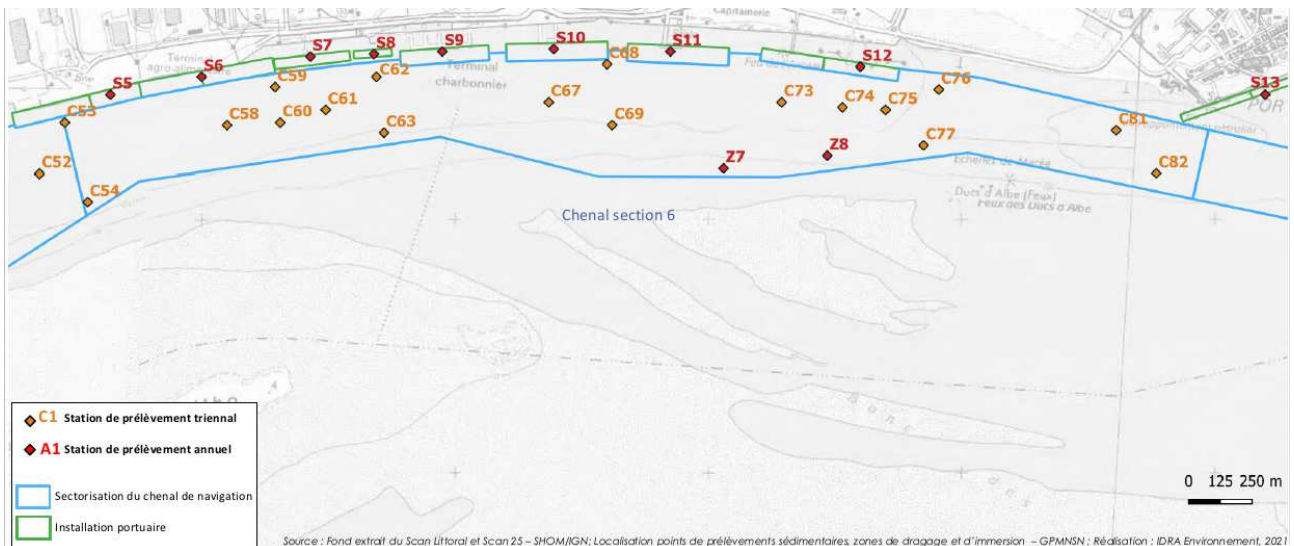
Source : GPMNSN

Depuis 2001, le GPMNSN réalise un diagnostic sédimentaire annuel exhaustif, généralement entre septembre et novembre, pour l'étude de la qualité des sédiments au regard des seuils réglementaire N1 et N2 (définis dans l'arrêté du 9 août 2006). Ces analyses portent sur les paramètres suivants : Tributylétain (TBT), Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), PolyChloroBiphényles (PCB) et les Eléments Traces Métalliques : arsenic, cadmium, chrome, cuivre, mercure, nickel, plomb, zinc.

La figure suivante présente le plan d'échantillonnage mis en œuvre par le GPMNSN de l'aval vers l'amont et le tableau de correspondance des échantillons.







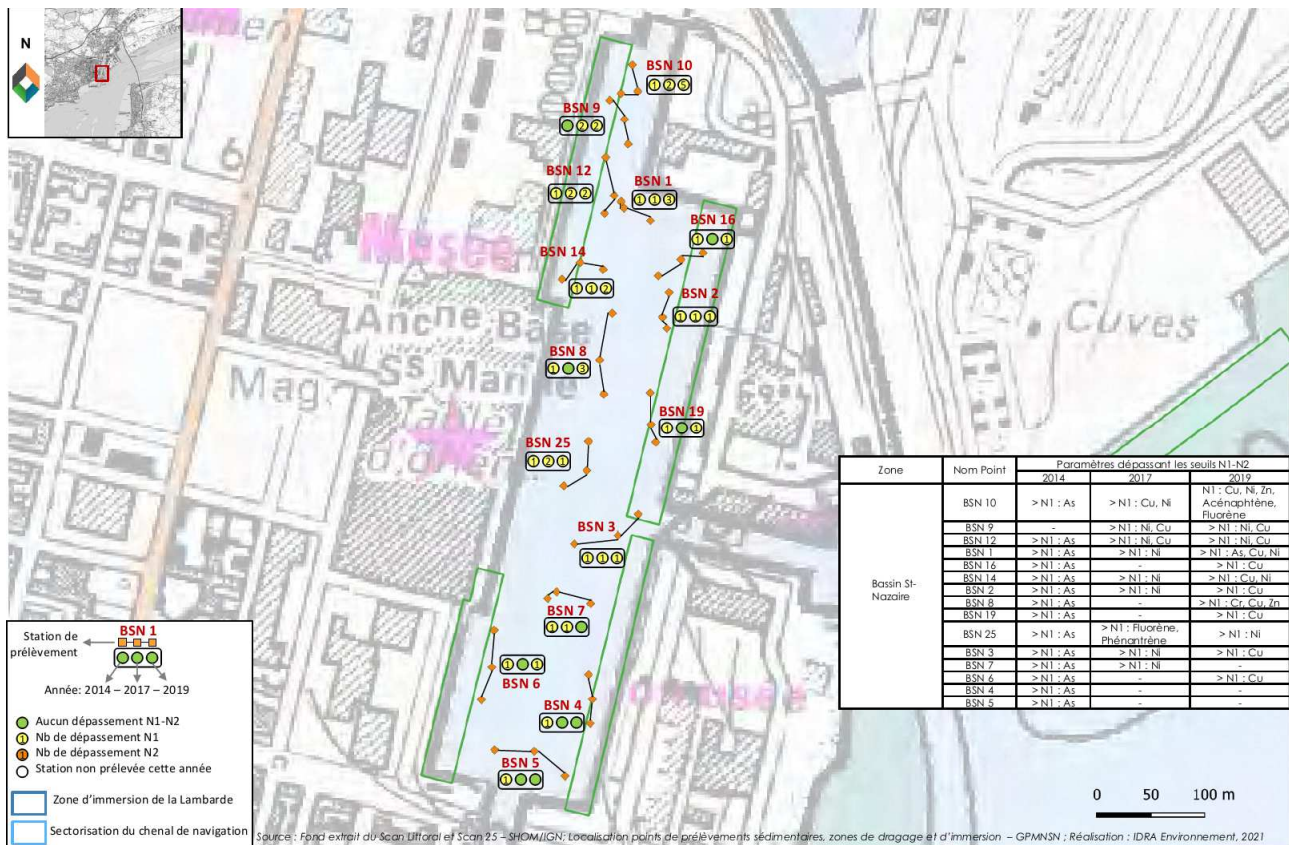


FIGURE 57 PLAN D'ÉCHANTILLONAGE MIS EN ŒUVRE PAR LE GPMNSN

TABLEAU 22 NOM ET POSITION DES STATIONS DE MESURES DE QUALITE DES SEDIMENTS DANS L'ESTUAIRE ET SUR LE SITE DE LA LAMBARDE

	Code échantillons	Zone
Lambarde	L3, L6, L8, L9, L10, L14 à L17.	Dans le périmètre du site de la Lambarde
	Autres L.	Autour de la Lambarde
Section 1	C1 à C9	Chenal externe
Section 2	C11 à C15	Chenal de Donges en aval de Saint Nazaire
Section 3	C17 - C18	Chenal de Donges
	A1 à A3	Avant port et entrée Sud de St Nazaire (A)
Section 4	C22 à C26	Chenal de Donges en aval du pont de St Nazaire
	A4 à A10	Bassin, entrée Est et forme Joubert de St Nazaire (A)
Bassin de St Nazaire	Tous les BSN.	Bassin de St Nazaire
Section 5	C29 à C55	Chenal de Donges en amont du pont
	S1 à S4	Terminaux RORO, TMDC et méthanier (S)
	Z1 à Z4	Zone d'évitage méthaniers (Z)
Section 6	C58 à C82	Chenal de Donges
	S5 à S12	Terminaux multivrac, charbonnier et pétrolier, poste à liquide (S)
	Z5 à Z8	Zone d'évitage pétroliers (Z)
Section 7	C84 à C98 et C106	Section de transition entre le chenal de Donges et le chenal de Nantes
	S13	Terminal pétrolier
Section 8 à 10	C99	Chenal de Nantes
Section 11	C100 à C102	Chenal de Nantes
	S14	Poste à liquides amont
Section 12	C103 à C105	Chenal de Nantes
	S15 et au-dessus	Chevire sablier, Chevire aval et amont, terminal céréalier, quai à marchandise diverses Zone d'évitage de Trentemoult

Depuis 2001, l'évolution de la qualité des sédiments est dépendante de chaque paramètre et de chaque station. Une tendance globale ne semble pas se dessiner au fil des années.

Il est tout de même possible de constater que les valeurs relevées dépassant les seuils N1 et N2 sont généralement issues des années les plus anciennes, témoignant d'une **amélioration globale de la qualité des sédiments** bien qu'elle dépende des stations et des substances considérées.

Sur 9 573 analyses réalisées (2013-2022), le pourcentage d'analyses de contaminants chimiques :

- inférieures à N1 est compris entre 96,1% (souilles amont) et 98,1% (chenal) ;
- entre N1 et N2 est compris entre 1,6% (souilles aval) et 3,3 % (souilles amont) ;
- supérieures à N2 ne représentent que 0 à 0,6% (18 dépassements observés).
- la contamination est fluctuante d'une station à l'autre et d'une campagne à l'autre.
- l'arsenic est le principal paramètre déclassant sur l'ensemble de la décennie en lien avec le bruit de fond géochimique de la Loire couplé aux activités anthropiques historiques. Depuis 2020, tendance à un recul du nombre de dépassement en éléments traces métalliques (ETM).
- dépassements ponctuels des seuils N1 et N2 pour certains PCB.

Il faut souligner (cf. §2.1.5) que de nombreux dépassements des seuils N1 et N2 ont été relevés en 2022, essentiellement sur les HAP. La validité de ces analyses a été contestée. Les résultats relevés en 2023 semblent confirmer un biais dans les mesures des HAP en 2022.

De plus, les sédiments présentent actuellement une granulométrie plus sableuse qui limite l'adsorption d'éléments contaminants qui se fixent préférentiellement sur des sédiments fins.

Enfin, l'évolution des pratiques (abandon du dragage à l'américaine et de la surverse de densification, optimisation des volumes de sédiments, etc.) et la réduction des rejets polluants dans la Loire de manière générale contribuent à limiter la présence d'éléments polluants dans les sédiments.

2.1.5 - Qualité des sédiments en 2022

2.1.5.1 - Eléments traces métalliques

De manière générale les teneurs en métaux sont **bien inférieures aux seuils N1 et N2**. On note quelques dépassements légers des seuils N1 (25 mg/kg) en arsenic : C102 (25,2 mg/kg), C106 (31,8 mg/kg), C105 (27,5 mg/kg) S16 (28,5 mg/kg) et S19 (25,6 mg/kg). Ces dépassements sont principalement localisés au niveau de Nantes, l'échantillon C106 est au droit de Paimboeuf.

Il convient de noter que **l'arsenic est massivement présent dans la composition géologique du bassin de la Loire** et il est utilisé par des activités minières et sidérurgiques. Il est ainsi régulièrement retrouvé dans les sédiments en aval de Nantes où se concentrent les suivis (*Source : GIP Loire Estuaire - Micropolluants : les ETM*).

La fermeture de certaines industries, l'instauration de réglementations visant à réduire les teneurs des effluents et l'effet collatéral de l'amélioration des capacités de traitement des stations d'épuration permettent de progressivement réduire les concentrations en arsenic dans les sédiments de l'estuaire.

Au regard de ces résultats il peut être considéré que les sédiments de l'estuaire ne présentent pas de trace significative de contamination aux éléments traces métalliques.

2.1.5.2 - TBT

Concernant les TBT, les analyses ont montré que les taux relevés sont **bien inférieurs aux niveaux N1** (100 µg/kg) et N2 en tout point de mesures (environ 5 µg/kg en moyenne).

2.1.5.3 - PCB

Les PCB sont interdits en France depuis 1987. Cependant ils sont toujours classiquement retrouvés dans les sédiments où ils se sont adsorbés sur les particules fines (vases).

Les sédiments présentent globalement des teneurs en PCB bien inférieures aux seuils N1. Il convient de noter des dépassements ponctuels des seuils N1 et N2 :

- L3 : dépassement des seuils N2 en PCB 28 et 52 ;
- MOY A4-A5 : dépassement du seuil N2 en PCB 28 et dépassement des seuils N1 en PCB 138, 153 et 180 ;
- C110 : dépassement du seuil N2 en PCB 28.

L'échantillon A4/A5 est situé à proximité immédiate de la forme Joubert et de l'entrée Est du bassin de Saint Nazaire. L'échantillon C110 est situé entre Cordemais et Le Pellerin, sans connexion directe avec une activité polluante. Les dépassements des seuils N2 sur l'échantillon L3 situé sur la zone d'immersion semblent être liés à un **effet pépite ou un problème d'analyse**. Ils sont en effet très élevés et ne correspondent pas aux teneurs observés dans les secteurs de l'estuaire d'où ils proviennent. Qui plus est, la granulométrie en ce point est caractéristique d'un sédiment purement sableux, sur lequel les contaminants ne s'adsorbent pas. Les prochaines analyses sur l'échantillon L3 devraient permettre de clarifier la situation.

2.1.5.4 - HAP

Bien que les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) soient présents naturellement dans l'environnement (produits dérivés du pétrole, feux de forêts, volcanisme), ils sont essentiellement rejetés par des activités humaines (circulation routière, trafic maritime, industries, etc.).

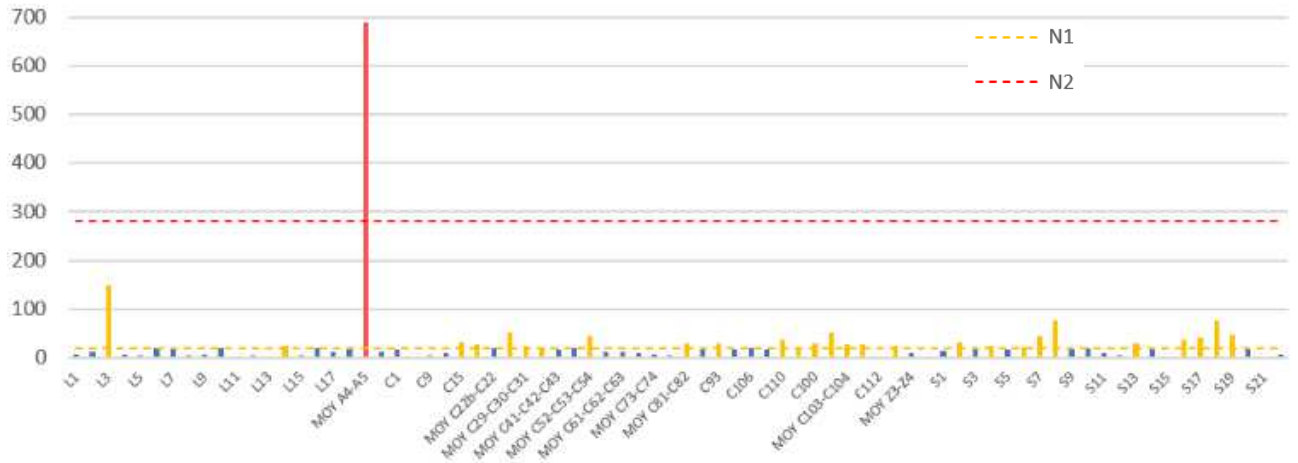
- En 2019, la contamination en HAP était limitée : sur 65 stations x 16 HAP (1040 valeurs) : 20 > N1 (dont 12 de l'acénaphène) et 1 > N2 (acénaphène), soit 2% de dépassements ;
- En 2022, sur 76 stations x 16 HAP (1216 valeurs), 98 dépassements (8,1%) des seuils (> N1 : 90 = 7,4 %; > N2 : 8 = 0,7%) :
 - concernent 6 HAP, mais acénaphène et fluorène en regroupent 88% (dont tous les > N2) ;
 - acénaphène présente une contamination généralisée : 76% dont 67% (51 stations) > N1 et 9% (7 stations) > N2 ;
 - fluorène (35,5% > N1 ; 1,3% > N2) ;
 - les dépassements de N2 pour les HAP concernent 7 stations différentes dont 3 draguées (1 à Saint-Nazaire, 1 à Montoir, 1 à Nantes).

Il convient de noter que les sédiments ne présentent **pas de dépassement du seuil N1 pour 11 des 16 HAP**.

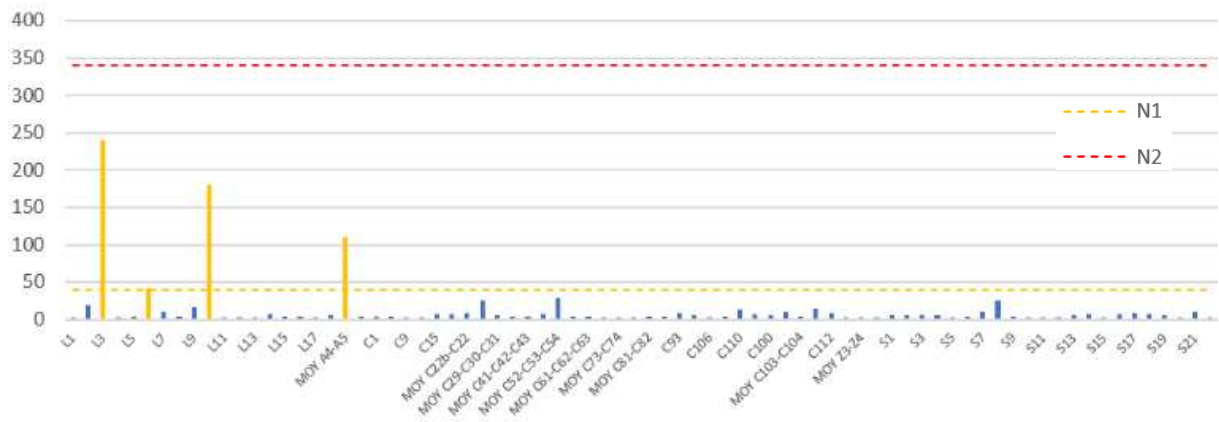
Note : les contaminations aux HAP observées en 2022 sont supérieures à celles mesurées jusqu'à présent. Les dépassements de N1 pour l'acénaphène et le fluorène concernent la totalité des zones de l'estuaire. **Ces résultats interrogent au regard de l'historique des contaminations aux HAP**. Soit il s'agit d'une contamination étendue de source inconnue, aucune pollution significative aux hydrocarbures n'ayant été signalée dans l'estuaire, soit un problème a eu lieu au laboratoire, lors des analyses. A la demande du GPMNSN, plusieurs échantillons témoins correspondants à des stations caractérisées par des contaminations élevées ont été analysés par Eurofins et ils ont confirmé les résultats précédents. Ce n'est pas le cas des analyses menées en 2023 (cf. §2.1.6) sur 25 stations échantillonnées qui n'ont montré aucune contamination généralisée aux HAP et seulement 6 dépassements de N1 au total en deux stations.

La figure ci-dessous présente les résultats d'analyse d'octobre 2022 vis-à-vis de ces contaminants (en µg/kg):

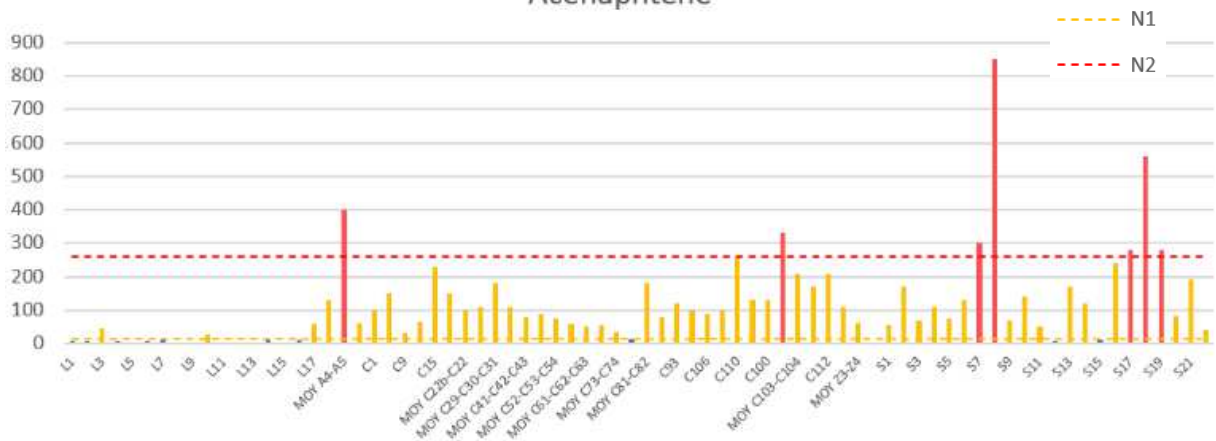
Fluorène



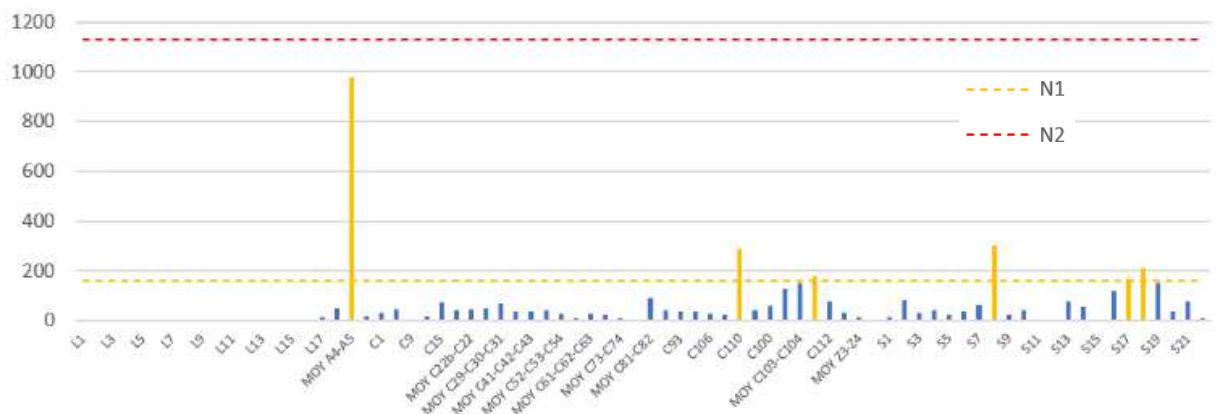
Acénaphylène



Acénaphthène



Naphtalène



Phénanthrène

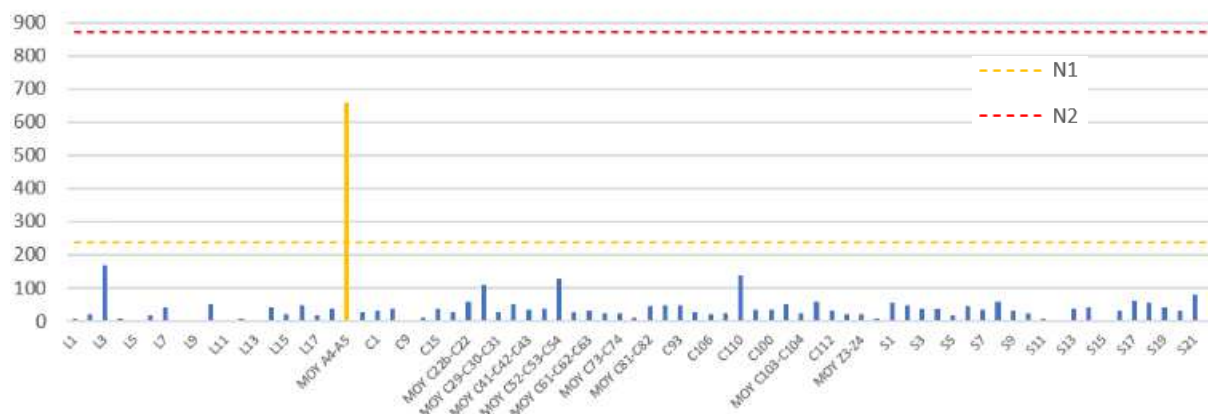


FIGURE 58 COMPARAISON DES CONCENTRATIONS DES HAP EN 2022 AVEC LES SEUILS N1 ET N2

Les sédiments analysés en 2022 présentent une qualité physico-chimique moyenne au regard des HAP. Cependant, il convient de noter que la majeure partie des analyses sont <N1 concernant les HAP (plus de 90%) et qu'aucun dépassement de la somme des seuils N1 n'est constaté en 2022.

La station MOY A4-A5 est celle présentant le plus de dépassements en PCB et en HAP.

L'arrêté du 23 février 2001 fixant les prescriptions générales applicables aux travaux de dragage relevant de la rubrique 4.1.3.0 de la nomenclature annexée à l'article R. 214-1 du code de l'environnement en application des articles L. 214-1 à L. 214-3 autorise 1 dépassement sur 6 échantillons, 2 pour 15, 3 pour 30 et 6 pour 60, sous réserve de ne pas dépasser 1,5 fois le seuil de référence. Les résultats d'analyse respectent ces préconisations pour les 3 secteurs dragués présentant des dépassements du seuil en HAP et PCB.

2.1.5.5 - Qualité microbiologique des sédiments

Le GPMNSN réalise des analyses bactériologiques tous les 3 ans, portant sur le *Escherichia coli* (*E.coli*) et les entérocoques fécaux. La figure suivante présente les résultats des analyses bactériologiques des *E.coli* de 2013, 2016, 2020 et 2022.

Actuellement, il n'existe pas de seuil réglementaire vis-à-vis de la contamination microbienne des sédiments. Dans son rapport préparé pour GEODE, Mauffret (2012) recommande l'application des seuils suivants pour une évaluation préliminaire de la contamination fécale :

- < 10 000 *E coli*/100 g sédiment sec, soit 100 *E. coli*/g (d'après GEODRISK – IFREMER) ;
- < 4 000 Entérocoques/100g sédiment sec, soit 40 entérocoques/g (adapté de GEODRISK – facteur 2,5 en raison de la survie plus importante des entérocoques en milieu marin).

Note : Les limites de quantification de 2020 sont d'environ 56 NPP/g contre 30 NPP/g en 2016 et 15 NPP/g en 2013 et 2022. Cela indique qu'il n'est **pas possible de quantifier précisément la concentration en *E. coli*** sous la barre des 60 NPP en 2020. Ce constat peut porter à croire que les concentrations sont plus élevées en 2020.

Pour une majorité de points, la valeur mesurée est inférieure aux limites de quantification toutes années confondues. Les pics observés en 2020 sont cependant représentatifs d'une augmentation de la concentration en *E.coli* entre 2016 et 2020 sur ces stations. Ces concentrations sont supérieures aux seuils préconisés par GEODRISK et IFREMER (100 NPP/g).

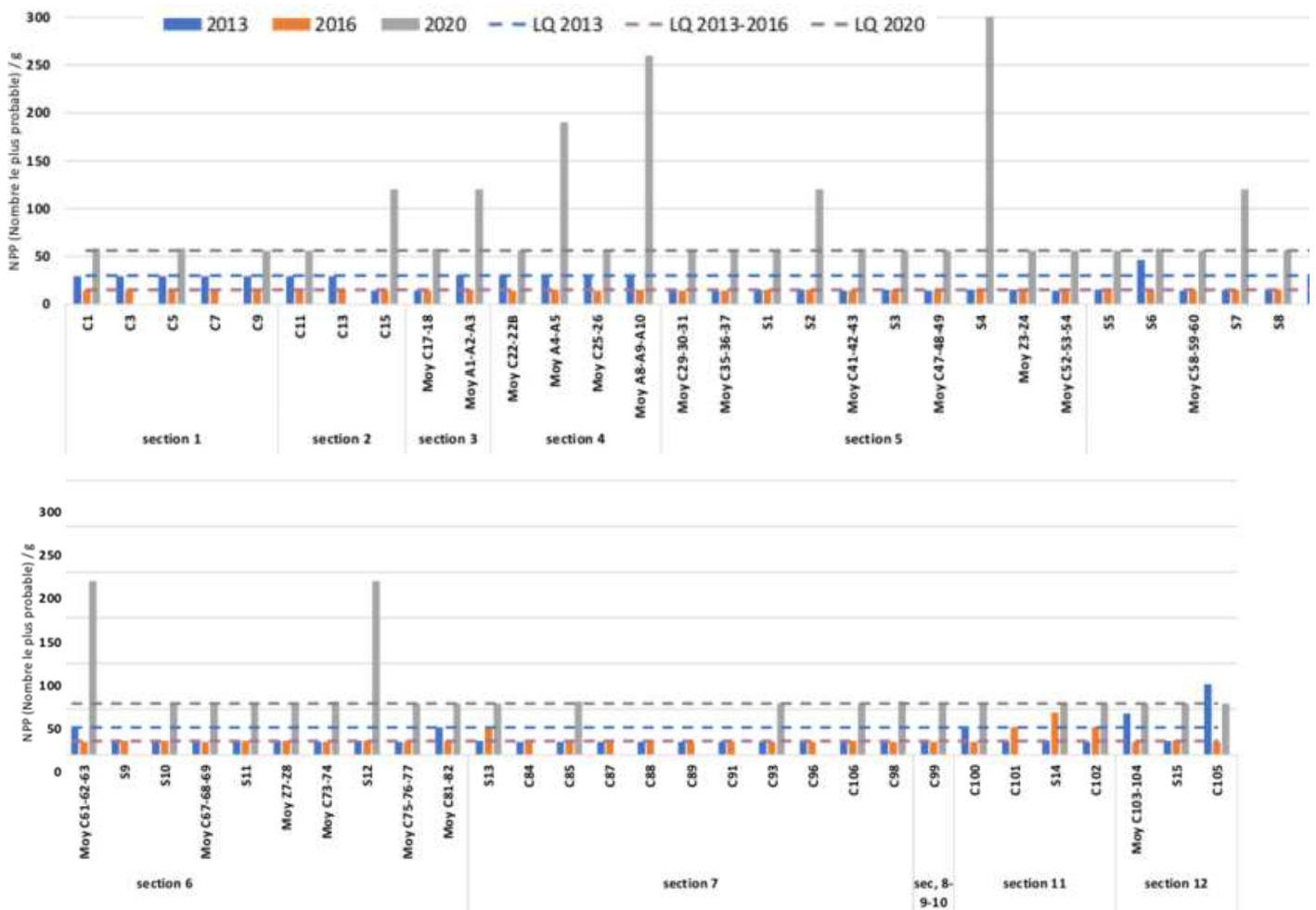
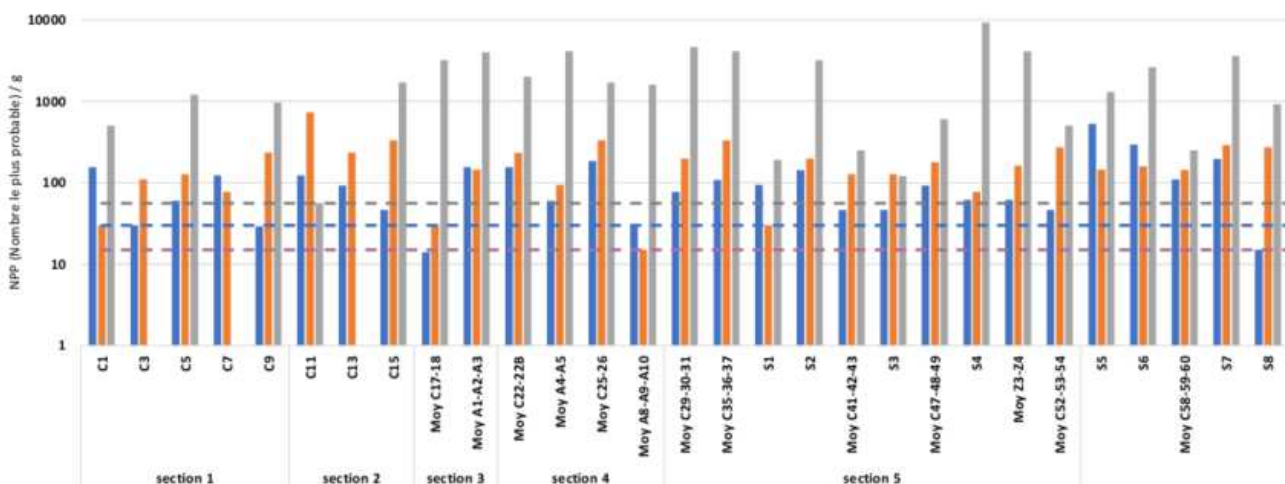


FIGURE 59 TENEURS EN *ESCHERICHIA COLI* (EN NPP) DANS LES SEDIMENTS DE L'ESTUAIRE DE LA LOIRE EN 2013, 2016 ET 2020

La figure suivante présente les résultats des analyses bactériologiques des Entérocoques intestinaux de 2013, 2016 et 2020. Les résultats indiquent une **augmentation des teneurs en Entérocoques entre 2013 et 2020**. Toutefois, en 2020, la rupture de la chaîne de conservation était évidente au vu de la durée de transport pour atteindre le laboratoire Eurofins (Meurthe-et-Moselle). En 2022, il a été décidé de limiter au mieux ce risque en déconnectant les analyses bactériologiques des autres analyses et de les confier à Inovalys.



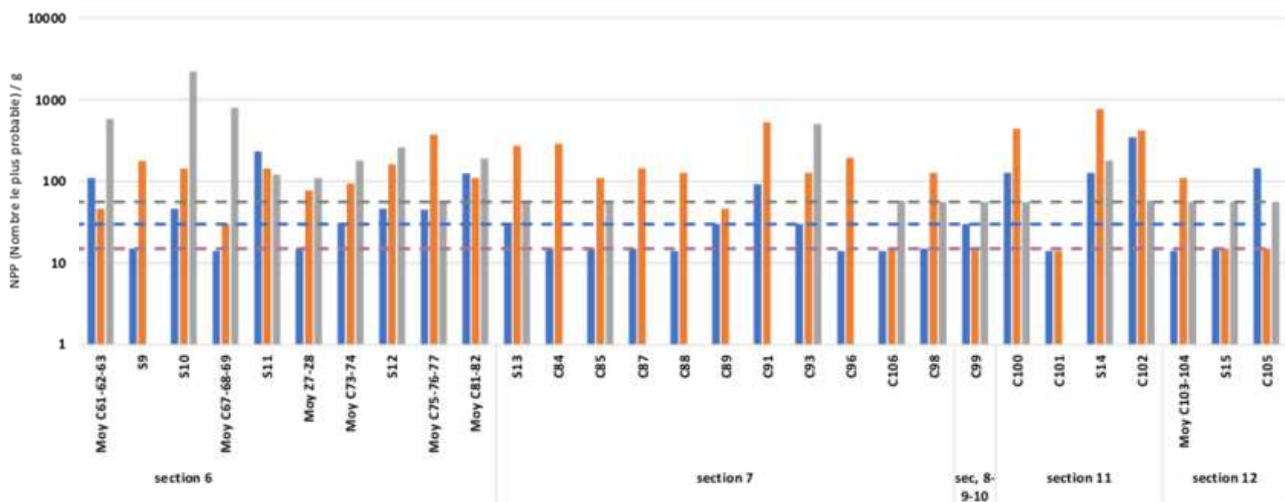


FIGURE 60 TENEURS EN ENTEROCOQUES INTESTINAUX (EN NPP) DANS LES SEDIMENTS DE L'ESTUAIRE DE LA LOIRE EN 2013, 2016 ET 2020

2.1.5.6 - Teneur en matière organique des sédiments

La nature des MES remises en suspension par les dragages correspond à celle des MES charriées par les courants ligériens et le bouche vaseux. Selon le GIP LE (Atlas environnemental de la Loire, 2000), les MES de la Loire, se compose de deux phases, l'une minérale (silts, argiles et sables fins) de taille inférieure à 0,5mm, et l'autre organique (débris végétaux et algues), en proportion variable suivant la saison.

En 2022, les prélèvements de sédiments à draguer réalisés en novembre et décembre ont mis en exergue des teneurs en COT variant de 5% à 33%. Les teneurs en azote et en phosphore sont elles aussi très variables le long de l'estuaire avec des valeurs allant respectivement de <0,5 mg/kg à 4,7 mg/kg et de 0,27 à 1,08 mg/kg. Ces données sont présentées dans les figures page suivante.

Les mesures étant réalisées en automne/hiver, il est difficile de les comparer avec les périodes d'hypoxie et d'anoxie survenant en été.

Les nouvelles modalités de prélèvements et de caractérisation des sédiments (printemps, été et automne) permettront d'étudier s'il existe des corrélations directes entre les teneurs en COT, NTK et P des sédiments et les périodes d'anoxie et d'hypoxie observées.

2.1.5.6.1 - Carbone Organique Total (COT)

L'analyse des teneurs en Carbone Organique Total (COT) des sédiments de l'estuaire permet de quantifier le volume de matière organique présent dans les sédiments. Le COT est un paramètre important à mesurer car ce dernier possède une forte capacité d'adsorption des contaminants organiques hydrophobes (HAP, PCB) et d'accumulation des ETM. Des concentrations importantes en COT (>35 g/kg) peuvent donc présumer des niveaux de contamination plus élevés et de plus fortes concentrations microbiennes (GEODE, 2014).

La teneur en COT est passée de 24,8 g/kg en 2013 à 15 g/kg en 2022 marquant une diminution significative sur 10 ans. Les sédiments présentent aujourd'hui une teneur en COT **inférieure à la moyenne nationale** (INERIS 2010) : 25 g/kg.

On note également que les **teneurs en COT sont plus importantes dans les souilles et en amont de l'estuaire.**

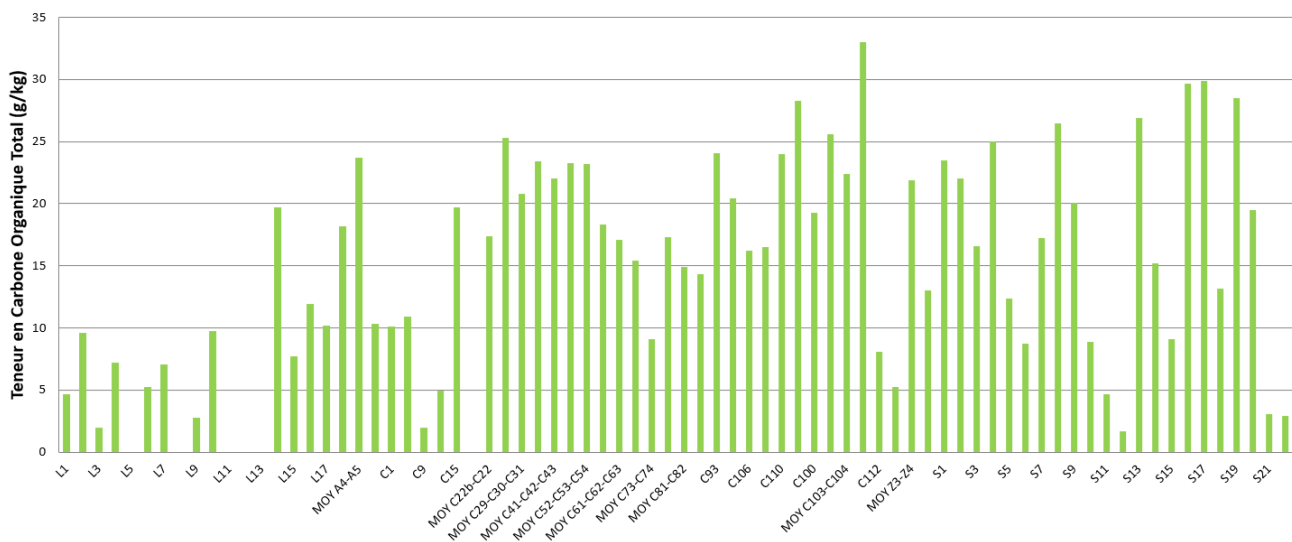


FIGURE 61 TENEURS EN COT (G/KG) EN 2022 DANS LES SEDIMENTS DU CHENAL DE NAVIGATION DE LA LOIRE

2.1.5.6.2 - Azote et Phosphore

- Azote :** Les teneurs mesurées vont de 0,5 à 4,5 g/kg. La moyenne en 2022 est d'environ 2 g/kg soit **une baisse des concentrations** après des augmentations régulières entre 2013 (2,5 g/kg) et 2020 (2,9 g/kg). Les valeurs mesurées dans l'estuaire de la Loire sont **inférieures à la moyenne et à la médiane nationales** qui se situent autour de 3 g/kg (INERIS 2010). En cohérence avec les observations sur le COT, les teneurs en azote semblent plus importantes dans les souilles et en amont de l'estuaire.
- Phosphore :** Les teneurs mesurées vont de 0,5 à 4,5 g/kg. La moyenne en 2022 est d'environ 0,75 g/kg, en cohérence avec la **diminution régulière des teneurs en phosphore** depuis 2013 (0,9 g/kg). Les valeurs mesurées dans l'estuaire de la Loire sont du **même ordre de grandeur que la moyenne nationale** qui se situe autour de 0,67 g/kg (INERIS 2010).

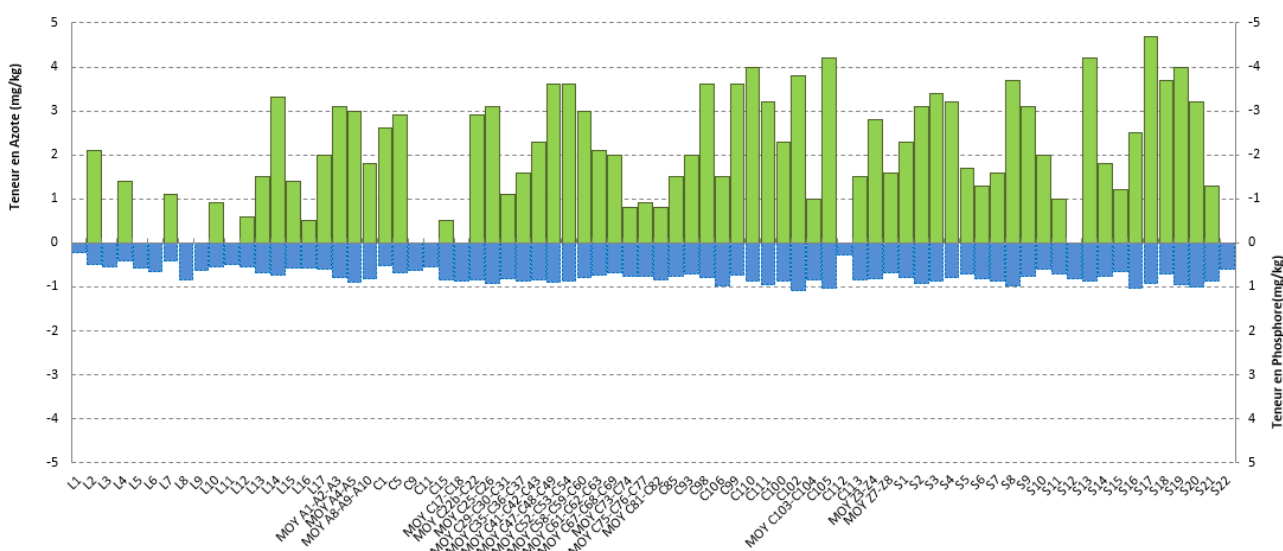


FIGURE 62 TENEURS EN AZOTE ET EN PHOSPHORE (MG/KG) EN 2022 DANS LES SEDIMENTS DU CHENAL DE NAVIGATION DE LA LOIRE

2.1.6 - Qualité des sédiments en 2023

De façon à s'assurer de la validité des résultats d'analyse de la qualité des sédiments de l'estuaire suite aux résultats de 2022, le GPMNSN a décidé de faire réaliser l'analyse des échantillons potentiellement contaminés par deux laboratoires indépendants : Eurofins (25 échantillons) et Inovalys (10 échantillons sur les 25).

Le laboratoire Inovalys a ainsi réalisé des analyses sur les échantillons Moy A1-A2-A3, Moy A4-A5, Moy C29-C30-C31, C2, S7, S8, S10, S12, S17, S18.

La représentation graphique des derniers résultats (Inovalys 2023) est disponible ci-dessous. Elle illustre la localisation des dépassements de seuils N1. Elle ne permet cependant pas d'identifier de tendance particulière concernant la qualité des sédiments à l'échelle de l'estuaire.

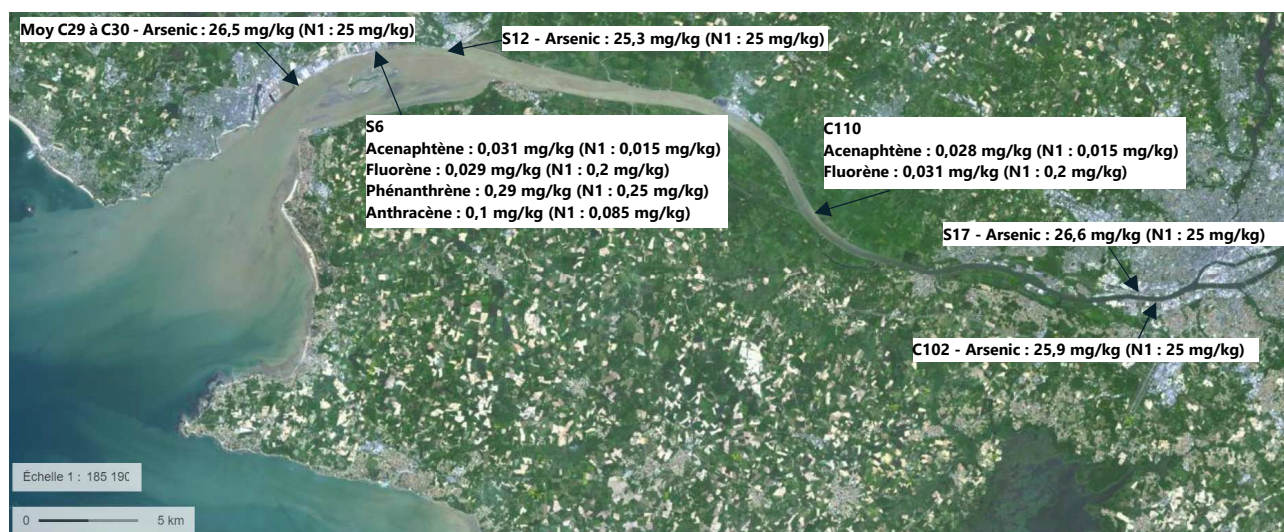


FIGURE 63 LOCALISATION DES DEPASSEMENTS DES SEUILS N1 EN 2023

Les résultats détaillés sont disponibles ci-dessous.

TABLEAU 23 RESULTATS DES ANALYSES SEDIMENTAIRES REALISEES PAR EUROFINIS EN 2023

Zone	Accès St-Nazaire			Chenal		Zone évitage				Souilles										Seuils d'immersion (arrêtés 09/08/2006, 23/12/2009, 08/02/2013 et du 17/02/2014)								
	Moy A1-A2-A3	Moy A4-A5	Moy A8-A9-A10	Moy C29-C30-C31	C110	C102	Moy Z3-Z4	Moy Z7-Z8	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S17	S18	N1	N2	
Caractéristiques physiques																												
Refus pondéral à 2mm	% PB	32,8	48,8	30,7	46,7	43,4	46,3	26,1	33,4	25,3	23,8	41,2	46,2	24,1	25	40,1	48,7	29,4	45,6	25,7	34,2	43,3	31,9	35,3	41,3	41		
Fraction entre 200 µm et 2 mm	%	7,09	2,73	21,23	29,62	0	0	9,12	5,39	12,33	20,4	20,93	13,41	13,25	26,23	20,1	6	6,64	10,06	4,25	41,47	7,42	17,2	0	0	14,66		
Fraction entre 63 et 200 µm	%	16,28	13,59	24,41	4,82	5,35	5,02	35,47	14,08	16,78	9,82	5,81	6,64	34,93	25,19	9,64	16,92	34,26	20,12	24,45	4,78	13,92	10,21	5,61	5,8	7,4		
Fraction entre 20 et 63 µm	%	25,52	33,34	19,81	18,32	39,6	33,43	19,09	31,57	29,74	24,57	23,91	26,51	21,41	21,1	25,26	30,32	23,86	26,64	24,53	15,51	29,98	26,28	34,54	35,27	31,35		
Fraction < 20 µm	%	51,12	50,34	34,56	47,24	55,05	61,55	36,33	48,96	41,15	45,21	49,36	53,45	30,4	27,48	45,01	46,75	35,24	43,18	46,77	38,24	48,67	46,31	59,84	58,93	46,58		
Matière sèche	% prod brut	29	32,7	39,2	53,3	25,7	25,3	50,5	31	47,8	36,2	37	34,8	55,5	60,4	48,3	43	46,6	47,9	49,3	49,5	32,2	33,1	33,4	24	30,6		
Carbone Organique Total	mg/kg sec	18100	17900	6400	19200	25700	27700	5370	10800	16800	17000	12800	23100	8350	9350	19100	15800	7330	13200	8950	24900	21500	18900	25400	29700	16300		
Nutriments																												
Azote selon Kjeldahl	mg/kg MS	3900	3500	5000	1700	3800	4000	1900	4500	1900	2900	2900	3800	1400	1200	2000	2300	2100	2500	2100	1900	3300	5500	2800	4400	3200		
Aluminium	mg/kg sec	20700	20000	11200	20400	22300	25800	9800	14900	15100	20700	19600	22000	12300	11800	21300	17000	11600	13700	11200	21300	20800	18900	22700	26600	18600		
Phosphore	mg/kg sec	2090	1790	1590	1960	2330	2350	1490	1650	1890	2290	1860	2300	1730	1690	2220	2260	1550	1770	1450	2290	1890	2020	2280	2320	1960		
Micropolluants minéraux (métaux lourds)																												
Arsenic	mg/kg sec	21,2	18	11,1	26,5	23,9	25,9	11,8	15,1	15,5	22,7	19,6	23,5	14,2	13,3	22,2	19,5	13,5	16	12,8	25,3	19,8	20,6	22,8	26,6	19,5	25	50
Cadmium	mg/kg sec	0,15	0,17	0,13	0,18	0,19	0,23	0,11	0,14	0,16	0,15	0,17	0,33	0,13	0,2	0,2	0,48	0,15	0,2	0,16	0,19	0,2	0,2	1,14	0,24	0,24	1,2	2,4
Chrome	mg/kg sec	48,6	43,7	28,5	44,7	56,2	55,9	26,3	36	34,7	47	41,7	46	28,2	28,6	45,9	44,8	28,8	34,5	27,9	50,7	45,6	41,2	51,8	58,8	42,6	90	180
Cuivre	mg/kg sec	25,1	25,6	12,3	19,4	26,7	30,5	9,84	13,5	16,4	26,1	19,7	27,4	15,3	15,8	24,6	22,2	12	15,5	14	27,5	23,2	24,8	33,3	32,2	25,9	45	90
Mercurure	mg/kg sec	<0,10	0,12	<0,10	<0,10	0,14	0,11	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,12	<0,10	<0,10	<0,10	0,13	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,31	0,17	0,25	0,4	0,8
Nickel	mg/kg sec	26,9	21,9	15,2	27,4	25,9	28,8	14,1	18,3	19,9	28,3	25,5	25,2	18,3	17,3	25,3	24,8	17,8	20,8	17,3	29,3	23,6	24,8	29,4	31,4	23,8	37	74
Piombe	mg/kg sec	44	42,7	27	40,1	50,5	57	22,8	30,2	30	46,3	46,1	48,9	27,1	32,9	53,1	50,3	26,8	33,1	31	50,7	40,8	45,9	65,6	62,6	52,5	100	200
Zinc	mg/kg sec	115	134	119	106	134	141	60,3	85,3	82,5	123	111	122	73,9	77,1	121	116	75,7	90,4	75,5	124	112	120	183	159	114	276	552
Micropolluants organiques																												
Polychlorobiphényles																												
.n°28	mg/kg sec	<0,0011	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0011	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0011	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0011	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,005	0,01
.n°52	mg/kg sec	<0,0011	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0011	0,0012	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0011	<0,001	0,0021	<0,001	0,0013	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0011	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,005	0,01
.n°101	mg/kg sec	0,0039	<0,001	<0,001	<0,001	0,0057	0,0013	<0,001	0,0013	0,0012	<0,0011	<0,001	0,0023	<0,001	0,0023	<0,001	0,0014	<0,001	<0,001	0,002	0,0016	0,0013	<0,001	0,0013	0,0012	0,0013	0,01	0,02
.n°118	mg/kg sec	0,0027	<0,001	<0,001	<0,001	0,0025	0,0017	<0,001	0,0013	0,0013	<0,0011	<0,001	0,0035	<0,001	0,0026	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,0014	0,0012	0,0012	0,0015	<0,001	<0,001	0,0011	0,01	0,02
.n°138	mg/kg sec	0,0027	0,0016	<0,001	<0,001	0,0026	0,0028	<0,001	0,0041	0,0028	0,002	<0,001	0,0058	0,0014	0,0041	0,0017	0,002	<0,001	<0,001	0,0032	0,0037	0,0019	0,0016	0,0018	0,0012	0,0013	0,02	0,04
.n°153	mg/kg sec	0,003	0,0012	0,0011	<0,001	0,0041	0,0029	0,001	0,0053	0,0031	0,002	0,0011	0,006	0,0013	0,0052	0,0021	0,0026	<0,001	<0,001	0,0031	0,003	0,002	0,0015	0,0021	0,0016	0,0012	0,02	0,04
.n°180	mg/kg sec	<0,0011	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0011	<0,001	<0,001	0,001	0,001	<0,0011	<0,001	0,0014	<0,001	0,001	<0,001	0,0013	<0,001	<0,001	0,0018	<0,0011	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,01	0,02
Somme des PCB	mg/kg sec	0,014	0,005	0,004	0,004	0,017	0,011	0,004	0,014	0,01	0,007	0,004	0,022	0,005	0,017	0,006	0,009	0,004	0,004	0,013	0,011	0,008	0,007	0,007	0,006	0,006	0,5	1
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques																												
.Naphthalène	mg/kg sec	0,0046	0,0067	<0,0022	<0,002	<0,0021	0,007	<0,0021	0,0032	<0,0021	0,0033	0,0046	0,0079	0,0023	<0,0022	0,004	0,0064	0,0024	0,0058	0,0048	0,0051	0,0045	<0,002	0,0054	0,0096	0,0061	0,16	1,13
.Acénaphthylène	mg/kg sec	0,0067	0,0032	0,0037	<0,0022	0,0081	0,007	0,0023	0,0031	0,0041	0,0056	0,0031	0,018	0,0062	0,021	0,0071	0,0054	0,0029	0,0039	0,0052	0,0063	0,0051	0,0058	0,0045	0,0055	0,0029	0,04	0,34
.Acénaphthène	mg/kg sec	0,0046	<0,0022	<0,0022	<0,002	0,028	0,0095	<0,0021	<0,0022	0,0034	0,004	<0,002	0,0084	<0,0022	0,031	0,0027	<0,0022	<0,0022	<0,0022	<0,002	0,013	<0,0021	0,014	0,0071	0,0096	0,0042	0,015	0,26
.Fluorène	mg/kg sec	<0,0023	<0,0022	<0,0022	<0,002	0,031	0,0092	<0,0021	<0,0022	<0,0021	<0,0021	<0,002	0,0078	<0,0022	0,029	<0,0022	<0,0022	<0,0022	<0,0022	<0,002	0,012	<0,0021	0,01	0,0048	0,019	<0,0022	0,02	0,28
.Phénanthrène	mg/kg sec	0,049	0,019	0,018	0,0058	0,14	0,067	0,0033	0,011	0,056	0,027	0,022	0,078	0,023	0,29	0,033	0,032	0,015	0,013	0,021	0,072	0,051	0,085	0,05	0,077	0,038	0,24	0,87
.Anthracène	mg/kg sec	0,02	0,0095	0,009	0,0025	0,053	0,021	0,0055	0,005	0,017	0,013	0,0071	0,026	0,0096	0,1	0,013	0,015	0,0082	0,0074	0,0081	0,027	0,017	0,023	0,016	0,026	0,014	0,085	0,59
.Fluoranthène	mg/kg sec	0,094	0,057	0,049	0,022	0,14	0,083	0,03	0,036	0,093	0,09	0,048	0,14	0,062	0,34	0,054	0,1	0,061	0,048	0,072	0,091	0,13	0,094	0,089	0,083	0,069	0,6	2,85
.Pyrène	mg/kg sec	0,082	0,05	0,046	0,019	0,099	0,06	0,021	0,033	0,075	0,075	0,041	0,12	0,054	0,27	0,05	0,088	0,047	0,049	0,066	0,073	0,12	0,072	0,069	0,067	0,062	0,5	1,5
.Benzo (a) anthracène	mg/kg sec	0,067	0,032	0,032	0,01	0,067	0,045	0,019	0,02	0,047	0,057	0,019	0,13	0,041	0,21	0,044	0,052	0,037	0,038	0,047	0,046	0,07	0,043	0,035	0,032	0,033	0,26	0,93
.Chrène	mg/kg sec	0,058	0,035	0,033	0,012	0,068	0,051	0,019	0,022	0,049	0,067	0,022	0,13	0,043	0,19	0,048	0,057	0,04	0,038	0,049	0,051	0,072	0,045	0,046	0,037	0,036	0,38	1,59
.Benzo (B) Fluoranthène	mg/kg sec	0,085	0,053	0,05	0,02	0,1	0,062	0,029	0,034	0,08	0,13	0,035	0,14	0,044	0,23	0,054	0,077	0,057	0,064	0,078	0,078	0,11	0,073	0,057	0,05	0,046	0,4	0,9
.Benzo (K) Fluoranthène	mg/kg sec	0,027	0,019	0,019	0,0079	0,032	0,021	0,011	0,011	0,027	0,046	0,012	0,043	0,018	0,068	0,018	0,026	0,021	0,021	0,027	0,029	0,036	0,022	0,021	0,017	0,018	0,2	0,4
.Benzo (A) Pyrène	mg/kg sec	0,046	0,028	0,027	0,0088	0,071	0,035	0,015	0,018	0,051	0,073	0,018	0,093	0,036	0,16	0,037	0,045	0,032	0,037	0,044	0,042	0,055	0,043	0,027	0,029	0,028	0,43	1,015
.Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg sec	0,016	0,0095	0,0078	0,0032	0,011	0,011	0,0045	0,0054	0,0089	0,028	0,0063	0,025	0,0069	0,039	0,0099	0,013	0,0097	0,011	0,012	0,014	0,017	0,0086	0,0093</				

TABLEAU 24 RESULTATS DES ANALYSES SEDIMENTAIRES REALISEES PAR INOVALYS EN 2023

Zone	Accès St-Nazaire			Chenal			Souilles					Seuils d'Immersion (arrêts 09/08/2006, 23/12/2009, 08/02/2013 et du 17/07/2014)		
	Moy A1-A2-A3	Moy A4A5	Moy C29-C30-C31	C102	S7	S8	S10	S12	S17	S18	N1	N2		
Caractéristiques physiques														
Refus pondéral à 2mm	% PB		0,2	0,2	19,6	0	14,9	2,5	0,2	4,7	0,6	0,4		
Fraction entre 200 µm et 2 mm	%		4,81	3,42	3,58	1,4	8,24	7,54	10,26	13,28	2,02	5,81		
Fraction entre 63 et 200 µm	%		13,07	15,12	10,69	12,19	14,51	25,7	22,96	12,55	12,03	14,94		
Fraction entre 20 et 63 µm	%		23,24	25,54	26,59	28,25	24,05	24,68	20,61	21,87	27	26,63		
Fraction < 20 µm	%		58,99	55,91	59,15	58,16	53,2	42,08	46,18	52,3	58,95	52,62		
Matière sèche	% prod brut		33,26	26	57,63	26,79	46,7	45,69	48,28	50,46	23,07	29,59		
Carbone Organique Total	mg/kg sec		28000	26000	14000	28000	17000	23000	22000	16000	31000	26000		
Nutriments														
Azote selon Kjeldahl	mg/kg MS		3300	3000	1700	3400	1700	2080	2150	1840	4030	3110		
Aluminium	mg/kg sec		31200	32700	20700	39800	23300	26700	26900	21300	39700	33900		
Phosphore	mg/kg sec		930	930	660	1020	730	1140	860	720	1060	920		
Micropolluants minéraux (métaux lourds)														
Arsenic	mg/kg sec		20	19	14	24	18	23	19	16	25	21	25	50
Cadmium	mg/kg sec		0,13	0,15	<0,1	0,15	0,11	0,48	0,15	0,1	0,16	0,15	1,2	2,4
Chrome	mg/kg sec		59	60	39	69	44	64	53	41	74	61	90	180
Cuivre	mg/kg sec		28	31	13	29	19	28	21	17	32	26	45	90
Mercure	mg/kg sec		0,118	0,11	0,046	0,155	0,087	0,127	0,092	0,084	0,1525	0,13	0,4	0,8
Nickel	mg/kg sec		29,8	29,8	22,9	34,2	23,7	30,4	28,2	23,3	36,4	30,7	37	74
Plomb	mg/kg sec		42,3	42,7	26,1	50,6	32,3	58,6	37,4	32,1	55,5	44,1	100	200
Zinc	mg/kg sec		153	168	87,2	170	111	146	129	139	166	148	276	552
Micropolluants organiques														
Polychlorobiphényles														
. n°28	mg/kg sec		<0,0011	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,005	0,01
. n°52	mg/kg sec		0,0016	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,0014	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,005	0,01
. n°101	mg/kg sec		0,0019	0,0017	<0,001	<0,001	<0,001	0,0024	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,01	0,02
. n°118	mg/kg sec		0,0022	0,0029	<0,001	<0,001	<0,001	0,0016	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,01	0,02
. n°138	mg/kg sec		0,0026	0,0034	<0,001	0,0013	0,001	0,0038	0,0016	<0,001	0,0016	0,0014	0,02	0,04
. n°153	mg/kg sec		0,0033	0,0037	<0,001	0,0017	<0,001	0,0065	0,0016	0,0012	0,0022	0,0018	0,02	0,04
. n°180	mg/kg sec		0,0024	0,0027	<0,001	0,0011	<0,001	0,0035	0,001	<0,001	0,0011	0,001	0,01	0,02
Somme des PCB	mg/kg sec		<0,001	0,0018	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,5	1
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques														
. Naphthalène	mg/kg sec		0,015	0,014	<0,01	0,02	0,014	0,048	0,024	<0,01	0,025	0,016	0,16	1,13
. Acénaphthylène	mg/kg sec		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	0,34
. Acénaphthène	mg/kg sec		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,015	0,26
. Fluorène	mg/kg sec		0,013	<0,01	<0,01	0,011	<0,01	0,018	0,013	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,28
. Phénanthrène	mg/kg sec		0,075	0,044	0,016	0,06	0,04	0,109	0,074	0,034	0,05	0,042	0,24	0,87
. Anthracène	mg/kg sec		0,013	<0,01	<0,01	0,012	<0,01	0,019	0,011	<0,01	0,015	<0,01	0,085	0,59
. Fluoranthène	mg/kg sec		0,122	0,087	0,024	0,101	0,063	0,176	0,121	0,072	0,103	0,076	0,6	2,85
. Pyrène	mg/kg sec		0,098	0,066	0,017	0,086	0,048	0,144	0,094	0,058	0,084	0,07	0,5	1,5
. Benzo (a) anthracène	mg/kg sec		0,057	0,043	0,011	0,055	0,026	0,092	0,067	0,046	0,061	0,045	0,26	0,93
. Chrysène	mg/kg sec		0,053	0,045	0,012	0,052	0,03	0,096	0,064	0,047	0,058	0,047	0,38	1,59
. Benzo (B) Fluoranthène	mg/kg sec		0,085	0,062	0,015	0,068	0,037	0,114	0,069	0,049	0,072	0,05	0,4	0,9
. Benzo (K) Fluoranthène	mg/kg sec		0,034	0,031	<0,01	0,031	0,018	0,053	0,029	0,023	0,032	0,022	0,2	0,4
. Benzo (A) Pyrène	mg/kg sec		0,063	0,051	0,012	0,066	0,03	0,095	0,073	0,049	0,072	0,056	0,43	1,015
. Dibenz(a,h)anthracène	mg/kg sec		0,011	0,011	<0,01	0,011	<0,01	0,019	0,013	<0,01	0,012	<0,01	0,06	0,16
. Benzo (g,h,i) perylène	mg/kg sec		0,07	0,063	0,018	0,063	0,043	0,112	0,077	0,05	0,071	0,059	1,7	5,65
. Indéno (1,2,3-CD) Pyrène	mg/kg sec		0,046	0,043	0,01	0,045	0,025	0,074	0,049	0,032	0,051	0,036	1,7	5,65
Organostanniques														
Monobutyl Etain	µg/kg sec		<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30		
Dibutyl Etain	µg/kg sec		<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30		
Tributyl Etain	µg/kg sec		64	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	100	400



2.1.6.1 - Éléments traces métalliques

De manière générale, les sédiments ne présentent pas de dépassement des seuils N1 sur les éléments traces métallique.

On note 4 dépassements légers du seuil N1 en arsenic (fixé à 25 mg/kg MS) :

- Moy C29-C30-C31 : 26,5 mg/kg ;
- C102 : 25,9 mg/kg ;
- S12 : 25,3 mg/kg ;
- S17 : 26,6 mg/kg.

Les analyses réalisées par Inovalys sur ces échantillons ne mettent pas en évidence de dépassement des seuils N1. Ce résultat permet de confirmer que les sédiments ne présentent pas de contamination significative en éléments traces métalliques.

2.1.6.2 - TBT et PCB

Les résultats d'analyse de 2023 mettent en évidence l'absence de dépassement des seuils N1 en TBT et PCB.

2.1.6.3 - HAP

De manière générale, les sédiments ne présentent que peu de dépassements des seuils N1 sur les HAP.

On note en effet 6 dépassements légers du seuil N1 sur deux échantillons :

- C110 :
 - 0,028 mg/kg en acénaphène (seuils N1 à 0,015 et N2 à 0,26) ;
 - 0,031 mg/kg en fluorène (seuils N1 à 0,02 et N2 à 0,28) ;
- S6 :
 - 0,031 mg/kg en acénaphène (seuils N1 à 0,015 et N2 à 0,26) ;
 - 0,029 mg/kg en fluorène (seuils N1 à 0,02 et N2 à 0,28) ;
 - 0,29 mg/kg en phénanthrène (seuils N1 à 0,24 et N2 à 0,87) ;
 - 0,1 mg/kg en anthracène (seuils N1 à 0,085 et N2 à 0,59).

Les analyses réalisées par Inovalys sur 10 échantillons ne mettent pas en évidence de dépassement des seuils N1, mais ils ne concernent pas les stations C110 et S6. Ces résultats indiquent que les sédiments ne présentent pas de contamination généralisée ou significative en HAP et semblent montrer que les analyses menées par Eurofins en 2022 étaient probablement biaisées. En tout cas, elles permettent d'affirmer que, si une contamination aux HAP a existé en 2022, elle est absente en 2023. Ce dernier résultat est conforme aux observations antérieures dans l'estuaire.

2.1.6.4 - Teneur en matière organique des sédiments

2.1.6.4.1 - Carbone Organique Total (COT)

Pour rappel, des concentrations importantes en COT (>35 g/kg) peuvent présumer des niveaux de contamination plus élevés et de plus fortes concentrations microbiennes (GEODE, 2014).

La teneur moyenne de COT dans les sédiments du GPMNSN en 2023 est de 16,8 g/kg (contre 24,8 g/kg en 2013 et 15 mg/kg en 2022), soit **bien en dessous de la moyenne nationale** (25 g/kg).

On note également que les **teneurs en COT sont plus importantes dans les souilles et en amont de l'estuaire.**

2.1.6.4.2 - Azote et Phosphore

- **Azote** : Les teneurs mesurées vont de 1,9 à 5,5 g/kg. La moyenne en 2023 est d'environ 3g/kg soit un retour à l'augmentation depuis 2013 (2,5 g/kg) après une diminution ponctuelle en 2022 (2 g/kg) Les valeurs mesurées dans l'estuaire de la Loire sont **équivalentes à la moyenne et à la médiane nationales** qui se situent autour de 3 g/kg (INERIS 2010). En cohérence avec les observations sur le COT, les teneurs en azote semblent plus importantes dans les souilles et en amont de l'estuaire.
- **Phosphore** : Les teneurs mesurées vont de 1,4 à 2,4 g/kg. La moyenne den 2023 est d'environ 1,9 g/kg marquant une augmentation depuis 2013 (0,9 g/kg) après une diminution ponctuelle en 2022 (0,75 g.kg). Les valeurs mesurées dans l'estuaire de la Loire **sont supérieures à la moyenne nationale** qui se situent autour de 0,67 g/kg (INERIS 2010).

2.1.6.5 - Seuils NQE sédiments

Les seuils NQE sont principalement liés à la qualité de l'eau. Seulement 5 paramètres disposent de seuils NQE concernant les sédiments (voir figure ci-contre). Parmi eux, seuls 2 paramètres sont analysés dans le cadre des diagnostics sédimentaires mis en œuvre par le GPMNSN :

- Le mercure : 0,46 mg/ kg ;
- La somme des PCB : 1,19 mg/kg ;

PS #	Nom	Eq. NQE (sédiment)
21	mercure	0.46
-	ΣPCB (NDL)	1.19
5	PBDE	0.90
35	PFOS	0.51
43	HBCDD	17.42

TABLEAU 25 SEUILS NQE APPLICABLES AUX SEDIMENTS (IRSTEA 2018)

Sur l'ensemble des échantillons, les concentrations en mercure et en PCB totaux sont inférieures aux seuils NQE sédiments.

2.1.7 - Evolution de la qualité des sédiments entre 2020 et 2023

Il convient de souligner que depuis 2020 et surtout en 2022, une augmentation du nombre de dépassements de N1/N2 en HAP, surtout en acénaphène (quasi systématiquement > N1, voire N2 -10%) et fluorène (50% environ > N1) a été observée. Les résultats ne permettaient cependant pas de déterminer une origine à cette augmentation. Ce point est suivi avec attention par le GPMNSN, les HAP pouvant provenir non seulement du trafic routier et maritime mais aussi des activités industrialo-portuaires.

Les analyses réalisées en 2023 sont cohérentes avec les analyses des sédiments menée de 2013 à 2021 et ne confirment pas les dépassements importants et généralisés relevés en 2022. **La piste d'une contamination importante et étendue de l'estuaire en 2022 est donc à écarter.** Les dépassements observés en 2022 pourraient être associés à un problème au niveau du laboratoire et des analyses réalisées.

La qualité des sédiments de l'estuaire semble donc relativement constante depuis 2013 avec une amélioration sur les éléments traces métalliques, l'absence de contamination significative au TBT et aux PCB (sauf rares exceptions parfois douteuses) et des contaminations limitées (entre N1 et N2) et ponctuelles pour certains HAP.

On note cependant une augmentation des teneurs en éléments organiques dans les sédiments en 2023.

2.1.8 - Qualité des sédiments au droit du futur quai EOLE

A ce jour, la zone du projet EOLE ne fait pas l'objet de dragage. Pour la création du quai, des dragages pour travaux devront être réalisés. Ces derniers feront partis de la demande d'autorisation environnementale du projet EOLE qui prévoit la création d'un chenal d'accès au quai et de souilles pour les zones de stockage des éoliennes et des flotteurs. Les sédiments actuellement en place faisant l'objet d'une caractérisation approfondie en vue de leur excavation lors des travaux EOLE.

Seuls les sédiments de dragage d'entretien entrent dans le champ de la présente demande. A ce jour, la qualité des sédiments qui seront à draguer dans le cadre de l'entretien ne peut être établie, le projet n'étant pas encore réalisé. Toutefois, les sédiments qui seront dragués seront des matériaux récemment déposés sur le fond. Ils seront de qualité similaire à ceux dragués habituellement dans ce secteur où aucun dépassement de N1 n'a été observé au cours des 10 dernières années. Les sédiments feront l'objet d'une caractérisation de leur qualité au même titre que les autres secteurs à draguer.

2.1.9 - Analyse des dépassements du seuil N2

les dépassements de N2 qui ont été observés sont indiqués dans les figures ci-dessous pour les années 2013, 2016 et 2020 :

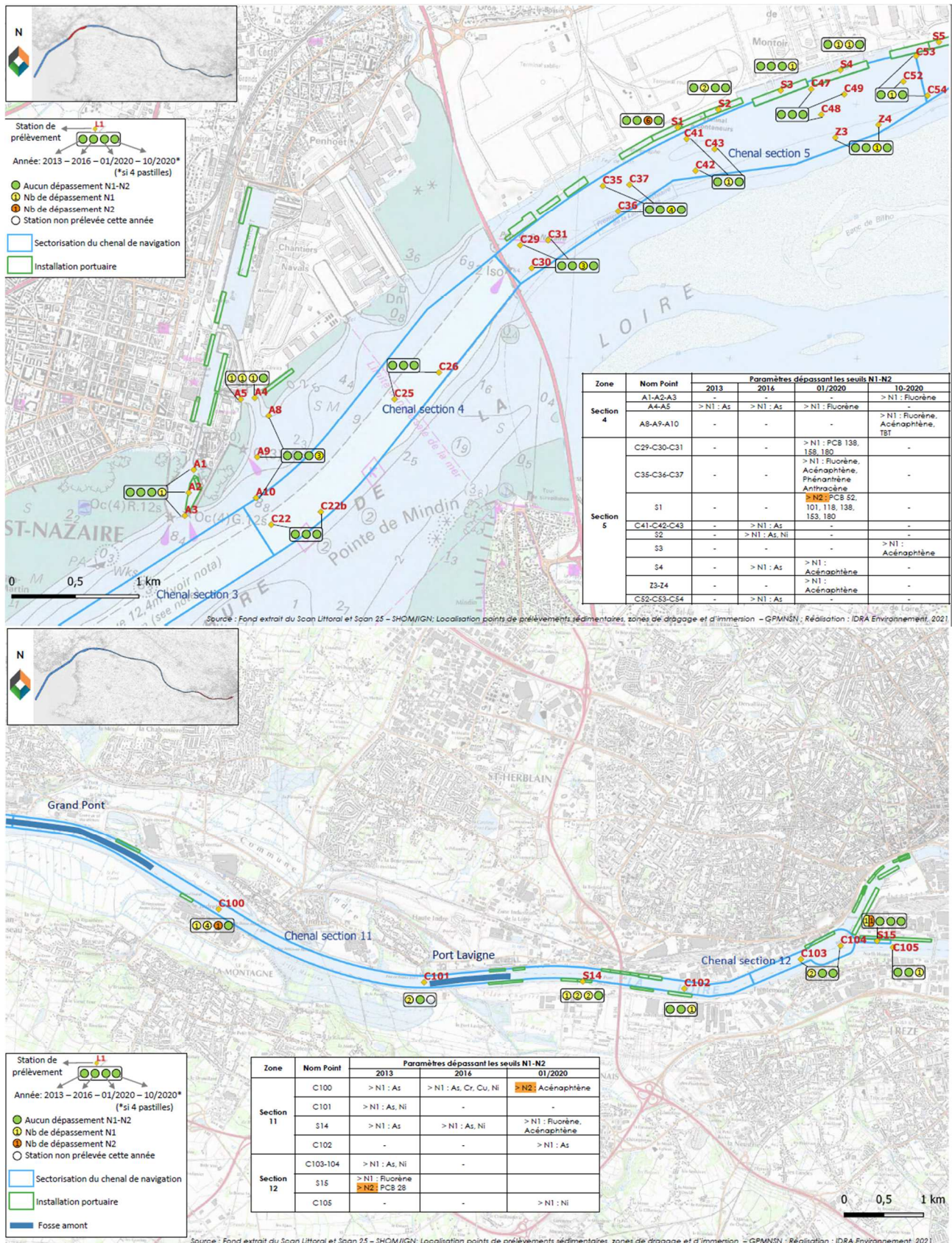


FIGURE 64 LOCALISATION DES DEPASSEMENTS DU SEUIL N2 ENTRE 2013 ET 2020

En 2022, des dépassements de N2 ont été observés pour 3 PCB (2 stations) et 8 HAP (su 1216 analyses). La localisation de ces dépassements ne présente pas de logique avec les dépassements des années précédentes. Les sources de contamination peuvent donc être diverses.

S'il s'avère que la source de contamination est du fait des activités du GPMNSN, alors ce dernier prendra toutes les mesures nécessaires pour empêcher une nouvelle contamination du milieu estuarien. Toutefois, si la contamination n'est pas de son fait, l'estuaire de la Loire étant le réceptacle de nombreux rejets de différentes natures, le GPMNSN ne saurait prendre des mesures pour réduire l'apport de contaminants dans le milieu. Dans tous les cas, une information à la police de l'eau sera faite après la phase de recherche de la source de contamination.

Par ailleurs, le GPMNSN prévoit de mettre en place un certain nombre d'actions sur la période du nouvel arrêté de dragage, dont un schéma directeur de l'assainissement (Figure ci-après). Dans ce cadre, un diagnostic environnemental portuaire sera réalisé afin d'identifier et qualifier les sources potentielles de contamination par grands postes d'activités. Pour les rejets dont il a la responsabilité (eaux pluviales), le GPMNSN définira ensuite des actions sur le volet assainissement pour garantir un traitement idoine des eaux pluviales avant rejet dans le milieu naturel.

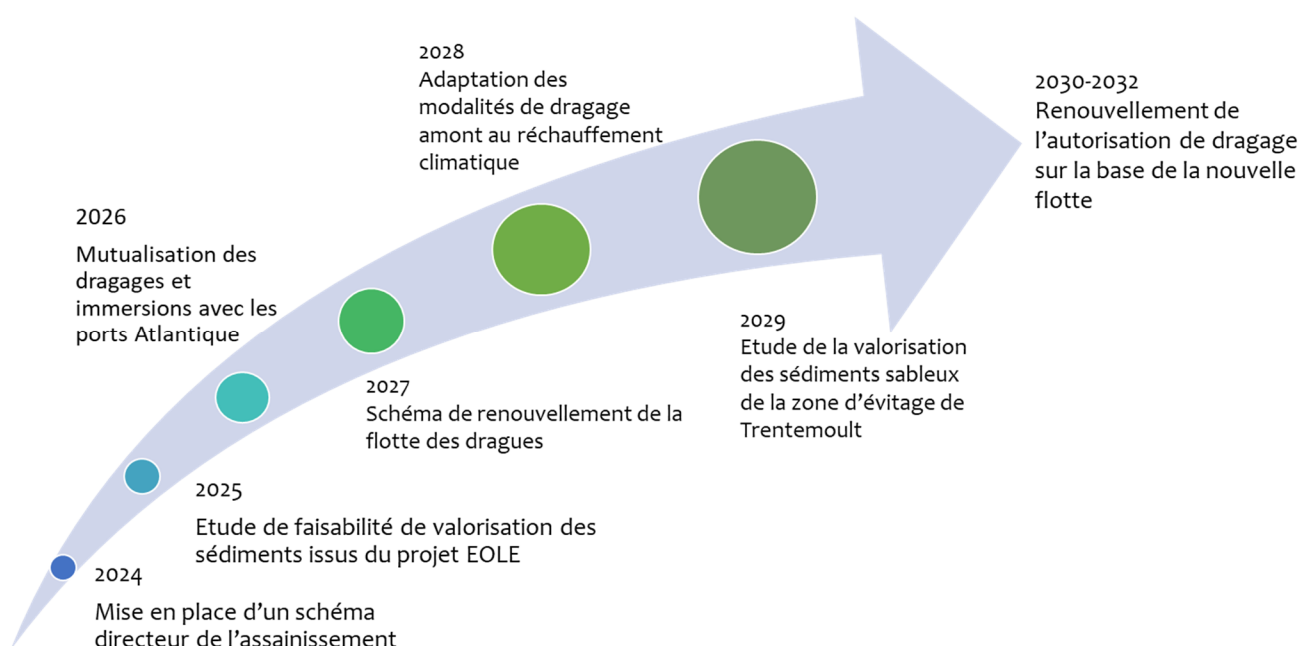


FIGURE 65 OBJECTIFS A 10 ANS QUE NANTES – ST NAZAIRE PORT S'EST FIXES EN MATIERE DE DRAGAGE ET DE GESTION DES SEDIMENTS

2.1.10 - Synthèse sur la qualité des sédiments

Le bruit de fond géochimique de la Loire présente des teneurs élevées en certains éléments traces métalliques. La nature des sédiments dans l'estuaire ne permet pas une application pertinente des seuils ERL.

La qualité des sédiments peut être considérée comme globalement homogène et peu dégradée, adaptée à leur gestion en immersion.

La majorité des stations et analyses réalisées met en évidence des teneurs inférieures aux seuils réglementaires N1 et N2 même si certains dépassements sont observés notamment en HAP et PCB. Ces dépassements devront faire l'objet d'une vigilance particulière, notamment dans le cadre du Schéma Directeur des Dragages du GPMNSN.

A l'échelle de chaque section, la contamination est fluctuante d'une station à l'autre et d'une campagne à l'autre. La qualité vis-à-vis des seuils réglementaires est satisfaisante et dans l'ensemble stable.

Les éléments organiques dissous (COT, azote et phosphore) présentent des concentrations relativement homogènes mais en augmentation en 2023 par rapport à 2013 après une baisse temporaire en 2022.

Le dédoublement des analyses réalisées en 2023 par le GPMNSN dans deux laboratoires différents a permis de vérifier la cohérence des résultats des laboratoires et a démontré la bonne qualité générale des sédiments, après une année 2022 qui avait soulevé un doute.

La qualité des sédiments est considérée comme un enjeu fort du projet.

2.2 - Qualité de l'eau

2.2.1 - Qualité générale des masses d'eau de transition et côtière (DCE)

Source : SDAGE Loire-Bretagne 2022-2027

Dans le cadre de la surveillance mise en œuvre par le ministère de l'écologie au titre de la Directive Cadre sur l'Eau, un état des masses d'eau de transition a été établi. La qualité des masses d'eaux actualisée en 2019, n'a pas évoluée depuis 2013.

La qualité de la masse d'eau de transition « **Estuaire de la Loire – FRGT 028** » est mauvaise (**état Chimique mauvais**, état biologique moyen, état physico-chimique bon et état hydromorphologique inférieur au très bon état). Les paramètres déclassants sont le Plomb à Mindin et le Benzo(ghi)pérylène à Villès-Martin. Le HAP est issue de la combustion des carburants du trafic routier et maritime. Les teneurs en Plomb sont issues des rejets de l'usine OCTEL de Paimboeuf. Depuis l'arrêt en 1996 de la fabrication de plomb tétraéthyle en amont de Nantes, les concentrations en plomb continuent de décroître. La température est globalement similaire quelle que soit la station considérée. Ce paramètre suit une évolution saisonnière. Elle est minimale en hiver, de l'ordre de 5 à 8°C et maximale en été, comprise entre 20 et 25°C. La température des eaux de surface et des eaux plus profondes (station de Donges) n'a pas évolué depuis 2010 et suit les mêmes évolutions saisonnières.

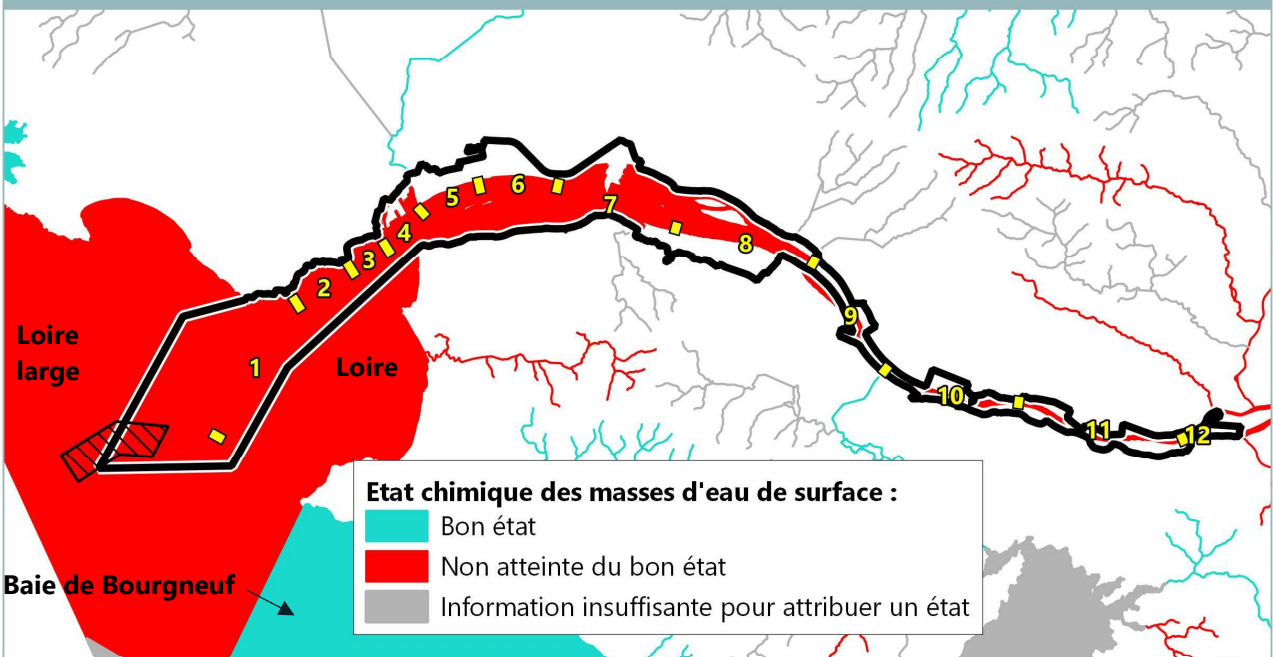
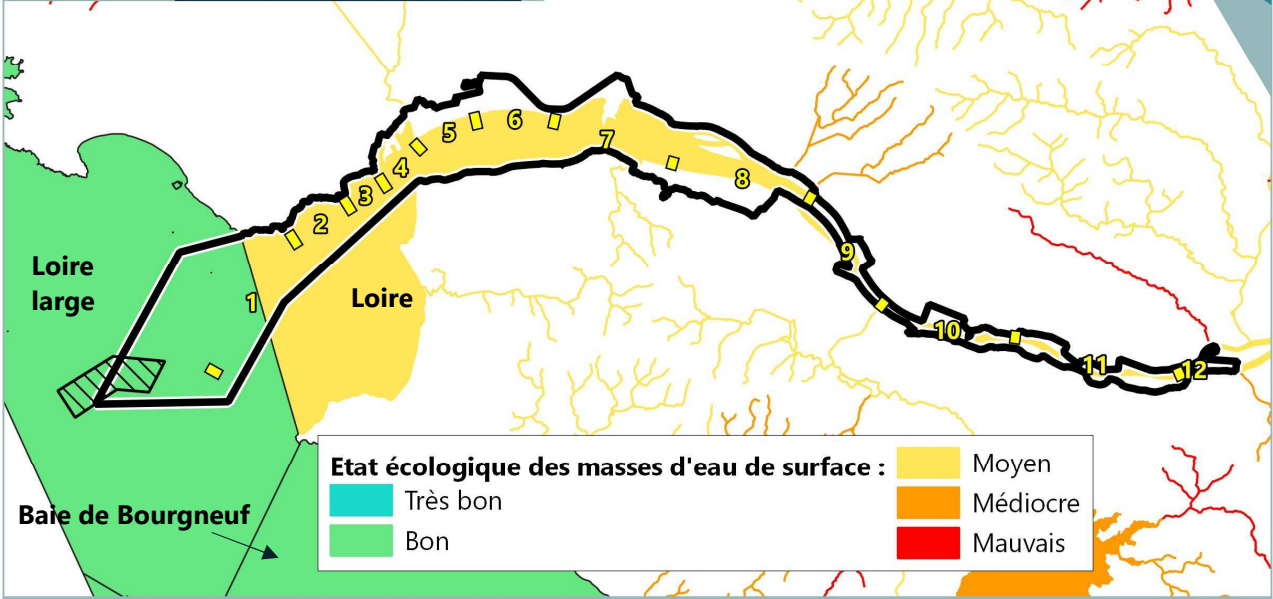
L'état de la masse d'eau côtière « Loire Large » (FRGC 46) ainsi que celui de la « Baie de Bourgneuf » (FRGC 48) sont bons (très bon état chimique, bon état biologique et physico-chimique et état hydromorphologique inférieur au très bon état).

Les objectifs, en 2013, pour la masse d'eau de transition « Loire – FRGT 28 » étaient : bon potentiel écologique prévu pour 2015, bon état chimique et global prévu en 2027 par le SDAGE 2016-2021. D'après le SDAGE 2022-2027, au vu de l'état de la masse d'eau « Loire » (FRGT028), celle-ci est concernée par des OMS (« Objectifs Moins Stricts ») et les objectifs d'états écologique et chimique sont respectivement « moyen » et « mauvais » en 2027.

TABLEAU 26 OBJECTIFS DE BON ETAT DES MASSES D'EAUX CONCERNEES PAR LE PROJET

Nom	Code	Objectif écologique		Objectif chimique		Objectif global		Motivation du choix de l'objectif
		Objectif	Délai	Objectif	Délai	Objectif	Délai	
Loire	FRGT028	Moyen	2027	OMS	2027	Mauvais	2027	Faisabilité technique
Loire (large)	FRGC46	Bon état	2015	Bon état	2015	Bon état	2015	-
Baie de Bourgneuf	FRGC48	Bon état	2015	Bon état	2015	Bon état	2015	-

Grand Port Maritime Nantes Saint-Nazaire
Etat des masses d'eau de surface



- Limite de circonscription du GPMNSN
- Section de dragage
- Zone de clapage autorisée



Date: 26/06/2023

Source : Agence de l'eau Loire-Bretagne

0 2 4 6 km

Fond de plan : OSM



FIGURE 66 ETAT GLOBAL DES MASSES D'EAU, MIS A JOUR EN AOÛT 2019 (SOURCE : EGIS 2023)

2.2.2 - Les suivis IFREMER des eaux littorales - Estuaire externe

Sources : Données de la base QUADRIGE 2 IFREMER, Bulletin de surveillance 2022 IFREMER

La qualité des eaux littorales est suivie via trois réseaux de mesures : Le REMI, le REPHY et le ROCCH. Ces trois réseaux sont décrits ci-après.

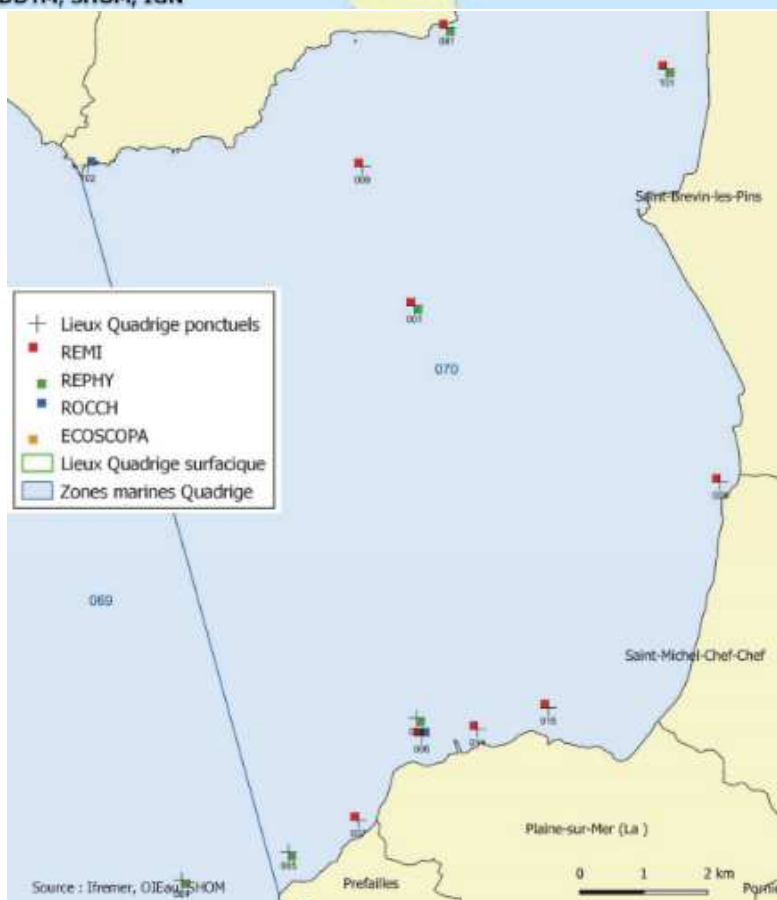


FIGURE 67 LOCALISATION DES POINTS DE SUIVIS DES RESEAUX REMI, ET ROCCH (A GAUCHE) ET REPHY (A DROITE) AU NIVEAU DE LA ZONE MARINE QUADRIGE 70 "ESTUAIRE DE LA LOIRE" (SOURCE : BULLETIN DE SURVEILLANCE 2021 ET 2022, IFREMER)

Le réseau REMI a été mis en place en 1988. Il s'intéresse au classement et au suivi des zones de productions conchylicoles : un comptage de bactéries *Escherichia coli* est réalisé dans la chair et le liquide intervalvaire de différents types de bivalves. Le REMI permet :

- d'estimer la qualité microbiologique des zones de production de coquillages afin de réviser le classement des zones de production ;
- de détecter et suivre les épisodes inhabituels de contamination.

Le réseau de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines (REPHY) a pour objectifs :

- d'acquérir une série de données relatives à la biomasse, à l'abondance et à la composition du phytoplancton (flores indicatrices), ainsi qu'à la distribution spatio-temporelle des différentes espèces phytoplanctoniques le long des côtes françaises ;
- d'évaluer la qualité de l'eau via le calcul des indicateurs DCE (et DCSMM) ;
- d'établir des liens avec les phénomènes liés à l'eutrophisation ou à une dégradation de l'écosystème ;
- détecter et suivre dans l'eau des espèces phytoplanctoniques proliférantes (blooms) (nécessaire pour le calcul de l'indicateur DCE), mais aussi celles productrices de toxines, en relation avec les concentrations de toxines dans les coquillages.

Les deux réseaux **REPHY** « réseau d'observation et de surveillance du phytoplancton et de l'hydrologie dans les eaux littorales » et **REPHYTOX** « réseau de surveillance des phycotoxines dans les organismes marins », bien que distincts, sont étroitement associés, puisque la surveillance du phytoplancton toxique dans l'eau, toujours assurée par le REPHY, est utilisée pour le déclenchement d'analyses de toxines dans les organismes marins dans le cadre du REPHYTOX, et pour une meilleure compréhension des épisodes de contamination des organismes marins.

Le **ROCCH** (ex RNO) est le Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin. Il repose sur la réalisation de prélèvements et d'analyses dans l'eau (nutriments), les sédiments et la matière vivante (contaminants chimiques). Le ROCCH est un outil de connaissance des niveaux de contamination chimique de notre littoral depuis 1979. Il s'appuie sur les moules et les huîtres utilisées comme indicateurs quantitatifs de contamination.

2.2.2.1 - Réseau de surveillance REMI

Les stations concernées par le suivi REMI sont les suivantes :

TABLEAU 27 STATIONS CONCERNEES PAR LE SUIVI REMI (IFREMER 2022)

N° de zone	Nom de la zone	Lieux de prélèvement	Taxon suivi	Fréquence du suivi en 2022	Classement en vigueur (arrêté du 08/07/2022)
44.09.01	Secteur côtier Saint-Nazaire	Villes martin		Mensuelle puis bimestrielle à partir du 11/04/2022	B
44.10	Embouchure – banc du nord	Estuaire(b)		Adaptée (bimensuelle)	B

N° de zone	Nom de la zone	Points de prélèvement	Taxon suivi	Fréquence du suivi en 2022	Classement en vigueur (arrêté du 08/07/2022)
44.11	Embouchure rive sud	La Roussellerie		Mensuelle	B
44.12	La Plaine sur mer	Cormorane Pointe du mouton	 	Mensuelle puis bimestrielle à partir du 11/04/2022 puis mensuelle à partir du 29/12/2022	B
44.13	La Tara	Joalland(b)		Mensuelle	B

Les résultats des stations de suivi sont les suivants :

TABLEAU 28 RESULTATS DES SUIVIS REMI (IFREMER 2022)

Numéro de zone	Résultat de suivi du réseau REMI							Max	Qualité estimée
	N	<=230]230-700]]700-4600]]4600-46000]	>46000			
44.09.01	n	38	30	3	5	0	0	3300	B
	%		78.95	7.89	13.16	0	0		
44.10	n	27	22	3	1	0	1	66000	Très mauvaise qualité
	%		81.48	11.11	3.7	0	3.7		
44.11	n	34	23	2	6	3	0	6100	B
	%		67.65	5.88	17.65	8.82	0		
44.12	n	64	52	6	6	0	0	4200	B
	%		81.25	9.38	9.38	0	0		
44.13	n	36	31	4	1	0	0	1200	B
	%		86.11	11.11	2.78	0	0		

Les résultats mettent en évidence le classement globalement bon des 5 zones à proximité de l'embouchure de l'estuaire. Ces données sont stables depuis 10 ans. La dégradation du point 44.10 est liée à une mesure très dégradée mais ponctuelle le 21/09/2021. 96.3% du temps les résultats étaient cohérents avec une bonne qualité de la zone.

Les données du réseau REMI sont fournies à titre informatif dans le dossier d'autorisation afin d'établir un état initial de la zone d'étude. Cependant, ce réseau n'est pas utilisé avec une visée opérationnelle en termes de dragage.

Désormais, les sédiments à draguer seront échantillonnés sur 78 stations échantillonnées en 3 fois au cours de 3 campagnes/an (soit 26 stations par campagne de prélèvements) réparties sur 3 saisons (printemps, été, automne). Parmi les analyses effectuées sur ces sédiments, les teneurs en bactéries *E. coli* sont mesurées. Les sections 1 à 12 du chenal de navigation et des souilles associées seront concernées par ce suivi annuel.

2.2.2.2 - Réseau de surveillance REPHY

Les dernières observations REPHY ont été réalisées en 2021 sur les stations de mesures 070-P-001 et 070-P-005, les résultats sont présentés ci-dessous :

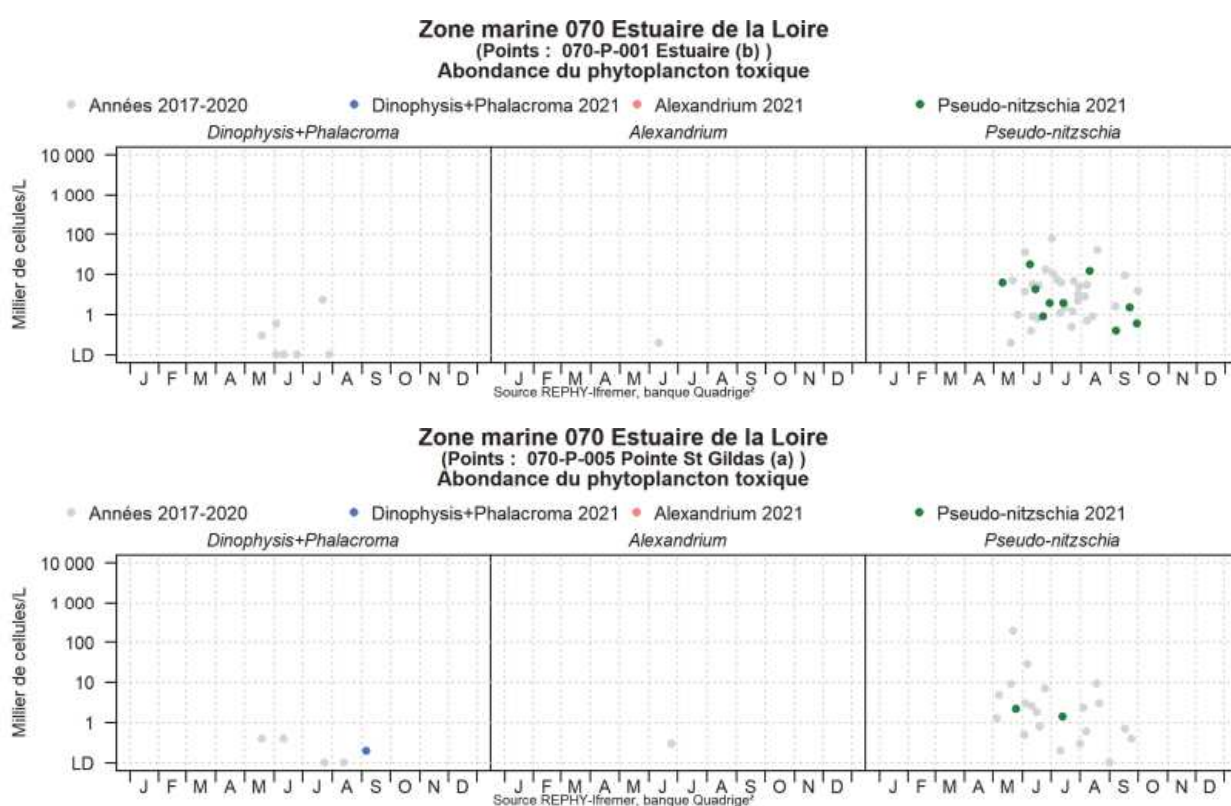


FIGURE 68 RESULTATS DES SUIVIS IFREMER REPHY (IFREMER 2022)

Seule l'observation du genre *Dinophysis* sur le lieu au large a déclenché des prélèvements à la côte. Ce genre est retrouvé une seule fois sur le lieu à la côte le 6 septembre avec 200 cellules par litre. Sur le lieu de surveillance « Estuaire (b) » les genres *Dinophysis* et *Alexandrium* n'ont pas été observés. Le genre *Pseudo-nitzschia* est présent de mai à septembre en restant en dessous du seuil d'alerte.

2.2.2.3 - Le réseau de surveillance ROCCH

2.2.2.3.1 - Résultats au Nord de l'embouchure :

Les résultats de suivi ROCCH au Nord de l'embouchure de l'estuaire (zones 44-08, 44-09 et 44-09-01 et station 70-P-102) sont les suivants :

TABLEAU 29 : RESULTATS DES SUIVIS ROCCH AU NORD DE L'EMBOUCHURE EN 2021-2022 - IFREMER 2022)

	Cadmium (mg/kg)	Plomb (mg/kg)	Mercuré (mg/kg)	TEQ (pg/g) PCDD+PCDF	TEQ (pg/g) PCDD+PCDF+PCB dl	Somme des PCB 28,52, Benzoapyrène 101,138,153,180 (ng/g)	(µg/kg)	Somme BaP, BaA, BbF, Chr (µg/kg)
Pointe de Chemoulin (Moule)	0.17	0.2	0.022	0.29	0.68	4.59	0.16	2
Année de la mesure	(2022)	(2022)	(2022)	(2020)	(2020)	(2021)	(2021)	(2021)
Seuils réglementaires	1	1.5	0.5	3.5	6.5	75	5	30

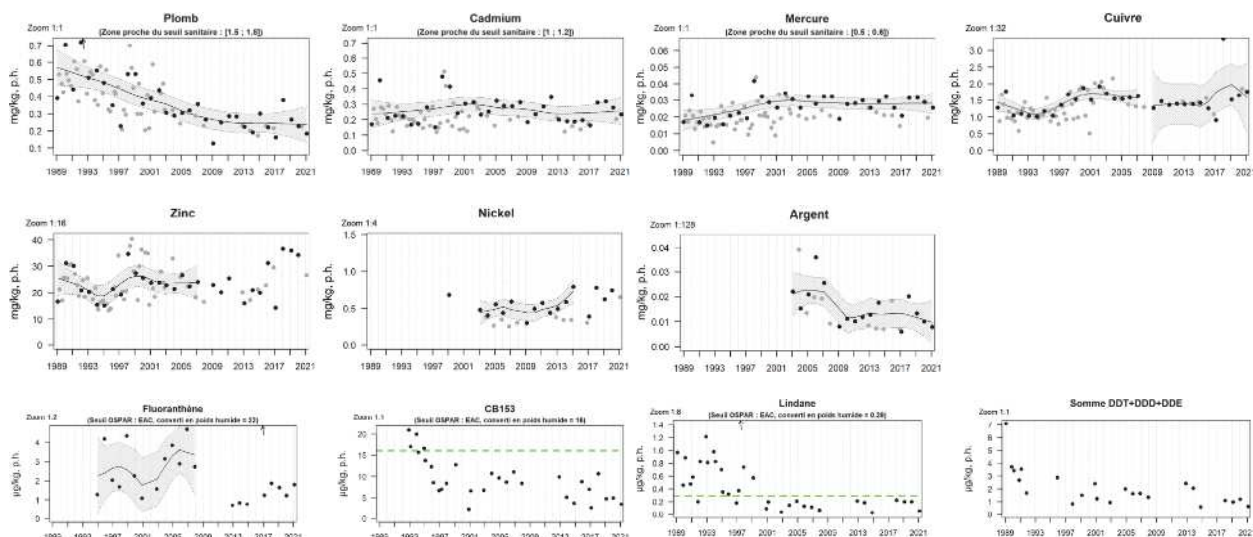


FIGURE 69 RESULTATS DES SUIVIS ROCCH DE LA STATION 70-P-102 (1989 A 2021, IFREMER 2022)

La station « 70-P-102 » montre une concentration en cadmium très supérieure à la médiane nationale. Toutes les stations de la zone montrent des concentrations en nickel, mercure, argent et en cuivre supérieures à la moyenne nationale. Ces concentrations pourraient être liées au bruit de fond naturellement élevé de la Loire mais aussi à l'activité industrielle passée et actuelle du bassin de la Loire.

2.2.2.3.2 - Résultats au Sud de l'embouchure :

Les résultats de suivi ROCCH au Sud de l'embouchure de l'estuaire (zone 44-13) sont les suivants :

TABLEAU 30 RESULTATS DES SUIVIS ROCCH AU SUD DE L'EMBOUCHURE EN 2021-2022 (IFREMER 2022)

	Cadmium (mg/kg)	Plomb (mg/kg)	Mercuré (mg/kg)	TEQ (pg/g) PCDD+PCDF	TEQ (pg/g) PCDD+PCDF+PCB dl	Somme des PCB 28,52, Benzoapyrène 101,138,153,180 (ng/g)	(µg/kg)	Somme BaP, BaA, BbF, Chr (µg/kg)
Joalland (b) (Huître creuse)	0.2	0.19	0.034	0.34	0.69	4.94	0.14	2.44
Année de la mesure	(2022)	(2022)	(2022)	(2021)	(2021)	(2021)	(2021)	(2021)
Seuils réglementaires	1	1.5	0.5	3.5	6.5	75	5	30

Ces teneurs sont inférieures aux seuils réglementaires. Elles sont cependant lacunaires et ne permettent pas une analyse plus poussées des résultats du réseau ROCCH.

2.2.3 - Bruit de fond en MES au niveau de la zone de la Lambarde

ARTELIA a réalisé en 2018 une modélisation du bruit de fond régional en MES avec un modèle plus précis au niveau de la Lambarde (Annexe 04). Les résultats de cette modélisation sont les suivants :

- la concentration en MES moyenne sur 5 ans est de 7 mg/l ;
- les valeurs de MES ne dépassent pas 15 mg/l pendant 90 % du temps ;
- la valeur de 37 mg/l est dépassée 1% du temps.
- les épisodes de fortes concentrations sont liés à la hauteur de houle des jours précédents. Il a pu être établi que si la houle (à -50 m CM) est inférieure à 1,8 m en moyenne sur les 5 jours précédents, la concentration en MES moyenne au point Lambarde est généralement inférieure à 10 mg/l.

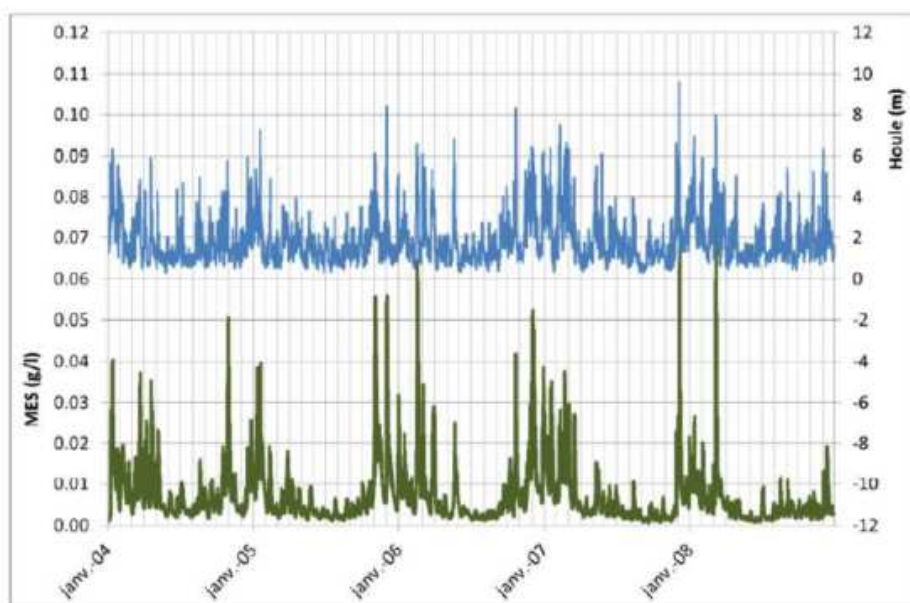


FIGURE 70 MODELISATION DES HOULES ET DES CONCENTRATIONS EN MES ASSOCIEES AU NIVEAU DE LA LAMBARDE (ARTELIA 2018)

2.2.4 - Qualité des eaux - Estuaire interne

Source : Cahier indicateurs n°1- La salinité de l'eau (12/2021) GIP LE

2.2.4.1 - Réseau de mesure SYVEL

Depuis 2007, le GIP Loire Estuaire a mis en place le réseau SYVEL (Système de Veille dans l'Estuaire de la Loire) qui permet de mesurer en continu la qualité de l'eau dans l'estuaire.

Ce réseau se compose de neuf stations réparties tout au long de l'estuaire de la Loire, dont six entre Donges et Nantes (la station de Donges a été mise en service fin 2010 et celle de Montoir en mars 2022). Les stations sont munies de capteurs permettant de mesurer en continu les paramètres suivants : température, turbidité (concentration en MES), conductivité (salinité) et teneur en oxygène dissous.

Tous les paramètres sont mesurés en subsurface, à l'exception de la station de Donges, où les paramètres sont mesurés à la fois en surface et à 4 m de profondeur.

Ce système permet de suivre 3 phénomènes :

- le bouchon vaseux (zone où la concentration en matières en suspension (MES) dépasse 1 g/l) ;
- la zone d'hypoxie (zone où la concentration en oxygène dissous descend en deçà de 5 mg/l) ;
- le front de salinité (limite de salure des eaux à 0,5 g/l).

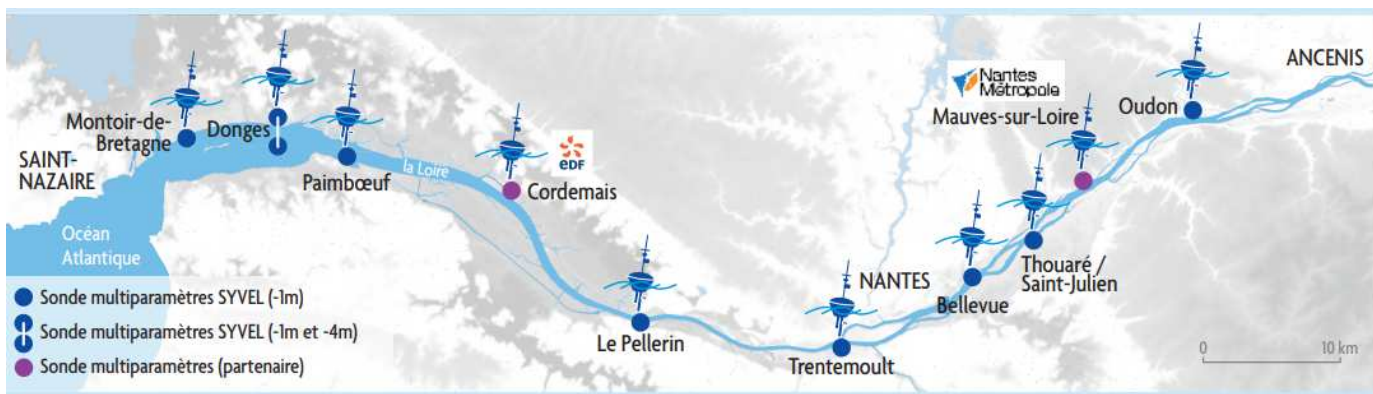


FIGURE 71 LOCALISATION DU RESEAU SYVEL ET PARTENAIRES SUR L'ESTUAIRE DE LA LOIRE (GIP LE)

2.2.4.2 - Salinité

La remontée du sel dans l'estuaire est conditionnée par l'équilibre fleuve - mer. Lors des bas débits, la salinité pénètre davantage dans l'estuaire. Au contraire, lors des crues, elle est maintenue dans la partie aval de l'estuaire. Cette intrusion saline s'effectue suivant deux modes de transport principaux : par pompage tidal ou par densité.

- Par pompage tidal, les eaux marines remontent l'estuaire en se mélangeant à l'eau de Loire, induisant une augmentation de la salinité, qui est maximale environ 1 heure après la pleine mer. Ce transport est accentué en période de Vives eaux (VE) lorsque la grande amplitude de marée et les forts courants associés favorisent une dispersion plus amont, et un recul plus aval à basse mer.
- Par densité : lorsque l'agitation est faible, en période de mortes eaux (ME), les eaux fluviales moins denses que l'eau de mer restent en surface, alors que l'eau de mer pénètre dans l'estuaire sur le fond. En début de remontée des coefficients de marée (appelée revif), les eaux de surface et du fond se mélangent, augmentant rapidement la salinité des eaux de surface. Ce transport est d'autant plus important que le coefficient de marée avant le revif est bas.

La figure ci-dessous présente la distribution journalière des concentrations en salinité par an et par station et débit à Montjean-sur-Loire entre 2011 et 2020.

Les salinités supérieures à 10 g/l sont mesurées principalement à Donges et Paimbœuf, elles atteignent Cordemais lors des étiages inférieurs à 300 m³/s, mais seulement pendant une partie du cycle de marée.

Quel que soit le coefficient et le moment de la marée, l'eau est salée en permanence à Donges en deçà-du module (850 m³/s). À l'inverse, l'eau reste douce à Cordemais au-delà d'un débit supérieur à 2000 m³/s, alors qu'elle reste salée tout au long de la marée lorsque le débit est inférieur à 240 m³/s.

Sur les stations du réseau SYVEL, entre 2007 et 2022, les variations interannuelles de salinité (à -1m) sont dominées par **l'influence des apports en eau douce du fleuve** et donc par le débit. L'eau douce circule quasiment en permanence au droit de Bellevue, en amont de Nantes. Elle n'a enregistré des concentrations supérieures à 0,5 g/l que très ponctuellement en 2022. Le front de salinité a atteint Nantes en août en lien avec des débits de la Loire de 100m³/s.

Entre 2007 et 2022, l'eau est douce 98% du temps de mesure effectif au droit de la station de Trentemoult.

En hiver, l'eau reste douce jusqu'à Cordemais une grande partie du temps, sauf lorsque les apports fluviaux sont faibles, comme en février 2012 ou en janvier 2019. L'eau douce atteint même Donges régulièrement, surtout lorsque le débit dépasse les 2500 m³/s, mais jamais pendant tout le cycle de marée.

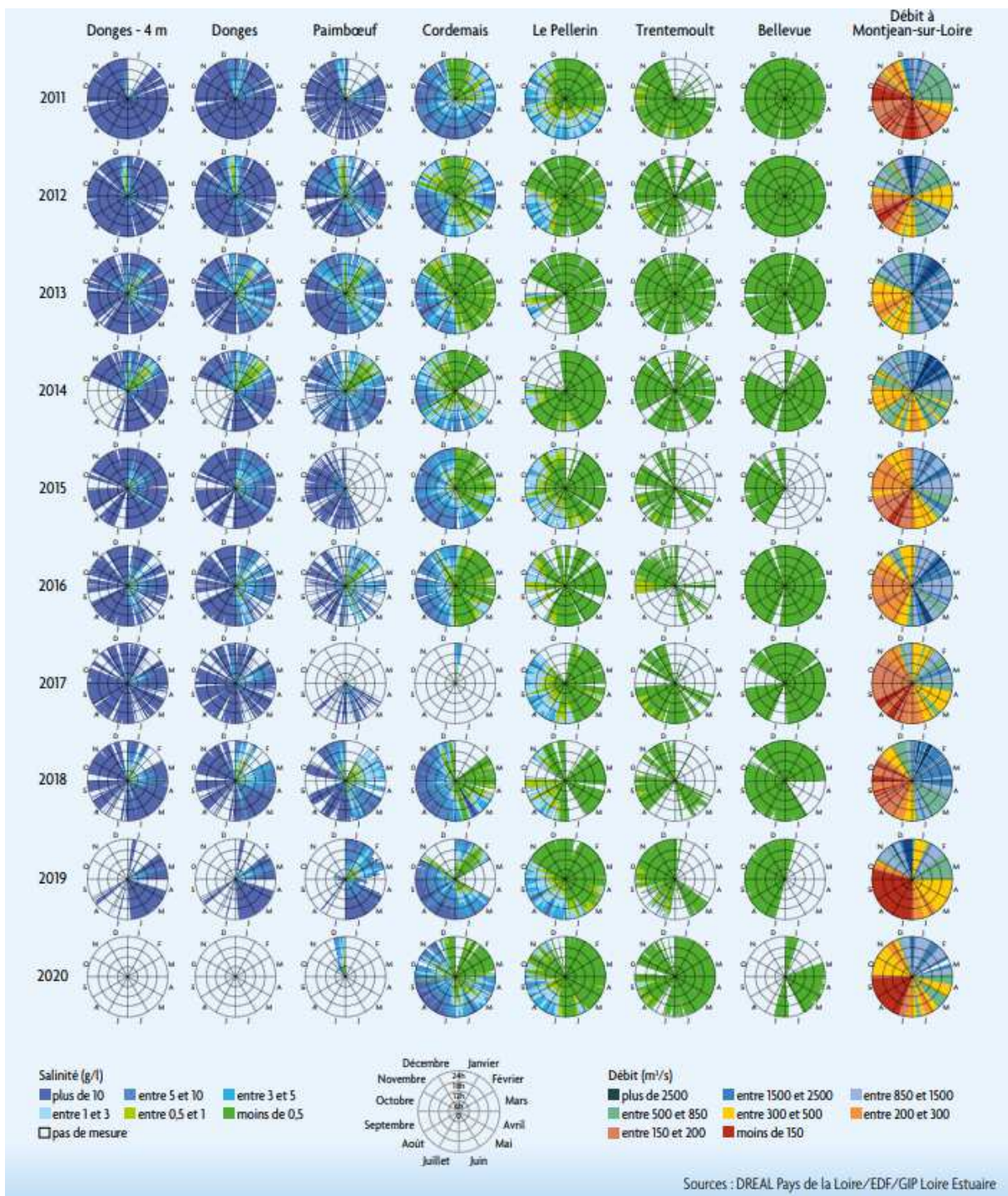


FIGURE 72 DISTRIBUTION JOURNALIERE DES CONCENTRATIONS EN SALINITE PAR AN ET PAR STATION ET DEBIT A MONTJEAN-SUR-LOIRE (2011 A 2020)

TABLEAU 31 ORDRE DE GRANDEUR DES DEBITS CONDITIONNANT LA SALINITE EN LOIRE, HORS EVENEMENTS CLIMATIQUES EXCEPTIONNELS (GIP LE)

	Donges	Paimbœuf	Cordemais	Le Pellerin	Trentemoult	Bellevue
Débit (m ³ /s) en-dessous duquel l'eau est salée en permanence (> 0,5 g/l)	850 (env. 64 % du temps)	450 (env. 39% du temps)	240 (env. 18% du temps)	115 (env. 2% du temps)	Eau jamais salée en permanence (sur 2007 - 2020)	
Débit (m ³ /s) au-delà duquel l'eau est douce en permanence (< 0,5 g/l)	Eau jamais douce en permanence (sur 2007 - 2020)		2000 (8,8% du temps)	870 (env. 34 % du temps)	400 (64% du temps)	150 (env. 95% du temps)

Le débit étant le facteur contrôlant le plus la salinité sur l'ensemble des stations SYVEL, les différences sont plus notables entre les situations d'étiage et de hautes eaux pour un même coefficient de marée, qu'entre les situations de mortes eaux et Vives eaux pour un même débit.

C'est en hautes eaux et Vives eaux que les pourcentages de temps de présence de l'eau douce sont les plus élevés quelle que soit la station. Les coefficients élevés entraînent en effet un plus fort retrait vers l'aval des eaux marines à basse mer.

Le front de salinité à 0,5 g/l a progressé vers l'amont jusqu'au début des années 1990, à cause des grands aménagements réalisés au cours du XXe siècle (comblement et colmatage latéraux, approfondissement et régularisation du chenal principal) modifiant la géométrie de l'estuaire avec le resserrement du lit mineur pour propager la marée plus en amont du fleuve. La remontée du front de salinité est d'autant plus rapide et plus grande que le débit est faible : à 1000 m³/s, l'intrusion saline progresse d'une dizaine de kilomètres entre 1950 et le début des années 1990, alors que la remontée est de 30 km à moins de 100 m³/s, dont 25 km avant 1979. Ces débits très faibles sont observés moins de 1% du temps depuis 1990.

Depuis les années 1990, une stabilisation voire un recul du front de salinité serait observé. En 2022 (bulletin SYVEL n°11, GIP LE, août 2023), avec un étiage extrêmement sec, le front de salinité est remonté jusqu'à Nantes lors des vives-eaux (coefficient de marée 99 à 103) du 12 au 15 août. Il est visible à la station de Bellevue, avec un dépassement des 0,5 g/l pendant 20 minutes le 15 août. La salinité est néanmoins inférieure à celle de 2019 (dépassement du front de salinité pendant 40 minutes, avec un maximum instantané de 0,64 g/l, le 31 août 2019 – débit 99,3 m³/s et coefficient de marée 111). Ces éléments semblent donc indiquer que les tendances indiquées dans le document de synthèse du GIP LE (fiche indicateurs "la salinité de l'eau", décembre 2021) ne sont pas remises en cause par les dernières observations analysées. Il conviendra de le confirmer avec les mesures de 2023.

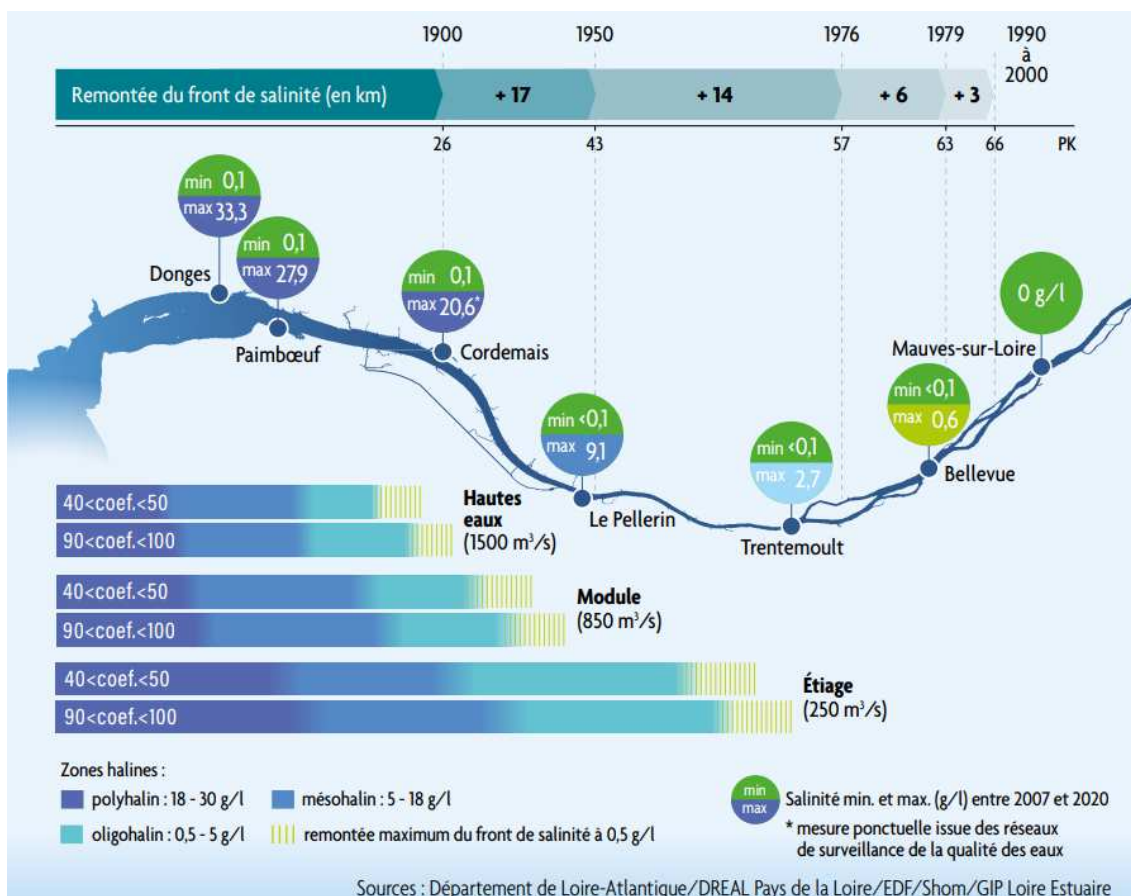


FIGURE 73 LOCALISATION DES ZONES HALINES EN SUB-SURFACE DEPUIS 2007 ET POSITION DU FRONT DE SALINITE DEPUIS 1900

2.2.4.3 - Température

La température des eaux du fleuve est globalement similaire quelle que soit la station considérée. Ce paramètre suit une évolution saisonnière. Elle est minimale en hiver, de l'ordre de 5 à 8°C et maximale en été, comprise entre 20 et 25°C. La température des eaux de surface et des eaux plus profondes n'a pas évolué depuis 2010 et suit les mêmes évolutions saisonnières. Le changement climatique va cependant in fine engendrer une augmentation de la température de l'eau.

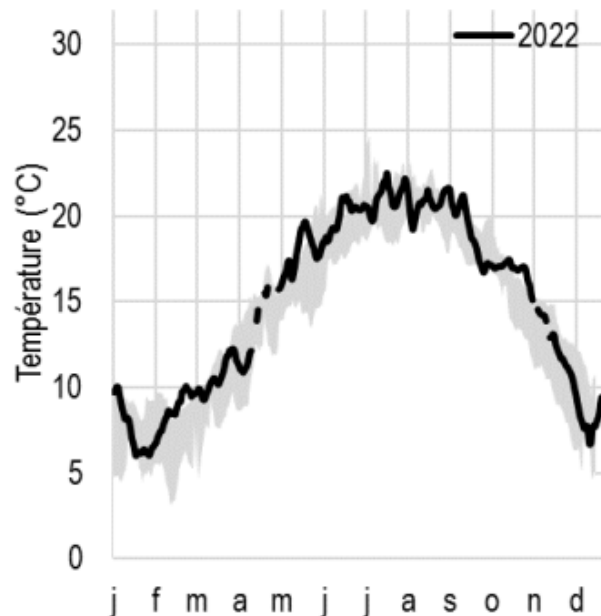


FIGURE 74 COMPARAISON DE LA TEMPERATURE DE 2022 PAR RAPPORT A LEUR VARIABILITE SUR LA PERIODE 2007 - 2021 EN VALEURS JOURNALIERES (SYVEL 2022 – STATION DE DONGES)

2.2.4.4 - Evolution des concentrations en MES dans l'estuaire interne

Les matières en suspension présentes dans les eaux estuariennes sont un mélange de sédiments fins argileux et de matières organiques naturelles provenant de la dégradation d'organismes végétaux ou animaux.

Les MES et la turbidité de la Loire sont suivies par le réseau SYVEL. L'analyse des mesures du réseau SYVEL indique qu'au cours d'une année moyenne, la masse de vase en suspension dans l'estuaire est minimale en période de hautes eaux combinée à des mortes-eaux et estimée à quelques dizaines de milliers de tonnes ; elle atteint son maximum, près de 1 million de tonnes (Mt), lors des premières vives-eaux en débit d'étiage.

Entre 2007 et 2017, aucune tendance à l'augmentation ou à la diminution du bouchon vaseux ne se dessine (GIPLÉ, 2018).

Depuis 2018, le réseau observe une diminution des concentrations en MES au droit du Pellerin. La figure ci-dessous présente l'évolution des concentrations de MES au Pellerin lors des débits de moins de 200 m³/s.

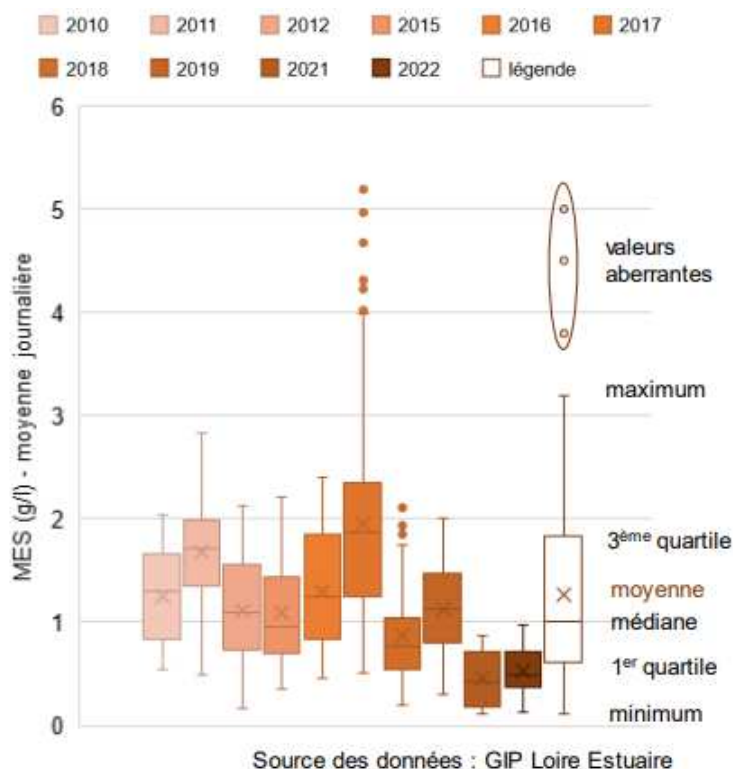


FIGURE 75 COMPARAISON DES MES AU PELLERIN LORS DES DEBITS DE MOINS DE 200 M3/S

La variabilité interannuelle des débits fluviaux est le principal paramètre qui explique les différentes localisations du bouchon vaseux et son temps de présence. Si la tendance à la diminution des débits de la Loire observée entre 2021 et 2023 se confirme, il est probable que la concentration en matière en suspension connaisse des variations annuelles importantes et notamment qu'elle augmente en période d'étiage par rapport à la situation actuelle.

D'après la synthèse réalisée par le GIP Loire-Estuaire, les capteurs en place dans l'estuaire de la Loire saturent pour des concentrations en matières en suspension de 5,3 g/l. Au niveau de la station de Bellevue, la concentration maximale observée entre 2007 et 2022 est de 1,78 g/l en 2009. En aval de Cordemais, des concentrations inférieures à 1 g/l sont rarement mesurées.

2.2.4.5 - Turbidité

En cohérence avec la teneur de MES, le paramètre turbidité présente également de plus fortes valeurs en fin de période hivernale (janvier à avril selon les années) imputables aux apports d'eau douce de la Loire. La station « Estuaire (b) », située sur la zone d'influence externe du panache turbide, est celle qui présente les plus fortes variations avec des pics à plus de 80 NTU, valeurs qui contribuent au déclassement momentané de la masse d'eau avec un dépassement de la limite du seuil « médiocre ». Les stations « Pornichet » et « Pointe Saint-Gildas », plus éloignées de cette zone, reçoivent des eaux relativement diluées présentant des turbidités nettement moins fortes. La turbidité ne dépasse pas 29 NTU (valeur maximale en février 2016 à la station « Pointe Saint-Gildas ») permettant ainsi le maintien, pour ce paramètre, d'une qualité des eaux définie comme excellente à bonne. Sur la période 2016-2021, les valeurs de ces deux stations n'ont pas excédé les 15 NTU.

La turbidité dans l'estuaire présente **d'importantes variations saisonnières**, avec des **niveaux parfois très élevés**, mais il n'a **pas été noté d'évolution notable au cours des 10 dernières années**. De même que pour la concentration en MES, si la tendance à la diminution du débit de la Loire se confirme, les évolutions annuelles de la turbidité pourraient s'accroître.

2.2.4.6 - Teneur en oxygène dissous

L'oxygène est présent dans l'eau sous forme dissoute. Il est indispensable à la respiration des animaux et des végétaux aquatiques. La capacité de l'eau à emmagasiner l'oxygène est régie par la température surtout, et la salinité : elle augmente plus les eaux sont froides et douces. **Quand il y a moins de 5 mg/l d'oxygène (hypoxie)**, les conditions de vie pour les organismes aquatiques, notamment les poissons, deviennent défavorables. Ces déficits en oxygène sont liés à la dégradation de **grandes quantités de matière organique (MO)** contenues dans la masse turbide de l'estuaire. Ils sont favorisés par plusieurs facteurs :

- les températures élevées qui accroissent la consommation d'oxygène par l'accélération de la vitesse de dégradation de la MO ;
- les faibles débits qui limitent le renouvellement des eaux et augmentent le temps de résidence des particules dans l'estuaire ;
- les forts coefficients de marée qui remobilisent davantage la vase, dont de la MO, déposée sur le fond du lit du fleuve.

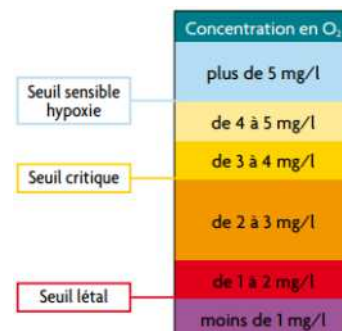


TABLEAU 32 NOTION D'HYPOXIE

Depuis 1996, en amont de Nantes, les concentrations en oxygène dissous sont généralement supérieures à 5 mg/l. Des hypoxies sont régulièrement mesurées entre Indre et Paimboeuf, lors des étiages. La tendance générale entre 1996 et 2018 est à l'amélioration des conditions d'oxygénation.

Cependant, depuis 2018, on observe une dégradation des conditions d'oxygénations avec des moyennes journalières à Bellevue et Trentemoult les plus faibles depuis 2007. Au niveau du Pellerin, les concentrations journalières et instantanées sont dans les valeurs basses observées sur la station depuis 2007. La moyenne journalière est néanmoins restée inférieure à 1 mg/l pendant 4 jours consécutifs, ce qui n'a été mesuré qu'une fois depuis 2007 (3 jours en 2010). Aucune hypoxie n'est mesurée sur les stations de Oudon et Thouaré-Saint-Julien.

Les hypoxies ne se produisent pas toute l'année et pas en tout point de l'estuaire. Elles sont observées généralement **entre juillet et septembre**, lorsque les débits sont au plus bas et les températures plus élevées. Le mois d'août est caractérisé par les déficits les plus fréquents et les plus intenses : sur la période 2007-2018, la concentration en oxygène est inférieure à 5 mg/l pendant 79% du mois en moyenne à Cordemais et 58% au Pellerin (sur la période de mesure effective). La station la plus amont, Bellevue, n'enregistre que très rarement de concentration en oxygène inférieure à 5 mg/l : 1,7% du mois d'août en moyenne. Selon l'intensité des étiages, la localisation de la zone hypoxique est variable, corrélée avec la position du bouchon vaseux :

- en cas d'étiage sévère, elle est centrée sur Le Pellerin et Cordemais ;
- en cas d'étés humides, les hypoxies sont moins marquées et centrées sur Cordemais et Paimboeuf.

La figure suivante présente l'évolution de la concentration moyenne en oxygène dissous (O²D) sur plusieurs stations de l'estuaire entre 1996 et 2018.



FIGURE 76 EVOLUTION SAISONNIERE DE LA CONCENTRATION EN OXYGENE ENTRE 1996 ET 2018 (GIP LE 2020)

Entre 2007 et 2018, les variations interannuelles de concentrations en oxygène dissous restent dominées par l'influence des apports en eau du fleuve : les anoxies n'apparaissent principalement que dans le cas de débits faibles (inférieurs à 500 m³/s), le bouchon vaseux venant se positionner en amont de Paimboeuf dans une zone moins large et moins profonde de l'estuaire.

La figure suivante présente les conditions déterminantes d'apparition de conditions anoxiques (O₂D < 5mg/l).

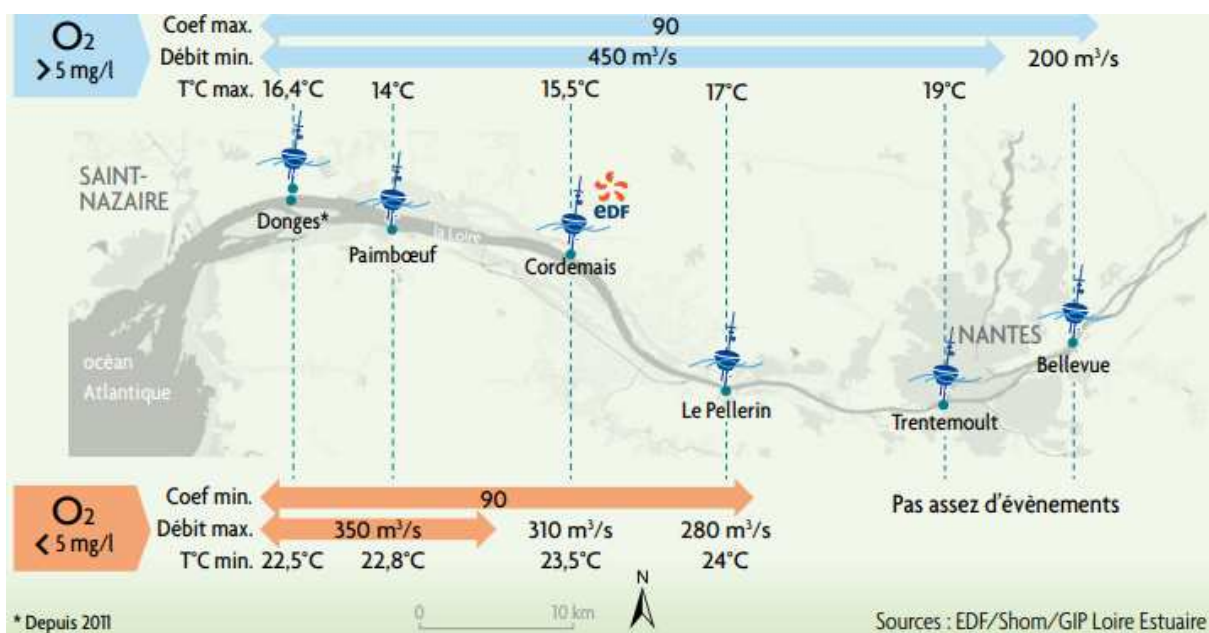


FIGURE 77 CONDITIONS DETERMINANTES POUR LA TENEUR EN O² DISSOUS (GIP LE)

2.2.4.7 - Application des seuils NQE

La qualité de l'eau vis-à-vis des seuils NQE de la DCE est suivie par l'Ifremer. L'état des lieux 2019 s'appuie sur un état chimique ne prenant pas en compte les substances persistantes bioaccumulables toxiques (PBT) ubiquistes (TBT, Mercure et HAP). Cette masse d'eau, sous l'influence du bassin versant de la Loire et des activités industrielles et portuaires, présente des dépassements des seuils environnementaux en plomb et en hydrocarbure aromatique polycyclique (HAP : Benzo(ghi)pérylène). La contamination en Benzo(ghi)pérylène est retrouvée à l'aval de la zone portuaire de Saint-Nazaire, dans la partie aval de l'estuaire. Cette contamination est aussi détectée dans les sédiments de la masse d'eau Loire (large) au niveau de la station la plus proche de la zone d'immersion des sédiments dragués du port (voir fiche GC46).

La contamination en plomb du sédiment est observée dans la partie amont de l'estuaire (Indre) ainsi que dans la partie aval (Face pointe de Mindin). L'estuaire de la Loire a longtemps montré des niveaux en plomb dans les moules très supérieurs à la médiane régionale (Boutier et al, 1993 et Couture et al., 2010)¹. Cette contamination provenait des rejets de l'usine OCTEL située à Paimboeuf fabricant du plomb tétra-éthyle comme additif pour les carburants. La fabrication a cessé avec le bannissement en France des carburants plombés et a été suivie par une chute très rapide des teneurs en plomb dans les moules de l'estuaire (Chiffolleau, 2017).

De manière globale, la Loire est de mauvaise qualité pour l'eau et les sédiments, et bonne pour la qualité des biotes (Ifremer, 2020).

	Biote	Sédiment		
Qualité	Bonne	Mauvaise		
Stations concernées		Indre	Face pointe de Mindin	Villès-Martin
Paramètres déclassants		Plomb		Benzo(ghi)pérylène

Code ME	Nom ME	Qualité de la masse d'eau sans PBT ubiquiste	Qualité de la masse d'eau avec PBT ubiquiste	Qualité biote	Paramètres biote	Qualité sédiment	Paramètres sédiments
FRGT28	La Loire	M	M	B		M	Pb., HAP (B(ghi)P)

TABLEAU 33 : RESULTATS DE SUIVI DE LA QUALITE DE L'EAU – SEUILS NQE

2.2.5 - Qualité des zones conchycolles

La zone de projet est concernée ou située à proximité de plusieurs zones conchycolles. Depuis 2015, le classement de cette zone pour les coquillages du Groupe 1 (gastéropodes marins, bulots, bigorneaux, ormeaux, crépidules, etc.), échinodermes (oursins, concombres de mer et tuniciers) est B, représentatif d'un classement sanitaire correct des coquillages. La zone 44.09 est classée EO, 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).

La zone conchycolle 44.09 Estuaire de la Loire est généralement déclassée pour deux raisons principales :

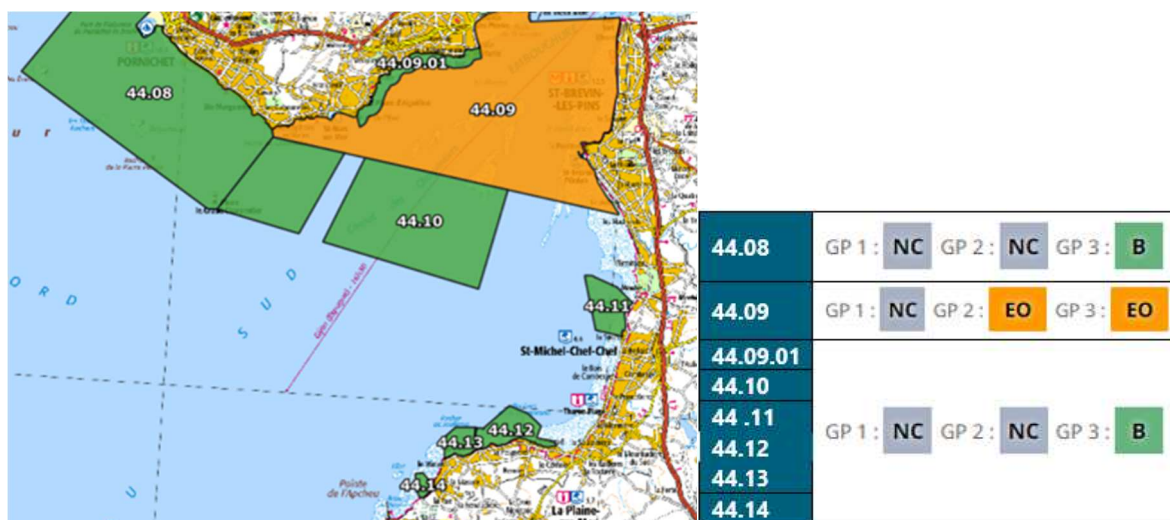
- Présence de toxine lipophile (DSP) en 2020 et 2023. Les DSP ne sont pas liés à une contamination bactériologique mais à la présence de dinoflagellés (micro-algues unicellulaires) qui libèrent ces toxines qui se retrouvent dans les coquillages filtrants.

La présence de dinoflagellés peut être favorisée par des débits faibles de la Loire (ce qui était le cas lors des dépassements à l'origine des classements) qui limitent le transit de silice depuis les bassins versants. En effet, les dinoflagellés sont en compétition pour les nutriments (azote, phosphore et potassium) avec les diatomées qui sont des micro-algues dépendantes de la silice. En son absence, les diatomées voient leur développement limité au profit des dinoflagellés dont la quantité peut alors engendrer des concentrations importantes en DSP dans les coquillages.

Cette hypothèse est difficile à vérifier mais semble être une des raisons de l'apparition de DSP dans les coquillages de la zone conchycolle 44.09.

- Ressource insuffisante : 2021.

La zone a été déclassée pour des raisons bactériologiques en 2019 uniquement du fait de concentrations importantes en E.coli au niveau de St Nazaire le 23 décembre 2019. Il convient de rappeler que le 22 décembre 2019 une importante tempête (tempête Fabien) s’est abattue sur la côte Ouest de la France. Il est probable que les dépassements de seuil en E.coli soient liés aux dysfonctionnement des réseaux d’assainissement de la ville de St Nazaire et des villes alentours du fait de cette tempête.



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 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).

FIGURE 78 QUALITE DE L’EAU – CLASSEMENT SANITAIRE DES ZONES CONCHYLICOLES (2023)

2.2.6 - Qualité des eaux de baignade

L’ARS (Agence Régionale de Santé) effectue des prélèvements sur les points de baignade situés à proximité de l’estuaire de la Loire. Ces points mettent en évidence une bonne qualité des eaux marines et une qualité plus mitigée pour les eaux de la Loire vers Saint-Nazaire.

La majeure partie des plages présente une excellente qualité depuis 2019. On note une tendance globale à l’amélioration sauf pour la plage « Porcée », déclassée à la suite d’une mauvaise qualité bactériologique associée à de **fortes pluies** (entraînant des débordements de réseaux d’eaux usées et le lessivage de trottoirs et routes) selon l’ARS.

TABLEAU 34 : QUALITE DES EAUX DE BAINNAGE EN 2022

NOM	2019	2020	2021	2022
Porcée	Green	Yellow	Red	Red
Villès Martin	Blue	Green	Green	Green
Grande Plage de St Nazaire	Red	Red	Red	Yellow
Plages des Poilus	Red	Green	Green	Blue
Plage de l’Océan	Blue	Blue	Blue	Green
Le Cormier	Blue	Blue	Green	Green
Port Giraud	Yellow	Yellow	Yellow	Green
Anse du Sud	Blue	Blue	Blue	Blue
La Raize	Green	Green	Yellow	Green
NOM	2019	2020	2021	2022
Plage de l’Océan	Blue	Blue	Blue	Green
Rochelets	Blue	Blue	Blue	Blue
Ermitage	Blue	Blue	Blue	Blue
Pierre Attelée	Blue	Blue	Blue	Blue
Gohaud	Blue	Blue	Blue	Blue
Le Redois	Blue	Blue	Blue	Blue
Tharon	Blue	Blue	Blue	Blue
Le Cormier	Blue	Blue	Green	Green
Port Giraud	Yellow	Yellow	Yellow	Green
Le Mouton	Blue	Blue	Blue	Blue
Joalland	Green	Blue	Blue	Blue
Châtelets	Blue	Blue	Blue	Blue



FIGURE 79 QUALITE DES EAUX DE BAINNADE (SOURCE EGIS 2023)

2.2.7 - Synthèse sur la qualité de l'eau

La qualité des eaux de l'estuaire est suivie par l'IFREMER, la police de l'eau et le réseau SYVEL. Les données exploitées ici sont issues de la base QUADRIGE 2 et du réseau SYVEL. La qualité générale des eaux n'est pas constante et des variations temporelles et géographiques sont régulières.

De manière générale, la qualité des eaux de l'estuaire interne physique est moyenne. La concentration en MES, la teneur en oxygène dissous sont les deux paramètres déclassants en lien avec la présence du bouchon vaseux. Les états biologique et chimique de la masse d'eau de transition « Loire » sont respectivement moyens et mauvais. Les teneurs en éléments traces métalliques et la bactériologie sont deux autres paramètres déclassants de la qualité chimique.

Concernant l'estuaire externe, les eaux sont à l'interface entre les eaux côtières de bonne qualité (milieu maritime) et les eaux de l'estuaire plus dégradées (métaux, bactériologie, MES, O₂D notamment).

Cet enjeu est considéré comme majeur dans le cadre du projet du GPMNSN.

3 - MILIEU NATUREL

3.1 - Zonages environnementaux

3.1.1 - Zonages réglementaires : zones Natura 2000

Le projet est concerné par trois zones Natura 2000 et est situé dans un réseau de plusieurs autres zones Natura 2000. Cette étude d'impact inclut un dossier Natura 2000.

■ Directive Habitats :

- FR5200621 : Estuaire de la Loire - Cette zone a été créée pour protéger la diversité d'habitats et d'espèces de la zone. Les enjeux principaux sont la qualité de l'eau, la préservation des berges et des milieux humides à proximité. **Une grande partie des opérations de dragage et de gestion par remise en suspension, ou par immersion à l'intérieur de l'estuaire, ont lieu dans cette zone.**
- FR5202011 : Estuaire de la Loire Nord - L'importance de cette zone est liée à la diversité des habitats d'intérêt communautaire présents (récifs, fonds sableux et vaseux). Elle protège également les algues présentes et le cortège d'espèces associées sur les plateaux rocheux mais aussi les fonds sableux et vaseux où vivent de nombreuses espèces benthiques et qui présentent plusieurs fonctionnalités écologiques majeures : nourricerie, zone de frayère, zone de migration. **Certaines opérations de dragage, de même que les opérations d'immersion en mer sont réalisées dans cette zone.**

■ Directive Oiseaux :

- FR5210103 : Estuaire de la Loire - Cette zone vise la protection de la grande diversité de milieux favorables pour les oiseaux dans le complexe de la basse Loire estuarienne. Ces milieux sont liés aux liens forts entre dynamique naturelle et activités humaine, ainsi les activités de dragage ne sont pas un des facteurs mettant en cause la pérennité de cet ensemble. **Une grande partie des opérations de dragage et les immersions internes à l'estuaire ont lieu dans cette zone.**
- FR5212014 : Estuaire de la Loire Sud – Baie de Bourgneuf - Cette zone vise à protéger la grande diversité d'habitats pour l'avifaune et leurs fonctions écologiques : hivernage, alimentation, reproduction, migration. Le site est principalement sensible aux pollutions accidentelles et aux incidences des activités anthropiques (rejets, réseaux d'eau pluviale, etc.) sur la qualité de l'eau.

Les autres zones Natura 2000 situées à proximité du projet sont les suivantes :

TABEAU 35 LISTE DES ZONES NATURA 2000 A PROXIMITE DES SITES DES OPERATIONS DE DRAGAGE-IMMERSIONS

Type de protection	Nom du site	Distance	Superficie
Zone Spéciale de Conservation (ZSC)	ZSC FR5200623 – Grande Brière et marais de Donges	Environ 3km du chenal entretenu	16 842 ha
	ZSC FR5202012 – Estuaire de la Loire Sud – Baie de Bourgneuf	3 km du site d'immersion	49 441 ha
Zone de Protection Spéciale (ZPS)	ZPS FR5212008 – Grande Brière, marais de Donges et du Brivet	Environ 3 km du chenal entretenu	19 754 ha
	FR5212013 - Mor Braz	Environ 10 km site d'immersion	40 276
	FR5210090 - Marais salants de Guérande, traict du Croisic et Dunes de Pen Bron	10 km du site d'immersion	3 622
	FR5212009 : Marais Breton, Baie de Bourgneuf, Ile de Noirmoutier et Forêt de Monts	10 km du site d'immersion	55 826

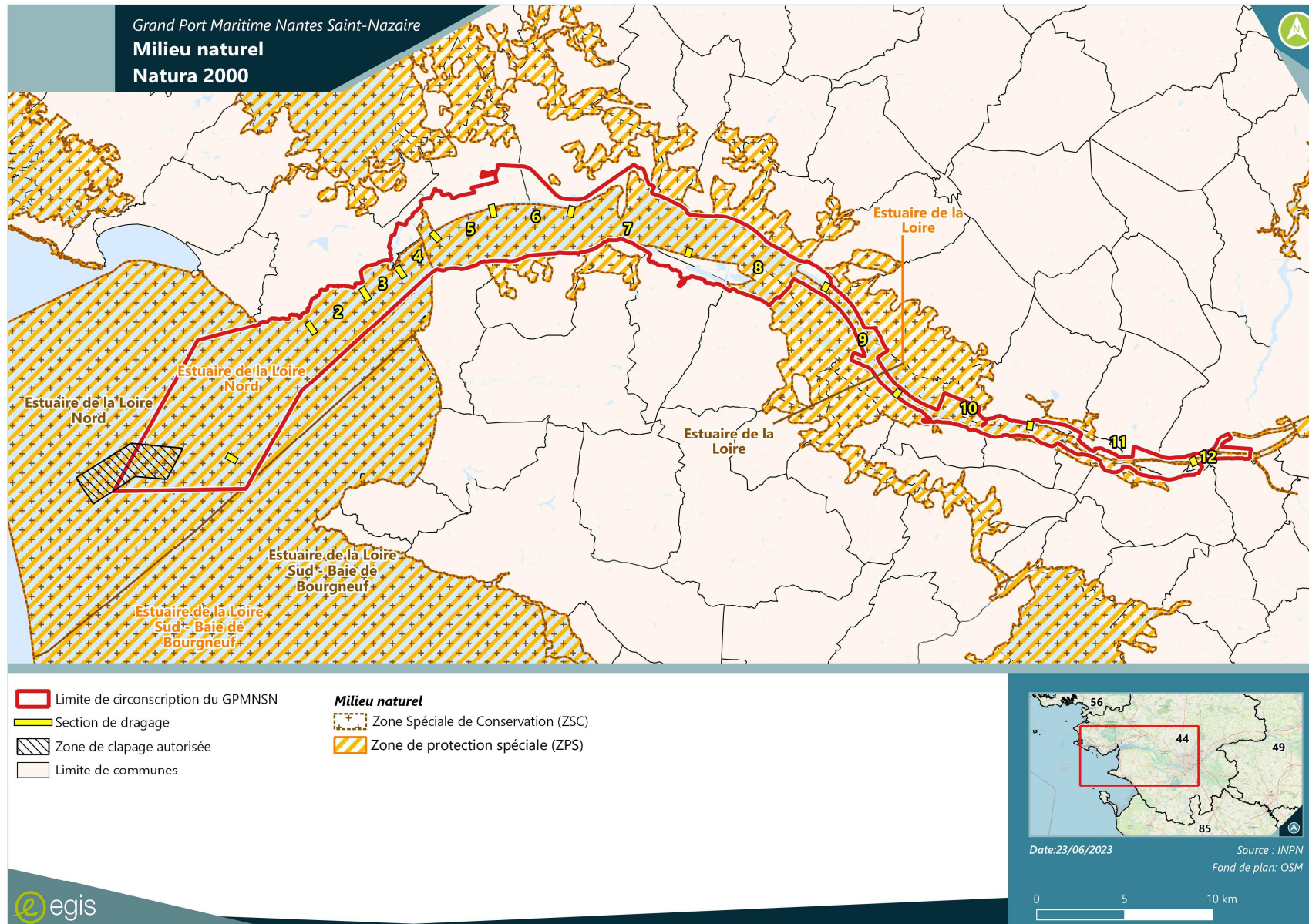


FIGURE 80 LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE VIS-A-VIS DES ZONES NATURA 2000

3.1.2 - Zonages d'inventaire

3.1.2.1 - ZNIEFF

L'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) vise la connaissance aussi exhaustive que possible des espaces naturels les plus remarquables. Deux types de zones sont définis :

- les zones de type 1 sont des espaces homogènes écologiquement, de superficie en général limitée, caractérisés par la présence d'espèces, d'associations d'espèces ou d'habitats rares, remarquables ou caractéristiques du patrimoine naturel régional ;
- les zones de type 2 correspondent à des ensembles naturels riches et peu modifiés, avec une cohésion élevée, qui offrent des potentialités biologiques importantes, souvent de plus grande superficie que les ZNIEFF de type 1.

Les ZNIEFF ne présentent pas de portée réglementaire directe. Cependant, elles doivent être prises en compte, car elles attestent d'une certaine richesse des milieux répertoriés.

Le projet est directement concerné par la **ZNIEFF de type 2 520616267 Vallée de la Loire à l'aval de Nantes**. Cette zone vise notamment la **préservation de la flore** liée aux conditions estuariennes et aux **habitats pour l'avifaune**, l'ichtyofaune (notamment les **zones de frayères**) et les mammifères terrestres et marins en lien avec l'estuaire. **L'envasement de l'estuaire** est aujourd'hui une des principales menaces qui pèse sur ces enjeux. Il convient de noter que le projet est localisé à proximité de plusieurs autres ZNIEFF terrestres :

Type de protection	Nom du site	Superficie
ZNIEFF de type I	ZNIEFF 520014631 – Vasière de Méan	71 ha
	ZNIEFF 520006577 – Marais de Grande-Brière	10 582,21 ha
	ZNIEFF 520006589 – Vasières, îles et bordure du fleuve à l'aval de Paimboeuf	1 898,28 ha
	ZNIEFF 520006590 – Zone entre Donges et Cordemais	2 229,35 ha
	ZNIEFF 520006601 – Marais du Fresnier	642,72 ha
	ZNIEFF 520006596 – Marais de Vue	380,96 ha
	ZNIEFF 520015385 – Partie du remblai de Lavau-Donges-Est	244,31 ha
	ZNIEFF 520006598 – Arrière des marais de la Caudelais à l'étang Bernard	392,62 ha
	ZNIEFF 520006594 – Ile du Massereau, Belle-Ile, Nouvelle, île Maréchale, île Sardine, île du Carnet	1 940,1 ha
	ZNIEFF 520016273 – Combles de l'église de Cordemais	0,01 ha
	ZNIEFF 520616252 – Marais et lac de Beaulieu	80,36 ha
	ZNIEFF 520006646 – Coteaux boisés à exposition nord à Saint-Jean-de-Boiseau et La Montagne	49,91 ha
	ZNIEFF 520006597 – Zone de Cordemais à Couëron	1 973,83 ha
	ZNIEFF 520013068 – Prairies de Saint-Jean-de-Boiseau à Bouguenais	597,86 ha
	ZNIEFF 520007297 – Zones résiduelles de la Baule à Saint-Nazaire	197,99 ha
ZNIEFF 520007296 – Zone dunaire de Saint-Brévin	88,91 ha	
ZNIEFF de type II	ZNIEFF 520616267 – Vallée de la Loire à l'aval de Nantes	21 455,28 ha
	ZNIEFF 520006578 – Marais de Grande Brière, de Donges et du Brivet	21 054,32 ha
	ZNIEFF 520006624 – Pentés des coteaux et vallons boisés au long du Sillon de Bretagne	715,91 ha

TABLEAU 36 LISTE DES ZNIEFF A PROXIMITE DES SITES DES OPERATIONS DE DRAGAGE-IMMERSIONS

3.1.2.2 - ZICO

L'inventaire des Zones d'Importance pour la Conservation des Oiseaux (ZICO) a été réalisé, sur l'initiative du Ministère en charge de l'environnement, entre 1979 et 1991 par la Ligue pour la Protection des Oiseaux (LPO) avec l'aide d'experts ornithologiques régionaux. Il découle de la mise en œuvre d'une politique communautaire de préservation de la nature : la Directive Oiseaux (79/409 du 6 avril 1979). Cet inventaire recense les zones les plus importantes pour la conservation des oiseaux de l'annexe I de la Directive, ainsi que les sites d'accueil d'oiseaux migrateurs d'importance internationale.

Une zone est directement concernée par le projet : **PL03 : Estuaire de la Loire**. Cette zone est protégée par la Zone Natura 2000 FR5210103 « Estuaire de la Loire » décrite précédemment. On note également la présence de plusieurs autres ZICO à proximité, en lien avec la présence des ZPS recensées précédemment :

- « Marais de Brière » à 2 km du chenal entretenu ;
- « Traicts et marais salants – Guérande » à 13 km au nord du site d'immersion ;
- « Marais salants de Noirmoutier » à 16 km au sud du site d'immersion ;
- « Baie de Bourgneuf et marais breton » à 19 km au sud du site d'immersion.

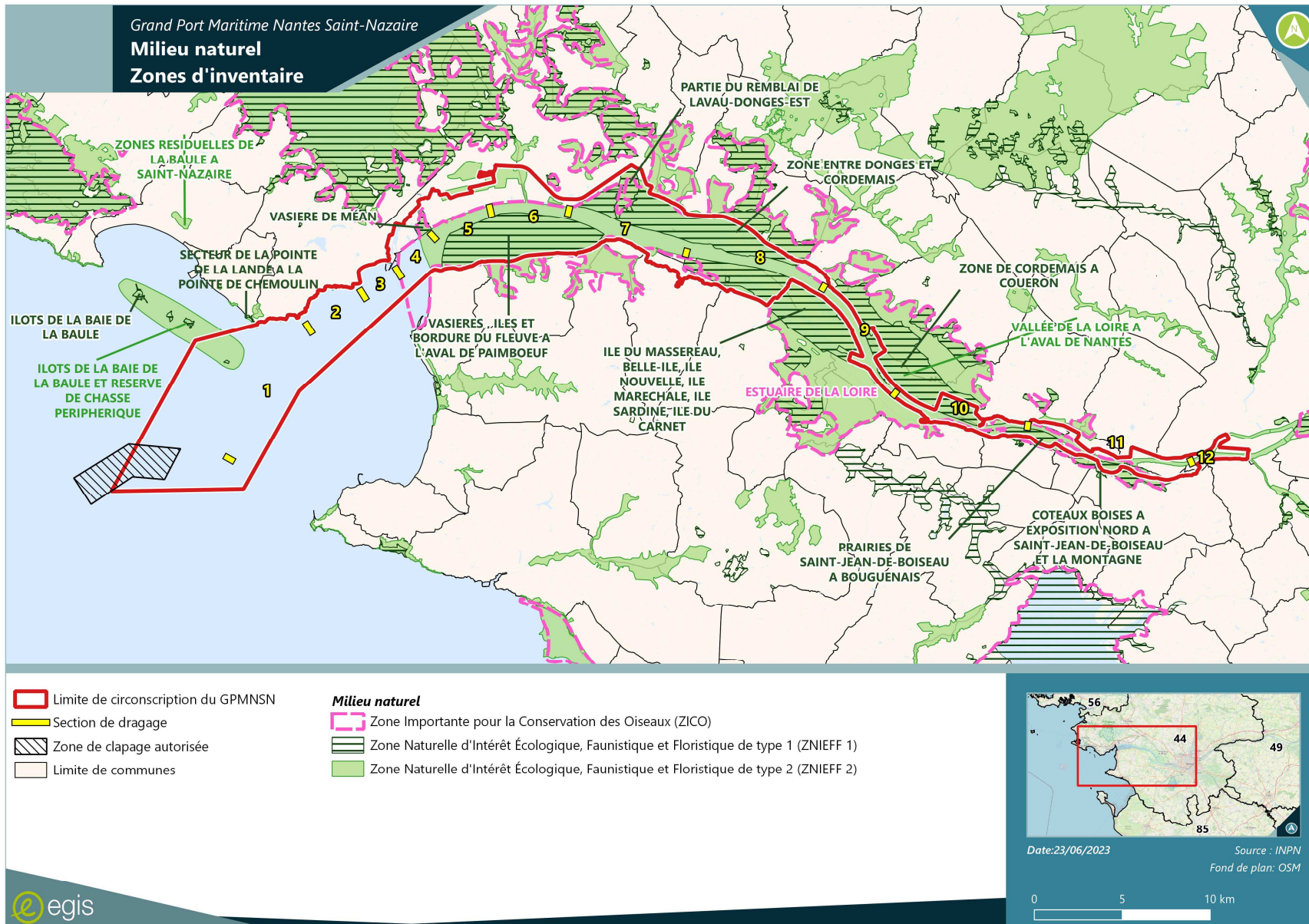


FIGURE 81 LOCALISATION DES ZNIEFF ET ZICO A PROXIMITE DE LA ZONE D'ETUDE

3.1.2.3 - Arrêté de protection de biotope

L'arrêté de protection de biotope (APB) a pour objectif la **préservation des milieux naturels terrestres** nécessaires à l'alimentation, à la reproduction, au repos ou à la survie des espèces animales ou végétales protégées par la loi. Trois secteurs protégés par la mesure « APB » sont recensés sur les bords de Loire, il s'agit :

- « Marais de Liberge » constitué de prairies naturelles fortement soumises aux inondations et abritant de nombreux oiseaux, reptiles et amphibiens d'intérêt patrimonial. Il se situe à environ 1 km de la rive, à Donges ;
- « Station d'Angélique des Estuaires des berges de la Loire », plante endémique des estuaires atlantiques protégée au niveau national située de manière parcellaire sur les rives à Couëron. Elle est sensible à l'équilibre de la salinité et à l'érosion des berges. Les crues de la Loire, les fortes marées et l'évolution de l'hydrologie liée au changement climatiques sont les principales origines du risque de perte d'habitat.
- « Site du Carnet : il vise à garantir l'équilibre biologique des milieux et la conservation des biotopes sur les 285 ha du site à vocation environnementale.

3.1.2.4 - Sites RAMSAR

La Convention sur les zones humides d'importance internationale, appelée Convention de RAMSAR, est un traité intergouvernemental qui sert de cadre à l'action nationale et à la coopération internationale pour la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides et de leurs ressources. Elle a pour mission « la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides par des actions locales, régionales et nationales et par la coopération internationale, en tant que contribution à la réalisation du développement durable dans le monde entier ».

On note **une zone RAMSAR à proximité de l'estuaire** : « Marais de Grande Brière et du Brivet ». Cette zone vise à préserver la mosaïque d'habitats des zones humides et marais en lien avec la **protection de l'avifaune**.

3.1.2.5 - Espaces naturels sensibles

Les Espaces Naturels Sensibles d'un département sont les sites qui présentent un intérêt biologique ou paysager exceptionnel et qui constituent des lieux exemplaires de découverte des richesses naturelles. Afin de protéger ces espaces naturels sensibles, le Conseil Départemental procède au rachat de terrains qui constituent par la suite le patrimoine départemental afin de protéger les richesses naturelles et le patrimoine écologique et paysager du département.

Les zones de préemptions situées sur les rives et en contact avec le fleuve sont les plus à même d'être concernées par le projet.

3.1.2.6 - Sites du conservatoire du littoral

Le Conservatoire du littoral mène une politique d'acquisition foncière, en partenariat avec les collectivités territoriales, de sauvegarde de l'espace littoral et de maintien de l'équilibre écologique des sites naturels. Il a pour vocation d'acquérir les terrains les plus fragiles et menacés en vue de leur protection définitive. Il confie généralement la gestion des sites aux collectivités ou aux groupements de collectivités où ils sont situés.

Plusieurs sites sont localisés de part et d'autre de l'estuaire de la Loire, notamment les îles et anciens bras de la Loire compris entre Donges et Le Pellerin, sur près de 2 600 ha.

3.1.3 - Zonages patrimoniaux

3.1.3.1 - Parc Naturel Régional

Le label « Parc Naturel Régional » est attribué par le ministère de l'écologie et du développement durable à un territoire rural qui présente une identité forte, au patrimoine naturel et culturel riche, mais dont l'équilibre est fragile et menacé. La Charte Projet de Parc Naturel Régional se concrétise par la signature de contrat qui engage tous les partenaires pour une durée de 10 ans renouvelable, fixe les objectifs à atteindre et consigne les moyens à mettre en œuvre pour leur réalisation. Le Parc Naturel Régional de Brière se situe à environ 2 km du chenal entretenu. Ce parc s'étend sur près de 56 531,738 ha. Il a vu le jour en 1970, c'est l'un des tout premiers parcs naturels régionaux français.

Les opérations de dragage d'entretien et d'immersion ne sont pas en interaction avec le PNR de Brière.



FIGURE 82 PARC NATUREL REGIONAL A PROXIMITE DU SITE D'ETUDE

3.1.3.2 - Espaces Remarquables du Littoral (L.146-6 du Code de l'Urbanisme)

La Loi Littoral (codifiée dans le code de l'Urbanisme par les articles L.146-1 à L.146-9) s'applique à l'ensemble des communes littorales du périmètre d'étude. Elle prescrit les conditions d'utilisation des espaces terrestres, maritimes et lacustres dans les communes littorales. Les directives territoriales d'aménagement (DTA) précisent les modalités d'application de la Loi Littoral aux espaces qu'elles englobent. La Loi Littoral permet d'identifier des espaces dits « remarquables » par leur patrimoine naturel ou culturel. Ces espaces sont préservés des aménagements, à l'exception de quelques aménagements légers nécessaires à la gestion du milieu.

Aucun espace remarquable n'intègre le chenal de navigation mais il convient de souligner que les **ilots de la baie de la Baule** et la **vasière de Méan** (Figure 56) sont classés comme espaces remarquables du littoral.

3.1.4 - Synthèse sur les zonages

Les sites protégés et inventoriés se trouvent principalement sur **les zones humides longeant l'estuaire** de la Loire et sur le littoral de l'estuaire externe.

Une ZNIEFF II et **trois zones Natura 2000** sont en intersection avec la zone d'étude. Plus précisément, l'ensemble de la circonscription portuaire du GPMNSN est inclus dans le périmètres de sites Natura 2000.

Les sites présentent un enjeu fort localement avec une grande richesse spécifique liée aux milieux humides et estuariens tout à fait particuliers. Ces zones à enjeux sont notamment liées aux habitats rivulaires et dans la zone de balancement des marées.

Il convient de noter que les zones de dragage et d'immersion ne présentent pas de peuplement ou d'habitats d'intérêt ni de fonctionnalité écologique particulière. En effet, les opérations de dragage et d'immersion menées régulièrement depuis des années ne permettent pas leur développement.

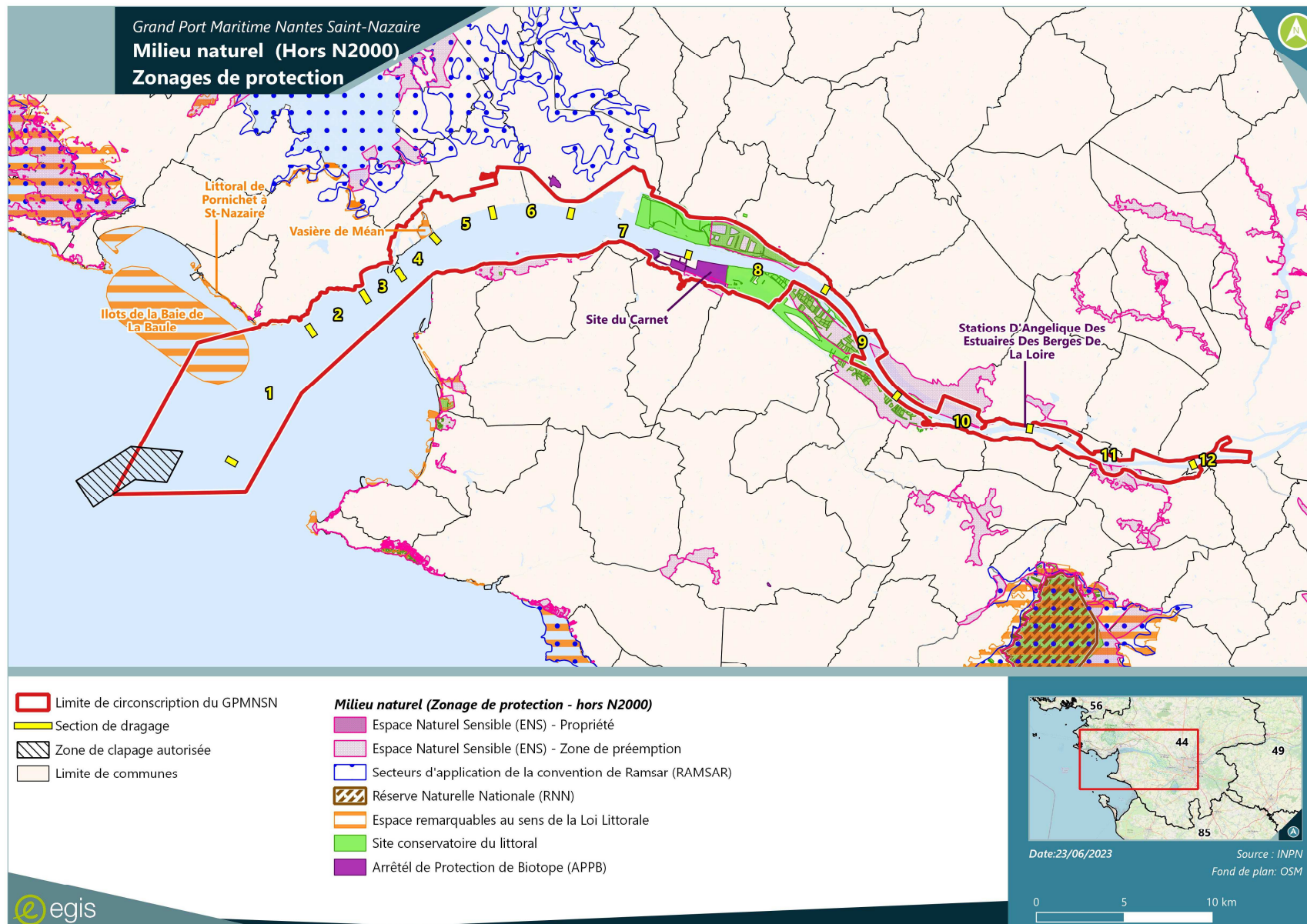


FIGURE 83 CARTES DE ZONAGE DE PROTECTION DU MILIEU NATUREL (SOURCE EGIS 2023)

3.2 - Continuités et corridors écologiques : Trame Verte et Bleue

La loi portant engagement national pour l'environnement, dite « Loi Grenelle 2 » a fait émerger un nouvel outil d'aménagement du territoire en faveur de la biodiversité, la Trame Verte et Bleue (TVB). La TVB représente un ensemble de continuités écologiques terrestres (trame verte) et aquatiques (trame bleue) composées de :

- « Réservoirs de biodiversité », accueillant une biodiversité riche et diversifiée, et permettant la dispersion d'individus vers d'autres espaces ;
- « Corridors écologiques », assurant une liaison entre milieux naturels et permettant la migration ou la dispersion des espèces.

La zone d'étude est concernée par le schéma régional de cohérence écologique (SRCE) des Pays de la Loire, adopté le 30 octobre 2015. Le SRCE présente les grandes orientations stratégiques du territoire régional en matière de continuités écologiques, également appelées trame verte et bleue. Il s'agit d'un document qui doit servir d'orientation pour la définition des trames vertes et bleues locales. Il doit être pris en compte par les schémas de cohérence territoriale (SCOT) et les projets publics.

Les eaux des principales grandes rivières régionales (Oudon, Mayenne, Sarthe, Loir, Sèvre nantaise, Boulogne...) convergent vers la Loire, qui constitue la « colonne vertébrale » de la Trame Bleue locale. Fortement aménagée depuis des siècles pour la prévention des inondations (construction des digues et levées), l'amélioration de la navigation par des épis ou pour diverses activités anthropiques (exploitation des sédiments dans le lit mineur), la Loire et ses annexes continue de jouer un **rôle majeur en matière de continuités écologiques**. L'estuaire de la Loire assure plusieurs fonctions de continuités écologiques vis-à-vis :

- Des milieux ouverts : L'estuaire représente un des principaux axes nationaux pour les milieux ouverts thermophiles ;
- De l'ichtyofaune : circulation des espèces le long du continuum fluvial entre l'embouchure et les têtes de bassin versant de la Loire ou de ses affluents. La conservation de l'estuaire de la Loire, voire sa restauration est stratégique en termes de continuités écologiques : zone de transition et « passage obligé » pour la faune migratrice piscicole, zone de nurricerie pour les Soles du Golfe de Gascogne.
- De l'avifaune : L'estuaire est situé à la confluence de 5 axes de migrations reliant le nord et le sud le long du littoral mais aussi l'est et l'ouest du pays à travers la vallée de la Loire. La préservation des grandes zones humides et d'un bon fonctionnement des vallées garantie des couloirs de migrations fonctionnels pour les peuplements présents.

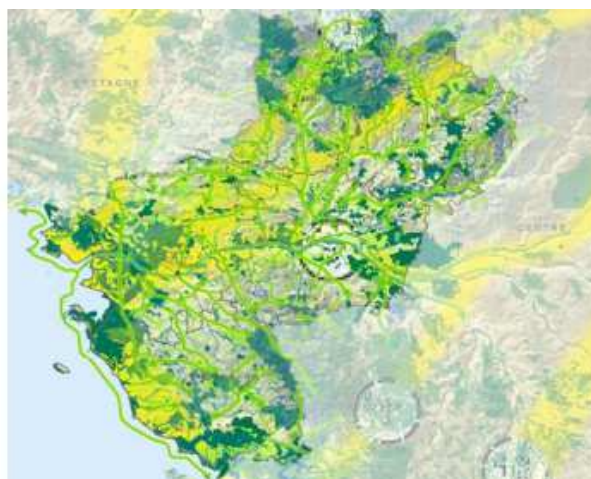
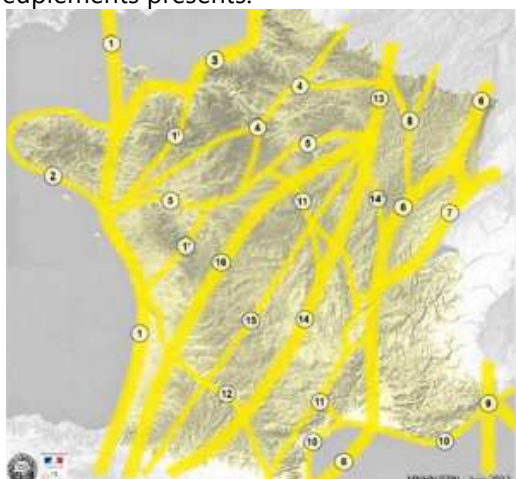


FIGURE 84 PRINCIPAUX AXES DE MIGRATION DE L'AVIFAUNE (EN JAUNE A GAUCHE) ET TRAME VERTE ET BLEUE A DROITE (SRCE)

Selon le SRCE (2015) et le SRADDET (Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Egalité du Territoire, 2022), l'axe de la Loire est un axe majeur de la continuité écologique, terrestre et aquatique. L'enjeu lié au maintien de la fonctionnalité de la Trame Verte et Bleue est fort sur le site d'étude ciblant le chenal de la Loire et le site d'immersion au large au regard des espèces migratrices amphihalines.

3.3 - Habitats communautaires et non communautaires de la zone d'étude

Source : GIP LE

3.3.1 - Estuaire interne

Près de 18000 ha de milieux naturels ont été cartographiés sur l'estuaire. 20 habitats d'intérêt communautaire homogènes ont été recensés sur près de 80% de la surface de l'estuaire, dont 3 prioritaires à l'échelle européenne. Les deux principaux habitats de la zone d'étude sont les suivants :

- fonds de sables et vases estuariens ;
- prairies humides subhalophiles thermo-atlantiques.

3.3.1.1 - Fonds de sables et vases estuariens

L'habitat « estuaire » correspond à la partie aval de la vallée fluviale soumise aux marées à partir du début des eaux saumâtres. L'interaction entre les eaux douces et marines lors de l'étalement de pleine mer provoque le dépôt de fins sédiments sous forme de larges étendues de replats boueux ou sableux.

L'habitat estuaire est caractérisée normalement par un équilibre général entre envasement, par dépôts de sédiments plus ou moins grossiers, et érosion lors des crues notamment. Les zones découvertes à marée basse sur lesquelles se déposent les sédiments fins ont tendance à se rehausser et subir une exondation de plus en plus fréquente qui modifie les caractéristiques de l'habitat.

Les fonctionnalités écologiques de cet habitat sont les suivantes :

- lieux de gagnage de nombreux anatidés et limicoles. Il s'agit notamment d'un milieu primordial pour certaines espèces d'intérêt communautaire comme l'Avocette élégante, mais aussi pour le tadorne de Belon, l'Huîtrier pie, etc. ;
- zone d'alimentation des populations piscicoles, notamment des civelles, au niveau des vasières sous forte influence marine ;
- zone de transit entre les milieux d'eau douce et salée pour les espèces migratoires (saumon, anguille, etc.).

3.3.1.2 - Prairies humides subhalophiles thermo-atlantiques

Ce sont des prairies naturelles inondables composées d'une végétation herbacée moyenne à haute dominée par des graminées. Elles ont un aspect de prairie de fauche et possèdent une forte valeur paysagère. L'habitat communautaire 1410-3 regroupe sur le site de l'estuaire de la Loire plusieurs associations : prairies subhalophiles à Trèfles, la moins hygrophile, et prairies à Oenanthe fistuleuse, la plus hygrophile.

Cet habitat n'est pas en équilibre naturel et nécessite par conséquent une gestion agricole.

Cet habitat présente de nombreuses espèces végétales à forte valeur patrimoniale : Renoncule à feuilles d'Ophioglosse, Gesse des marais, Inule britannique, Étoile d'eau, Pulicaire vulgaire, Orchis à feuilles lâches, etc. Ces espèces sont protégées au niveau régional voire, pour certaines, au niveau national.

3.3.1.3 - Surfaces marnantes

Les deux habitats décrits précédemment peuvent être regroupés dans l'habitat fonctionnel plus large des **surfaces marnantes**.

Dans l'estuaire de la Loire, les surfaces marnantes correspondent aux espaces du lit mineur du fleuve recouverts et découverts au cours de la marée. Sur une centaine de kilomètres, entre l'embouchure à Saint-Nazaire et la limite amont de la marée dynamique, près de 3 000 hectares sont recouverts et découverts par la marée toutes situations hydrologiques confondues. Les caractéristiques de ces surfaces sont d'autant plus contrastées que leur répartition est très inégale sur l'ensemble de l'estuaire : près de la moitié de ces 3 000 ha sont situés sur 12 kilomètres, entre Saint-Nazaire et Paimboeuf.

Au cours d'une marée, les surfaces marnantes de l'estuaire varient de 675 à 2 710 hectares selon le coefficient de marée et le débit en Loire.

Comparées à celles de 2002, les surfaces marnantes de 2008 situées entre Saint-Nazaire et Le Pellerin voient leur superficie globale stabilisée. Cependant, leur stock sédimentaire est moins important, traduisant une érosion régulière depuis 50 ans.

La figure ci-dessous présente les différents types de surfaces marnantes :



FIGURE 85 TYPOLOGIE DES SURFACES MARNANTES (GIP LE)

3.3.2 - Estuaire externe

L'estuaire externe présente 4 habitats (ces habitats sont précisés dans le dossier Natura 2000 disponible en Pièce 7 de ce document) :

- bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine ;
- estuaires ;
- replats boueux ou sableux exondés à marée basse ;
- récifs.

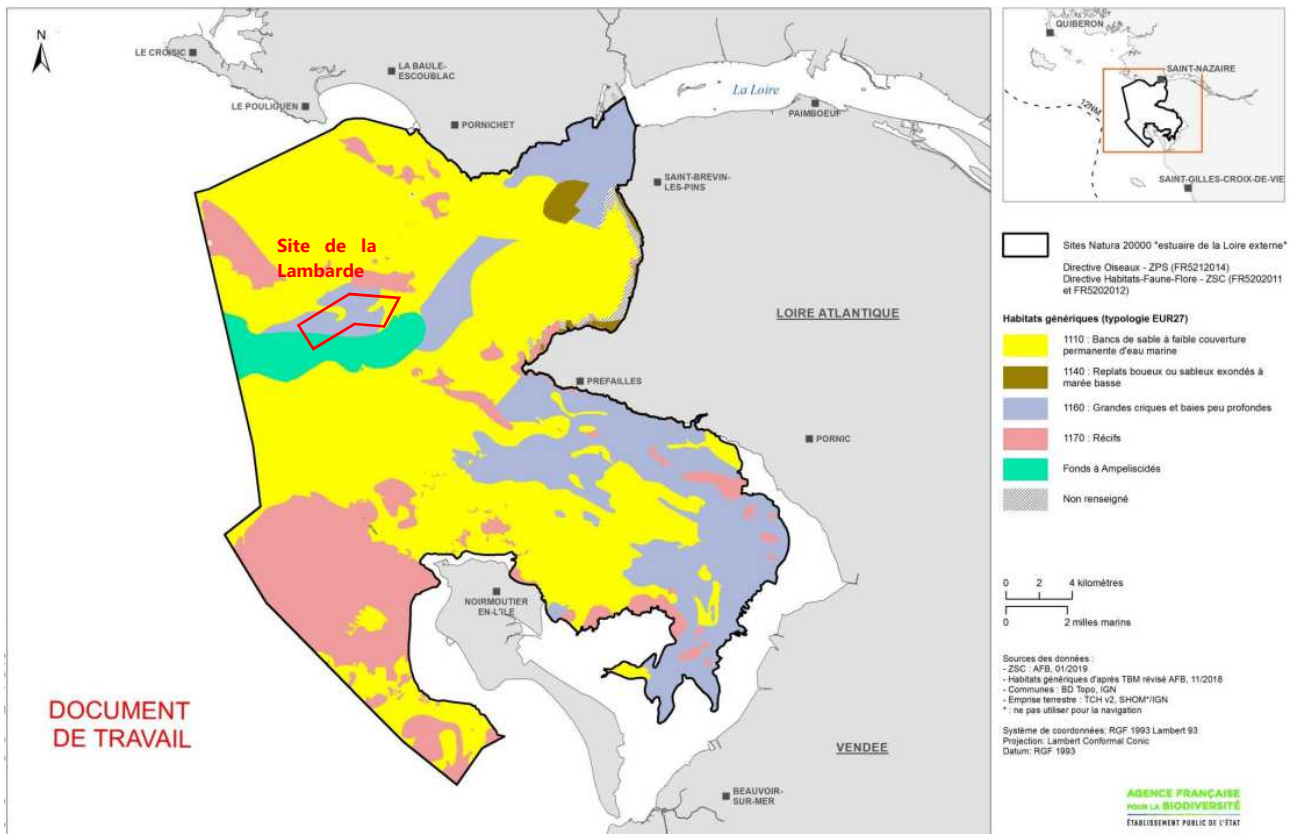


FIGURE 86 CARTE DES HABITATS GÉNÉRIQUES DES SITES NATURA 2000 EN MER « ESTUAIRE DE LA LOIRE EXTERNE » (SOURCE : AFB, 2019)

3.3.2.1 - Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine (1110)

Globalement, les habitats rencontrés dans et aux abords des sections 1 à 4 du chenal de navigation appartiennent à l'habitat générique 1110-Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine.

Cet habitat correspond à l'étage infralittoral (Pérès et Picard, 1964) des zones ouvertes soumises à un fort hydrodynamisme. Ces milieux subissent l'influence hydrodynamique des houles venant du large. Leur pente est généralement très faible (0,3 à 0,4 %) et régulière jusqu'à une profondeur où les houles affaiblissent le remaniement incessant des particules, le plus souvent au-delà de 10 à 15 m. À proximité des massifs rocheux, cet habitat est aussi représenté par des platiers de sables grossiers et de graviers, parfois très étendus. Cet habitat abrite de nombreuses espèces d'invertébrés. Au sein de ces peuplements, les amphipodes et autres petits crustacés se satisfont de ces conditions difficiles d'instabilité sédimentaire. Ils constituent la nourriture privilégiée des juvéniles de poissons plats. Les mollusques bivalves se nourrissant de particules en suspension trouvent là un milieu de prédilection étant donné l'abondant matériel en suspension véhiculé par les houles et les courants.

Cet habitat abrite également l'habitat particulier « Faune dressée » (cnidaires appartenant aux anthozoaires *Alcyonium digitatum* et *Corynactis viridis* et éponges *Cliona celata*). Dans ces milieux très ouverts et brassés, la qualité de l'eau ne constitue que très rarement une menace potentielle pour le bon fonctionnement de l'écosystème.

3.3.2.2 - Grandes criques et baies peu profondes (1160) – Fonds à Ampéliscidés

Cet habitat est avant tout caractérisé par le fait qu'il se trouve à l'abri des houles et des vagues, le plus souvent grâce à des pointements rocheux, et que les courants de marée y sont très faibles. De telles conditions hydrodynamiques permettent le dépôt de particules fines, cet habitat étant généralement en contact avec la partie aval des estuaires. Par ailleurs, ce faible hydrodynamisme ne permet pas le brassage des eaux et il existe une stabilité thermique sur l'échelle verticale. En conséquence, s'il y a dessalure des eaux lors d'une crue, celle-ci ne peut intéresser qu'une faible couche de surface. Cette stabilité hydrologique permet la remontée d'espèces relativement sténoèces à de faibles profondeurs (inférieures à 20 mètres), alors qu'elles ne peuvent tolérer les fluctuations hydrodynamiques en milieu plus ouvert. Des espèces circalittorales peuvent donc coloniser cet habitat infralittoral. Dans un tel environnement non dispersif par excellence, et quelque soit le taux d'envasement, les peuplements sont dits riches et abondants. Ils sont en fait caractérisés par des espèces à caractère dominant, avec parallèlement une diversité spécifique faible.

Situé en milieu marin, mais enrichi par les flux de nutriments non dispersés, cet habitat peut héberger d'abondantes populations végétales jusqu'à des profondeurs compatibles avec la photosynthèse. Ce sont des macrophytes (algues vertes) ou des corallinacées libres (maerl). Parfois aussi se développent à la surface de véritables films de diatomées, base de l'alimentation de nombreuses espèces de dépositivores de surface. « Peuplements de Haploops et Ampelisca » (crustacés amphipodes vivants en colonies constitués de milliers d'individus au mètre carrés).

Cet habitat, sous l'influence des apports de nutriments et de contaminants venant des bassins versants, présente naturellement des risques d'hypoxie ou d'anoxie étant donné le faible renouvellement des eaux. Périodiquement, cet habitat peut être le siège de crises dystrophiques, c'est-à-dire d'explosions massives et brutales de populations phytoplanctoniques, dont certaines peuvent être toxiques.

3.3.2.3 - L'habitat « Vasières » - estuaires et replats boueux et sableux exondés à marée basse (1130 x 1140)

Au sein de la zone Natura 2000 « Estuaire de la Loire », correspondant aux sections 5 à 12 du chenal, les milieux estuariens font référence à une association des habitats génériques 1130-Estuaires et 1140-Replats boueux ou sableux exondés à marée basse. Le manque de précision sur les populations benthiques ne permet pas de spécifier la présence et l'étendue de cette association. Ainsi, l'ensemble des surfaces intertidales de l'estuaire sont à rapprocher de l'habitat élémentaire 1130-1-Slikkes en mer à marée.

L'habitat « estuaire » correspond à la partie aval de la vallée fluviale soumise aux marées à partir du début des eaux saumâtres. L'interaction entre les eaux douces et marines lors de l'étale de pleine mer provoque le dépôt de fins sédiments sous forme de larges étendues de replats boueux ou sableux. Cet habitat couvre une large gamme de salinité, du domaine polyhalin à l'oligohalin. Cet habitat comprend les berges du chenal, la partie aval de certains étiers ainsi que les principales grandes vasières (sud de Bilho, île de la Maréchale, Méan, au nord entre Lavau et Cordemais et au niveau du Bras de Migron). Cet habitat correspond aux zones intertidales du lit mineur.

Les caractéristiques de cet habitat comprennent une absence de végétation, une présence importante d'invertébrés benthiques (annélides, gastéropodes, bivalves fouisseurs, crustacés). Cet habitat est un important lieu d'alimentation pour l'avifaune et l'ichtyofaune. D'après le DOCOB, cet habitat est généralement menacé par l'atterrissement, le remblaiement et les modifications hydrologiques. La préservation de la qualité des eaux et des sédiments (pollutions chroniques et accidentelles) permet le maintien des écosystèmes. Une chenalisation excessive et des aménagements et remblaiements des berges exerceraient une influence néfaste sur ce milieu. Aucune modification n'a été apportée aux chenaux de navigation depuis 1986 et il n'y a eu aucun remblaiement sur les vasières depuis une trentaine d'années.

Selon le DOCOB, cet habitat affiche un état de conservation moyen à bon. Le chenal dragué (section 5 à 12) ne correspond pas à un habitat recensé au titre de Natura 2000. Il s'agit d'un milieu en zone subtidale. Il pourrait être rattaché à l'habitat élémentaire 1110-1-Sables fins propres et légèrement envasés. Toutefois, sa faible richesse faunistique n'en fait pas un habitat d'importance

3.3.2.4 - L'habitat « Récifs » (1170)

Ces milieux offrent des biotopes protégés (crevasses, surplombs, dessous de blocs, cuvettes permanentes...) favorables à l'installation d'une flore et d'une faune sessile (épibioses), ainsi que des abris pour la faune vagile. Cet habitat se présente donc sous forme d'une mosaïque de biotopes variés et juxtaposés au gré de la géomorphologie. Le facteur essentiel qui régit la vie est la longueur du temps d'émersion, aussi les communautés s'organisent-elles en bandes horizontales ou ceintures, sans qu'aucune espèce n'occupe l'ensemble de l'espace vertical qui subit cette alternance immersion-émersion.

La répartition verticale des organismes au sein de cet habitat permet de reconnaître quatre étages, 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 :

- l'étage supralittoral, situé à la limite du domaine maritime ;
- l'étage médiolittoral correspond globalement à la zone de balancement des marées ;
- l'étage infralittoral est toujours immergé, mais sa frange supérieure peut émerger lors des grandes marées de Vives-eaux ;
- l'étage circalittoral s'étend jusqu'à la limite de survie des algues pluricellulaires autotrophes.

3.3.3 - Synthèse sur les habitats de la zone d'étude

Les habitats de l'estuaire externe, notamment au droit du site de la Lambarde présentent principalement des sables à faible couverture permanente d'eau marine au nord et des vasières au sud pouvant présenter des peuplements d'Ampeliscidés à la pointe Sud-Est de la zone d'immersion. Les zones rocheuses à proximité (comme le plateau de la Banche) peuvent intégrer des enjeux non négligeables associés aux laminaires.

L'estuaire interne dispose d'une grande diversité d'habitats principalement en lien avec le marnage. Les habitats à enjeux sont les vasières et les prairies en contact direct avec l'estuaire qui intègrent plusieurs fonctionnalités écosystémiques en lien avec l'avifaune et l'ichtyofaune. Les fonds, impactés par les activités anthropiques historiques, ne présentent pas d'intérêt particulier.

Les habitats de l'estuaire interne et externe sont considérés comme un enjeu fort du projet.

3.4 - Inventaires écologiques

3.4.1 - Phytoplancton

Source : Fiche « Vitalité du plancton végétal » - Cahier indicateurs – décembre 2005 – GIP Loire Estuaire

Dans les écosystèmes aquatiques, le plancton végétal est à la base des chaînes alimentaires. Dans les eaux douces de l'amont de l'estuaire, la biomasse du plancton est abondante, parfois jusqu'à l'excès, et la vitalité de la population est forte. Dans les eaux marines, la production est peu abondante et la vitalité de la population est moyenne. Entre les deux, au niveau de la zone de turbidité maximale, **l'abondance est tributaire des apports de l'amont et dans une moindre mesure des apports marins**, plutôt que de l'activité biologique réduite du fait de l'agitation quasi-permanente, de la forte turbidité et de la salinité variable. La vitalité du phytoplancton de ces eaux mélangées est faible.

Les paramètres dominants qui influencent localement la vitalité du phytoplancton sont le débit de la Loire et l'ensoleillement.

Dans tous les milieux aquatiques, le phytoplancton suit un cycle saisonnier lié à la photosynthèse et à la prédation. Ce cycle se traduit par un pic de concentration au début du printemps suivi d'une forte consommation, puis d'un second pic en fin d'été, et un minimum en hiver.

Dans les estuaires, les deux populations phytoplanctoniques marine et d'eau douce, subissent des contraintes: courant, agitation, turbidité, variation de salinité. En conséquence, entre le fleuve et l'océan, la concentration en chlorophylle a décroît linéairement et la concentration en phéopigments présente un maximum dans la zone de turbidité.

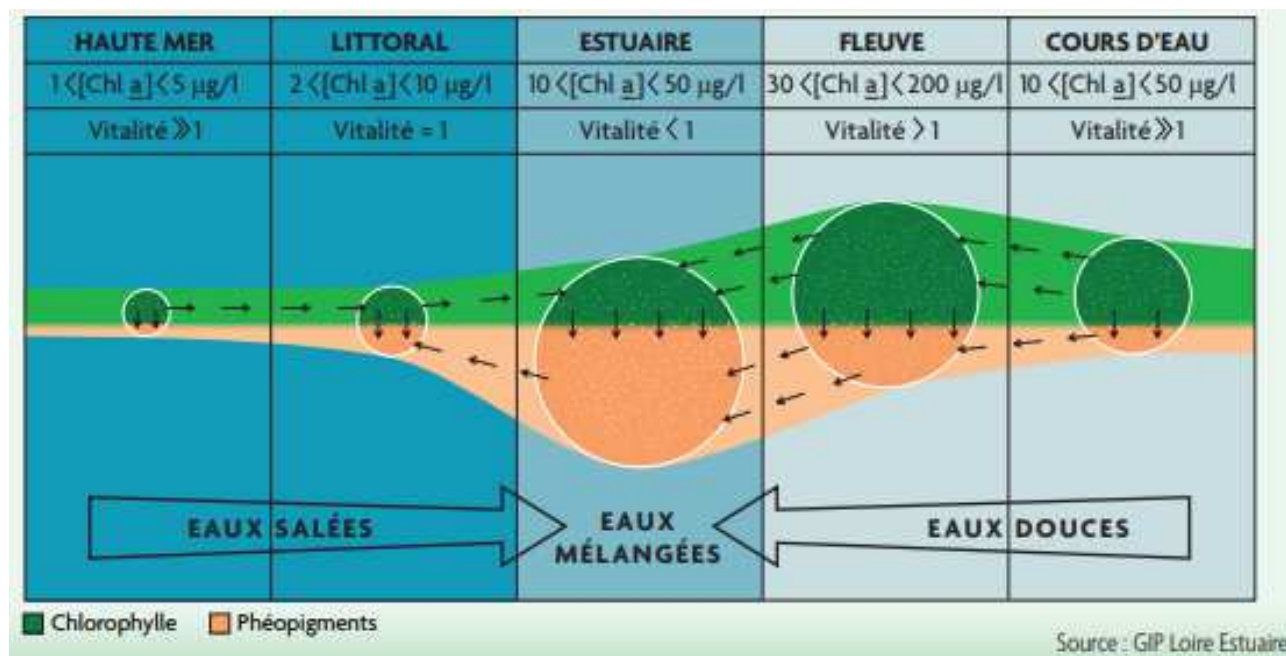


FIGURE 87 SCHEMA THEORIQUE DE REPARTITION DU PHYTOPLANCTON (GIP LOIRE ESTUAIRE)

De Nantes à l'embouchure, la concentration en chlorophylle a décroît de 50 à 10 $\mu g/l$, tandis que la concentration en phéopigments augmente et dépasse les 150 $\mu g/l$.

L'activité biologique planctonique est affaiblie par rapport à l'amont et la mortalité accélérée en relation étroite avec les phénomènes hydrosédimentaires :

- Mélange des eaux douces et salées devenant impropres au maintien des espèces strictement marines ou douces,
- Turbidité limitant la limpidité des eaux et donc la pénétration de la lumière nécessaire à la photosynthèse,
- Agitation permanente entraînant les cellules vers le fond tout en remettant en suspension les phéopigments issus des débris végétaux déposés avec les sédiments.

A l'été 2021, il a été observé d'importants épisodes de blooms phytoplanctoniques sur le littoral entre Lorient le Noirmoutier, notamment au large de Lorient, de l'estuaire de la Vilaine et de Pornichet. La localisation de ces blooms peut être mise en corrélation avec les concentrations en kystes phytoplanctoniques dans les sédiments (MERTENS ET AL 2023). Selon cette étude la zone d'immersion était peu concernée par ces phénomènes et les sédiments à proximité présentaient des concentrations en kystes réduites (<1000 kystes/g contre plus de 100 000 kystes/g au droit de Pornichet par exemple).

3.4.2 - Peuplements benthiques

Source : Bio-Littoral 2022

La macrofaune benthique ou macrobenthos est constituée de tous les organismes dont la taille est supérieure à 1 mm, vivant près ou dans le sédiment. Peu d'études portent sur la méiofaune (faune < 1 mm, qui vit dans les sédiments) qui est très complexe à déterminer. L'étude de la méiofaune ne sera pas abordée dans cette étude. La macrofaune benthique est essentielle dans la chaîne alimentaire. Elle permet le transfert d'énergie entre la source d'énergie primaire et les échelons supérieurs du réseau trophique : crevettes, poissons et oiseaux.

Les suivis de la faune benthique sur l'ensemble des zones draguées, sur la zone d'immersion actuellement exploitée et sa zone d'impact ont eu lieu entre novembre et décembre en 2022 et entre septembre et octobre les années 2013, 2015, 2017 et 2019.

3.4.2.1 - Chenal de la Loire

3.4.2.1.1 - Suivi réalisé par le GPMNSN

Afin d'évaluer les incidences des opérations de dragage et d'immersion sur l'environnement, des inventaires de la faune benthique sont réalisés par le GPMNSN depuis 2004. Les méthodologies des suivis de 2013, 2015, 2017, 2019 et 2022 sont identiques et permettent de suivre une évolution des peuplements benthiques sous l'influence d'une activité anthropique (dragage en Loire et immersion en mer).

En 2022 (rapport disponible en Annexe 14), 23 stations ont été échantillonnées dans le chenal de l'estuaire de la Loire.

Dans le chenal de la Loire, un **gradient de biodiversité** est visible depuis l'amont vers l'aval avec les stations marines qui sont les plus riches en espèces. Les stations les plus riches en termes de biodiversité sont celles du chenal externe : C7 (47 esp), A8 (27 esp.), A2 (20 esp.), Z7 et C33 (13 esp.) et C219 (12 esp.). Les autres stations abritent moins de 11 espèces et la station GP5 est azoïque.

La **richesse spécifique** correspond au nombre d'espèces trouvées, dans la totalité des réplicats d'une même station. En 2022, sur les 23 stations échantillonnées dans le chenal de l'estuaire de la Loire, l'analyse de 7 977 organismes a permis d'identifier 98 espèces ou taxons, dont 47 annélides, 20 mollusques, 23 crustacés, 1 cnidaire, 5 échinodermes, 1 nématode et 1 némerte. En 2022, 3 espèces contribuent aux fortes densités observées en Loire : il s'agit de l'annélide *Lagis koreni* (3430 ind/m² en C7), du petit crustacé *Corophium volutator* (5837 ind/m² en C107 et des coques *Cerastoderma edule* (1700 ind/m² en A2).

Les **densités d'organismes** du chenal de l'estuaire de la Loire sont importantes aux stations situées dans l'estuaire externe C7 (4663 ind/m²), A8 (2567 ind/m²), A2 (1967 ind/m²) et C19 (487 ind/m²). En moyenne, la densité d'organismes diminue de l'aval vers l'amont.

TABLEAU 37 SYNTHÈSE DES RESULTATS OBTENUS SUR LA FAUNE BENTHIQUE DU CHENAL DE LA LOIRE EN 2022

	Station	2022	Densité ind/m ²	Richesse spécifique	biomasse g/m ²
externe	C7	Vs	4 663	47	3,81
	C13	v	60	11	0,19
	C19	Sg	487	12	0,09
Intermédiaire	A2	Vs	1 967	20	18,80
	A8	Vs	2 567	27	16,79
	Z2	v	70	9	0,14
	C33	Sg	230	13	0,06
	C52	v	443	8	0,28
	C88	v	2 887	5	0,30
	Z7	Vs	1 547	13	0,61
	C26	Vs	243	5	0,24
	C63	Vs	210	10	0,87
	C80	SHV	37	7	0,04
	C99	Vs	23	2	0,02
	C98	v	440	5	0,14
	Paimboeuf	C106	v	2 317	7
C107		v	5 880	7	0,58
C108		v	1 950	3	0,18
C109		v	453	2	0,05
C105		v	67	2	0,01
Endigué	C103	v	47	6	0,05
	C102	v	3	1	0,0002
	GP5	v	0	0	0

La faune benthique extraite avec les vases du chenal de la Loire, est pauvre en espèces et représente une biomasse trop faible pour participer de manière importante au fonctionnement écologique de l'estuaire de la Loire qui est basé essentiellement sur la production benthique des vasières intertidales. Les fortes valeurs de matières organiques observées en 2017, 2019 et 2022 dans le secteur de Paimboeuf pourraient être liées au ruisseau de l'Amondrière. Une tendance vers une granulométrie plus grosse était observée sur les sédiments du chenal entre 2017 et 2019 : cette tendance ne se confirme pas en 2022.

Le point C102 du suivi de la faune benthique réalisé par le GPMNSN est représentatif des deux zones d'immersion de Grand Pont et Port Lavigne. Ces zones sont situées sur des secteurs du chenal présentant une forte variabilité de la nature des fonds et des peuplements benthiques associée à leur caractère dispersif. Les peuplements benthiques au droit de ces zones d'immersion sont ainsi très variables (en lien avec la granulométrie locale) et relativement pauvre du fait des fortes perturbations par des facteurs abiotiques liés aux fluctuations de salinité, hydrodynamiques et l'instabilité sédimentaire naturelle.

La faune benthique du chenal exportée à la Lambarde ne présente pas d'espèce particulière ou remarquable.

La faune benthique au droit des zones d'immersion ne présente pas d'intérêt particulier du fait des conditions locales.

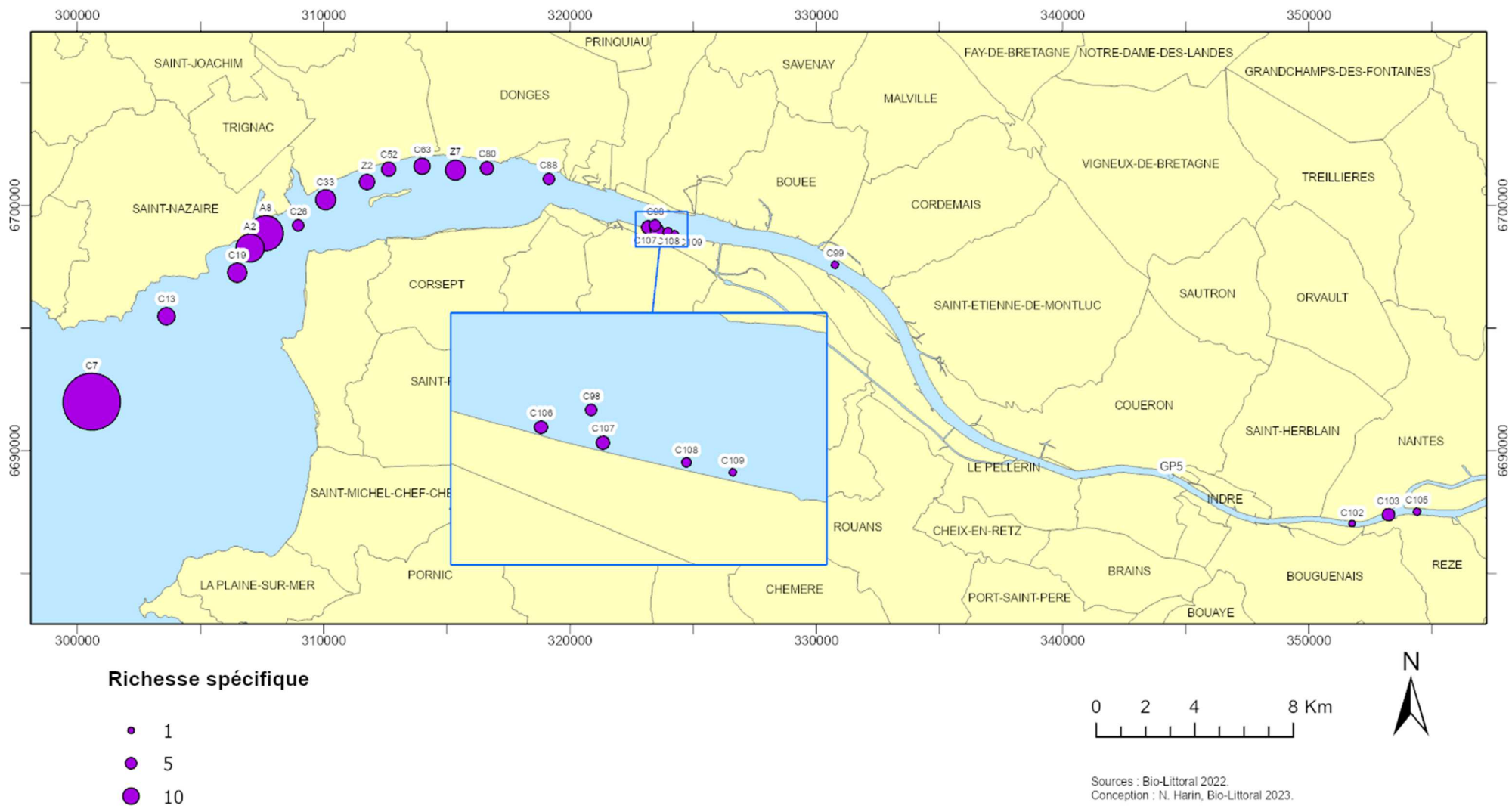


FIGURE 88 REPARTITION SPATIALE DE LA RICHESSE SPECIFIQUE DES STATIONS DU CHENAL DE LA LOIRE EN 2022

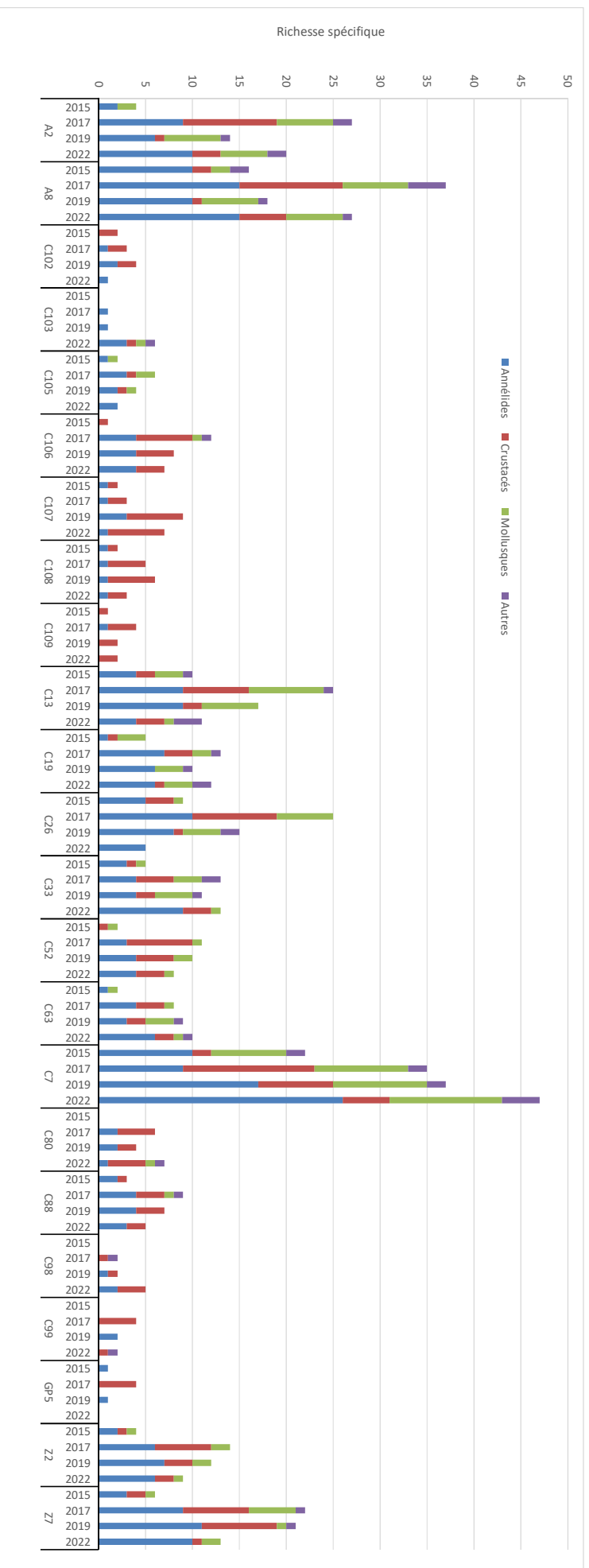


FIGURE 89 EVOLUTION DE LA RICHESSE SPECIFIQUE DANS CHAQUE STATION ENTRE 2015 ET 2022

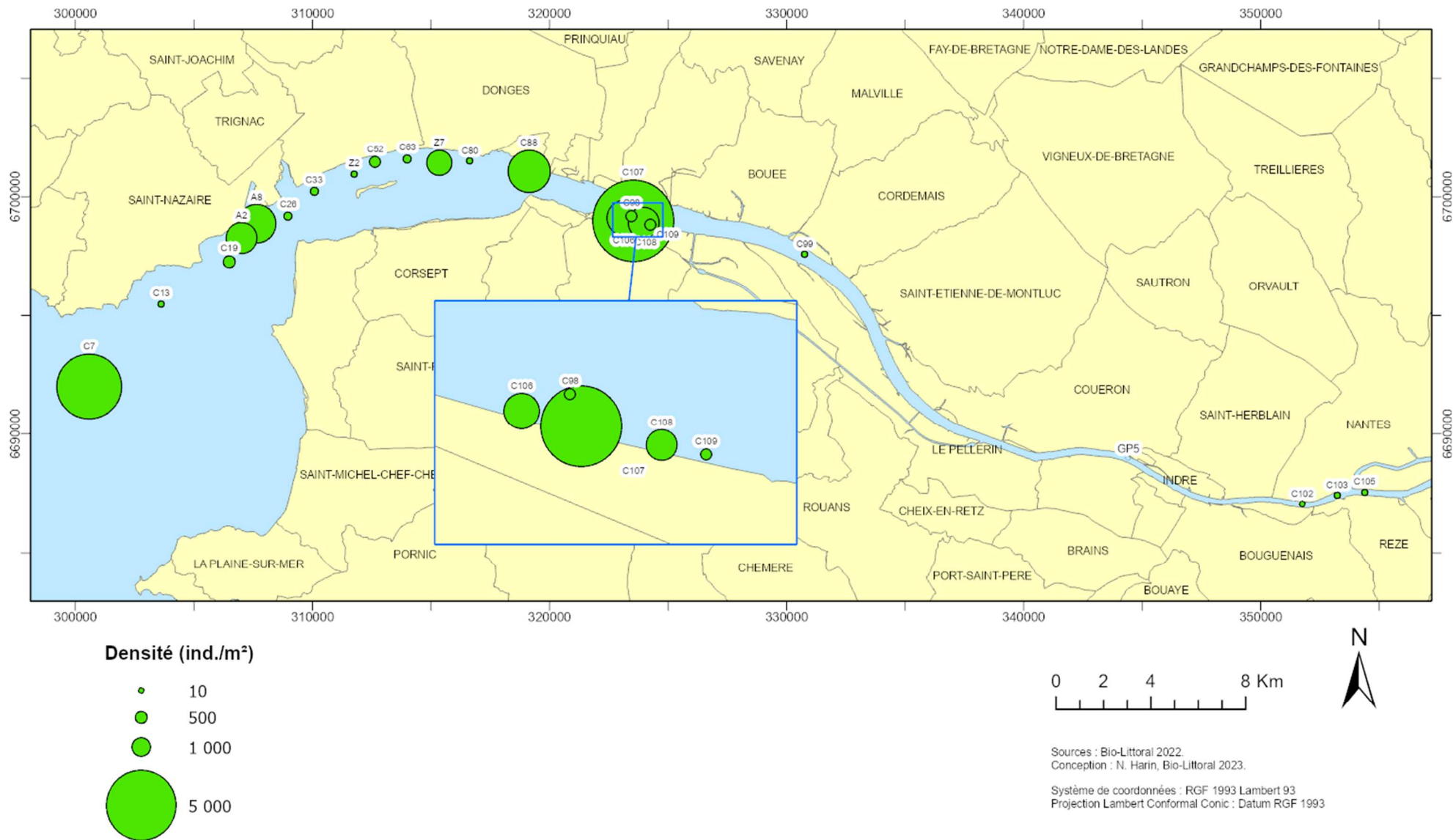


FIGURE 90 REPARTIION SPATIALE DES DENSITES D'ORGANISMES DES STATIONS DU CHENAL DE LA LOIRE EN 2022

3.4.2.1.2 - Suivi DCE

Bio Littoral réalise également pour le compte de la DCE un suivi des habitats benthiques de l'estuaire de la Loire. Ce suivi porte sur des stations différentes de celles mises en œuvre par le GPMNSN.

L'indice BEQI-FR est plus déclassant que l'indice AMBI pour l'estuaire de la Loire. Il indique un milieu aval de Paimboeuf en état moyen, aussi bien en zone intertidale qu'en zone subtidale et un état médiocre à mauvais pour le secteur situé en amont de Paimboeuf, avec une légère amélioration pour la zone à *Boccardiella ligERICA* qui se développe préférentiellement sur les vasières soumises au panache thermique de la centrale EDF de Cordemais.

L'indicateur BEQI est très sensible à la richesse spécifique de la faune benthique qui intervient plusieurs fois dans son calcul. La chenalisation de l'estuaire de la Loire a conduit à une forte augmentation du courant, à de fortes variations de salinité deux fois par jours et à une homogénéité des habitats qui sont essentiellement de grands estrans vaseux disposés sur la rive qui n'est pas endiguée. Seules des espèces robustes et qui vivent enfouies dans le sédiment peuvent résister à de telles conditions et se maintenir en estuaire de Loire, ce qui limite leur nombre.

Cependant ces espèces robustes ont une durée de vie relativement courte et donc un âge de maturité sexuelle de 6 mois ou 1 an avec un fort taux de reproduction et une protection des larves dans les terriers qui leur permettent d'avoir un taux de survie important. Ce type de stratégie leur permet de recoloniser rapidement une vasière après un épisode de crue. Ce mode de développement prolifique (plusieurs milliers d'individus /m²) confère aux vasières de l'estuaire de la Loire une très forte productivité qui est nécessaire au bon fonctionnement des nurseries de poissons. C'est également cette ressource benthique qui se régénère très rapidement, qui confère aux vasières de l'estuaire de la Loire leur importance ornithologique comme ressource trophique.

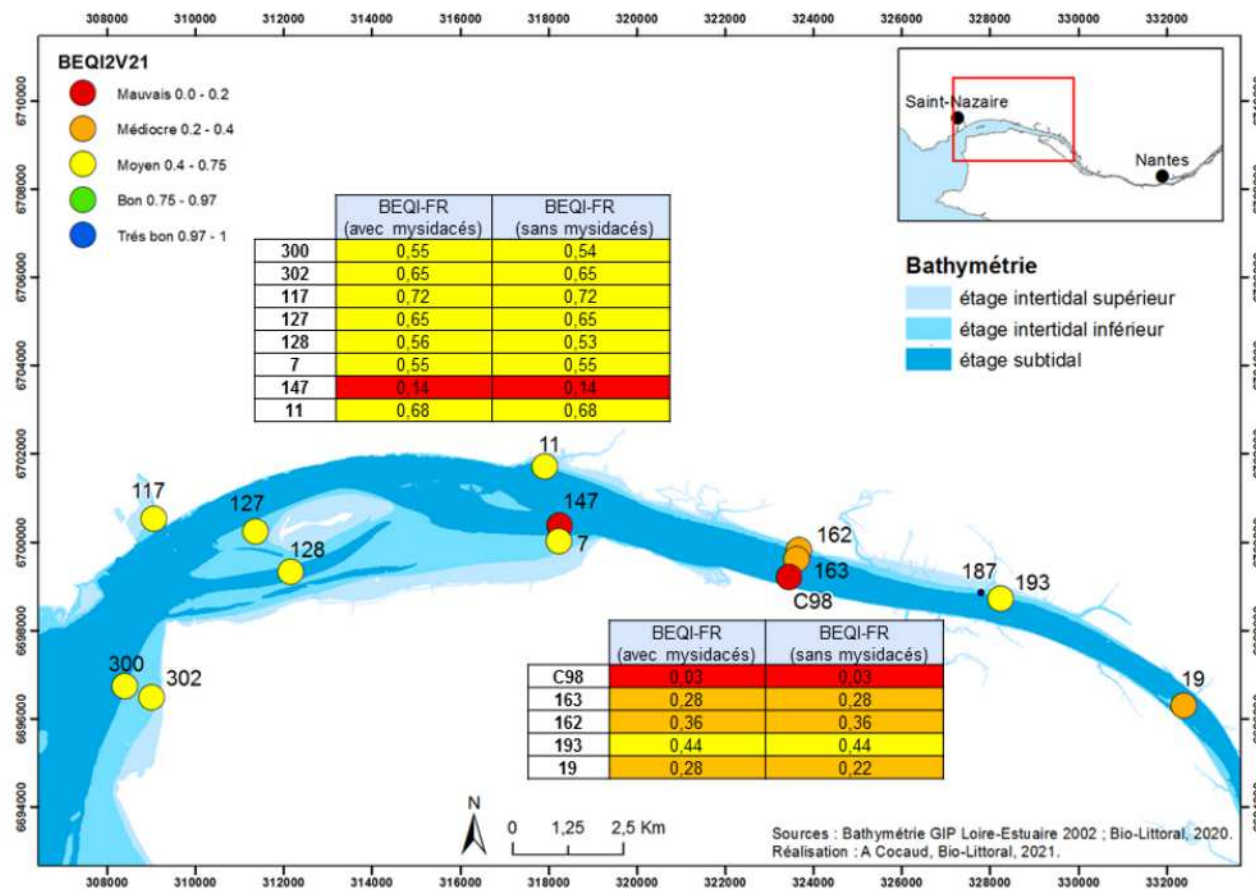


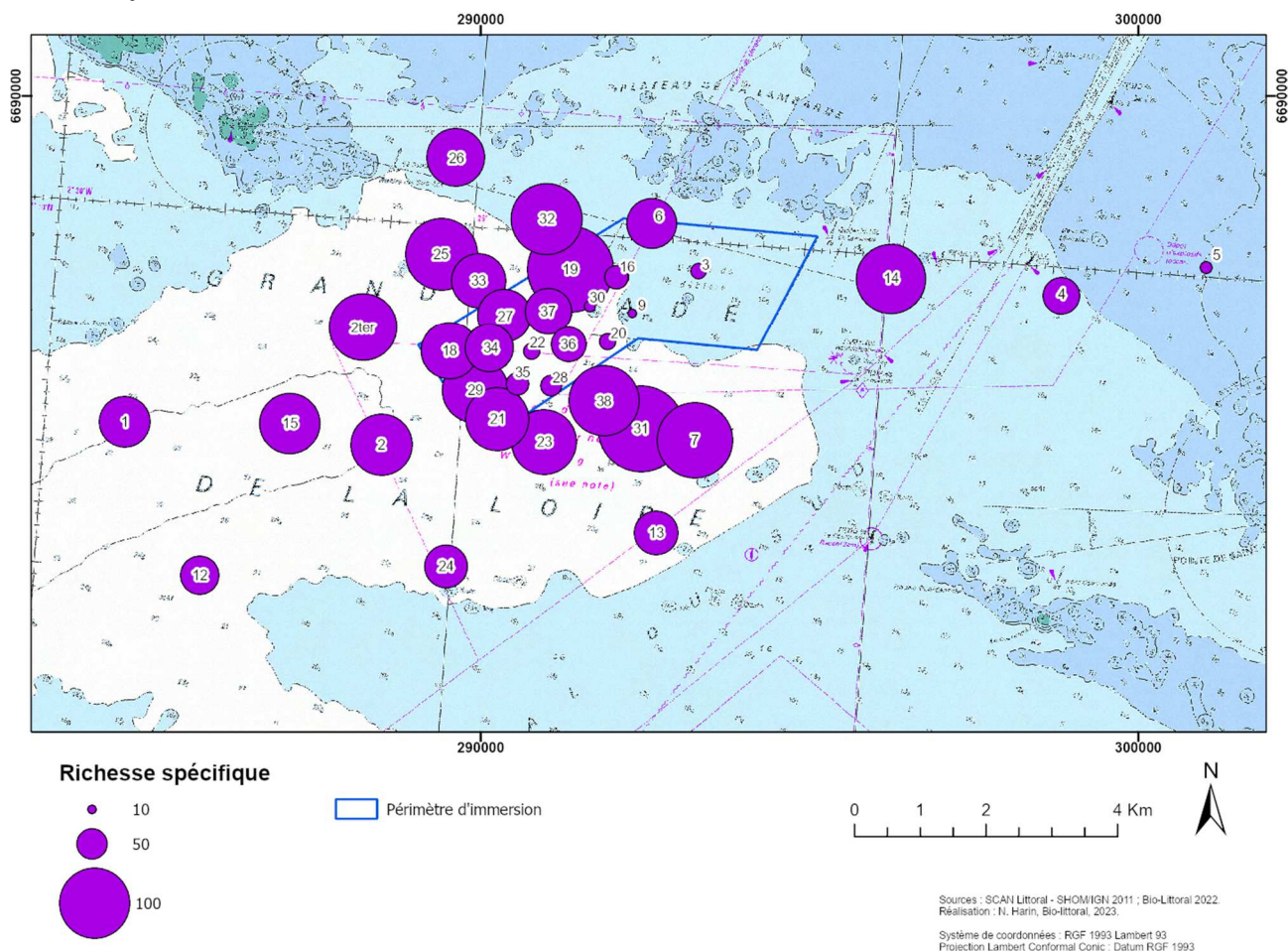
FIGURE 91 CLASSIFICATION DES STATIONS DU SECTEUR DE LA LOIRE SELON L'INDICE AMBI (EN HAUT) ET BEQI-FR (EN BAS) (GRAPHIQUE: SANS MYSIDACES)

3.4.2.2 - Site de la Lambarde

L'analyse des 46 545 organismes récoltés sur les 35 stations (dans 5 bennes de 0.1m²) du secteur de la Lambarde en 2022, a permis d'identifier 351 espèces ou taxons. Les stations montrent une grande hétérogénéité dans leurs paramètres faunistiques qui semblent liée à leur différente nature sédimentaire. Les sédiments fins abritent une plus grande densité d'organismes.

Bien que les protocoles diffèrent quelque peu sur les suivis réalisés entre 2004 et 2022, de grandes tendances se dégagent de l'analyse de la faune benthique sur le secteur de la Lambarde :

- Les zones d'immersion en activité présentent toujours une biodiversité et une densité plus faibles que les autres stations présentant des sédiments analogues, témoignant ainsi d'un impact direct des immersions sur le site. C'est le cas pour la station LB27 qui est proche de la sous-zone 18 exploitée en 2015 et 2017. De même que pour la station LB22 avec les immersions qui sont réalisées sur la sous-zone 22 en 2022.
- L'ancienne zone d'immersion ne présente toujours pas de peuplement stabilisé depuis l'arrêt des dépôts sur cette zone en 2015. En effet le retour des Spisules, espèce initiale, semble perturbé par le développement des crustacés tubicoles, même s'ils sont peu nombreux sur le sable grossier de ce secteur. Mis à part la station LB6 située au nord de l'ancienne zone d'exploitation, les cinq autres stations présentent toujours une faible biodiversité et de faibles densités.



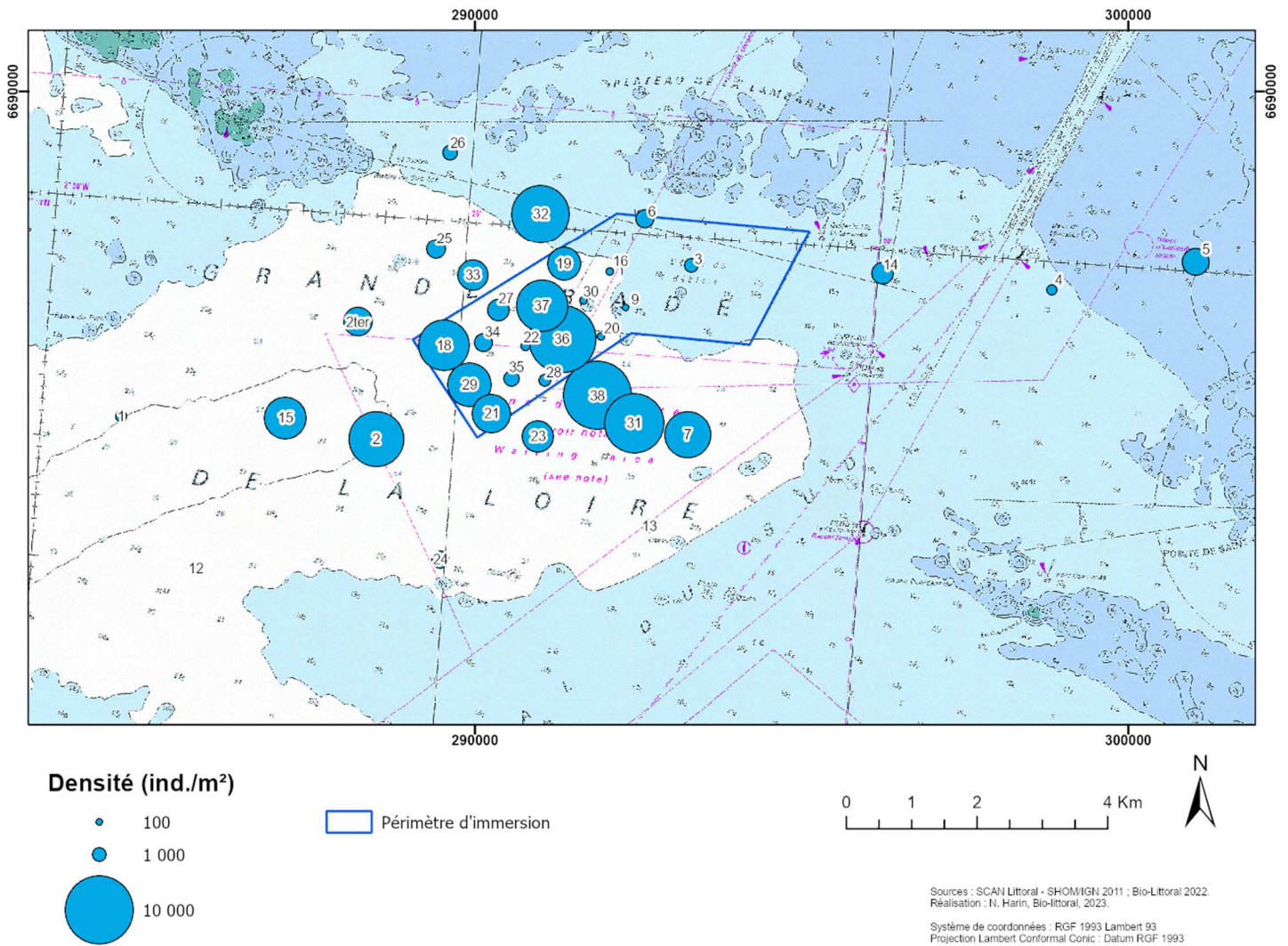


FIGURE 92 REPARTITION SPATIALE DES RICHESSES SPECIFIQUES DES STATIONS DU SECTEUR DE LA LAMBARDE A GAUCHE ET DES DENSITES D'ORGANISMES DES STATIONS DU SECTEUR DE LA LAMBARDE A DROITE EN 2022

La répartition des groupements faunistiques qui constituent des peuplements de faune benthique sur le secteur de la Lambarde, est très semblable d'une année sur l'autre, même si ce ne sont pas les mêmes espèces dominantes chaque année.

Les deux groupes dominants sont les annélides et les crustacés. La biodiversité est plus importante parmi les annélides tandis que les crustacés sont les plus abondants.

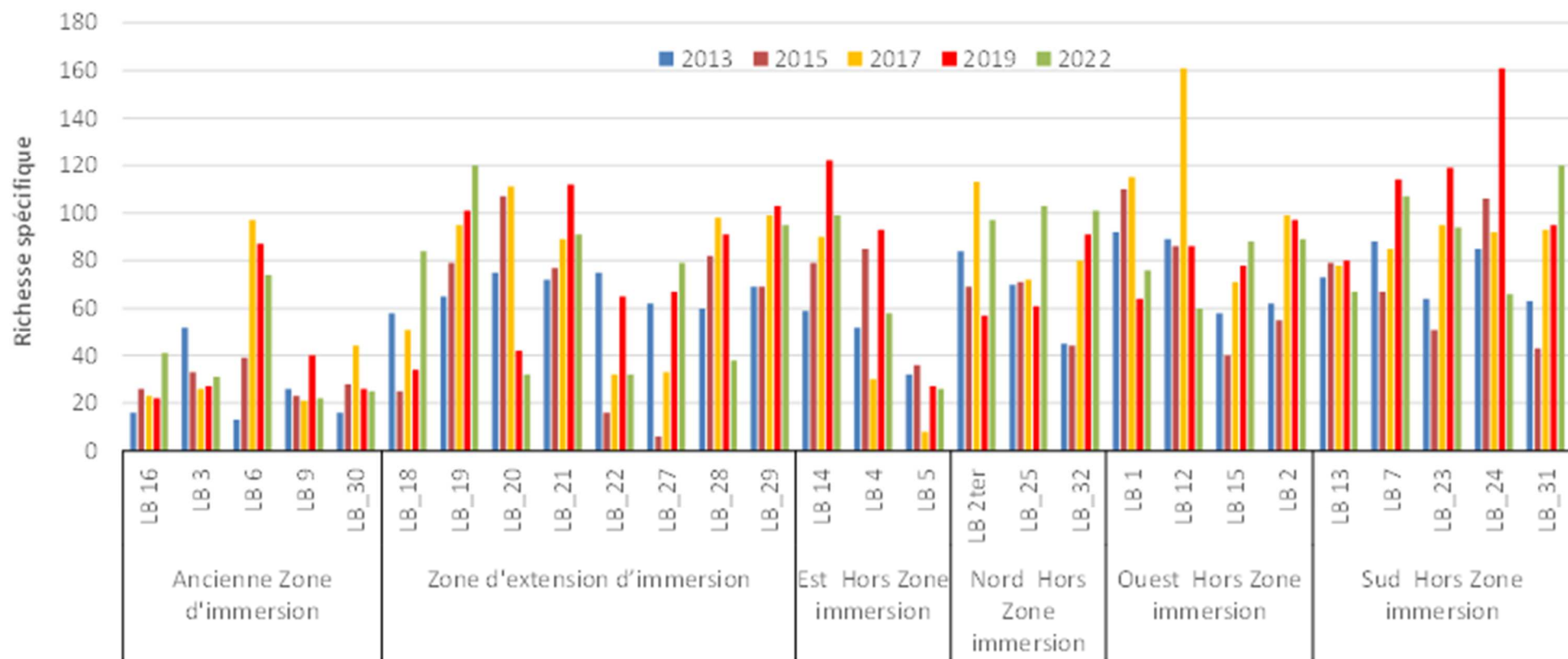


FIGURE 93 EVOLUTION DE LA RICHESSE SPECIFIQUE DANS CHAQUE STATION ENTRE 2013 ET 2022

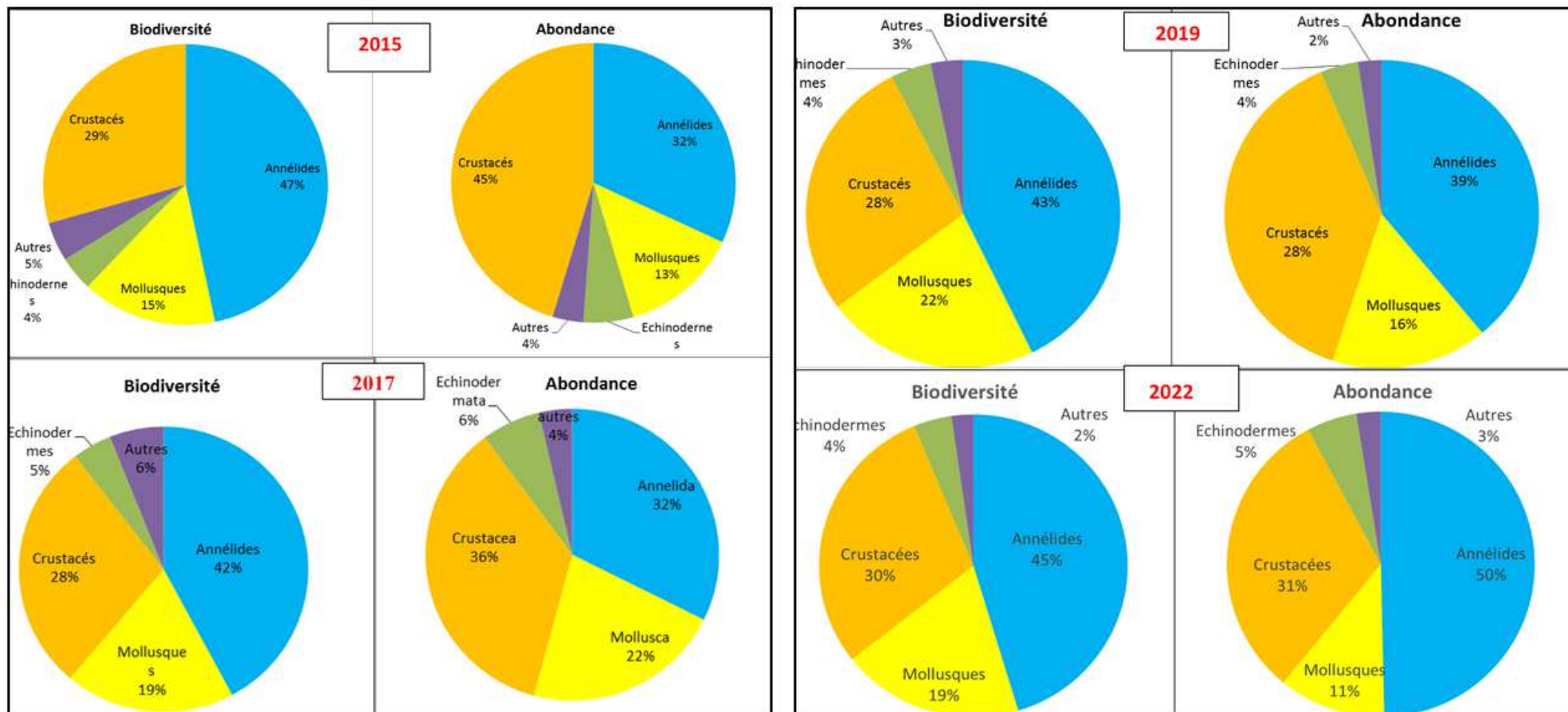


FIGURE 94 REPRESENTATIVITE DES DIFFERENTS GROUPES FAUNISTIQUES AU SEIN DE LA FAUNE BENTHIQUE DE LA LAMBARDE EN TERMES DE RICHESSE SPECIFIQUE ET DE DENSITE D'ORGANISMES

TABLEAU 38 SYNTHÈSE DES RESULTATS OBTENUS SUR LA FAUNE BENTHIQUE DANS LE SECTEUR DE LA LAMBARDE EN 2022

Secteur	Station	2022	Richesse spécifique	Densité ind/m ²	Biomasse g(pssc)/m ²
	LB_11	*	*	*	
	LB_16	SHV	41	278	7,14
Ancienne	LB_17	*	*	*	
Zone d'immersion	LB_3	Sg	31	970	1,81
	LB_6	Vs	74	1524	66,26
	LB_9	Sg	22	214	1,79
	LB_30	Vs	25	322	35,57
Zone d'extension d'immersions	LB_18	V	84	5226	21,44
	LB_19	Sf	120	3212	16,48
	LB_20	Sg	32	304	0,72
	LB_21	Vs	91	3788	9,32
	LB_22	Vs	32	538	1,82
	LB_27	Vs	79	1884	6,96
	LB_28	V	38	848	2,19
	LB_29	Vs	95	4430	11,17
	LB_34	Sf	72	1546	4,66
	LB_35	V	40	1200	3,11
	LB_36	Sf	55	7192	18,26
LB_37	Sf	70	5350	14,95	
Est	LB_14	Sf	99	1930	9,12
Hors Zone.immersion	LB_4	Vs	58	608	2,37
	LB_5	Sm	26	2542	12,84
Ouest	LB_1	Sm	76	664	2,57
Hors Zone.immersion	LB_12	G	60	486	1,33
	LB_15	V	88	4236	7,04
	LB_2	V	89	5758	13,73
Nord	LB_2ter	Sm	97	2758	9,52
Hors Zone.immersion	LB_25	Sm	103	1596	9,80
	LB_26	Sf	85	1138	13,29
	LB_32	Vs	101	6058	34,11
	LB_33	V	80	2954	14,21
Sud	LB_13	Sg	67	872	1,89
Hors Zone.immersion	LB_7	Vs	107	4734	14,58
	LB_23	Vs	94	3064	10,85
	LB_24	G	66	1384	3,49
	LB_31	Vs	120	6212	18,91
	LB_38	V	100	7270	15,18

3.4.3 - Macroalgues

Source : Bio-Littoral 2022

3.4.3.1 - Suivi des paramètres environnementaux

Le GPMNSN réalise le suivi des habitats à Laminaires sur le plateau de la Banche depuis 2013 de façon à préciser l'incidence potentielle des opérations d'immersion sur ces peuplements. Les derniers résultats datent de 2021.

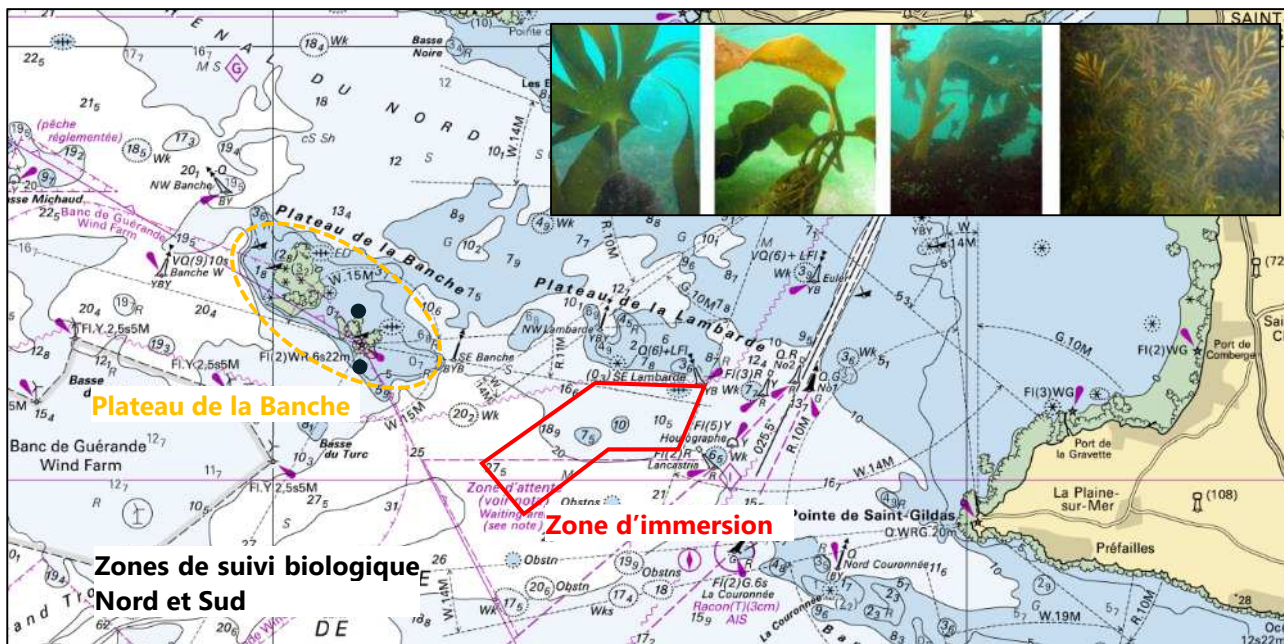


FIGURE 95 LOCALISATION DU PLATEAU DE LA BANCHE ET EXEMPLE DE LAMINAIRES

■ Zone Nord de la Banche : Milieu en déclin

- en 2021 comme depuis 2010, la zone de laminaires annuelles denses (*Laminaria hyperborea*) descendait au-delà de la profondeur maximale d'inventaire. En 2021, il convient de noter une remontée de sable grossier vient tronquer de 0,8m la zone de répartition. La station de la Banche Nord, présente **les mêmes espèces structurantes** depuis le début du suivi ;
- les densités de *L. hyperborea* évoluent peu sur les dix années d'observation avec une moyenne de 9,8 ind/m² (max 15,2 ind/m² en 2011 et minimum 4 ind/m² en 2021) mais une diminution régulière est observée depuis 2017 ;
- Le recrutement de jeunes laminaires évolue fortement selon les années. Contrairement à 2017 qui a vu un très bon recrutement de laminaires avec 25,6 juvéniles par mètre carré, le recrutement en 2018, 2019 et 2020 est très pauvre. Une légère augmentation est observée en 2021. De même on observe une forte diminution de la densité des algues en sous-strate. La biodiversité algale augmente passant 11 espèces en 2019 à 28 espèces en 2020 et 24 espèces en 2021 ;
- Ces paramètres indiquent que le site de la Banche Nord se dégrade petit à petit avec un indice écologique de 0,47 qui classe cette station en état écologique moyen, selon les critères de la Directive Cadre Eau. Rappelons que cet indice était de 0,75 en 2017.

■ Zone Sud de la Banche : milieu en déclin

- Bonnes conditions en 2017 mais ensablement en 2018 du bas du transect. En 2021 comme en 2019 et 2020, le bas du transect laisse apparaître une zone de blocs rocheux qui n'est cependant pas colonisée par les laminaires ;
- La densité des laminaires pérennes observée en 2021 (0,4 pieds/m²) est la plus faible depuis 9 ans mais un recrutement non négligeable de laminaires juvéniles est comptabilisé (9.6 ind/m²) ;

- En 2020, la biodiversité algale de la Banche Sud atteint un minimum avec 16 espèces floristiques dans l'infralittoral et des densités de 189 ind/m² encore plus faibles que celles de 2018 et 2019. En 2021 la biodiversité augmente légèrement avec 20 espèces d'algues pour une densité de 276 ind/m². Cependant cette légère amélioration est insuffisante et ces paramètres indiquent un milieu en état moyen, avec un indice écologique de 0,58 en 2021 bien inférieur à celui de 2017 (0,88) mais équivalent à celui de 2016 (0,57) ;
- La zone peut être considéré comme en **état moyen selon l'indice EQR de la DCE** (0,58 en 2021 contre 0,88 en 2017 et 0,55 en 2020).

3.4.3.2 - Etat de conservation de l'habitat rocheux

Les forêts de laminaires sont des zones de pontes et de nourricerie pour les juvéniles d'invertébrés benthiques et les poissons. C'est également un des écosystèmes les plus productifs au monde (dix fois plus qu'un herbier de zostères). Il est donc pertinent d'étudier l'évolution de cet habitat sur le long terme et d'évaluer les potentiels impacts anthropiques sur son fonctionnement.

Il est intéressant de suivre les stations rocheuses sur une zone plus large, afin de dégager les tendances évolutives naturelles et celles plus localisées autour de la zone d'immersion.

Depuis 2009, les résultats indiquent que les deux sites de la Banche sont généralement en meilleur état écologique que les sites plus côtiers. En effet, par sa situation géographique, son éloignement du panache turbide de la Loire (qui remonte généralement vers le nord en longeant la côte), permet d'avoir une certaine transparence de l'eau permettant la photosynthèse.

Le plateau de la Banche devrait donc bénéficier de conditions favorables à une bonne croissance végétale.

Cependant en 2016, les deux stations de la Banche ont un indice de qualité moyen en raison des faibles performances de la sous-strate-algale (richesse spécifique et densité) et des faibles profondeurs atteintes par la ceinture à laminaire dense. Ceci est à mettre en relation avec la forte crue du mois de juin 2016 qui a limité la pénétration de la lumière en profondeur même si les densités de laminaires à 3m et leur taux de recrutement sont comparables aux années précédentes sur chacun des deux sites. Alors que le volume immergé à la Lambarde était de 4,2 Mm³ en 2018, l'indice de qualité est très semblable à celui de 2019 où ce volume ne représente que 1,5 Mm³. En 2020 la crue du mois de mars semble avoir limité le recrutement des laminaires. En 2021, la qualité biologique est dégradée sur les deux sites en lien avec la remontée de sédiment sableux sur le site de la Banche Nord la plus faible extension de la ceinture de laminaire sur le Site Sud depuis 2010.

Si les crues peuvent être mises en cause dans le faible recrutement, des années précédentes, ce n'est pas le cas en 2021. Bio Littoral note cependant que les travaux de création du parc de Guérande à proximité ont nécessité d'importants forages qui ont pu engendrer une incidence sur la turbidité jusqu'au plateau de la Banche.

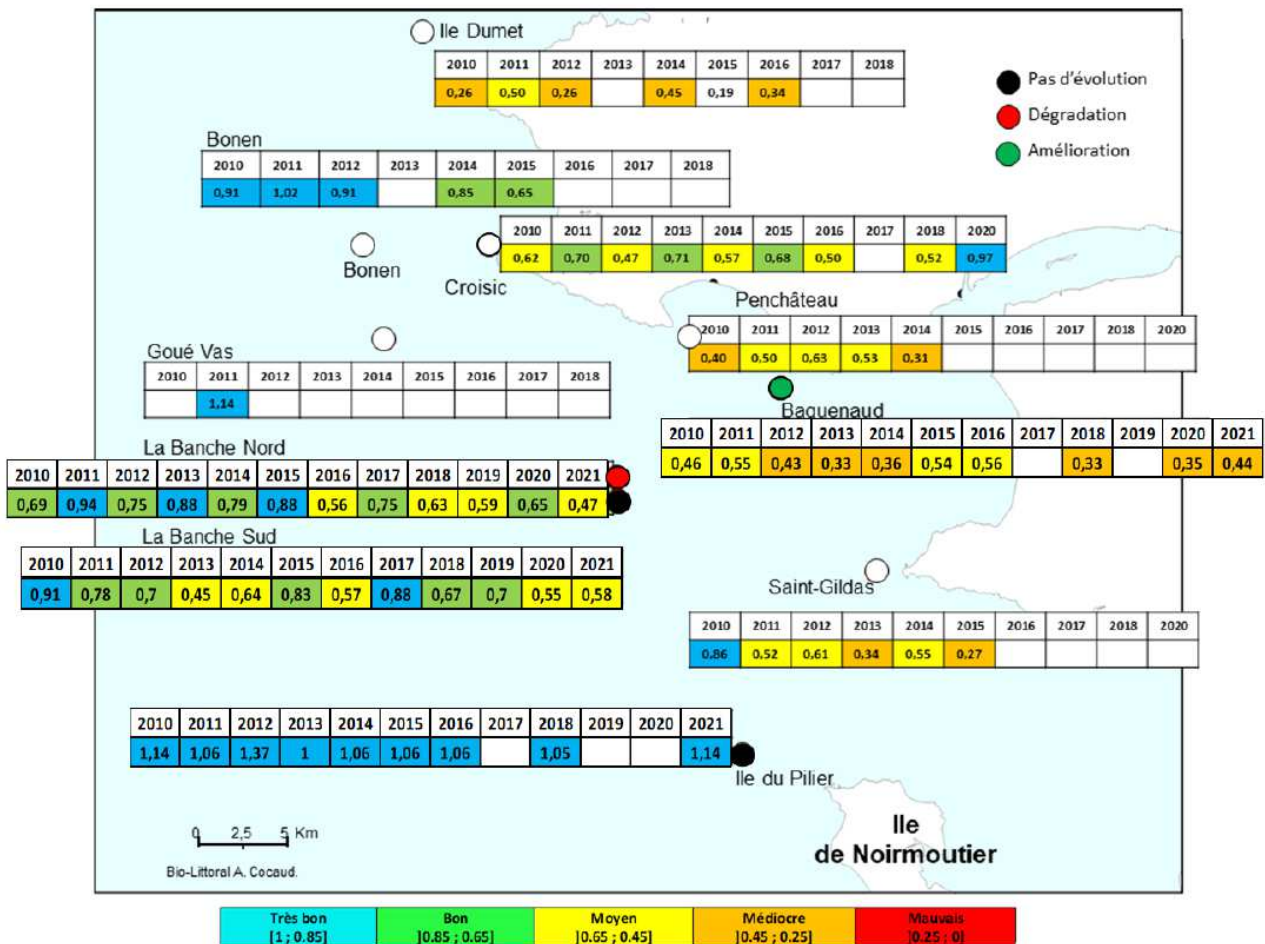


FIGURE 96 RESULTATS DES INDICES DE CONDITION ECOLOGIQUES EQR SUR LES STATIONS DU SUIVI ELV ENTRE 2010 ET 2021

3.4.3.3 - Synthèse concernant les macroalgues

Selon les résultats du suivi, les faibles recrutements de jeunes laminaires observés en 2020 sont principalement liés aux crues de la Loire qui engendrent d'importants panache turbide bloquant la lumière pour les laminaires.

Concernant 2021, la crue de la Loire du début février n'affecte pas le recrutement sur les roches de la Branche, car les propagules ne se fixent que plus tard. Malgré le niveau d'étiage qui perdure du 5 avril au 5 décembre 2021, et qui devrait garantir une bonne transparence de l'eau, les deux stations de la Branche et celle de Baguenaud, voient leurs ceintures algales fortement réduites. Il semble donc que la turbidité de l'eau ait affecté ces trois stations sans que celle du Pilier soit perturbée. Selon Bio Littoral, les faibles volumes immergés sur le site de la Lambarde en période printanière ne permettent pas d'expliquer ces remontés de ceintures algales.

Cet enjeu est considéré comme fort à l'échelle du projet.

3.4.4 - Avifaune

3.4.4.1 - Avifaune de l'estuaire externe

3.4.4.1.1 - Données issues de la bibliographie (DOCOB)

Source : Diagnostic écologique du site Natura 2000 Estuaire de la Loire Externe – 2019 AFB (Annexe 5 bis)

37 espèces d'oiseaux marins sont listées sur le formulaire standard de données (FSD) du site Natura 2000 Estuaire de la Loire – Baie de Bourgneuf. La grande majorité des espèces y sont présentes pour leur période d'hivernage ou de stationnement. Le FSD indique que 4 espèces y réalisent leur phase de reproduction : le Cormoran huppé, le Goéland brun, le Goéland argenté et le Goéland marin. (Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie; Muséum national d'Histoire naturelle, 2015).

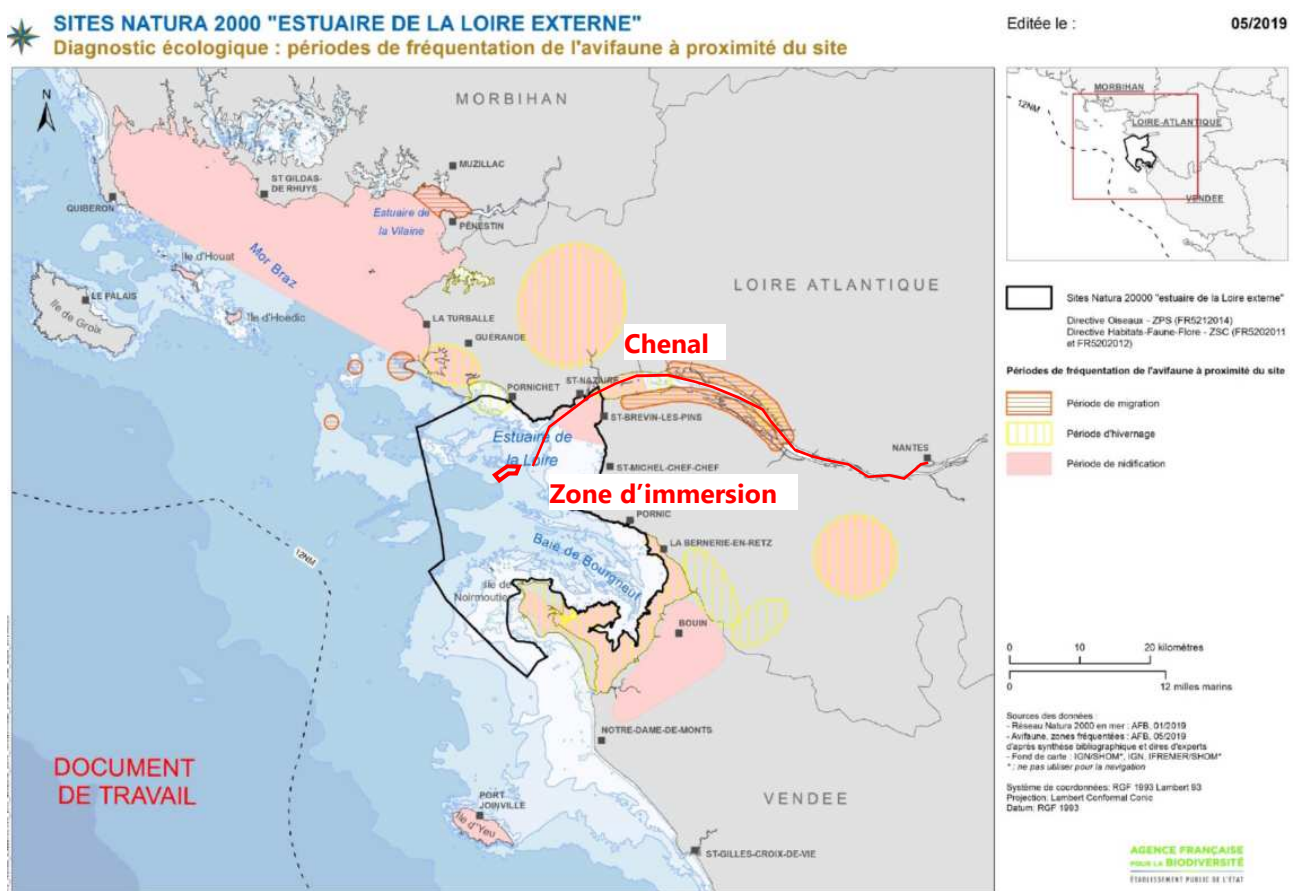


FIGURE 97 FREQUENTATION DE L'AVIFAUNE A PROXIMITE DE LA ZONE N2000

L'étude Périscope a pu déterminer les zones de fréquentation des oiseaux marins dans l'Estuaire de la Loire externe. La carte suivante regroupe l'ensemble des observations des différentes espèces d'oiseaux en mer dans le cadre de cette étude.

Les zones les plus fréquentées par les oiseaux marins sont celles situées au nord de l'île de Noirmoutier, à l'embouchure de la Loire et à proximité de la pointe Saint Gildas. Ces zones présentent donc des enjeux forts pour les populations d'oiseaux marins dans l'Estuaire de la Loire.

L'estuaire de la Loire est un obstacle naturel pour les passereaux migrateurs en provenance de la Manche ou du continent qui traversent la Loire en divers endroits selon les conditions météorologiques lors de leur migration postnuptiale. Les pointes de Chémoulin et de l'Eve à Saint-Nazaire sont des principaux points de passage vers les côtes sud de l'estuaire (Leray, 2018).

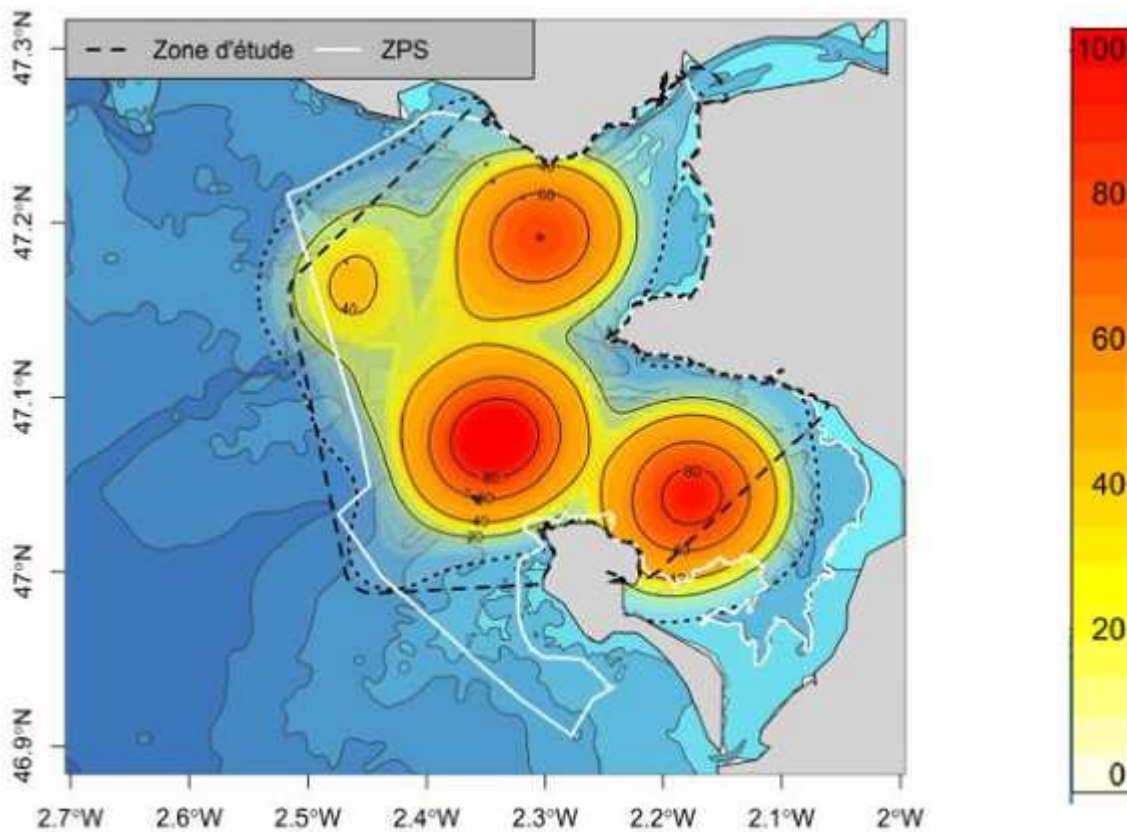


FIGURE 98 REPRESENTATION SPATIALE DES DENSITES DE REPARTITION DES OISEAUX MARINS ETUDIES LORS DU PROGRAMME PERISCOPE ENTRE 2015 ET 2016 (TOUTES ESPECES CONFONDUES)

Sur le site Estuaire de la Loire, on trouve deux espèces à enjeu prioritaire et 9 à enjeux forts :

■ Enjeu prioritaire :

- Barges à queue noire (hivernantes)
- Puffin des Baléares (estivantes et migratrice)

■ Enjeu fort :

- | | | |
|------------------|----------------------|----------------------|
| ■ Eider à duvet | ■ Guillemot de Troïl | ■ Bécasseau variable |
| ■ Vanneau huppé | ■ Macreuse brune | ■ Bernache cravant |
| ■ Goéland cendré | ■ Fuligule milouinan | ■ Fulmar boréal |

Les principales pressions sur les espèces de la zone sont les suivantes :

- | | | |
|--------------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| ■ Pollution marines | ■ Champs éoliens | ■ Dégazage des navires |
| ■ Déchets flottants | ■ Extraction de granulats | ■ Eutrophisation |
| ■ Captures accidentelles | ■ Pratiques de pêche | ■ Changement climatique |
| ■ Pertes des ressources alimentaires | | |

3.4.4.1.2 - Suivi avifaune du parc éolien en mer de Saint Nazaire

Source : Parc éolien de Saint-Nazaire – Suivi de l'avifaune 2020 (Biotope)

Biotope a réalisé entre avril 2019 et avril 2020 12 sessions petits transects et 6 sessions grands transects sur la zone autour du parc éolien de Saint Nazaire, au niveau de l'estuaire externe. Au total, 5367 oiseaux ont été observés au cours des sessions petits transects et 11271 oiseaux sur les sessions grands transects.

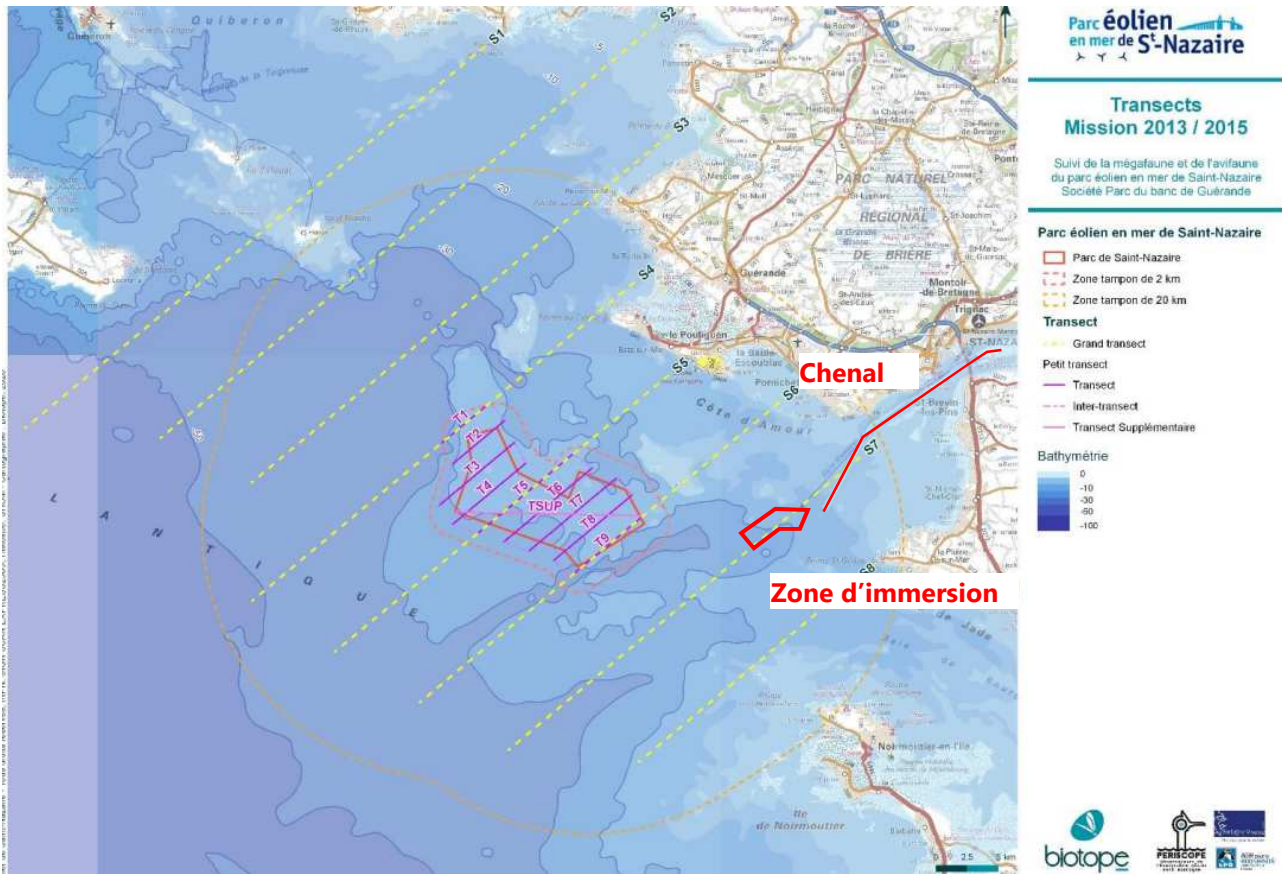


FIGURE 99 LOCALIATION DES PETITS ET GRAND TRANSECTS

■ Sessions petits transects :

Les effectifs sont très variables selon les sorties, entre 123 et 2119 oiseaux observés par session. La grande majorité des sessions (11 sessions) a conduit à l'observation d'effectifs compris entre 123 et 590 oiseaux par sortie. Seule la sortie du 17/06/2019 constitue une exception, avec plus de 2000 oiseaux observés en raison de l'observation de plus de 1800 goélands notés suivant un bateau de pêche. Les résultats de ce suivi sont présentés ci-dessous par famille et par effectifs :

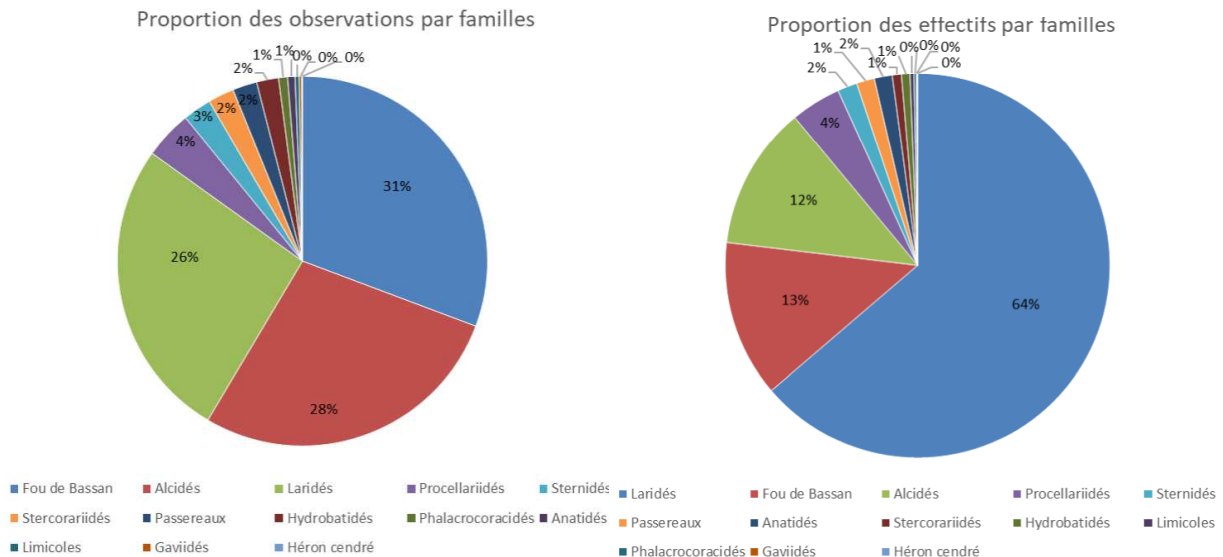


FIGURE 100 PROPORTION DES OBSERVATIONS ET EFFECTIFS SELON LES GRANDES FAMILLES ET PRINCIPALES ESPECES D'OISEAUX (SUR LA BASE DES 12 SESSIONS PETITS TRANSECTS D'AVRIL 2019 A AVRIL 2020)

Le Fou de Bassan rassemble environ le tiers des observations d'oiseaux notées lors des expertises avec environ 31% du nombre d'observations en cumulé. Les Alcides représentent environ 28 % des observations et les Laridés 26 %. Ces trois groupes d'espèces rassemblent donc près de 85 % des observations réalisées au cours des 12 sessions de petits transects 2019/2020.

En termes d'effectifs, les Laridés rassemblent près de 65 % de l'effectif total cumulé observé sur les 12 sessions (en nombre d'individus cumulé sur l'ensemble des sessions d'expertise). Le Fou de Bassan et les Alcides représentent respectivement 13 et 12 % de l'effectif total observé. En termes d'effectifs observés, ces trois groupes d'espèces représentent près de 89 % du total.

■ Sessions grands transects :

Si l'on regarde les proportions d'observations obtenues pour chaque grande famille d'oiseaux, les résultats sont proches de ceux issus des expertises petits transects. Les Laridés rassemblent environ 35 % de l'ensemble des observations réalisées sur les 6 sessions de grands transects. Les Alcides et le Fou de Bassan représentent respectivement 25 et 22 % des observations. Ces trois groupes d'espèces rassemblent donc au total environ 82 % des observations réalisées sur l'ensemble des 6 sessions grands transects.

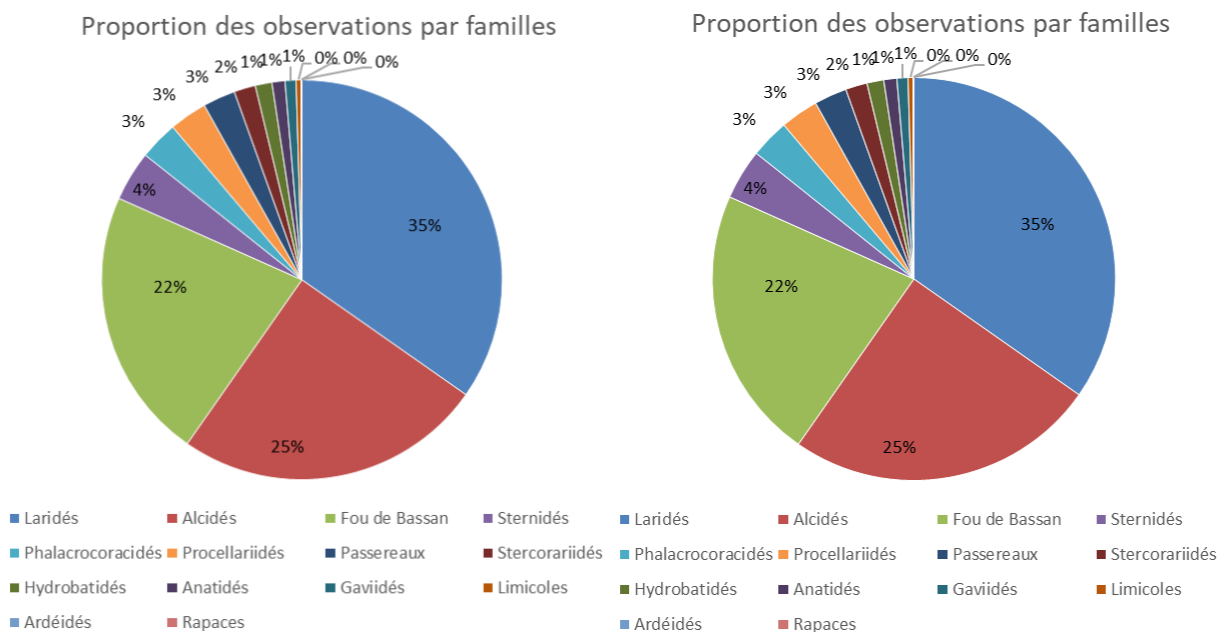


FIGURE 101 PROPORTION DES OBSERVATIONS ET EFFECTIFS SELON LES GRANDES FAMILLES ET PRINCIPALES ESPECES D'OISEAUX (SUR LA BASE DES 6 SESSIONS GRANDS TRANSECTS D'AVRIL 2019 A AVRIL 2020)

Sur les 6 sessions grands transects réalisées, les effectifs par famille d'espèces sont assez similaires à celles obtenues lors des 12 sessions petits transects :

- Environ 52% de Laridés (64 % pour les petits transects) ;
- Environ 23% de Fou de Bassan (13% pour les petits transects) ;
- Environ 11% d'Alcidés (12% pour les petits transects) ;
- Environ 4% de Procellariidés (idem pour les petits transects) ;
- Environ 4% d'Anatidés (0,6% pour les petits transects) ;
- 2% ou moins de 2% pour les autres groupes d'espèces.

La proportion plus importante d'Anatidés lors des grands transects est logique pour ce groupe d'espèces observées généralement près des côtes ou en milieu terrestre. En effet, les grands transects se rapprochent ponctuellement très près du littoral (estuaire externe de la Loire, baie de La Baule, estuaire de la Vilaine) tandis que les petits transects sont plus distants de la côte, et donc moins propices pour ces espèces.

3.4.4.2 - Avifaune de l'estuaire interne

Source : *Suivi de l'avifaune de l'estuaire de la Loire sur un cycle annuel, Université de Rennes/Ouest Am', GPMNSN, 2018 (Annexe 05)*

Plus de 250 espèces d'oiseaux sont régulièrement observées dans l'estuaire de la Loire. L'estuaire se trouve en effet sur un important axe migratoire de la façade atlantique européenne et les zones naturelles favorables à l'avifaune (vasières et estuaires) y sont très étendues.

Une campagne de suivi de l'avifaune de l'estuaire de la Loire a eu lieu en 2016-2017 sur un cycle annuel, les résultats sont présentés ci-dessous.

3.4.4.2.1 - Effectifs globaux et diversité d'oiseaux

Au cours de l'année d'étude, la **fréquentation de l'estuaire** par les oiseaux d'eau a été la plus élevée de novembre à janvier (migration hivernale (pour les anatidés notamment) et stationnement (pour les Anatidés, Limicoles et Laridés notamment)) et de juillet à septembre (migration postnuptiale (pour les Limicoles notamment)). Elle était au plus bas sur la période de mars à juin. Une proportion d'oiseaux plus modeste stationnait encore dans l'estuaire de mars à juin, correspondant d'une part à des oiseaux nicheurs de l'estuaire (Laridés et Anatidés) et d'autre part à des oiseaux non-nicheurs (notamment des Limicoles).

Les **effectifs totaux d'oiseaux** dans l'estuaire de la Loire ont été bien plus faibles de novembre 2016 à mars 2017 que ceux comptabilisés au cours de la même période en 2010-2011 (FONTENEAU et al. 2012). La vague de froid de l'hiver 2010-2011 était probablement à l'origine de cet afflux plus massif d'oiseaux en estuaire Loire cette année-là.

La **richesse spécifique** de l'estuaire de la Loire au cours de l'année d'étude a varié de 25 à 38 espèces, à l'image de celle mentionnée pour la période 2004-2009. La plus faible richesse spécifique a été notée en été et la plus forte en hiver. Le nombre d'espèces littorales a quant à lui peu varié au cours des mois, confirmant l'attractivité constante de l'estuaire pour ces oiseaux.

3.4.4.2.2 - Importance régionale et internationale de l'estuaire

Au cours de la campagne 2016-2017, 4 espèces de Limicoles ont atteint le seuil d'importance nationale (le Pluvier argenté, la Barge rousse, le Courlis cendré et le Bécasseau variable), et 3 ont atteint ou largement dépassé (l'Avocette élégante, la Barge à queue noire, le Grand Gravelot, l'Huîtrier pie) le seuil d'effectif d'importance internationale dans le lit mineur, confortant ainsi le rôle essentiel de l'estuaire de la Loire pour l'accueil de ces oiseaux du Paléarctique occidental aux différentes périodes de leur cycle de développement.

Cependant, ce nombre est bien inférieur à celui de la campagne précédente durant laquelle un autre Limicole (l'Huîtrier pie) et 3 espèces d'Anatidés (le Canard souchet, le Tadorne de Belon le Canard pilet) avaient atteint ce seuil. Plus largement, la Loire aval était signalée, en janvier 2017, d'importance internationale pour la Sarcelle d'hiver, le Canard pilet, le Canard souchet et l'Avocette élégante (DIEMERT et al. 2017).

L'estuaire de la Loire joue un rôle fondamental pour la population française d'Avocettes élégantes, et notamment en période postnuptiale. L'estuaire de la Loire accueille à lui seul environ 45% des effectifs recensés de juillet à août le long des façades atlantique et Manche-Mer-du-Nord.

La zone d'étude représente un secteur d'importance national et internationale pour l'avifaune. Les zones humides, notamment les vasières des bords de Loire représentent des habitats importants pour ces espèces. L'enjeu est considéré comme fort.

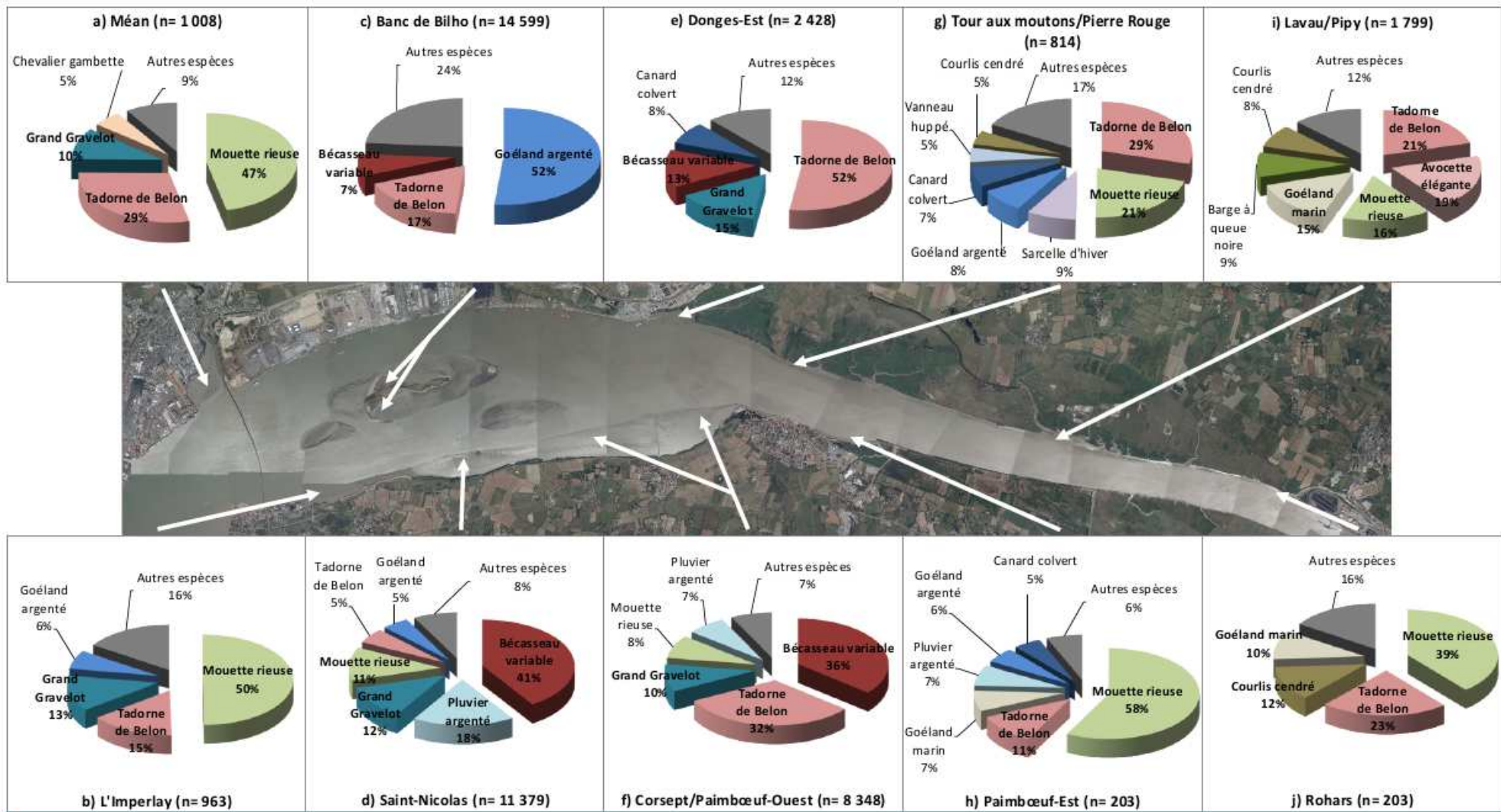


FIGURE 102 ABONDANCES RELATIVES DES ESPECES D'OISEAUX D'EAU PRESENTES A BASSE MER DANS CHACUN DES SECTEURS DE L'ESTUAIRE DE LA LOIRE (LIT MINEUR) LORS DE LA PERIODE DE REPRODUCTION 2017

Le tableau ci-dessous présente la liste des espèces d'oiseaux d'eau recensées lors de cette étude (2016—2017) mais aussi sur les campagnes 2010-2011.

TABLEAU 39 LISTE DES ESPECES D'OISEAUX D'EAU RECENSEES AU SEIN DU LIT MINEUR DE L'ESTUAIRE DE LA LOIRE LORS DES SEULS COMPTAGES GLOBAUX DE MAREE BASSE ET DE TOUS LES AUTRES SUIVIS AU COURS DES CAMPAGNES 2010-2011 ET 2016-2017

Familles	Campagnes de suivis			
	2010-2011		2016-2017	
Espèces (Nom vernaculaire <i>Nom scientifique</i>)	Comptage globaux de marée basse	Autres suivis	Comptage globaux de marée basse	Autres suivis
Anatidés				
Bernache cravant <i>Branta bernicla</i>	*	*	*	*
Bernache nonnette <i>Branta leucopsis</i>	*	*		*
Canard chipeau <i>Anas strepera</i>	*	*	*	*
Canard colvert <i>Anas platyrhynchos</i>	*	*	*	*
Canard pilet <i>Anas acuta</i>	*	*	*	*
Canard siffleur <i>Anas penelope</i>	*	*	*	*
Canard souchet <i>Anas clypeata</i>	*	*	*	*
Cygne tuberculé <i>Cygnus olor</i>	*	*	*	*
Cygne noir <i>Cygnus atratus</i>			*	*
Erismature rousse <i>Oxyura jamaicensis</i>		*		
Fuligule milouin <i>Aythya ferina</i>	*	*	*	
Fuligule milouinan <i>Aythya marila</i>	*	*		
Fuligule morillon <i>Aythya fuligula</i>	*	*		
Harle huppé <i>Mergus serrator</i>	*	*		*
Macreuse noire <i>Melanitta nigra</i>			*	
Oie cendrée <i>Anser anser</i>	*	*	*	*
Oie rieuse <i>Anser albifrons</i>	*	*		
Anatidés (suite)				
Sarcelle d'été <i>Anas querquedula</i>	*	*		*
Sarcelle d'hiver <i>Anas crecca</i>	*	*	*	*
Tadorne casarca <i>Tadorna ferruginea</i>	*	*		
Tadorne de Belon <i>Tadorna tadorna</i>	*	*	*	*
Laridés				
Goéland argenté <i>Larus argentatus</i>	*	*	*	*
Goéland brun <i>Larus fuscus</i>	*	*	*	*
Goéland cendré <i>Larus canus</i>	*	*	*	*
Goéland leucophée <i>Larus michahellis</i>	*	*	*	*
Goéland marin <i>Larus marinus</i>	*	*	*	*
Mouette mélanocéphale <i>Larus melanocephalus</i>	*	*	*	*
Mouette pygmée <i>Hydrocoloeus minutus</i>				*
Mouette rieuse <i>Chroicocephalus ridibundus</i>	*	*	*	*
Limicoles				
Avocette élégante <i>Recurvirostra avosetta</i>	*	*	*	*
Barge à queue noire <i>Limosa limosa</i>	*	*	*	*
Barge rousse <i>Limosa lapponica</i>	*	*	*	*
Bécasseau cocorli <i>Calidris ferruginea</i>		*	*	*
Bécasseau maubèche <i>Calidris canutus</i>	*	*	*	*
Bécasseau minute <i>Calidris minuta</i>	*	*	*	*
Bécasseau sanderling <i>Calidris alba</i>	*	*	*	*
Bécasseau variable <i>Calidris alpina</i>	*	*	*	*
Bécassine des marais <i>Gallinago gallinago</i>	*	*	*	*
Bécassine sourde <i>Lymnocyptes minimus</i>			*	
Chevalier aboyeur <i>Tringa nebularia</i>	*	*	*	*
Chevalier arlequin <i>Tringa erythropus</i>		*		*
Chevalier culblanc <i>Tringa ochropus</i>	*	*	*	*
Chevalier gambette <i>Tringa totanus</i>	*	*	*	*
Chevalier guignette <i>Actitis hypoleucos</i>	*	*	*	*

Combattant varié <i>Philomachus pugnax</i>	*	*		*
Courlis cendré <i>Numenius arquata</i>	*	*	*	*
Courlis corlieu <i>Numenius phaeopus</i>	*	*	*	*
Grand Gravelot <i>Charadrius hiaticula</i>	*	*	*	*
Echasse blanche <i>Himantopus himantopus</i>				*
Gravelot à collier interrompu <i>Charadrius alexandrinus</i>	*	*		*
Huitrier pie <i>Haematopus ostralegus</i>	*	*	*	*
Petit Gravelot <i>Charadrius dubius</i>	*	*		
Phalarope à bec large <i>Phalaropus fulicarius</i>		*		
Pluvier argenté <i>Pluvialis squatarola</i>	*	*	*	*
Pluvier doré <i>Pluvialis apricaria</i>	*	*	*	*
Tournepipe à collier <i>Arenaria interpres</i>	*	*	*	*
Vanneau huppé <i>Vanellus vanellus</i>	*	*	*	*

Familles	Campagnes de suivis			
	2010-2011		2016-2017	
Espèces (Nom vernaculaire Nom scientifique)	Comptage globaux de marée basse	Autres suivis	Comptage globaux de marée basse	Autres suivis
Autres espèces				
Aigrette garzette <i>Egretta garzetta</i>	*	*	*	*
Foulque macroule <i>Fulica atra</i>	*	*	*	
Grand Cormoran <i>Phalacrocorax carbo</i>	*	*	*	*
Grande Aigrette <i>Ardea alba</i>	*	*	*	*
Grèbe castagneux <i>Tachybaptus ruficollis</i>	*	*		
Grèbe huppé <i>Podiceps cristatus</i>	*	*	*	*
Grèbe à cou noir <i>Podiceps nigricollis</i>			*	
Guifette moustac <i>Chlidonias hybrida</i>			*	
Guifette noire <i>Chlidonias niger</i>				*
Héron cendré <i>Ardea cinerea</i>	*	*	*	*
Héron garde-bœufs <i>Bubulcus ibis</i>		*		*
Ibis sacré <i>Threskiornis aethiopicus</i>	*	*		*
Martin-pêcheur <i>Alcedo atthis</i>	*	*	*	*
Spatule blanche <i>Platalea leucorodia</i>	*	*	*	*
Sterne caspienne <i>Hydroprogne caspia</i>		*		
Sterne caugek <i>Sterna sandvicensis</i>	*	*	*	*
Sterne hansel <i>Gelochelidon nilotica</i>	*	*		
Sterne naine <i>Sternula albifrons</i>	*	*	*	*
Sterne pierregarin <i>Sterna hirundo</i>	*	*	*	*

3.4.5 - Ichtyofaune

3.4.5.1 - Intérêt des vasières

Les vasières sont des surfaces qui sont recouvertes et découvertes à chaque marée ; à marée haute, les poissons viennent s’y nourrir et, à marée basse, ce sont les oiseaux. Les surfaces marnantes en aval de Nantes sont aujourd’hui majoritairement des vasières, situées surtout en aval de Cordemais. Elles sont plus ou moins riches en matière organique et leur salinité varie en fonction de leur localisation, de la situation hydrologique et du cycle de marée. Elles accueillent donc aussi bien des espèces marines ne tolérant pas les dessalures que des espèces fluviales pouvant faire des incursions en eau saumâtre.

À ces ressources alimentaires disponibles s’ajoute la température de l’eau, plus chaude dans l’estuaire qu’en mer en période estivale, qui favorise la croissance des juvéniles. Enfin, la faible profondeur d’eau sur les secteurs de vasières en fait un refuge contre les prédateurs, ces zones leur étant plus difficilement accessibles.

Toutes ces caractéristiques contribuent à faire des vasières estuariennes des zones de nourricerie importantes pour les juvéniles de plusieurs espèces marines comme la sole et le bar. Pour ces espèces, l’estuaire est un milieu indispensable à la réalisation de leur cycle de vie. Les larves arrivent dans les zones côtières et les estuaires, portées par le courant, au début du printemps.

3.4.5.2 - Ichtyofaune présente dans l'estuaire

Source : Inventaire Bio-Littoral 2018-2019

Le GPMNSN a réalisé un suivi de l'ichtyofaune lors de la période octobre 2018 -octobre 2019. Dans un souci d'harmonisation des données au niveau national, le protocole utilisé était conforme aux conditions d'échantillonnage halieutique recommandées par la Directive Cadre Européenne sur l'Eau.

Sur les 437 traits de chalut réalisés entre octobre 2018 et octobre 2019 dans l'estuaire de la Loire, 48 espèces ou genres de poissons ont été inventoriés.

La plus grande diversité est observée dans l'estuaire externe où de nombreuses espèces marines (Raie, hippocampe, turbot) sont observées. Enfin, quelles que soient la période ou les espèces qui fréquentent l'estuaire de la Loire, les vasières et les étiers compris entre Corsept et Cordemais sont les plus attractifs pour les poissons en termes de densité et de biomasse. La figure ci-dessous présente les densités et la biomasse de poissons pour les principales espèces de l'estuaire (gobie, sole, flet, mullet, bar).

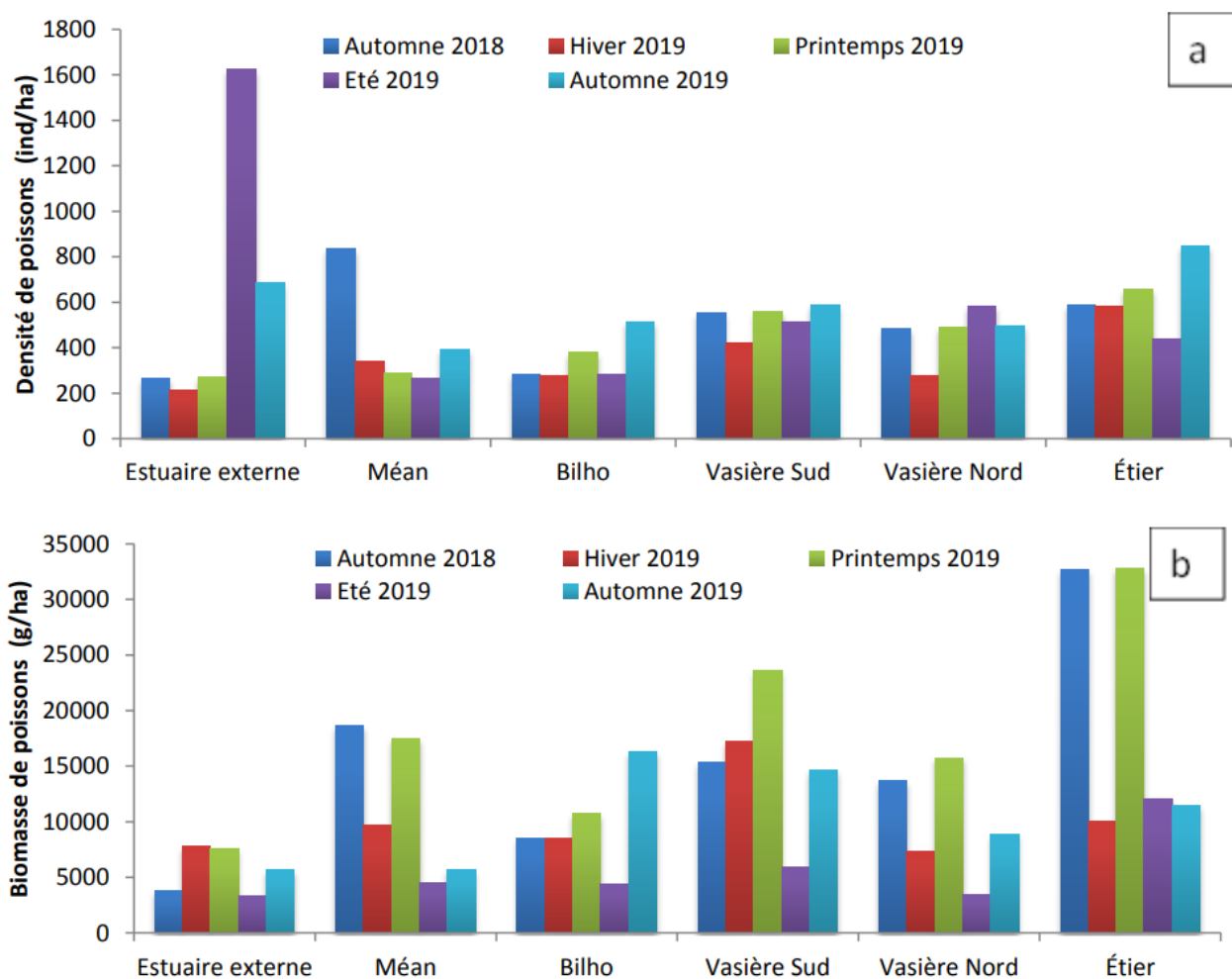


FIGURE 103 A) DENSITE MOYENNE DE POISSONS ; B) BIOMASSE MOYENNE DE POISSONS, MESURES PAR SAISON SUR CHAQUE SECTEUR

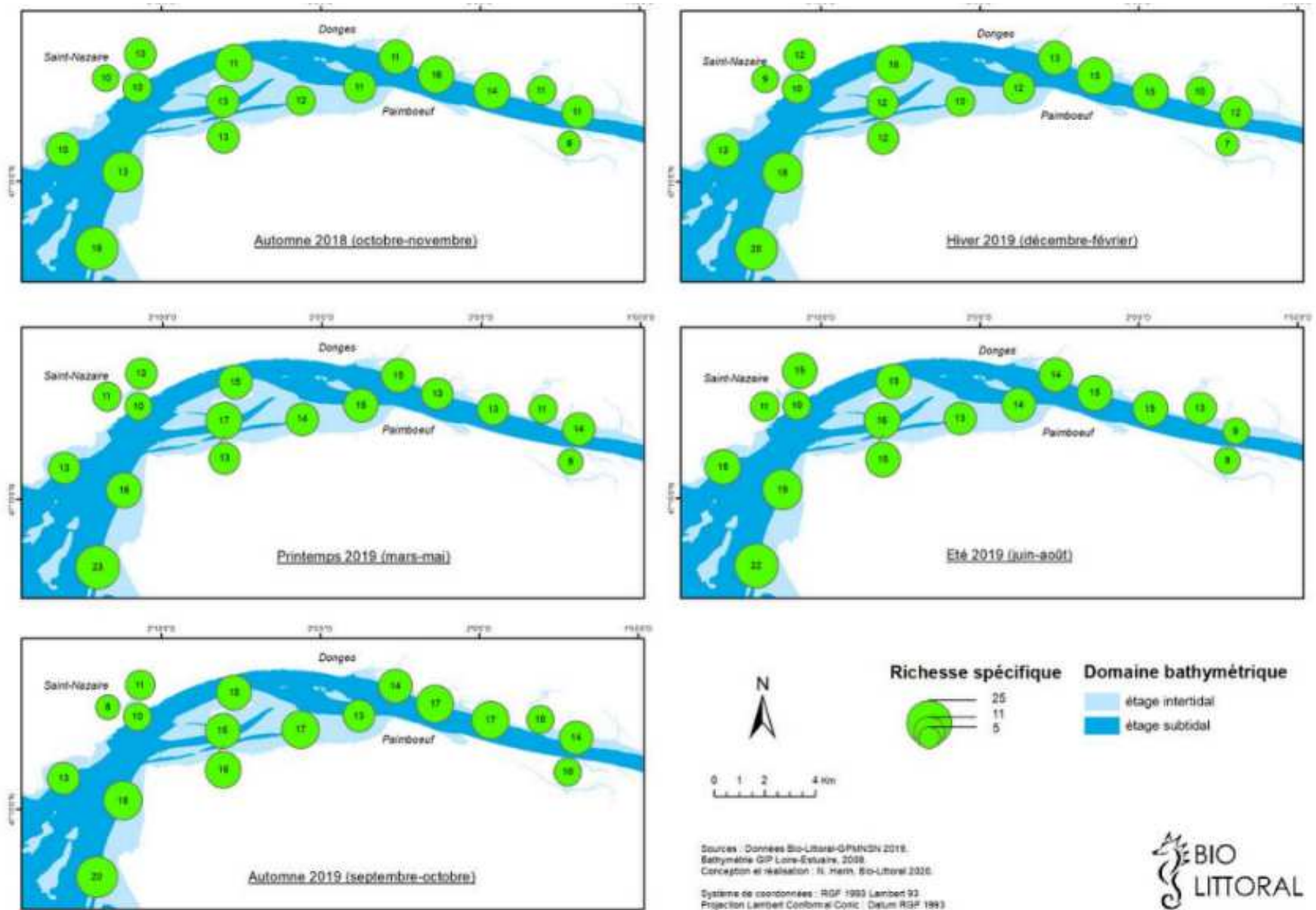


FIGURE 104 RICHESSE SPECIFIQUE DE L'ICHTYOFAUNE BENTHO-DEMERSALE OBSERVEE SUR CHAQUE SECTEUR DE L'ESTUAIRE LIGERIE EN ENTRE OCTOBRE 2018 ET OCTOBRE 2019

- Les gobies (*Pomatoschistus minutus*, *P. microps* et *Aphia minuta*) sont des petits poissons, de taille inférieure à 10 cm, qui servent de proies fourrages pour les plus gros carnivores. Ils représentent plus de 40 % de l'ichtyofaune de la Loire tout au long de l'année. Les *Pomatoschistus* effectuent tout leur cycle de vie dans l'estuaire tandis que *Aphia minuta*, plus marin, est surtout présent en été. Ils représentent une faible biomasse en raison de leur petite taille.
- Les juvéniles de sole commune (*Solea solea*) colonisent l'estuaire pendant leurs trois premières années de vie. En estuaire interne, ils sont particulièrement abondants du printemps à l'automne, avec un maximum atteint au printemps où ils représentent plus de 41% de l'ichtyofaune.
- Le flet (*Platichthys flesus*), colonise l'estuaire tout au long de l'année, particulièrement abondant en hiver avec 20 % de la densité totale des poissons pêchés à cette période en estuaire de Loire.
- Le mulot porc (*Chelon ramada*), occupe une part non négligeable du peuplement caractéristique de l'estuaire de la Loire, avec une prépondérance pendant la période printanière où il représente 16 % de l'ichtyofaune pêchée.
- Le bar (*Dicentrarchus labrax*) est présent tout au long de l'année sur l'ensemble de l'estuaire mais il peut présenter de très fortes abondances notamment en hiver où il représente plus de 24 % de l'ichtyofaune.

D'autres espèces peuvent être très abondantes dans l'estuaire à certaines saisons, comme l'éperlan, l'anchois, le tacaud et la brème. Le tableau suivant synthétise la structure des peuplements ichtyologiques relevés au cours des deux périodes de fonctionnalités écologiques de l'estuaire pour l'ichtyofaune : « été –nourricerie » et « hiver-zone de refuge ». Le printemps et l'automne étant des périodes de transition entre ces deux types de peuplements, la structure de leurs peuplements varie d'une année sur l'autre en fonction des paramètres environnementaux tels que la température et le débit du fleuve. La structure des peuplements de poissons de l'estuaire de la Loire montre une **forte saisonnalité liée aux conditions hydro-climatiques et aux seuils de tolérance** des différentes espèces.

TABLEAU 40 SYNTHÈSE DES CARACTÉRISTIQUES DE L'ICHTYOFAUNE BENTHO-DEMERSALE ESTUARIENNE

		Occurrence	Biomasse relative		Abondance relative	
			Hiver	Été	Hiver	Été
gobie	<i>Pomatoschistus</i>	Constante	forte	forte	faible	moyenne
sole	<i>Solea solea</i>	Constante	moyenne	moyenne	moyenne	forte
bar commun	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Constante	forte	moyenne	forte	forte
flet	<i>Platichthys flesus</i>	Constante	forte	faible	forte	forte
mulot porc	<i>Chelon ramada</i>	Occasionnelle	moyenne	faible	forte	forte
tacaud	<i>Trisopterus sp.</i>	Occasionnelle	moyenne	très faible	forte	très faible
sprat	<i>Sprattus sprattus</i>	Occasionnelle	très faible	faible	très faible	très faible
éperlan	<i>Osmerus eperlanus</i>	Occasionnelle	faible	très faible	très faible	très faible
brème commune	<i>Abramis brama</i>	Rare	moyenne	très faible	faible	très faible
motelle	<i>Ciliata mustela</i>	Rare	faible	très faible	très faible	très faible
anchois commun	<i>Engraulis encrasicolus</i>	Occasionnelle	très faible	faible	très faible	faible
prêtre	<i>Atherina presbyter</i>	Rare	faible	très faible	très faible	très faible
congre	<i>Conger conger</i>	Rare	très faible	très faible	faible	très faible
bar tacheté	<i>Dicentrarchus punctatus</i>	Rare		très faible		faible
anguille	<i>Anguilla anguilla</i>	Rare	très faible	très faible	très faible	faible
merlan	<i>Merlangius merlangus</i>	Rare	très faible	très faible	très faible	très faible
raie brunette	<i>Raja undulata</i>	Rare	très faible		très faible	
nonnat	<i>Aphia minuta</i>	Rare	très faible	très faible	très faible	très faible

3.4.5.3 - Précisions concernant l'ichtyofaune migratrice

Le chenal, toujours en eau, est le passage obligé pour les poissons qui migrent entre les cours d'eau du bassin de la Loire et l'océan. Si la Loire a été relativement épargnée par les grands aménagements hydrauliques, elle n'en est pas moins affectée par de nombreux obstacles ralentissant les migrations jusqu'à compromettre l'accès aux zones de reproduction et/ou de grossissement. Il en va de même de l'eutrophisation qui s'aggrave depuis la source des apports jusqu'au bouchon vaseux de l'estuaire. Dans ces conditions, les stocks de poissons migrateurs semblent fortement tributaires de l'hydrologie. En effet, les variations interannuelles de débit peuvent, soit réduire temporairement l'emprise des facteurs limitants, soit au contraire conduire à des situations de crise plus sévère.

Les espèces marines sont dominantes aussi bien en nombre d'espèces qu'en abondance et font du domaine polyhalin la partie de l'estuaire à la richesse spécifique la plus forte. Certaines espèces marines colonisent activement l'estuaire au stade juvénile à des fins trophiques : les vasières représentent des zones de nurseries essentielles pour ces espèces (notamment l'anguille, la sole et le bar). Seulement 20% des espèces recensées fréquentent régulièrement l'estuaire. L'ichtyofaune présente est constituée de quelques espèces à la fréquence d'occurrence élevée et aux densités fortes (notamment des juvéniles), et d'un grand nombre d'espèces plus occasionnelles et en densité faible.

Note : Les modalités d'échantillonnage ne permettent pas de recenser la biomasse réelle des anguilles et des civelles ce qui peut amener à sous-estimer les peuplements.

Note : De plus, les espèces amphihalines potamotoques (flet, bar, aloses par exemple), ne font que passer par l'estuaire pour rejoindre leurs zones de reproduction. Ainsi, bien que leur densité et fréquence d'occurrence peuvent paraître faibles, le passage de l'estuaire représente un enjeu fort pour ces espèces.

Les principales espèces migratrices rencontrées sur la zone de l'embouchure de la Loire sont : l'anguille européenne, le saumon atlantique, la truite de mer, les aloses (grande et feinte), les lamproies, la sole, le flet, le bar, les gobies et le mulot.

Sur le bassin de la Loire, **le saumon atlantique, l'anguille européenne, les deux espèces d'aloses et de lamproies et la truite de mer** font l'objet d'attentions particulières en matière de gestion. En effet, ces espèces sont en danger critique d'extinction par l'UICN, l'anguille fait l'objet d'un plan national d'action en vue de sa préservation et le saumon atlantique qui transite par l'estuaire de la Loire est le saumon de l'allier qui présente une signature génétique spécifique.

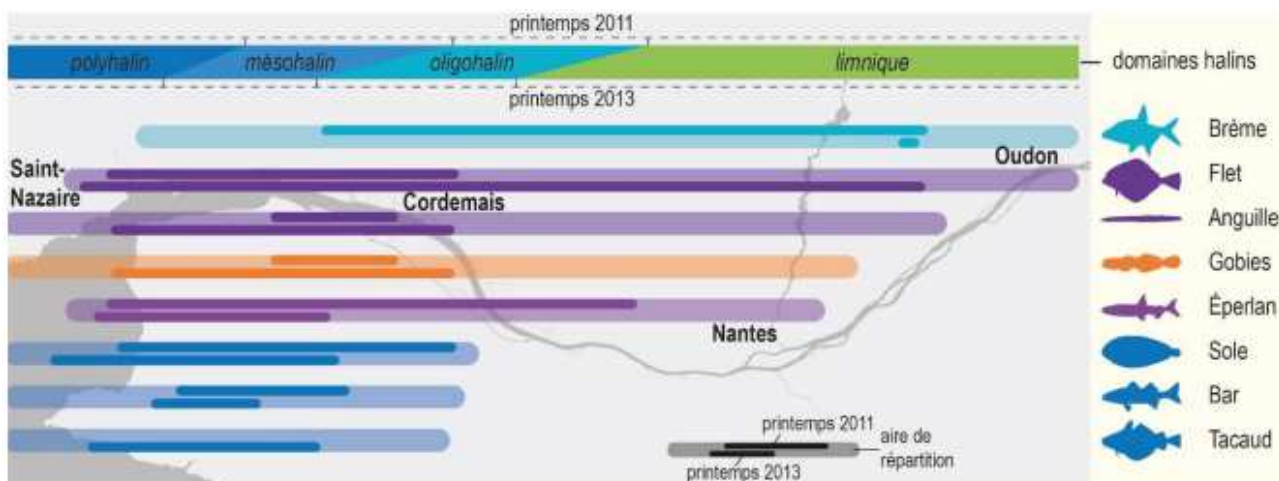


FIGURE 105 AIRE DE REPARITION MAXIMALE DES ESPECES LES PLUS FREQUENTES LORS DES INVENTAIRES DES PRINTEMPS 2011 (DEBIT 149M³/S) ET 2013 (1511 M³/S) ET DOMAINES HALINS CORRESPONDANTS (GIP LE 2018)

La figure ci-dessous présente les périodes de montaison, de dévalaison et de présence des espèces de poissons migrateurs au seins de l'estuaire en lien avec la période favorable aux hypoxies / anoxies (en rouge). Beaucoup d'espèces transitent entre l'automne et le début du printemps suivant : saumon adulte, truite de mer, alose adulte, lamproie adulte, civelle. Certains stades transitent en période estivale, c'est le cas des juvéniles des deux espèces d'alse et de lamproie, et de l'éperlan.

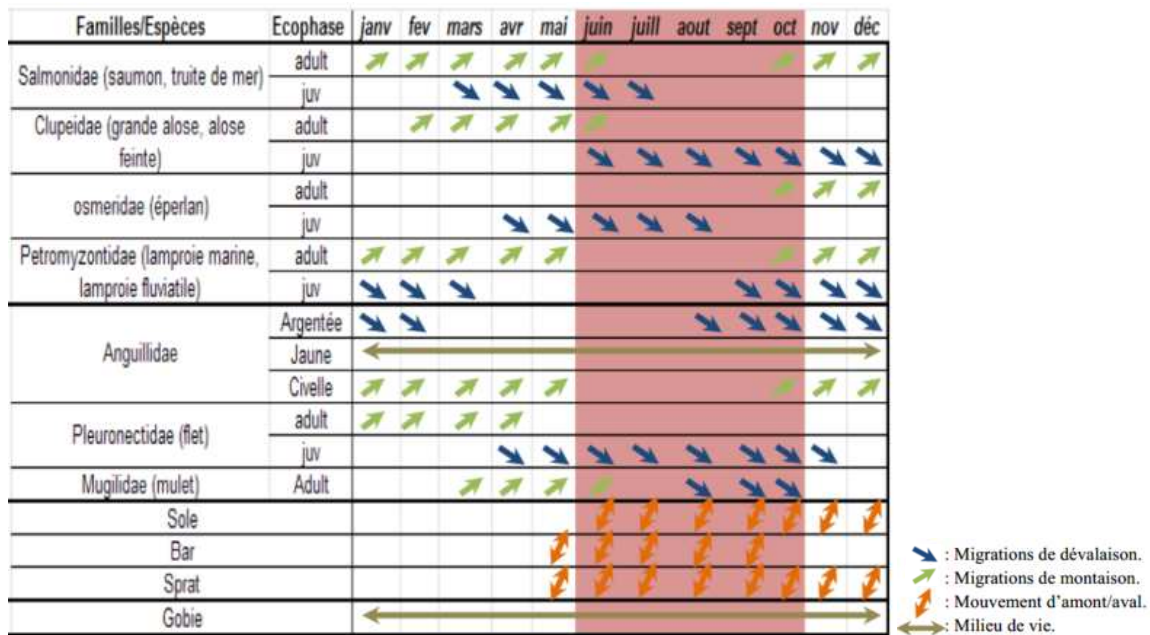


FIGURE 106 PERIODES DE MIGRATION DES PRINCIPAUX POISSONS MIGRATEURS DANS L'ESTUAIRE DE LA LOIRE

3.4.5.4 - Zones fonctionnelles halieutiques d'importance de l'estuaire externe

L'IFREMER a réalisé des études sur les zones fonctionnelles halieutiques d'importance en Atlantique. Ces études portaient sur les zones de frayères et de nourriceries. Les résultats sont présentés ci-dessous :

■ Frayères

- de sole : absence de la zone d'étude ;
- bar : pas de données sur la zone d'étude ;

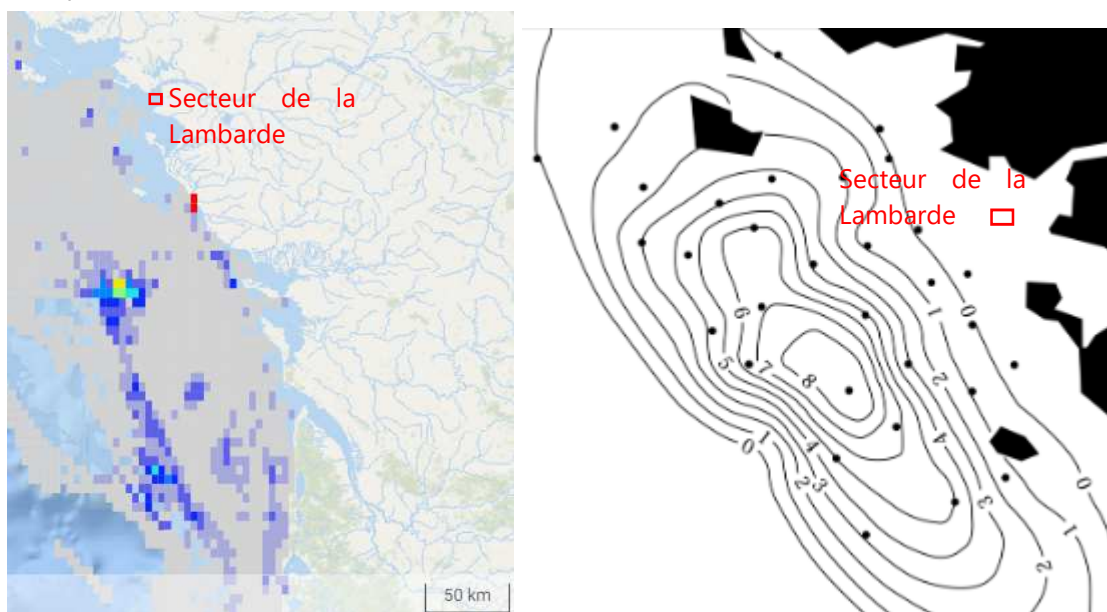


FIGURE 107 ZONES DE FRAYERES DU BAR (A GAUCHE) ET DE LA SOLE (A DROITE)

■ Concernant les nurseries, les données disponibles concernent le griset, la sole, les poissons plats, la plie, le ceteau et le bar. Les zones de nurseries sont présentées ci-dessous. Il convient de noter que les zones de production principales sont situées systématiquement en dehors de la zone de la Lambarde. De plus, au sein de la Lambarde, les zones plus productives sont situées au Nord de la Lambarde. La zone Sud, celle qui sera principalement exploitée dans les 10 prochaines années, ne présente pas une zone de nursery particulière pour l'ensemble des espèces. En l'absence de données spécifiques pour les POMI, on peut considérer que les zones de nurseries des espèces présentées correspondent à des zones à plus forte production trophiques. Le site de la Lambarde ne devrait donc pas représenter une zone d'intérêt particulier pour les POMI.

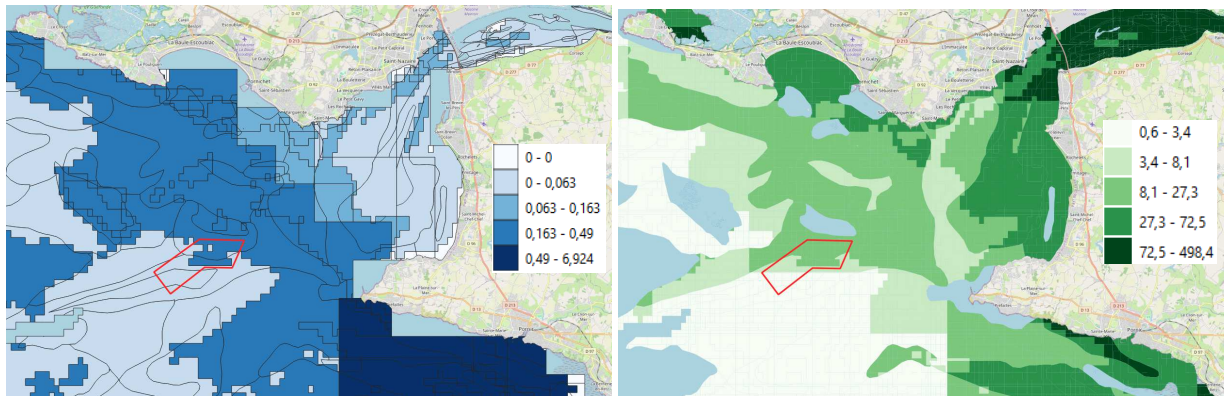


FIGURE 108 DENSITE (QUANTILE) DE NOURRICERIE DU GRISET (A GAUCHE) ET DE LA SOLE (A DROITE)

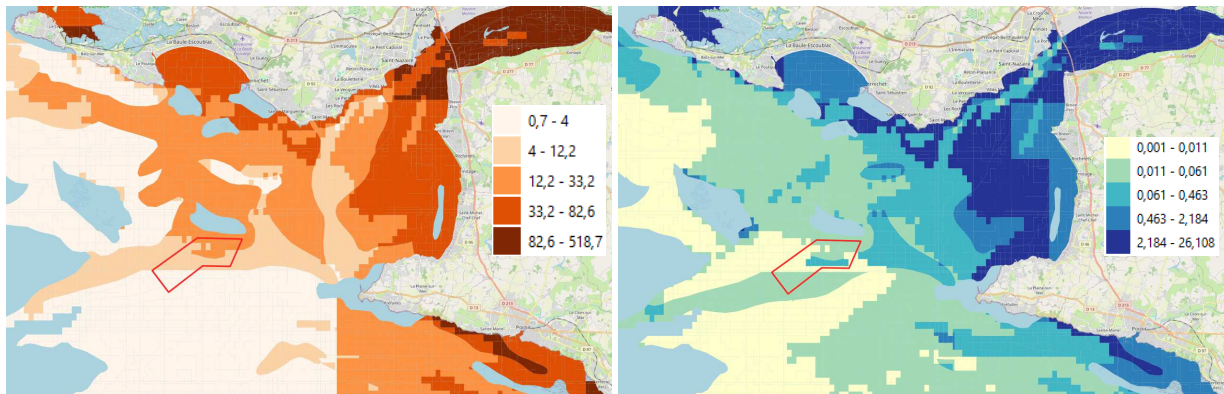


FIGURE 109 DENSITE (QUANTILE) DE NOURRICERIE DES POISSONS PLATS (A GAUCHE) ET DE LA PLIE (A DROITE)

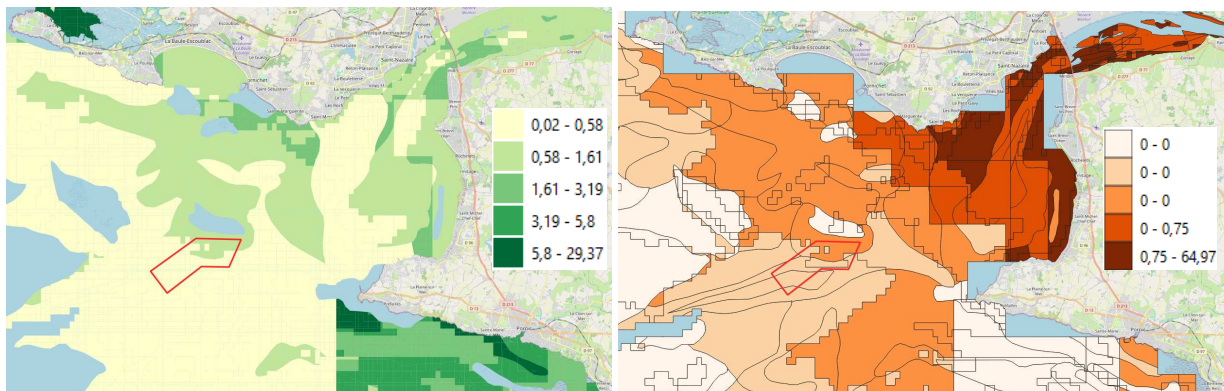


FIGURE 110 DENSITE (QUANTILE) DE NOURRICERIE DU CETEAU (A GAUCHE) ET DE LA BAR (A DROITE)

L'estuaire de la Loire offre aux poissons des eaux plus ou moins salées, turbides et oxygénées. Parmi les 79 espèces recensées entre 1977 et 2016, seulement une partie (20 %) fréquente régulièrement l'estuaire et très peu d'entre elles y effectuent tout leur cycle biologique, beaucoup y viennent pour se nourrir et grandir. D'autres espèces, encore, transitent par l'estuaire pour aller et venir entre mer et rivière. Les espèces marines sont dominantes aussi bien en nombre d'espèces qu'en abondance. Elles font de la zone polyhaline (eau salée mais plus douce que l'eau de mer) la partie de l'estuaire à la richesse spécifique la plus forte. Certaines espèces marines colonisent activement l'estuaire au stade juvénile à des fins trophiques : les vasières représentent des zones de nurseries essentielles pour ces espèces, dont la sole et le bar sont les principaux représentants. Pour les espèces amphihalines, l'estuaire représente un corridor migratoire mais également des habitats d'alimentation et de croissance. Cette interface est le lieu des modifications physiologiques intenses qui permettent à ces espèces de s'adapter au milieu doux lorsqu'elles arrivent de l'océan, et inversement.

3.4.5.5 - Synthèse sur l'ichtyofaune

La diversité des peuplements de l'ichtyofaune au sein de l'estuaire de la Loire est importante bien que seulement cinq espèces (bar, gobies, flet, sole et crevette grise) représentent plus de 75% des captures réalisées à chaque saison.

Si les surfaces concernées par les opérations de dragage sont limitées au sein de l'estuaire, il convient également de prendre en compte que la zone d'étude représente un passage obligé pour l'ichtyofaune à écophase estuarienne en montaison/dévalaison. Le passage de l'estuaire représente donc une étape vitale pour ces espèces qui conditionne le bon renouvellement des populations.

La zone d'immersion ne représente pas une zone d'intérêt particulier pour l'ichtyofaune et les POMI.

Au regard de ces éléments l'enjeu ichtyofaune a été considéré comme fort sur la zone d'étude.

3.4.6 - Mammifères marins

Sources :

Oiseaux marins et cétacés du golfe de Gascogne. Répartition, évolution des populations et éléments pour la définition des aires marines protégées, Castège I., Hémerly G., 2009.

Etude d'impact environnemental du Parc éolien en mer de Saint-Nazaire – EDF ER 2015

Suivi de la mégafaune marine au large des PÉrtais charentais, de l'Estuaire de la Gironde et de Rochebonne par observation aérienne – 2022

Les mammifères marins regroupent les cétacés, les pinnipèdes et les siréniens, soit plus d'une centaine d'espèces. Plus de 20 espèces de mammifères marins sont fréquemment rencontrées le long des côtes françaises.

Le secteur de la Lambarde est susceptible d'être fréquenté par divers cétacés et pinnipèdes, en particulier **le dauphin commun** et le phoque gris (dans une moindre mesure). Le grand dauphin, le marsouin commun, le dauphin commun ou encore le dauphin bleu et blanc sont aussi potentiellement présents. La zone marine au large de la Loire-Atlantique constitue une **zone de passage** et aucune population résidente de delphinidés n'y a été observée.

Les observations de globicéphalinés sont composées à près de 90 % d'observation de dauphin de Risso. La distribution s'étend de la Manche occidentale au sud du golfe de Gascogne avec toutefois une présence plus importante en zone océanique au nord du golfe.

Les observations de grands plongeurs (cachalots et baleines à bec) sont essentiellement composées de baleines à bec (près de 90 %). Les observations sont exclusivement localisées sur le talus et la zone océanique du golfe de Gascogne.

Les données disponibles indiquent que les mammifères marins fréquentent préférentiellement les zones au large au niveau du plateau et du talus océanique. Ils se rapprochent des côtes en automne mais restent peu présents à l'embouchure de l'estuaire. L'enjeu est donc considéré comme faible du fait de la faible présence de ces espèces dans les zones d'intervention.

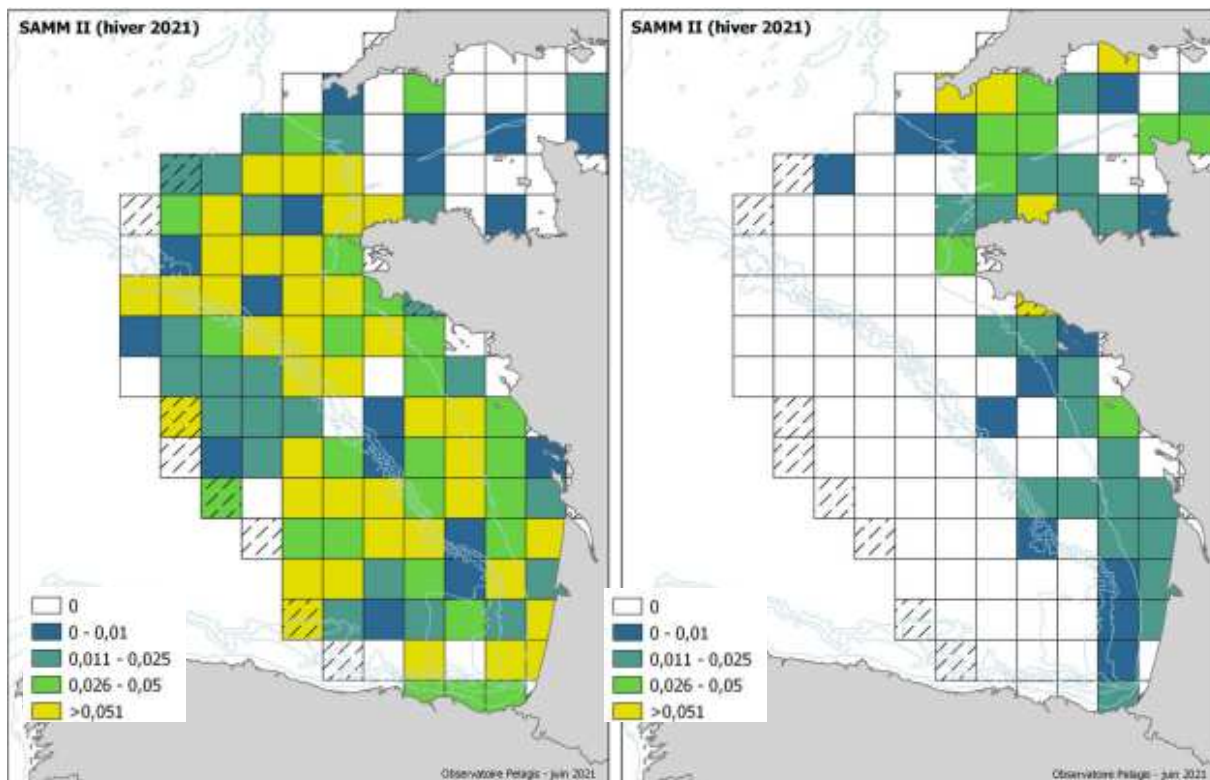


FIGURE 111 TAUX DE RENCONTRE DES PETITS DELPHINIDES (A GAUCHE) ET DU MARSOUIN COMMUN (A DROITE) (DONNEES DE SUIVI SAMM II, PELAGIS)

3.4.7 - Synthèse sur les habitats et espèces

La zone d'étude dispose d'une grande diversité d'habitats interconnectés, notamment dans l'estuaire interne. Cette mosaïque présente plusieurs fonctionnalités écologiques pour l'avifaune et l'ichtyofaune notamment : reproduction, repos, migration, alimentation.

Le site d'étude est un milieu estuarien riche en espèces de faune et de flore. De nombreuses espèces d'oiseaux sont régulièrement observées bien que leur nombre soit en baisse. Des mammifères marins peuvent également se trouver à proximité du site de la Lambarde. Concernant la flore, elle est principalement présente sur les habitats marnants à proximité immédiate de l'estuaire, ces zones sont propices au développement d'espèces patrimoniales.

L'enjeu faune-flore est globalement fort sur le site d'étude.

Pour rappel une notice d'incidence Natura 2000 est disponible en Pièce 8 de ce document.

4 - PAYSAGE ET PATRIMOINE

4.1 - Composantes paysagères

Source : Atlas des Paysages de Loire-Atlantique, DDTM 44 – 2011

À l'échelle du territoire de Nantes Saint-Nazaire, un développement historique le long du fleuve a été observé avec l'apparition des deux zones urbaines et l'urbanisation des zones littorales. Le réseau d'infrastructures de transport routier et ferroviaire est parallèle à l'axe de la Loire, l'activité économique est tournée vers le secteur portuaire. Malgré une industrialisation forte, la zone d'étude a su garder un caractère naturel, notamment entre Nantes et Donges, ainsi que sur une partie de son littoral.

Les paysages de l'estuaire se distinguent par leur amplitude et le contraste qu'ils offrent entre de vastes espaces agricoles et naturels inondables et des paysages très anthropiques comme ceux des pôles nantais et nazairien.

Le développement industriel de la basse Loire avec la centrale thermique de Cordemais, la raffinerie de Donges et la zone industrialo-portuaire, caractérisées par leurs grandes verticalités, s'inscrit dans un espace naturel foncièrement horizontal.

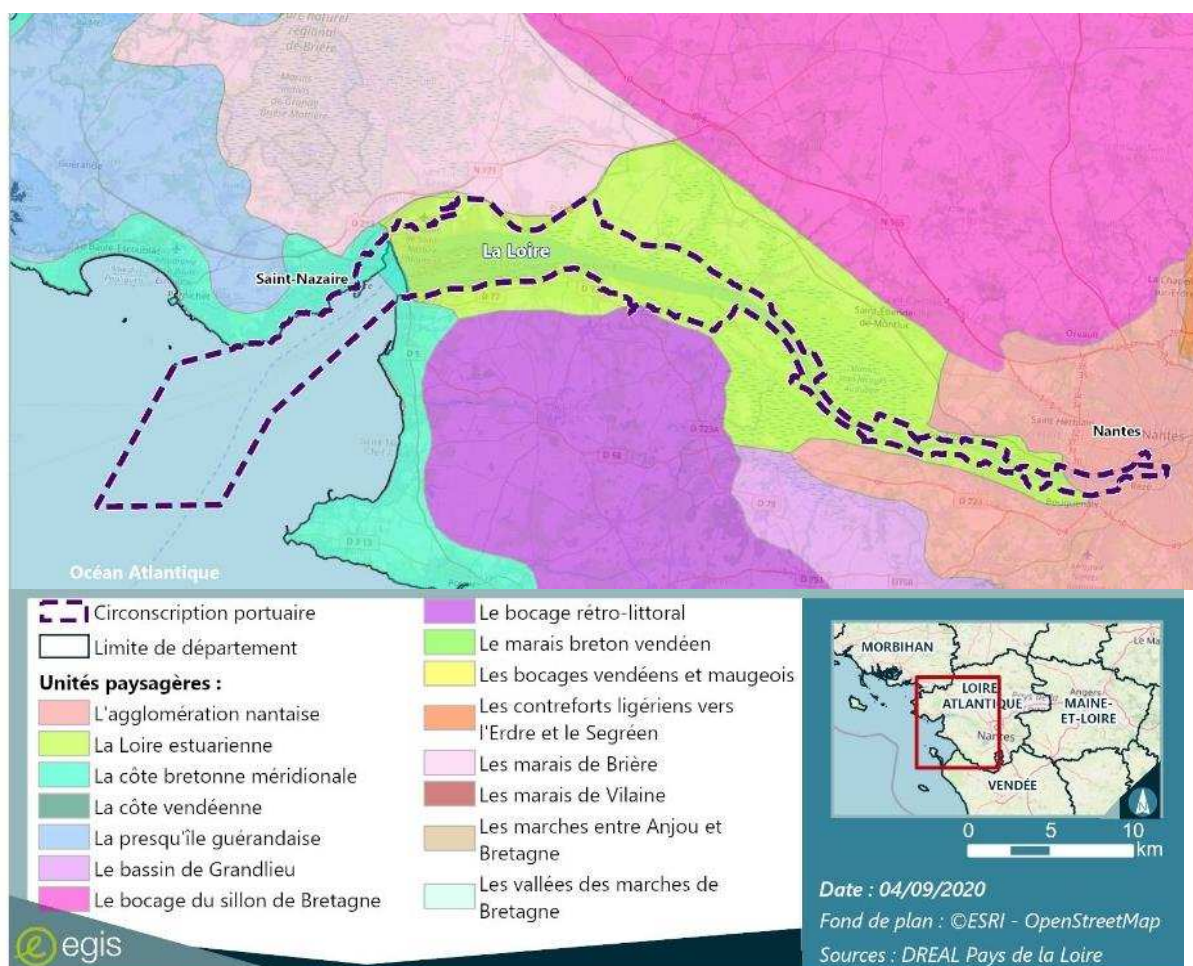


FIGURE 112 UNITES PAYSAGERES (SOURCE EVALUATION ENVIRONNEMENTALE DU PROJET STRATEGIQUE, EGIS, GPMNSN, 2021)

Les zones à proximité de l'estuaire sont en partie urbanisées et les activités sont fortement tournées vers le secteur portuaire. Le paysage est un enjeu modéré, le site concerné par le projet se trouvant en milieu aquatique.

4.2 - Patrimoine culturel

Source : Atlas des Patrimoines, Ministère de la Culture – 2023

4.2.1 - Monuments historiques

Au titre du patrimoine historique et architectural, il existe trois types de protection :

- les monuments historiques classés et inscrits au titre de la loi du 31 décembre 1913 modifiée sur les monuments historiques (maintenant codifiée dans le Code du Patrimoine) ;
- les sites inscrits et classés au titre de la loi du 2 mai 1930 (codifiée aux articles L.341-1 à L.341-22 du Code de l'Environnement) relative à la protection des monuments naturels et des sites de caractère artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque ;
- les Sites Patrimoniaux Remarquables (SPR), se substituant aux Aires de mise en valeur de l'Architecture et du Patrimoine (AVAP), aux Zones de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager (ZPPAUP) et aux secteurs sauvegardés, par la loi n°2016-925 du 7 juillet 2016.

Au sein même de la circonscription portuaire, quatre monuments historiques sont recensés :

- un monument historique classé :
 - le Menhir dit de la Vacherie, à Donges ;
- trois monuments historiques inscrits :
 - la balise des Morées ;
 - le phare du Grand-Charpentier ;
 - le Moulin de la Ramée.

Afin de protéger l'environnement des monuments historiques, la loi a prévu l'institution des abords de monuments historiques, un périmètre de 500m autour du monument historique est donc défini.

4.2.2 - Sites inscrits et sites classés

La loi du 2 mai 1930 sur la protection des sites institue deux niveaux de protection dont l'utilisation est placée sous la responsabilité de la Direction de l'Architecture et de l'Urbanisme au Ministère de l'Équipement agissant également en ce qui concerne les sites naturels pour le compte du Ministère de l'Environnement :

- Le **Site Classé** est une protection très forte qui donne lieu à enquête publique, à avis de la Commission Départementale et Supérieure des Sites et à décret en Conseil d'Etat ;
- Le **Site Inscrit** est une protection instituée par arrêté du Ministre compétent, eu égard à la nature du site, après avis de la Commission Départementale des Sites. La Direction de l'Architecture et de l'Urbanisme assure la régularité de la procédure d'inscription du site.

Deux sites inscrits sont à proximité du site d'immersion il s'agit des Sites Inscrits 44SI36 « Le site côtier de Pornichet à Saint-Marc » et 44SI03 « La grande côte de la presqu'île du Croisic » dont le site d'immersion fait partie intégrante.

Un site classé concerne le chenal entretenu il s'agit du Site Classé 44SC53 « Estuaire de la Loire » englobant la portion de l'estuaire située entre Donges et Couëron. Ce site est classé pour son fort intérêt paysager.

La zone du projet intercepte des périmètres de protection de sites patrimoniaux et les enjeux associés sont modérés.

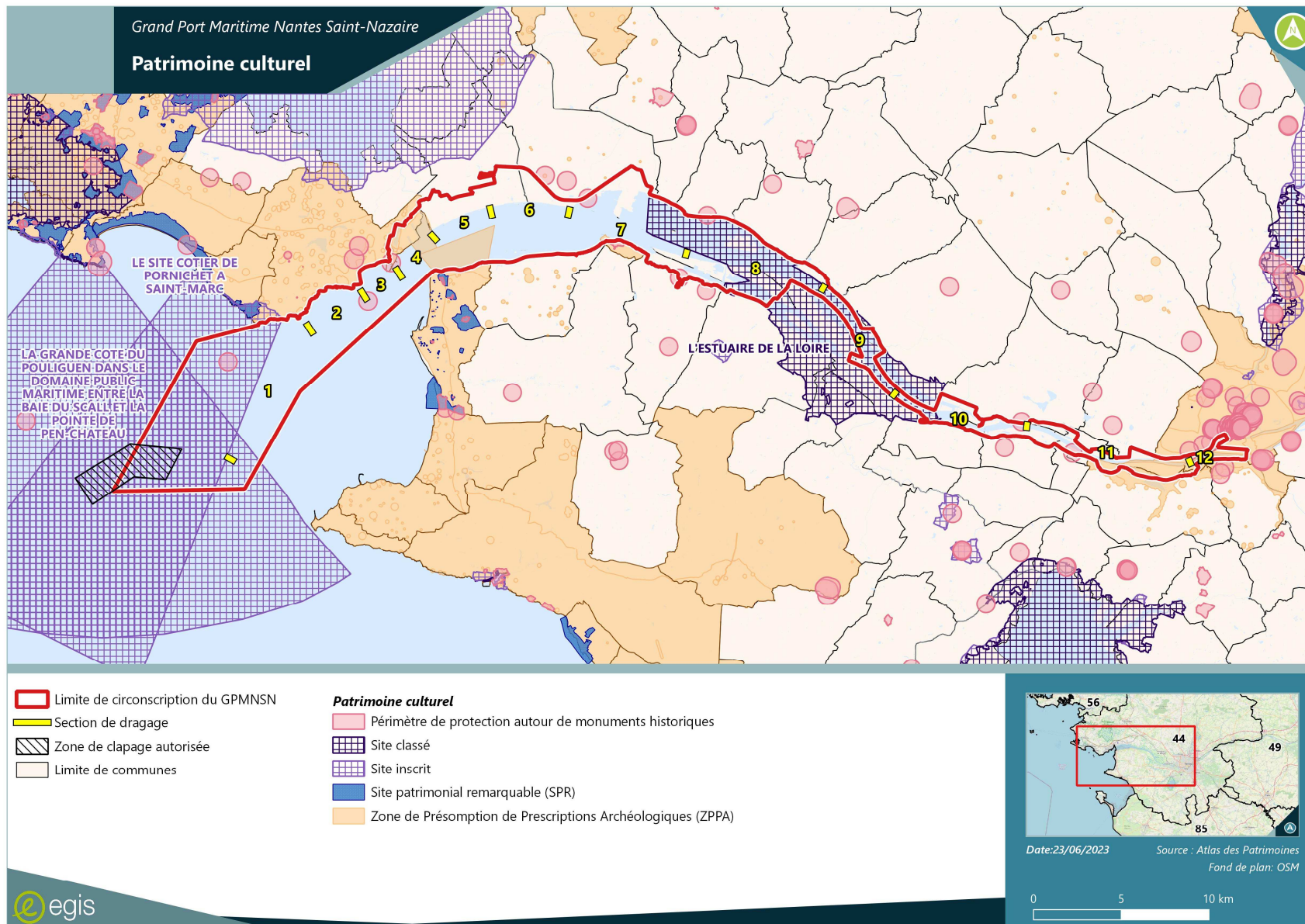


FIGURE 113 LOCALISATION DES SITES PATRIMONIAUX

5 - CONTEXTE HUMAIN

5.1 - Démographie et habitat

Les berges de la Loire sont occupées en majeure partie par des zones naturelles inondables et des marais., On trouve également les zones industrialo-portuaires (Cheviré, Cordemais, le complexe Donges-Montoir-Saint-Nazaire). Les zones habitées se trouvent principalement en amont et en aval (Nantes et Saint Nazaire-La Baule au Nord et Paimboeuf à Saint Brévin au Sud).

Les espaces habitées sont caractérisées par une forte attractivité (littoral et métropole dynamique), ainsi la zone enregistre une importante croissance démographique. Il convient également de noter la présence d'habitations éparses sur les rives de la Loire à proximité des zones de dragage (vers Trentemoult par exemple).

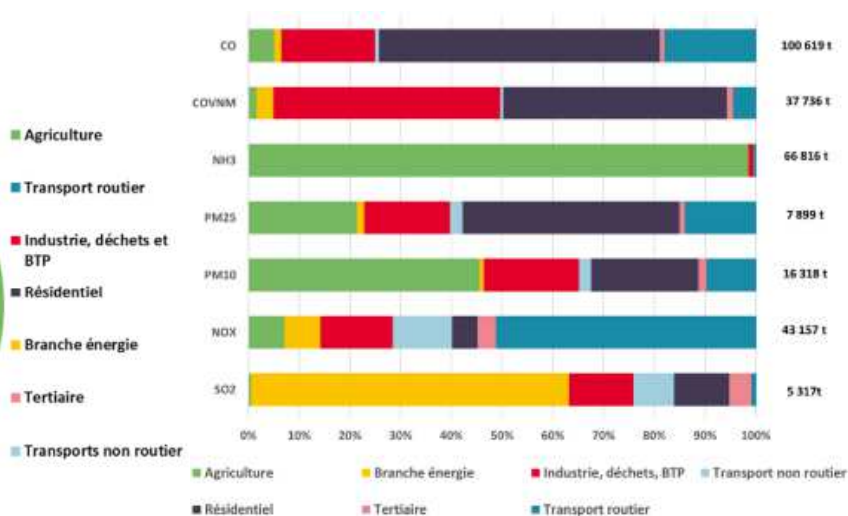
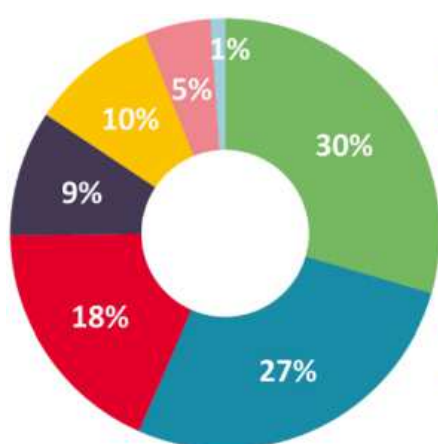
Les zones de travaux sont localisées à proximité de zone fortement anthropisées (zones urbaines industrialisées) ou de zones naturelles préservées. Au regard de la densité et de la localisation des habitations, l'enjeu associé au contexte sonore est considéré comme moyen le long de l'estuaire.

5.2 - Qualité de l'air

Source : Air Pays de la Loire et Programme Régional de Qualité de l'Air (PRQA)

La qualité de l'air au droit de l'estuaire est suivie par le réseau de stations de mesure d'Air Pays de la Loire. L'inventaire 2008 – 2021 de BSAEMIS de l'observatoire met en évidence les éléments suivants :

- Les transports non routiers (qui incluent les opérations de dragage) représentent environ **1% des émissions polluantes** à l'échelle de la Région ;
- Les émissions de GES sont en **légère diminution depuis 2008** (17% de réduction) ;
- Les principaux polluants émis par les transports non routiers sont les **NOX** (oxydes d'azote) et le **SO2** (dioxyde soufre) ;
- Les émissions de NOX ont baissé d'environ 40% et celle de SO2 de près de 70%.
- Selon le Programme Régional de la Qualité de l'Air, les activités de dragage représentaient en 2021 entre 0.04 et 0.8% des émissions de polluants dans l'estuaire interne.



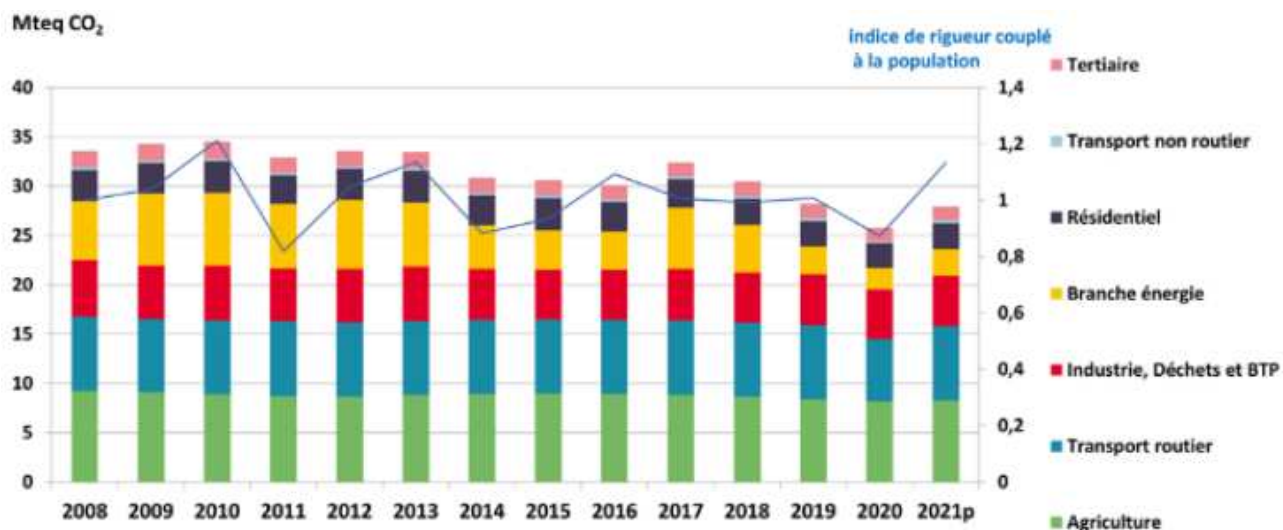


FIGURE 114 EMISSIONS DE GES (EN HAUT A GAUCHE), EVOLUTION DES GES DEPUIS 2008 EN HAUT A DROITE ET EMISSIONS DE POLLUANTS EN 2021 (EN BAS)

Selon Air PdL, l'agglomération de Saint-Nazaire intègre d'importants établissements et infrastructures (raffinerie, industries, grand port maritime...) qui sont fortement émetteurs aux niveaux régional et national. L'influence industrielle est notamment marquée au droit de Paimboeuf et de Donges.

En effet, les émissions de polluants atmosphériques de la zone Basse-Loire sont principalement dues à la raffinerie de Donges, à la centrale thermique de Cordemais et aux escales des navires accostant à Donges et Montoir.

Concernant Nantes, elle est la 1^{ère} agglomération de la région et représente un important carrefour qui fait du secteur des transports un fort émetteur pour l'ensemble des polluants atmosphériques. Les importantes émissions de particules du secteur industriel sont dues en majorité aux chantiers et au BTP.

La qualité de l'air de la zone d'étude est plutôt bonne mais subit des pressions en lien avec le transport routier et l'activité industrielle de Donges.

L'enjeu est considéré comme faible au regard de la localisation des zones de dragage.

5.3 - Activités économiques

Source : INSEE

Le complexe industrialo-portuaire (CIP) de Nantes Saint-Nazaire regroupe, en 2018, 28 500 emplois dans 730 établissements. Ces emplois s'y répartissent à hauteur de 9 000 dans les activités cœur de métier, dites maritimes, et 19 500 dans les activités non maritimes, des industries et des services présentant des relations de dépendances étroites avec le port. L'ensemble de ces activités génère 3 milliards d'euros de valeur ajoutée, soit 5 % de la richesse dégagée par les Pays de la Loire. L'aire d'influence du port est multipolaire et s'étire le long de l'estuaire de la Loire.

Le CIP de Nantes Saint-Nazaire dispose d'infrastructures portuaires spécialisées (vracs solides, vracs liquides, marchandises diverses). Elles s'étendent sur 60 kilomètres le long de l'estuaire de la Loire, soit la distance qui sépare Saint-Nazaire de Nantes. L'activité du port couvre un vaste territoire d'une superficie de 2 700 hectares dont 40 % d'espaces à vocation naturelle.

Une part importante des activités maritimes se déroulent à Saint-Nazaire. Les activités non maritimes sont réparties le long de la Loire jusqu'à Nantes.

Près de 70% des activités conduites sur le GPMNSN sont des activités non maritimes.

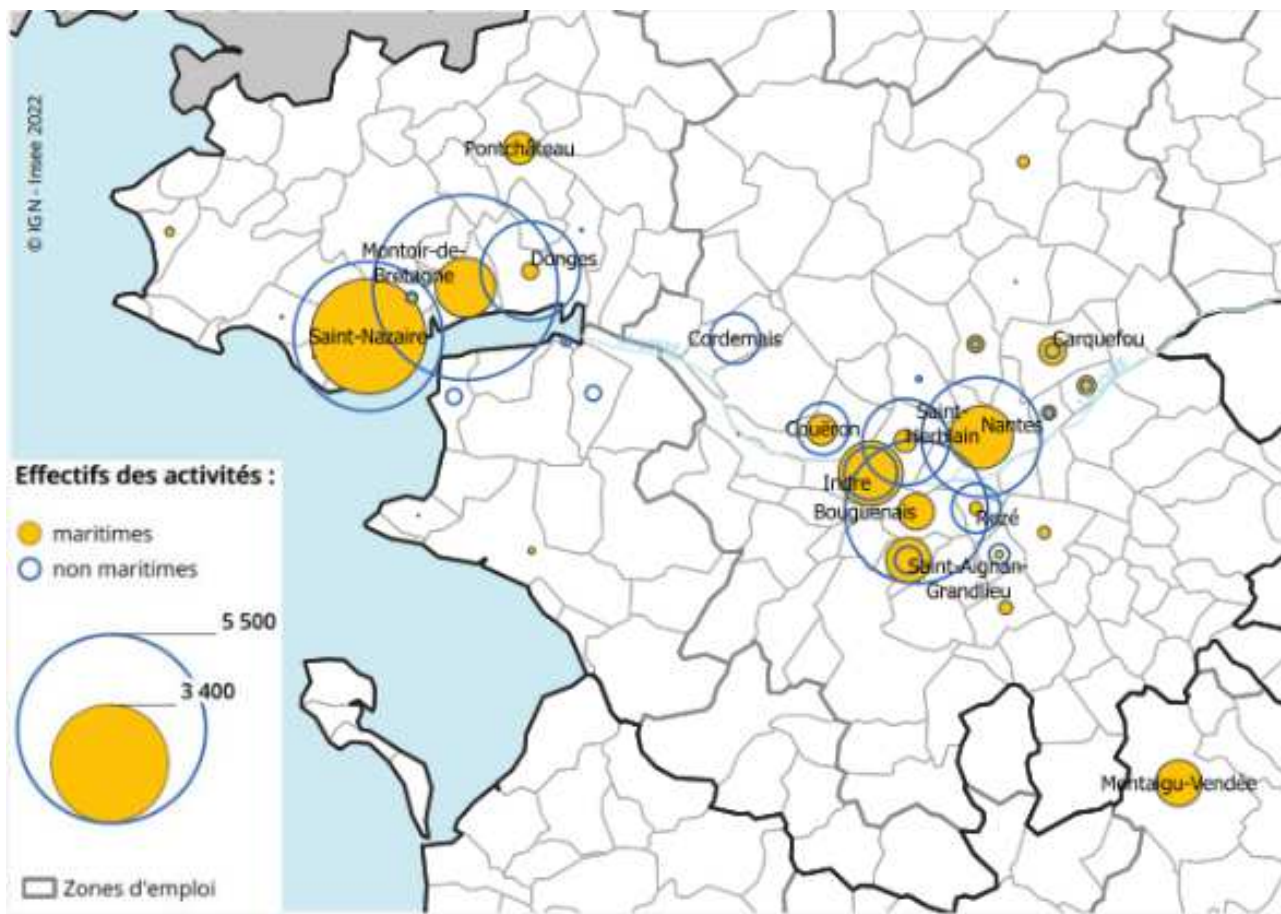


FIGURE 115 EFFECTIFS SALAIRES DES ACTIVITES MARITIMES ET NON MARITIMES DU CIP DE NANTES SAINT-NAZAIRE PAR COMMUNE

TABLEAU 41 REPARTITION ET EVOLUTION DES EFFECTIFS SALAIRES PAR ACTIVITE DANS LE CIP DE NANTES SAINT-NAZAIRE

	Effectifs salariés (en nombre)	Établissements (en nombre)	Évolution des effectifs 2015- 2018 (en %)
Gestion du port	1 138	32	6,9
Douanes, affaires maritimes, autorité portuaire	756	6	6,6
Autres services liés au port	382	26	7,3
Organisation des transports	2 668	132	7,2
Affrètement et organisation des transports	1 168	98	8,4
Messagerie, fret express	1 057	9	5,8
Manutention portuaire	443	25	7,5
Construction maritime	4 846	84	18,6
Construction et réparation de bateaux	4 373	69	26,2
Autres constructions et fabrications	473	15	-23,8
Transports par voie d'eau	397	26	-14,6
Activités maritimes	9 049	274	11,7
Industries	12 858	92	7,4
Construction aéronautique	7 397	7	9,5
Construction - Génie-civil	663	14	14,5
Industries extractives	///	///	///
Industrie mécanique et métallurgie	2 276	24	-0,9
Raffinage	///	///	///
Énergie	565	7	-17,6
Industries diverses	1 181	18	33,4
Services aux industries	4 854	222	11,3
Commerce de gros	1 883	126	-7,6
Logistique	532	32	6,4
Ingénierie	837	21	16,6
Autres services aux entreprises	1 602	43	44,8
Transports terrestres	1 740	142	-1,2
Activités non maritimes	19 452	456	7,5
Ensemble du complexe industrialo-portuaire (CIP)	28 501	730	8,8

5.3.1 - Activités portuaires de commerce

Source : www.nantes.port.fr

En 2022, le trafic total du port de Nantes Saint-Nazaire s'est élevé à **29,7 Mt**, dont **22,5 Mt à l'import** et **7,2 Mt à l'export**. L'année a été marquée par le redémarrage des activités de raffinage de TotalEnergies et les besoins énergétiques accrus du Grand Ouest engendrant une augmentation importante des importations de pétrole, gaz et charbon. Le trafic a ainsi connu en 2021 un retour à son niveau de 2013-2019 (30,7 Mt en 2019 dont 8,2 Mt à l'export) après une importante chute en 2020. Le tonnage d'importation reste constamment supérieur à celui d'exportation.

Le trafic portuaire est influencé par les événements politiques, voire climatiques, les décisions de stratégie communautaire, notamment en matière de politique agricole commune et de politique de transports.

Ce trafic répond aux besoins de différents secteurs d'activité : l'approvisionnement en énergie, les échanges liés à l'activité agricole et agroalimentaire, et l'industrie.

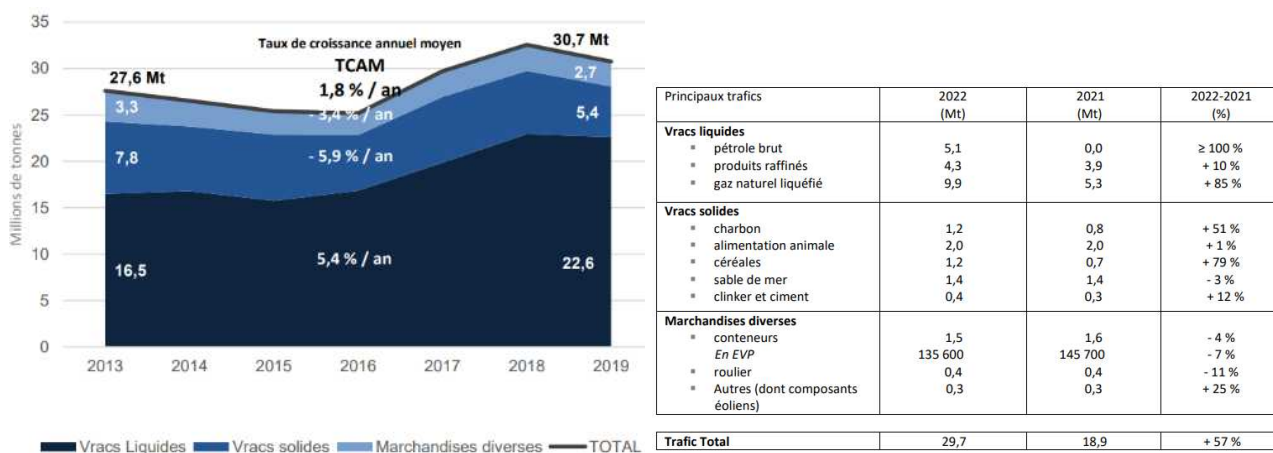


FIGURE 116 EVOLUTION DES TRAFICS SUR 2013-2019 (A GAUCHE) ET EVOLUTION DES PRINCIPAUX TRAFICS ENTRE 2020 ET 2021 (A DROITE) (GPMNSN 2023)

En 2021 le Gaz Naturel Liquéfié était la principale marchandise transportée au sein du GPMNSN. En effet, les imports de GNL ont augmenté de manière considérable entre 2014 et 2022.

Concernant la filière alimentation animale, une stagnation a été observée durant les dernières années y compris lors de l'année 2021 contrairement aux autres filières.

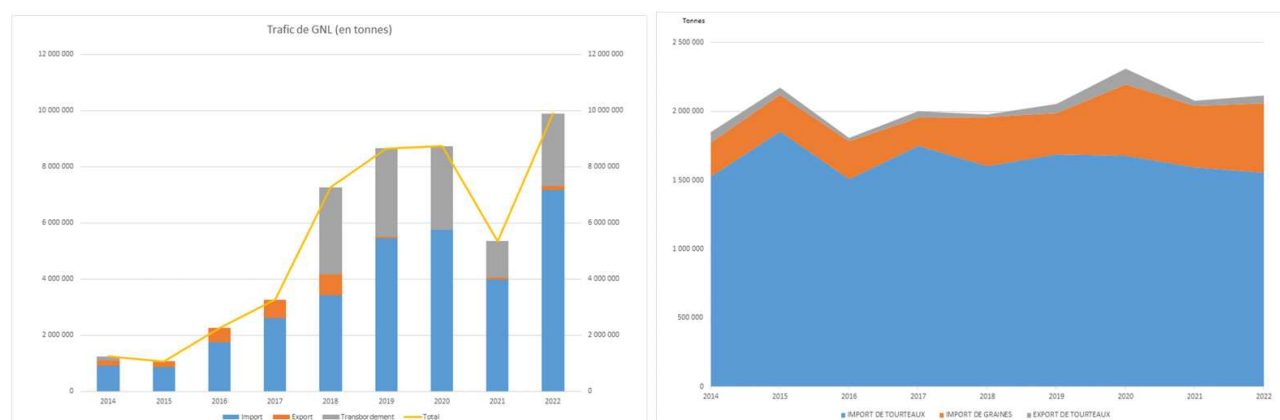


FIGURE 117 EVOLUTION DES FLUX DE GNL ENTRE 2014 ET 2022 (SOURCE : GPM)

Les flux conteneurisés en 2021 restaient également en accord avec la tendance des années précédentes. Enfin, le transport de produits raffinés, 2^{ème} filière de transport du GPMNSN, a connu une baisse en 2021 en comparaison des années précédentes.

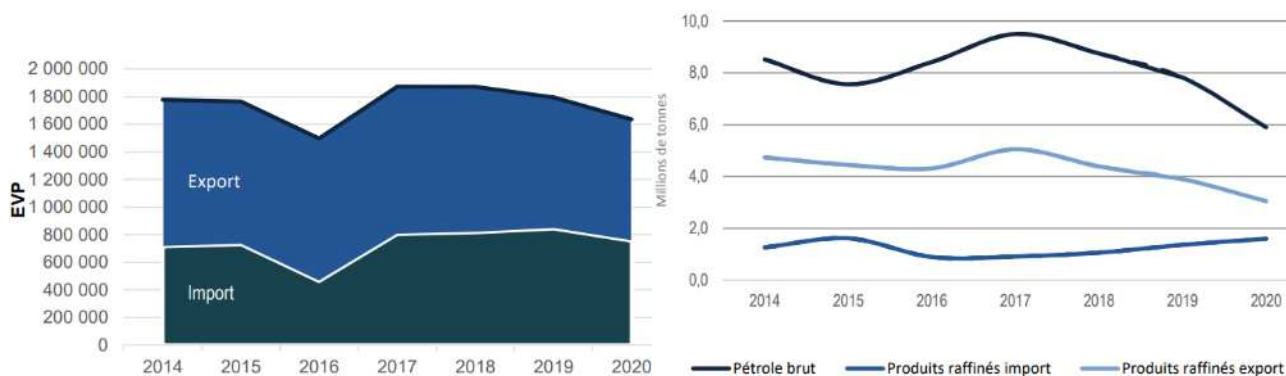


FIGURE 118 EVOLUTION DES FLUX CONTENEURISES ENTRE 2014 ET 2020 EVOLUTION DES FLUX D'HYDROCARBURES ENTRE 2014 ET 2020 (SOURCE : GPM)

Le GPMNSN est en relation avec plus de 400 ports dans le monde. Il dispose de plusieurs sites répartis au long de l'estuaire :

- **site de Saint-Nazaire** : cette zone est dédiée à la construction et la réparation navale (Chantiers de l'Atlantique). Il dispose de 4 formes (3 formes de radoub et 1 forme écluse). Les autres activités du site sont la construction aéronautique, l'agroalimentaire ou encore la construction mécanique. Le site accueille également une activité en croissance autour de l'éolien offshore ;
- **site de Montoir-de-Bretagne** : roulier, trafic de conteneurs, gaz naturel liquéfié, différents types de vrac (alimentaires, industriels ou encore tourbe et sable) ;
- **site de Donges** : raffinerie de capacité annuelle de traitement de 11 Mt de pétrole ;
- **site de Paimboeuf** : Site historique du port de Nantes. Centre d'exploitation des dragages du GPMNSN et de maintenance ;
- **site du Carnet** : il dispose d'une réserve foncière de 100 ha ;
- **site de Cordemais** : La centrale charbon de production électrique de Cordemais sera remplacée par un centre de production de pellets dans le cadre du projet Ecocombust. Les travaux doivent démarrer fin 2023.
- **site du Pellerin** : L'atelier des Coteaux au Pellerin est à la fois un atelier de production et de maintenance.
- **sites amont (Nantes)** : Cheviré, connu comme "port à bois" jusqu'au début des années 2000, a développé au fil des années une nouvelle vocation, celle de plate-forme logistique urbaine). Y sont traités : vracs de construction (bois, sable), recyclage (ferraille, terres, déchets de bois), conventionnel et vracs divers (engrais, céréales bio, tourbe, éoliennes terrestre), colis lourds. Face à lui (rive droite), le site de Roche-Maurice est un grenier à céréales majeur dans le Grand Ouest et Cormerais accueille des vracs liquides chimiques et des produits raffinés. Chaque année, près de 450 navires y font escale. Le trafic portuaire avoisine les 2 Mt, soit 6 % du trafic total de Nantes Saint-Nazaire Port.

5.3.2 - L'accès maritime du GPMNSN

La desserte des installations portuaires est assurée par un chenal maritime de 66 km de longueur qui se décompose en deux sections :

- Le chenal d'accès à Donges : il s'étend de la bouée du Chatelier aux postes de Donges, sur une longueur de 25 km et 300 m de largeur. De la bouée du Chatelier à la bouée 14 (Trebézy), la cote du chenal est -13,70 m CM. Puis de la bouée 14 (Trebézy) aux postes de Donges, la cote est de -12,85 m CM. Deux zones d'évitage ont été réalisées devant les appontements méthaniers d'une part, et devant les appontements pétroliers d'autre part. De plus, il est à noter l'ouverture d'une zone de dégagement de navires hors chenal, entre la bouée n° 8 et le pont de Saint-Nazaire, sur une largeur de 150 m au nord de l'accote nord du chenal.
- Le chenal d'accès à Nantes : d'une longueur de 34 km et de 150 m de largeur, dispose d'une cote plus réduite que celle du chenal de Donges. En effet, de Donges aux Coteaux (Le Pellerin), la cote est de -4,70 m CM puis elle passe à -5,10 m CM des Coteaux à Nantes. Ce chenal dispose également d'une zone d'évitage à Trentemoult pour les navires de moins de 225 m de long.

La très grande majorité du trafic maritime commercial emprunte le Canal du Sud, dans la Grande Rade de la Loire. En sortie, il en est de même en sens inverse, jusqu'à la « porte du port » (99% des navires). Les navires gagnent ensuite le large, la majorité d'entre eux poursuivant leur route jusqu'à la bouée d'atterrissage SN1 avant d'infléchir leur trajet hauturier.

Le Canal du Nord, qui sépare le continent des hauts fonds des plateaux de La Lambarde et de La Banche, est quasi exclusivement emprunté par les navires sabliers qui font route entre la Loire et les ports de Lorient et Brest.

La **zone d'attente de la Grande Rade** permet à des navires d'y stationner, à l'ancre, entre quelques heures à un maximum d'une semaine. Elle peut accueillir un maximum de 10 navires simultanément, mais peut aussi être totalement déserte. La partie sud du périmètre d'immersion demandé empiète sur environ 2 km² de la zone d'attente ; ce qui représente moins de 10% de la surface de la zone d'attente.

Le site d'immersion se situe à l'ouest du chenal d'accès et empiète sur une portion nord de la zone d'attente.

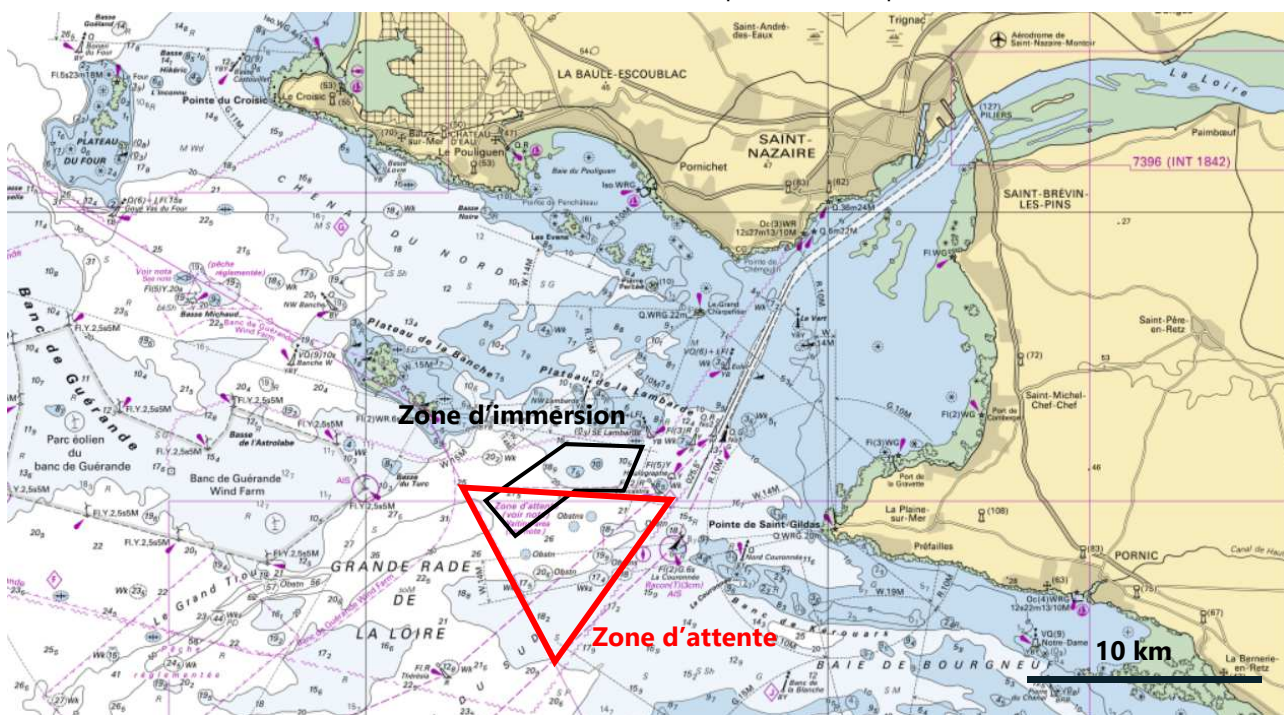


FIGURE 119 LOCALISATION DE LA ZONE D'ATTENTE

Les caractéristiques d'accès sont les suivantes :

- Les tirants d'eau admissibles varient avec les coefficients de marée. Ils se déterminent en ajoutant à la cote d'entretien du chenal la cote de pleine mer à Saint-Nazaire, et en réservant sur la hauteur obtenue un pied de pilote (en général 15 % du tirant d'eau du navire du large jusqu'à Villès-Martin et 10 % dans le chenal intérieur).

On obtient ainsi pour 98 % des marées un tirant d'eau admissible de 14,95 m pour le chenal de Donges, et de 8,40 m pour le chenal de Nantes. Les navires effectuent la montée ou la descente du fleuve en une seule marée.

- Les tirants d'air dégagés par rapport aux plus basses mers (0 CM) sont :

- 61,40 m sous le pont de Saint-Nazaire ;
- 55,85 m sous les lignes à très haute tension de Basse Indre à Couëron ;
- 58,40 m sous le pont de Cheviré,

- Procédures et routes d'accès

Pour l'accès au Grand Port Maritime, le pilotage est obligatoire pour :

- Tous les navires transportant des hydrocarbures ou des substances dangereuses, quel que soit leur taille,
- Tous les navires de longueur supérieure ou égale à 75 mètres,
- Les navires de longueur inférieure à 75 mètres qui ne seraient pas équipés de VHF et de radar.

L'embarquement du pilote se fait à environ 4 milles dans l'Ouest de la pointe de Saint-Gildas (secteur de stationnement du bateau pilote), ou (pour le trafic du chenal du nord) à l'est-sud-est du Grand Charpentier.

5.3.3 - La pêche professionnelle : Description de l'activité départementale

Sources : Source IFREMER – Système d'Information Halieutique (SIH) – Bilan Départemental

L'activité halieutique en Loire est une succession de pêches saisonnières. L'estuaire de la Loire présente la particularité d'associer pêche fluviale et pêche maritime, les deux pratiques s'exerçant de manière concomitante dans certains secteurs, notamment lors de la pêche à la civelle.

5.3.3.1 - Description de l'activité halieutique sur le secteur de Saint-Nazaire

L'estuaire est fréquenté par les navires issus du port de Saint-Nazaire et des ports satellites (Le Pouliguen, Mindin, Paimboeuf, Méan). Au sein du quartier maritime de Saint-Nazaire, 124 navires étaient inscrits au FPC (Flotte de Pêche Communautaire) en 2021. Ils sont globalement de petite taille, 63% d'entre eux ayant une taille comprise entre 6 et 10 m. L'âge moyen des navires est de 30 ans

Le nombre total de navires entre 2001 et 2021 a diminué et également au sein des catégories de taille.

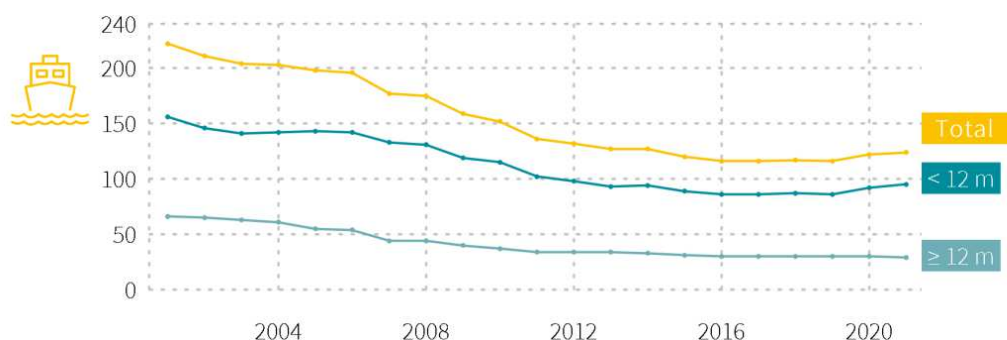


FIGURE 120 EVOLUTION DU NOMBRE DE NAVIRES DE 2001 A 2021 PAR CATEGORIE DE LONGUEUR

Sur 124 navires inscrits, 118 sont actifs à la pêche. Parmi les 118 actifs, 47% utilisent des chaluts et 42% des tamis. Parmi les navires actifs par mois et par métier, les plus représentés sont : tamis à civelle, chaluts de fond à poissons démersaux et benthiques et chaluts de fond à céphalopodes.

TABLEAU 42 NOMBRE DE NAVIRES ACTIFS PAR MOIS ET PAR METIER EN 2021

Métiers	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Chaluts de fond à poissons démersaux et benthiques	25	24	24	23	17	19	11	10	13	19	22	20
Chaluts de fond à céphalopodes	20	18	18	4	7	7	9	11	14	22	25	18
Tamis à civelle	44	48	38	2								9
Casiers à petits crustacés	15	11	12	6	2	1	3	4	4	6	13	16
Palangres de fond à poissons démersaux et benthiques	3		3	7	10	11	10	13	14	9	7	5
Chaluts de fond à petits crustacés	3	5	7	11	7	10	9	9	8	8	6	3
Filets maillants dérivants à poissons démersaux et benthiques			6	6	7	5	3	6	8	7	8	6
Chaluts jumeaux de fond à langoustine		1	8	10	10	10	7	7	6			2
Casiers à grands crustacés			4	6	7	7	8	5	5	5	5	3
Chaluts boeufs pélagiques à thonidés						5	9	18	17	5		

de 0 à 9 navires
 de 10 à 18 navires
 de 19 à 28 navires
 de 29 à 37 navires
 de 38 à 48 navires

Parmi les navires considérés, 70 se trouvent inactifs à la pêche au moins un mois dans l'année, et 6 se trouvent inactifs toute l'année. En moyenne, les navires sont actifs à la pêche 7 mois de l'année.

Les zones de pêches les plus fréquentées sont représentées sur la carte ci-dessous.

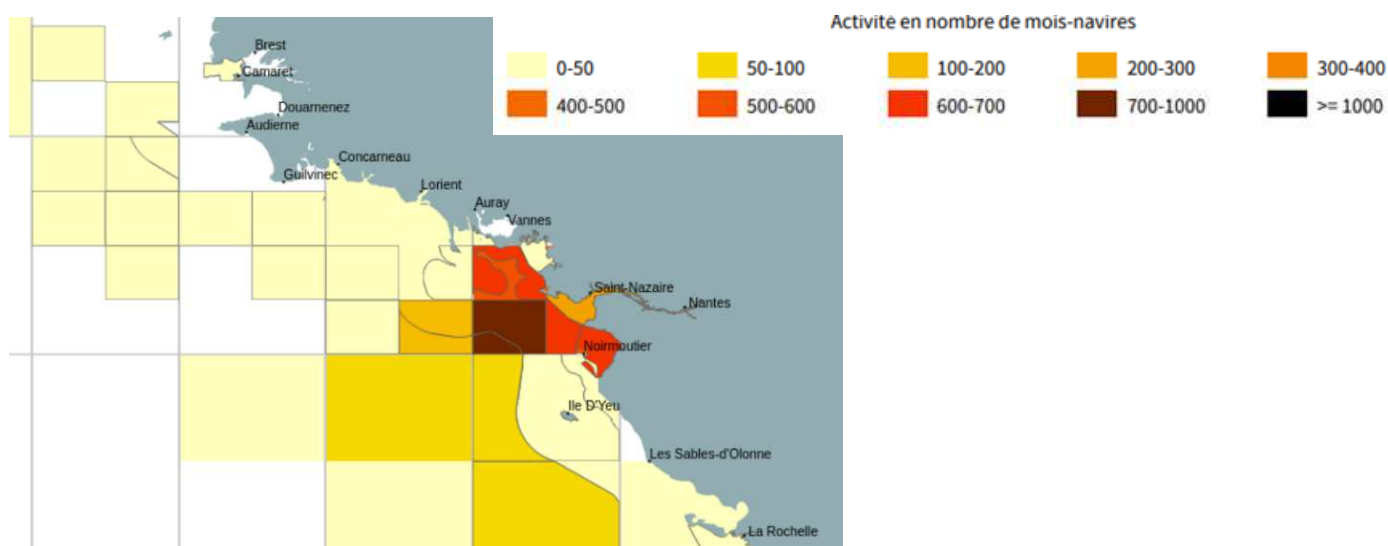


FIGURE 121 ZONES DE PECHE FREQUENTEES PAR LES NAVIRES DU SECTEUR DE SAINT NAZAIRE

Les informations relatives aux activités sont cartographiées par zone "statistique". Cette carte ne communique pas une information sur l'intensité de l'activité par unité de surface. Elle restitue, pour chaque zone, le nombre total de mois d'activité des navires concernés. Seules les deux principales zones de pêche par métier et par mois sont renseignées dans le calendrier d'activité et donc représentées sur cette carte.

Enfin, trois sources issues de la DGAMPA (Direction générale des affaires maritimes, de la pêche et de l'aquaculture) permettent d'estimer la production des navires de pêche :

- la source « Flux déclaratif » correspond aux déclarations de captures et d'effort des pêcheurs professionnels, dans les journaux de bord (navires de 10 mètres et plus) papiers et électroniques, ou les fiches de pêche (navires de moins de 10 mètres) ;
- la source « Ventes », essentiellement constituée des ventes en criée ;
- la source « Sacrois » correspond aux données de captures et d'efforts de pêche par navire estimées sur la base d'un algorithme de croisement des données de ventes, des données de journaux de bord/fiches de pêche et des données VMS (source : DGAMPA et réalisation technique : IFREMER).

Quinze espèces sont principalement produites et représentent 84% de la production totale.

TABLEAU 43 PRODUCTION DES 15 ESPECES PRINCIPALES EN VALEUR (EN 2021)

Espèce	Valeur (k€)		Tonnage (T)		Prix moyen calculé (€ / kg)
Germon	5 584	(14 %)	1 494	(17 %)	3,74
Langoustines	4 751	(12 %)	414	(5 %)	11,47
Pieuvres, poulpes	4 365	(11 %)	744	(8 %)	5,87
Seiches	3 688	(9 %)	741	(8 %)	4,98
Calmars, Encornets	2 949	(7 %)	385	(4 %)	7,65
Bars	2 398	(6 %)	175	(2 %)	13,71
Sole commune	2 240	(5 %)	143	(2 %)	15,61
Merlu européen	1 708	(4 %)	668	(8 %)	2,56
Bouquet commun	1 372	(3 %)	55	(1 %)	24,89
Baudroies	1 211	(3 %)	247	(3 %)	4,90
Sardine commune	1 009	(2 %)	1 185	(13 %)	0,85
Chinchards	936	(2 %)	400	(5 %)	2,34
Dorade grise	710	(2 %)	147	(2 %)	4,84
Thon rouge	698	(2 %)	69	(1 %)	10,06
Maquereau commun	653	(2 %)	307	(3 %)	2,13
Autres espèces	6 608	(16 %)	1 669	(19 %)	3,96
Total (toutes espèces confondues)	40 881	(100 %)	8 843	(100 %)	4,62

5.3.3.2 - Description de l'activité halieutique sur le secteur de Nantes

Au sein du quartier maritime de Nantes, 17 navires étaient inscrits au FPC en 2021. Ils sont globalement de petite taille, 88% d'entre eux ayant une taille comprise entre 6 et 10m. L'âge moyen des navires est de 35 ans.

Le nombre total de navires entre 2001 et 2021 a diminué de manière importante.

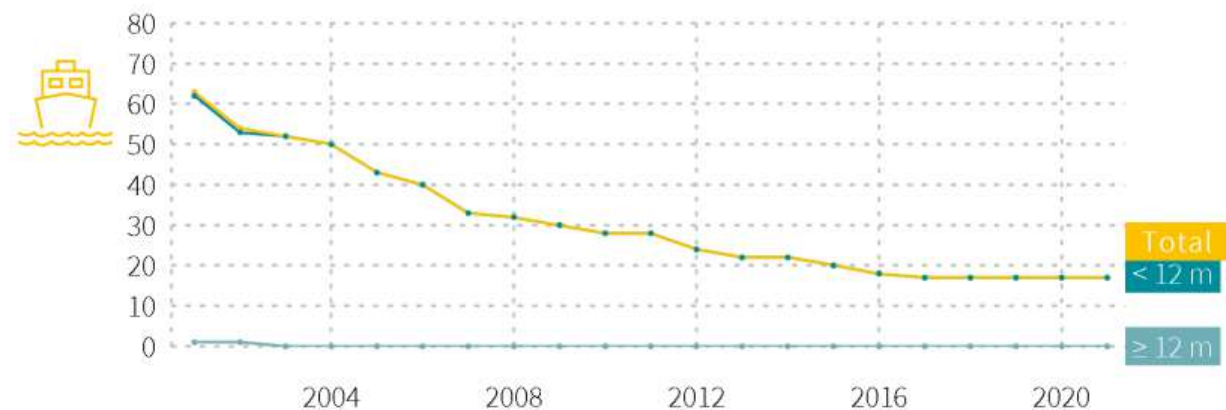


FIGURE 122 EVOLUTION DU NOMBRE DE NAVIRES DE 2001 A 2021 PAR CATEGORIE DE LONGUEUR

Sur 17 navires inscrits, 15 sont actifs à la pêche. Ci-dessous est indiqué le nombre de navires actifs par mois et par métier, les plus représentés sont : tamis à civelle et chaluts de fond à poissons démersaux.

TABLEAU 44 NOMBRE DE NAVIRES ACTIFS PAR MOIS ET PAR METIER

Métiers	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Chaluts de fond à petits crustacés	1	2	3	5	5	5	5	4	2	2	1	1
Tamis à civelle	11	11	9									1
Chaluts de fond à céphalopodes			1	1	1	1	2	2	2	2	2	1
Casiers à petits crustacés	2	1	1	1				1	1	1	2	2
Palangres de fond à poissons démersaux et benthiques					1	2	2	2	1	1	2	1
Chaluts de fond à poissons démersaux et benthiques		1		1	1	2	1	2	1	1	1	
Casiers à grands crustacés			1	1	1	2	1	1				
Verveux à anguille					1	1	1		2	1	1	
Trémails à grands crustacés					1	1	1	1				
Chaluts de fond à soles	1			2				1				

de 0 à 2 navires
 de 3 à 5 navires
 de 6 à 7 navires
 de 8 à 11 navires

Parmi les navires considérés, onze se trouvent inactifs à la pêche au moins un mois dans l'année, et deux se trouvent inactifs toute l'année. En moyenne, les navires sont actifs à la pêche 6 mois de l'année. Les zones de pêches les plus fréquentées sont représentées sur la carte ci-dessous.

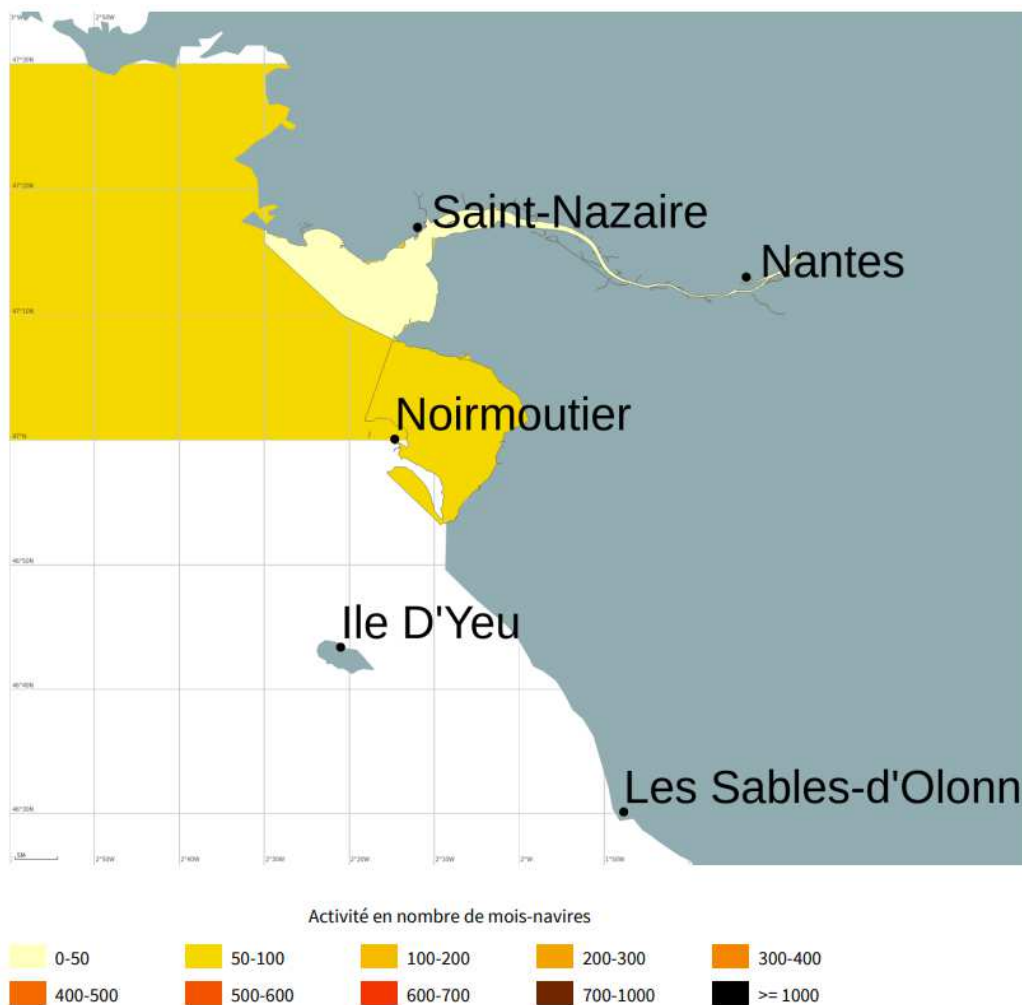


FIGURE 123 ZONES DE PECHE LES PLUS FREQUENTEES PAR LES NAVIRES DU SECTEUR DE NANTES

Quinze espèces sont principalement pêchées et représentent 97% de la production totale du secteur de Nantes.

TABLEAU 45 PRODUCTION DES 15 ESPECES PRINCIPALES EN VALEUR

Espèce	Valeur (k€)		Tonnage (T)		Prix moyen calculé (€ / kg)
Crevettes	197	(22 %)	13	(13 %)	15,24
Bouquet commun	175	(19 %)	6	(6 %)	28,92
Seiches	142	(16 %)	25	(26 %)	5,73
Bars	68	(7 %)	4	(4 %)	19,22
Calmars, Encornets	65	(7 %)	9	(9 %)	7,38
Sole commune	62	(7 %)	3	(3 %)	21,97
Anguilles *	52	(6 %)	5	(5 %)	11,50
Homard européen	34	(4 %)	1	(1 %)	26,03
Pieuvres, poulpes	32	(4 %)	5	(5 %)	6,17
Araignée européenne	13	(1 %)	4	(4 %)	3,48
Congres	8	(1 %)	6	(6 %)	1,35
Dorade grise	8	(1 %)	2	(2 %)	4,39
Rougets	7	(1 %)	0,86	(1 %)	8,40
Merlan	5	(1 %)	3	(3 %)	1,83
Mulets	5	(1 %)	3	(3 %)	2,00
Autres espèces	28	(3 %)	8	(9 %)	3,26
Total (toutes espèces confondues)	901	(100 %)	96	(100 %)	9,35

5.3.3.3 - Règlement de la pêche

La Loire présente des particularités dues à son double statut, d'une part de voie navigable maritime et fluviale, et d'autre part de Domaine Public maritime et fluvial.

Ainsi s'articulent cinq secteurs sur des limites datant pour la plupart du XIXe siècle : limite transversale de la mer (Saint-Nazaire), limite de salure des eaux (Cordemais), limites des Affaires maritimes (Nantes) et de l'ancienne Inscription maritime (Thouaré). Ces secteurs ont des conditions d'accès et des modalités d'exploitation qui varient en fonction du type d'espèces capturées : sédentaires, migratrices et civelle. Il en résulte une complexité administrative à l'image de la complexité naturelle des estuaires.

La pratique du filet est autorisée dans l'estuaire. Dans l'estuaire de la Loire, la pratique de la palangre est soumise à licence. Dans le secteur d'étude, le nombre d'hameçons est limité à 2 000 par navire. Dans l'estuaire de la Loire, la limite de la salure des eaux (Cordemais) représente la frontière entre la réglementation des pêches maritimes et des pêches fluviales. En amont de cette limite, les marins pêcheurs disposant d'une licence CMEA "bassin Loire" et les pêcheurs professionnels fluviaux, membres de l'AAPPED (association agréée des pêcheurs professionnels en eau douce de Loire Atlantique) se côtoient. De plus s'y ajoutent quelques pêcheurs amateurs aux engins et aux filets, membres de l'ADAPAEF (association départementale agréée des pêcheurs amateurs aux engins et aux filets), qui pêchent l'anguille et la lamproie (entre autres) sur la Loire en amont de la LSE, avec licence. Ils sont autorisés à pêcher les espèces de Loire sous réserve de certaines caractéristiques de navires et d'engins autorisés. En aval de la limite de salure des eaux, la pêche est sous réglementation maritime. Dans cette partie de l'estuaire, la pêche est soumise à licence. Les espèces autorisées, les dates d'ouverture des pêcheries et les engins autorisés sont réglementés. Les poissons concernés sont la grande alose, l'alose feinte et les lamproies maritime et fluviale dont la pêche est autorisée toute l'année. La pêche à la civelle est autorisée, pour les professionnels, de début décembre à fin avril. La pêche de l'anguille est autorisée en avril mai et en septembre octobre. La pêche au saumon et de la truite est interdite.

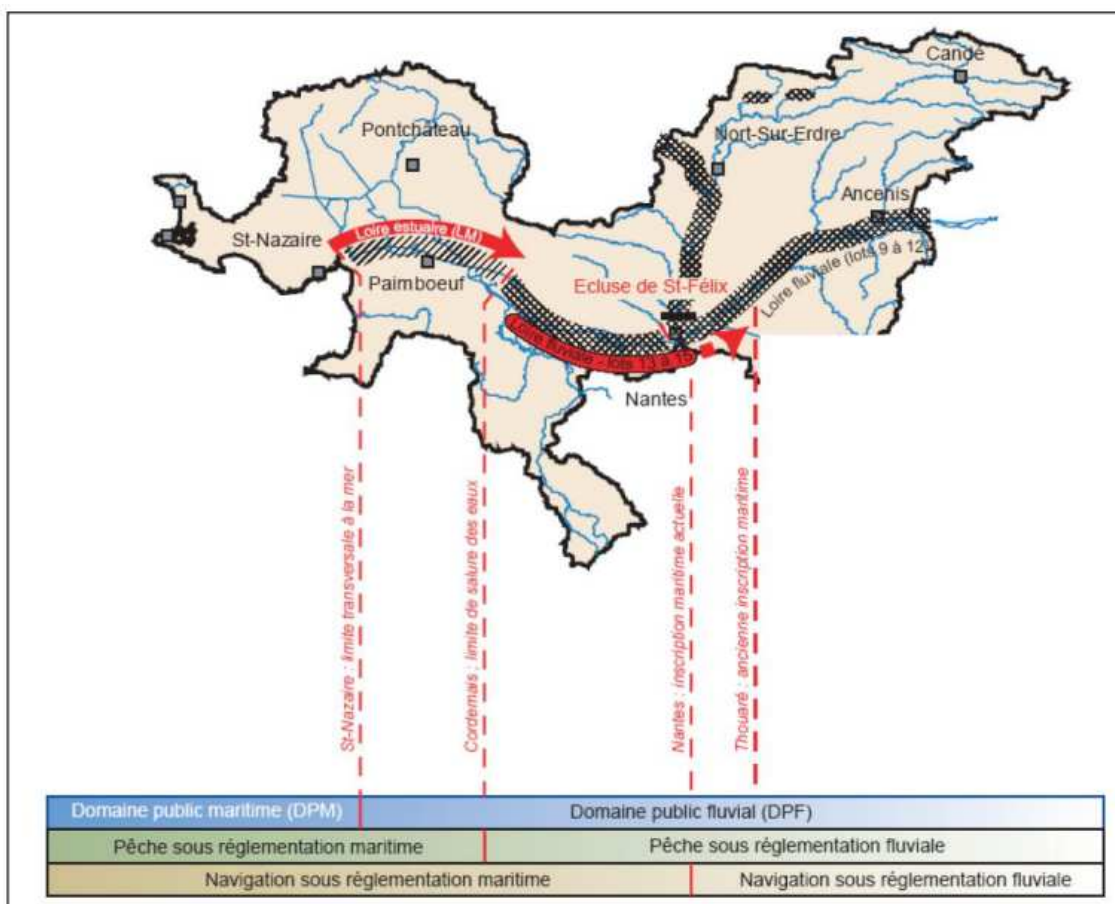


FIGURE 124 LIMITES ADMINISTRATIVES DANS L'ESTUAIRE DE LA LOIRE (SAGE ESTUAIRE DE LA LOIRE, 2020)

De manière générale, la pratique du chalut de fond est interdite dans la bande des 3 milles. Des dérogations existent pour le chalutage de fond à poissons (arrêté du 26 novembre 1956) et autorisent les navires dont la jauge est inférieure à 15 tonneaux à pratiquer ce métier. A ce titre, la pêche au chalut de fond est autorisée dans le secteur du site d'immersion de la Lambarde mais interdite dans l'estuaire.

Dans l'estuaire externe, le chalutage à crevettes est autorisé pour les navires dont la jauge est inférieure à 3 tonneaux, depuis 1 mille de la côte jusqu'à la ligne joignant le feu du Grand Charpentier à la Pointe Saint-Gildas. A l'ouest de cette ligne, les navires dont la jauge est comprise entre 3 et 10 tonneaux peuvent pratiquer le chalutage à crevettes. Dans l'estuaire interne, cette pratique n'est pas autorisée.

Le chalutage à grande ouverture verticale (GOV) est interdit à moins de 6 milles de la ligne de base, c'est-à-dire dans l'estuaire et sur le site d'immersion. Le chalutage pélagique est interdit dans l'estuaire mais autorisé, de jour uniquement et seulement pour le poisson bleu, aux abords du site d'immersion.

La pratique du filet est autorisée aux abords du site d'immersion. La longueur du filet est limitée (une partie de l'année) et le maillage est restreint (toute l'année).

La pratique de la drague à moules est soumise à licence dans la partie de l'estuaire externe située entre la limite transversale de la mer (Saint-Nazaire) et la ligne joignant le feu du Grand Charpentier à la Pointe Saint-Gildas. En dehors de cette zone, la pratique n'est pas réglementée mais la ressource est peu abondante voire inexistante.

Dans les eaux de la Loire-Atlantique, la pratique de la palangre est soumise à licence. Dans le secteur d'étude, le nombre d'hameçons est limité à 2 000 par navire.

Au large du site d'immersion, trois gisements de coquilles Saint-Jacques ont été définis par arrêté (arrêté du n°37/2009 du 24 février 2009). L'exploitation de ces gisements est ainsi soumise à licence. Le plus proche, le

gisement de la « Banche », se situe à environ 3 km à l'ouest du site d'immersion de la Lambarde. Les deux autres gisements se situent à plus de 20 km au nord-ouest du site d'immersion.

Au large du site d'immersion, deux zones de cantonnement (pêche interdite) ont été créées. L'un se situe à environ 11 km à l'ouest du site d'immersion et l'autre à environ 12 km au Nord-Ouest du site d'immersion.

5.3.4 - Conchyliculture

Source : IFREMER

On note la présence de 8 entreprises actives de conchyliculture dans la partie estuaire externe.

Selon le comité régional de conchyliculture, le secteur de l'estuaire de la Loire nommé secteur de « La Plaine sur Mer » est essentiellement mytilicole avec 4ha et 38 km de concessions pour 11 entreprises. En 2019, la production annuelle locale s'élève à 762 tonnes. Les bouchots se trouvent sur la zone 44.10 Embouchure Banc du Nord.

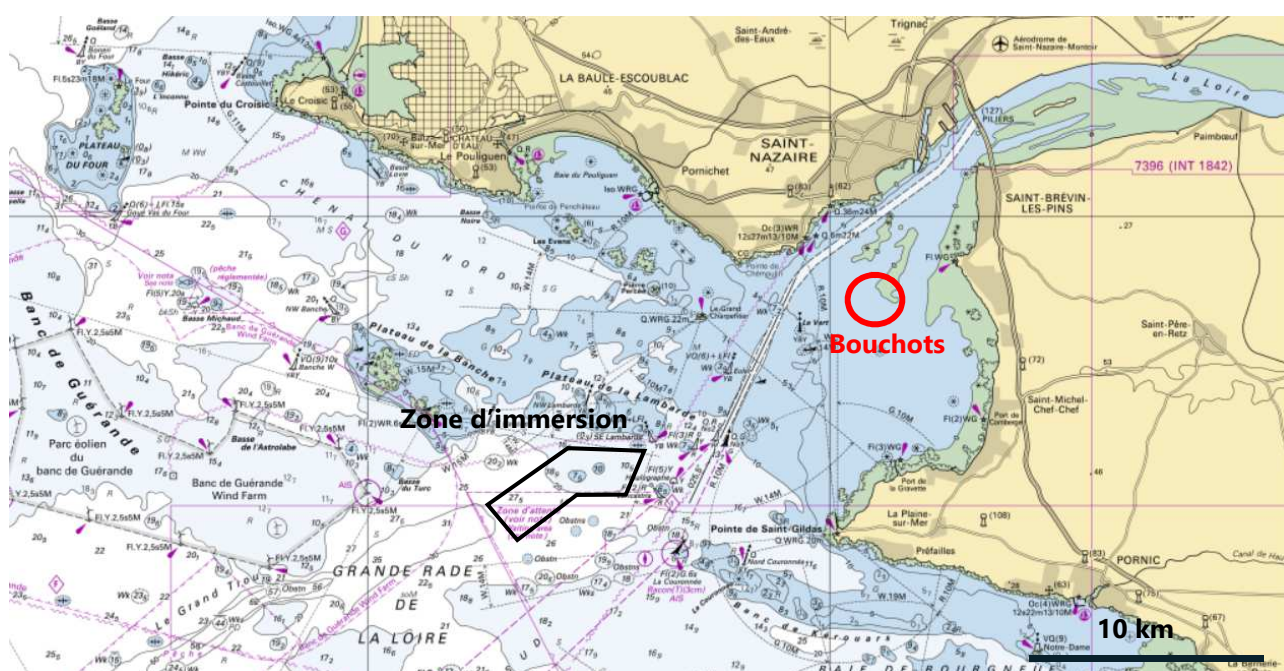


FIGURE 125 ACTIVITES CONCHYLICOLES A PROXIMITE DE LA ZONE D'ETUDE

5.3.5 - Activités agricoles

Source : Demande d'autorisation des dragages d'entretien et des immersions à la Lambarde des matériaux dragués dans l'estuaire de la Loire – Créocéan, 2012

L'agriculture dans l'estuaire de la Loire concerne environ 300 agriculteurs qui disposent d'au moins 5 ha de marais. Cela représente 15 000 ha de surface exploitée. La région agricole est traditionnellement tournée vers l'élevage, et notamment l'élevage de bovins (viande et lait). La part de l'herbe est très importante dans ces systèmes d'exploitation extensifs.

Les fonctions assurées par l'élevage en marais sont les suivantes :

- production : lait et viande,
- gestion du réseau hydraulique,
- entretien des paysages.
- biodiversité : pratiques traditionnelles d'élevage extensif,
- maintien d'un tissu rural,
- entretien : fauche, pâturage, chemins, lutte contre les espèces envahissantes,

5.3.6 - Extraction de granulats

Source : Etude IDRA, 2021

Les sables marins sont utilisés de longue date. L'extraction de sables marins devrait croître ces prochaines années du fait de l'épuisement des stocks de matériaux dans les carrières terrestres. Dans le cadre du schéma départemental des carrières de Loire-Atlantique, l'un des objectifs est d'assurer la pérennité de l'extraction des granulats marins. En effet, il s'agit d'une solution de substitution à l'extraction de matériaux alluvionnaires. L'exploitation de gisements de granulats est contrôlée par la DREAL et fait l'objet de suivis environnementaux réguliers.

Au large de l'estuaire de la Loire un site d'extraction de granulats marins est recensé : le site du grand Charpentier (localisé dans la figure ci-dessous), à la sortie de l'estuaire de la Loire couvre une surface de 10 km² (échéance de la concession en 2032). Un autre site est situé à proximité à la limite des 12 milles, le site de Cairnstrath.

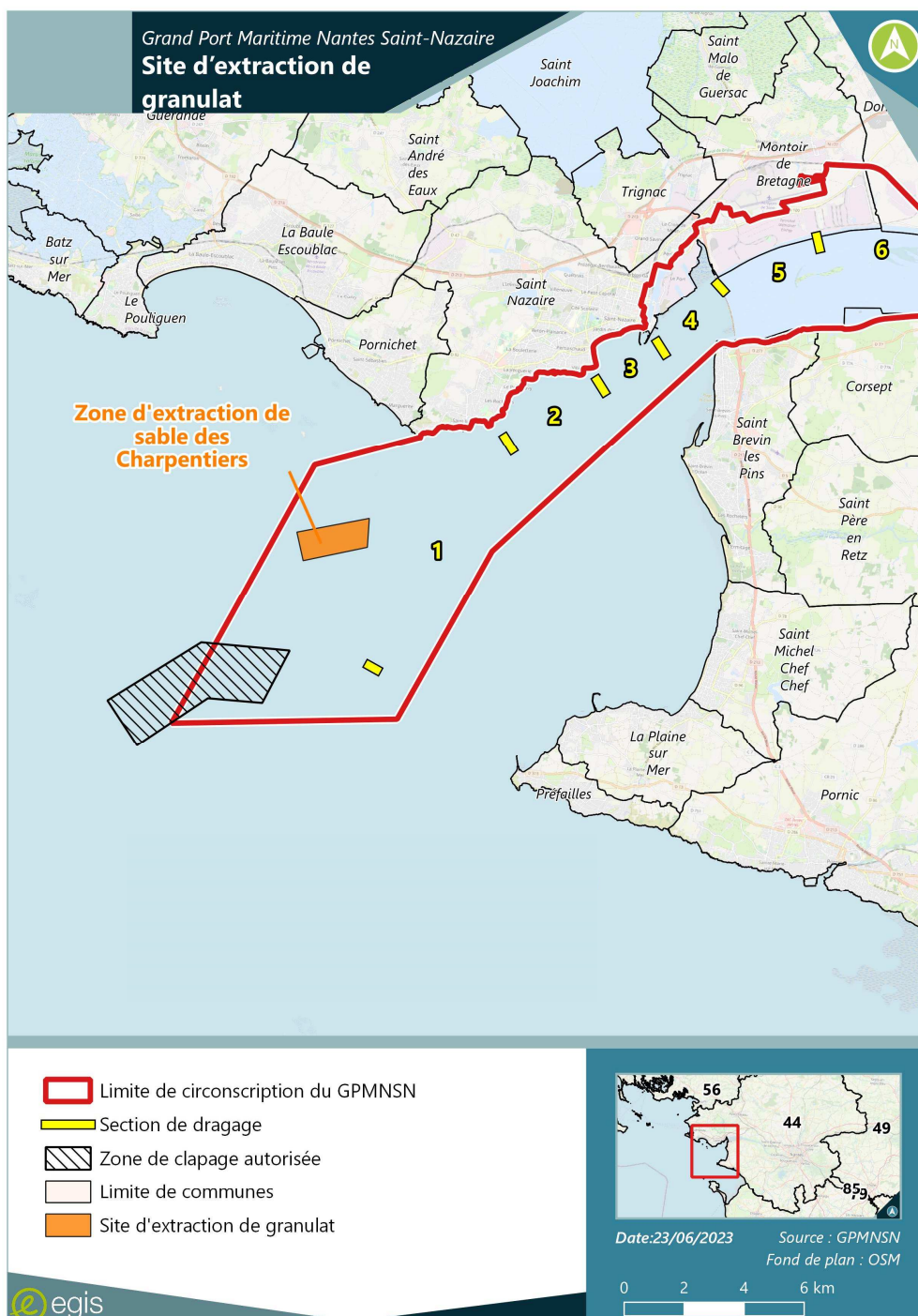


FIGURE 126 LOCALISATION DES PROJETS OU SITES D'EXTRACTION DE GRANULATS (COREPEM)

5.3.7 - Autres activités professionnelles

5.3.7.1 - Activité éolienne en mer

Le site du banc de Guérande, à 5 km à l'Ouest du site d'immersion est l'un des 5 sites retenus pour le développement de parcs éoliens offshore.

5.3.7.2 - Autres sites d'immersion

D'autres sites d'immersion (clapage) se trouvent au large de la Loire Atlantique. Ceux-ci se trouvent à plus de 8 km du site d'immersion de la Lambarde.

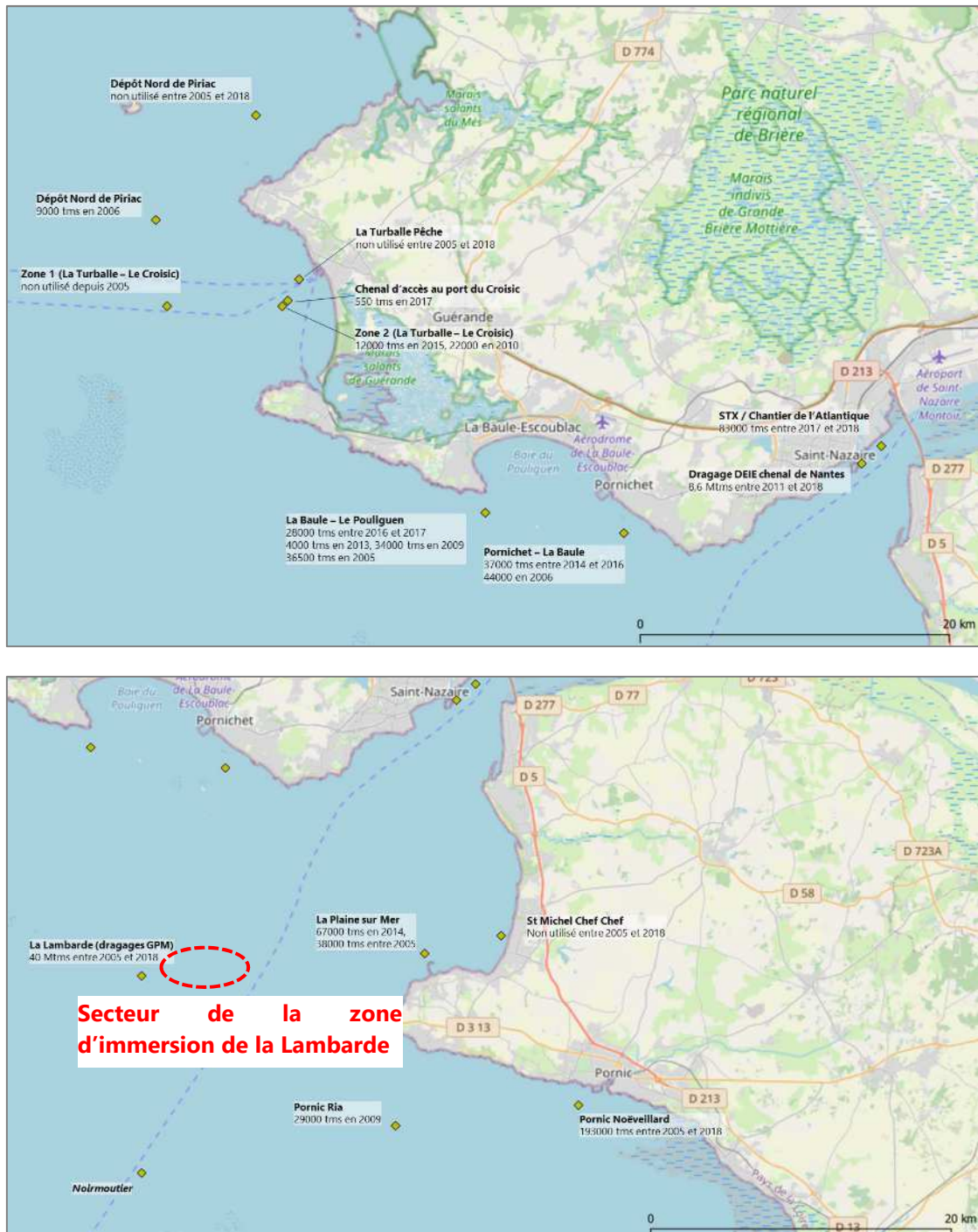


FIGURE 127 LOCALISATION DES SITES D'IMMERSION/REJET AU PLUS PROCHE DE LA LAMBARDE (DONNEES CEREMA, 2019)

5.3.8 - Synthèse sur les activités économiques

Le GPMNSN est en relation avec de nombreux ports dans le monde, et l'ensemble de ses activités représente 5 % de la richesse dégagée par les Pays de la Loire. Le trafic au sein du GPMNSN est dense et répond aux besoins de différents secteurs d'activité tels que : l'approvisionnement en énergie, les échanges liés à l'agriculture, l'agroalimentaire et l'industrie.

Il convient également de citer les activités de pêche professionnelle, d'exploitations conchylicoles, l'agriculture et l'exploitation de granulats marins à proximité du site d'étude. Il convient de noter que le nombre de navires de pêche baisse régulièrement depuis 2000.

Au vu des nombreuses activités s'exerçant au sein ou à proximité de l'estuaire de la Loire, l'enjeu concernant les activités socio-économique est considéré comme fort.

5.4 - Usages de l'eau

Source : SAGE estuaire de la Loire

5.4.1 - Alimentation en eau potable

Entre 80 et 86,5 Mm³ d'eau sont prélevés par an pour l'AEP, soit en moyenne 83 Mm³/an entre 2004 et 2014. En moyenne, 60% environ des volumes proviennent des eaux superficielles, 22% de la nappe alluviale et 18% des eaux souterraines.

Les gestionnaires réalisant les prélèvements les plus importants sur le territoire du SAGE sont :

- Nantes Métropole : plus de 40,5 Mm³/an, répartis en trois stations : à Mauves-sur-Loire (prélèvement en Loire), à Nantes au droit de l'usine d'eau potable de la Roche (prélèvement de secours en Loire), une à Saint-Félix à Nantes (prélèvement de secours dans l'Erdre) ;
- le syndicat intercommunal d'alimentation en eau potable Vignoble Grandlieu : en moyenne 18 Mm³/an dans la nappe alluviale de la Loire, à Basse-Goulaine ;
- la Communauté d'agglomération de Saint-Nazaire (CARENE) : plus de 7,3 Mm³/an avec neuf stations de prélèvements dans la nappe de Campbon ;
- le syndicat intercommunal d'alimentation en eau potable de la Région de Nort-sur-Erdre : en moyenne 4,9 Mm³/an en 5 stations de prélèvements en nappe ;
- le syndicat intercommunal d'alimentation en eau potable de la Région d'Ancenis : en moyenne plus de 5,3 Mm³/an en Loire à hauteur de l'île Delage à Ancenis.

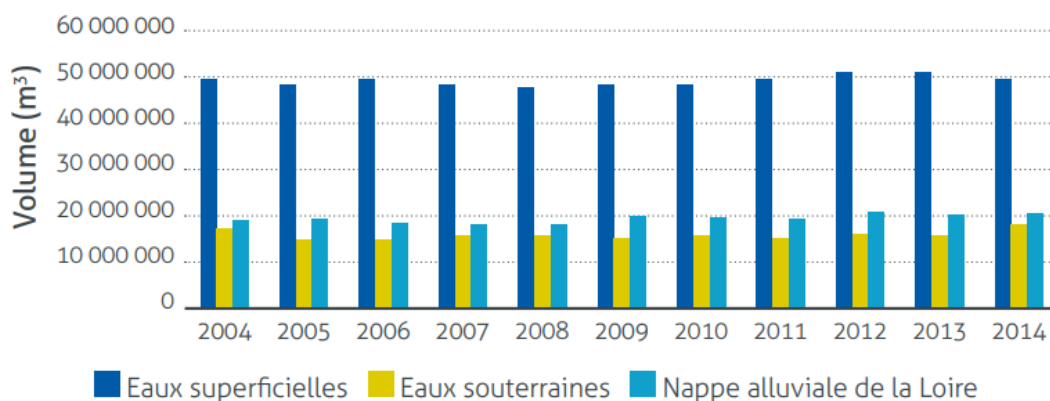


FIGURE 128 EVOLUTION DES PRELEVEMENTS POUR L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE SELON LE TYPE DE RESSOURCE ENTRE 2008 ET 2014 (AELB 2017)

5.4.2 - Usage agricole

Diverses associations de maraîchers prélèvent l'eau en Loire à des fins d'irrigation. L'utilisation de l'eau de la Loire pour l'irrigation n'est soumise à aucune contrainte réglementaire portant sur la qualité de la ressource. Toutefois, des limites apparaissent sur les paramètres salinité (500 mg/l) et MES. Ces zones d'alimentation se situent en amont de Nantes et ne concernent pas les secteurs à proximité des zones de dragage.

Les prélèvements agricoles, bien que variables selon les conditions météorologiques, se stabilisent autour de 11 Mm³/an. Ils exploitent majoritairement les eaux de surface. En dehors des prises d'eau des maraîchers qui prélèvent en Loire, les prélèvements unitaires sont modestes. Cependant, il est possible que certains prélèvements ne soient pas déclarés étant donné les petits volumes prélevés. Les variations interannuelles de ces prélèvements sont exclusivement dues aux variations pluviométriques dont dépendent les cultures. La hausse en 2008 est en partie due à la généralisation des compteurs dans les exploitations.

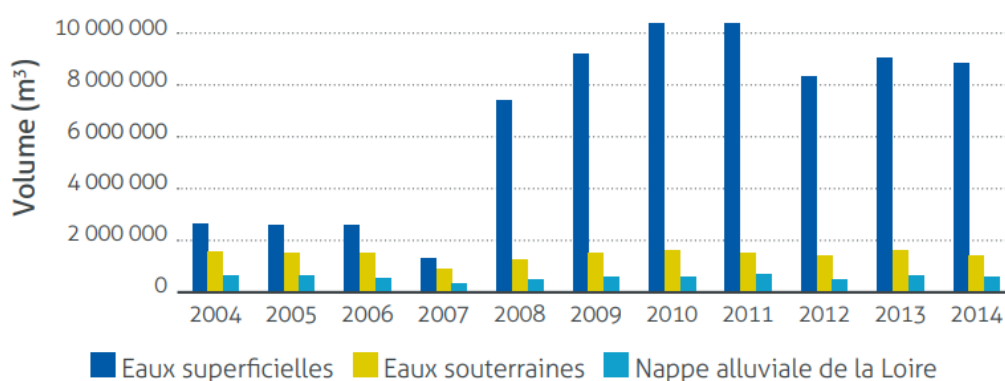


FIGURE 129 EVOLUTION DES PRELEVEMENTS POUR L'IRRIGATION SELON LE TYPE DE RESSOURCES ENTRE 2004 ET 2014 (AELB 2017)

5.4.3 - Fourniture d'eau industrielle

Les prélèvements industriels, très largement centrés sur la Loire, présentent les variations les plus significatives (de 4 à 14 Mm³/an) en fonction de la variation de l'activité industrielle, et des évolutions de production et/ou des process. Les valeurs sont données hors production d'électricité (eaux de refroidissement), la production d'électricité comptabilisant à elle seule autour de 1 Mds m³/an (eau restituée au milieu). Dans la majorité des cas, l'eau est utilisée comme fluide de refroidissement ou de réchauffement. Par conséquent, les utilisateurs ont peu d'exigence sur la qualité. C'est le cas par exemple de la centrale EDF de Cordemais, du Terminal Méthanier et de la raffinerie de Donges.

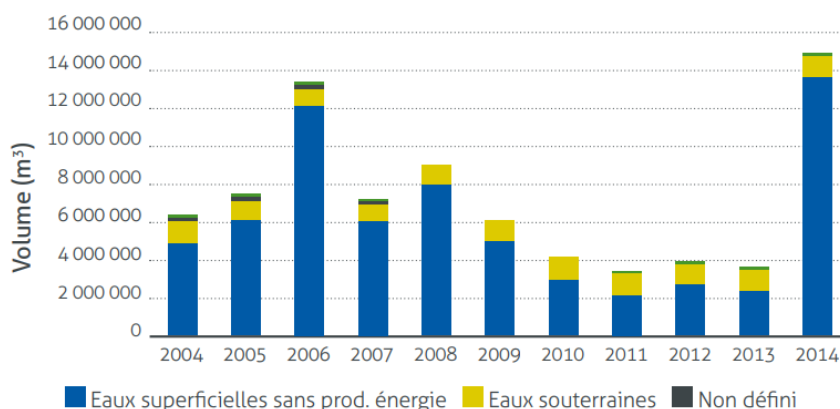


FIGURE 130 EVOLUTION DES PRELEVEMENTS POUR L'INDUSTRIE SELON LE TYPE DE RESSOURCES ENTRE 2004 ET 2014

Différents prélèvements d'eau ont lieu sur la Loire, notamment pour la production d'eau potable (entre 80 et 87 Mm³/an), les usages agricoles et la fourniture d'eau aux industriels.

Il convient de souligner qu'en étiage sévère combiné à de fortes vives-eaux, le bouchon vaseux peut menacer la prise d'eau de Mauves-sur-Loire, comme cela a été le cas en août-septembre 2022 et potentiellement remettre en cause l'alimentation en eau potable de l'agglomération nantaise. Cet enjeu est donc considéré comme fort.

5.5 - Activités de loisirs

5.5.1 - Baignade

Source : <https://baignades.sante.gouv.fr/>

La Loire Atlantique est dotée de 68 km de plages sur la façade océanique. La plongée est également pratiquée (54 centres recensés) à proximité de la zone d'études (plateau du Four, Banche, etc.).

La majorité des plages de l'estuaire externe présentent une bonne à excellente qualité. Deux plages sont de qualité insuffisante. Elles se trouvent de part et d'autre de l'estuaire, à proximité du pont de Saint-Nazaire (Saint-Nazaire et Saint-Brévin-les-Pins).

5.5.2 - Plaisance et sports nautiques

Source : *Demande d'autorisation des dragages d'entretien et des immersions à la Lambarde des matériaux dragues dans l'estuaire de la Loire - Créocéan – 2012 et Ports de Loire Atlantique 2023*

Le GPMNSN n'a pas la responsabilité de ports de plaisance. **Le site d'immersion de la Lambarde n'est pas une zone privilégiée pour la pratique de loisirs.**

Les activités nautiques (voile, char à voile, speed-sail, kite-surf) sont **très développées sur le littoral** de la Loire Atlantique, tant sur les plages qu'en mer. 138 clubs nautiques existent sur le littoral de la Loire Atlantique. La navigation de plaisance se pratique dans de nombreux ports côtiers (9 ports maritimes et 4 ports fluviaux) avec environ 4700 places dont 3000 à flot. Dans le cadre de la pratique du nautisme, le littoral de la Loire-Atlantique dispose des infrastructures suivantes:

■ Côte d'Amour (Nord-Loire) :

- Le port de plaisance La Baule – Le Pouliguen : il est implanté sur un étier alimentant une partie des marais salants. Le port s'étend sur trois bassins enjambés par deux ponts. Le port dispose de 830 places.
- Le port de plaisance de Pornichet : il s'agit d'un port en eaux profondes de 1 150 anneaux. C'est le plus important de Loire-Atlantique. Il est d'ailleurs le point de départ de nombreuses courses au large. En sortie de ce port, se trouve un port d'échouage de 500 places au mouillage

■ Côte de Jade (Sud-Loire) :

- Le port d'échouage de La Gravette, au Nord-Est de la Pointe St-Gildas, dispose d'environ 330 places fréquentées par les pêcheurs-plaisanciers.
- Le port d'échouage de Préfailles, anse du Boucau, offre 250 places.
- Le port d'échouage de Comberge, capacité d'environ 130 places occupées par des pêcheurs-plaisanciers pour la majorité.
- Les ports de Pornic (Vieux port et Noëveillard) offrent, à eux deux, plus de 1 200 places.
- Plusieurs zones d'échouage entre la Pointe St Gildas et Saint-Brévin.

Dans toutes ces communes pourvues de ports de plaisance ou de cales de mises à l'eau, de nombreux clubs nautiques trouvent les infrastructures nécessaires à leurs activités. En Loire-Atlantique, près de 200 manifestations nautiques ont été organisées en 2022.

5.5.3 - Chasse et pêche de loisir

Source : GIP LE

5.5.3.1 - Pêche de loisir

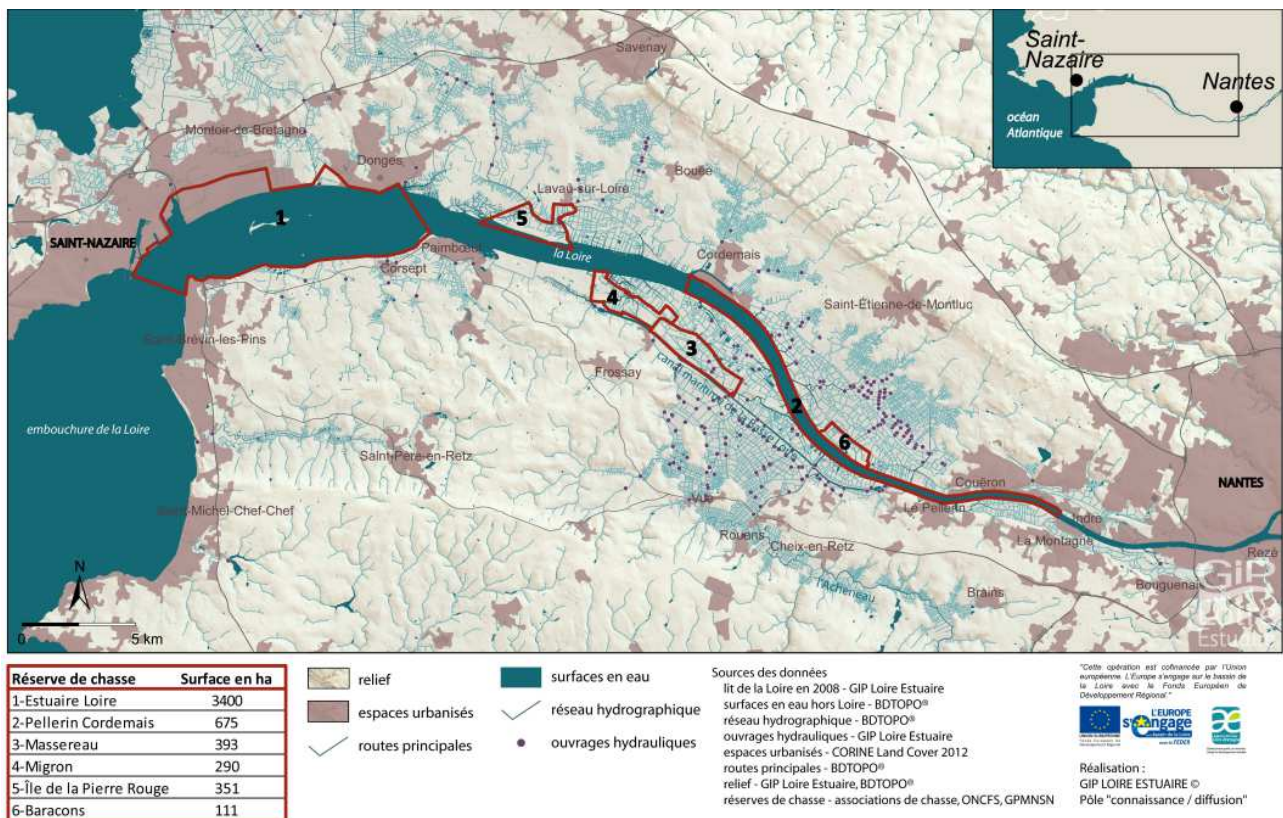
Les coquillages présents dans l'estuaire externe sont majoritairement des coques, moules et palourdes. La qualité des gisements de coquillages naturels, en 2023, était de niveau moyen à bonne.

La pêche côtière de plaisance est pratiquée sur les hauts fonds rocheux (Plateau du four, Banche et le long des côtes). La chasse sous-marine est également pratiquée sur les mêmes secteurs.

5.5.3.2 - Chasse

Placée sur un axe migratoire majeur de la façade atlantique européenne, les zones humides de la vallée de la Loire et de l'estuaire accueillent tous les ans plusieurs dizaines de milliers d'oiseaux pour, la plupart, chassables. Il existe 7 associations de chasse actives entre Nantes et Saint-Nazaire.

Des Réserves de Chasse et de Faune Sauvage (RCFS) sont présentes au sein de la circonscription portuaire et de la zone d'étude. La chasse y est interdite et l'accès est réglementé.



5.5.4 - Activités touristiques

En 2022, la Loire-Atlantique occupe la 6ème place des destinations touristiques françaises avec 32,4 millions de nuitées.

Le château de Nantes, les machines de l'Île, les musées, le port de St Nazaire, Planète Sauvage, l'Océarium du Croisic, le domaine de la Garenne-Lemot et le zoo de la Boissière-du-Doré sont les plus importants sites touristiques du département en dehors des plages.

Le département propose en plus des 200 manifestation nautiques annuelles, des évènements drainant un public diversifié : les escales de St Nazaire, la Folle journée, le Hellfest, la Nuit de l'Erdre et les Rendez-vous de l'Erdre.

L'œnotourisme est également un des points forts du département avec 6 AOC et 9000 ha de vignoble. Trois routes des vins permettent de découvrir près de 80 caves.

Enfin, 1500 km de pistes cyclables, le canal de Nantes à Brest et 209 structures nautiques permettent d'offrir des activités diversifiées sur tout le département.

5.5.5 - Synthèse sur les activités de loisirs

Les activités de loisirs telles que la baignade, la pêche de loisir, les sports nautiques, les activités de plaisance et le tourisme sont très présentes à proximité de l'estuaire de la Loire. Les eaux de baignade présentent une bonne qualité globale, avec une tendance à l'amélioration ou à la stabilité sur les zones littorales. Les deux plages les plus proches du pont de Saint-Nazaire sont très fortement soumises aux influences de la Loire. Les activités nautiques sont en constante croissance sur le département de Loire Atlantique, très attractif pour ses côtes aménagées.

6 - SYNTHÈSE DES ÉVOLUTIONS DES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX

TABLEAU 46 : SYNTHÈSE DES ENJEUX SUR LA ZONE DE PROJET

CONTEXTE	THEME	ENJEUX RETENUS	NIVEAU D'ENJEU
CONTEXTE PHYSIQUE	Climat – Changement climatique	Le contexte climatique est de type océanique avec peu de phénomènes extrêmes, l'estuaire se trouve néanmoins exposé aux vents ce qui peut être une contrainte pour la navigation, et le cas échéant pour les opérations d'immersion sur la zone de la Lambarde. La montée des eaux associée à une réduction des débits des fleuves pourront engendrer des modifications majeures dans le fonctionnement hydrosédimentaire de l'estuaire (remontée du bouchon vaseux notamment mais aussi recrudescence du nombre et de l'intensité des crues et des étiages) et dans l'organisation de l'estuaire (localisation des vasières, bancs de sables, etc.). Les pratiques de dragage devront s'adapter à ces évolutions.	Fort
	Géologie - sols	Le creusement de la Loire a peu évolué depuis le début du Pliocène. Les sédiments sont essentiellement vaseux dans l'estuaire interne. L'estuaire externe présente une diversité forte dans la nature sédimentaire.	Négligeable
	Morphologie - Bathymétrie	La morphologie de l'estuaire a été fortement impactée par les aménagements humains depuis le 19 ^{ème} siècle. La bathymétrie au sein de l'estuaire de la Loire varie fréquemment, notamment en raison du déplacement du bouchon vaseux et de la sédimentation. La bathymétrie joue un rôle important pour la sécurité et a une influence directe sur le fonctionnement du GPMNSN. Cet enjeu est de niveau fort sur le site compte-tenu des contraintes d'usages existantes liées aux profondeurs du chenal et de son influence sur la sécurité des usagers.	Fort
	Sédimentologie – Nature sédimentaire	On observe une grande diversité de la nature sédimentaire dans l'estuaire externe associées à la géologie hétérogène de la zone elle-même liée aux déplacements du lit de la Loire. Les sédiments sont vaseux au Sud du site d'immersion et sableux au Nord. Dans l'estuaire, les sédiments sont majoritairement vaseux (80%). Ils sont sableux au droit des zones limitant les débits (épis). La granulométrie des sédiments montre une récente tendance à l'augmentation de la proportion de sables dans l'estuaire.	Fort
	Hydrographie - hydrologie	La Loire, fleuve de plus de 1000 km de long, récolte les eaux provenant d'un bassin versant d'environ 110 000 km ² (20% du territoire français). Le fleuve connaît des étiages sévères (entre 80 et 190 m ³ /s) ainsi que de fortes crues (entre 3000 et 6000 m ³ /s). La période d'étiage a lieu durant la saison estivale, le mois d'août étant le plus sec. Les débits les plus importants sont retrouvés principalement en hiver. Concernant 2021, le débit moyen a été de 781 m ³ /s soit dans la continuité des 20 dernières années. 2022 a vu une nette diminution des débits avec un débit moyen de 402 m ³ /s	Négligeable
	Hydrodynamique	Les courants restent modérés et majoritairement inférieurs à 1 m/s. La marée est orientée suivant l'axe OSO-ENE, le courant est alors orienté vers le Sud ou Sud-Est durant tout le cycle de marée. Sur le site d'immersion, les mesures suggèrent l'existence d'un courant de fond dirigé vers l'estuaire (Est). Les courants dans l'estuaire interne sont liés aux effets cumulés de la marée et du débit fluvial. Les vitesses de courant vont de 0,2 à 2,5 m/s. L'évolution de la courantologie est faible au cours de la décennie passée. La réduction des périodes de crue peut engendrer une diminution des apports continentaux en hiver.	Faible
	Dynamique sédimentaire	La dynamique sédimentaire de l'estuaire n'a pas présenté d'évolution majeure entre les années 2013 et 2023. Elle connaît des variations constantes et entraîne des dépôts plus ou moins sableux en fonction des courants de marée, des débits de la Loire et des apports en sédiments (marins ou fluviaux). On constate cependant depuis plusieurs années une diminution des débits de la Loire. Le bouchon vaseux a donc tendance à être généralement en amont de l'estuaire (observé à Nantes notamment à l'automne 2022 et 2023) ce qui limitera l'envasement en aval, dans le chenal de Donges notamment. La sédimentation latérale dans l'estuaire est majoritairement liée aux conditions naturelles et notamment au débit du fleuve.	Fort

CONTEXTE CHIMIQUE	Qualité des sédiments	La qualité des sédiments peut être considérée comme globalement homogène et peu dégradée. Sur la majorité des stations, les analyses réalisées mettent en évidence des teneurs inférieures aux seuils réglementaires N1 et N2, même si certains dépassements sont observés, notamment en HAP et plus marginalement en PCB. Ces dépassements devront faire l'objet d'une vigilance particulière s'ils persistaient, ce que les observations de 2023 ne confirment pas. La contamination est fluctuante d'une station à l'autre et d'une campagne à l'autre. La qualité vis-à-vis des seuils Loi sur l'eau est satisfaisante et dans l'ensemble stable, avec néanmoins une baisse tendancielle des contaminations en éléments traces métalliques. Les éléments organiques dissous (COT, azote et phosphore) présentent des concentrations relativement homogènes mais en diminution par rapport à 2013, sauf en 2023. Les teneurs en azote sont en baisse après près de 7 ans d'augmentation entre 2013 et 2020.	Fort
	Qualité des eaux	La qualité générale des eaux n'est pas constante et les variations temporelles et géographiques sont régulières. De manière générale, la qualité des eaux de l'estuaire interne physique est moyenne à bonne. La concentration en MES, la teneur en oxygène dissous sont les deux paramètres déclassants en lien avec la présence du bouchon vaseux. Les états biologique et chimique de la masse d'eau de transition « Loire » sont cependant respectivement moyen et mauvais. Les teneurs en éléments traces métalliques et la bactériologie sont deux autres paramètres déclassants de la qualité du milieu maritime. Concernant l'estuaire externe, les eaux sont à l'interface entre les eaux côtières de bonne qualité (milieu maritime) et les eaux de l'estuaire plus dégradées (métaux, bactériologie, MES, O ₂ D notamment).	Fort
MILIEU NATUREL	Zones d'inventaires et de protection	Les sites protégés et inventoriés se trouvent principalement sur les zones humides longeant l'estuaire de la Loire et sur le littoral de l'estuaire externe. Une ZNIEFF II et trois zones Natura 2000 sont en intersection avec la zone d'étude. Les sites présentent un enjeu fort localement avec une grande richesse spécifique liée aux milieux humides et estuariens tout à fait particuliers.	Fort
	Trame verte et bleue	Selon le SRCE, l'axe de la Loire est un axe majeur de la continuité écologique, terrestre et aquatique. L'enjeu lié au maintien de la fonctionnalité de la Trame Verte et Bleue est fort sur le site d'étude ciblant le chenal de la Loire et le site d'immersion, au regard de la présence d'espèces migratrices amphihalines notamment.	Fort
	Habitats	Les habitats de l'estuaire externe, notamment au niveau du site de la Lambarde, présentent principalement des sables à faible couverture permanente d'eau marine. Les zones rocheuses à proximité (comme le plateau de la Banche) peuvent présenter des enjeux non négligeables associés aux laminaires. L'estuaire interne dispose d'une grande diversité d'habitats (communautaires et non communautaires) principalement en lien avec le marnage. Les habitats à enjeux sont les vasières et les prairies en contact direct avec l'estuaire qui présentent des fonctionnalités écosystémiques en lien avec l'avifaune et l'ichtyofaune. Les fonds, impactés par l'activité anthropique historique, ne présentent pas d'intérêt particulier.	Fort
	Peuplements benthiques et macroalgues	La faune benthique du chenal exportée à la Lambarde ne représente pas une perte importante pour l'écosystème estuaire de Loire. La faune benthique sur la zone d'immersion est plus riche mais présente une variabilité annuelle importante. En effet, la répartition des groupements faunistiques qui constituent des peuplements de faune benthique sur le secteur de la Lambarde, est très semblable d'une année sur l'autre, même si ce ne sont pas les mêmes espèces dominantes chaque année. Selon les résultats du suivi, les faibles recrutements de jeunes laminaires sont principalement liés aux crues de la Loire qui engendrent d'importants panaches turbides bloquant la lumière pour les laminaires.	Fort
	Avifaune	La zone d'étude représente un secteur d'importance nationale et internationale pour l'avifaune. Les zones humides, notamment les vasières des bords de Loire sont des habitats importants pour ces espèces.	Fort
	Ichtyofaune	La diversité des peuplements de l'ichtyofaune au sein de l'estuaire de la Loire est importante bien que seulement 5 espèces représentent plus de 75% des captures réalisées à chaque saison. L'estuaire est une zone de passage obligé pour les espèces piscicoles à écophase estuarienne qui sont impactées par la qualité des eaux traversées en montaison ou dévalaison.	Fort
	Mammifères marins	Les données disponibles indiquent que les mammifères marins fréquentent préférentiellement les zones au large, au niveau du plateau et du talus océaniques. Ils se rapprochent des côtes en automne mais restent peu présents à l'embouchure de l'estuaire.	Faible

PAYSAGE ET PATRIMOINE	Composantes paysagères	Les zones à proximité de l'estuaire sont en partie urbanisées et les activités sont fortement tournées vers le secteur portuaire. Le paysage est un enjeu faible sur le site concerné se trouvant en milieu aquatique.	Faible
	Patrimoine culturel	Il n'y a pas eu de modification des sites inscrits ou classés qui sont terrestres sur la zone d'étude.	Faible
CONTEXTE HUMAIN	Démographie-habitats	Les zones de travaux sont localisées à proximité de zones fortement anthropisées (zones urbaines industrialisées) ou de zones naturelles préservées. Au regard du contexte industriel et de l'intensité du transport maritime, l'activité des dragues a peu d'impact sur cette composante.	Moyen
	Qualité de l'air	La qualité de l'air de la zone est bonne, elle est cependant impactée par les activités anthropiques et le trafic routier et maritime associés. L'enjeu est considéré comme moyen au regard de la localisation des zones de dragage.	Faible
	Activités économiques	Les eaux côtières et estuariennes sont utilisées pour de nombreuses activités, notamment portuaires. Ces usages sont à l'origine de nombreux emplois directs et indirects et induisent une forte valeur ajoutée sur le territoire. L'enjeu vis-à-vis des usages de l'eau et des environs de l'estuaire est fort.	Fort
	Usages de l'eau	Différents prélèvements d'eau ont lieu sur la Loire, notamment pour la production d'eau potable (entre 80 et 87 Mm ³ par an), les usages agricoles et la fourniture d'eau aux industriels. La remontée du bouchon vaseux en période d'étiage et de fortes vives-eaux peut menacer la prise d'eau en amont de Nantes.	Fort
	Activités de loisirs	Les activités de loisir telles que la baignade, la pêche de loisir, les sports nautiques, les activités de plaisance et le tourisme sont très présentes à proximité de l'estuaire de la Loire, mais en interaction limitée avec les activités de dragage-immersions.	Fort

Pièce n°5 : Une description des aspects pertinents de l'état actuel de l'environnement et de leur évolution

L'objet de ce chapitre est d'établir l'évolution probable de l'environnement à l'horizon de la réalisation du projet, en cas de sa mise en œuvre et en son l'absence.

Les aspects pertinents de l'état actuel de l'environnement retenus pour cette analyse sont les suivants :

- Milieu physique et chimique ;
- Milieu naturel ;
- Milieu humain.

Note : Il convient de signaler que les opérations de dragage ont lieu en Loire aval depuis des siècles et, pour l'histoire récente, depuis la création du Port Autonome, ancêtre du GPMNSN.

Ces aspects sont décrits de façon détaillée au *chapitre précédent (État initial de l'environnement)*.

MILIEU	THEMATIQUE	ÉVOLUTION DE L'ETAT ACTUEL SANS DRAGAGE ET IMMERSION	ÉVOLUTION DE L'ETAT ACTUEL AVEC DRAGAGE ET IMMERSION
Milieu physique et chimique	Bathymétrie	<p>En l'absence de mise en œuvre du projet, la sédimentation dans l'estuaire de la Loire se poursuivrait de manière continue et progressive, voire augmentée par le bouchon vaseux.</p> <p>La bathymétrie serait donc soumise à des variations saisonnières avec une sédimentation dans les chenaux et les souilles qui tendrait progressivement vers un état d'équilibre des fonds et l'estuaire se transformerait probablement en delta.</p> <p>En l'absence de dragage et donc de clapage sur le site de la Lambarde, la bathymétrie serait stable sur cette zone en l'absence d'apport de sédiments. Les sédiments fins présents seraient repris progressivement par les courants et dispersés naturellement.</p>	<p>Le projet exercera une influence sur la bathymétrie en maintenant celle-ci à la cote permettant l'exploitation des terminaux du GPMNSN ainsi qu'une stabilisation des profondeurs.</p> <p>Les opérations de clapage en mer conduiront à un ensablement progressif de la zone de La Lambarde sans induire d'envasement durable, les courants et l'agitation permettant la dispersion des sédiments fins.</p>

MILIEU	THEMATIQUE	ÉVOLUTION DE L'ÉTAT ACTUEL SANS DRAGAGE ET IMMERSION	ÉVOLUTION DE L'ÉTAT ACTUEL AVEC DRAGAGE ET IMMERSION
	Qualité des eaux superficielles	<p>La qualité générale des eaux de l'estuaire n'est pas constante et des variations temporelles et géographiques sont régulières. La qualité chimique des eaux de l'estuaire interne est assez médiocre tandis que les eaux côtières sont d'assez bonne qualité.</p> <p>En l'absence de mise en œuvre des dragages, l'évolution de la qualité de ces eaux sera dépendante des conditions naturelles de l'estuaire mais aussi des autres activités anthropiques du bassin versant (industrie, agriculture, zones urbaines, etc.). Sur la zone d'immersion, la qualité des eaux sera également dépendante des conditions du milieu et des activités anthropiques.</p> <p>Toutefois, compte tenu des objectifs d'atteinte du bon état chimique et écologique fixés par le SDAGE, la qualité des eaux devrait évoluer vers une meilleure qualité au fil du temps.</p>	<p>La réalisation des opérations de dragage et d'immersion pourra venir accentuer les phénomènes naturels de l'estuaire concernant la teneur en matières en suspension, l'oxygène dissous mais aussi les teneurs en éléments traces métalliques, bactéries et autres contaminants. Les incidences des opérations de dragage ou d'immersion (dégradation temporaire de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau notamment) sont cependant très limités au regard des fortes variations des conditions naturelles liées à la présence du bouchon vaseux, des marées et de l'évolution du débit de la Loire.</p> <p>La mise en œuvre du projet n'engendrera pas d'évolution de l'état actuel.</p>
	Qualité des sédiments	<p>La sédimentation entraînée par l'absence de mise en œuvre du projet s'accompagnerait potentiellement d'un piégeage de contaminants/polluants dans ces sédiments et la concentration de ces éléments augmenterait progressivement.</p> <p>Sur le site de la Lambarde, bien que les sédiments destinés à l'immersion soient globalement faiblement contaminés, l'absence de clapage réduirait l'apport de contaminants et d'éléments nutritifs ou organiques dans le milieu.</p>	<p>Les opérations de dragage ne sont pas de nature à engendrer une dégradation de la qualité des sédiments.</p> <p>Les sédiments apportés sur le site de la Lambarde sont majoritairement vaseux, mais seuls y demeurent durablement les matériaux les plus grossiers. Ils engendreront un ensablement de la zone (sans conduire à une dégradation de la qualité des sédiments locaux).</p> <p>La mise en œuvre du projet n'engendrera pas d'évolution de l'état actuel.</p>

MILIEU	THEMATIQUE	ÉVOLUTION DE L'ÉTAT ACTUEL SANS DRAGAGE ET IMMERSION	ÉVOLUTION DE L'ÉTAT ACTUEL AVEC DRAGAGE ET IMMERSION
Biodiversité	Habitats naturel, faune, flore	L'estuaire de la Loire présente une mosaïque d'habitats avec plusieurs fonctionnalités écologiques pour l'avifaune et l'ichtyofaune. L'absence de mise en œuvre des dragages n'induirait pas d'évolution significative positive des populations de l'estuaire. La suppression des remises en suspension liées au dragage pourra améliorer légèrement et ponctuellement la production primaire du fait de l'amélioration localisée de la photosynthèse. Néanmoins les conditions naturellement turbides de l'estuaire ne permettent pas de quantifier cet effet. La diminution de la pression acoustique est à prévoir en l'absence de mise en œuvre des dragages du GPMNSN.	Les suivis réalisés par le GPMNSN montrent que les dragages et immersions n'ont pas d'incidence majeure sur la qualité de l'eau, et donc sur les espèces en lien avec ces enjeux. Dans les secteurs amont où les enjeux piscicoles sont élevés en raison des conditions de vie des espèces (température de l'eau, oxygène dissous, ...), le GPMNSN applique des modalités de dragage évitant tout impact sur les poissons en période défavorable pour eux. Les dragages auront une incidence mécanique sur les poissons présents sur les fonds et ne pouvant s'enfuir des zones de dragage. Les habitats de la zone de la Lambarde évoluent déjà dans une alternance de période d'immersion / périodes sans immersions. La faune benthique présente est déjà adaptée à ces variations. La mise en œuvre du projet n'engendrera pas d'évolution significative de l'état actuel, hormis sur les habitats de la zone d'immersion.
Milieu humain et risques	Cadre de vie	La non mise en œuvre du projet engendre un arrêt des trafics de rotation des dragues réduisant ainsi le niveau sonore aérien et sous-marin, ainsi que des dégagements locaux de polluants dans l'atmosphère. Les activités économiques du port seraient également profondément impactées, la desserte des terminaux par les navires étant remise en question. A terme, le GPMNSN ne pourrait plus accueillir de navires. Les activités de loisirs en lien avec l'estuaire seront également potentiellement modifiées en lien avec l'évolution hydrosédimentaire pouvant engendrer des modifications de courant ou encore la modification des plages.	Les opérations de dragage et d'immersion n'ont pas d'incidence notable sur le cadre de vie ou les paysages. La mise en œuvre du projet n'engendrera pas d'évolution de l'état actuel.
	Paysage et patrimoine	L'absence de mise en œuvre du projet induira une amélioration localisée du cadre paysager traduit par l'arrêt des rotations des dragues dans l'estuaire entre les zones de dragage et le site d'immersion. Cependant, une forte modification de l'estuaire est à prévoir avec son envasement et sa transformation en delta.	

MILIEU	THEMATIQUE	ÉVOLUTION DE L'ETAT ACTUEL SANS DRAGAGE ET IMMERSION	ÉVOLUTION DE L'ETAT ACTUEL AVEC DRAGAGE ET IMMERSION
	Activités socio-économiques	<p>L'absence de mise en œuvre des dragages entraînerait un envasement de l'estuaire et des structures portuaires limitant ainsi significativement l'exploitation de celles-ci. Cette incidence induira une forte perturbation de l'activité économique du port, voire son arrêt, mais également à l'échelle locale avec des retombées socio-économiques négatives telles qu'une réduction des emplois dans le secteur industriel de la Loire.</p> <p>En l'absence des opérations de dragage l'incidences sur les activités économiques régionales peuvent être considérées comme très fortes.</p>	<p>La mise en œuvre du projet permettra la poursuite du fonctionnement portuaire et la pérennité des 16000 emplois associés.</p>

Pièce n° 6 : Description des incidences notables et mesures associées que le projet est susceptible d'avoir sur l'environnement

1 - GENERALITES

1.1 - Détermination des incidences du projet

Le présent volet vise à examiner les **incidences éventuelles du projet** sur l'environnement déterminés sur la base des 3 critères suivants :

- L'**enjeu**, correspond à celui défini en conclusion de l'état initial et définit précédemment.
- Les **effets** du projet dont la notion se base sur :
 - le risque d'occurrence : probabilité que l'effet se produise (par exemple faible probabilité pour une pollution accidentelle, certitude pour les nuisances sonores en phase chantier) ;
 - la durée : un effet peut être qualifié de temporaire ou de permanent. Un effet temporaire peut s'échelonner sur quelques jours, semaines ou mois, mais doit être associé à la notion de réversibilité ;
 - l'étendue : correspond à l'ampleur spatiale de la modification de l'élément affecté. Un effet peut être localisé (par exemple incidence des protections cathodiques sur la qualité de l'eau) ou étendu (par exemple nuisances sonores sous-marines en phase chantier) ;
 - L'intensité : l'intensité est fonction de l'ampleur des modifications sur l'élément du milieu concerné par une activité du projet, ou encore de l'ampleur des perturbations qui en découlent et de son caractère direct ou indirect. L'intensité peut être faible, moyenne ou forte. (Par exemple gêne, dommage temporaire ou dommage irréversible sur les mammifères marins suite à une exposition à des bruits de chantiers) ;
- La **sensibilité de l'enjeu à l'effet**. Il s'agit du risque de perdre tout ou partie de la valeur de l'enjeu du fait de la réalisation du projet ; elle est donc liée à la nature du projet. Cette probabilité de perdre cet enjeu dépend de sa tolérance et de sa résilience à l'effet.

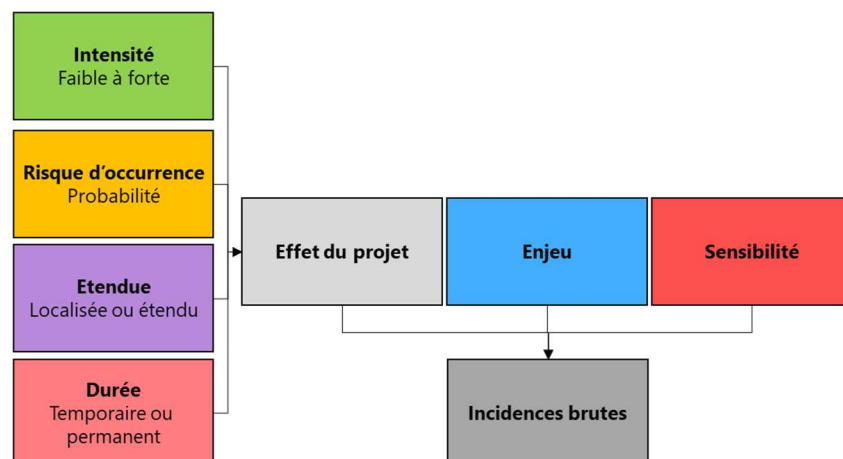


FIGURE 132 CARACTERISATION DE L'EFFET ET DES INCIDENCES BRUTES DU PROJET

Sur base de ces critères, la hiérarchisation des incidences est réalisée selon une échelle de 4 niveaux de **négligeable à fort**, auxquels il convient d'ajouter l'impact positif. L'absence d'effet ou la présence d'un effet négligeable, conduit à retenir une absence d'impact.

Dans le cas où plusieurs niveaux d'incidences différentes sont identifiés sur un thème, ou en cas d'incertitude, **le cas le plus défavorable est considéré** (par exemple si un effet à une incidence négligeable sur la majeure partie d'une population mais une incidence forte sur une espèce en particulière, c'est l'incidence forte qui est retenue).

Incidence positive	Lorsque le projet offre l'opportunité d'améliorer la situation actuelle présentée dans l'état initial.
Incidence nulle	Lorsque le projet n'est pas susceptible de modifier l'enjeu environnemental ou lorsque l'enjeu environnemental n'est pas présent.
Incidence négligeable	L'impact n'est pas bloquant et ne nécessite pas une adaptation (géographique, technique ou temporelle) du projet.
Incidence faible	L'impact n'est pas bloquant. Le porteur de projet devrait, si possible, mettre en œuvre une adaptation (géographique, technique ou temporelle) du projet afin d'obtenir un impact négligeable à nul.
Incidence modérée	Lorsque le projet n'est pas forcément remis en cause mais que des mesures spécifiques sont toutefois nécessaires pour permettre sa réalisation.
Incidence forte	Soit lorsque le projet peut être remis en cause (impacts non évitables), soit lorsqu'il s'inscrit au sein de périmètres réglementaires interdisant ou contraignant en l'état la mise en œuvre du projet envisagé.

FIGURE 133 CLEF DE LECTURE DES INCIDENCES

1.2 - Démarche ERCAS

L'ensemble des mesures environnementales est déterminé à la suite de l'analyse des incidences du projet sur son environnement. Ces mesures sont considérées sur toutes les phases de déroulement de l'opération suivant la séquence Éviter – Réduire – Compenser conformément au guide THEMA du CEREMA (Guide d'aide à la définition des mesures ERC – Janvier 2018) :

- Les **mesures d'évitement** consistent à modifier un projet ou une action d'un document de planification afin de supprimer un impact négatif identifié que le projet engendrerait. Elles peuvent consister à renoncer à certains éléments de projets qui pourraient avoir des impacts négatifs, à éviter les zones fragiles du point de vue de l'environnement.
- Les **mesures de réduction** visent à atténuer ou supprimer les impacts dommageables du projet en phase travaux et en phase exploitation. Il s'agit de proposer des mesures qui font partie intégrante du projet : préservation de la qualité de l'eau, des enjeux naturalistes, rétablissement ou raccordement des accès et des communications, insertion du projet dans le paysage, protections phoniques, etc.
- Les effets attendus de ces mesures de réduction sont traduits par l'existence ou non d'**impacts résiduels** après application de ces mesures.
- Lorsque les effets des mesures ne sont pas suffisants pour réduire significativement l'impact, des **mesures compensatoires** sont nécessaires.
- Les **mesures de compensation** interviennent donc lorsqu'un impact ne peut être réduit ou supprimé. Elles n'agissent pas directement sur les effets dommageables du projet, mais elles offrent une contrepartie lorsque subsistent des impacts non réductibles.
- Les **mesures d'accompagnement** qui ne s'inscrivent pas dans un cadre réglementaire ou législatif obligatoire. Elles peuvent être proposées en complément des mesures compensatoires (ou des mesures d'évitement et de réduction) pour renforcer leur pertinence et leur efficacité, mais ne sont pas en elles-mêmes suffisantes pour assurer une compensation.

La séquence « éviter, réduire, compenser » a pour objectif d'établir des mesures visant à éviter les atteintes à l'environnement, à réduire celles qui n'ont pu être suffisamment évitées et, si possible, à compenser les effets notables qui n'ont pu être ni évités, ni suffisamment réduits. Le respect de l'ordre de cette séquence constitue une condition indispensable et nécessaire pour en permettre l'effectivité et ainsi favoriser l'intégration de l'environnement dans le projet. La définition des mesures se base sur :

- La conclusion de l'analyse des niveaux d'enjeux et d'incidence ;
- Les retours d'expérience de mesures adoptées sur des parcs éoliens existants ;
- L'expérience du bureau d'étude, des experts techniques et du concepteur ;
- L'exploitation des données bibliographiques (françaises et étrangères) ;
- Les entretiens avec les parties prenantes.

La figure ci-dessous présente le principe de mise en œuvre de ces mesures.

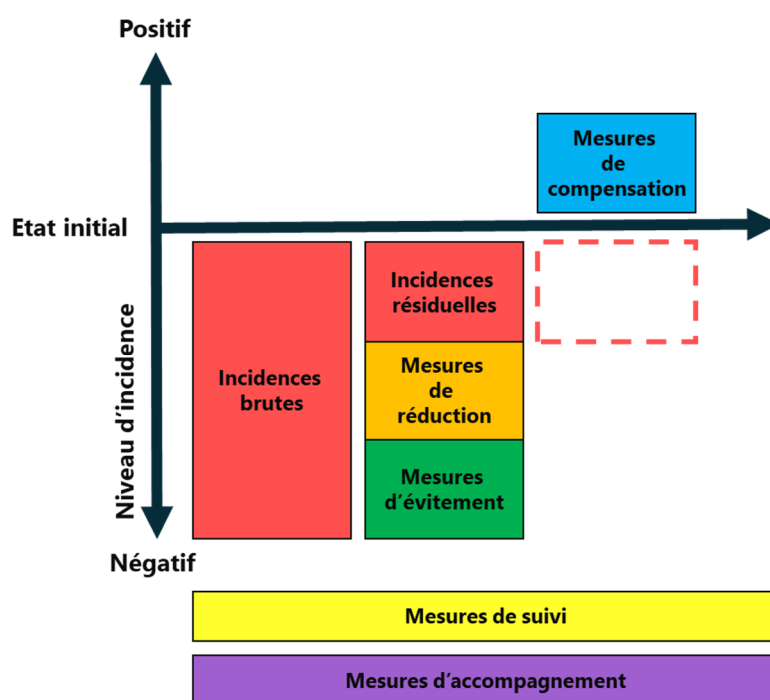


FIGURE 134 PRINCIPE DE MISE EN ŒUVRE DES MESURES ERCAS

Les pratiques portuaires et les suivis mis en œuvre sont régulièrement améliorés et optimisés de façon à limiter au maximum les incidences sur les enjeux environnementaux et humains de la zone d'étude.

En effet, le GPMNSN est engagé dans une démarche d'amélioration continue en lien avec la forte implication des parties prenantes dans le suivi des opérations de dragage.

Du fait de cette approche conservatrice, le port met déjà en œuvre des mesures d'évitement, de réduction et de suivi efficace, telles que le choix du type de drague, les levés bathymétriques permanents et la méthodologie de définition des volumes à draguer en fonction des hauteurs d'eau de pleine mer et résiduels de basse-mer et des prévisions de trafics maritimes. Les mesures présentées dans la présente pièce sont ainsi relativement peu nombreuses et en partie déjà mises en œuvre par le GPMNSN en dehors du cadre de l'arrêté préfectoral en vigueur.

2 - EVALUATION DES INCIDENCES

Dans l'ensemble du dossier, l'étude d'impact fait la différence entre :

- les opérations de dragage et de gestion des sédiments dans l'estuaire (remise en suspension et immersion) ;
- les opérations de clapage sur la zone de la Lambarde.

Cette approche permet de séparer les incidences dans l'estuaire et les incidences dans la masse d'eau côtière au large.

Concernant l'approche saisonnière, l'ensemble des modélisations et suivis pris en compte se base sur les conditions les plus défavorables (période d'étiage notamment). Cela permet de garantir que l'évaluation des incidences est conservative et permet de bien prendre en compte les incidences « maximisées » des opérations de dragage et de gestion des sédiments.

2.1 - Analyse des incidences associées sur le milieu physique

2.1.1 - Compartiments ne subissant aucune incidence

En raison de la disparité d'échelle entre les facteurs influant sur certains compartiments environnementaux par rapport au projet, ou de l'absence de lien possible avec le projet de dragage et d'immersion du GPMNSN, les compartiments suivants ne pourront pas être affectés par le projet :

- les conditions climatiques, régimes de vents inclus : ces conditions sont indépendantes du projet ;
- les conditions océanographiques : la nature du projet de dragage et d'immersion ne sont pas de nature à modifier ces conditions. Celles-ci sont dépendantes essentiellement de facteurs astronomiques (marée) et météorologiques (vents et houles) ;
- la géologie : le projet de dragage et de clapage de sédiment interviendra sur les sédiments de surface aux cotes d'exploitation sans atteindre les couches profondes des sols.

2.1.2 - Incidences sur le changement climatique

2.1.2.1 - Incidences générales

La qualification de l'impact sur le climat se définit par une évolution à la hausse ou à la baisse des grandeurs météorologiques comme les températures, les précipitations ou encore le vent.

Le projet a pour vocation de réaliser les opérations de dragage et de gestion des sédiments de l'estuaire de la Loire de façon à permettre l'exploitation des installations portuaires et industrielles du GPMNSN. Ces opérations d'entretien permettront au GPMNSN de poursuivre l'accueil de navires dans le port et le fonctionnement des chaînes logistiques et des activités industrielles associées.

2.1.2.2 - Estimation des émissions sur la base du bilan carbone de 2019

Un bilan carbone a été réalisé par le GPMNSN pour les années 2011, 2014, 2017 et 2019 (voir Annexe 17). Les résultats du bilan de 2019 (le dernier disponible, celui de 2022 est en cours) sont les suivantes :

- le dragage représente 75% des émissions en GES du GPMNSN ;

- les opérations de dragage engendrent des émissions d'environ 8060 t d'équivalent CO₂, soit le même ordre de grandeur que les émissions estimées dans le cadre du PRQA¹.

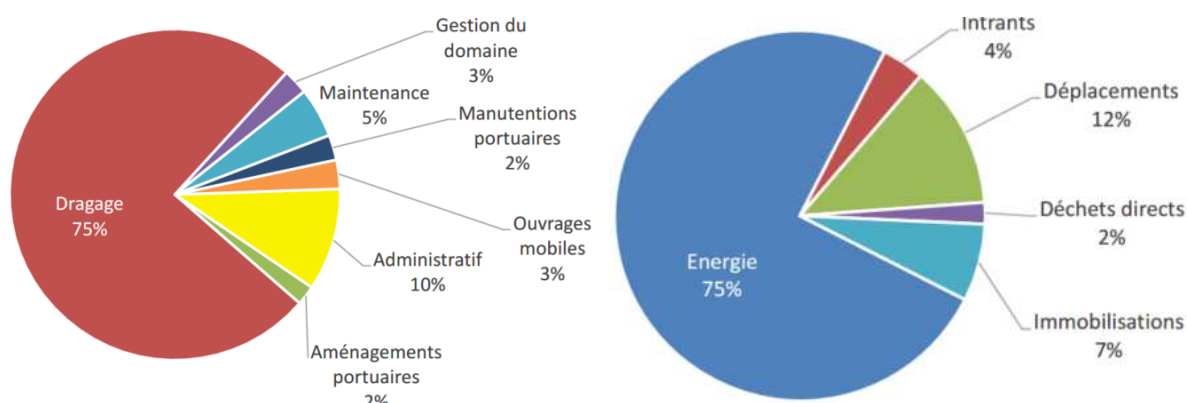


FIGURE 135 REPARTITION DES EMISSIONS DU GPMNSN PAR ACTIVITE (A GAUCHE) ET PAR CATEGORIES (A DROITE) EN 2019 (SOURCE : INDDIGO 2019)

De façon à bien situer ces émissions, il convient de rappeler que les émissions des Pays de la Loire sont estimées à 31 Mteq CO₂ et celle de la Loire Atlantique à 8,7 Mteq CO₂. Ces émissions sont majoritairement dues aux transports routiers (30%) suivis de l'agriculture (20%) puis des émissions résidentielles et industrielles (13% chacune).

Les opérations de dragage et de gestion des sédiments représentent ainsi 0,026% et 0,09% des émissions annuelles de la région et du département respectivement.

Ces éléments mettent en évidence que les opérations de dragage d'entretien ont une incidence faible, directe et permanente sur les émissions de GES et par conséquent sur le changement climatique.

☞ Incidence faible, directe, permanente

Comme indiqué dans le SDD (2024) du GPMNSN, la drague Champlain sera remplacée dans les années à venir en raison de son ancienneté. Dans ce cadre, le GPMNSN choisira la nouvelle drague sur la base de plusieurs critères dont les émissions de GES.

Par ailleurs, le GPMNSN a élaboré en 2023 son plan de sobriété (en annexe de la présente note) dont l'objet est d'identifier les leviers de réduction des GES de l'établissement GPM. Tout comme dans le SDD, le changement de drague est une opportunité pour le GPMNSN de réduire notablement son bilan carbone. Les actions à venir ont donc pour objectif d'aboutir à une réduction globale de la consommation d'énergie de 10%. Les principaux leviers ciblés par le plan de sobriété énergétique du GPMNSN ont trait à la consommation de gaz et de carburants malgré la baisse de 38% de la consommation énergétique de la drague principale du port.

Ce plan de sobriété vient en complément de sa feuille de route décarbonation de son territoire (disponible en Annexe 23). Il sera complété par le plan de renouvellement des dragues sur la période 2025-2035 dans lequel la notion d'efficacité énergétique sera prise en compte.

Note : Dans le cadre de l'incidence sur le changement climatique, le GPMNSN a considéré le projet RIOMAR, dont l'objectif est d'observer et anticiper l'évolution des zones côtières françaises sous influence des fleuves, a démarré en 2022. Il est se décline autour de 3 axes :

- Simuler les écosystèmes océaniques côtiers sous le régime combiné influence de la pression anthropique et du changement climatique au 21^{ème} siècle ;

¹ Les plans régionaux pour la qualité de l'air (PRQA) sont des plans que l'État français impose aux régions administratives et leur faisant obligation tous les cinq ans de faire le point sur l'état de la qualité de l'air.

- Définir et concevoir une future observation intégrée dédiée à fournir des contraintes pour la modélisation et suivre les changements pluri-décennaux des zones RiOMar ;
- Co-construire des scénarios d'évolution et des indicateurs pour les responsables de l'environnement afin de proposer des actions et des solutions durables.

A ce jour, les études pour la collecte des données sont juste initiées. Le GPMNSN est favorable à l'organisation de réunions de présentation des résultats du projet RIOMAR sur le territoire ligérien. Le GPMNSN prévoit en ce sens de contacter les membres du Dialogue Territorial et le GIPLÉ afin de solliciter la mise en place de telles réunions.

MR1 : PLAN DE SOBRIETE (R2.2P)					
E	R	C	A	Réduction technique en phase exploitation	
Thématique environnementale		Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit	Milieu humain
Description de la mesure		<p>Tout comme dans le SDD, le changement de drague est une opportunité pour le GPMNSN de réduire notablement son bilan carbone. Les actions à venir ont donc pour objectif d'aboutir à une réduction globale de la consommation d'énergie de 10%. Les principaux leviers ciblés par le plan de sobriété énergétique du GPMNSN ont trait à la consommation de gaz et de carburants malgré la baisse de 38% de la consommation énergétique de la drague principale du port.</p> <p>Ce plan de sobriété vient en complément de sa feuille de route décarbonation de son territoire (également jointe à la note). Il sera complété par le plan de renouvellement des dragues sur la période 2025-2035 dans lequel la notion d'efficacité énergétique sera prise en compte.</p>			
Modalités de suivi envisageables		Suivi par le GPMNSN			
Estimation		Inclus dans le coût des opérations du GPMNSN			

2.1.3 - Incidences sur la morphologie et la bathymétrie

2.1.3.1 - Incidences sur les zones de dragage

Les dragages d'entretien ont pour vocation de maintenir la cote d'exploitation pour permettre l'accès des navires dans des conditions de praticité et de sécurité satisfaisantes pour les usagers. L'extraction des sédiments excédentaires aura l'effet morpho bathymétrique recherché mais celui-ci est par définition temporaire en raison des apports sédimentaires qui s'y redéposent, justifiant ainsi leur dragage. Les incidences bathymétriques se traduisent donc par un approfondissement des zones excédentaires en sédiments réparties sur l'ensemble de l'estuaire de la Loire.

L'incidence des dragages sur la bathymétrie est donc jugée comme négative en modifiant la bathymétrie d'équilibre naturel du site qui n'est pas celle entretenue par les dragues.

2.1.3.2 - Incidences sur la zone d'immersion de la Lambarde

Les immersions régulières de sédiments issus des dragages d'entretien conduisent à une diminution progressive des profondeurs sur le site d'immersion, c'est-à-dire un exhaussement des fonds.

2.1.3.2.1 - Résultats des suivis de l'évolution de la zone d'immersion

Les suivis bathymétriques comprennent un contrôle biennuel de la bathymétrie de la zone de dépôt et d'impact, comparé aux contrôles antérieurs et traduit en zones d'évolution (érosion, engraissement). Le tableau suivant récapitule les levés disponibles depuis 2013.

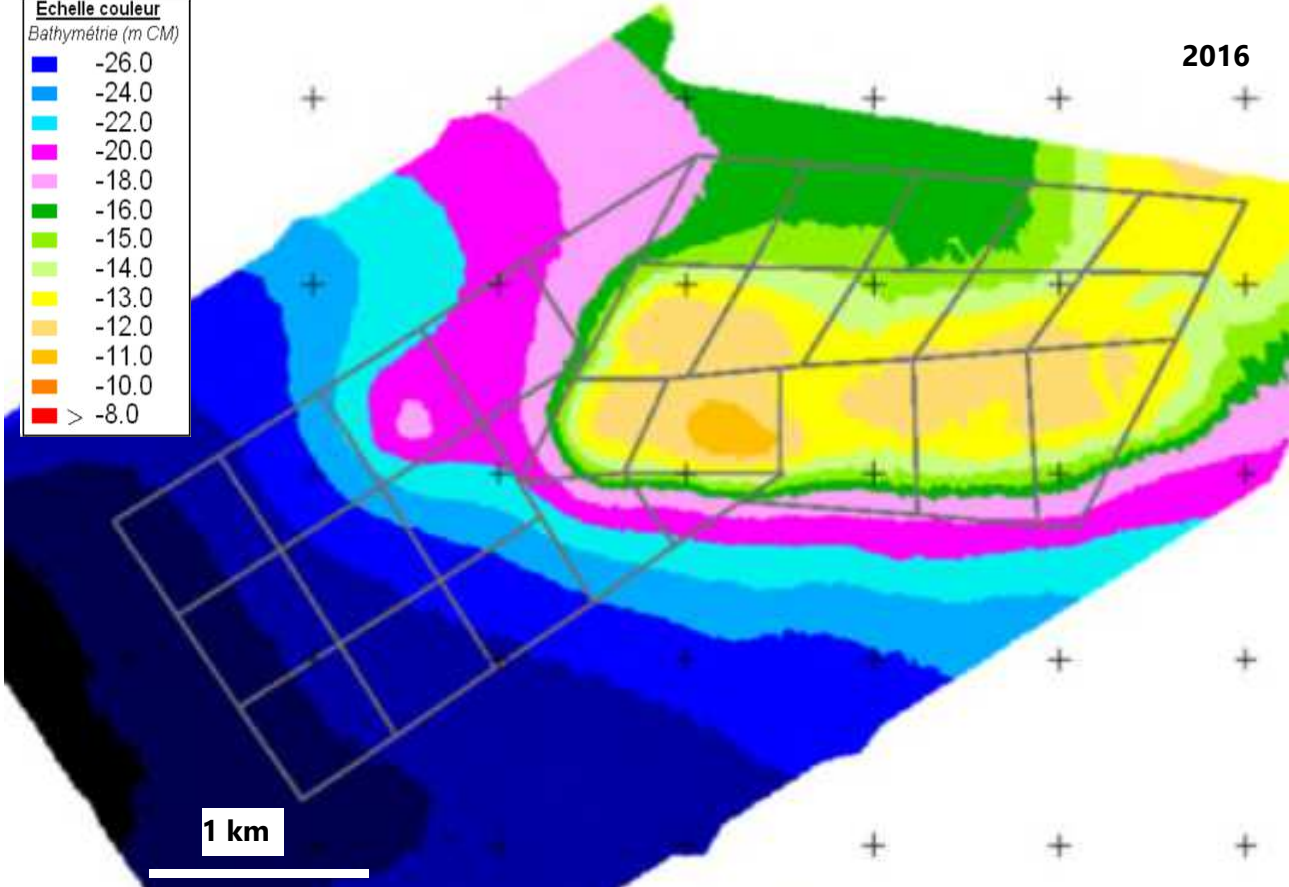
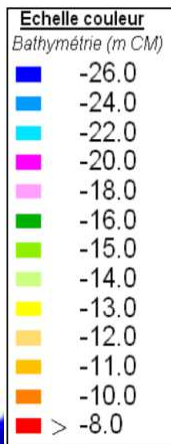
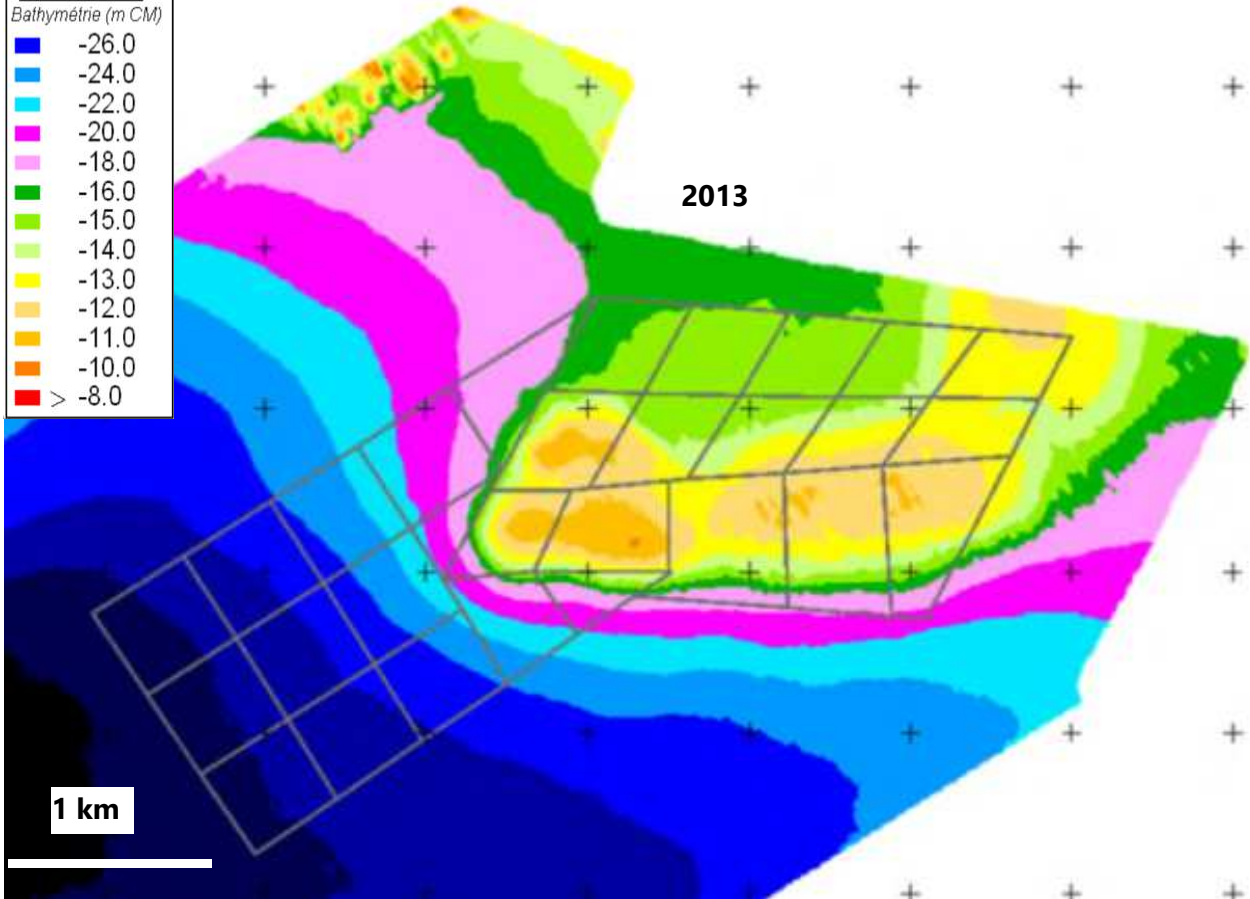
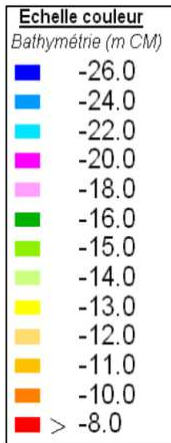
TABLEAU 47 PERIODE DES LEVES BATHYMETRIQUES ENTRE 2013 ET 2023

ANNEE	PERIODES DES LEVES BATHYMETRIQUES	ANNEE	PERIODES DES LEVES BATHYMETRIQUES
2013	Mai / Juin / Juillet	2019	Janvier - Juillet / Août
2014	Mars / Avril - Septembre / Octobre	2020	Juillet
2015	Avril / Mai	2021	Février / Mars - Août
2016	Janvier - Novembre / Décembre	2022	Janvier - Août
2017	Mai	2023	Février / Mars
2018	Décembre 2017 / Janvier / Février - Juin		

L'évolution des fonds est étroitement liée à l'utilisation des sous-zones pour le clapage. On peut ainsi observer des exhaussements de plusieurs mètres localisés au niveau des points d'immersion : les sous-zones 2 et 4 pour la période 2009-2014 (jusqu'à 4-5 m d'exhaussement), la sous-zone 18 pour la période 2015 – 2018 (jusqu'à 8 m d'exhaussement au centre des dépôts) et la sous-zone 19 pour la période 2018-2023 (jusqu'à 2-3 m d'exhaussement). La remontée des fonds s'étend en général au-delà des sous-zones utilisées sur les sous-zones adjacentes ainsi qu'au-delà des limites administratives du site par étalement.

Lorsque les sous-zones ne sont pas ou plus utilisées, les fonds s'érodent régulièrement sous l'action des agents hydrodynamiques. En effet, il est possible de constater sur les figures suivantes l'étalement des sédiments notamment au niveau des zones 1,2 et 12 de la partie ancienne de la zone d'immersion. En 2013 la profondeur minimale sur la zone était comprise entre -10 et -11m CM. Il est en de même en 2016, mais sur une surface plus restreinte. La surface sur laquelle la profondeur est comprise entre 10 et 11 m en 2019 et très faible, et est nulle en 2023 (Figure 137). Ces éléments indiquent que la bathymétrie est stable entre 2013 et 2023.

Les relevés bathymétriques des années 2013, 2016, 2019 sont présentés ci-dessous, celui de 2023 étant disponible dans l'état initial. Il convient de noter que les échelles des différentes bathymétries sont différentes.



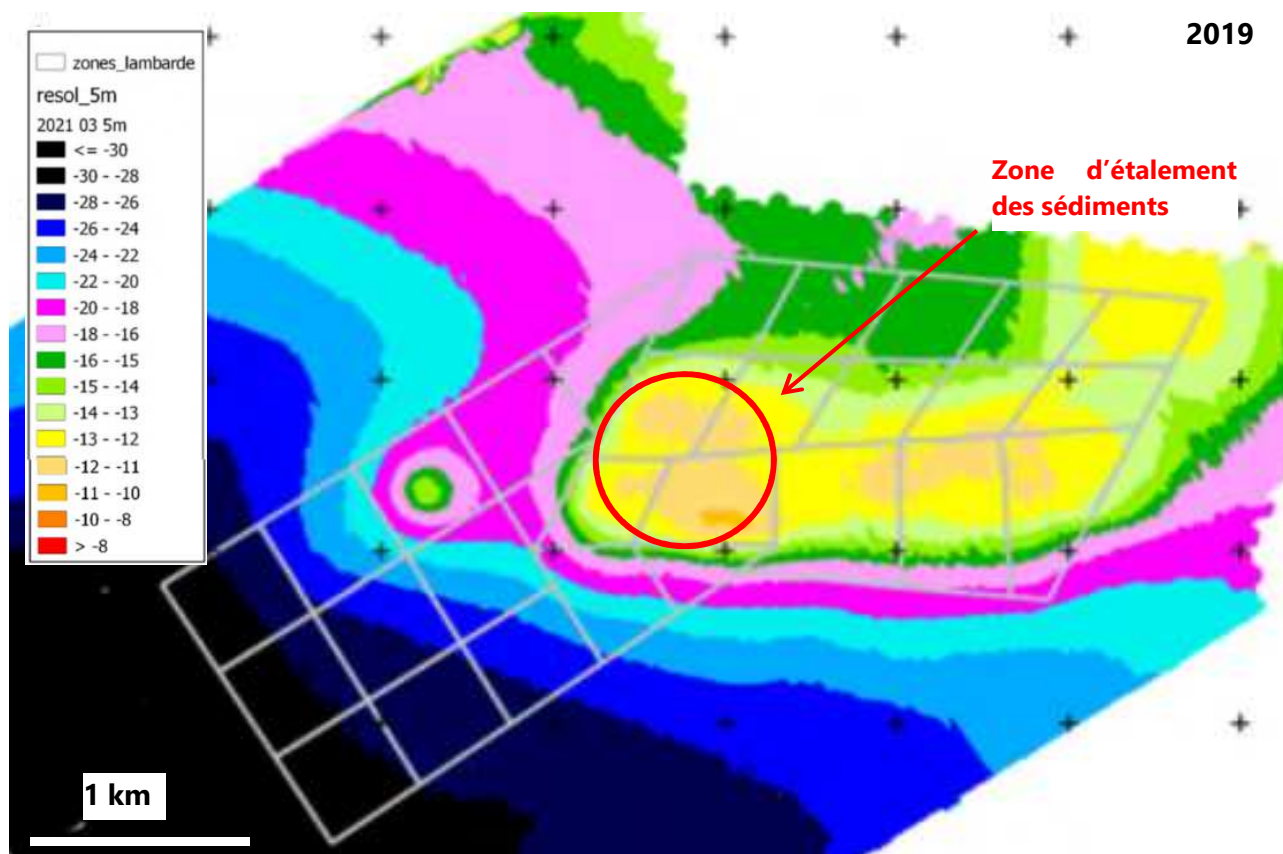


FIGURE 136 BATHYMETRIE SUR LE SITE DE LA LAMBARDE 07/2013, 12/2016, 08/2019 (GPMNSN)

2.1.3.2.2 - Résultats des modélisations de stabilité des sédiments sur le site de la Lamberde

Le Groupement d'Intérêt Public Loire Estuaire (GIP LE) dispose d'un outil de modélisation hydrosédimentaire et de qualité des eaux (HSQE) de l'estuaire de la Loire. Dans le cadre de la construction de ce modèle global, un modèle local du site de clapage de la Lamberde a également été réalisé et calibré afin de modéliser la stabilité du dépôt sur ce site.

Différents suivis ont été mis en place au cours de la dernière autorisation et permettent d'obtenir des informations sur l'évolution des fonds de la zone d'immersion. Ces données ont permis d'alimenter la modélisation. Celle-ci a été conduite sur 13 années d'exploitation de 2021 à 2034 en se basant sur les volumes immergés et les évolutions du fond durant la période de 2011 à 2018.

Durant les 13 ans d'exploitation du modèle, environ 48 Mm³ ont été clapés au total sur le secteur. Cinq sous-zones sont concernées par ce clapage à savoir : la sous-zone 19, la sous-zone 22, la sous-zone 23, la sous-zone 27 et la sous-zone 28 sur la fin de l'exploitation (sous-zone non-saturée). Les changements de zones ont été effectués lorsque la cote moyenne de la sous-zone exploitée atteint -18 m CM.

Le volume global restant en place sur la durée de l'exploitation est de 12,9 Mm³, ce qui représente une stabilité générale de 27%. La stabilité pour chaque sous-zone varie entre 24% et 29%. Notons que la durée d'utilisation de chaque sous-zone est variable car elle est dépendante du volume de stockage disponible sous la cote -18 m CM au début de son utilisation qui est directement impacté par l'étalement du dépôt sur les sous-zones adjacentes précédemment utilisées. L'influence des conditions marines du large incluant la marée et ses courants d'une part et l'agitation océanique d'autre part induisent une remobilisation des sédiments immergés permettant ainsi une érosion naturelle des dépôts. Ce constat met en évidence le caractère dispersif du site d'immersion.

Par ailleurs, lors du transport vers la zone d'immersion, le potentiel relargage accidentel n'engendre pas d'incidence significative sur la bathymétrie.

Les différentes stabilités et durées d'utilisation sont synthétisées dans le tableau ci-dessous.

TABEAU 48 STABILITE PAR SOUS-ZONE DE CLAPAGE

Zone de clapage	Début du clapage	Fin du clapage	Durée du clapage (année)	Stabilité du site sur la période	Volume en place (m ³)	Volume clapé (m ³)
Zone 19	01/10/2021	12/08/2025	3.9	29 %	3 929 975	14 152 735
Zone 22	12/08/2025	23/10/2026	1.4	28 %	1 530 490	5 391 322
Zone 23	23/10/2026	08/03/2031	4.3	24 %	3 628 000	15 063 337
Zone 27	06/04/2031	06/11/2033	2.6	29 %	3 115 041	10 743 827
Zone 28	06/11/2033	01/10/2034	0.9	27 %	694 118	2 615 838
Total	01/10/2021	01/10/2034	13	27 %	12 897 624	47 967 059

Le différentiel bathymétrique obtenu entre le début et la fin de la période d'exploitation met en évidence les dépôts sur les sous-zones concernées par les clapages et la lente érosion des sous-zones précédemment utilisées.

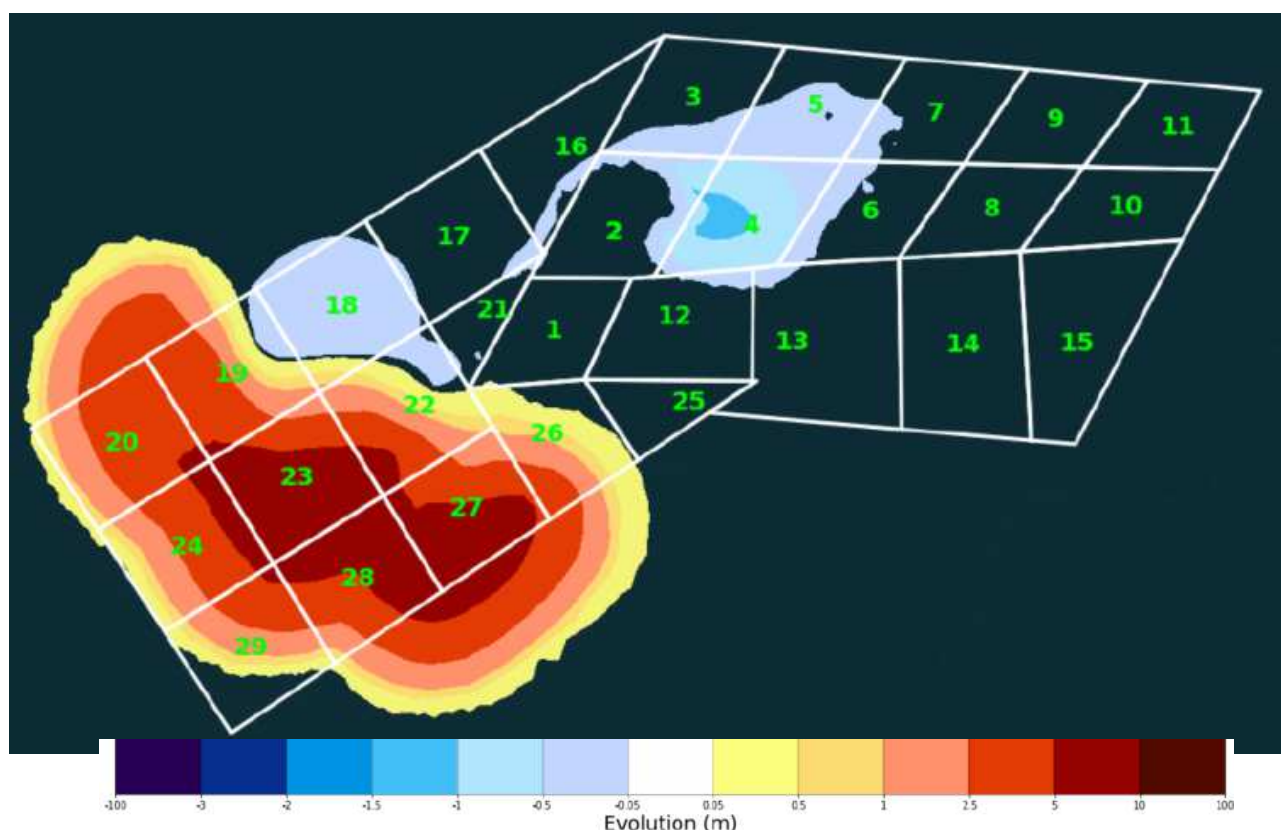


FIGURE 137 MODELISATION DU DIFFERENTIEL BATHYMETRIQUE ENTRE LE DEBUT (10/2021) ET LA FIN D'EXPLOITATION (10/2034) (SOURCE GIP LE - ARTELIA 2023)

L'annexe 03 précise (§2.1) que les volumes disponibles en fin de simulation, au 01/10/2034, qui seront de 13 millions de m³ sous la cote -18 m CM. En faisant une hypothèse de stabilité d'environ 27 % au-delà de 2034 et en respectant la cote moyenne-objectif de -18 m CM, il pourrait être encore possible de claper environ 48,6 millions de m³ de sédiments, ce qui représente potentiellement un minimum de 13 années d'exploitation supplémentaires à partir de 2035.

Ces résultats de modélisation seront bien entendu confrontés aux observations issues des suivis bathymétriques semestriels et de nouvelles modélisations seront mises en œuvre à mi-autorisation afin d'analyser si les prévisions présentées dans le présent dossier demeurent valides jusqu'à l'échéance de la future autorisation.

2.1.3.2.3 - Synthèse sur les incidences des immersions sur la bathymétrie du site de la Lambarde

Les volumes de sédiments clapés sur le site de la Lambarde engendrent une augmentation progressive des fonds au niveau de la zone d'immersion de La Lambarde et de son immédiate périphérie. Cette augmentation régulière indique que la dynamique hydrosédimentaire ne permet pas de reprendre l'ensemble des sédiments clapés lorsque les opérations d'immersion ont lieu. Les sédiments fins sont majoritairement repris dans la dynamique hydrosédimentaire locale alors que les sédiments plus sableux se déposent sur le fond.

Cependant, les suivis mettent en évidence que lorsqu'une sous-zone n'est plus utilisée, une érosion progressive se met en place jusqu'à une profondeur d'équilibre. L'optimisation des pratiques du GPMNSN visant à réduire au maximum les volumes dragués et à alterner l'usage des quatre casiers des sous-zones permettent de limiter les incidences sur le site de la Lambarde. Les sédiments fins déposés au fond seront repris progressivement par les conditions hydrosédimentaires.

Au regard des éléments précédents les incidences liées aux immersions sur la bathymétrie du site de la Lambarde sont donc jugées comme moyennes, directes, localisées et temporaires.

2.1.3.3 - Incidences sur les sites d'immersion de Grand Pont et de Port Lavigne

Il convient de rappeler que les sites d'immersion de Grand Pont et de Port Lavigne présentent respectivement des profondeurs de -9 à -11 m CM. Dans ces secteurs, la cote d'exploitation est fixée à -5,1 m CM.

Le suivi à mi-autorisation des opérations de dragage-immersion (ARTELIA, 2019), a permis d'identifier les incidences des immersions sur l'évolution bathymétrique des fosses amont de Grand Pont et de Port Lavigne.

Un suivi a été mené en 2015 avec une petite DAM qui a immergé 37 500 m³ entre le 28/01 et le 06/02. Quatre levés bathymétriques ont été réalisés entre le 20/11/2014 et avril 2015. Le différentiel des levés (19/01 et 04/03) encadrant les immersions témoigne à la fois de l'influence des immersions sur les fonds, mais également des dépôts-érosions naturels. En certains points (Figure 137) où les sédiments ont été immergés, on observe de l'accrétion, (en vert-jaune) alors que sur d'autres points (en bleu), on note une relative stabilité, voire de l'érosion. Cela suggère que les sédiments immergés ont déjà été remaniés par les courants locaux.

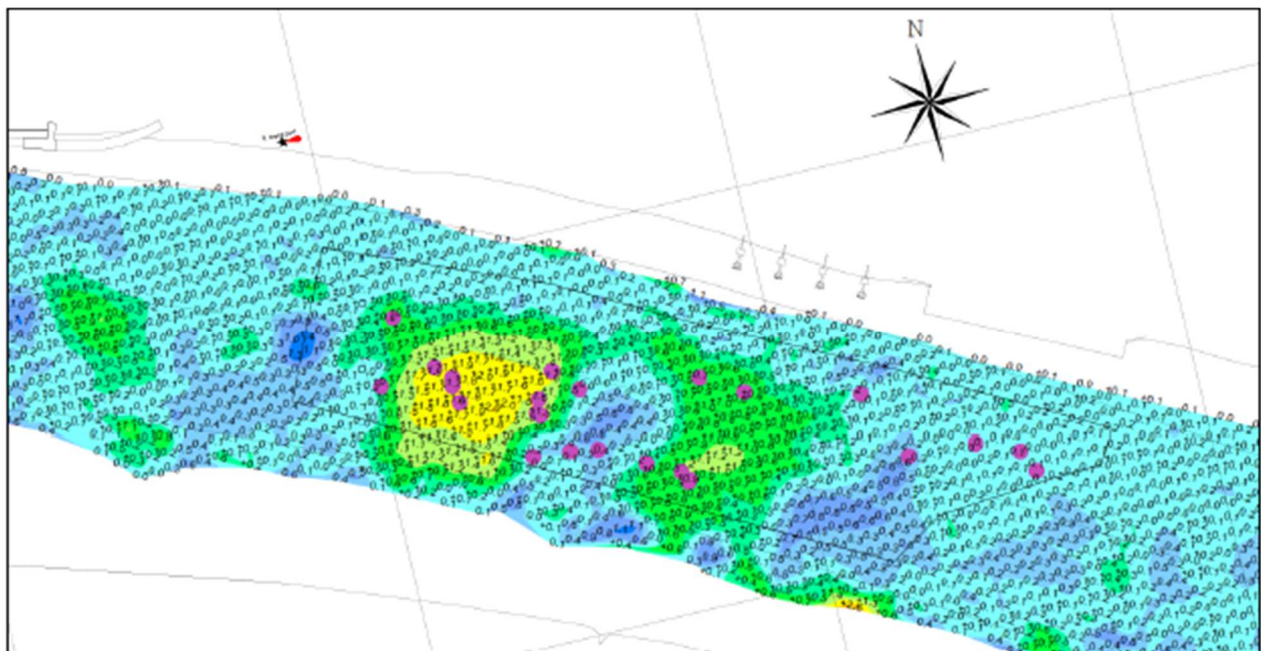


FIGURE 138 DIFFERENTIEL DES BATHYMETRIES ENTRE LE 19/01 ET LE 04/03/2015 AVANT ET APRES CLAPAGES. RONDS ROSES : POINTS D'IMMERSION (DU 28/01 AU 06/02)

Afin d'analyser l'évolution générale des fonds et de prendre en compte l'évolution naturelle de tout le secteur de Grand Pont, une évaluation des volumes en place, sur les quatre sondages, a été faite sur toute la zone sondée. Il s'avère que les variations naturelles des fonds (+/- 900 000 m³ en deux mois) sont considérables (24 fois plus importants) par rapport au volume introduit par clapage sur la zone (37 500 m³).

Les apports liés aux clapages annuels réalisés depuis la réutilisation de la zone de Grand Pont (40 000 m³ en moyenne sur 2017-2022) ne sont donc pas de nature à modifier « l'équilibre dynamique » de la fosse de Grand Pont. Même en cas d'accroissement des volumes immergés avec l'entrée d'une petite DAM dans le parc d'engins de dragage du GPM, il n'est pas envisagé d'immerger plus de 200 000 m³/an en moyenne. Ce volume reste modeste relativement aux variations naturelles des fonds de la zone qui demeureront largement prédominantes.

Par ailleurs, les immersions sont réalisées en différents points de la zone d'immersion, de façon à ne pas générer d'exhaussements trop importants. Ainsi, au vu du caractère dispersif des fosses amont, de la dynamique morpho-sédimentaire et des volumes des sédiments immergés, les opérations d'immersion exercent une influence limitée et temporaire sur la bathymétrie du chenal et sa morphologie. Elles ne sont ainsi pas de nature à avoir une incidence significative sur les fonds ou à augmenter le risque d'inondation.

2.1.3.4 - Incidences des opérations d'immersion exceptionnelle dans le chenal

Le suivi de l'opération de dragage exceptionnel et de gestion des sédiments dans le chenal réalisé en mars 2023 a mis en évidence la dispersion de la majorité des 300 000 m³ de sédiments dans les jours ayant suivi l'opération.

La figure ci-dessous présente le différentiel des bathymétries entre le 22 février, au démarrage des immersions, et le 07 mars, soit le lendemain de la fin des immersions. Les points noirs sur la figure représentent la localisation des clapages réalisés.

Sur la zone d'immersion, le différentiel des sondages indique une sédimentation de 38 000 m³, à rapporter aux 303 000 m³ immergés, soit environ 12,5 %.

Il apparaît donc clairement que la zone d'immersion des matériaux clapés par la DAM Anita Conti est très dispersive et que les sédiments sont rapidement repris dans la masse turbide présente dans ce secteur de l'estuaire.

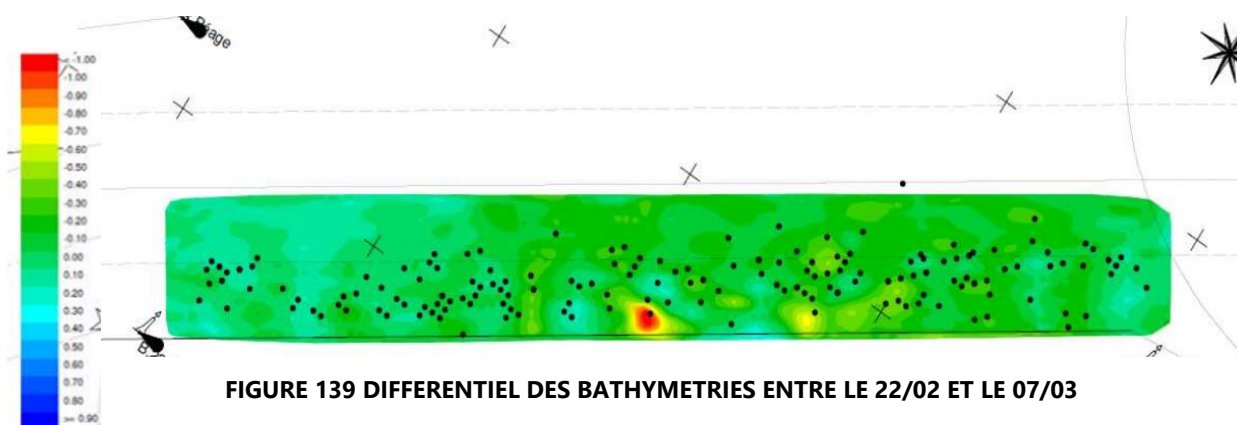


FIGURE 139 DIFFERENTIEL DES BATHYMETRIES ENTRE LE 22/02 ET LE 07/03

Au regard du résultat de ce suivi environnemental et de la nature exceptionnelle de ces opérations, on peut considérer que l'incidence des opérations d'immersion exceptionnelles dans le chenal est négligeable, directe et temporaire sur la bathymétrie de l'estuaire.

2.1.3.5 - Synthèse des incidences sur la morphologie et la bathymétrie

Les opérations du GPMNSN vont avoir une incidence négative faible sur les zones de dragage, négligeable sur les zones d'immersion de l'estuaire interne et une incidence négative moyenne sur le site d'immersion de la Lambarde et sa proche périphérie.

☞ Incidence moyenne, directe, temporaire

2.1.4 - Incidences sur la nature sédimentaire

2.1.4.1 - Opérations de dragage

Les opérations de dragage par aspiration (DAM et DAS) ne sont pas de nature à engendrer une modification de la nature sédimentaire. De plus, le panache turbide engendré par le dragage est relativement limité du fait de la technique d'intervention (aspiration des sédiments) mais aussi vis-à-vis des teneurs naturelles en MES.

Les opérations de dragage par la DIE vont engendrer un déplacement des sédiments sur le fond de l'estuaire.

Les sédiments sont relativement homogènes tout le long de l'estuaire (sédiments majoritairement vaseux avec une teneur en sable variable (entre 10 et 30%). De plus, les conditions hydrosédimentaires dynamiques de l'estuaire engendrent des déplacements réguliers de sédiments notamment lors des périodes de crues ou de grandes marées.

Au regard de ces éléments, les incidences potentielles des opérations de dragage sur la nature sédimentaire de l'estuaire peuvent être considérées comme négligeables.

☞ Incidence négligeable

2.1.4.2 - Filières de gestion des sédiments

Les opérations de gestion des sédiments peuvent engendrer des incidences sur la nature sédimentaire de l'estuaire ou du site de la Lambarde.

Concernant les opérations de remise en suspension par DIE ou par DAS, les sédiments remis en suspension intégreront la dynamique hydrosédimentaire locale ou se redéposeront plus en aval **sans engendrer de modification de la nature sédimentaire** (voir paragraphe précédent).

Concernant les opérations de clapage sur Grand Pont, elles sont mises en œuvre de manière ponctuelle pour gérer des apports de sédiments plus sableux provenant de l'amont de la Loire. Ces clapages peuvent engendrer un ensablement localisé de la zone de clapage. Au regard des conditions hydrosédimentaires locales, ces dépôts sableux seront **rapidement remobilisés dans l'estuaire**.

Sur la période 2021-2034 d'exploitation du modèle de stabilité de La Lambarde, environ 48 Mm³ sont clapés au total sur le secteur de la Lambarde. Le volume global restant en place sur la durée de l'exploitation est de 12,9 Mm³, ce qui représente une stabilité générale de 27% correspondant principalement à la partie sableuse des sédiments clapés. Les suivis réalisés sur la zone de clapage mettent ainsi en évidence un **ensablement progressif des fonds au niveau du site de la Lambarde**.

Pour rappel, les sédiments de la zone de la Lambarde sont composés au Nord de sédiments sableux et au Sud de sédiments vaseux. Quelle que soit la sous-zone de clapage, les sédiments fins (vases) sont progressivement repris par le jeu des courants et des marées. Seuls les sables restent en place mais présentent toutefois un étalement sous l'effet des courants. In fine, les sables stabilisés vont donc modifier la nature des fonds de la partie Sud du site d'immersion. Cependant, ce secteur ("les Barquets") est déjà connu pour subir des remaniements sédimentaires sous certaines conditions océanographiques (fortes tempêtes, houle, forts courants marins, ...). Les zones adjacentes à la zone d'immersion étant de nature sableuse, elles vont modifier, au moins temporairement et localement, la nature des sédiments de la Lambarde dans sa partie vaseuse.

Par ailleurs, sur le moyen-long terme, il est probable que les sables seront progressivement repris par les courants.

Ces éléments mettent en évidence que les opérations d'immersion par clapage sur le site de la Lambarde ont une incidence moyenne, localisée et temporaire (reprise très progressive des matériaux clapés) sur la nature sédimentaire.

☞ Incidence moyenne, directe et temporaire

2.1.5 - Hydrographie - hydrologie

Les opérations de dragage et de gestion des sédiments ne sont pas de nature à avoir une incidence sur l'hydrographie ou l'hydrologie de l'estuaire de la Loire.

Les débits prélevés par la DAS et la DIE pour leurs interventions sont immédiatement retournés au milieu aquatique. Concernant les prélèvements de la DAM (puits de 8500 m³ d'un mélange eau-sédiments), ils n'évacuent provisoirement qu'une faible quantité d'eau de l'estuaire interne. Les volumes d'eau concernés sont négligeables en comparaison du débit de la Loire (entre 200 et 2000 m³/s). De plus, ils sont majoritairement réalisés en aval de l'estuaire à proximité du milieu maritime où les prélèvements d'eau n'ont pas d'incidence sur l'hydrographie et l'hydrologie.

☞ Incidence négligeable

2.1.6 - Incidences sur l'hydrodynamisme

2.1.6.1 - Opérations de dragage

2.1.6.1.1 - Dragage par DAM ou DAS

Les opérations de dragage d'entretien réalisées par DAM ou DAS ne modifient pas de manière significative la bathymétrie générale de l'estuaire. Elles ne font qu'entretenir les profondeurs du chenal/accès portuaires / souilles, zones où s'accumulent les sédiments transportés par les courants de marées et où sédimentent les matières en suspension dans les eaux de l'estuaire. Le maintien des profondeurs de l'estuaire conduit à ne pas modifier l'hydrodynamisme qui en est directement dépendant.

Globalement, l'incidence des opérations de dragage par DAM ou DAS sur l'hydrodynamisme local peut être considérée comme négligeable.

2.1.6.1.2 - Dragage par DIE

Le dragage à injection d'eau génère un courant de densité pour déplacer les sédiments fluidifiés. Ce courant se déplace sur le fond marin, sur une épaisseur de 1 à 3 m suivant les cas, et n'a que très peu d'interactions avec les autres courants locaux. La vitesse du courant de densité est variable suivant la morphologie du site et la vitesse des courants naturels, et est généralement de 0,3 à 3 m/s.

Le courant de densité est établi de manière temporaire, uniquement pendant la durée de fonctionnement de la drague. Il peut se propager dans le sens du courant ou à l'opposé, suivant la nature des sédiments, la morphologie du site, et l'hydrodynamisme locale, à une distance allant de quelques dizaines de mètres à plusieurs centaines de mètres.

Du fait de son maintien au voisinage des fonds et de son emprise limitée, ce courant de densité n'est pas de nature à avoir une incidence significative sur l'hydrodynamisme de l'estuaire, soumis à de fortes conditions naturelles (courants pouvant atteindre 2,5 m/s).

☞ Incidence négligeable

2.1.6.2 - Filières de gestion des sédiments

Les opérations de gestion des sédiments dans l'estuaire (clapage sur Grand Pont, Port Lavigne ou dans le chenal ou remise en suspension) ne modifient pas non plus de manière significative la bathymétrie générale de l'estuaire. Les zones de rejet ou de clapage sont dispersives et les opérations de rejet effectuées lors de débits adéquats, les sédiments immergés sont ainsi rapidement dispersés dans le milieu. Les éventuelles épaisseurs de dépôts liés aux opérations sont négligeables par rapport aux processus hydrosédimentaires naturels (évolution du système bouchon vaseux-crème de vase).

Concernant les opérations de clapage sur la Lambarde, elles sont réalisées dans une zone présentant de 11 à plus de 20 m de profondeur et soumises à des courants de marée et à de l'agitation. Cette zone est très dispersive et environ 75% des sédiments sont rapidement dispersés. Les épaisseurs de dépôts liés aux opérations et restant sur la zone ont une incidence négligeable sur l'hydrodynamisme par rapport aux conditions maritimes.

☞ Incidence négligeable

2.1.7 - Incidences sur la dynamique hydrosédimentaire

L'analyse de la dynamique hydrosédimentaire de l'estuaire a permis de constater que la position moyenne annuelle du bouchon vaseux sur les trente dernières années est remontée vers l'amont de l'estuaire ces dernières années, du fait des étiages prolongés.

2.1.7.1 - Opérations de dragage

2.1.7.1.1 - Incidence sur la masse sédimentaire de l'estuaire

L'incidence global des dragages sur la masse turbide de l'estuaire est différente pour chaque technique utilisée. Ainsi, le dragage par DAM évacue le sédiment en dehors de l'estuaire, le dragage par DAS remet du matériau en suspension sur l'ensemble de la colonne d'eau alors qu'une intervention par DIE est majoritairement limitée à la couche de crème de vase sur le fond.

De façon à pouvoir identifier l'effet des opérations de dragage et d'immersion, il est nécessaire de rappeler les volumes de sédiments présents à un moment donné dans l'estuaire.

- masse du bouchon vaseux : entre 0,1 Mt (vives-eaux) et 1 Mt (mortes-eaux) dans l'estuaire ;
- masse de la crème de vase : entre 0,1 Mt (vives-eaux) et 2 Mt (mortes-eaux) dans l'estuaire.

Dragage par DAM

Les opérations de dragage par DAM ne vont pas engendrer d'incidence significative sur la masse turbide de l'estuaire. Les sédiments dragués sont évacués vers l'estuaire externe, sur la zone d'immersion de la Lambarde.

Dragage par DAS ou DIE

- Les opérations de dragage par DAS vont concerner environ 200 000 m³ de **sédiments qui seront remis en suspension** dans l'estuaire et viendront **contribuer à la masse turbide du bouchon vaseux**. A l'échelle d'une marée, la quantité de sédiments remis en suspension par la DAS peut être estimée à environ 2000 m³ soit environ **0,2% de la quantité totale de sédiments dans le bouchon vaseux**.
- Les opérations de dragage par DIE vont concerner environ 1 500 000 m³/an de **sédiments qui se déplaceront sur le fond de l'estuaire** et viendront **contribuer à la masse turbide de la crème de vase** au fond de l'estuaire. A l'échelle d'une marée, la quantité de sédiments remis en suspension par la DIE peut être estimée à environ 15000 m³ soit environ **0,75% de la quantité totale de sédiments dans la crème de vase**.

Le tableau suivant, issu de l'analyse des résultats des modélisations hydrosédimentaires réalisées par Artelia en 2023 met en évidence l'impact que peut avoir les dragages DAS et DIE sur la masse moyenne en suspension.

TABLEAU 49 MASSE MOYENNE SUR LA DUREE DE SIMULATION DE REFERENCE (SC1) PAR SECTION EXPRIME EN MT (ARTELIA 2023)

Section :	1 2 3	4 5 6	7 8	9 10	11 12	amont	total estuaire
Suspension moyenne (Mt)	0.06	0.05	0.07	0.08	0.04	0.01	0.30
Impact dragage sur la suspension moyenne (Mt)	0.001	0.002	0.002	0.003	0.001	0.000	0.008
Impact dragage sur la suspension moyenne (%)	1.70	2.97	2.69	3.36	2.79	3.54	2.75

Sur les quatre mois étudiés, les dragages par DAS et DIE modélisés ont remobilisés environ 2 Mt de sédiments. Ils ont alors un impact sur la masse en suspension de l'ordre de 2,75%. En termes de répartition, c'est la section 9-10 où se situe le maximum de concentration du bouchon vaseux qui est la plus impactée à hauteur de 3,36%.

Ces modélisations montrent également une remontée vers l'amont des sédiments dragués à hauteur de 120 000 t sur un an soit environ 167 t par marée. Ces volumes sont réduits au regard des volumes qui transitent chaque jour dans l'estuaire (environ 34 000 t en mortes-eaux et 66 000 t en vives-eaux).

L'incidence des opérations de dragage sur la masse sédimentaire dans l'estuaire peut être considérée comme faible, étendue et temporaire.

2.1.7.1.2 - Incidence sur la sédimentation latérale des étiers et bras secondaires

Concernant les vasières et prairies

Le lit majeur de la Loire est soumis à la sédimentation. Celle-ci est alimentée par les matériaux transportés par l'hydrodynamisme de l'estuaire et notamment le bouchon vaseux.

Des agriculteurs ont émis l'hypothèse, suite à des envasements importants sur des prairies, d'un lien direct entre les dragages d'entretien du port avec leur potentiel de remise en suspension de sédiments et l'envasement des prairies, engendrant donc des impacts négatifs sur les pratiques agricoles.

L'augmentation des remises en suspension des sédiments en vive-eau coïncidant avec une surcote météorologique importante ou lors de très fortes vives-eaux, peut induire localement une submersion des prairies voisines par des eaux chargées en sédiments. Le GIP-Loire Estuaire a montré (période 2007-2010) que lors des phases de forts coefficients de marée, sur les mois d'août à octobre, les concentrations en MES autour des pleines mers sont dans la frange haute de celles mesurées sur la période 2007-2010. Ainsi, lors des périodes de forts coefficients de marée, les charges en MES sont élevées autour des pleines mers et il est logique que des dépôts importants soient constatés sur les prairies latérales inondées.

Sur la période 1980-2010, le GIP Loire Estuaire a considéré les marées de coefficient supérieur à 110, puis les vives-eaux d'été et d'automne préjudiciables pour la profession agricole. Se distinguent les années suivantes: 1980, 1984, 1997, 1998, 2002, 2006 et 2010.

Cette analyse semble donc montrer l'absence de lien entre dépôts sur les prairies et dragages dans le chenal de Nantes.

Néanmoins, le bureau d'étude HOCER a réalisé pour le GPMNSN, des études sur la dynamique de la sédimentation latérale en estuaire de Loire, au niveau du lit majeur (vasières, marais et prairies) ainsi que sur

l'impact potentiel du dragage sur cette dynamique sédimentaire. Ces études se sont chronologiquement déroulées en trois phases :

- une première phase de recherche bibliographique, démontrant que la sédimentation et l'évolution des berges sont liées à différents phénomènes à différentes échelles de temps ; des cycles annuels de la marée et de l'hydraulicité de la Loire aux cycles glacio-eustatiques sur des temps géologiques en passant par les aménagements réalisés par l'homme à l'échelle pluriannuelle ;
- une deuxième phase d'analyse de mesures in-situ (suivi de deux vasières entre Donges et Cordemais), montrant que la sédimentation des vasières à court et moyen terme était liée aux conditions hydrosédimentaires de l'estuaire. La sédimentation des berges latérales est alimentée par les matériaux transportés par la Loire (bouchon vaseux). Les niveaux de sédimentation dépendent du rapport entre la cote topographique et le niveau d'eau suivant la marée (cycle morte-eau/vive-eau) et le débit de la Loire. Ainsi, le risque de sédimentation des prairies est d'autant plus fort lorsque la présence du bouchon vaseux coïncide avec une période de vive-eau et une période de crue ;
- une troisième phase qui permettait de mettre en parallèle les activités de dragage, les paramètres environnementaux et les phénomènes d'envasement constatés sur les vasières et les prairies humides sur les années 2012 et 2013. Les principales conclusions sont les suivantes :
 - les principaux facteurs d'influence sont le niveau de turbidité et le niveau d'eau de la Loire (dépendant du débit, de la marée et des surcotes météorologiques) ;
 - les risques de sédimentation latérale sont concentrés au niveau de la section 10 du chenal ;
 - les suivis démontrent que les opérations de dragage ne constituent pas un facteur influençant les dépôts latéraux dans l'estuaire.

Concernant les étiers et les bras secondaires

Les annexes hydrauliques dans l'estuaire sont essentiellement localisées dans les sections où les dragages sont faibles. En effet, dans l'estuaire interne, l'essentiel des dragages, soit près de 75%, est réalisé dans les sections 1 à 7, soit entre l'estuaire externe et le Carnet. Or, dans cette zone, il n'y a d'étiers que le long de la rive sud, éloignée du chenal de navigation. Les débouchés aval du Migron et de la Taillée ne sont plus hydrauliquement actifs et constituent désormais des secteurs de vasières.

Dans les sections 8 à 11, soit de Petit Carnet à Chantenay, les étiers sont nombreux, tant au nord (étiers de Lavau, de Rohars, de la Peille, du Coulevrou, du Haut-Bois, de la Gicquelais, de Vair, de la Musse, du Petit Dareau, de Chaintres, de Tougas) qu'au sud (Percée du Carnet, Gabon de la Maréchale, collecteur de Belle-Ile, Bras du Migron, Canal de Buzay, étiers de la Petite Rivière, de l'Île Mindine et de Port Lavigne).

Sur ces sections, le volume moyen annuel dragué est faible (< 200 000 m³). De plus, seul le dragage à injection d'eau est réalisé sur cette partie endiguée de l'estuaire, dont l'impact est localisé sur le fond, et ne contribue pas à alimenter la charge turbide dans la colonne d'eau, pouvant se déposer dans les annexes hydrauliques, sur les berges du chenal. L'envasement des étiers sera quasiment exclusivement induit par le bouchon vaseux.

Une augmentation de la sédimentation dans les étiers a été observée ces dernières années. Si les dragages y participent c'est donc de manière très limitée. L'origine de ce phénomène est donc à rechercher parmi d'autres paramètres : baisse du débit de la Loire avec étiages prolongés favorisant la présence du bouchon vaseux dans les sections amont de l'estuaire où sont localisés les étiers, diminution de la pluviométrie, etc.

Les opérations de dragage d'entretien du GPMNSN ne sont pas de nature à avoir une incidence significative sur la sédimentation latérale dans l'estuaire.

Compléments apportés par l'étude Artelia 2018

Un des objectifs des simulations d'Artelia (2018) était de mieux appréhender l'effet du coefficient de marée et du débit de la Loire sur l'impact des opérations de dragage. Pour cela, deux situations de marée (vive-eau et morte-eau) contrastées, combinées à trois débits du fleuve (300, 800 et 2000 m³/s), soit un total de 6 scénarios hydrométéorologiques.

En morte-eau, la différence de pratique DIE ou DAS conduit à des impacts similaires. En effet, les forces hydrodynamiques étant peu importantes pour ces marées, le dragage par injection d'eau va se déposer en partie sous forme de crème de vase liquide dans le chenal de navigation au lieu de se disperser en suspension. Celle-ci sera reprise quelques jours plus tard par les conditions de vive-eau. Du coup, les reprises et la dispersion se font sur un peu plus de 8 jours comme lors d'un dragage par aspiratrice stationnaire.

Le temps nécessaire pour la concentration moyenne pour passer sous le seuil des 20 mg/l est d'environ 9,5 jours (228 heures) assez similaire quel que soit le débit du fleuve et le type de pratique. **Le débit a donc peu d'importance sur le temps de dispersion.**

Par contre, l'extension spatiale des enveloppes de maximum de concentration diminue et se déplace de l'amont vers l'aval lorsque les débits augmentent. **Ceci est cohérent avec la dynamique estuarienne qui a tendance à importer du sédiment vers l'amont par faible débit et à concentrer le sédiment vers l'aval** (qui est le lieu de dragage étudié) par fort débit.

En vive-eau, la majeure partie du sédiment remobilisé en DIE peut être directement reprise en suspension par les conditions hydrodynamiques dans les premiers jours, ce qui fait que la concentration moyenne ne met que 3 à 4 jours (72 h à 96 h) pour passer sous le seuil de 20 mg/l au lieu de 9,5 jours (228 h) en pratique DAS. En contrepartie, l'enveloppe des concentrations maximales et les valeurs de concentrations maximales sont plus importantes.

La comparaison de ces résultats aux conditions du milieu ambiant mesurées par le réseau SYVEL et analysées par le GIP Loire estuaire montre que l'emprise de l'impact des dragages par DAS et DIE sera le plus décalé vis-à-vis des conditions naturelles dans les conditions de faible débit et morte-eau, car dans ces conditions le bouchon vaseux se trouve assez amont alors que la source des remises en suspension issues du dragage, se situera en aval. Cependant, les calculs de temps de dépassement montrent que les concentrations aux points de rejets sont dans des gammes inférieures ou équivalentes à celles mesurées dans le milieu ambiant, pour les deux pratiques et quelles que soient les conditions hydrométéorologiques étudiées.

TABLEAU 50 RESULTATS DE LA MODELISATION DU TEMPS PASSE AU DESSUS DE 0,1G/L EN MORTES EAU (ME) ET EN VIVES EAUX (VE) EN MILIEU NATUREL, LORS DE DRAGAGE PAR DAS OU PAR DIE.

DONGES poste 6	ME (% temps > 0,1g/l)	VE (% temps > 0,1g/l)
	MILIEU NATUREL / DAS / DIE	MILIEU NATUREL / DAS / DIE
Q = 300 m ³ /s	30% / 28 % / 23%	90% / 18% / 11%
Q = 800 m ³ /s	50% / 31% / 18%	90% / 21% / 12%
Q = 2000 m ³ /s	60% / 31% / 12%	100% / 26% / 12%

Ces résultats démontrent que les dragages par DAS et DIE en période d'étiage ne peuvent avoir un impact sur les activités telles que la pêche, les teneurs en MES générées étant bien inférieures à celles du milieu naturel. De fait, les dragages ne générant pas une turbidité supérieure à celle des eaux estuariennes, ils ne peuvent être considérés comme la principale cause d'envasement des étiers et bras secondaires.

Prise en compte du projet Adapto+

Sur la commune de Corsept, en partie aval de l'estuaire, près de 300 ha de terres situées en bordure de Loire sont déconnectées du fleuve par une digue en terre de plusieurs kilomètres. Construite au début des années 90, elle ne protège pas suffisamment pour être inscrite dans le système d'endiguement du territoire. Cette digue va être déclassée et la question de son devenir et du devenir des terrains en arrière se pose.

Le conservatoire du littoral a donc proposé à la commune la mise en place d'une démarche prospective d'accompagnement à l'élaboration d'une stratégie de gestion du trait de côte, via le projet Life Adapto dont l'objectif est de déterminer la meilleure solution pour permettre l'évacuation des eaux des 4 étiers présents sur le territoire de Corsept face à un estuaire qui s'envase dans ce secteur et dans le contexte du changement climatique. Cette démarche a été abordée de manière globale et pluridisciplinaire, incluant les aspects paysagers, les usages mais aussi l'hydraulique de la Loire. Des scénarios doivent être définis et étudiés afin d'identifier le ou les aménagements à réaliser (ouvrages hydrauliques) pour une meilleure gestion de l'interface terre-mer tout en évaluant les impacts sur l'environnement et le territoire de manière plus globale.

Dans le cadre du projet Adapto-Corsept, le Conservatoire du Littoral n'a pas encore engagé de modélisation hydrosédimentaire visant à comprendre le fonctionnement naturel de ce secteur suite à l'arrêt des dragages du GPMNSN dans les années 80. Un dragage d'entretien n'a pour vocation que de retirer les sédiments récemment déposés par le fonctionnement hydrosédimentaire naturel d'un secteur. Le fait de draguer crée un piège à sédiments qui capte les apports et limite donc la sédimentation dans les zones environnantes. Le fait de cesser le dragage aboutit au comblement progressif de la zone draguée et généralement à un retour à une sédimentation spatialement plus généralisée. Le Conservatoire du Littoral s'est récemment rapproché du GIP LE afin d'évoquer la possibilité de mener des modélisations hydrosédimentaires spécifiques au projet.

Le projet Life adapto – Corsept sera suivi d'un projet Life adapto+ qui s'inscrit dans la continuité du 1ier projet. Ce dernier vise à étudier les conséquences de la montée des eaux due au changement climatique sur l'évolution de l'interface terre-mer. Le projet, uniquement centré sur la partie terrestre, n'aura pas d'influence sur le fonctionnement géomorphologique de la Loire.

2.1.7.1.3 - Incidence sur la sédimentation portuaire

Au regard des incidences négligeables des opérations de dragage sur l'hydrodynamisme, et faibles sur la masse de sédiments dans l'estuaire (en suspension dans le bouchon vaseux ou dans la crème de vase au fond), on peut considérer que la sédimentation dans les ports est très largement liée aux conditions naturelles et notamment à la localisation du bouchon vaseux dans l'estuaire.

Les opérations de dragage n'ont pas d'incidence significative sur la sédimentation portuaire au regard des conditions naturelles dans le système estuarien.

2.1.7.1.4 - Synthèse sur l'incidence des opérations de dragage sur la dynamique hydrosédimentaire

Les conditions naturelles (système bouchon vaseux – crème de vase se déplaçant sous l'action combinée des débits de la Loire et des marées) sont les principaux moteurs de l'évolution de la dynamique hydrosédimentaire de l'estuaire.

Les opérations de dragage par DAM, DAS ou DIE n'ont pas d'incidence significative sur la masse turbide de l'estuaire, la sédimentation latérale ou la sédimentation portuaire.

☞ Incidence faible, étendue et temporaire

2.1.7.2 - Filières de gestion des sédiments

La gestion des sédiments par remise en suspension par DAS ou DIE a été traitée dans le chapitre précédent.

Clapage sur le site de la Lambarde

Un bilan de masse a été effectué à l'aide du modèle 3D HySQL du GIP Loire Estuaire (ARTELIA, 2023) à partir du sédiment qui a été immergé à la Lambarde sur l'année hydrologique moyenne 2017-2018, en suivant la masse totale (en suspension et dans le sol) au cours du temps et pour 17 zones de cubatures (Z1 à Z12 et Zlarge, avec Z4 sous-divisée en 4 sous-zones 4a, 4b, 4c et 4d) présentées sur la figure suivante.

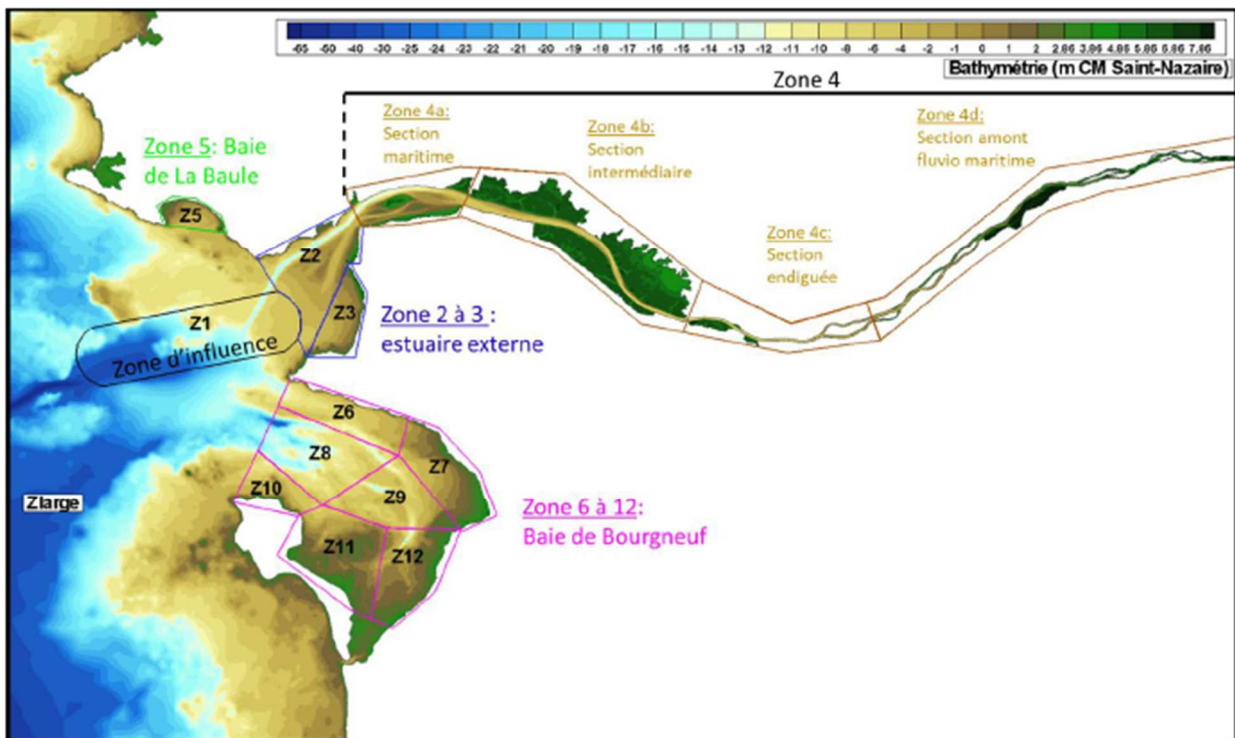


FIGURE 140 EMPRISE DES ZONES DE CUBATURES DU BILAN DE MASSE POUR LE SCENARIO PROSPECTIF (2030-2031)

Le bilan en fin de simulation est reporté sur le tableau ci-dessous.

Il est à noter que ce bilan n'est représentatif que de la période hydrologique (caractérisée par des vents, houles et débits) 2017-2018 avec une temporalité des clapages issus de la même période et une sous-zone 27 sur le site de la Lambarde quasi-remplie, chacun de ces paramètres exerçant une influence sur ce bilan. Ces conditions ont été retenues pour maximiser la dispersion sur le site de la Lambarde.

Cette combinaison de paramètres donne des conditions de site très dispersives au regard des résultats obtenus en moyenne entre 2021 et 2034 sur le modèle de stabilité : 27% de stabilité en volume (contre 19,2% dans ce calcul) soit environ un tiers en moins de stabilité par rapport à la stabilité moyenne sur les 10 ans prospectifs simulés.

Il faut aussi signaler que la date finale prise pour effectuer le bilan de masse a une importance, notamment pour les sédiments se situant à l'intérieur de l'estuaire. En effet, ceux-ci ne font que suivre la dynamique estuarienne naturelle, et ils se retrouvent en grande partie au niveau de la position du bouchon vaseux et de la crème de vase qui sont fortement reliés au débit de la Loire. Un bilan de masse effectué d'hiver à hiver n'aura donc pas le même résultat qu'un bilan de masse effectué d'été à été pour l'intérieur de l'estuaire. Dans notre cas, les faibles débits de début et fin de simulation favorisent une répartition vers l'amont des sédiments de l'estuaire.

TABLEAU 51 RECAPITULATIF DU BILAN DE MASSE DE SEDIMENTS AU SOL ET EN SUSPENSION

Scénario de référence 2032-2033	Mtonnes de vase	% par rapport à la masse de vase clapée
Clapé à la Lambarde	1.956 Mt	
Sortie par la frontière maritime	0.104 Mt	5%
Lambarde et zone d'influence (zone 1)	0.337 Mt	17%
Restant au large (hors zones)	0.469 Mt	24%
Estuaire externe (Zones 2 et 3)	0.291 Mt	15%
Estuaire Section maritime (Zone 4a)	0.275 Mt	14%
Redragué (DAM)	0.054 Mt	3%
Estuaire section intermédiaire (Zone 4b)	0.191 Mt	10%
Estuaire section endiguée (Zone 4c)	0.219 Mt	11%
Estuaire section amont fluvio-maritime (Zone 4d)	0.007 Mt	<1%
Baie de Bourgneuf (Zones 6 à 12)	0.008 Mt	<1%
Baie de la Baule (Zone 5)	négligeable	négligeable

Une représentation graphique de ces résultats est reportée sur la figure suivante.

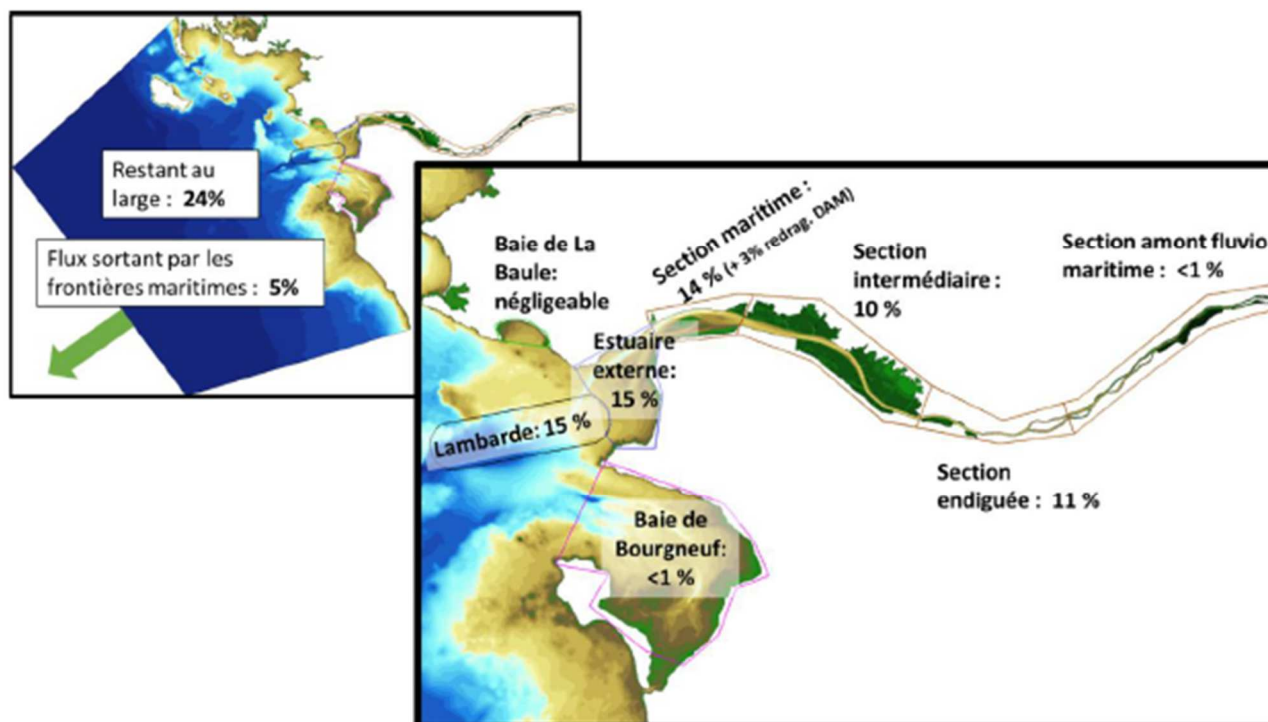


FIGURE 141 BILAN DE MASSE A L'HORIZON 2032-2033 SUR L'ANNEE HYDROLOGIQUE 2017-2018

Ce bilan de masse met en évidence qu'une partie des sédiments (environ 29%) estuarien est durablement évacué au large et hors des frontières maritimes du modèle.

Il convient également de prendre en compte la portion de sédiments majoritairement sableux restant sur le site de la Lambarde (17%).

Le reste des sédiments retourne dans l'estuaire ou finira par y retourner, soit environ 53% de ce qui est immergé à La Lambarde.

Globalement, la dynamique sédimentaire n'est pas affectée, ce qui est durablement évacué du système étant visiblement compensé par les apports amont), le système bouchon vaseux – crème de vase ne semblant pas connaître d'évolution significative.

Ainsi, même si le scénario modélisé maximise les retours par les conditions de la simulation (fin d'exploitation de la zone, année hydrologique moyenne mais particulière néanmoins en étiage/crue), on a un système qui est en relatif équilibre, les cotes des chenaux étant maintenues.

De plus, il convient de préciser que les sédiments immergés sur la Lambarde étant régulièrement dragués, leur charge bactérienne est le reflet des apports contemporains, d'autant qu'elle reste liée à la phase particulière. Le GPMNSN réalise un suivi de la contamination bactérienne dans les sédiments (*E. coli* et entérocoques, voir chapitre « Qualité des sédiments »). Les résultats mettent en exergue une faible contamination bactérienne (majeure partie des résultats en deçà des seuils de 15 NPP). 2020 et 2022 présentent des teneurs en *E. coli* plus élevées que les autres années (voir figure 32). Les stations concernées se répartissant le long de l'estuaire en 2020, il est probable que ces teneurs soient liées aux rejets des zones urbaines. En 2023, les teneurs les plus élevées sont principalement localisées dans la section 6 qui borde la zone de Montoir de Bretagne.

Il convient toutefois de souligner ici que les teneurs en bactéries des sédiments de dragage peuvent varier tout au long de l'année en fonction des apports en Loire. Selon une étude du GIP LE réalisée sur des données de teneurs en bactéries de 1996 à 2003, la présence d'*E. coli* est constatée partout à des degrés divers. Les affluents et les étiers côtiers enregistrent les concentrations les plus fortes. En Loire, la contamination est moindre, les fortes concentrations étant observées aux périodes de hautes eaux. Les crues hivernales transfèrent la contamination aux eaux et aux coquillages du littoral. En été, les concentrations en *E. coli* des plages touchées par des contaminations témoignent de sources de contamination proches.

Clapage dans l'estuaire sur le site de Grand Pont, de Port Lavigne ou dans le chenal

Les immersions sur la zone de Grand Pont ne conduisent à aucune stabilité durable des sédiments clapés, le secteur étant caractérisé par un fort hydrodynamisme qui reprend progressivement les matériaux immergés. Cette reprise progressive concerne des volumes actuellement limités (en moyenne, quelques dizaines de milliers de m³/an) de sédiments qui ne sont pas de nature à modifier significativement la masse turbide du système bouchon vaseux – crème de vase.

A plus long terme, si une petite DAM est plus fréquemment utilisée pour les dragages du port de Nantes, les volumes immergés pourraient atteindre 100 000 à 200 000 m³ répartis dans l'année. Ils seront remis en mouvement par l'hydrodynamisme locale au fur et à mesure des apports et ne seront pas de nature à impacter sensiblement la masse turbide en suspension. Et ce, d'autant plus que le dragage par DAM se substituera aux remises en suspension par DAS et DIE, moins efficaces par évacuer durablement les sédiments des zones d'intervention.

Des opérations de clapage dans l'estuaire aval (section 5 du chenal) n'ont eu lieu que dans le cadre d'une opération d'urgence liée à la conjonction d'apports rapides massifs de sédiments et de panne prolongée de la DAM Champlain. Ce type d'usage est à pérenniser en anticipation d'une même conjonction d'événements imprévisibles susceptibles de générer un risque pour la navigation commerciale.

Le suivi de l'opération de dragage et de clapage des sédiments réalisés par le GPMNSN dans la section 5 du chenal en 2023 a mis en évidence une dispersion de plus de 90% des sédiments à court terme (< 1 semaine). Ainsi, la mise en œuvre d'opérations de clapage exceptionnels dans l'estuaire aval engendrera une remise en

suspension d'une masse de matériaux équivalente à celle induite par les opérations de dragage par DAS ou DIE, mais sur une durée plus importante car progressive et non limitée à la durée des dragages. Les niveaux de concentrations en matières en suspension (MES) seront donc réduits, hors descente vers le fond des sédiments clapés.

L'incidence des opérations de clapage dans les zones internes à l'estuaire peut donc être considérée comme semblable à celle des opérations de dragage par DAS ou DIE en masse de sédiments et plus faible pour les MES, donc négligeable au regard des conditions naturelles.

☞ Incidence négligeable

2.1.8 - Mesures d'évitement et de réduction prévues par le maître d'ouvrage concernant les incidences sur le contexte physique

2.1.8.1 - Mesures concernant les opérations de dragage

MR2 : OPTIMISATION DES OPERATIONS DE DRAGAGE (R2.1b)					
E	R	C	A	Réduction technique en phase exploitation	
Thématique environnementale		Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit	Milieu humain
Description de la mesure		<p>Cette mesure consiste à mettre en œuvre les 3 niveaux d'optimisation des dragages dans l'objectif de réduire les volumes dragués et remis en suspension ou immergés. Pour rappel, ces trois niveaux sont les suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 1er niveau d'optimisation : <ul style="list-style-type: none"> ■ Mise en œuvre de sondages bathymétriques réguliers ■ Réalisation de profils de densité ■ 2nd niveau d'optimisation : <ul style="list-style-type: none"> ■ Analyse des besoins en tirant d'eau ■ Cotes nominales de dragage ■ 3ème niveau d'optimisation : Choix des engins de dragage <p>La mise en œuvre de ces optimisations, réalisées quotidiennement par les équipes du GPMNSN, permet de réduire le nombre d'interventions des engins de dragage, de réduire les volumes dragués et les volumes immergés, limitant les incidences sur la nature sédimentaire notamment.</p> <p>L'optimisation des opérations de dragage permet également de limiter le temps de fonctionnement des engins ainsi que leurs émissions de GES.</p>			
Modalités de suivi envisageables		Suivi bathymétrique et des volumes de dragage.			
Estimation		Inclus dans le coût des opérations du GPMNSN			

2.1.8.2 - Mesures concernant les opérations de gestion des sédiments

MR3 : OPTIMISATION DES OPERATIONS D'IMMERSION (R2.1c)					
E	R	C	A	Réduction technique en phase exploitation	
Thématique environnementale		Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit	Milieu humain
Description de la mesure		<p>Cette mesure consiste à optimiser le mode de gestion des sédiments sur le site de la Lambarde dans l'objectif de :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Mieux répartir les sédiments sur la zone d'immersion et limiter les incidences sur la nature sédimentaire ; ■ Améliorer la stabilité des dépôts de sédiments et réduire ainsi les retours de sédiments vers les côtes ou l'estuaire. <p>Cette mesure inclue également :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ La réduction des vitesses des navires pour limiter les nuisances sonores, mais aussi les émissions polluantes et de GES ; ■ L'utilisation de différents points de la zone de dépôt de façon à ne pas générer d'exhaussements trop importants. <p>In fine, cette mesure permettra de mieux gérer la zone de la Lambarde ce qui aura pour résultat de limiter les incidences sur la faune benthique, d'améliorer la durée de vie des casiers et la stabilité des sédiments et d'éviter les incidences en dehors de la zone de la Lambarde.</p>			
Modalités de suivi envisageables		Suivi bathymétrique de la Lambarde (semestriel pour la Lambarde et trimestrielle pour la sous-zone de dépôt en cours d'utilisation) et suivi des volumes clapés.			
Estimation		Inclus dans le coût des opérations du GPMNSN			

2.2 - Analyse des incidences associées au contexte chimique

2.2.1 - Incidences sur la qualité de l'eau

Les opérations de dragage et de gestion des sédiments peuvent engendrer différents types d'incidences :

- remise en suspension des sédiments pouvant engendrer :
 - une augmentation de la teneur en matière en suspension dans la masse d'eau ;
 - une diminution de la teneur en oxygène dissous dans la masse d'eau ;
 - un relargage de contaminants potentiellement contenus dans les fractions fines ;
 - un relargage de bactéries ou de phytoplancton dans la masse d'eau.
- déversement/ rejet accidentel de polluants : les engins maritimes contiennent des produits polluants tels que les carburants, les huiles de moteur, etc. Des fuites ou écoulements peuvent potentiellement polluer de manière accidentelle le milieu aquatique (colonne d'eau et sédiments) en cas d'avaries.

2.2.1.1 - Opérations de dragage

2.2.1.1.1 - Incidence sur la teneur en matière en suspension

Incidence des opérations de dragage par DAM

Les opérations de dragage par DAM ne sont pas de nature à générer un panache turbide significatif du fait de la technique d'aspiration des sédiments.

Durant l'aspiration, une faible part des matériaux est perdue au moment du passage de l'élinde. Ces sédiments restent près du fond sous forme d'un nuage turbide d'étendue relativement limitée, en fonction des conditions de houle et de courant. La tête de drague génère une légère remise en suspension :

- limitée au fond ;
- fonction de la granulométrie des sédiments (fines...);
- dépendant du rapport entre le débit de la pompe (12 000 m³/heure) et la puissance de l'injection d'eau servant à fluidiser les sédiments (1 340 kW).

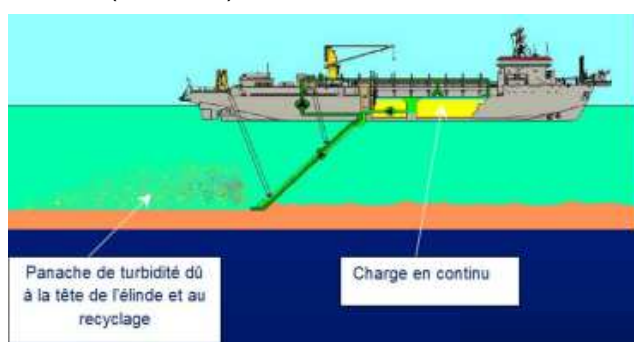


FIGURE 142 MODELISATION DU PANACHE TURBIDE A L'ARRIERE D'UNE DAM

Dans les retours d'expérience de dragage par DAM, le taux de remise en suspension dans la colonne d'eau, si les dépôts sont à la densité 1,3 (460 kg/m³ de sédiments secs), est de 0,6% du volume dragué. Ce taux de remise en suspension, appliqué à la capacité de la DAM Samuel de Champlain (8500 m³), se traduit par une remise en suspension de 48 m³ de sédiments *in situ*, à chaque chargement.

Ces quantités sont faibles au regard des concentrations naturelles élevées dans l'estuaire. La remise en suspension de sédiments générée par le dragage en marche est négligeable et temporaire (dépôt en mortes-eaux ou dispersion en vives-eaux).

Incidence des opérations de dragage par DAS et DIE

L'analyse des opérations de dragage par DAS et DIE prend également en compte la remise en suspension des sédiments.

Des modélisations des incidences des dragages par DAS et DIE sur la teneur en MES ont été réalisées (voir Annexe 07) et mettent en évidence les éléments ci-dessous :

- les concentrations de MES modélisées aux points de rejets restent dans des gammes inférieures ou équivalentes à celles mesurées dans le milieu ambiant, pour les deux pratiques et quelles que soient les conditions de débits/marées étudiées, excepté un cas pour la DAS (en ME et période d'étiage).
- la marée à une influence notable sur le devenir des sédiments (sauf pour la DAS en amont, zone moins soumise à la marée) ;
- globalement les temps de dispersion des sédiments sont plus étalés à la suite de l'utilisation d'une DAS que d'une DIE, que ce soit en amont ou en aval. En contrepartie, les enveloppes des concentrations maximales et les valeurs de concentrations maximales sont plus importantes avec une DIE qu'avec une DAS. La figure ci-dessous permet de visualiser ce phénomène.

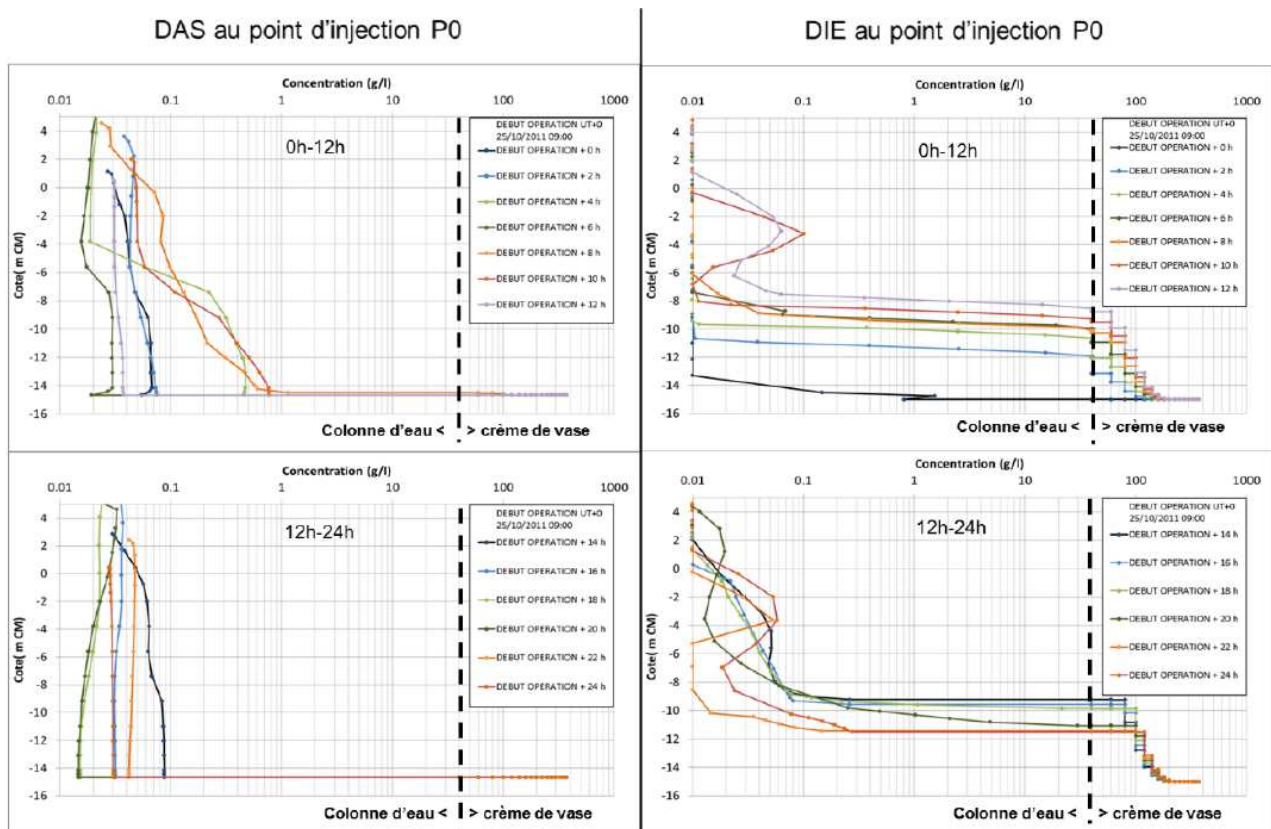


FIGURE 143 COMPARAISON DE PROFILS VERTICAUX EN MES SUR L'OPERATION DE DRAGAGE SIMULEE AU POSTE DE DONGES 6, A L'AVAL, EN MORTE-EAU, A L'ETIAGE

2.2.1.1.2 - Incidence sur la teneur en oxygène dissous

Notions de teneurs en oxygène dissous (O₂ dissous)

La teneur de l'eau en oxygène dissous est déterminée par la respiration des organismes aquatiques, l'oxydation et la dégradation des polluants, l'activité photosynthétique de la flore et les échanges avec l'atmosphère. L'oxygène dissous dans l'eau est en fait le bilan des activités de production (par photosynthèse et réaération) et de consommation (par biodégradation et respiration). Ce phénomène peut entraîner des déficits plus ou moins sévères en oxygène dissous appelés hypoxies/ anoxies.

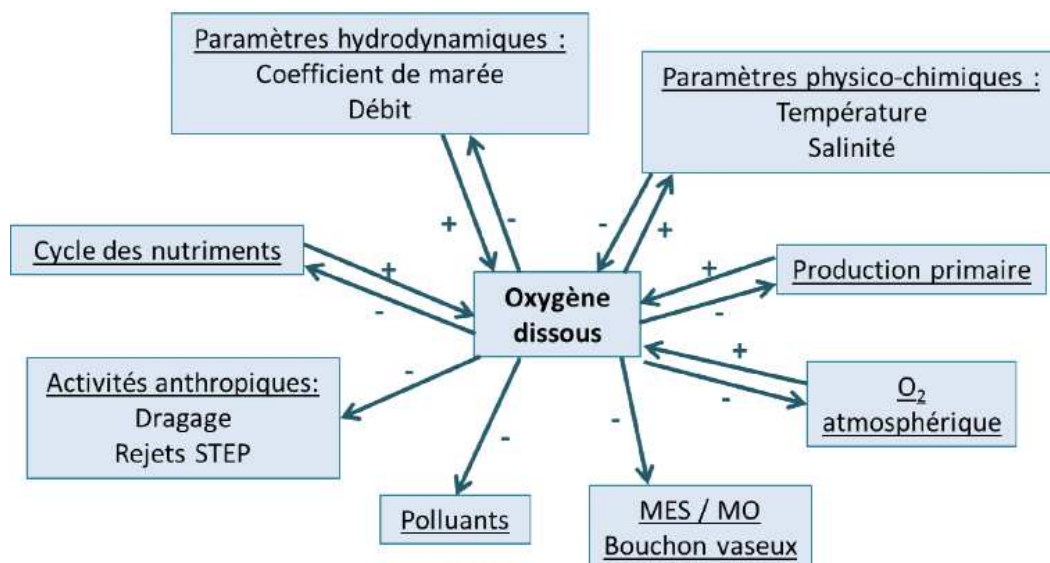


FIGURE 144 SCHEMA PRESENTANT LES DIFFERENTS PARAMETRES SUSCEPTIBLES D'INFLUENCER LES CONCENTRATIONS EN O₂ DISSOUS DANS L'ESTUAIRE

Les principaux processus ayant un effet sur la concentration en oxygène dissous sont :

- l'intrusion saline qui contrôle fortement la désoxygénation des eaux dans l'estuaire amont à chaque marée montante (l'eau de l'aval, en provenance de la zone du bouchon vaseux, étant moins oxygénée);
- la compétition entre l'amplitude de la marée et le débit, qui détermine l'extension de l'intrusion saline ;
- les variations de température et de salinité de l'eau, limitant la dissolution de l'oxygène dans l'eau ;
- la production primaire dans l'estuaire, qui augmente à la suite des apports de nutriments par le fleuve lors des pics de débits, à la faveur de conditions ensoleillées, de faible turbidité et de stabilité de la colonne d'eau;
- la dégradation par les bactéries de la matière organique générée dans l'estuaire, à la suite de ces périodes de production, qui augmente ponctuellement la consommation d'oxygène et peut générer des épisodes d'anoxie.

L'ensemble de ces processus se combinent et il est alors difficile d'isoler les effets des dragages.

Apparition des phénomènes d'hypoxie dans l'estuaire

Les épisodes d'hypoxie apparaissent préférentiellement entre le mois de juin à la mi-octobre alors que les épisodes d'anoxie sont observés sur une période plus restreinte, entre juillet et mi-septembre. Ces deux phénomènes ont été observés entre Donges et Le Pellerin et épisodiquement jusqu'à Trentemoult, soit au niveau des chenaux de Donges, de transition et de Nantes.

En période estivale, il n'est pas rare d'observer des teneurs en oxygène inférieures au seuil critique (3 mg/l) voire au seuil léthal (1 mg/l) selon le secteur considéré. Ainsi, les mois de juillet, août et septembre restent les plus touchés par les anoxies, avec un degré moindre les mois de juin et octobre. Ces périodes sont également associées à une température élevée (>20°C) qui favorise les processus de dégradation, augmente la demande biologique en oxygène des poissons et diminue la solubilité de l'oxygène dans l'eau.

Ces épisodes sont liés à une conjonction de conditions particulières : température élevée des eaux de la Loire (>20°C), débit faible (<350-500 m³/s). L'extension de la zone d'anoxie/ d'hypoxie va être influencée par deux facteurs principaux : un faible débit et un faible coefficient (morte-eau).

Incidences générales des opérations de dragage

De nombreuses études ont examiné les impacts d'opérations de dragage sur les concentrations en oxygène dissous et ont déterminé que les concentrations dans la colonne d'eau sus-jacente diminuent pendant le dragage mais que cette réduction est brève, **les concentrations en oxygène dissous retrouvant leur niveau naturel rapidement (en 15 minutes)** (Lohrer & Wetz 2003, Semmes et al. 2003, Jones-Lee et Lee 2005).

Cependant, dans la mesure où les dragages participent à une augmentation de la matière organique en suspension, les teneurs en oxygène dissous sont affectées par ces pratiques. Les processus biologiques sont en effet particulièrement dépendants des teneurs en oxygène de l'eau et le développement des organismes peut être corrélé à des seuils (voir figure suivante).

	Concentration en O ₂	Impact sur les poissons
Seuil sensible hypoxie	plus de 5 mg/l	Absence d'effets à long terme. Passage de l'ensemble des espèces migratrices
	de 4 à 5 mg/l	
Seuil critique	de 3 à 4 mg/l	Salmonidés : migration incertaine, croissance altérée
	de 2 à 3 mg/l	Survie des juvéniles incertaine. Croissance et fécondité altérées. Arrêt ou retard du développement embryonnaire. Migration impossible pour beaucoup d'amphihalins. Mortalité des salmonidés
Seuil létal	de 1 à 2 mg/l	Mortalité pour la plupart des espèces
	moins de 1 mg/l	Milieu azoïque

FIGURE 145 SEUILS DE SENSIBILITE DES ESPECES AQUATIQUES VIS-A-VIS DES CONCENTRATIONS EN O₂ DISSOUS (GIP LE)

Incidence des opérations de dragage par DAM

Les phénomènes d'hypoxie/anoxie se produisent surtout dans les sections amont du chenal de navigation. Or, la DAM intervient dans les sections 1 à 7 du chenal, soit à l'aval de l'estuaire interne où cette problématique environnementale n'a pas cours.

Par conséquent, les opérations de dragage par DAM n'engendrent pas d'incidence significative sur la teneur en oxygène dissous de la masse d'eau. Les sédiments dragués sont stockés dans la DAM avant d'être évacués sur le site de la Lambarde.

Incidence des opérations de dragage par DAS et DIE

■ Modélisation des incidences :

Afin d'évaluer l'impact des dragages DIE et DAS sur la concentration en oxygène dissous dans l'estuaire, le GPMNSN a fait réaliser en collaboration avec le GIP LE une modélisation par ARTELIA de l'oxygène dissous sur 4 mois d'étiage (voir Annexe 08). Cette modélisation se base notamment sur les résultats des stations SYVEL. Ces modélisations mettent en évidence **une diminution de l'oxygénation des eaux** (différentiel négatif) en corrélation avec une augmentation de la MES dans les eaux (différentiel positif). La variation de concentration en oxygène dissous est **de l'ordre de 0.2mg/l au maximum** et 0.2g/l pour la concentration en MES.

Le tableau suivant présente les résultats de l'analyse des temps de dépassement des seuils (Sc1 : scénario sans dragage, Sc2 : scénario avec dragage) de 5 mg/l et de 3 mg/l.

Note : Il convient de souligner les limites des modélisations, celle-ci se basant notamment sur une seule année et étant réalisée en période d'étiage (la plus sensible).

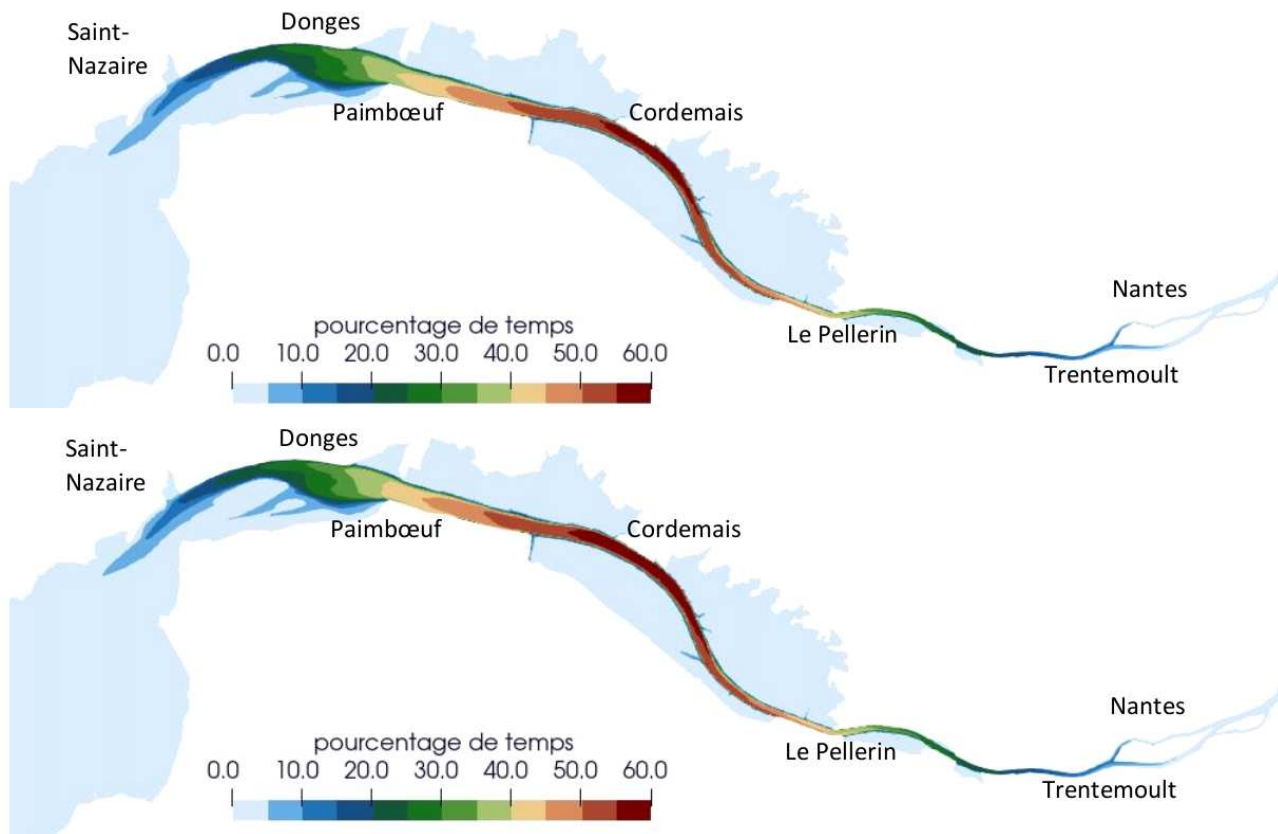


FIGURE 146 TEMPS PASSE SOUS LE SEUIL DE 5 MG/L (EN HAUT SANS DRAGAGE ET EN BAS AVEC DRAGAGE)

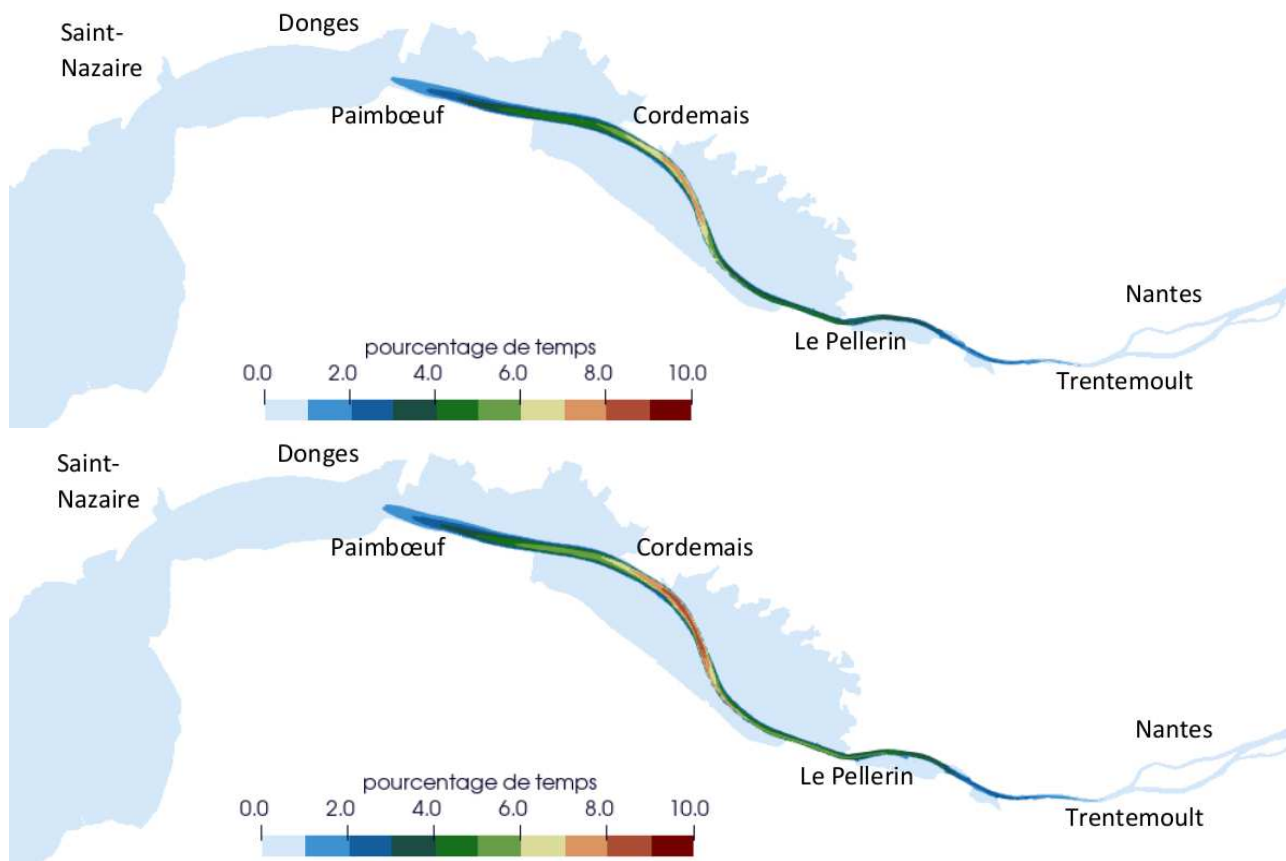


FIGURE 147 TEMPS PASSE SOUS LE SEUIL DE 3 MG/L (EN HAUT SANS DRAGAGE ET EN BAS AVEC DRAGAGE)

TABLEAU 52 TEMPS PASSE (POURCENTAGE) EN-DESSOUS DES SEUILS EN OXYGENE DISSOUS A 5 MG/L ET 3 MG/L

	Sc1	Sc2	Sc2-Sc1	Sc1	Sc2	Sc2-Sc1
Seuil :	5 mg/l	5 mg/l	5 mg/l	3 mg/l	3 mg/l	3 mg/l
Donges	30.2	32.0	1.8	0.4	0.4	0.1
Paimbœuf	40.0	42.1	2.1	0.7	1.1	0.3
Cordemais	56.1	57.1	1.1	6.8	7.6	0.9
Le Pellerin	40.4	40.9	0.5	4.6	5.7	1.0
Trentemoult	8.0	8.4	0.5	0.1	0.2	0.1
Sainte-Luce	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Saint-Géréon	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Montjean	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

- **Seuils de 5 mg/l :** Le seuil est principalement dépassé sur une zone centrée au niveau de Cordemais, où le temps passé en-dessous du seuil de 5 mg/l est le plus grand, compris entre 50% et 60% du temps. La zone est étendue de 2 km vers l'aval sous l'effet des dragages. Le temps passé en-dessous du seuil de 5mg/l est allongé de 2,1% notamment pour la zone entre Cordemais et Donges. A l'amont de Cordemais et à l'aval de Donges, il y a très peu de modification.
- **Seuils de 3 mg/l :** Le seuil est dépassé sur une zone centrée au niveau de Cordemais, où le temps passé en-dessous du seuil de 3 mg/l est le plus grand, compris entre 6% et 8% du temps. La surface de la zone sous les 3 mg/l n'est pas étendue par les dragages. Le temps passé en-dessous du seuil de 3mg/l est allongé de 1% notamment pour la zone au niveau du Pellerin. A l'amont de cette zone et à l'aval de Paimboeuf, il y a très peu de modification.

De façon à mieux comprendre l'incidence des dragages, on peut considérer le temps de dépassement du seuil sur une phase de marée, soit 12h. Sur cette période, le seuil de 3mg/l est dépassé pendant 49 minutes hors période de dragage. En période de dragage **ce temps serait allongé d'environ 6 minutes au maximum.**

■ **Prise en compte des conditions naturelles :**

Les hypoxies ne se produisent pas toute l'année et pas en tout point de l'estuaire. Elles sont observées généralement entre juillet et septembre, lorsque les débits sont au plus bas et les températures plus élevées. Le mois d'août est caractérisé par les déficits les plus fréquents et les plus intenses : sur la période 2007-2018, la concentration en oxygène est inférieure à 5 mg/l pendant 79% du mois en moyenne à Cordemais et 58% au Pellerin (sur la période de mesure effective). La station la plus amont, Bellevue, n'enregistre que très rarement de concentration en oxygène inférieure à 5 mg/l : 1,7% du mois d'août en moyenne.

Selon l'intensité des étiages, la localisation de la zone hypoxique est variable, corrélée avec la position du bouchon vaseux :

- en cas d'étiage sévère, elle est centrée sur Le Pellerin et Cordemais ;
- en cas d'étés humides, les hypoxies sont moins marquées et centrées sur Cordemais et Paimboeuf.

Entre 2007 et 2018, les variations interannuelles de concentrations en oxygène dissous restent dominées par l'influence des apports en eau du fleuve.

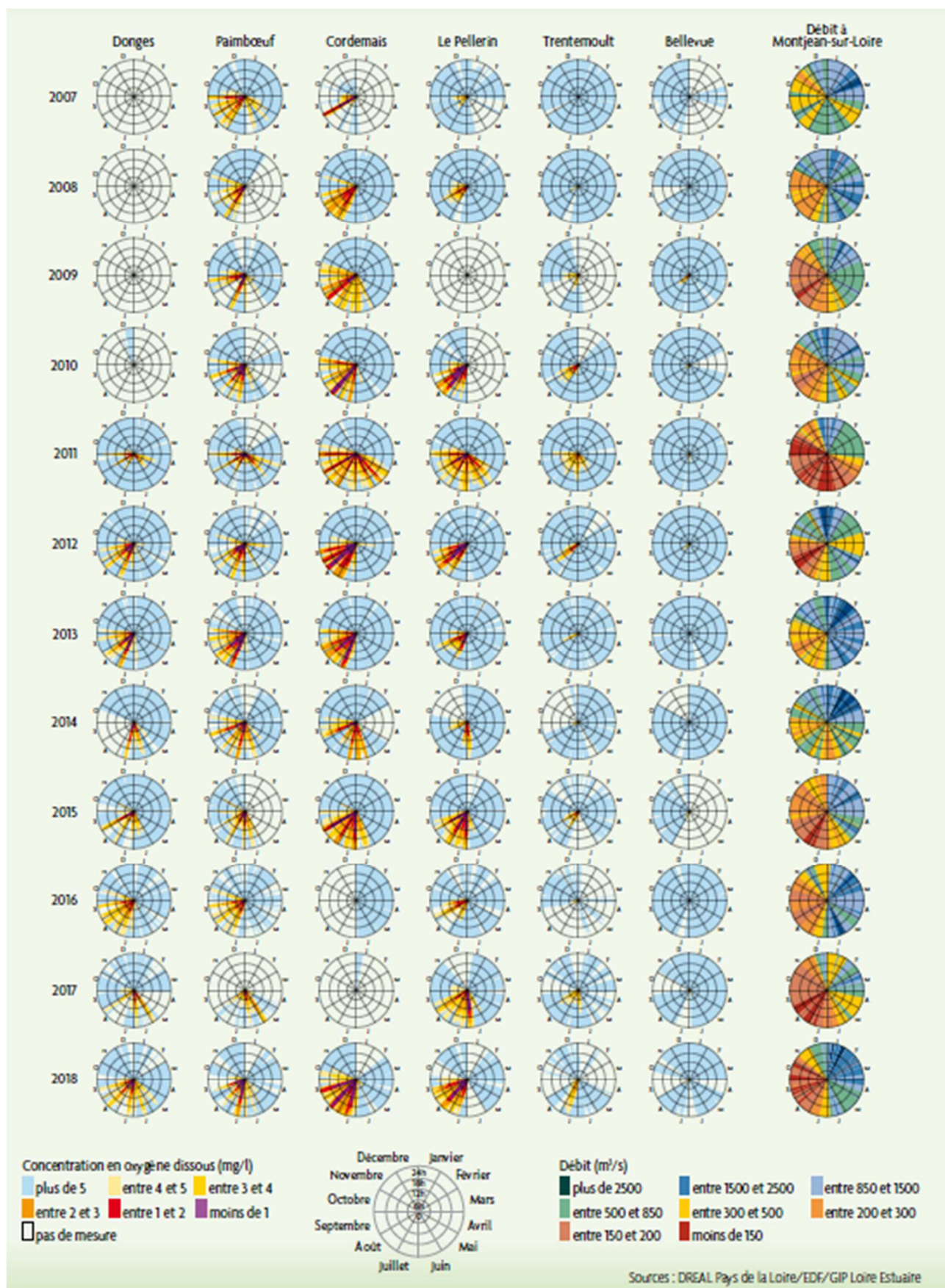


FIGURE 148 DISTRIBUTION JOURNALIERE DES CONCENTRATIONS EN OXYGENE DISSOUS PAR AN ET PAR STATION ET DEBIT A MONTJEAN-SUR-LOIRE

La figure ci-dessous présente la durée de la période la plus longue passée sous le seuil de 5mg/l et sous le seuil de 3mg/l d'O₂ dissous dans la Loire. Selon les mesures du GIP LE, la durée maximale de dépassements du seuil de 5 mg/l est comprise entre 20 et 25 jours consécutifs et **la durée maximale de dépassement du seuil de 3 mg/l peut varier de 5 à près de 20 jours consécutifs.**

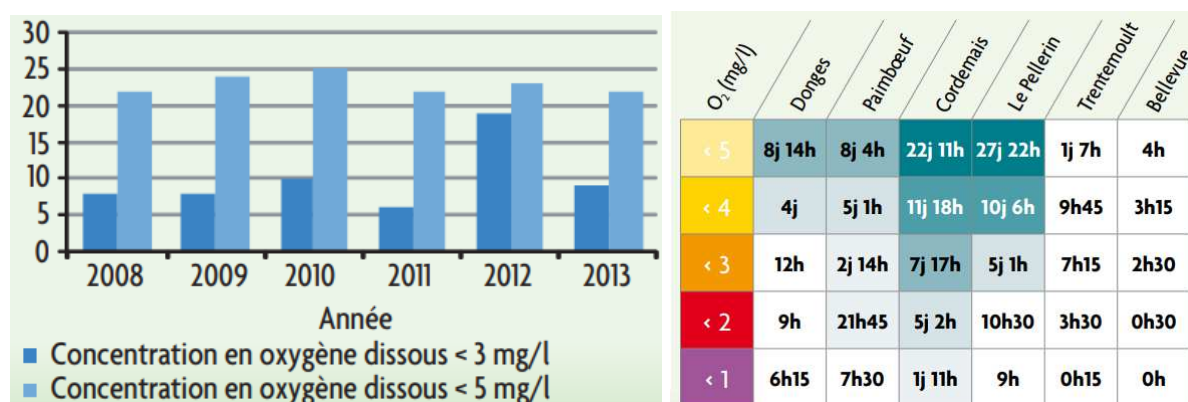


FIGURE 149 DUREE (EN JOURS) DE LA PERIODE LA PLUS LONGUE SOUS LES SEUILS D'O₂ DISSOUS (GIP LE)

Analyse de la périodicité des périodes d'hypoxie / anoxie avec les opérations de dragage

Le GPMNSN a fait réaliser par ACRI-IN en 2019 (voir Annexe 09) une analyse de la périodicité des opérations de dragage réalisées entre 2012 et 2015 avec les phases d'hypoxies et d'anoxie dans l'estuaire. Les conclusions de cette étude sont les suivantes :

- comme à l'échelle de l'estuaire, le taux d'oxygène dissous est relié aux variations des facteurs environnementaux. Au niveau de Trentemoult, **les épisodes d'hypoxie/ d'anoxie sont généralement liés à la concomitance entre un faible débit de la Loire, une température élevée et/ou de forts coefficients de marée.** La présence du bouchon vaseux (forte concentration en MES) semblerait accentuer le phénomène (observée en juillet 2015) ;
- au niveau de Nantes, au travers du suivi des variations d'oxygène, des opérations de dragage et autre paramètres environnementaux, aucun lien n'a été observé entre une baisse du taux d'O₂ dissous et les opérations de dragage. En effet, la plupart du temps les crises surviennent hors période de dragage à l'amont.

Analyse de l'apparition des épisodes d'anoxies dans l'estuaire de la Loire par ACRI IN

Le GPMNSN a fait réaliser une analyse de l'apparition des épisodes d'anoxies dans la Loire en lien avec les opérations de dragage par DIE par ECRI IN. Cette analyse est notamment basée sur les différentes études menées par ACRI IN sur les phénomènes d'hypoxies dans l'estuaire depuis 2007 (voir Annexe 10). Cette analyse s'est appuyée sur l'étude :

- des anomalies de MES ou de teneur en O₂ dissous pendant ou après les dragages : L'analyse des observations sur les bouées Syvel ou des sites d'observations en continu plus proches de la zone de dragages, n'a pas permis de mettre en évidence des anomalies qui pourraient être reliées à l'occurrence des dragages ;
- des variations interannuelles d'apparitions d'anoxies en lien avec les quantités draguées : cette analyse n'a pas mis en évidence d'influence des dragages sur la teneur en O₂ dissous dans l'estuaire ;
- de l'analyse de l'influence du développement de phytoplancton dans le milieu fluvial et côtier : augmentation de la production primaire avant un cycle de vives-eaux ;
- de l'analyse de la qualité des eaux : la baisse de production primaire observée en 2010 est corrélée à la diminution des anoxies dans l'estuaire.

Les conclusions de cette étude mettent en évidence **que les dragages ne sont pas impliqués de manière significative dans l'apparition des anoxies** tout du moins dans leur variabilité, celle-ci étant plus liée à des paramètres environnementaux (débits, cycle des marées, température de l'eau, production primaire notamment).

Synthèse de l'analyse des incidences des opérations de dragage sur la teneur en O₂ dissous

Au regard des éléments précédents, l'augmentation du temps passé sous le seuil de 5 mg/l de 2,1% et du temps passé sous le seuil de 3 mg/l de 1% peut ainsi être considéré comme négligeable par rapport aux conditions naturelles de l'estuaire de la Loire.

Cependant, par la remise en suspension des sédiments, le dragage participe à la consommation en oxygène et peut potentiellement accentuer le déficit en oxygène lors des épisodes d'hypoxie ou d'anoxie. Néanmoins, cette contribution est limitée à l'extension géographique du panache turbide et à la durée des opérations.

L'incidence des opérations de dragage peut être considérée comme faible, localisée et ponctuelle sur la teneur en O₂ dissous.

2.2.1.1.3 - Incidence sur les concentrations en polluants et nutriments

Les incidences décrites dans ce chapitre sont similaires quel que soit le procédé de dragage considéré (DAM, DAS, DIE). La DAM génère une remise en suspension de sédiments sur le fond. Le dragage par injection d'eau (DIE) induit une remise en mobilité localisée des sédiments présents sur les fonds. La DAS génère une remise en suspension sur le fond et son refoulement une remise en suspension dans la colonne d'eau.

2.2.1.1.4 - Notions de transfert d'éléments contaminants des sédiments vers l'eau

Les substances chimiques sont présentes sous forme particulaire dans les sédiments (associées aux MES par des phénomènes d'adsorption sur les colloïdes) et peuvent, en fonction des conditions physico-chimiques du milieu (en particulier salinité, pH, potentiel d'oxydo-réduction) passer sous la forme dissoute, forme la plus biodisponible dans l'environnement estuarien.

En effet, lors du passage eau douce / eau salée, les sédiments rencontrent des modifications des conditions physico-chimiques du milieu (salinité, pH, etc.) propices à la solubilisation des métaux fixés. Les particules en suspension ont ainsi déjà libéré de façon naturelle une grande partie de la fraction mobilisable des substances métalliques adsorbées lors du passage du front de salinité, avant de sédimenter dans l'estuaire.

Ce phénomène de solubilisation des métaux particuliers est très fréquent dans le milieu estuarien. Il est dû en particulier à la salinité mais également à la minéralisation de la matière organique particulaire au sein du bouchon vaseux et aux apports sédimentaires après érosion des horizons supérieurs des sédiments induite par les courants de marée et par l'action des houles (cas de l'érosion des vasières).

Ainsi, les opérations de dragage/immersion en remobilisant des sédiments peuvent influencer la remobilisation des contaminants particuliers (en particulier le cadmium) vers le dissous et impacter les organismes filtreurs.

2.2.1.1.5 - Qualité des sédiments de l'estuaire et incidences sur la qualité de l'eau

Les sédiments dragués et remis en suspension correspondent à des sédiments récemment déposés, dont on peut estimer la qualité comme équivalente à celle des MES charriées naturellement par le fleuve.

Un suivi de la qualité des sédiments dragués est tout de même réalisé par le GPMNSN conformément à son arrêté préfectoral pour les opérations de dragage. Les résultats sont présentés dans l'état initial et mettent en

évidence des sédiments globalement de bonne qualité et homogène présentant une portion majoritaire de vase (environ 70%) avec une augmentation progressive des teneurs en sables. On note quelques contaminations ponctuelles et temporaires en HAP, arsenic et PCB sans qu'il soit possible d'en identifier l'origine, sauf pour l'arsenic dont le bruit de fond géochimique est proche du seuil N1.

Les résultats d'analyses de 2022 ont mis en évidence des dépassements de seuils généralisés en certains HAP. Cette contamination est incohérente avec la qualité des sédiments relevée les années précédentes et ne peut être reliée à une pollution identifiée dans l'estuaire. Les analyses menées en 2023 ne montrent plus de contamination généralisée à plusieurs HAP, semblant confirmer un problème lors de l'analyse des échantillons en 2022.

Le suivi de la qualité des sédiments mis en œuvre par le GIP LE ne met **pas en évidence de tendance d'évolution de la teneur en HAP** des sédiments sur 1996-2017. La figure ci-dessous présente l'évolution des teneurs de 6 HAP sur cette période, dans les sédiments de la Maine à la mer. Elle met bien en évidence l'absence d'évolution des teneurs en HAP et les dépassements ponctuels mais non réguliers.

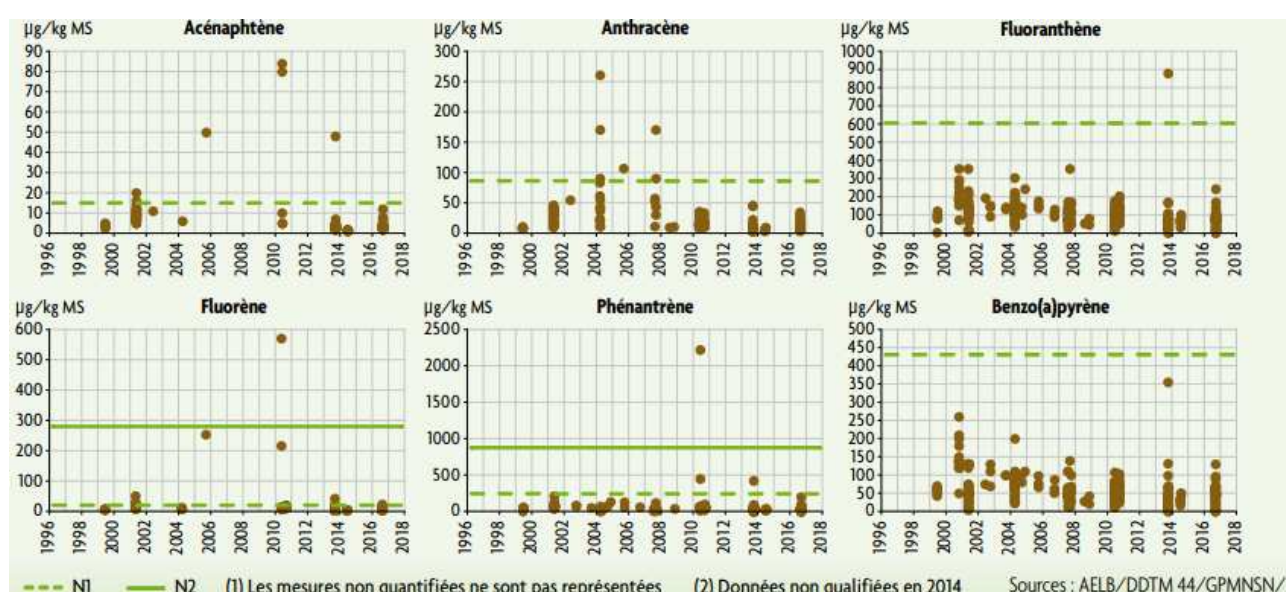


FIGURE 150 EVOLUTION DES TENEURS DE 5 DES 9 HAP PRESENTANT DES DEPASSEMENTS N1 ET N2, AINSI QUE DU BENZO(A)PYRENE DANS LES SEDIMENTS DE 1996 A 2017 (AELB / DDTM 44 / GPMNSN / IFREMER / GIP LE)

Ainsi, les éléments contaminants identifiés dans les sédiments dragués présentent des concentrations, **généralement inférieures au niveau N1** à l'exception de quelques dépassements ponctuels et variables géographiquement et temporellement, ce qui en limite donc les risques de relargage.

L'incidence des dragages sur la qualité chimique de l'eau est difficilement quantifiable mais apparaît comme peu perceptible au vu des échanges naturels existants entre les différents compartiments et de la qualité satisfaisante des sédiments mobilisés.

2.2.1.1.6 - Incidence sur la teneur en nutriments des eaux de l'estuaire

La remise en suspension des sédiments lors du dragage peut conduire à un relargage de nutriments dans le milieu estuarien. Ces nutriments ne sont pas toxiques pour le milieu mais un apport excessif est susceptible de générer un phénomène d'eutrophisation (développement excessif de phytoplancton qui induit, *in fine*, une consommation excessive d'oxygène lors de sa consommation ou dégradation).

Le milieu estuarien, en raison des conditions environnementales contraignantes qui s'y exercent (forte turbidité, agitation, etc.), n'est pas propice au développement du phytoplancton.

De ce fait, malgré un potentiel apport en nutriments par la remise en suspension des sédiments, les conditions environnementales de l'estuaire ne sont pas favorables au processus d'eutrophisation.

En outre, les sédiments dragués et remis en suspension correspondent à des sédiments récemment déposés qui présentent donc une qualité similaire à ceux charriés naturellement par le fleuve. Ils ont donc un potentiel de relargage identique en nutriments.

A ce titre, le risque d'altération de la qualité des eaux de l'estuaire en lien avec les nutriments est estimé comme négligeable au regard des processus naturels qui limitent le développement du phytoplancton.

2.2.1.1.7 - Incidence sur la qualité bactériologique

Les bactéries d'origine fécale sont les principaux organismes qui altèrent la qualité sanitaire des eaux de surface. Les bactéries les plus connues, responsables d'infections d'origine hydrique, sont les espèces du genre *Salmonella* qui sont presque toutes pathogènes (responsables de fièvres typhoïdes, de gastro-entérites...) et les *Escherichia coli* dont certaines souches sont responsables de gastro-entérites et diarrhées.

Selon les dernières analyses (2013, 2016, 2020 et 2022), les sédiments présentent une relativement faible contamination en *E. coli* (majoritairement inférieure au seuil de quantification). Les méthodes d'analyses entre 2013, 2016, 2020 et 2022 sont différentes, il est donc difficile d'établir une comparaison pertinente entre ces années. On observe cependant une augmentation des teneurs en *E.coli* et en Entérocoques entre 2013 et 2020.

Aucune activité conchylicole n'est présente dans l'estuaire interne. Les zones conchylicoles de l'estuaire externe n'affichent pas de dégradation de leur qualité au cours du temps. Ces zones sont toutefois classées B (qualité moyenne).

Les pratiques de dragage dans l'estuaire externe (DAM), à proximité des zones conchylicoles, sont génératrices d'une remise en suspension localisée sur le fond (action mécanique de l'élinde). Le nuage turbide généré par ces opérations est d'étendue limitée et cantonnée au chenal en raison des courants. Les zones conchylicoles se trouvent en dehors du chenal de navigation. L'atteinte des zones conchylicoles par le nuage turbide est ainsi peu probable.

Nous pouvons donc considérer que les opérations de dragage et les remises en suspension inhérentes auront un effet très faible sur la qualité bactériologique des eaux de Loire.

Les risques de contamination bactériologique et de dégradation de leur qualité sanitaire sont négligeables, en raison de l'absence d'activité conchylicole dans l'estuaire interne. Vu la faible contamination bactérienne des sédiments qui sont dragués dans l'estuaire et la technique de dragage employée dans l'estuaire externe (DAM), les risques de contamination des exploitations littorales conchylicoles de l'estuaire sont nuls ou du même niveau que ceux induits par les matériaux expulsés naturellement par l'estuaire dont les propriétés bactériologiques sont voisines.

2.2.1.1.8 - Synthèse de l'analyse des incidences des opérations de dragage sur la qualité de l'eau

Sur la base des études réalisées et présentées précédemment, l'incidence des opérations de dragage sur la qualité de l'eau (qualité physique, chimique et bactériologique) peut être considérée comme faible, localisée et temporaire.

👉 Incidence faible, directe et temporaire

2.2.1.2 - Opérations de gestion des sédiments

La gestion des sédiments par remise en suspension par DAS ou DIE a été traitée dans le chapitre précédent.

2.2.1.2.1 - Gestion par immersion sur le site de la Lambarde

Incidence sur la teneur en matière en suspension

■ Bruit de fond en MES :

Le GPMNSN a fait réaliser en 2018 une étude par Artelia (voir Annexe 04) pour déterminer le bruit de fond naturelle en matière en suspension. Les conclusions de cette étude sont les suivantes :

- la MES moyenne sur 5 ans est de 7 mg/l ;
- les valeurs de MES ne dépassent pas 15 mg/l pendant 90 % du temps ;
- la valeur de 37mg/l est dépassée 1% du temps ;
- les épisodes de fortes concentrations étant fortement reliées à la hauteur de houle des jours précédents, il a pu être établi que si la houle (à -50 m CM) est inférieure à 1,8m en moyenne sur les 5 jours précédents, la MES moyenne au point Lambarde est généralement inférieure à 10 mg/l.

■ Campagne de mesure en mer 2019

Le GPMNSN a fait réaliser en 2019 une campagne de mesure de la turbidité en mer sur 10 mois sur le site de la Lambarde et du Chatelier lors des opérations de clapage (Annexe 12). Pour chaque station, les mesures suivantes ont été réalisées :

■ Au fond :

- ▶ Conditions hydrodynamiques : courant sur la colonne d'eau ;
- ▶ Les MES ;
- ▶ La température, la salinité, l'oxygène dissous.

■ En surface :

- ▶ Conditions hydrodynamiques : courant, niveau et agitation ;
- ▶ Les MES ;
- ▶ La Chlorophylle A ;
- ▶ La température, la salinité, l'oxygène dissous

Les résultats de cette étude mettent en évidence la prédominance conditions naturelles (marées, étiage, courants, etc.) dans les évolutions des paramètres mesurés. Les résultats ne permettent pas de mettre en évidence une incidence des opérations de clapage.

■ Modélisation 2014-2034 :

▶ [Présentation du modèle](#)

Le GPMNSN a fait réaliser par ARTELIA des études de la dispersion des sédiments par modélisation en 2023 (voir Annexe 03 et Annexe 13).

Afin de suivre la dispersion des sédiments immergés sur la Lambarde tout au long d'une année le modèle HySQEL raffiné estuaire externe, a été utilisé. Des développements supplémentaires ont été apportés afin :

- de tenir compte de l'ensemble des dragages par DAM, DAS, DIE et des clapages par DAM ;
- de pouvoir différencier les sédiments clapés à la Lambarde de ceux issus de la dynamique estuarienne au cours de la période simulée.

L'année hydrologique 2017-2018 représentative d'une année dite « moyenne » (bien que plusieurs particularités saisonnières sont spécifiques à cette année) a été simulée, avec une bathymétrie initiale du site de la Lambarde qui est considérée à l'échéance d'octobre 2032 (fin de remplissage de la sous-zone 27 qui est censée rendre le site plus dispersif du fait de sa cote moyenne plus élevée et de sa position proche du chenal). Ces conditions pour le site de la Lambarde ont été choisies pour maximiser la dispersion.

Les dragages et clapages simulés sont ceux de l'année 2017-2018. Afin d'avoir une cohérence entre les opérations de dragage et les forçages hydrométéorologiques, seules les quantités clapées et draguées sont pondérées pour obtenir les objectifs du scénario de dragage de référence que l'on cherche à simuler et qui est le suivant :

TABLEAU 53 VOLUMES PRIS EN COMPTE DANS LE SCENARIO DE REFERENCE DU MODELE

Volumes dragués en m ³	Scénario de référence
DAM de capacité 8500 m ³	3 640 000
DAS	300 000
DIE (h12 ouh24)	1 500 000
Total (m³)	5 440 000

Grâce à la différenciation et le traçage des sédiments de la Lambarde et de l'estuaire naturel, il est possible de quantifier les concentrations en suspension et les dépôts suivant leur provenance, à tous les instants et en tout lieu.

► **Participation des sédiments clapés à la Lambarde dans la MES générale**

La participation des sédiments provenant de la Lambarde dans la MES générale a été étudiée au travers de courbes temporelles de MES pour des points spécifiques et a été synthétisée par des cartes de percentile (25, 50, 75 et 99) qui permettent de donner un aperçu plus synthétique puisqu'intégrateur dans le temps. Il ne s'agit donc en aucun cas d'une vue d'un panache réel à un instant donné. Sont présentés à chaque fois la carte pour le sédiment provenant de la Lambarde et la carte pour le sédiment provenant de l'estuaire. Une carte supplémentaire présente le pourcentage d'influence des sédiments provenant de la Lambarde sur le percentile de la MES totale (borné à une valeur de 5mg/l pour les MES provenant de la Lambarde).

Pour le percentile 50 (les concentrations de MES qui ne sont pas dépassées la moitié du temps ou les concentrations de MES qui sont dépassées la moitié du temps), la localisation des MES issues des sédiments de la Lambarde qui sont couramment dépassées pour de faibles valeurs (< à 40mg/l) se situe (voir figure suivante) dans la zone aval de l'estuaire (jusque dans la baie de Bourgneuf et la limite Est du site de la Lambarde), là où les sédiments ont tendance à se concentrer et à osciller avec la dynamique estuarienne. Les plus importants percentiles 50 de la concentration ne sont pas observés sur le site de clapage comme on pourrait l'imaginer, car les clapages ne sont que temporaires. La dynamique estuarienne est toujours prépondérante dans ce cas-là. Le ratio de concentration des percentiles est toujours inférieur à 50%, même dans l'estuaire externe et la dynamique estuarienne reste toujours prépondérante. L'influence des sédiments provenant de la Lambarde est en proportion plus importante en estuaire externe et en baie de Bourgneuf, même si cela ne concerne pas des valeurs importantes de concentrations.

Il faut préciser pour l'estuaire interne qu'il ne s'agit pas d'un surplus de concentration : sans sédiment clapé sur la Lambarde, l'estuaire (de par sa capacité de transport et du fait de ressources en sédiment disponibles) se serait chargé de manière équivalente à la somme des concentrations des deux sédiments modélisés.

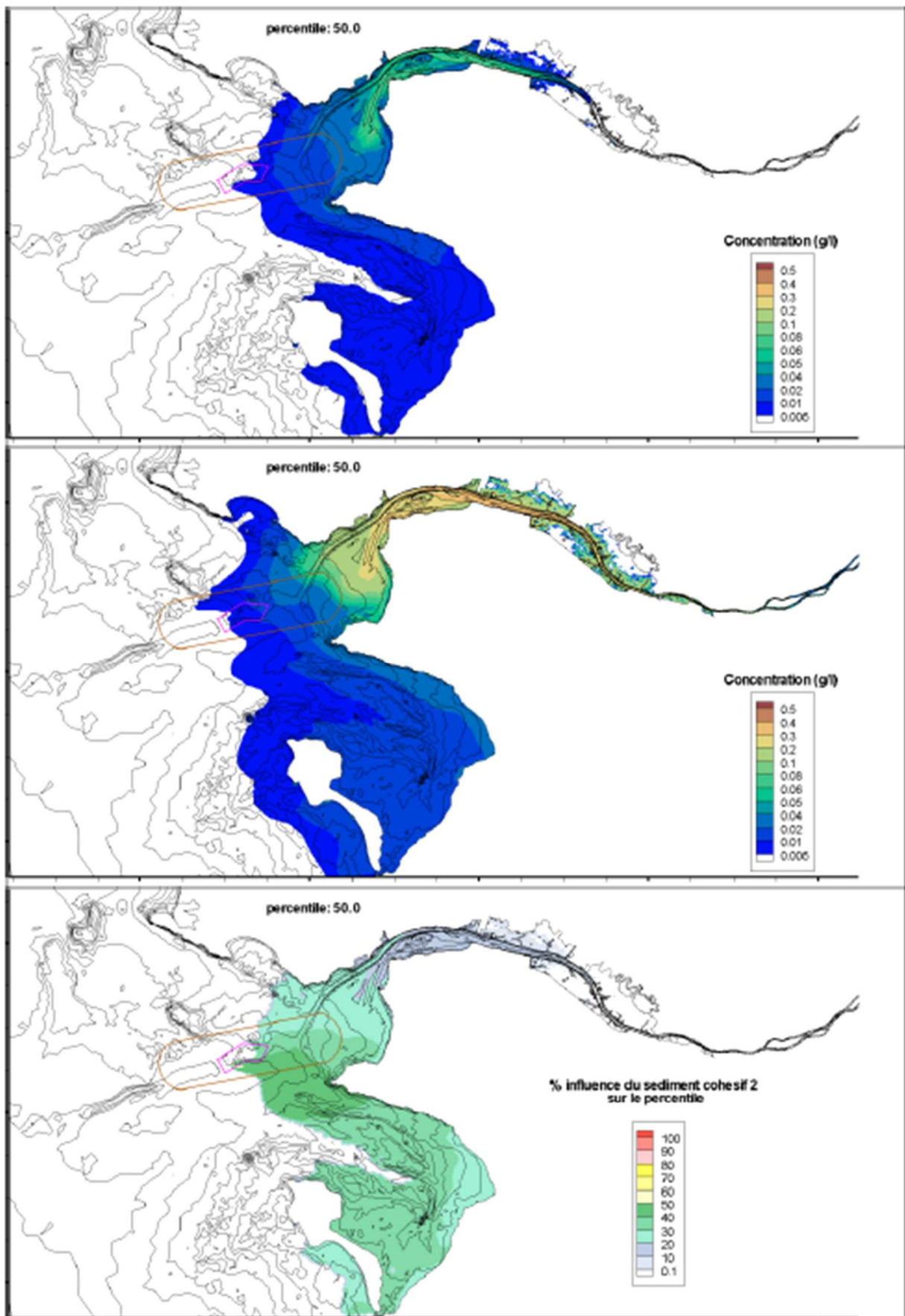


FIGURE 151 PERCENTILE 50 DES MES EN CHAQUE POINT (EN HAUT : SEDIMENT PROVENANT DE LA LAMBARDE; AU MILIEU : SEDIMENT PROVENANT DE L'ESTUAIRE) ET EN BAS : POURCENTAGE D'INFLUENCE DES SEDIMENTS PROVENANT DE LA LAMBARDE SUR LE PERCENTILE 50 DES MES

Les cartes de percentile 99 de MES (valeur qui n'est pas dépassée 99% du temps ; ce qui ne représente pas un panache réel, mais quasiment un maximum observé sur la durée totale de la simulation en chaque point du modèle) montrent (voir figure suivante) sur la figure du haut les MES provenant de la Lambarde et sur la figure du milieu les sédiments issus de la dynamique estuarienne. Il est alors possible (figure du bas) de déterminer l'influence de la MES provenant de la Lambarde sur le percentile étudié.

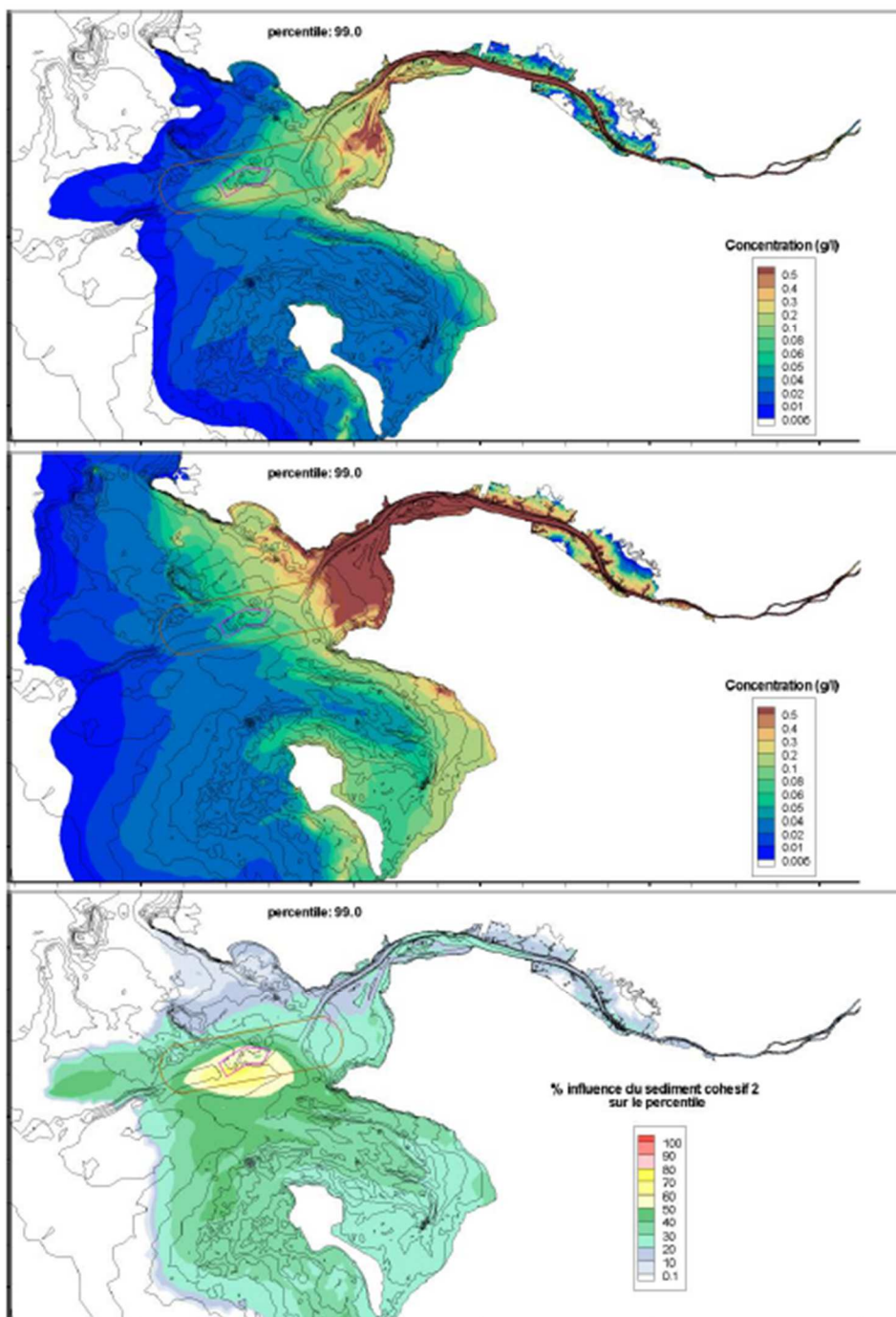


FIGURE 152 PERCENTILE 99 DES MES EN CHAQUE POINT (EN HAUT : SEDIMENT PROVENANT DE LA LAMBARDE; AU MILIEU : SEDIMENT PROVENANT DE L'ESTUAIRE) ET EN BAS : POURCENTAGE D'INFLUENCE DES SEDIMENTS PROVENANT DE LA LAMBARDE SUR LE PERCENTILE 99 DES MES

■ Bilan

L'incidence des opérations de gestion des sédiments par immersion sur le site de la Lambarde peut être considérée comme faible, direct et temporaire.

Incidence sur la teneur en oxygène dissous

Le milieu maritime présente généralement une excellente teneur en oxygène dissous. La figure ci-dessous présente l'évolution de la teneur en oxygène dissous lors d'un clapage dans une eau présentant une concentration de 6,5 mg/l d'O₂ dissous.

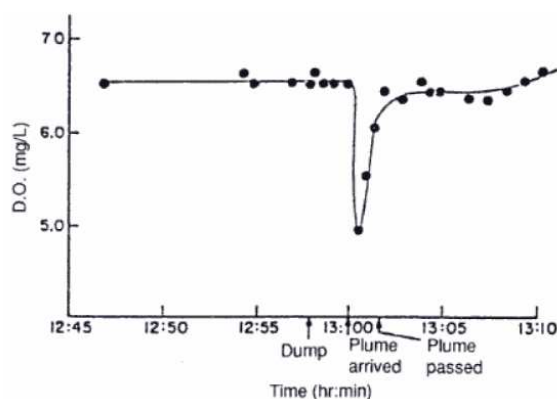


FIGURE 153 CHUTE DE LA CONCENTRATION EN OXYGENE DISSOUS (D.O.) AU COURS DU CLAPAGE D'UNE DAM (JONES-LEE ET LEE 2005)

On peut voir ici que la chute n'est que partielle et temporaire. La concentration en oxygène dissous passe dans ce cas d'environ 6,5 mg/l à 5 mg/l pendant seulement 2 minutes, soit une baisse de 23%. Les effets des immersions sur l'oxygène dissous peuvent donc être considérés comme directs et temporaires. **Ces effets peuvent donc être considérés comme directs et faibles.**

Incidence sur les concentrations en polluants

Les sédiments dragués sont globalement de bonne qualité, similaire à celle des sédiments évacués naturellement par la Loire. En effet, il convient de rappeler qu'un niveau de contamination élevé des sédiments est favorisé par l'ancienneté des sédiments. Le GPMNSN réalisant des opérations très régulières les sédiments dragués sont ceux ayant été récemment déposé par le fleuve.

Les sédiments immergés sur la Lambarde sont en grande partie (autour de 75%) dispersés et dilués dans la masse d'eau. Les sédiments se déposant dans les sous-zones sont majoritairement des sédiments sableux, exempts d'éléments polluants. En effet, ces molécules sont préférentiellement adsorbées sur les particules les plus fines.

Au regard de ces éléments (bonne qualité des sédiments, forte dispersion) et à l'échelle du milieu maritime, les incidences des immersions sur la zone de la Lambarde sur les concentrations en polluants de la masse d'eau peuvent être **considérées comme faibles.**

Incidence sur les concentrations en nutriments (azote, phosphore, potassium)

Il convient de prendre en compte l'incidence des nutriments en suspension lors des clapages qui peuvent participer au phénomène de bloom phytoplanctonique en mettant à disposition des microalgues présentes dans le milieu maritime les nutriments nécessaires à leur développement.

En quantité trop importante, ces blooms de microalgues peuvent engendrer une diminution parfois très importante de la concentration en O₂ dissous. Ces incidences sont nulles à très limitée en hiver. Au printemps

et en été, le risque de bloom est plus important. Cependant, il faut également considérer le fait que le risque d'eutrophisation est soumis à de nombreuses conditions environnementales : turbidité limitant le développement phytoplanctonique, température, activité microbologique, etc. De plus, il semble difficile de distinguer le part imputable aux opérations de dragage de celle liée aux conditions environnementales naturelles de l'estuaire :

- les matériaux expulsés naturellement par la Loire sont de nature similaire et ont des niveaux de contamination équivalents aux sédiments clapés ;
- les marées vertes les plus abondantes ont lieu à Noirmoutier, zone éloignée d'au moins 15 km du site d'immersion. Il convient donc d'étudier d'autres sources potentielles de nutriments comme les étiers ou les zones urbaines.

Au regard de ces éléments et à l'échelle du milieu maritime, les incidences des immersions sur la zone de la Lambarde sur les concentrations en nutriments de la masse d'eau peuvent être **considérées comme faibles**.

Incidence sur la qualité bactériologique

Les eaux marines constituent un milieu défavorable pour les bactéries marqueurs de la contamination fécale. Elles vont subir les conditions stressantes de cet environnement : la salinité, la lumière solaire, l'effet de la prédation et de la température. Les bactéries vont, de plus, être sensibles à la compétition avec les bactéries naturellement présentes dans ce milieu et le manque de nutriment. Elles peuvent avoir quelques activités métaboliques et tenter de s'adapter à ces conditions défavorables. Toutefois, elles vont évoluer plus ou moins rapidement vers un stade viable non cultivable c'est-à-dire qu'elles ne seront plus détectées par les techniques d'analyse de routine mais pourront éventuellement conserver une activité pathogène.

La faible contamination bactérienne des sédiments clapés (sections 1 à 7) et les conditions contraignantes limitant la survie des bactéries entériques (salinité, courant, UV) permet de conclure que, malgré la remise en suspension, le clapage sur le site de la Lambarde a une incidence négligeable sur la qualité microbiologique des eaux environnantes.

In fine, l'incidence des opérations d'immersion dans l'estuaire et sur le site de la Lambarde sur la qualité de l'eau peut être considérée comme faible, étendue et temporaire.

☞ Incidence faible, directe et temporaire

2.2.1.2.2 - Gestion par immersion dans l'estuaire

Ce chapitre traite des immersions sur le site de Grand Pont, de Port Lavigne et des clapages exceptionnels dans le chenal.

Incidences générales associées à la nature sableuse des sédiments

D'une manière générale, les sédiments clapés dans la fosse de Grand Pont, et éventuellement de Port Lavigne, sont de nature sableuse et présentent peu ou pas de fines. Ainsi, les derniers prélèvements réalisés par le GPMNSN (2022) montrent que les sédiments dans la zone d'évitage de Trentemoult ne comportent pas ou peu de fraction fine. L'absence de fines signifie à la fois absence de contamination chimique et absence de matière organique. Les sédiments sableux étant inertes, la concentration en O₂ dissous et la qualité de l'eau en général ne sera donc pas impactée.

Par ailleurs, le transport de sables se fait par charriage sur les fonds. Ils ne sont pas remis en suspension de manière significative dans la colonne d'eau, hormis pour la fraction la plus fine. L'augmentation de la turbidité, sera donc strictement limitée à la phase de chute des sédiments au moment du clapage. Cette phase est de courte durée (quelques minutes) du fait de la densité des sédiments sableux. L'incidence sur la qualité de l'eau sera donc limitée.

Immersion sur la zone de Grand Pont

De 2006 à 2016, aucun clapage n'a été réalisé sur la zone de Grand Pont. En 2017, le volume dragué et clapé au droit de la zone d'immersion de Grand Pont était de 160 000 m³. Cette zone n'a pas été utilisée entre 2018 et 2020. Les volumes clapés depuis 2021 sont de 70 000 m³ et 10 000 m³ pour 2021 et 2022 respectivement.

Les épisodes d'hypoxie apparaissent préférentiellement entre le mois de juin et la mi-octobre alors que les épisodes d'anoxie sont observés sur une période plus restreinte entre juillet et mi-septembre. Ces épisodes de déficit en oxygène dissous ont principalement été observés entre Donges et le Pellerin et épisodiquement jusqu'à Trentemoult. Ces épisodes semblent systématiquement liés à une conjonction de conditions particulières : température élevée des eaux de la Loire (>20°C), débit faible (<350-500 m³/s) - plus le débit sera faible plus la zone d'anoxie/ hypoxie sera potentiellement étendue - et période de mortes eaux. La présence du bouchon vaseux (forte concentration en MES) semblerait accentuer le phénomène.

Afin d'évaluer l'impact potentiel des travaux de dragage et de clapage sur les zones d'immersion internes sur la qualité des eaux estuariennes et notamment sur le déclenchement des épisodes hypoxiques/ anoxiques, un suivi de la teneur en oxygène dissous est effectué via les sondes de mesures du réseau SYVEL.

Cette teneur est un critère déterminant dans le cadre des dragages, et par conséquent des clapages, des sections amont lorsque le débit de la Loire est inférieur à 500 m³/s. En 2017, le GPMNSN a établi une consigne de dragage spécifique afin de réduire les impacts de ces activités sur l'ichtyofaune. Cette consigne garantit une oxygénation de l'eau suffisante pour ne pas entraîner la mortalité des poissons. Une matrice de décision (Tableau ci-après) permettant de décider si un dragage peut être entrepris, en fonction des valeurs de température de l'eau, du taux d'oxygène dissous et des tendances d'évolution de ce dernier, a donc été élaborée en ce sens. En cas de conditions défavorables, le dragage est suspendu le temps d'un retour à la normale des paramètres oxygène dissous et température de l'eau.

Teneur en O ₂ dissous	Tendance sur l'O ₂ dissous	T° de l'eau (°C)	Dragage
inf. 3 mg/l			Interdit
		Sup 27°	Interdit
		25 à 27°	Suspendu
Inf 5 mg/l	Baisse		Suspendu
	stable ou hausse		Jusant
		23 à 25°	Jusant
Sup 5 mg/l	Baisse	Inf 23°	A analyser
	Stable ou hausse		Flot et Jusant

FIGURE 154 MATRICE DE DECISION EN CAS DE DEBIT DE LA LOIRE INFERIEUR A 500 M³/S

La mise en pratique de cette matrice de décision permet au GPMNSN de ne pas augmenter les risques d'hypoxie et d'anoxie pendant les dragages des secteurs amont et l'immersion des sédiments sur la zone de Grand Pont.

Résultats de suivi de la zone d'immersion de Grand Pont

L'étude réalisée par ARTELIA en 2019 (voir Annexe 11) a également analysé l'incidence des immersions sur la qualité des eaux. Les conclusions de cette étude sont les suivantes.

La période d'activité de la drague au niveau de la fosse de Grand Pont est matérialisée en pointillé violet (environ 160 000 m³ de sédiments clapés) sur la figure suivante. Au cours de cette période, on observe une

forte baisse de l'oxygène à partir du 20 juin pour descendre sous le seuil critique de l'hypoxie (< 3 mg/L) et de l'anoxie (< 1 mg/L).

Cependant, **la baisse de la concentration en oxygène semble être liée à la diminution du débit**, devenant inférieur à 200 m³/s. Par ailleurs, cet abaissement paraît accentué lors des vives-eaux (augmentation des courants de marée) qui génèrent des pics de MES par la remise en suspension des vases de la crème de vase par les courants, provoquant des épisodes hypoxiques/ anoxiques. De plus, les matériaux immergés sont essentiellement sableux et contiennent donc une faible part de matières organiques dont la dégradation consomme de l'oxygène.

Ainsi, bien qu'on observe un épisode anoxique et une augmentation des MES sur une période concordante avec les activités d'immersion dans la fosse de Grand Pont, **l'évolution de ces paramètres physiques paraît clairement liée aux facteurs environnementaux (débit, courant de marée), en présence du bouchon vaseux remontant vers l'amont en période d'étiage.**

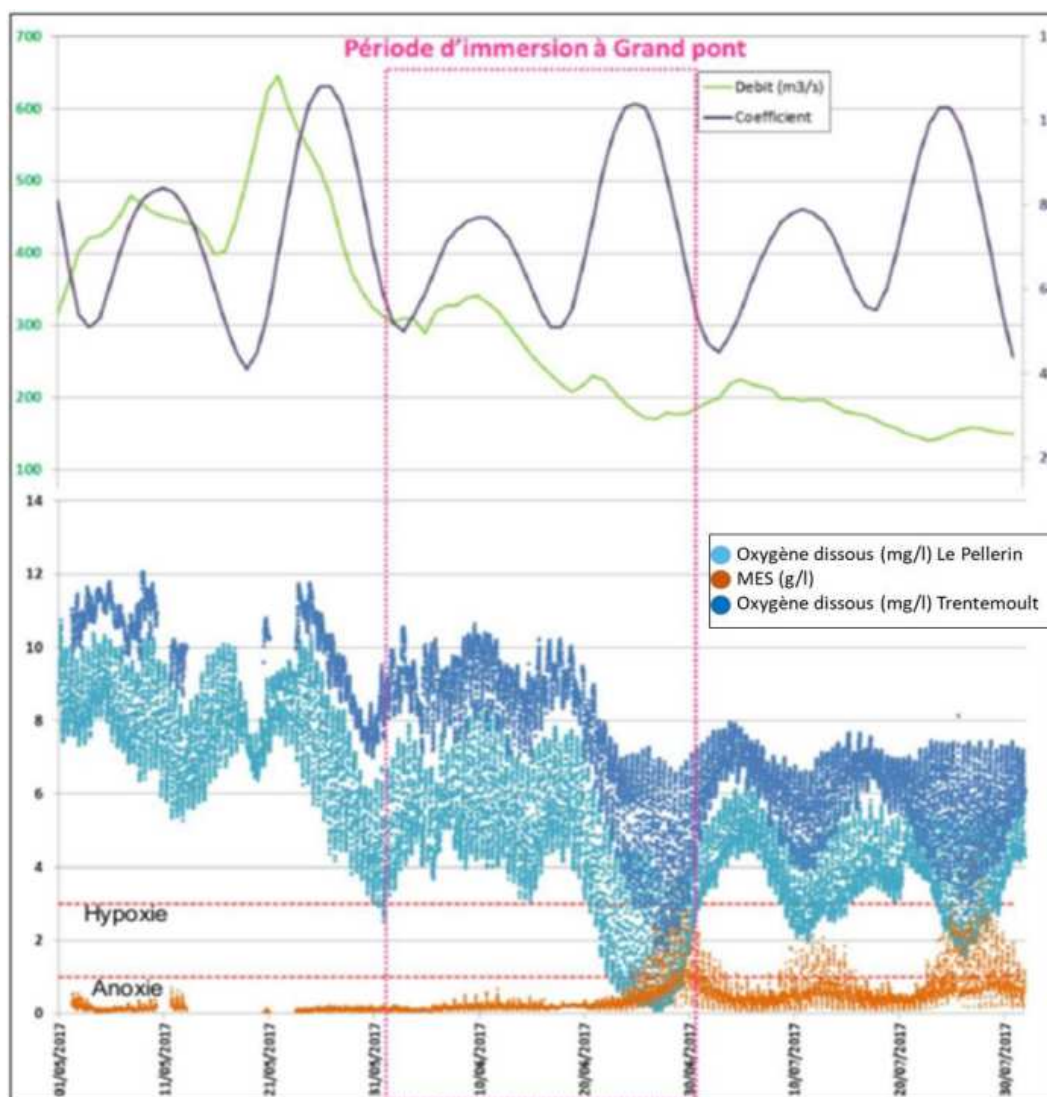


FIGURE 155 CONCENTRATION EN O₂, MES, DEBITS ET COEFFICIENTS DE MAREE SUR LA PERIODE MAI- JUILLET 2017 AU NIVEAU DES STATIONS DU PELLERIN ET DE TRENTEMOULT (DONNEES SYVEL GIP LOIRE ESTUAIRE)

2.2.1.3 - Incidence d'une pollution accidentelle sur la qualité de l'eau

Une pollution accidentelle, par nature imprévisible, peut avoir pour source :

- les installations de chantier ;
- le risque de pollution par rejets directs d'eaux de lavage, d'eaux usées, etc. ;

- le risque de pollution par une mauvaise gestion des déchets ;
- les produits polluants susceptibles d'être manipulés ou stockés ;
- la perte de fluides de travail de certains moyens nautiques du fait d'une casse technique ou d'une mauvaise manœuvre.

Une pollution accidentelle pourra avoir une incidence forte sur la qualité de l'eau. Cette incidence sera très localisée et temporaire. La mise en œuvre de moyens de prévention et de prise en charge de ce type de pollution permet de garantir l'absence d'incidence significative d'une pollution accidentelle sur la qualité de l'eau ou des sédiments.

☞ Incidence forte, directe et temporaire

2.2.2 - Incidences sur la qualité des sédiments

2.2.2.1 - Opérations de dragage

Les dragages d'entretien ne concernent que des sédiments récemment déposés. Ils ont été soumis aux mêmes conditions de mise en place et de remaniement du fait des agents hydrodynamiques (principalement les grandes marées). Ces remaniements réguliers ont entre autres pour effet de limiter le potentiel de relargage lors du dragage.

La qualité des sédiments remaniés est satisfaisante (globalement inférieure à N1) et relativement homogène sur les différents points d'échantillonnage. A ce titre, les sédiments mobilisés lors des opérations de dragage ne sont pas susceptibles d'altérer significativement la qualité des sédiments de l'estuaire.

☞ Incidence faible, indirecte et temporaire

2.2.2.2 - Opérations de gestion des sédiments

2.2.2.2.1 - Gestion par immersion dans l'estuaire

Comme indiqué précédemment, les sédiments dragués et gérés par clapage sur le site de Grand Pont, Port Lavigne, par clapage exceptionnel dans le chenal aval ou directement remis en suspension par DAS ou DIE ne sont pas de nature à altérer la qualité des sédiments de l'estuaire.

2.2.2.2.2 - Gestion par immersion sur le site de la Lambarde

Le site d'immersion de la Lambarde fait l'objet de dépôt de sédiments depuis 1973. Les sédiments clapés sont issus des zones portuaires (souilles, accès port Saint-Nazaire et zone d'évitage méthanier) et du chenal (section 1 à 7) du GPMNSN.

De plus, lors des immersions, les vases sont reprises par l'action combinée des houles et des courants, laissant sur place les matériaux les plus lourds (sable). Les contaminants et les éléments nutritifs ayant une affinité avec les éléments les plus fins, la plus forte proportion de sable dans les échantillons de la Lambarde comparativement à ceux du chenal laisse supposer une moindre contamination.

Les analyses réalisées font état d'une qualité satisfaisante des sédiments clapés sur le site de la Lambarde et issus des zones draguées :

- les teneurs en contaminants chimiques (éléments traces métalliques et contaminants organiques) et en nutriments (azote et phosphore) à la Lambarde sont faibles et globalement inférieures à N1.
- les concentrations de ces éléments sont plus faibles que celles mesurées dans les sédiments dragués du chenal. En effet, ces molécules sont préférentiellement adsorbées sur les particules les plus fines. Les taux de sables dans les sédiments du chenal sont en moyenne de 25 à 42% alors qu'à la Lambarde les taux de sables moyens sont de l'ordre de 60 à 70%. Lors des immersions, les particules les plus fines sont dispersées par les courants et la houle, laissant préférentiellement les matériaux plus sableux.

- cette dispersion n’a toutefois pas d’impact sur la qualité du milieu, compte-tenu du phénomène de dilution et de la contamination relativement limitée des sédiments dragués et immergés à la Lambarde ;
- globalement, les sédiments de la Lambarde ne présentent pas de signe de contamination microbiologique (teneurs en *E. Coli* et entérocoques inférieures aux seuils définis).

La figure ci-dessous présente l’évolution de la qualité des sédiments entre 2013 et 2020 :

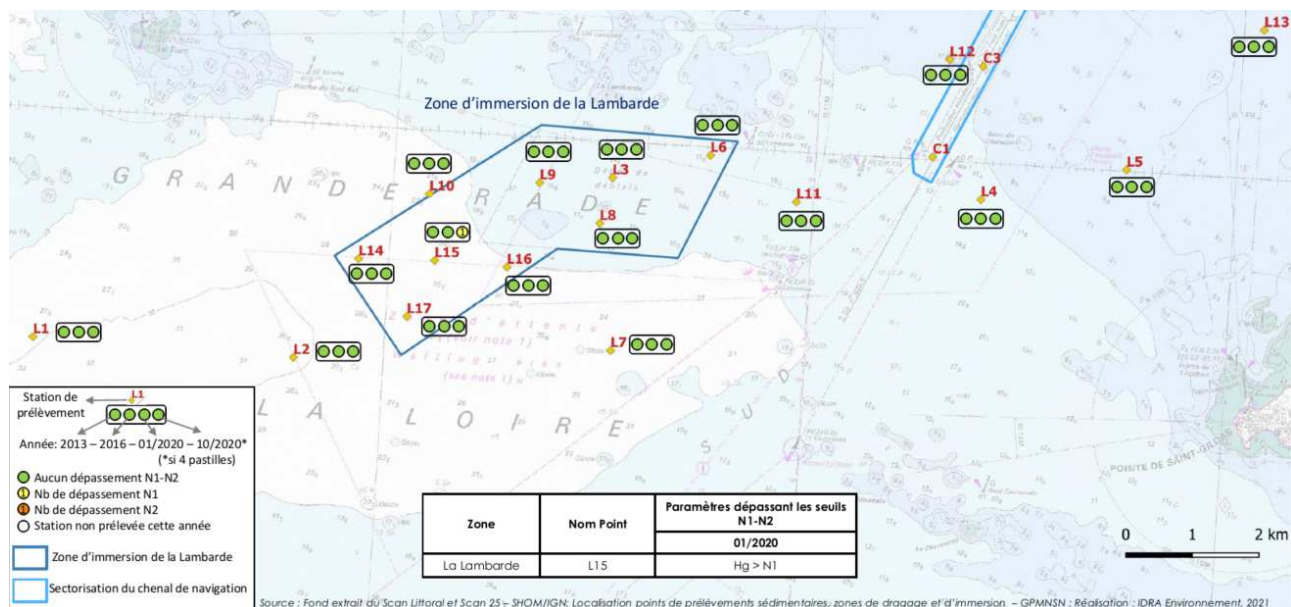


FIGURE 156 EVOLUTION DE LA QUALITE DES SEDIMENTS ENTRE 2013 ET 2020 SUR LE SITE DE LA LAMBARDE

La qualité satisfaisante des sédiments clapés et présents sur le site d’immersion (originaires des clapages antérieurs) permet de conclure que les opérations d’immersion n’altèrent pas la qualité chimique des sédiments.

Comme indiqué dans le chapitre « Nature des fonds », les opérations de dragage engendrent une augmentation des teneurs en sables de la zone d’immersion, majoritairement au droit des casiers utilisés pour les sous-zones.

☞ Incidence faible, indirecte et temporaire

2.2.2.3 - Incidence d’une pollution accidentelle sur la qualité des sédiments

Compte tenu du fait que les éléments polluants sont essentiellement des hydrocarbures légers ou très volatils, l’impact d’une pollution accidentelle faiblement diluée ou étalée (proche du point d’émission) sur les fonds est faible à négligeable. En effet, la pollution flottera au-dessus de la masse d’eau.

☞ Incidence faible, indirecte et temporaire

2.2.3 - Mesures d'évitement et de réduction prévues par le maître d'ouvrage concernant les incidences sur le contexte qualité de l'eau et des sédiments

2.2.3.1 - Mesures d'ordre général

MR4 : MISE EN ŒUVRE D'UN CHANTIER PROPRE (R1.1A, R2.1D, R2.1S)					
E	R	C	A	Réduction technique en phase travaux	
Thématique environnementale		Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit	Milieu humain
Description de la mesure		<p>Pour réduire les incidences du projet sur la qualité de l'eau et des sédiments, les mesures suivantes seront prises :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ mise en œuvre de la politique HSE du GPMNSN et notamment des fiches en lien avec la prévention et la maîtrise des situations d'urgence en lien avec le dragage ; ■ les engins et matériel seront conformes aux normes en vigueur ; ■ utilisation de carburant à faible taux de soufre ; ■ vigilance lors du ravitaillement des engins et utilisation d'un dispositif anti-refoulement ; ■ application de règles strictes sur la propreté ; ■ contrôle régulier des équipements afin d'éviter notamment les ruptures de flexibles qui pourraient entraîner des rejets accidentels ; ■ mise en place d'un système de récupération des macrodéchets à bord des dragues (DAM et DAS) et évacuation à quai ; ■ une zone de repli et de stationnement du matériel de dragage sera disponible et suffisamment abritée des aléas climatiques ; ■ la maintenance des engins sera réalisée exclusivement en dehors du milieu aquatique (vidanges, réparation de flexibles hydrauliques...) ; ■ les huiles usagées et autres déchets de chantier seront récupérés, stockés dans des bennes étanches et évacués par un professionnel agréé. 			
Modalités de suivi envisageables		Vérification du respect des prescriptions (dispositifs présents et conformes, personnel formé) et tableau de suivi de la surveillance des dispositifs dans le registre d'activité.			
Estimation		Inclus dans les interventions du GPMNSN			
MR5 : DISPOSITIF PREVENTIF DE LUTTE CONTRE UNE POLLUTION ACCIDENTELLE (R2.1D)					
E	R	C	A	Réduction technique en phase travaux	
Thématique environnementale		Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit	Milieu humain
Description de la mesure		<p>Afin de réduire les risques de pollution dans le cadre des opérations de dragage et de gestion des sédiments, les mesures suivantes seront prises :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ mettre à disposition permanentes des kits anti-pollution dans les engins de dragage ; ■ former le personnel à l'utilisation de ces kits anti-pollution ; ■ zones de stockages des produits dangereux et potentiellement polluants ; ■ mettre en place un plan d'intervention d'urgence : consignes de sécurité, liste des personnes et organismes à prévenir, moyens d'action à mettre en œuvre, etc. ; ■ sensibiliser le personnel sur les enjeux environnementaux. <p>En cas d'incident pouvant entraîner une pollution accidentelle, les dragages seront interrompus et les dispositions nécessaires seront prises afin de limiter les incidences sur le milieu. En cas de fuite d'hydrocarbures, qui représente le risque principal d'accident, les kits-anti-pollution (barrage anti-pollution et matériaux absorbants) seront utilisés.</p>			
Modalités de suivi envisageables		Vérification du respect des prescriptions (dispositifs présents et conformes, personnel formé) et tableau de suivi de la surveillance des dispositifs dans le registre d'activité.			
Estimation		Inclus dans les interventions du GPMNSN			

2.2.3.2 - Mesures concernant les opérations de dragage en sections amont

Au cours de la période 2006 à 2022, les volumes totaux et moyens annuels dragués en m³ en amont de Paimboeuf (hors secteur des appointements pétroliers) sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

	2006-2022				Moyenne annuelle			
	Chenal				Chenal			
	DAS	DAM	DIE	TOTAL	DAS	DAM	DIE	TOTAL
Section 7	643 499	1 893 640	3 431 188	5 968 326	37 853	111 391	201 835	351 078
Section 8	-	8 902	1 272 556	1 281 458	-	524	74 856	75 380
Section 9	-	-	34 050	34 050	-	-	2 003	2 003
Section 10	-	5 981	-	5 981	-	352	-	352
Section 11	564 483	237 348	1 385 765	2 191 620	33 205	13 962	81 516	128 919
Section 12	362 451	308 808	448 152	1 813 844	21 321	18 165	26 362	106 697

La section 7 est la section la plus draguée parmi les sections 7 à 12 de par le fait qu'elle subit une forte sédimentation alors qu'elle doit permettre la navigation des navires de commerce desservant les secteurs économiques en amont. Pour ce secteur comme pour les autres, la drague qui intervient majoritairement est la DIE. Or, selon les éléments de réponse apportés à la question C4, le dragage par la DIE génère des teneurs en MES inférieures à celles de la turbidité naturelle de la Loire, et ce qu'elle que soit le débit de la Loire (crue, étiage) et la marée (vive-eau, morte-eau). Il en est de même pour la DAS. Néanmoins, par la remise en suspension des sédiments, et notamment des contaminants et de la matière organique associée, le dragage peut participer à la consommation en oxygène (dégradation des matières en suspension ou oxydation d'éléments chimiques). Ce phénomène peut potentiellement accentuer le déficit en oxygène lors de ces événements particuliers.

Afin d'évaluer l'impact potentiel des travaux de dragages sur la qualité des eaux estuariennes et notamment sur le déclenchement des épisodes hypoxiques/ anoxiques, le bureau d'étude ACRI-HE a réalisé une étude pour le compte du GPMNSN (ci-jointe). Cette étude a porté sur les suivis des différents paramètres mesurés en estuaire de Loire (turbidité, niveaux d'oxygène, ..) avec le réseau SYVEL et des activités de dragage sur la période 2007-2015. Elle avait également pour but d'évaluer l'incidence potentielle des opérations de dragage sur les épisodes de mortalité piscicole. Les résultats montrent que le secteur autour de Cordemais (PK42) présente un risque d'anoxie marqué. Mais, à proximité de la station de mesures SYVEL de Cordemais (PK42), les dragages les plus impactants (ne prenant pas en compte la drague aspiratrice en marche) sont moins fréquents et moins intenses que dans la partie aval de l'estuaire. De plus, ils sont majoritairement pratiqués par la drague à injection d'eau. Le rendement de cette drague est bien meilleur que la drague aspiratrice stationnaire, mais les suivis réalisés par le GPMNSN ces dernières années ont montré que son impact sur l'environnement était limité. En effet, la relation entre la consommation d'oxygène et le dragage est liée à la remise en suspension de matière organique accumulée dans la vase. Si elle est présente en grande quantité, cette matière organique se dégrade rapidement dans la colonne d'eau en consommant l'oxygène jusqu'à l'anoxie. Or, la drague par injection d'eau permet de limiter cette remise en suspension en comparaison avec d'autres techniques de dragage.

Selon cette étude, aucun lien n'a été démontré entre l'apparition de conditions d'anoxie/ hypoxie et le dragage. En revanche, il a été constaté que le taux d'oxygène dissous était principalement relié aux variations des facteurs environnementaux. Les suivis n'ont pas permis de statuer quant à la part réelle des dragages sur les mortalités de poissons. Les causes de ces mortalités sont multifactorielles et le rôle de la température est primordial. En effet, certaines espèces telles que le mulot (*Liza ramada*) voient leur consommation en oxygène doubler quand la température augmente de 9°C à 13°C, voire peut augmenter de 80% lorsque les mulots sont soumis à une brusque augmentation de la température de 16°C à 20°C (Cladas, 1984 dans HOCER-TBM, 2012). De brusques variations de température sont une des conséquences du changement climatique.

De par la nature des dragages (majoritairement DIE), l’emprise du panache turbide engendré par le refoulement de la DAS ou par la DIE, et la durée des panaches turbides, les impacts potentiels des dragages sur le taux d'O2d sont limités.

Sur cette base, le GPMNSN a mis en place une procédure sécuritaire pour les sections 11 et 12 où les volumes de dragage sont importants (les sections 9 et 10 étant très peu draguées, elles ne nécessitent pas de procédure spécifique) et avec des contraintes économiques et donc de navigation moindre que les sections 7 et 8 où une telle procédure n'est pas compatible avec les besoins d'entretien pour la navigation.

La mesure proposée est donc la suivante :

MR6 : ADAPTATION DES PRATIQUES DE DRAGAGE DES SECTIONS 11 ET 12 A L'HYDROLOGIE (R3.2A)																															
E	R	C	A	Réduction temporelle en phase exploitation																											
Thématique environnementale		Milieux naturels	Paysage	Air / Bruit	Milieu humain																										
Description de la mesure		<p>Cette mesure consiste à adapter les modalités de dragage sur les sections 11 et 12 pour s'adapter à la baisse des débits sous les 500 m³/s.</p> <p>Cette mesure sera mise en œuvre dans la continuité des pratiques actuelles, à savoir :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Les dragages des matériaux sableux sont programmés pour être réalisés avant le 31/05 ; ■ Lorsque le débit de la Loire est inférieur à 500 m³/s au Pellerin, le GPMNSN est tenu de vérifier les résultats des stations de suivi SYVEL du Pellerin et de Trentemoult sur l'O₂ dissous et la température : <ul style="list-style-type: none"> ■ Si sur l'une ou l'autre des stations les teneurs en O₂ dissous sont inférieures à 3 mg/l ou que la température est supérieure à 27°C, les dragages sont interdits ; ■ Si sur l'une ou l'autre des stations les teneurs en O₂ dissous sont inférieures à 5mg/l et montrent une tendance à la baisse ou si la température est comprise entre 25 et 27°C, le dragage est suspendu jusqu'au constat d'une augmentation des teneurs en O₂ dissous ou d'une baisse de température sous les 25° ; ■ Si sur l'une ou l'autre des stations les teneurs en O₂ dissous sont inférieures à 5mg/l ou que la température de l'eau est comprise entre 23 et 25°C, le dragage ne peut être réalisé qu'au jusant ; ■ Si, aux deux stations SYVEL, la concentration en O₂ dissous est supérieure à 5mg/l, sans tendance à la baisse et que la température de l'eau est inférieure à 23°C, le dragage peut être réalisé au flot et au jusant. ■ Dans la période du 1er juin au 31 octobre, le service de l'Etat sera informé des opérations de dragage envisagées sur les sections 11 et 12 et de leur faisabilité au regard des critères précédents. 																													
		<p style="text-align: center;">Matrice de décision (Critère le plus contraignant retenu)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Teneur en O₂ dissous</th> <th>Tendance sur l'O₂ dissous</th> <th>T° de l'eau (°C)</th> <th>Dragage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">inf. 3 mg/l</td> <td rowspan="2"></td> <td>Sup 27°</td> <td>Interdit</td> </tr> <tr> <td>25 à 27°</td> <td>Suspendu</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Inf 5 mg/l</td> <td>Baisse</td> <td rowspan="2"></td> <td>Suspendu</td> </tr> <tr> <td>stable ou hausse</td> <td>Jusant</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Sup 5 mg/l</td> <td>Baisse</td> <td>23 à 25°</td> <td>Jusant</td> </tr> <tr> <td>Stable ou hausse</td> <td>Inf 23°</td> <td>A analyser</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Flot et Jusant</td> </tr> </tbody> </table>			Teneur en O ₂ dissous	Tendance sur l'O ₂ dissous	T° de l'eau (°C)	Dragage	inf. 3 mg/l		Sup 27°	Interdit	25 à 27°	Suspendu	Inf 5 mg/l	Baisse		Suspendu	stable ou hausse	Jusant	Sup 5 mg/l	Baisse	23 à 25°	Jusant	Stable ou hausse	Inf 23°	A analyser				Flot et Jusant
Teneur en O ₂ dissous	Tendance sur l'O ₂ dissous	T° de l'eau (°C)	Dragage																												
inf. 3 mg/l		Sup 27°	Interdit																												
		25 à 27°	Suspendu																												
Inf 5 mg/l	Baisse		Suspendu																												
	stable ou hausse		Jusant																												
Sup 5 mg/l	Baisse	23 à 25°	Jusant																												
	Stable ou hausse	Inf 23°	A analyser																												
			Flot et Jusant																												
Modalités de suivi envisageables		Justification de l'opération de dragage programmée quand le débit est < 500 m ³ /s dans une fiche transmise à la police de l'eau avant l'engagement du dragage.																													
Estimation		Inclus dans les interventions du GPMNSN																													

Le GPMNSN a étudié l'opportunité d'adapter les opérations de dragages sur ces périodes pour poursuivre la réduction des incidences potentielles. Les conclusions de cette analyse sont présentées ci-dessous :

Les dragages dans les sections 11 et 12 font d'ores et déjà l'objet d'une mesure de réduction pour la teneur en O2d. Dans les faits, cette mesure limite les dragages durant la période d'étiage qui s'avère de plus en plus longue d'année en année. Le tableau ci-après dresse les heures d'intervention de la DIE sur les sections 11 et 12 entre 2017 et 2023 pour la période allant de mi-août à mi-octobre. En moyenne, la DIE intervient chaque année 3 fois entre mi-août et mi-octobre, pour une durée totale moyenne de dragage de 43h (soit 14h/intervention). Les interventions de dragage sont donc très limitées dans le temps et ne répondent qu'au strict besoin de la navigation. Par ailleurs, la DIE engendre un transport direct des sédiments par le courant de densité. La majeure partie des civelles présentes dans la zone de dragage sont probablement emportées par le courant généré sans pour autant être détruites.

TABLEAU 54 HEURES D'INTERVENTION DE LA DIE DANS LES SECTIONS 11 ET 12 DE 2017 A 2023 DE MI-AOUT A MI-OCTOBRE

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Chevire 1		3:20	2:15	4:30			5:20
Chevire 2		3:00	2:30	2:50			
Chevire 3	3:15	6:35	3:15	8:10	3:45	7:45	
Chevire 4	4:35	6:40	3:20	9:55	3:30	11:00	
RM 1	3:25	10:00	4:05	8:30	4:00	4:20	0:45
RM 2	3:20	8:50	4:00	12:15	4:15	6:00	1:15
RM 4							
UB1					1:15		
UB3			2:00		1:15		
ZE Trentemoult	19:00	31:10	27:50	2:25		17:00	
Total en heures	33:35	69:35	49:15	48:35	18:00	46:05	07:20
Nombre d'interventions	3	5	3	3	2	3	4

Entre mi-août et mi-octobre, la DAS n'est intervenue qu'une seule fois en 7 ans (zone d'évitage de Trentemoult en 2022), pour une durée de 51h.

Au regard du nombre d'intervention de dragage, de la durée de ces interventions (14h en moyenne) en sections 11 et 12 de mi-août à mi-octobre, et de la nature des dragages (injection d'eau), et des contraintes de navigation à satisfaire, une mesure d'adaptation supplémentaire à la procédure en lien avec les anoxies et hypoxies contraindrait fortement les dragages, et donc les conditions d'exploitation des sites portuaires amont, pour un gain incertain pour les civelles.

2.2.3.3 - Mesures concernant les opérations de gestion des sédiments

La principale mesure de limitation des incidences des opérations de gestion des sédiments consiste à suivre la qualité des sédiments. Cette mesure de suivi est détaillée dans le chapitre dédié dans la suite de ce rapport.

2.3 - Analyse des incidences sur le milieu naturel

2.3.1 - Incidences sur les sites Natura 2000

Les incidences du projet de dragage d'entretien du port du GPMNSN sur les habitats naturels et les enjeux Natura 2000 sont détaillées dans le Chapitre 9.

2.3.2 - Incidences sur le phytoplancton

L'effet principal des opérations de dragages/immersion/rejets sur les organismes planctoniques est lié à la remise en suspension des sédiments qui peut engendrer une diminution de l'oxygène dissous, de la luminosité et une diffusion d'éléments contaminants dans la masse d'eau (éléments traces métalliques, nutriments, etc.).

2.3.2.1 - Opérations de dragage

2.3.2.1.1 - Dragage par DAM

Comme indiqué au chapitre précédent, la remise en suspension de sédiments générée par le dragage par DAS ou DAM est négligeable et temporaire.

2.3.2.1.2 - Dragage par DAS ou DIE

La remise en suspension des sédiments par DAS et DIE, compte tenu de la qualité chimique satisfaisante des matériaux de dragage, engendrera des incidences sur les organismes planctoniques qui seront essentiellement liées :

- à l'augmentation temporaire de la turbidité du site, qui peut se répercuter sur la vie des organismes vivant en pleine eau. A cette augmentation de turbidité est associée une diminution de la pénétration de la lumière et donc une diminution de la production primaire (phytoplancton), premier maillon affectant le reste de la chaîne trophique ;
- à la diminution de la teneur en oxygène dissous liée à :
 - à la consommation directe de la matière organique par l'activité bactérienne ;
 - à la diminution de la production primaire qui constitue une source d'oxygène dans l'eau ;
 - à un risque d'eutrophisation du fait de la remise en circulation des nutriments piégés dans les sédiments remobilisés. La présence de nutriments conduit à un développement excessif des producteurs primaires eux-mêmes consommés par des producteurs secondaires (zooplanctons, herbivores) avec pour résultante finale un déficit en oxygène.

Toutefois, les organismes planctoniques sont peu présents dans l'estuaire en raison des conditions naturelles défavorables à leur prolifération : courant, turbidité, variation de salinité, etc. Le risque de bloom dans l'estuaire peut être considéré comme négligeable, même en saison estivale.

Il convient également de noter que les études réalisées (voir Annexe 07) mettent en évidence des concentrations en MES inférieures ou égales à celle du milieu ambiant. De plus, la DIE remobilise les sédiments sur le fond, le panache turbide engendré n'affecte qu'une faible partie de la colonne d'eau (de l'ordre d'un à trois mètres).

Dans ce contexte, il semble difficile d'évaluer précisément la part imputable aux opérations de dragages de celle liée aux conditions environnementales naturelles de l'estuaire. Toutefois, sur la base des éléments disponibles il semble que la part des dragage/immersion soit faible vis-à-vis des mouvements naturels et de la remise en suspension des sédiments conduisant à une incidence limitée sur les organismes planctoniques est en outre localisée au panache turbide généré par le dragage.

Les incidences potentielles sur les organismes planctoniques sont ainsi limitées, avec un nuage turbide temporaire et localisé, au maximum équivalent à celui engendré par le bouchon vaseux.

2.3.2.2 - Opérations de gestion des sédiments

La gestion des sédiments par remise en suspension par DAS ou DIE a été traitée dans le chapitre précédent.

2.3.2.2.1 - Gestion par immersion sur le site de la Lambarde

Pour rappel les opérations d'immersion n'ont pas d'incidence significative sur la concentration en O₂ dissous ou la teneur en matière en suspension dans l'estuaire externe.

Cependant, lors des clapages, un nuage turbide va se former sur une période de 15min, le temps nécessaire aux sédiments pour rejoindre le fond. Ce panache présente globalement les caractéristiques suivantes :

- un nuage turbide de surface (75 à 150m) dont la concentration en MES est de l'ordre de 25 mg/l se forme également. Il a une durée de vie d'environ 30 minutes ;
- une couche d'eau très turbide se forme sur le fond, d'une épaisseur de 2 à 3 m (sur les 17 m de profondeur moyenne). La concentration moyenne observée est de l'ordre de 300 mg/l mais elle peut atteindre au maximum 1 000 mg/l. A contre-courant, cette couche d'eau turbide s'étend sur 100 à 300 m et dans le sens du courant ; elle s'étend sur une distance de l'ordre de 450 à 900 m.

Les espèces phytoplanctoniques ne sont affectées par le nuage turbide qu'en surface et dans les premiers mètres de la colonne d'eau, à savoir par des concentrations en MES de l'ordre de 25 à 50 mg/l. Les floraisons phytoplanctoniques dans les eaux côtières ont lieu en avril – mai ; un deuxième épisode de floraison peut avoir lieu en septembre. Or, 75% des opérations de clapage ont lieu de novembre à avril, c'est-à-dire en dehors des périodes de floraison. En période de crue (période hivernale pendant laquelle a lieu la majorité des dragages), les concentrations naturelles en MES sont proches des concentrations générées par les opérations de clapage, les effets turbides sont instantanés (de l'ordre de 10 à 30 minutes en surface et subsurface) et les panaches sont rapidement dilués à l'échelle de la masse d'eau. Des effets locaux et temporaires sur le développement phytoplanctonique sont attendus lors de la période propice à son développement (printemps). Ces effets sont à relativiser à l'échelle de la masse d'eau côtière en raison de l'extension limitée du nuage turbide et ils sont de faible durée.

De plus, le clapage de ces sédiments peut conduire à un relargage de nutriments dans le milieu marin. Ces nutriments ne sont pas toxiques pour le milieu mais un apport excessif est susceptible de favoriser l'eutrophisation (développement excessif de phytoplancton qui provoque une consommation excessive d'oxygène lors de sa consommation ou dégradation). La qualité satisfaisante des sédiments clapés (similaires à ceux expulsés naturellement par la Loire) contribue de manière non quantifiable mais probablement négligeable aux marées vertes ponctuellement observées sur le littoral de Loire-Atlantique et de Vendée ainsi qu'à la qualité microbiologique des coquillages exploités dans l'estuaire externe. L'influence des phénomènes naturels semble primer sur celle des opérations d'immersion.

L'analyse des blooms observés en 2021 sur le littoral met en évidence les concentrations en kystes des sédiments avec les zones d'apparition des blooms : Lorient, l'estuaire de la Vilaine, Pornichet. Ces secteurs sont riches en matières organiques du fait de la présence humaine (Lorient, Pornichet) ou des écoulements des bassins versants agricoles (Vilaine).

2.3.2.2.2 - Gestion par immersion dans l'estuaire

D'une manière générale, les sédiments clapés dans la fosse de Grand Pont, et éventuellement de Port Lavigne, sont de nature sableuse et présentent peu ou pas de fines. Pour ces opérations, l'augmentation de la turbidité sera donc strictement limitée à la phase de chute des sédiments au moment du clapage. Cette phase est de courte durée (quelques minutes) du fait de la méthode et de la densité des sédiments sableux. L'incidence sur la qualité de l'eau sera donc limitée.

Concernant les clapages dans le chenal aval (section 5), le suivi réalisé en mars 2023 lors du clapage de 300 000 m³ de sédiments a montré l'absence d'incidence significative des clapages sur la turbidité de la masse d'eau.

On peut donc considérer la remise en suspension d'une turbidité défavorable au phytoplancton comme limitée également.

En cas d'arrêt d'utilisation de la DAS au profit de la DAM, les volumes de sédiments fins clapés pourraient être amenés à augmenter. Les incidences sur la qualité de l'eau et donc le phytoplancton peuvent cependant être considérées comme équivalentes au regard des bonnes conditions d'agitation, les sédiments qui seront clapés étant ceux qui auraient été dragués par DAS.

L'incidence des opérations d'immersion dans l'estuaire sur le phytoplancton sera donc plus faible à équivalente à celle des opérations de dragage par remise en suspension décrite précédemment.

2.3.2.2.3 - Synthèse des incidences des travaux de gestion des sédiments sur le phytoplancton

Au regard des éléments précédents (bonne qualité des sédiments, remises en suspension limitée, etc.) les incidences des opérations de gestion des sédiments sur le phytoplancton peuvent être considérées comme négligeables.

☞ Incidence négligeable

2.3.3 - Incidences sur les peuplements benthiques

Les organismes benthiques peuvent être atteints de trois façons, par :

- l'action mécanique de l'élinde ou du godet sur le fond ;
- le relargage de composés chimiques toxiques lors de la remise en suspension ;
- l'augmentation de la turbidité dans le milieu environnant (période de dragage et d'immersion/rejet).
- Etouffement par recouvrement lors du clapage

2.3.3.1 - Opérations de dragage

L'estuaire de la Loire présente un gradient de biodiversité depuis l'aval vers l'amont : les stations du chenal externe présentent une bonne biodiversité tandis qu'au sein des stations amont, peu d'espèces sont dénombrées avec des densités faibles.

Les résultats mesurés au cours des trois années de suivi (2013, 2015 et 2017) sont cohérents avec les inventaires précédents et avec ce qui est observé typiquement pour les milieux estuariens :

- la faune benthique évolue selon un gradient de salinité et il existe davantage d'espèces marines que d'espèces estuariennes supportant les variations de salinité quotidienne ;
- la faune benthique est presque exclusivement localisée dans la zone intertidale (vasières) alors que les prélèvements concernant les dragages sont effectués en zone subtidale (plus profonde). Les zones subtidales des estuaires sont souvent azoïques du fait de la turbidité et des forts courants. Les espèces qui colonisent ces zones sont robustes avec un cycle de vie rapide et une forte capacité de colonisation. La comparaison entre les peuplements des vasières intertidales et ceux des zones subtidales (zones draguées) reflète l'importance prépondérante des vasières intertidales dans le fonctionnement de l'écosystème estuarien contrairement aux zones subtidales qui ne produisent pas une ressource trophique suffisante à l'échelle de l'écosystème. Ainsi, la destruction ou l'export des individus benthiques, dans les zones draguées, n'a pas une incidence significative à l'échelle du fonctionnement trophique de l'estuaire de la Loire.

Les espèces des vasières intertidales, primordiales au fonctionnement de l'écosystème estuarien, ne sont pas affectées directement par les dragages puisque les dragages n'ont pas lieu sur ces zones. Ces espèces ne sont pas non plus indirectement affectées par les dragages car ces opérations génèrent des niveaux de turbidité équivalents à la turbidité naturelle.

Par ailleurs, la contamination des sédiments des zones draguées est suffisamment faible pour ne pas induire une redistribution notable de contaminants susceptibles d'affecter les espèces benthiques.

Compte-tenu de ces éléments, **les incidences des dragages sur la faune benthique de l'estuaire ne sont pas significatives.**

☞ Incidence négligeable

2.3.3.2 - Opérations de gestion des sédiments

Les effets potentiels des immersions/rejets sur les peuplements benthiques sont essentiellement liés :

- effets directs : destruction des habitats par recouvrement des matériaux de dragage ;
- effets indirects : remise en suspension des sédiments.

2.3.3.2.1 - Remise en suspension de sédiments

Les perturbations par augmentation des MES concernent essentiellement les opérations de rejet par DAS ou de dragage par DIE.

L'augmentation des MES lors des immersions contribue en effet à créer un effet indirect sur les communautés benthiques.

Néanmoins, les organismes benthiques de l'estuaire peuvent supporter sans dommages des hausses temporaires de turbidités importantes, la présence du bouchon vaseux dans l'estuaire les familiarisant avec des concentrations élevées en matières en suspension. En effet, les organismes benthiques inféodés à l'estuaire sont représentés par des espèces généralement tolérantes à des tels niveaux de turbidité.

2.3.3.2.2 - Gestion par immersion dans l'estuaire

Les résultats des suivis des peuplements benthiques sur la station GP5 situé sur la zone d'immersion de Grand Pont sont décrits dans le tableau ci-après.

Les quelques espèces présentes dans le secteur n'y sont pas inféodées. Compte-tenu de la pauvreté du secteur en termes de richesse spécifique et d'abondance (y compris avant la reprise des immersions – 2017), les quelques individus présents ne constituent pas une ressource trophique notable.

Compte-tenu du caractère dispersif du secteur du Grand Pont, le sédiment est pauvre en peuplements benthiques. Les immersions n'ont pas d'incidences notables sur les espèces qui pourraient être présentes dans le secteur. Ces conclusions peuvent être appliquées à la zone d'immersion de Port Lavigne.

TABLEAU 55 EVOLUTION DES CARACTERISTIQUES DE LA STATION GP5 EN TERMES DE PEUPELEMENTS BENTHIQUES

Paramètres – GP5	2013	2015	2017	2019
Nature du sédiment	Sable grossier	Vase	Vase	Vase sableuse
Teneur en matière organique (%)	1,17	9,76	10,85	10,9
Richesse spécifique	0	1	2	1
Abondance (ind./m ²)	0	2	4	
Biomasse (g/m ²)	0	0,0004	0,23	0
Espèces caractéristiques	Station azoïque	Oligochaeta	<i>Corophium volutator</i> <i>Palaemon longirostris</i>	Oligochaeta

2.3.3.2.3 - Gestion par immersion sur le site de la Lambarde

Point méthodologique (Source : BioLittoral 2022)

Le traitement des données à l'aide d'indices biotiques reste inadapté dans une problématique aussi fine que celle des impacts des immersions de sédiment sur le milieu marin, à petite échelle géographique. D'une part, les indices ne donnent pas les mêmes résultats et d'autre part, une analyse basée sur les résultats des indices conduit à un constat erroné. En effet, il est possible que certaines stations soient indiquées en « mauvais état » alors que leur peuplement faunistique correspond tout à fait au biotope (nature du sédiment, bathymétrie et hydrodynamisme) de la station. Tous ces indices ont été construits pour répondre à une problématique d'enrichissement en matière organique qui ne correspond pas à la problématique d'immersion où l'impact majeur est lié

- à l'enfouissement direct de la faune sous le sédiment immergé ;
- à la modification de la nature du substrat, généralement par envasement;
- à l'augmentation de la turbidité qui va modifier les capacités trophiques des organismes par colmatage des organes de nutrition.

A ces modifications, les organismes vont réagir différemment, soit en s'adaptant, soit en se déplaçant, soit en mourant, laissant ainsi la place à d'autres espèces. C'est pourquoi il est important de bien identifier les espèces en place et de comprendre pourquoi elles sont là.

Afin de suivre l'évolution des peuplements benthiques, il ne faut pas raisonner en regroupement des stations par secteurs géographiques, (interne, externe nord, externe sud... etc.), car les facteurs environnementaux, (bathymétrie, nature du sédiment, hydrodynamisme et position par rapport à la zone de clapage), conditionnent des biotopes particuliers qui ne tiennent pas compte de ces limites arbitraires. Cette erreur conduit à un jugement non pertinent et on peut ainsi voir écrit « aucun regroupement par zone n'est visible, reflétant la grande variabilité spatiale des peuplements » (rapport 2013, p49).

Une bonne compréhension de l'impact du dragage et des immersions en mer, passe par une analyse qui tient compte des différents habitats marins rencontrés et de l'écologie des principales espèces. Il existe beaucoup de similitudes dans les réponses apportées par les peuplements benthiques à la problématique du dépôt sur la Lambarde ou d'extraction de granulats sur les Charpentiers (Bio-Littoral, 2011).

Evolution sédimentaire

Sur une large échelle spatiale, **il n'y a pas de différences majeures** entre la cartographie sédimentaire réalisée en 1965 par Vanney et les derniers relevés réalisés en 2015, 2017, 2019 et 2022. Le secteur d'étude est bordé, au nord, par une frange de sable moyen et, au sud, par une large zone de sable très grossier, comme en 1965. Au centre, est présente une zone d'accumulation de sédiments plus fins (vaso-sableux) qui correspond au paléo-lit de l'estuaire de la Loire.

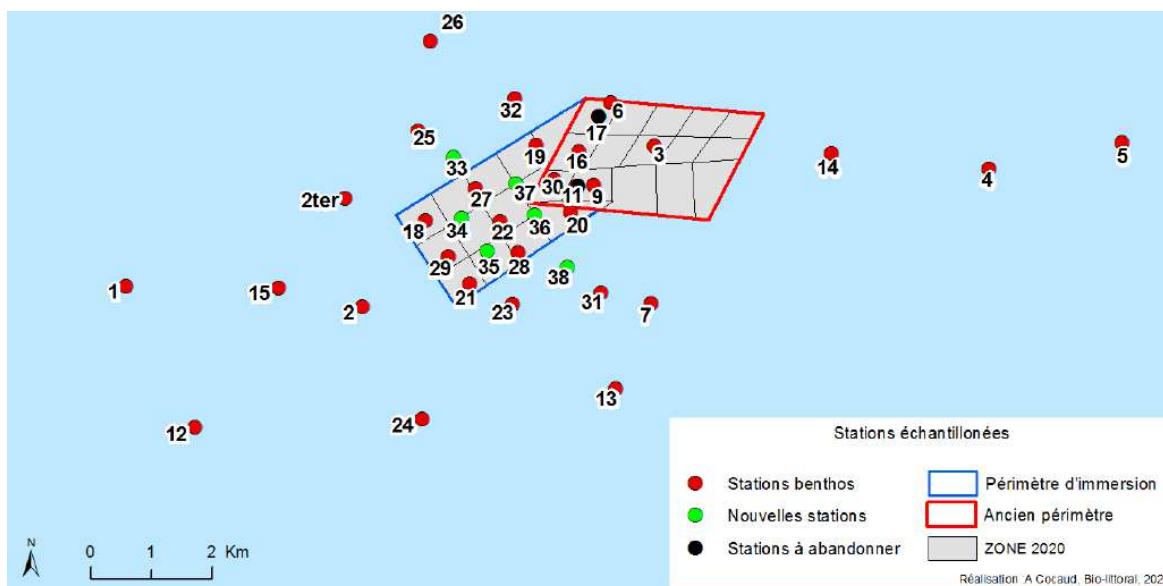


FIGURE 157 VUE GLOBALE DES 35 STATIONS QUI ONT ETE ECHANTILLONNEES EN 2022 SUR LA LAMBARDE

L'ancienne zone d'immersion, exploitée jusqu'en 2014, a connu un envasement important pendant la période d'immersion des dépôts en provenance de l'estuaire (entre 2 et 8 Mm³/an), mais l'arrêt des dépôts depuis fin 2014 sur cette zone, conduit à une évolution rapide vers un sédiment plus grossier qui correspond à celui observé en 1965. En effet l'exhaussement de ce secteur le rend sensible aux houles générées par les vents d'ouest et les particules les plus fines sont entraînées vers l'est. Ces dernières se retrouvent bloquées par les roches de la Lambarde, et s'accumulent au pied de ces roches. Ce mécanisme explique le fort envasement observé sur les stations LB6 et LB17 en 2015, et le fait que les stations situées non loin des roches de la Lambarde LB17 et LB3 aient un sédiment plus grossier en 2017, toujours en place en 2019. Ce secteur a subi un impact important dans la modification de son substrat et la station LB6 a vu se développer un important peuplement de *Barnea candida* qui sont des bivalves aux coquilles fragiles, qui se protègent en creusant des terriers dans de la vase compacte.

Au cours des suivi les résultats sont semblables et évoluent spatialement avec le changement des caissons en exploitation. **Les immersions ont un fort impact localisé**, avec une diminution de la granulométrie et le développement d'espèces opportunistes sur les stations situées tout autour dans un rayon de 1km. En 2022, cet impact se fait ressentir sur les stations LB22, LB27, LB28, LB34, LB35 et LB37, la station LB22 étant située dans le caisson en exploitation. En 2019, la zone de dépôt est déplacée vers la station LB18, toutes les stations situées autour connaissent une légère augmentation de leur fraction fine.

Evolution de la faune benthique

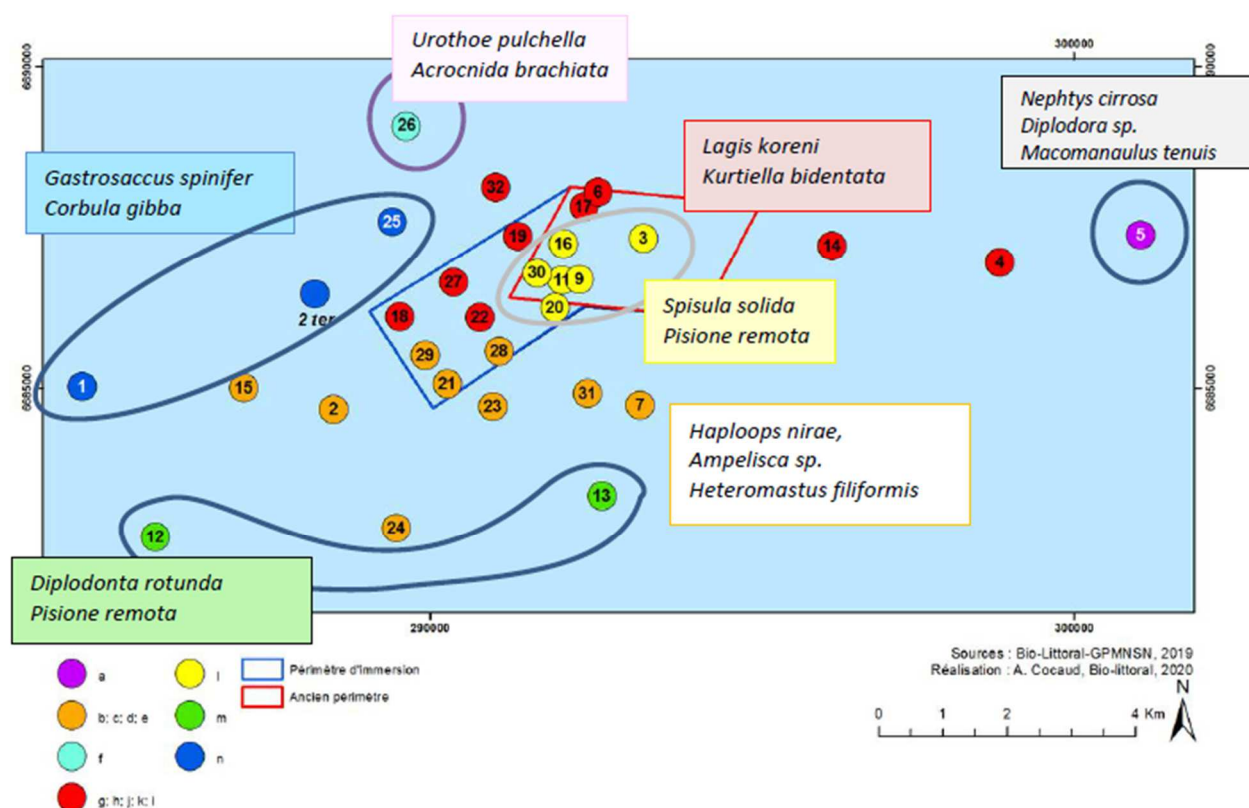
En 2022, 46 545 organismes ont été récoltés sur les 35 stations (29 anciennes + 6 nouvelles) de la Lambarde. En 2019, 41 841 organismes avaient été récoltés sur les 31 stations (dans 5 bennes de 0.1m²) du secteur de la Lambarde. En 2017, c'étaient 42 462 organismes récoltés sur les 31 stations soit 2 fois plus qu'en 2015 (22 631 organismes). Cependant, la richesse spécifique est sensiblement la même sur les suivis avec 377 espèces en 2015, 367 espèces en 2017, 362 espèces en 2019 et 351 espèces en 2022. La répartition entre les groupes faunistique est également semblable sur les quatre années : les annélides présentent la plus grande biodiversité tandis que les crustacés, et particulièrement les Ampelisca et les Haploops forment le groupe le plus abondant.

Sur une large échelle spatiale, **les peuplements benthiques décrits en 1969 par Glémarec qui étaient encore présents en 2015 subissent une évolution rapide en 2017 qui se poursuit en 2019 et 2022** avec :

- un ancien peuplement à *Abra alba* et *Phaxas pellucidus* dans la bande de sable moyen qui borde le nord de la zone d'immersion qui se fait coloniser petit à petit par des peuplements de crustacés tubicoles *Ampelisca* associé à des petits bivalves tels que *Varicorbula gibba*.
- au centre, une partie de sable très envasé qui accueille de très fortes densités de crustacés tubicoles *Ampelisca spinipes* ou Haploops, dont les proportions varient en fonction des années. Déjà présente en 1965, elle a tendance à se développer vers la cote en favorisant plutôt les *Ampelisca* comme espèce précurseur.
- L'ancienne zone d'immersion (initialement des sables grossiers à *Spisules* en 1965) qui a été exploitée jusqu'en 2014, est passé d'un sédiment envasé pendant son activité à un sable grossier qui a accueilli un peuplement bien développé à *Spisula solida* en 2015. Ce peuplement fortement régressé en 2017 en raison de l'envasement léger car ce bivalve a des branchies qui colmatent très rapidement et il lui faut un sable propre. En 2019, le peuplement à *Spisules* est revenu aux densités de 2015, certainement en raison du faible tonnage de sédiment immergé à la Lambarde. Les *Spisula solida* ont des densité similaires en 2022.
- Dans la partie sud qui subit un hydrodynamisme important, les sables grossiers accueillent un peuplement riche en biodiversité. Les vers bio-constructeurs *Sabellaria spinulosa* apparus en 2017 ont été peu récoltés en 2019, mais cette espèce se développant en patch cela ne signifie pas la disparition de cette espèce. Ce peuplement est à suivre en particulier car si actuellement les colonies sont sous forme de placages sur des galets ou de grosses coquilles, il est possible qu'avec le temps, ces annélides arrivent à construire des récifs. Les récifs de *Sabellaria* sont des habitats protégés par la directive OSPAR et répertoriés comme habitat prioritaire dans la réglementation française. 2019 voit une colonisation de ce secteur sud par les *Ampelisca*, des petits crustacés qui construisent des tubes de vase et modifient considérablement leur environnement.

Cette expansion est à surveiller. En 2022 seuls 34 individus de *Sabellaria spinulosa* ont été récoltés sur l'ensemble des stations de la Lambarde.

Bien que les protocoles diffèrent quelque peu, de grandes tendances se dégagent de l'analyse des suivis de la faune benthique réalisés sur le secteur de la Lambarde entre 2004 et 2019. Les zones sur lesquelles des dépôts de sédiment sont réalisés présentent toujours une biodiversité et une densité plus faibles que les autres stations présentant le même type de substrat, témoignant ainsi d'un impact direct des immersions sur le site. On note ainsi **un impact localisé de l'immersion des sédiments sur les peuplements benthiques**.



REPRESENTATION GEOGRAPHIQUE DES DIFFERENTS ASSEMBLAGES FAUNISTIQUES IDENTIFIES PAR ANALYSE STATISTIQUE (CAH SUR PRIMER). CHAQUE ASSEMBLAGE EST CARACTERISE PAR UNE COULEUR ET LES PRINCIPALES ESPECES DISCRIMINANTES SONT DONNEES PAR LA PROCEDURE SIMPER

Focus concernant les peuplements d'Ampelisca et de Haploop

L'expansion de Ampelisca et de Haploop est un phénomène qui est indépendant des opérations de dragage.

En effet, cette expansion débute par la colonisation d'un milieu plutôt meuble (donc principalement vaseux) par Ampelisca qui va créer localement des conditions favorables aux Haploop qui vont venir les remplacer. Cette modification de la nature des fonds par Ampelisca puis Haploop va ensuite permettre le développement de nombreuses autres espèces de faune et flore benthiques et démersales.

L'expansion de l'habitat Ampelisca et Haploop est probablement liée à de nombreux paramètres environnementaux, climatiques, anthropiques et biologiques. L'augmentation de la température moyenne de l'eau (1°C en 30 ans en atlantique) est probablement un des paramètres favorisant cette expansion. De plus, l'augmentation régulière de la teneur en nutriments dans l'eau depuis plusieurs décennies (associée aux apports des bassins versants agricoles, à l'augmentation de la population des côtes, à la fréquentation touristique, au développement de la conchyliculture, etc.) peut favoriser le développement de ces espèces.

La mise à jour de la carte des habitats benthiques de Glémarec de 1969 est un processus scientifique qui nécessite de disposer de suffisamment de données collectées à plus large échelle que la zone d'immersion de

la Lambarde et ses abords. Le GPMNSN ne possède pas ces données et ne peut donc mettre à jour la carte des habitats marins de Glémarec (1969). Toutefois, le GPMNSN transmettra ses données de suivi de la faune benthique et des habitats à tout laboratoire de recherche travaillant à la mise à jour de cette carte.

Focus concernant *Lagis koreni* et les spisules

Le peuplement d'espèces opportunistes dominé par les annélides *Lagis koreni* qui avait déjà commencé à se développer en 2017 sur la zone d'immersion et sur un secteur nord-ouest à partir de la zone de dépôt, s'est accru en 2019, confortant l'attrait de cette espèce pour les panaches réguliers de particules fines. L'axe nord-ouest des houles dominantes, indique l'impact du transport des particules fines sur la faune benthique.

La recolonisation par les spisules (peuplement initial de 1965) noté en 2015 sur les sables grossiers de l'ancienne zone d'immersion est à nouveau observé en 2019, alors qu'en 2017, ces peuplements avaient fortement régressé. Le processus de résilience est donc engagé mais il a du mal à se stabiliser. Il est possible que lorsque le volume de dépôt est très important, une partie de la fraction fine qui est transportée par le courant, viennent perturber les spisules qui sont très sensibles à ce facteur, car leur système de filtration colmate rapidement.

Focus concernant les peuplements benthiques d'intérêt

Les peuplements benthiques d'intérêt (ceux des vasières intertidales ou les herbiers et bancs de maërl en baie de Bourgneuf) éloignés de plusieurs kilomètres du site d'immersion ne sont pas impactés par les opérations de clapage qui ont une incidence potentielle dans une zone de rayon 1 km maximum. Ils sont davantage soumis aux effets du panache naturel de la Loire.

Focus concernant l'évolution des peuplements sur l'ancienne zone d'immersion

L'analyse des suivis réalisés entre 2004 et 2015 permettent de préciser l'incidence des opérations d'immersion sur les peuplements benthiques. En effet, bien que les protocoles diffèrent quelque peu, de grandes tendances se dégagent de l'analyse de la faune benthique sur le secteur de la Lambarde entre 2004 et 2015.

Les zones sur lesquelles des clapages sont réalisés présentent toujours une biodiversité et une densité plus faibles que les autres stations, témoignant ainsi d'un impact direct des immersions sur le site.

Une analyse plus fine sur les deux derniers suivis réalisés en 2013 et 2015, selon un protocole identique, permet de mieux comprendre la dynamique de la faune benthique face à une pression de clapage :

- 2013 : en 2013, le clapage dans l'ancienne zone d'immersion est récurrent depuis de nombreuses années et les peuplements se sont installés en fonction de ce facteur. Un important peuplement de *Lagis koreni*, annélide opportuniste, occupe le secteur de clapage avec des populations pouvant atteindre plus de 4000 ind/m². Ce détritivore de subsurface bénéficie des apports nutritifs générés par le panache turbide et recolonise très rapidement des zones ensevelies. Ce phénomène a également été observé dans la zone d'extraction de granulats des Charpentiers (Bio-Littoral, 2011).
- 2015 : en 2015, le clapage sur l'ancienne zone s'est arrêté depuis 9 mois, entraînant le déclin des populations de *Lagis koreni*. De plus, un fort hydrodynamisme sur ce secteur exhaussé, a chassé les particules fines, ne laissant sur place qu'un sédiment grossier qui va être rapidement colonisé par des *Spisules*, peuplement initial (1969) des sables du secteur de La Lambarde. Ce bivalve est associé avec les annélides *Pisione remota* et *Glycera lapidum*. Il est possible de considérer cette recolonisation comme un début de résilience de la faune benthique de ce secteur après l'arrêt du clapage sur ce site. Cependant, la biodiversité et les densités restent toujours plus faibles dans l'ancienne zone d'immersion que dans les autres stations étudiées, hormis la nouvelle zone de clapage qui est devenue presque azoïque en 2015.

Focus concernant Sabellaria spinulosa et Sabellaria alveolata

Il convient également de noter la présence de Sabellaria spinulosa et de Sabellaria alveolata, qui peuvent être à l'origine de massifs d'Hermelles, sur les points 12 et 24 du suivi benthique. Les densités de ces populations (déjà présentes en 2013) sont variables d'une année à l'autre (entre 45 ind/m² à 845 ind/m²). Cependant, les populations identifiées ne forment pas de structure suffisamment importante pour être qualifiés de récif et faire l'objet de protection particulière (BioLittoral 2022). Ces populations n'ont pas été détectées sur d'autres points depuis 2013. Il peut donc être estimé que les opérations de dragage n'engendrent pas d'incidence particulière sur ces populations.

Conclusion concernant l'incidence des opérations d'immersion sur le site de la Lambarde sur les peuplements benthiques

Les éléments précédents mettent en évidence que l'incidence des immersions sur les peuplements benthiques, très localisée, peut être considérée comme globalement moyenne, directe et temporaire.

☞ Incidence moyenne, directe et temporaire

2.3.4 - Incidences sur les macroalgues

2.3.4.1 - Opérations de dragage

Les opérations de dragage n'engendrent pas d'incidence significative sur les macroalgues du fait de la distance entre les zones de présence des macroalgues et les zones de dragage.

2.3.4.2 - Opérations de gestion des sédiments

2.3.4.2.1 - Incidence générale

La végétation subtidale (macroalgues) est rencontrée sur les plateaux rocheux (Banche, Baguenaud, etc.). Bien que profitant d'un apport de sels nutritifs plus important par les fleuves, les zones rocheuses proches des estuaires subissent généralement un impact négatif du panache turbide du bouchon vaseux qui limite la pénétration de la lumière nécessaire à la photosynthèse, ce qui explique les faibles profondeurs atteintes par la ceinture à laminaires denses de Baguenaud, Penchateau et Saint-Gildas.

Les opérations de remise en suspension par DAS ou DIE et les opérations de clapages dans l'estuaire ne sont pas de nature à engendrer des incidences sur les macroalgues de l'estuaire externe au regard de la distance entre les sites.

2.3.4.2.2 - Résultats de la modélisation des incidences

Différents points de suivi ont été mis en place dans le modèle hydrosédimentaire de dispersion qui permettent d'évaluer l'impact des immersions sur les macroalgues (voir Annexe 15). Les résultats de la modélisation indiquent que les teneurs maximales en MES sur les sites abritant des macroalgues sont obtenues lors des crues ou lors des périodes de fortes agitation plutôt que lors des clapages.

La figure suivante présente la turbidité dans la hauteur de la masse d'eau entre le 21 juin et le 01 juillet, les clapages sont les points rouges. On note bien que les immersions n'engendrent pas de pics de turbidité. Au contraire les pics observés ont lieu en dehors des périodes de clapage.

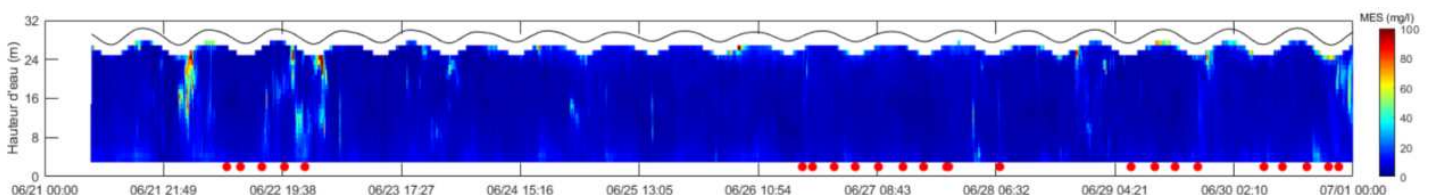


FIGURE 158 PERIODE DU 21 JUIN AU 01 JUILLET 2019 POUR LA LAMBARDE (POINTS ROUGE : DATE DES CLAPAGES)

Ainsi, quelle que soit la station considérée, les teneurs maximales modélisées lors d'une crue représentent le double voire le triple de celles observées lors des clapages. D'après ce modèle, les dépôts cumulés de vases lors des clapages sont inférieurs à 1 mm quelle que soit la station de macroalgues considérée. Ils peuvent atteindre 2 à 10 mm (cas de la Banche) lors de l'expulsion du bouchon vaseux.

2.3.4.2.3 - Prise en compte du suivi des macroalgues

Les indices écologiques (EQR) définis par le MNHN, basés sur des paramètres biologiques mesurés *in situ*, mettent en évidence **l'influence des panaches estuariens (Loire et Vilaine) sur l'état écologique des zones rocheuses littorales**.

Les laminaires se reproduisent par fécondation externe. Les zygotes ont une phase pélagique avant de se fixer sur la roche sur laquelle les laminaires se développeront. Sous nos latitudes, cette phase de fixation se déroulerait vers le mois de mars. Si la roche est recouverte de vase ou de sable au moment de la fixation, les jeunes laminaires ne pourront pas s'accrocher sur la roche. Une forte turbidité au cours de cette période cruciale pour les laminaires peut donc être responsable de la diminution du recrutement de juvéniles de laminaires.

En 2018, compte tenu du très faible recrutement de jeunes laminaires observé sur l'ensemble des stations de la région, il semblait que **la cause soit de grande ampleur (crues) et le clapage sur la Lambarde ne peut être mis en cause**. En 2019, le très faible recrutement constaté sur les deux sites de la Lambarde ne peut être l'effet des immersions sur la Lambarde car le volume immergé est nul de mars à mai, période à laquelle se fixeraient les propagules de laminaires sur la roche. En 2020, les immersions autour du mois de mars sont relativement faibles mais les importantes crues de la Loire en mars 2020 génèrent une très forte turbidité qui pourrait expliquer les faibles recrutements observés en 2020 sur les deux sites de la Banche.

En 2021, les 2 stations de la Banche voient leur ceinture algale fortement réduite. La forte crue de la Loire survenue en février 2021 n'est pas en cause car le recrutement de jeunes laminaires est meilleur que celui des années précédentes sur les sites de la Banche. Il semble donc que la turbidité de l'eau ait affecté ces deux stations sans que celle du Pilier soit perturbée. Les volumes immergés en période printanière sur les sites de la Lambarde sont faibles et n'expliquent pas cet accroissement de turbidité.

2.3.4.2.4 - Etat de conservation de l'habitat rocheux des macroalgues

Les forêts de laminaires sont des zones de pontes et de nourricerie pour les juvéniles d'invertébrés benthiques et les poissons. C'est également un des écosystèmes les plus productifs au monde (dix fois plus qu'un herbier de zostères). Il est donc pertinent d'étudier l'évolution de cet habitat sur le long terme et d'évaluer les potentiels impacts anthropiques sur son fonctionnement.

Les zones rocheuses proches des estuaires subissent généralement **un impact négatif du panache turbide naturel de l'estuaire** qui limite la pénétration de la lumière nécessaire à la photosynthèse, ce qui explique les faibles profondeurs atteintes par la ceinture à laminaires denses de Baguenaud.

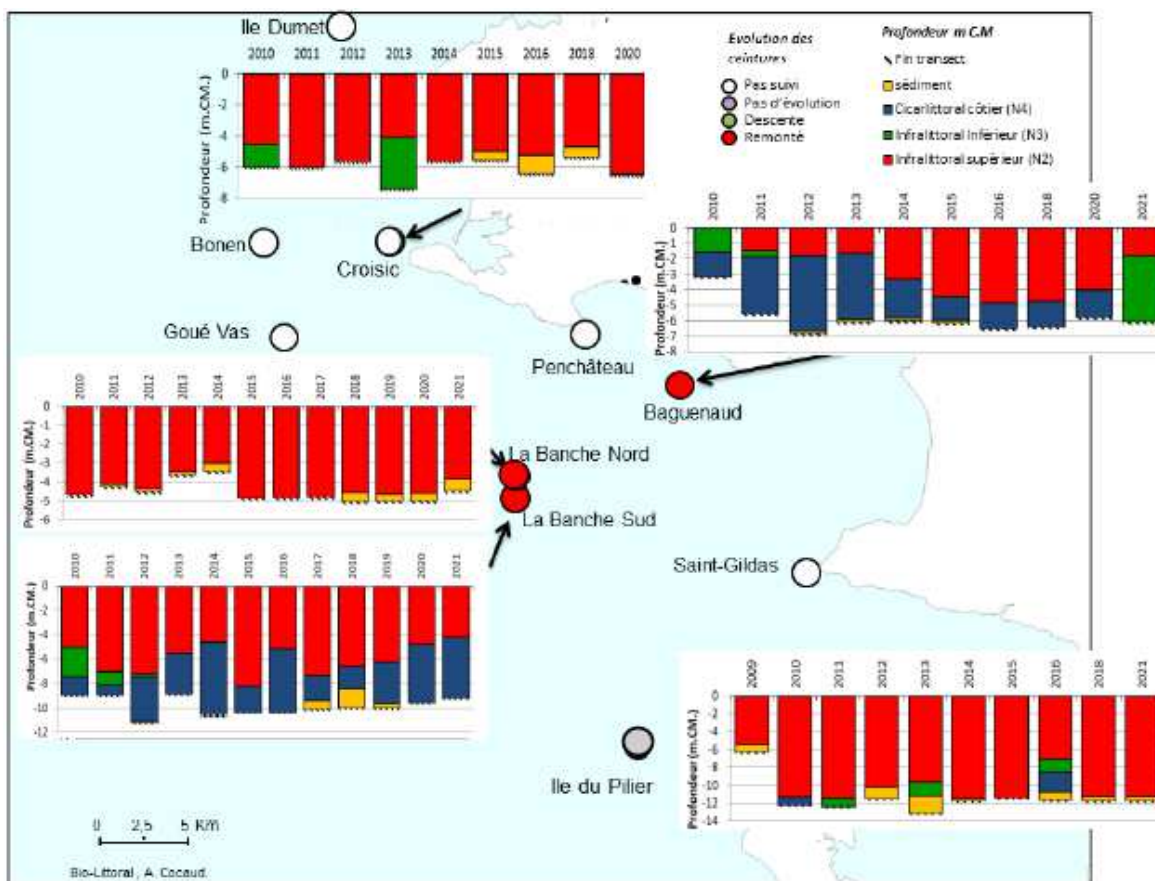


FIGURE 159 EVOLUTION DES PROFONDEURS ATTEINTES PAR LES DIFFERENTES CEINTURES ALGALES SUR LES 5 STATIONS ECHANTILLONNEES EN 2021

2.3.4.2.5 - Synthèse de l’analyse des incidences sur les macroalgues des opérations d’immersion

Les éléments précédents mettent en évidence que les macroalgues sont principalement soumises aux évolutions naturelles du milieu maritime (notamment de la turbidité en lien avec les crues). Les opérations d’immersion peuvent avoir une incidence sur les peuplements du fait du recouvrement par les sédiments (limité) mais aussi de l’augmentation de la turbidité dans le milieu en lien avec une diminution de la pénétration de la lumière. Ces incidences sont cependant limitées au regard de l’influence des conditions naturelles et les suivis menés depuis de nombreuses années n’ont pas mis en évidence l’impact des immersions.

☞ Incidence faible, indirecte et temporaire

2.3.5 - Incidences sur l’ichtyofaune

2.3.5.1 - Opérations de dragage

2.3.5.1.1 - Généralités

De manière générale, l’effet des dragages sur l’ichtyofaune (les poissons) est de plusieurs types :

- aspiration des poissons se déplaçant près du fond ;
- nuisances sonores lors du passage de la drague ;
- risque d’asphyxie lors des remises en suspension par réduction de la teneur en oxygène dissous ;
- risque de bioaccumulation de contaminants au sein du réseau trophique ;
- réduction de la ressource trophique.

2.3.5.1.2 - Incidence potentielle par aspiration des poissons

Les poissons pélagiques ne sont *a priori* pas concernés par les effets mécaniques du dragage lors de l'aspiration, compte tenu de leur capacité d'évitement.

Les poissons de fond peuvent toutefois être aspirés par l'élinde (dont la largeur est inférieure à 3 m), mais la plupart ne resteront pas sur zone lors de son passage. Quelques individus sont susceptibles d'être blessés ou tués par les opérations de dragage.

Une expérimentation a été menée sur la drague Daniel Laval du GPM de Rouen sur les prises accessoires de poissons et de macrocrustacés par aspiration. Les résultats ne sont pas généralisables puisqu'une seule journée d'expérimentation a été conduite. Néanmoins, ils mettent en évidence la présence effective et chronique de prises accessoires dont les espèces les plus fréquentes sont les gobiidés, les éperlans ou encore la motelle à cinq barbillons dans les eaux de surverse de la drague.

La destruction ou la blessure d'individus par action mécanique des dragues est donc bien réelle. Il est toutefois difficile de quantifier ce phénomène et son ampleur à l'échelle de l'estuaire. Le dragage par injection d'eau ne créant pas d'aspiration, les effets mécaniques des dragages par cette technique semble moins nocifs pour les poissons que le dragage au moyen de la DAM ou de la DAS.

Les effets mécaniques des dragages peuvent être considérés comme faibles à modérés, temporaires et très localisés autour de la drague.

2.3.5.1.3 - Incidence des nuisances sonores sur l'ichtyofaune

Les nuisances sonores sont également susceptibles d'affecter les organismes halieutiques, notamment en période de reproduction. Toutefois, les zones de dragage se situent dans le chenal de navigation, à l'écart des habitats privilégiés de l'ichtyofaune (vasières intertidales en particulier).

Le CEDA (Central Dredging Association) a publié en 2011 une synthèse des données disponibles sur le bruit aquatique généré par les dragages. Il apparaît qu'il « est très peu probable que les sons sous-marins générés par les opérations de dragage causent des dommages auditifs. Une perte temporaire des capacités d'audition normales peut se produire si les individus se trouvent dans le voisinage immédiat de la drague et qu'ils sont exposés pendant un long moment, ce qui est improbable. »

En tout état de cause, le bruit des engins de dragage induit une réaction de fuite. Il convient aussi de noter que le bruit d'une drague en navigation est plus important qu'en phase dragage mais reste équivalent à un navire commercial classique en transit.

De plus, il convient de souligner que plus la concentration en matières en suspension est élevée, plus la distance à laquelle le bruit est perçu diminue. Par exemple, une concentration de l'ordre de 20 mg/l se traduit par une atténuation de 3 dB re 1 μ Pa-m pour les sons d'une fréquence de 100 kHz et sur une distance de 100 m (CEREMA 2014). Dans l'estuaire interne, les opérations de dragage peuvent avoir lieu dans des milieux présentant de fortes teneurs en matières en suspension (de 100 à plus de 1000 mg/l) ce qui a pour incidence une atténuation non négligeable des nuisances sonores.

Ainsi, les effets liés aux nuisances sonores des opérations de dragage/immersion sur la ressource halieutique peuvent être considérés comme directs négligeables à faibles, temporaires et localisés.

2.3.5.1.4 - Incidence de la baisse des teneurs en O₂ dissous par les opérations de dragage par DAM et DAS et de remise en suspension par DAS ou DIE

La figure ci-dessous présente les périodes de présence annuelle des espèces migratrices en lien avec les concentrations minimales en oxygène. La période la plus sensible ($A < 1$ mg/l) est donc celle de juin à septembre et concerne plus particulièrement le mulot, le flet, les aloses et l'anguille. La période sensible ($A < 2$ mg/l) s'étend de mai à octobre et concerne, en plus des espèces précédentes, le saumon et les lamproies.

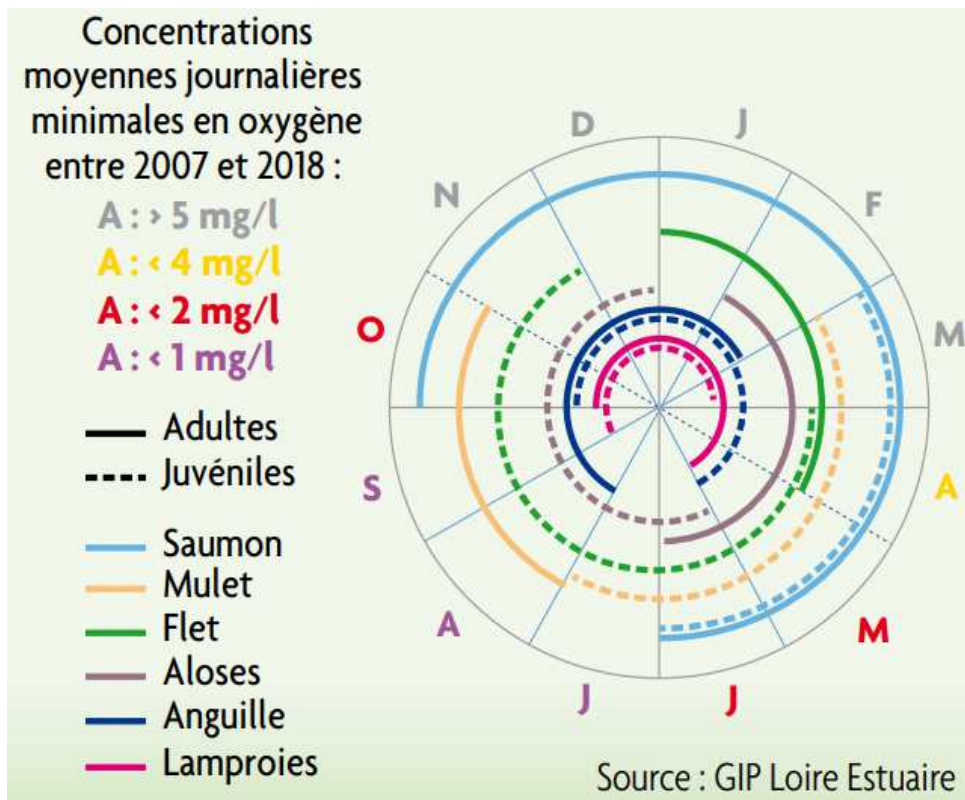


FIGURE 160 PERIODES DE PRESENCE DANS L'ESTUAIRE DES ESPECES MIGRATRICES EN REGARD DES CONCENTRATIONS MINIMALES EN OXYGENE

Les dragage et remises en suspension peuvent entraîner des dommages directs liés à la diminution de l'oxygène disponible, pouvant entraîner l'asphyxie de certains organismes dans la zone d'influence des opérations. Cependant, les poissons fréquentant l'estuaire sont habitués à des niveaux élevés de MES.

Ce point a été abordé de manière exhaustive dans l'analyse des incidences sur la qualité de l'eau. Les conclusions de cette analyse sont que les opérations de dragage ont une incidence faible, localisée et temporaire sur la qualité de l'eau et les concentrations en O₂ dissous, celles-ci étant principalement liées aux conditions naturelles de l'estuaire (marées, débits, température, etc.). Pour rappel, les opérations de dragage engendraient des délais d'hypoxie de quelques minutes à comparer aux délais d'hypoxie voire d'anoxie qui se produisent sur plusieurs jours de manière naturelle dans l'estuaire.

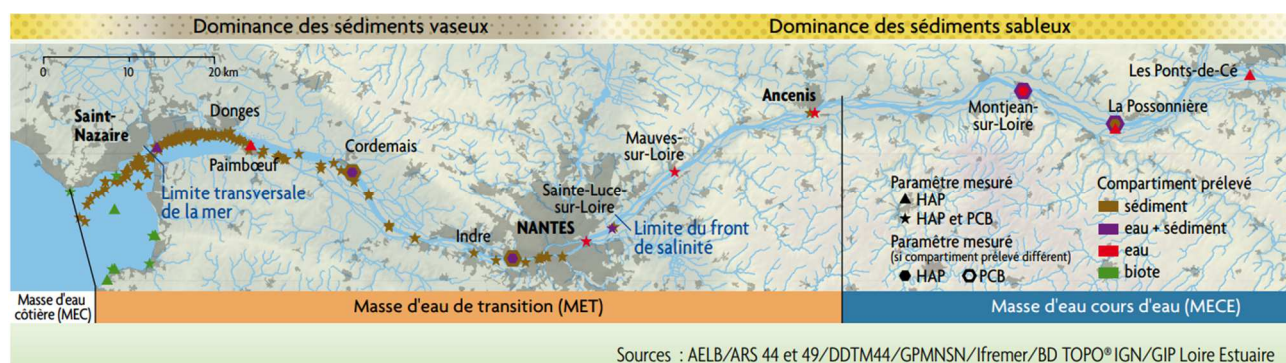
Les nuages turbides engendrés par la DIE sur le fond pourraient perturber la montaison/dévalaison des poissons migrateurs tels que les esturgeons, l'anguille et les lamproies qui nagent généralement près du fond (et plus généralement l'ensemble des espèces de poissons présentes). Les espèces pélagiques telles que le saumon et l'aloise sont moins concernées puisqu'elles se déplacent au sein de la partie supérieure de la colonne d'eau. Cependant, les MES issues du DIE restent essentiellement localisées au niveau du chenal qui représentent une très faible surface de l'estuaire.

Au regard des éléments précédents, les effets peuvent être considérés comme moyens, indirects, localisés et temporaires.

2.3.5.1.5 - Risque de bioaccumulation de polluants par l'ichtyofaune

Les phénomènes de bioaccumulation sont d'une très grande complexité et sont difficilement quantifiables car ils varient considérablement en fonction des conditions physico-chimiques, des substances chimiques et de leur spéciation ainsi que des espèces concernées. Il est difficile de discerner les phénomènes de transfert dus aux remises en suspension, de l'ensemble des effets ressentis par l'ichtyofaune dus à la qualité du milieu estuarien.

De 1996 à 2017, les HAP et PCB ont été recherchés dans l'eau, le sédiment déposé et le biote (bivalves) dans l'estuaire de la Loire (GIP Loire Estuaire). Les données, fournies par les différents réseaux de mesure et études ponctuelles, étaient cependant hétérogènes (protocole, fréquence, période de suivi, liste de molécules). Les autres polluants organiques - les retardateurs de flammes, les plastifiants, les résidus pharmaceutiques, les dioxines - ont également été recherchés, mais avec une densité de données spatio-temporelle bien moindre, ne permettant pas d'établir leur suivi sur le long terme.



Localisation des stations de mesures des HAP et PCB par compartiment et par type de masse d'eau de la DCE

Seuls les PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153 et 180 ont fait l'objet de mesures aussi bien dans les sédiments que dans les moules. Néanmoins, les mesures dans les bivalves sont peu fréquentes sur la zone d'étude, avec seulement 3 années sur 22 ans de suivi. Seuls les congénères 138 et 153 ont été quantifiés à chaque échantillonnage.

Les PCB 28 et 52 occasionnent 3 dépassements, sur plus de 2400 mesures de 1996 à 2017, supérieurs au niveau N1 et au niveau N2 (10 µg/kg MS pour ces 2 substances) dans les sédiments.

Dans les moules, les teneurs sont plus basses en 2007 qu'en 1996 et 1997. Etant donné la faible densité des données, il n'est pas possible de déceler une évolution de ces concentrations en lien avec l'interdiction des PCB. La somme des teneurs de 6 PCB, évaluée pour la consommation humaine, est restée en-deçà de la limite fixée (75 µg/kg de poids frais - environ 375 µg/kg MS).

Trente poissons issus de 4 espèces ont aussi été échantillonnés en 2009 pour le Plan national d'actions PCB entre La Possonnière et Cordemais. Leurs teneurs en PCB varient selon leur capacité de bioaccumulation et peuvent être supérieures à celles des moules. Ces concentrations sont inférieures à la limite fixée pour la consommation humaine, sauf pour une des brèmes, la plus riche en tissus lipidiques (>125 µg/kg de poids frais).

Dans la thèse de M. Lortholarie (2021) sur l'exposition aux terres rares et la bioaccumulation de 2 espèces clés de l'écosystème estuarien ligérien, une étude a été menée pour mettre en évidence un lien entre les teneurs en terres rares, riches en éléments traces métalliques, dans l'eau et les sédiments, et les teneurs dans l'Anguille et le flet dans l'estuaire de la Loire. Il a ainsi été mis en évidence que les facteurs de bioaccumulation varient considérablement selon les terres rares ou l'organe considéré (muscle, reins, foie, ...), mais également entre le stade de la vie et le genre des individus d'anguille considérés. Il existe également une bioaccumulation préférentielle de ces contaminants dans certains organes. Par ailleurs, les facteurs de bioaccumulation évalués sur l'anguille dans cette étude sont inférieurs à ceux déterminés dans deux autres études menées sur d'autres espèces de poissons (Barber et al., 2006; Mayfield & Fairbrother, 2015) vivants dans un milieu où les terres rares étaient en moindre concentrations.

Les études sur la bioaccumulation sont rares et se révèlent très complexes en raison du nombre de paramètres qui entrent en jeu (teneurs des contaminants dans le milieu, espèces considérées, stade de développement et genre des individus, affinité préférentielle des contaminants pour certains organes, ...). Il est donc délicat de statuer sur les effets des dragages sur la bioaccumulation des contaminants dans les poissons.

Compte tenu de la qualité satisfaisante des sédiments dragués (globalement teneurs inférieures à N1) et du fait que les sédiments mobilisés sont de qualité équivalente à ceux charriés naturellement dans l'estuaire, la bioaccumulation due aux dragages avec remise en suspension est similaire à celle induite par les processus naturels dans l'estuaire. Sur la base des données du GIPLÉ sur les PCB, on peut en déduire que la bioaccumulation reste faible puisque les teneurs dans les moules et les poissons restent en deçà des seuils réglementaires pour l'alimentation.

Ainsi, étant donnée la prédominance des conditions naturelles dans la dynamique hydrosédimentaire de l'estuaire (et donc des polluants pouvant être bio-accumulés), l'incidence des opérations de dragage sur la bioaccumulation peut être considérée comme équivalente à l'incidence des opérations de dragage sur la qualité de l'eau.

Sur la base des éléments précédents, on peut considérer que l'incidence des opérations de dragage sur le risque de bioaccumulation est faible, indirecte et permanente.

2.3.5.1.6 - Incidence sur la ressource trophique

Comme décrit précédemment, le dragage (chenal, ouvrages portuaires...) engendre une destruction notable des peuplements benthiques qui constituent l'essentiel de la ressource trophique, notamment des juvéniles.

Du fait de la fréquence des interventions, les zones de dragage ne présentent effectivement pas de faune benthique pouvant représenter une ressource trophique pour les poissons.

De ce fait, les individus s'alimentent déjà en dehors des zones de dragage (et ce depuis plus de 50 ans), dans les secteurs présentant des ressources trophiques plus abondantes. Dans ce domaine, les vasières jouent un rôle considérable en raison de leur richesse benthique. Elles constituent des zones d'alimentation privilégiée pour les poissons, mais également pour l'avifaune, notamment limicole. Or, les vasières de l'estuaire de la Loire sont en régression depuis de nombreuses années. Ainsi, un tiers des vasières a disparu depuis les années 1960 (en moyenne, 28 ha/an). Or, les dragages d'entretien du GPMNSN pré-existaient bien avant que cette dégradation survienne. Par ailleurs, l'impact des dragages d'entretien sur les vasières n'a pu être mis en évidence. Si l'impact des dragages d'entretien sur la ressource trophique des poissons et les phénomènes de compétition inter- et intra-spécifique ne peuvent être considérés comme négligeables, il est probable que la disparition progressive des vasières due aux aménagements successifs de la Loire (endiguements, suppression de seuils, approfondissement, suppression des bras et vasières, ...) ait davantage généré de compétition que les dragages d'entretien. Plusieurs programmes de restauration de l'estuaire de la Loire ont d'ailleurs été mis en œuvre en ce sens (Plans Loire Grandeur Nature, études du GIP LE pour la restauration de 500 ha de vasières, création de vasières entre Donges et Lavau-sur-Loire, etc.).

Les zones draguées ne comportant pas ou très peu de ressources alimentaires pour les poissons, elles sont probablement évitées par les individus. Le chenal de navigation étant dragué de longue date, les dragages d'entretien ne créent donc pas une situation nouvelle qui pourrait augmenter la compétition entre individu. De plus, les zones de dragage représentent des surfaces réduites par rapport à l'estuaire. En revanche, les surfaces des vasières et leur richesse écologique sont fondamentales pour le bon fonctionnement de l'écosystème estuarien et notamment pour les poissons et les oiseaux.

Par conséquent, les incidences peuvent être considérées comme faibles, indirectes et temporaires.

2.3.5.1.7 - Résultats de l'étude sur l'ichtyofaune de 2018/2019

Le suivi réalisé en 2018/2019 par le GPMNSN (voir Annexe 16) montre une augmentation de la richesse spécifique par rapport à la période 1981-1982. La remontée historique du front de salinité a cependant engendré une modification de la répartition de l'ichtyofaune dans l'estuaire. Une future remontée du front de salinité sera une des conséquences du changement climatique avec la montée du niveau de la mer et la diminution des débits des fleuves.

Le suivi met en évidence que l'évolution de la répartition de l'ichtyofaune dans l'estuaire est principalement liée aux conditions naturelles, sans lien avec les dragages d'entretien du GPMNSN.

2.3.5.1.8 - Précisions concernant les risques d'incidences à long terme

Parmi les espèces piscicoles présentes en estuaire de Loire, les amphihalines sont celles qui présentent le plus de sensibilité aux activités humaines, en particulier au cours des phases d'avalaison et dévalaison. Si les adultes ont des capacités natatoires suffisantes pour fuir la zone en cours de dragage sous l'effet du bruit et des vibrations générés par l'activité, il n'en va pas de même pour les civelles qui ne possèdent pas encore de capacité de fuite.

En milieu tidal, les civelles colonisent les bassins versants en utilisant les courants de marée de flot (lors des marées descendantes celles-ci se plaquent au fonds pour lutter contre le courant) (Hirschinger, 2015). La remontée des civelles est conditionnée par divers facteurs (salinité, la luminosité et l'hydrologie, ...). Notamment, la migration active semble se produire pendant le crépuscule (Bardonnnet et al., 2003, 2005), avec des températures de l'eau supérieures à 10-12°C (Adam et al., 2008; Gascuel, 1986) et pendant les phases de marée montante (Bardonnnet et al., 2003). Elles arrivent en estuaire entre février et mars. Selon Guerault et al., (1991), le stade civelle s'étend sur 3 mois, pour laisser place ensuite aux anguillettes. La période critique pour les civelles est donc entre février/mars et avril/mai.

Dans le bassin de la Loire Atlantique, une baisse importante de leurs effectifs (-75%) a été constatée au cours des 30 dernières années (Préfecture de Loire Atlantique). Les principales menaces identifiées et signalées par les différents acteurs de l'eau pour tenter d'expliquer ce constat sont:

- la diminution des habitats des anguilles adultes reproductrices ;
- la baisse des niveaux d'eau ;
- le réchauffement de l'eau ;
- les nombreuses pollutions ;
- le parasitisme des anguilles adultes : 99% des individus (Logrami, 2023) ;
- les barrages et écluses ;
- la pêche professionnelle / amateur : 25 t capturées en 2020 en Loire aval, et 25,6 t en 2021, soit +13% par rapport à la période 2003 – 2008 (Logrami, 2022)
- le braconnage : dont la responsabilité sur le déclin n'est pas négligeable (Crook & Nakamura, 2013; Richards et al., 2020). Aucune estimation précise des quantités capturées ainsi que des méthodes de captures est aujourd'hui existante (PGA, 2007).

Le constat d'une baisse drastique des effectifs de civelles en Loire Atlantique n'étant fait que depuis 30 ans alors que les activités de dragage du GPMNSN existent depuis plus de 50 ans, il tendrait donc à prouver que les dragages ne sont pas la cause de cette baisse. Toutefois, une étude du GIP Seine Aval (2023) cite les dragages d'entretien comme pouvant affecter les anguilles, tout en précisant qu'aucune étude n'a été menée sur ce sujet.

En estuaire de Loire, tout comme dans les autres estuaires concernés par l'anguille, les connaissances sur l'espèce (habitats, répartition au sein de l'estuaire, densité de population, état physiologique, ...) et ses phases de vie (civelles, anguillettes) restent très lacunaires et fragmentées malgré le niveau d'enjeu qu'elle représente. Le GPMNSN reconnaît donc la nécessité d'acquérir de meilleures connaissances.

Afin de définir un protocole recevable, un échange a été fait avec HAROPA PORT | Rouen, également confronté à la problématique des civelles dans le cadre de ses dragages d'entretien pour des volumes dragués proches de ceux du GPMNSN. Ce port a lui-même approché le Port de Bayonne et son bureau d'études afin d'échanger sur la question pour l'estuaire de l'Adour. Il s'avère que les protocoles de suivis sont compliqués à mettre en œuvre. De fait, le port de Bayonne a en effet testé des prélèvements dans le puits de drague en installant un engin permettant de filtrer le sédiment sur un tamis de 1 mm, protocole jugé non représentatif par la DDTM et très compliqué à mettre en œuvre. Un autre protocole a été proposé avec un échantillonnage dans le puits de la drague via un filet adapté. Ce protocole est également difficile à mettre en place. A ce jour, les tentatives de suivi des civelles par le Port de Bayonne n'ont pas abouti à des résultats satisfaisants. Il en va de même pour

HAROPA PORT | Rouen qui a rencontré les scientifiques, les pêcheurs, les associations de pêche, le GIP Seine Aval et la DDTM76 afin d'échanger sur la faisabilité d'une telle étude. A ce jour, aucun de ces deux ports n'a réussi à définir un protocole techniquement faisable, scientifiquement validé et jugé recevable par les services de l'Etat.

Dans le Document Stratégique de Façade Nord Atlantique Manche Orientale, deux actions portent sur les espèces amphihalines (D01-PC-OE03-AN1 et D01-PC-OE03-AN2) : " Mettre en œuvre un plan national migrateurs amphihalins pour une gestion optimisée des poissons migrateurs sur l'ensemble du continuum terre-mer" et "Eviter ou réduire les risques d'atteintes à la dynamique de population des espèces amphihalines liées aux captures dans les secteurs à enjeux pour les amphihalins en complément des plans de gestion existants". Le DSF précise d'ailleurs au niveau de ces actions qu' "*Il existe peu de connaissances sur les espèces migratrices*". L'action D01-PC-OE03-AN1 vise d'ailleurs à fournir un état des lieux de la gestion des amphihalins à l'échelle nationale. Il est également précisé que "*Ces actions de déclinaison opérationnelle de l'action publique et de réglementation en faveur de la protection des poissons migrateurs pourront avoir des conséquences, notamment sur les activités présentes dans les estuaires (pêche, **ports**, ...). Il n'est cependant pas possible d'envisager ces incidences à ce stade, même si on peut avancer qu'elles seront probablement modérées. Si le plan national comprend des mesures de gestion non concertées avec les acteurs économiques, la mise en oeuvre de ce plan peut avoir des effets sur certaines activités économiques impactées*". La mise en oeuvre du plan national migrateurs amphihalins à travers des mesures contraignantes adaptées aux enjeux pouvant avoir un effet sur les activités portuaires, le GPMNSN souhaite pouvoir participer aux réflexions et aux suivis des études menées par les pilotes des actions afin :

- d'élaborer des protocoles de suivis des espèces amphihalines, dont les civelles, intégrant les pressions de capture au sein des estuaires ;
- de dresser l'état des lieux de la gestion des espèces amphihalines ;
- de définir des actions qui seront inscrites au plan de gestion à venir.

2.3.5.1.9 - Synthèse des incidences des opérations de dragage sur l'ichtyofaune

L'incidence des opérations de dragage sur l'ichtyofaune peut être considérée comme moyenne, localisée et temporaire. Elle est principalement liée à l'incidence potentielle des opérations de dragage sur la teneur en MES et d'O₂ dissous.

☞ Incidence moyenne, directe et temporaire

2.3.5.2 - Opérations de gestion des sédiments

La gestion des sédiments par remise en suspension par DAS ou DIE a été traitée dans le chapitre précédent.

2.3.5.2.1 - Gestion par immersion dans l'estuaire

L'incidence des opérations d'immersion dans l'estuaire (sur les sites de Grand Pont, Port Lavigne ou dans le chenal de manière exceptionnelle) sur l'ichtyofaune est similaire aux incidences liées à la remise en suspension des sédiments.

2.3.5.2.2 - Gestion par immersion sur le site de la Lambarde

La plupart des ressources halieutiques de la zone d'étude (crevettes, bars, soles, merlans, etc.) sont susceptibles de fréquenter, au moins épisodiquement, les eaux ou les fonds du site d'immersion de la Lambarde.

Les effets suivants peuvent être considérés :

- Directs lors des immersions, dus à la décantation puis au dépôt des déblais sur le fond où résident des individus d'intérêt halieutique. L'effet direct d'ensevelissement d'espèces benthiques est bien réel. Cet effet est d'autant plus prononcé que les rythmes des immersions sont élevés. Cet effet se produit à chaque immersion sur une superficie pouvant couvrir toute la surface de la sous-zone exploitée (soit 0,03 km²), ce qui représente une superficie très modeste comparativement à la superficie totale de la zone d'immersion (10 km²) d'une part, et à la superficie globale des milieux côtiers au sein desquels évoluent ces espèces d'autre part (plus de 200 km² dans la zone estuaire externe). Ces effets ont une portée plus limitée sur les espèces de pleine eau (pélagiques et démersales) tels que les saumons et les aloses, qui sont davantage mobiles. Ils conduisent à une fuite temporaire de la zone de clapage et ses abords. Il convient également de noter que la zone d'immersion est très dispersive et que le GPMNSN dispose d'un plan de remplissage des casiers permettant de limiter les incidences sur les fonds. La zone directement concernée par un clapage représente 0,003% de la surface du site de la Lambarde. En prenant en compte l'aspect temporaire de la perturbation et la mobilité de ces espèces l'incidence peut être considérée comme négligeable à faible.
- Indirects, dus aux dommages ou dérangements induits par les manifestations turbides des opérations de clapage. L'augmentation temporaire de la turbidité du fait des clapages peut induire, dans l'hypothèse pessimiste, un colmatage des branchies, ainsi que des difficultés pour rechercher les proies. Pour rappel, les opérations d'immersion engendrent une turbidité forte localement mais très temporaire et localisée. Les teneurs en MES restent globalement inférieures ou égales à celles du milieu naturel aux alentours du point d'immersion.
- Indirects, dus aux effets initiaux sur les invertébrés benthiques qui constituent des proies pour nombre d'espèces halieutiques (benthiques et démersales). L'effet indirect, par dégradation des populations de macro-invertébrés benthiques sont d'intensité limitée ; les suivis des peuplements benthiques ont montré que les peuplements sont perturbés très localement par les immersions. Il convient également de rappeler que les surfaces concernées lors des immersions restent limitées par rapport à la zone.
- Indirects ou différés, dus aux possibilités d'altérations physiologiques ou biologiques par les contaminants présents dans les déblais. Compte tenu de la bonne qualité chimique des sédiments clapés, ces effets semblent limités. Les niveaux de contamination des sédiments (inférieurs à N1 en général) permettent de considérer une absence de risque significatif pour la qualité du milieu marin.
- Directs dû à une pollution accidentelle : Tout comme pour la qualité de l'eau une pollution accidentelle aura une incidence négative sur les peuplements présents. Leur capacité de fuite et les risques réduits d'occurrence d'un tel événement permettent de considérer l'incidence comme limitée.

Les effets des immersions sont négatifs mais localisés et temporaires. L'incidence sur la disponibilité de la ressource trophique et le risque d'altération lié à des contaminants peut être considéré comme négligeable. Au regard de ces éléments on peut considérer l'incidence des opérations d'immersion sur le site de la Lambarde sur l'ichtyofaune comme faible, localisé et temporaire. Elle ne remet donc pas en cause l'état de conservation des espèces communautaires de l'ichtyofaune de la zone Natura 2000 "Estuaire externe de la Loire".

2.3.5.2.3 - Focus concernant les zones de frayères sur la Lambarde

Les cycles de vie des poissons plats, espèces benthiques par excellence, sont assez bien connus aujourd'hui grâce à de nombreuses études spécifiques. Ainsi, les frayères des poissons plats sont localisées sur le plateau continental à des profondeurs variables selon les espèces :

- frai de la sole : par 60 à 80 m de fond ;
- frai du céteau : vers 25 m de profondeur dans les eaux avoisinant les 13°C au printemps ;
- frai de la plie et de la limande : par 20 à 40 m de fond ;
- frai du turbot : entre 10 et 80 m de fond.

Les données du site Sextant de l'IFREMER et plus précisément les données associées aux zones fonctionnelles halieutiques d'importance (ZFHi) en Atlantique, viennent conforter ces éléments pour les espèces citées ci-avant. En effet, selon les cartes du site Sextant, l'estuaire externe est effectivement riche en zones de frayères pour les poissons, en particulier la sole. Il en est de même pour le bar. Toutefois, comme le montre les cartes présentées en 2.10.2.2, la zone d'immersion de la Lambarde est située en dehors des frayères identifiées. Par conséquent, les immersions ne peuvent avoir d'impact direct sur les frayères, peu de poissons marins d'intérêt commercial venant frayer près des côtes. Seuls des effets indirects pourraient survenir sur les larves, tels que l'effet du panache turbide sur les larves, le taux d'O₂d n'ayant jamais présenté de valeurs d'hypoxiques.

Note : pour toutes ces espèces, les oeufs sont pélagiques, c'est-à-dire qu'ils ne sont pas inféodés aux fonds marins et qu'ils se déplacent sous l'action des agents hydrodynamiques qui les portent à la côte. Ils ne peuvent donc être impactés par le clapage des sédiments de dragage.

Une étude sur la vie piscicole dans les eaux de transition (Taverny et al., 2009) a été réalisée sur les espèces de poissons les plus fréquentes dans les eaux de transition et les estuaires de l'ensemble des éco-régions françaises, notamment sur le bar et la sole. Elle indique que globalement, sur des œufs et des larves de poissons estuariens, des effets sublétaux et des mortalités peuvent survenir en moins de 24h à partir de plus de 100 mg/l de MES en raison d'un effet abrasif sur la membrane externe des lamelles branchiales. Les œufs de poissons démersaux (le bar) seraient moins sensibles, la durée d'exposition, pour avoir un effet, devant atteindre 3 à 4 jours (WILBER & CLARKE, 2001).

FROIDEFOND et al. (2003) ont étudié les turbidités de surface dans l'estuaire externe de la Loire et montré que les crues de la Loire ont une influence généralement limitée sur la turbidité au droit de la Lambarde. En effet, les teneurs en MES sont généralement inférieures à 10 mg/l mais qu'elles peuvent atteindre atteignent 50 à 100 mg/l sur le site d'immersion par forte crue (5000 m³/s).

Selon l'étude de Créocéan (2019 – ANNEXE 12) menée en été 2019 sur l'effet des clapages sur la turbidité de l'eau au niveau de la Lambarde, les teneurs en MES sont très variables et ne présentent pas de corrélation évidente avec les immersions du GPMNSN. Hors clapages, les MES ont oscillé entre 10 et 100 mg/l, tandis que durant les clapages elle a varié de 30 à 80 mg/l. Des teneurs allant jusqu'à 100 mg/l ont été observées tout au long de l'année à chaque évènement tempétueux.

2.3.5.2.4 - Synthèse de l'incidence des opérations de gestion de sédiments sur l'ichtyofaune

En considérant l'ensemble de ces éléments, il apparaît que les conditions naturelles de vie de larves de poissons sont d'ores et déjà marquées par des teneurs en MES pouvant être élevées (100 mg/l). Les clapages des sédiments n'engendrent pas une turbidité aussi forte que celle provoquée par les tempêtes. Toutefois, les effets des clapages s'ajoutent aux effets de la turbidité naturelle et pourraient donc devenir sub-létaux ou létaux selon la durée du phénomène. Il est cependant important de préciser que la DAM Champlain n'intervient pas lorsque les conditions météorologiques sont mauvaises. L'occurrence de cet effet cumulé est donc négligeable.

Les effets des clapages au droit de la Lambarde, bien que négatifs, sont indirects, temporaires, réversibles et négligeables sur les frayères, les œufs et les larves de poissons.

2.3.6 - Incidences sur l'avifaune

2.3.6.1 - Incidences générales

Les populations d'oiseaux présents sur l'estuaire externe de la Loire sont habituées aux conditions de vie de ce milieu. Ainsi, les oiseaux qui fréquentent cette zone et s'y alimentent sont parfaitement adaptés à des eaux turbides. Pour autant, les opérations de dragage et d'immersion peuvent avoir des incidences plus ou moins directes sur l'avifaune telles que :

- Le dérangement des espèces par le bruit ou par la présence d'engins :

Les engins de dragage se comportent comme n'importe quel navire fréquentant l'estuaire. Ils ne génèrent pas de bruit plus important. Le cycle de la drague est limité à quelques heures, le dérangement n'est pas localisé toujours au même endroit. Les incidences des dragages et des immersions sur le dérangement des oiseaux sont négatives, directes, permanentes pour les dragages (en continu) et intermittentes pour les immersions, et négligeables.

- La modification directe ou indirecte de la ressource alimentaire :

- ▶ réduction de la fréquentation de la zone par les poissons associée à la destruction du benthos :

Les dragages étant quasi continus dans le chenal de navigation du GPMNSN, les peuplements benthiques n'ont pas le temps, entre 2 passages de la drague, de coloniser les sédiments par migration à partir des zones environnantes. L'incidence est donc négligeable;

Les immersions vont détruire le benthos au droit de la sous-zone en service (surface moyenne de 3 ha), mais la perte de surface sera négligeable (0,003 % de la surface totale) au regard de la surface totale du site de la Lambarde (10 km²). Les poissons pourront aller s'alimenter dans les secteurs adjacents. Les incidences seront négatives, indirectes, temporaires et négligeables ;

- ▶ remise en suspension de débris d'organismes benthiques lors des immersions conduisant temporairement à une ressource alimentaire directe ou indirecte par effets d'attraction de poissons pélagiques pouvant amener parfois à des attroupements d'espèces comme les mouettes ou les goélands (Cook et Burton, 2010 ; Tillin et al., 2011). L'incidence est indirecte, temporaire et positive.

- ▶ dissémination éventuelle dans le milieu de micropolluants à l'origine de bioaccumulations dans la ressource alimentaire :

Comme détaillé précédemment, la bioaccumulation est un phénomène très complexe qui dépend des contaminants considérés, de leurs concentrations dans le milieu et au sein des chaînes alimentaires (les contaminants étant de plus en plus bioaccumulés au travers des chaînes alimentaires), les facteurs abiotiques du milieu (température, salinité, pH, ...), de l'espèce ciblée, du stade de développement des individus, de leur sexe, et des organes étudiés. Les études écotoxicologiques sont rares et démontrent que les facteurs de bioaccumulation sont très variables (USEPA, 2000; USEPA, 2016; A. Sire & I. Amouroux, 2016) et difficile à appréhender, d'autant plus dans le milieu naturel régi par de nombreux paramètres. Les oiseaux s'alimentant en Loire externe peuvent bioaccumuler les contaminants stockés dans les poissons qu'ils pêchent. Toutefois, les dragages ne sont pas la seule source possible de contaminants dans les eaux estuariennes et marines. De plus, les sédiments sont très majoritairement de qualité chimique inférieure à N1. Les phénomènes de bioaccumulation liés aux dragages seront donc très limités (négligeables).

2.3.6.2 - Incidence sur les oiseaux marins

Parmi ces espèces, seulement quatre semblent vulnérables du fait de la faiblesse de leurs effectifs nicheurs en Europe (puffin des Baléares), ou hivernants en France (plongeurs) et de l'importance de la zone comprise entre le Morbihan et la Vendée pour ces espèces. Le secteur concerné par le clapage apparaît comme une zone de passage probable et d'alimentation possible pour ces espèces.

Concernant le puffin, la campagne de suivi mis en œuvre par l'OFB en 2022 pour une durée de 5 ans permet d'identifier les principales zones de passage et de repos. Le site de la Lambarde est situé à proximité (environ 3 km) des zones de passage ou de repos des puffins situées plus au large. Si des oiseaux peuvent être ponctuellement présents sur site (du fait de leur grande mobilité), la zone de la Lambarde ne représente pas une zone de fréquentation privilégiée pour cette espèce.

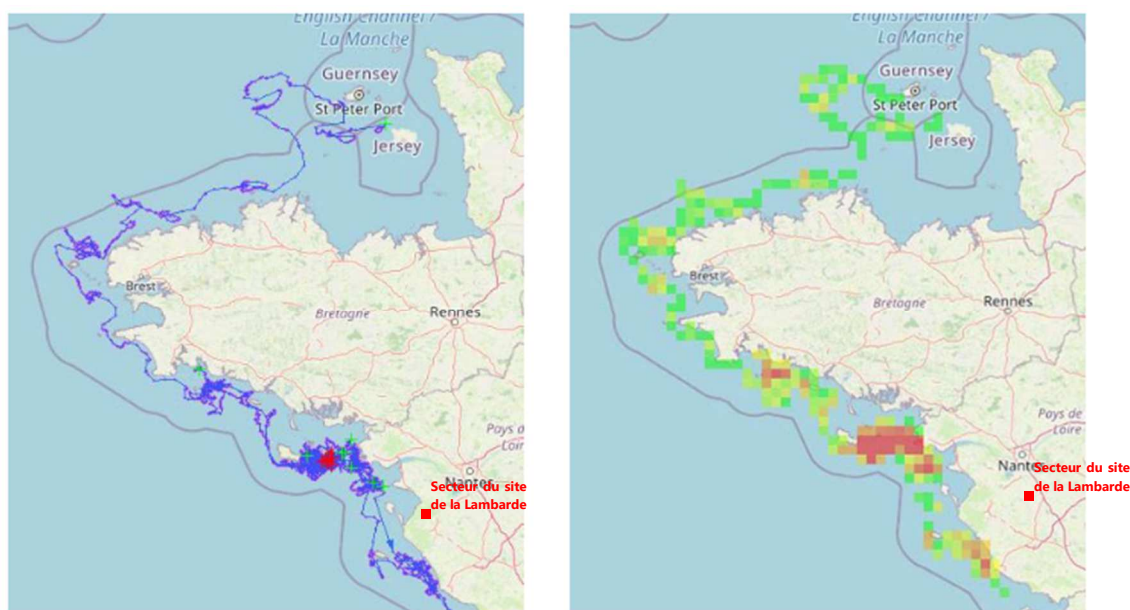


FIGURE 161 CARTE DES TRAJETS DES PUFFINS (A GAUCHE) ET CARTE DE DENSITE (A DROITE) AU 7 SEPTEMBRE 2022 (OFB)

2.3.6.3 - Analyse des résultats de l'étude de l'avifaune réalisée en 2016/2017

Les suivis avifaune réalisés en 2016/2017 (rapport disponible en Annexe 05) mettent en évidence l'importance des vasières pour l'avifaune fréquentant l'estuaire. Si cette étude permet de préciser les connaissances sur l'avifaune locale, elle ne met pas en évidence une sensibilité particulière de l'avifaune aux opérations de dragage et d'immersion.

Au contraire, le maintien des conditions hydrosédimentaires locales représente une des incidences positives des opérations d'entretien menées par le GPMNSN.

En effet, une des principales causes de l'évolution physique de l'estuaire (déplacement des bancs de sables, des vasières, des courants, etc.) ont été les importants aménagements et pratiques anthropiques (extraction de sable en amont de Nantes, dragage d'approfondissement). Depuis l'arrêt des extractions en 1995, l'estuaire est dans une situation d'équilibre relatif. L'arrêt des opérations de dragage engendrerait une modification significative des conditions actuelles et très probablement une modification des conditions hydro sédimentaires de l'estuaire pouvant *in fine* aboutir à des créations ou destructions de vasières ou de bancs de sables.

Le suivi de l'avifaune montre que les travaux de dragage et de gestion des sédiments du GPMNSN ne sont pas de nature à avoir une incidence négative significative sur l'avifaune.

2.3.6.4 - Synthèse de l'incidence des opérations de dragage et de gestion des sédiments

Les incidences des dragages et des immersions sur les oiseaux communautaires sont négatives directes et indirectes, mais négligeables et ne remettent pas cause l'état de conservation des espèces. Elles peuvent être positives lors des immersions par effet d'attraction des poissons / proies des oiseaux communautaires. Les activités de dragage et d'immersion ne portent donc pas atteinte à l'état de conservation de ces oiseaux.

☞ Incidence négligeable, directe et indirecte et temporaire

2.3.7 - Incidences sur les mammifères marins

2.3.7.1 - Opérations de dragage

Les opérations de dragage sont réalisées dans des zones pas, voire très peu, fréquentées par les mammifères marins du fait des conditions naturelles. Les incidences des opérations de dragage sur les mammifères marins sont négligeables.

2.3.7.2 - Opération de gestion des sédiments

Le site d'immersion de la Lambarde et, à plus grande échelle, l'estuaire externe de la Loire et les eaux côtières de la Loire-Atlantique, constituent une simple zone de passage pour les mammifères marins. En effet, aucune population résidente de mammifères marins n'est reconnue dans ces secteurs. Les principales espèces susceptibles de transiter dans le secteur de la Lambarde sont : le grand dauphin, le dauphin bleu et blanc, le dauphin commun ou encore le marsouin commun. Les mammifères marins occupent un territoire plus vaste, non restreint à la zone d'influence des immersions.

Tout comme pour l'ichtyofaune, la présence de la DAM et les opérations de clapage conduisent à une fuite des mammifères marins en dehors de la zone d'influence du panache turbide.

Comme indiqué précédemment, les immersions ne semblent perturber que faiblement les poissons, espèces proies des mammifères marins. Les clapages sont donc peu préjudiciables au nourrissage des mammifères marins. Lors des immersions, les mammifères marins chasseront donc en dehors des zones turbides.

Rappelons également qu'au niveau du site d'immersion, les turbidités naturelles peuvent être élevées, notamment lors de crue : jusqu'à plus de 700 mg/l ponctuellement dans l'estuaire externe (environ 140 mg/l en moyenne lors de la période hivernale) et entre 40 et 80 mg/l aux abords du site d'immersion.

Les mammifères marins ne sont pas présents dans l'estuaire interne. Les opérations d'immersion ou de remise en suspension dans l'estuaire ne les concernent pas.

☞ Incidence faible, indirecte et temporaire

2.3.8 - Mesures d'évitement et de réduction prévues par le maître d'ouvrage concernant les incidences sur le milieu naturel

Les principaux enjeux associés au milieu naturel sont ceux en lien avec la préservation des habitats, des peuplements benthiques, des macroalgues, de l'ichtyofaune et de l'avifaune. Ces enjeux sont très liés à la qualité de l'eau, à celle des sédiments et des fonds marins.

Les mesures d'évitement et de réduction proposées pour limiter les incidences des opérations sur le contexte chimique (chantier exemplaire, prise en compte de l'hydrologie, et lutte contre les pollutions accidentelles, voir mesures pages 255 et 278) sont celles permettant de limiter les incidences sur les enjeux associés au milieu naturel.

Ainsi, les principales incidences potentielles sur le milieu maritime sont évitées ou réduites par les mesures mises en œuvre pour le contexte chimique. Aucune autre mesure n'est donc proposée ici concernant spécifiquement les enjeux en lien avec la qualité de l'eau.

Au regard des enjeux associés au milieu naturel, des suivis environnementaux permettant de vérifier les incidences potentielles des opérations de dragage seront mis en œuvre dans la continuité de ceux déjà existants. De nouveaux suivis sont également proposés dans le cadre de ce dossier. Ils sont présentés par la suite (voir page 326).

2.4 - Incidences et mesures associées sur le paysage et patrimoine

2.4.1 - Incidences sur le paysage

Les activités liées aux dragages et aux clapages des sédiments vont induire de potentielles incidences sur le paysage telles que la perturbation des perspectives paysagères en bord de l'estuaire notamment avec la circulation des engins. Toutefois, le trafic maritime est déjà ancré dans le paysage estuarien. De plus comme évoqué dans l'état initial les zones à proximité de l'estuaire sont caractérisées par des zones urbaines où les activités sont fortement marquées par le secteur industrialo-portuaire.

Les incidences potentielles liées à la perturbation visuelle du paysage sont qualifiées comme négligeables.

☞ Incidence négligeable

2.4.2 - Incidences sur les aspects patrimoniaux

Les opérations de dragage et de clapage sont localisées au sein du site inscrit « La grande côte de la presqu'île du Croisic » et le site classé « Estuaire de la Loire » mais également au droit du site inscrit « Le site côtier de Pornichet à Saint-Marc ». Des périmètres de protection des abords de monuments historiques sont également interceptés par les sections de dragage.

La navigation engendrée par les opérations ainsi que l'altération de la qualité du milieu aquatique peuvent avoir une incidence potentielle sur ces sites à fort intérêt paysager. La navigation liée aux déplacements des engins n'entraînera pas une augmentation significative du trafic maritime déjà présent, l'altération de la qualité visuelle des paysages ne sera donc pas altérée.

La remise en suspension de sédiment lors des dragages au sein des périmètres de protection sera reprise par les courants présents, de plus l'augmentation ponctuelle et localisée de la turbidité n'aura pas d'incidence significative sur la turbidité naturellement présente dans l'estuaire. Enfin les périmètres des monuments historiques protégés sont principalement terrestres sauf pour le phare du Grand-Charpentier et la balise des Morées mais les dragages n'auront aucune incidence sur ces sites.

Les incidences sur les aspects patrimoniaux sont donc qualifiées de faibles.

☞ Incidence faible, directe et temporaire

2.5 - Incidences et mesures associées sur le contexte humain

2.5.1 - Incidence sur la population humaine - santé

2.5.1.1 - Incidences sur la qualité de l'air

2.5.1.1.1 - Incidence générale des opérations du GPMNSN

Les opérations de dragage et de gestion des sédiments engendrent des émissions toute l'année. Pour l'estuaire de la Loire, la qualité de l'air est influencée toute l'année par les émissions des engins de dragage. Cependant, **la contribution de ces derniers à la pollution est très limitée** en comparaison à celle engendrée par le trafic maritime lié au fonctionnement du port, au trafic routier (notamment à St Nazaire et à Nantes, et aux nombreuses activités industrielles de la zone.

Cependant, l'Organisation maritime internationale (OMI) a adopté en juin et en novembre 2021 plusieurs mesures de lutte contre la pollution du transport maritime. Par ailleurs les progrès techniques du transport maritime devraient améliorer la situation comme :

- la qualité du carburant / le changement de combustible ;
- les technologies de réduction des émissions ;
- les mesures prises pour le fonctionnement des navires.

De plus, face au défi du changement climatique, le GPMNSN travaille à définir et mettre en œuvre une **stratégie d'atténuation des activités humaines** présentes sur son territoire. Le GPMNSN a ainsi mis en œuvre un **Plan de Sobriété Énergétique** (disponible en Annexe 22) ainsi qu'un **Plan de Décarbonation** (disponible en Annexe 23).

2.5.1.1.2 - Incidences générales sur la santé humaine

Il est reconnu que les effets de la pollution atmosphérique sur la santé humaine résultent de phénomènes complexes, tels que : les interactions entre les différents polluants, les variations des conditions d'exposition des individus, les sensibilités différentes selon les sujets exposés. On distingue diverses catégories d'incidences que peuvent avoir les émissions de polluants atmosphériques dues à la circulation des véhicules à moteur sur la santé :

- les nuisances sensorielles (odeurs et diminution de la transparence de l'air) ;
- l'irritation des voies respiratoires, des yeux, de la peau ;
- les effets toxiques généraux.

Rappelons que les principaux polluants atmosphériques émis par les engins à moteur sont les oxydes d'azote (NOx), les particules fines (PM), le monoxyde de carbone (CO), les composés du soufre, l'ozone (O₃) et les hydrocarbures (HC).

2.5.1.1.3 - Estimation des incidences des opérations sur la qualité de l'air

Dans le cadre du Programme Régional de Qualité de l'Air (PRQA), le GPMNSN a réalisé en 2001 un bilan des émissions atmosphériques induites par le trafic maritime dans l'estuaire. Ce bilan inclut les émissions générées par les engins de dragage du GPMNSN qui représentaient 20 % de celles liées au transport maritime dans l'estuaire interne.

Entre temps, la motorisation de la DAM Champlain a été modifiée pour passer d'un système utilisant exclusivement du gasoil à usage maritime (DML) à un système de motorisation à double carburant gasoil-GNL. En effet, le dragage représente environ 90 % des émissions directes de gaz à effet de serre du GPMNSN, dont 70 % pour la Samuel de Champlain. Cette remotorisation au GNL de la Samuel de Champlain avait pour objectifs :

- la quasi-élimination des émissions d'oxyde de soufre et de particules fines ;
- la réduction des émissions d'oxyde d'azote de 65 % ;
- la réduction des émissions de gaz à effet de serre de l'ordre de 15 à 20 % ;
- la diminution du gaz carbonique (CO₂) et de particules, au-delà des normes actuellement en vigueur.

Une campagne de mesures de suivi de l'efficacité de la nouvelle motorisation de la drague été réalisée en 2021 en collaboration avec le GPM du Havre et de Rouen, le GIE Dragages Ports, Air Pays de la Loire, Air Normandie et le CITEPA (Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique).

Les résultats de cette étude sont disponibles dans le tableau suivant (ces chiffres intègrent également une diminution du volume dragué de 35% pour prendre en compte la situation actuelle).

TABLEAU 56 ESTIMATION DES EMISSIONS ASSOCIEES AUX OPERATIONS DE DRAGAGE ET DE GESTION DES SEDIMENTS

	Particules en suspension	NOx	NO2	SO2	CO	HC	CO2
Emissions en tonnes	1.1	66.6	99	25.6	10.5	0.9	7749
Emissions régionales en 2019	Non connues	43 k		5 k	100 k	NC	17 280 k
Rapport en %	-	0,15		0,5	0,01	-	0,05

2.5.1.1.4 - Synthèse de l'incidence des opérations de dragage sur la qualité de l'air

Au regard des émissions au niveau régional, de la diminution des volumes dragués et du fait que la zone soit un milieu ouvert fortement soumis aux entrées maritimes, on peut considérer que les opérations de dragage et de gestion des sédiments n'engendrent pas d'incidence significative sur la qualité de l'air.

☞ Incidence négligeable

2.5.1.2 - Incidences sur le contexte acoustique

L'analyse des incidences sonores porte de manière générale sur le fonctionnement des engins de dragage.

Pour analyser l'impact d'un son, on utilise le niveau de pression acoustique, qui correspond à la pression exercée par l'onde acoustique sur une surface donnée, décrit l'amplitude d'un son. Lorsqu'il est exprimé en décibel (dB) (cas le plus fréquent), les valeurs sont fournies sur une échelle logarithmique, en lien avec une valeur de pression de référence. Dans l'eau, cette valeur de référence est généralement de 1 micropascal (μPa). Dans l'air, cette valeur est le plus souvent 20 μPa .

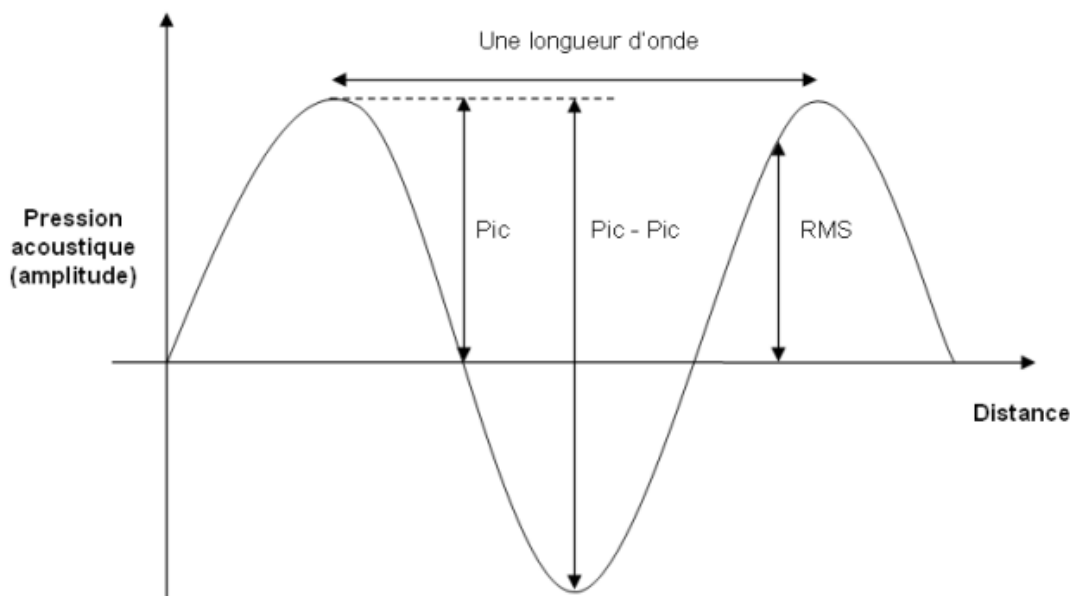


FIGURE 162 ILLUSTRATION DES VALEURS DE PRESSION ACOUSTIQUE DBRMS ET DBPIC-PIC (CEREMA 2014)

Les opérations de dragage peuvent engendrer des nuisances sonores liées à la motorisation et aux engins mécaniques utilisés à bord. Les niveaux de bruits habituels pour les engins de dragage sont les suivants :

- DAM : 186-188 dB à 1m (dB ref 1 μPa) sur une bande de fréquence 100-500 Hz ;
- DAS / DIE : 175-185 dB à 1m (dB ref 1 μPa) sur une bande de fréquence 100-500 Hz).

Le bruit de la drague est très comparable à celui d'un navire commercial classique (dépendant de sa vitesse, son tonnage, sa puissance...). Le bruit est variable suivant la phase d'activité de la drague, et est souvent le plus important en transit (vitesse plus élevée).

Les engins de dragage du GPMNSN travaillent suivant deux régimes horaires :

- 24h/24 7 jours/7 pour la DAM Champlain ;
- 12h/24 7 jours/7 pour la DAS et la DIE, sur la période 7h-19h, avec une mobilisation ponctuelle en 24h/24 dans certaines situations le nécessitant.

Dans la majeure partie des zones concernées par les opérations de dragage, il n'y a pas d'impact sonore significatif des engins en raison du caractère ouvert du site et de l'absence d'habitations à proximité.

A Nantes, certains secteurs sont plus sensibles de ce point de vue, du fait de la présence d'habitations proches (secteur de Trentemoult par exemple). Pendant la journée, l'expérience montre que le bruit d'un tel engin n'émerge pas du bruit ambiant à proximité des habitations. En période nocturne, le bruit apparent émerge davantage en raison de la réduction du bruit ambiant. Divers travaux entrepris sur la DAS « A. Gendre » ont permis de limiter le bruit émis par l'engin qui ne semble plus perturber les riverains du fleuve, d'autant qu'elle est ne drague pas à l'amont au-dehors du créneau 7h-19h. Il en est de même pour la DIE « Milouin ».

A priori, les nuisances sonores générées par la DIE sont équivalentes à celles de la DAS « A. Gendre », en raison de la propulsion lente du navire. En outre, les opérations de DIE ont lieu uniquement de jour, période où le bruit ambiant est plus important. Elles peuvent se dérouler la nuit à titre exceptionnel. La DAM n'intervient pas dans le secteur de Nantes.

Enfin, il convient de considérer que les routes maritimes empruntées par la DAM et les engins de dragage sont généralement éloignées des habitations, limitant fortement les nuisances sonores potentielles.

Au regard de ces éléments l'incidence des opérations de dragage et d'immersion sur le contexte acoustique peut être considéré comme faible, temporaire et localisé.

☞ Incidence faible, directe et temporaire

2.5.1.3 - Incidences concernant la qualité des organismes comestibles

Les effets possibles des opérations de dragage sur la santé et la salubrité publique peuvent être liés au risque de contamination par bioaccumulation ou bioconcentration des espèces présentes dans l'estuaire, à la suite du relargage potentiel des contaminants présents dans les sédiments.

Pour l'homme, la consommation de coquillages ou de poissons contaminés représente la seule voie d'exposition aux toxiques.

L'accumulation des substances chimiques par les organismes marins peut s'effectuer au travers de réseaux trophiques (bioaccumulation). Les phénomènes de transfert et de bioaccumulation sont d'une très grande complexité et varient considérablement en fonction des conditions physico-chimiques, des substances chimiques et de leur spéciation, ainsi que des espèces concernées. Il apparaît difficile de quantifier l'influence relative des dragages sur la contamination de la chaîne trophique, par rapport au contexte général de l'estuaire.

Toutefois, au regard de la qualité générale satisfaisante des matériaux dragués et de l'influence très limitée des opérations de dragage et de gestion des sédiments sur les teneurs en matières en suspension dans l'estuaire (voir chapitre précédent), on peut penser que le risque de contamination de la chaîne alimentaire est faible, en notant de surcroît qu'il s'exprime surtout sur les espèces prédatrices situées en bout de chaîne, couvrant le plus souvent un territoire étendu (bien au-delà des superficies concernées par les opérations de dragage).

L'autre facteur de risque serait lié à la consommation des produits de la mer (par exemple les organismes filtreurs comme les moules, les huîtres, etc.). La qualité des zones de production conchylicole située à proximité de l'estuaire est classée EO à B pour les bivalves non fouisseurs ce qui signifie que les coquillages peuvent être commercialisés après avoir été traités dans un centre de purification agréé ou après reparcage dans une zone spécifiquement agréée pour cette opération (classement B) ou que la récolte est soumise à autorisation préalable et sous conditions particulières (arrêté préfectoral spécifique lors de l'exploitation) (classement EO). L'ARS préconise également au consommateur de faire cuire ces coquillages avant consommation.

Au regard de ces éléments, l'incidence des opérations de dragage et d'immersion sur la qualité des organismes comestibles peut être considérée comme négligeable.

☞ Incidence négligeable

2.5.2 - Incidences sur les activités économiques

2.5.2.1 - Incidence sur la navigation -trafic

Les travaux ont pour objectif de sécuriser le chenal de navigation et les accès portuaires.

Les incidences des travaux sur la navigation sont liées au trajet qu'effectue la drague depuis les zones de dragage jusqu'au site d'immersion de la Lambarde et à la présence des engins sur le chenal de navigation.

■ Présence de la DAM et trajet jusqu'au site de la Lambarde :

Le site d'immersion de la Lambarde est utilisé depuis près de 40 ans. Il a été positionné de manière que les trajets de transports de déblais et les immersions n'induisent aucune gêne pour les usages maritimes. L'extension demandée tiens compte également des routes principales de navigation et se situent en dehors de celles-ci. Le périmètre d'immersion demandé est déjà inscrit sur les cartes marines.

Durant les dragages et les trajets, les dragues se mêlent au trafic maritime. Elles doivent alors respecter les usages ordinaires de navigation pour assurer une cohabitation harmonieuse avec les autres navires utilisant le chenal ou les zones portuaires concernées. Quelle que soit la position de la drague, la priorité est donnée au trafic commercial. Les opérations de dragage ont pour objectif de maintenir les cotes du chenal, de manière à assurer des conditions de sécurité maritime optimale dans le chenal et au niveau des ouvrages portuaires. Malgré la proximité des grands axes et zones de servitudes pour la navigation commerciale du GPMNSN, aucun incident de navigation n'est à déplorer pour la drague réalisant les immersions.

■ Présence des engins de dragage dans l'estuaire :

La présence des engins de dragage dans le chenal, notamment de la DAS avec la canalisation de refoulement, pourra engendrer une incidence négative sur la circulation des navires dans l'estuaire. Cependant, au regard de la largeur du chenal, de l'adaptation du planning de dragage aux navires prévus et des méthodes d'intervention les incidences sur les navires sont très limitées.

Ainsi, globalement, les incidences sur la navigation sont positives.

☞ Incidence positive

2.5.2.2 - Incidences sur les activités portuaires

Le complexe industrialo-portuaire de Nantes Saint-Nazaire joue un rôle majeur pour l'attractivité du Grand Ouest en étant 4^e grand port métropolitain et le 1^{er} port de la façade atlantique française. Les dragages réguliers d'entretien pour maintenir les accès aux infrastructures portuaires sont essentiel au maintien des activités industrialo-portuaires.

L'extraction des sédiments dans les chenaux de navigation auront l'incidence indirecte recherchée qui est le maintien des accès du grand port.

Les incidences sont donc jugées comme positives en permettant le maintien des accès.

☞ Incidence positive

2.5.2.3 - Incidences sur la pêche professionnelle

Les incidences sur les activités halieutiques sont de deux ordres :

■ incidence directe du fait de l'occupation de l'espace par la DAM lors des trajets entre les zones draguées et le site d'immersion et lors des clapages sur le site de la Lambarde.

L'activité de clapage est ancienne sur ce site et est donc inscrite dans le paysage maritime de l'estuaire externe. Cette activité se mêle au trafic commercial du secteur. Tout comme les pêcheurs, les équipages travaillant sur la drague respectent la réglementation maritime. En raison du trafic commercial, il est fort probable que les pêcheurs ne travaillent pas sur les routes de navigation de ces navires. Les activités de la

DAM sont donc sans conséquence sur les activités de pêche. L'extension de la zone d'immersion demandée constitue en un prolongement du site actuel vers le sud-ouest, jusqu'à atteindre la zone d'attente. Cette zone marine située entre le site d'immersion et la zone d'attente était probablement peu pratiquée par les pêcheurs en raison de la présence de cargos d'un côté et de la drague de l'autre. Finalement, la surface maritime demandée qui ne faisait pas, à l'heure actuelle, objet d'une réglementation représente environ 2,5 km². Il s'agit d'une faible surface.

■ incidence indirecte sur la ressource halieutique ciblée par les pêcheurs.

Les activités de dragage ont une incidence indirecte sur l'activité halieutique via l'effet des opérations sur la ressource :

- réaction de fuite des espèces au voisinage des dragues ;
- diminution de la ressource trophique (benthos) par destruction ;
- risque d'anoxie du milieu du fait de la turbidité.

Dans les chapitres précédents, il a été mis en évidence que les opérations de dragage engendrent des incidences limitées sur l'ichtyofaune (perturbation physique directe ou incidence indirecte sur la qualité de l'eau). Il a également été montré dans l'analyse des incidences sur l'ichtyofaune que les activités de dragage et d'immersion ont un impact mineur sur la ressource halieutique. Cet impact est limité géographiquement au site d'immersion, voire à la zone de dépôt de matériaux à chaque clapage (sous-zone d'immersion). A l'échelle des activités de pêche dans le secteur de l'estuaire externe, cet effet est considéré comme peu perceptible. En effet, malgré les immersions régulières depuis de nombreuses années, les activités halieutiques continuent d'être pratiquées dans le secteur, ce qui laisse supposer que les immersions sont sans lien direct avec les variations des volumes de captures.

L'absence de données sur l'activité de pêche à l'échelle de l'estuaire externe ne nous permet pas d'évaluer précisément les incidences des clapages sur cette activité.

Les effets sur l'activité de pêche peuvent être considérés comme négligeables.

☞ Incidence négligeable

2.5.2.4 - Incidences sur la conchyliculture

Les chapitres précédents ont démontré que les opérations de dragage et de gestion des sédiments n'avaient pas d'incidence majeure sur la qualité de l'eau de l'estuaire ou sur les organismes comestibles.

De plus, d'après la modélisation du panache turbide généré lors des immersions sur le site de la Lambarde, celui-ci est limité et reste éloigné des zones de production conchylicole. Comme indiqué dans le paragraphe précédent, les opérations de dragage et d'immersion n'engendrent pas d'incidence significative sur les organismes comestibles, ces derniers étant principalement soumis aux influences des conditions naturelles (panache turbide de la Loire notamment).

Dans ce contexte, il est difficile d'imputer le classement « B » ou « EO » des zones de production aux seules opérations d'immersion, d'autant moins que la bonne qualité des sédiments permet de supposer que les dragage et immersions n'ont pas d'incidence sur la qualité des coquillages. De plus, aucune dégradation de la qualité des zones de production n'est observée au cours de dernières années ce qui laisse supposer une incidence négligeable des clapages sur la qualité de ces zones.

Ces éléments mettent en évidence que les opérations de dragage et d'immersion n'ont pas d'incidence significative sur la conchyliculture.

☞ Incidence négligeable

2.5.2.5 - Incidences sur l'extraction de granulats

Il convient tout d'abord de souligner que les opérations d'extraction de granulats sont postérieures aux opérations de clapage des sédiments sur la Lambarde. Les sédiments présents au droit des sites d'extraction doivent donc être conformes aux attentes des exploitants et ce malgré les opérations de clapage et le panache turbide de la Loire. Deux concessions sont actuellement exploitées dans la zone d'étude : à 1,5 km au nord de la Lambarde, la concession du Grand Charpentier, et à plus de 22 km au sud-ouest, la concession de Cairnstrath.

Les incidences sur les activités d'extraction de granulats marins sont liées à une dégradation potentielle des sédiments des gisements sous l'effet d'apport de particules fines issues des clapages. En effet, les particules fines (sables fins, vases) n'ont pas d'intérêt commercial vis-à-vis des exploitations de granulats marins.

Les modélisations hydrosédimentaires réalisées par Artelia en 2019 mettent en évidence que le recouvrement maximal est d'environ 0,5 mm contre 0,15 mm pour une crue sur le site de Grand Charpentier et 2,5 mm sur le site de Pilier. Les clapages induisent donc un recouvrement limité de particules fines sur les concessions, de l'ordre du millimètre. Ce dépôt est négligeable vis-à-vis de l'activité d'extraction et de la dynamique sédimentaire au large de la Loire-Atlantique.

Les immersions ont donc une incidence négligeable sur l'activité d'extraction de granulats et ne remettent pas en cause cette activité.

☞ Incidence négligeable

2.5.2.6 - Incidences sur le parc éolien de Guérande

Les opérations de dragage et d'immersion ne sont pas de nature à engendrer une incidence sur le parc éolien de Guérande qui, de plus, est éloigné d'environ 20 km de la zone d'immersion et de 30 km de l'estuaire interne. La présence de la DAM peut engendrer un risque pour les navires d'entretien du parc, mais ce risque est cependant très limité au regard de l'organisation du trafic maritime actuel.

☞ Incidence négligeable

2.5.2.7 - Incidences sur les opérations de dragage des ports littoraux

Sur le littoral ligérien, les ports de plaisance sont également soumis à des opérations de dragage qui, pour la plupart, conduisent à des rejets en mer de sédiments (par conduite ou par clapage). Les sites de rejet de déblais de dragage en mer des ports de plaisance sont éloignés du site d'immersion de la Lambarde (au minimum 8 km) et se situe donc en dehors des zones atteintes par le panache turbide généré par les immersions à la Lambarde. Ce point est également traité dans les incidences cumulées du projet.

☞ Incidence négligeable

2.5.2.8 - Incidences sur les activités de loisir, de baignade et de plaisance

Les chapitres précédents ont mis en évidence que les opérations de dragage et d'immersion n'engendraient pas d'incidence majeure sur la qualité des eaux de baignade et des gisements naturels de coquillages.

La qualité des eaux de baignade est globalement bonne dans la zone d'étude. La qualité des gisements de coquillages est moyenne à médiocre et stable depuis de nombreuses années. Outre les règles de navigation « classiques » qui s'appliquent vis-à-vis des dragues et des navires de plaisance dans le chenal, les dragages ont, globalement, une incidence très faible sur la sédimentation des ports du littoral par rapport au panache de la Loire.

Enfin, les activités d'immersion sur le site sont de longue date inscrites dans le paysage maritime local. Elles appartiennent au cortège d'activités générées par le complexe industrialo-portuaire du GPMNSN et sont acceptées comme telles dans la mesure où elles n'induisent aucune perturbation sur les activités de loisirs littorales.

☞ Incidence négligeable

2.5.2.9 - Incidences sur les activités industrielles et risques technologiques

Comme indiqué précédemment les opérations de dragage et de gestion des sédiments ne sont pas de nature à engendrer des incidences significatives sur les activités industrielles ou le risque technologique. Au contraire, le maintien de la navigabilité du chenal permet aux industries de fonctionner normalement, l'incidence des opérations est donc globalement positive.

☞ Incidence positive

2.5.2.10 - Incidences sur les servitudes

Les épaves présentes aux abords du site d'immersion sont susceptibles d'être impactées par le panache turbide (recouvrement). Néanmoins, ces épaves sont anciennes et sont déjà soumises à la dynamique hydrosédimentaire de l'estuaire externe, d'échelle plus importante que le nuage turbide de la DAM.

☞ Incidence positive

2.5.3 - Incidences sur les usages de l'eau

L'alimentation en eau concerne les activités industrielles et agricoles, ainsi que la production d'eau potable :

- eaux industrielles : les industries ont des contraintes d'utilisation des eaux qui varient en fonction de leur type. Les contraintes concernent essentiellement les MES, les chlorures et la dureté. Actuellement, les établissements industriels n'ont pas de difficulté d'alimentation en eau, soit car la qualité des eaux est suffisante pour leurs besoins, soit car ils utilisent de l'eau provenant du réseau public. Les niveaux élevés de MES dans l'estuaire liés au système bouchon vaseux - crème de vase induisent une contrainte sur l'utilisation de l'eau de l'estuaire qui ne peut être aggravée par les dragages d'entretien qui ne génèrent pas des niveaux de MES supérieurs à ceux du milieu naturel ;
- eaux agricoles – Les contraintes au niveau de l'eau utilisée pour l'agriculture sont principalement relatives à la teneur en NaCl et en MES ;
- eau potable pour l'alimentation de la population avec les problématiques associées à la remontée du front de salinité et du bouchon vaseux en amont qui peuvent menacer la prise d'eau de Mauves-sur-Loire lors des étiages sévères associés à de forts coefficients de marée.

Les paragraphes précédents ont permis de montrer que les effets des dragages/immersion n'avaient pas d'effets notables sur la qualité des eaux ni sur l'évolution du bouchon vaseux. Par conséquent, les effets des dragages sur les prises et rejets d'eau peuvent être considérés comme négligeables.

☞ Incidence négligeable

3 - INCIDENCES NOTABLES DE LA VULNERABILITE DU PROJET AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

3.1 - Analyse de la vulnérabilité du projet au changement climatique

3.1.1 - Evolution du climat

D'après les données Météo France, les tendances évolutives à l'horizon 2071-2100 sans politique climatique pourraient tendre vers :

- un réchauffement pouvant atteindre 4°C ;
- peu d'évolution des précipitations annuelles mais des contrastes saisonniers ;
- diminution du nombre de jour de gel et augmentation du nombre de journées chaudes ;
- assèchement des sols de plus en plus marqué.

Le climat atlantique évoluera principalement sur le plan des températures qui augmenteront tant sur les moyennes mensuelles ou annuelles que sur les températures extrêmes. Les mois d'été seront particulièrement touchés par l'augmentation des températures et donc par les vagues de chaleur. Celles-ci seront concomitantes avec des précipitations faibles, à hauteur de ce qui est observé actuellement, ce qui majorera le risque de stress hydrique.

Le cumul annuel des précipitations ne devrait en revanche pas être affecté, de même que les phénomènes de pluie intense. Ces derniers devraient être plus rares en automne, mais pourraient être plus intenses.

Pour le projet, les effets attendus du changement climatique concerneront donc :

- les périodes d'étiages, qui seront de plus en plus longues et fréquentent en saison estivale et qui affecteront les phénomènes d'hypoxie et favoriseront la remontée du bouchon vaseux en amont ;
- les crues, plus fréquentes et plus puissantes qui engendreront de forts apports ponctuels de sédiments depuis l'amont et des besoins de dragage d'urgence plus importants ;
- les températures croissantes de l'eau qui accentueront les besoins en oxygène dissous de la faune piscicole, favorisant les épisodes de mortalité piscicole et limitant encore davantage les pratiques de dragage dans la partie amont de l'estuaire en étiage.

Les autres paramètres climatiques ne sont pas de nature à avoir une incidence significative sur le site.

3.1.2 - Evolution du littoral

Les submersions marines représentent également des enjeux particulièrement importants dans la région puisque certains impacts attendus du changement climatique tels que l'élévation du niveau marin ou l'intensification de l'énergie de la houle exacerberont ces phénomènes qui grignoteront progressivement le littoral.

Concernant le littoral et le milieu marin, il est avéré que ceux-ci limitent le réchauffement global ainsi que le changement climatique en absorbant 30% du dioxyde de carbone (CO₂) émis par les activités humaines et en captant environ 90% de la chaleur supplémentaire générée par le réchauffement de la planète.

Malgré les incertitudes sur l'ampleur, la poursuite de l'élévation du niveau de la mer est inéluctable. En l'absence de mesures d'adaptation, cette élévation entrainera des submersions marines plus fréquentes et plus intenses lors des tempêtes au cours des prochaines décennies. Les risques induits sur les biens et les personnes augmenteront. L'élévation du niveau de la mer favorisera également la remontée du bouchon vaseux dans l'estuaire en lien avec l'augmentation potentielle des périodes d'étiage.

TABLEAU 57 IMPACTS ET MESURES A ENVISAGER VIS-A-VIS DES EVOLUTIONS CLIMATIQUES POUR LE PROJET

EFFETS CHANGEMENT CLIMATIQUE		IMPACTS POTENTIELS SUR LE PROJET
Augmentation des températures	Augmentation des températures extrême Submersion marine	Augmentation de la température de l'eau et augmentation des risques d'hypoxie / Anoxie en période estivale notamment. Usure du matériel, Conséquences pour le confort et la santé des travailleurs sur le site.
Précipitations moins fréquentes, mais plus intenses	Augmentation du risque d'inondation et des périodes de sécheresse	Augmentation des périodes d'étiage et de l'intensité des crues engendrant une augmentation de la variabilité des conditions naturelles et impactant potentiellement le dragage. Risque d'inondation sur certains secteurs. Conséquences sur le fonctionnement et la sécurité du dragage
Vent et tempête	Augmentation des épisodes climatiques extrêmes	Risque de rupture d'alimentation électrique. Conséquences sur la sécurité sur site, mais aussi pour les travailleurs Risque d'avarie d'un navire
Montée du niveau des eaux	Remontée du bouchon vaseux	Risque de modification du fonctionnement hydro sédimentaire de l'estuaire et augmentation des besoins de dragage en amont

3.1.3 - Impacts sur l'environnement du fait de la vulnérabilité du projet au changement climatique

Les opérations de dragage devront prendre en compte les conditions plus défavorables pour le milieu engendrées par la remontée du bouchon vaseux et la baisse des débits : périodes d'hypoxie et d'anoxie plus fréquentes notamment. Une adaptation des périodes de dragage sera probablement nécessaire, en cohérence avec l'évolution des conditions hydrosédimentaires de l'estuaire qui pourraient être amenées à évoluer.

3.1.4 - Synthèse des incidences du projet sur le climat et vulnérabilité du projet au changement climatique

Les effets potentiels du changement climatique dans le secteur du projet entraîneront une augmentation de la sensibilité aux phénomènes climatiques extrêmes (étiage, crues) ainsi qu'aux inondations. Cela pourra affecter significativement les opérations de dragage et de gestion des sédiments.

Il convient de noter que les opérations de dragage menées par le GPMNSN nécessitent de s'adapter en permanence aux conditions naturelles. La collaboration entre le GPMNSN et les parties prenantes de l'estuaire permettra d'anticiper les besoins d'évolution des pratiques.

De même, les conséquences du changement climatique sur la fréquence et les coûts d'entretien et de maintenance de l'infrastructure seront à envisager.

3.2 - Description des incidences négatives notables résultant de la vulnérabilité du projet à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs

Les activités de dragage sont pilotées de manière quotidienne par le GPMNSN. Le principal risque d'accident est lié aux conditions météorologiques et océaniques qui sont prises en compte dans la réalisation des opérations de dragage. De plus, les immersions ne sont réalisées que par une DAM adaptée aux milieux maritimes et une zone d'immersion dans l'estuaire pourrait être utilisée en cas d'urgence pour faire face à une contrainte naturelle et/ou technique (panne de la DAM par exemple).

De même, le risque de crue intense est également bien anticipé et permet de limiter le risque d'accident en arrêtant les opérations de dragage à l'amont (effet limité dans les sections aval du chenal) et en mettant à l'abri les engins.

Les opérations de dragage et de gestion des sédiments sont organisées de façon à limiter de manière optimale la sensibilité des opérations au changement climatique.

4 - ANALYSE DES EFFETS CUMULES DU PROJET AVEC D'AUTRES PROJETS

Conformément à l'article R.122-5 du Code de l'environnement, l'étude d'impact doit comporter une analyse des « effets cumulés avec d'autres projets connus ». L'article précise que les autres projets connus sont ceux qui, lors du dépôt de l'étude d'impact, ont fait l'objet :

- D'un document d'incidences au titre de l'article R. 181-14 et d'une enquête publique ;
- D'une évaluation environnementale au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu public.

Dans le cadre de cette analyse ont été pris en compte, parmi les projets, répondant à l'un des deux critères ci-dessus, les projets qui du fait de leur localisation à proximité du projet et/ou de leurs impacts potentiels, susceptibles d'induire des effets cumulés avec le projet.

4.1 - Réglementation

Conformément à l'article R.122-5 du Code de l'environnement, l'étude d'impact doit comporter une analyse des « effets cumulés avec d'autres projets connus ». L'article précise que les autres projets connus sont ceux qui, lors du dépôt de l'étude d'impact, ont fait l'objet :

- d'un document d'incidences au titre de l'article R. 181-14 et d'une enquête publique ;
- d'une évaluation environnementale au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu public.

Sont exclus, les projets :

- ayant fait l'objet d'un arrêté mentionnant un délai et devenus caducs,
- dont la décision d'autorisation est devenue caduque,
- dont l'enquête publique n'est plus valable,
- officiellement abandonnés par le maître d'ouvrage

Dans le cadre de cette analyse ont été pris en compte, parmi les projets, répondant à l'un des deux critères ci-dessus, les projets qui du fait de leur localisation à proximité du projet et/ou de leurs impacts potentiels, susceptibles d'induire des effets cumulés avec le projet de dragage du grand port maritime de Nantes Saint-Nazaire.

4.2 - Présentation des projets connus retenus

Les projets en zones côtières étant nombreux, il est nécessaire de prévoir les éventuels effets cumulés pouvant affecter l'environnement. Plusieurs projets ont été autorisés et/ou menés à proximité de la zone de dragage du GPMNSN depuis l'année 2017.

Les projets présentés dans les tableaux suivants sont les projets ayant fait l'objet d'une étude d'incidence environnementale ou d'une évaluation environnementale dans un rayon d'environ 6 km autour de la Loire et jusqu'à 30 km autour de la zone d'immersion et du chenal sur le littoral.

Au moment de la rédaction du présent dossier (novembre 2023) dans la zone définie ci-dessus, 209 projets ont fait l'objet d'une étude d'incidence environnementale au titre de l'article R.181-14, parmi lesquels 31 étaient en contact avec le milieu marin ou littoral dont 2 ont été soumis à étude d'impact. 62 projets ont fait l'objet d'une évaluation environnementale, 12 d'entre eux étaient en interaction avec le milieu marin et 5 étaient susceptibles d'interagir avec le projet de dragage du GPMNSN.

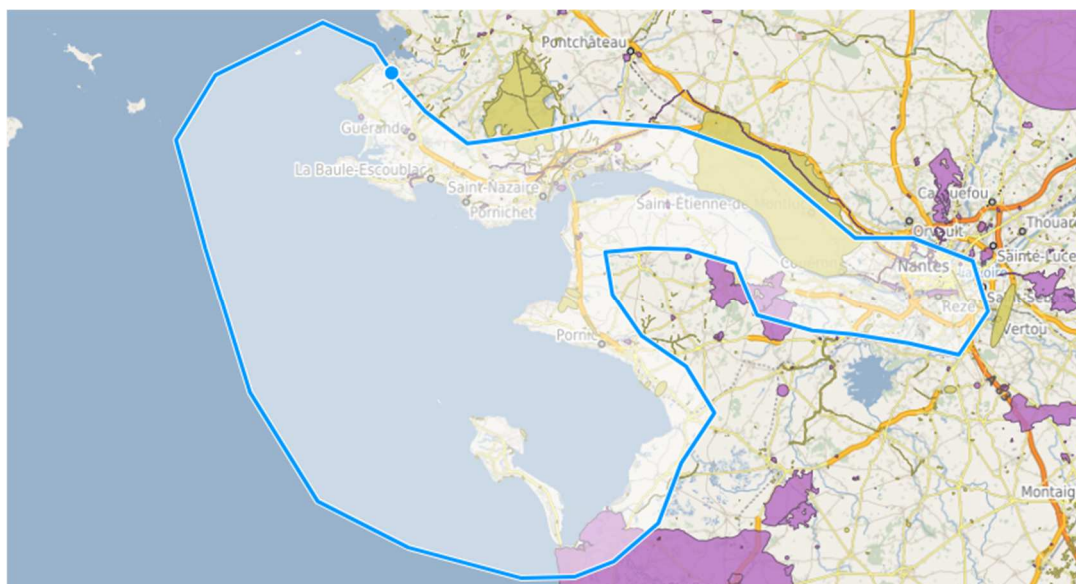


FIGURE 163 ZONE DE RECHERCHE DE PROJET POUVANT AVOIR DES EFFETS CUMULES (CARTO.SIGLOIRE.FR)

TABLEAU 58 PROJETS AYANT FAIT L'OBJET D'UNE ETUDE D'INCIDENCE OU ETUDE ENVIRONNEMENTALE

PROJETS	DATE AVIS/DECISION	LOCALISATION	DISTANCE AU PROJET	PRISE EN COMPTE DES EFFETS CUMULES
Projets soumis à étude d'impact				
Implantation et exploitation d'un parc éolien en mer au large de la commune de Saint-Nazaire	2015	Large de Saint-Nazaire (estuaire externe de la Loire)	0 km	Oui, cependant effets du projet éolien considérés négligeables en phase exploitation, ou non corrélés aux impacts du projet de dragage de GPMNSN
Parc d'Armor Haut et Bas à Pornichet	25/09/2019	Pornichet	6 km	Oui, cependant projet situé à 1 km de la côte et sans lien évident entre le Parc et le chenal dragué
Dragage d'entretien du port à flot de Pornichet et l'extension d'un terre-plein portuaire	03/09/2014	Pornichet	6 km	Oui, effets potentiels localisés à proximité de Pornichet
Renforcement des digues du secteur des Moutiers-en-Retz - Villeneuve-en-Retz	10/02/2017	Moutiers-en-Retz/Villeneuve-en-Retz	25 km	Non, projet éloigné
Projets soumis à autorisation au titre de la loi sur l'eau				
Réfection des digues situées au sud du Port du Bec à Beauvoir-sur-Mer	10/02/2017	Beauvoir-sur-Mer	30 km	Non, projet éloigné
Aménagement du port départemental de La Turballe	29/05/2020	La Turballe	30 km	Non, projet éloigné
Dragage d'entretien du port de Pornic	30/10/2018	Pornic	10 km	Oui, effets potentiels localisés à proximité de Pornic
Projets soumis au cas par cas dont une étude d'impact a été demandée				
Sécurisation des étiers de l'île de Noirmoutier	28/07/2017	Noirmoutier	23 km	Non, projet éloigné
Aménagement sur le Polder du Dain - Bouin	25/09/2020	Bouin	30 km	Non, projet éloigné
Autre projet				
Approfondissement du futur quai EOLE	-	Saint Nazaire	0 km	Non, projet en cours d'étude

4.3 - Analyse des effets cumulés du dragage du GPMNSN et des projets annexes

4.3.1 - Implantation et exploitation d'un parc éolien en mer au large de la commune de Saint-Nazaire

En 2015 a été réalisée une étude d'impact pour la création d'un parc éolien en mer au large de Saint-Nazaire. D'une capacité de 480 MW, le parc éolien en mer de Saint-Nazaire, codétenu par EDF Renouvelables, filiale à 100% du groupe EDF et EIH Sarl., coentreprise entre Enbridge Inc. et Canada Pension Plan Investment Board, est composé de 80 éoliennes localisées sur le plateau rocheux du banc de Guérande, à plus de 12 km au large des côtes de la presqu'île. Le parc a été mis en service en novembre 2022 et produit 20% de la consommation électrique de la Loire-Atlantique. Le site d'implantation du parc se trouve à une faible distance de la zone de dragage et de la zone d'immersion de la Lambarde.

La mise en service ayant eu lieu en 2022, seuls les impacts éventuels de la phase exploitation sont à prendre en compte dans cette étude. Ainsi, les effets négatifs potentiels liés à l'exploitation du parc sont les suivants :

- à proximité immédiate des fondations en mer, les agents hydrodynamiques subissent des perturbations localisées qui conduisent à la formation d'une fosse d'affouillement lorsque les fondations des éoliennes sont localisées sur des fonds meubles (les sédiments meubles sont expulsés et la profondeur augmente). Pour pallier ce phénomène, il a été prévu l'implantation de protections anti-affouillements au pied des fondations localisées sur fonds meubles (5 éoliennes au nord-est du parc : G04 à G08) ;
- la présence des câbles (y compris de leurs éventuelles protections) ne constitue pas un obstacle majeur à la dynamique sédimentaire : aucun phénomène d'érosion ou d'accumulation aux abords directs des tracés des câbles n'est prévisible ;
- lors de la phase exploitation, il est possible que des émissions d'aluminium aient lieu sous forme dissoute ou particulaire par les anodes sacrificielles. L'utilisation de matériaux inertes, exempts de toute pollution ainsi que l'absence de peinture de protection antifouling sur les monopieux permettent d'éviter cela ;
- imperméabilisation de surfaces, augmentation des débits de pointe au niveau du poste de raccordement. Dans l'optique de réduire cet effet, des ouvrages de collecte et de gestion des eaux pluviales et de ruissellement seront mis en place ;
- Concernant l'acoustique aérienne en phase exploitation, une faible sensibilité est considérée, l'émergence sonore étant variable selon le type de matériel implanté au poste de raccordement ;
- il existe un risque moyen à faible de collision et de barotraumatisme avec les chiroptères et l'avifaune. Une modulation de l'intensité lumineuse permettra de réduire les collisions, et un encadrement du transit des navires de maintenance, une sensibilisation de la plaisance et un soutien de la mise en œuvre d'actions de préservation des îlots utilisés comme sites de nidification dans la zone d'influence du parc ont été prévus ;
- des restrictions des usages au sein du parc et sur le tracé des câbles de raccordement sont présentes, de même que le risque de collision et de croche. Cependant l'ensouillage des câbles ou la pose de protections permettent de limiter les risques de croches et favoriser le maintien de l'activité de pêche. L'exploitant du parc s'est également engagé à remplacer ou récupérer le matériel de pêche perdu par les pêcheurs professionnels en activité, au sein du parc éolien, afin d'éviter les risques d'accident. Les éoliennes ont également été disposées de manière à limiter le risque d'accident ;
- l'information des radars de surveillance risque d'être dégradée sur le parc. Les pêcheurs devraient alors être équipés de matériel de navigation et de sécurité ;
- enfin, l'intégration paysagère du parc est difficile.

Les effets concernant la qualité de l'eau, le bruit et la dynamique sédimentaire sont considérés négligeables en phase exploitation. Les effets sur l'avifaune, les chiroptères, l'intégration paysagère, l'imperméabilisation des sols et la sécurité en mer ne seront pas amplifiés par les activités de dragage.

Sur la base des éléments précédent on peut considérer que le risque d'effets cumulés avec le projet du parc éolien de Saint-Nazaire est faible.

4.3.2 - Dragage d'entretien du port à flot de Pornichet et l'extension d'un terre-plein portuaire

Le port de Pornichet est situé en rive Nord de l'estuaire de la Loire à l'aval de Saint-Nazaire. Le bassin de plaisance géré par la SA Port de Pornichet permet d'abriter 1150 bateaux sur une superficie totale d'environ 12 ha. Un port d'échouage géré quant à lui par la chambre de commerce et d'industrie (CCI) de Nantes Saint-Nazaire, le jouxte, côté Nord. Un dossier d'étude d'impact présenté par la SA Port de Pornichet porte sur l'extension du terre-plein de l'aire de carénage et le dragage d'entretien du port à flot, dont l'objectif est de maintenir les cotes d'exploitation et de satisfaire aux bonnes conditions d'accès pour les bateaux de plaisance.

Les opérations de dragage d'entretien sont sollicitées pour un volume total de 215 000 m³ sur 10 ans réparties en trois opérations principales par drague aspiratrice :

- 39 500 m³ au niveau de l'avant-port durant l'hiver 2014-2015 ;
- 80 500 m³ dans les autres secteurs durant l'hiver 2015-2016 ;
- 80 000 m³ à l'horizon 2024 ;
- Accompagné d'un entretien régulier de 5 000 m³ tous les deux à quatre ans.

Dans l'optique de limiter au maximum les incidences liées au dragage et la prolifération de matériaux contaminés, il est prévu de respecter un calendrier de dragage établi au préalable ainsi que les conditions de phasage à la marée. En outre, les éventuelles effets pouvant apparaître dans la zone de dragage du port de Pornichet seront localisés au niveau de la zone de dragage et ont très peu de risque d'atteindre la zone de dragage du GPMNSN ainsi que la zone d'immersion de la Lambarde au vu de la distance séparant les deux zones (6km).

De plus, la modélisation avec le modèle 3D HySQL (2023) a montré, sur la base de la simulation de l'année hydrologique moyenne 2017-2018, que les concentrations en MES issues des immersions de La Lambarde sont très faibles, demeurant toujours inférieures à 0,02 g/l, celles issues de la Loire pouvant atteindre 0,3 g/l. Globalement, pour le percentile 50 (valeur qui n'est pas dépassée 50% du temps), la contribution des immersions à la Lambarde sur la concentration globale en MES en baie de La Baule est d'environ 23 %, pour une valeur de 0,005 g/l. Ces niveaux de MES sont faibles relativement à ceux d'un panache de dragage qui serait issu de l'entretien du port de Pornichet.

Le risque d'effets cumulés et donc faible.

4.3.3 - Parc d'Armor Haut et Bas à Pornichet

Dans la ville de Pornichet, le Groupe GIBOIRE ainsi que le groupe EDOUARD DENIS envisagent la réalisation de plusieurs opérations d'aménagement et de construction sur le secteur du Parc d'Armor. Les projets envisagés consistent en la création de logements individuels et collectifs, ainsi qu'en l'amélioration de la desserte du secteur via l'aménagement d'un carrefour giratoire et d'un cheminement piéton vers l'avenue Camille Flammarion. La réalisation de ce projet a été prévue sur 28 mois avec un démarrage des travaux en 2021 et la livraison des derniers logements est prévue en 2024.

La zone du projet se trouve à environ 1km de la côte, ce qui limite le risque de pollution des eaux côtières. De plus, le projet ne présente pas de risque important vis-à-vis de la pollution des eaux de surface, et ne possède pas de lien direct avec les eaux de transition et l'océan Atlantique. Enfin, des dispositifs sont mis en œuvre afin de garantir la collecte, la rétention et le traitement des eaux de ruissellement potentiellement impactées avant le rejet au milieu récepteur. Ces dispositifs favoriseront notamment l'épuration des eaux. Des dispositifs de prévention, de confinement en cas de pollution accidentelle seront également mis en œuvre. Le risque d'interaction entre le projet d'aménagement et le dragage du GPMNSN est faible.

4.3.4 - Dragage d'entretien du port de Pornic

Les opérations de dragage d'entretien du port de Pornic concernent un volume maximum de sédiments de 20 000m³ dont 80% sont gérés sur la zone d'immersion de la Couronnée située à environ 5km au Sud du port. La zone d'immersion est située à environ 15km de la zone de la Lambarde. Les faibles volumes concernés, associés à la distance importante entre la zone de la Lambarde et la zone de la Couronnée permettent de limiter fortement les risques d'incidences cumulées qui peuvent être considérées comme négligeables même en cas de clapage concomitants.

La modélisation avec le modèle HySQEL (2023) montre, pour l'année hydrologique moyenne 2017-2018, que les concentrations en MES issues des immersions de La Lambarde à l'entrée de la baie de Bourgneuf ont, pour le percentile 50 (valeur qui n'est pas dépassée 50% du temps), une valeur de 0,016 g/l. La zone de la Couronnée est plus éloignée de la zone d'immersion et les concentrations issues de La Lambarde y seront encore plus faibles. Ces niveaux de MES ne sont pas de nature à induire un effet cumulé aggravant la turbidité du rejet du dragage du port de Pornic.

En conclusion, les projets récents ou en cours à proximité de la zone de dragage du GPMNSN ne posent que peu de risques d'interactions et n'aggravent pas les impacts liés au dragage du grand port.

5 - SYNTHES DES INCIDENCES DU PROJET

TABLEAU 59 SYNTHSE DES INCIDENCES DES OPERATIONS DE DRAGAGE ET DE GESTION DES SEDIMENTS

Thématique		Effet	Cause	Durée	Incidence	Mesures E et R	Après mesures E et R
CONTEXTE PHYSIQUE	Climat, conditions océanographiques, géologie	Ces enjeux ne seront pas impactés par le projet.	-	-	Nulle	-	Nulle
	Changement climatique	Les émissions du port sont limitées par rapport aux activités de la zone. Le changement de motorisation et de carburant de la DAM Champlain a permis de réduire d'autant plus les émissions.	Directe	Permanente	Faible	MR1-MR2	Négligeable
	Morphologie, bathymétrie	Les opérations du GPMNSN vont avoir une incidence négative faible sur les zones de dragage, négligeable sur les zones d'immersion de l'estuaire interne et une incidence négative moyenne sur le site d'immersion de la Lambarde et sa proche périphérie.	Directe	Temporaire	Moyenne	MR2	Moyenne
	Nature des fonds sédimentaires	Après dragage les sédiments se redéposent naturellement. Leur nature n'évolue pas de manière significative avec les opérations de dragage.	-	-	Négligeable	MR2	Négligeable
		Les opérations d'immersion engendrent un ensablement progressif et localisé de la zone de la Lambarde	Directe	Temporaire	Moyenne	MR3	Faible
	Hydrographie, hydrologie	Les opérations de dragage et de gestion des sédiments ne sont pas de nature à avoir une incidence significative sur l'hydrographie ou l'hydrologie de l'estuaire de la Loire.	-	-	Négligeable	MR2	Négligeable
	Hydrodynamisme	Les opérations de dragage par DAM / DAS / DIE ou de gestion des sédiments font partie intégrante de l'équilibre hydrodynamique actuel de l'estuaire. Leur mise en œuvre n'est pas de nature à modifier l'hydrodynamisme actuel de l'estuaire.	-	-	Négligeable	MR2	Négligeable
	Dynamique hydrosédimentaire	Les volumes de sédiments remis en suspension par les opérations de dragage sont très faibles vis-à-vis des conditions naturelles. Les incidences sur la sédimentation latérale et la sédimentation portuaire sont négligeables.	Directe	Temporaire	Faible	MR2	Faible
Les volumes de sédiments clapés dans l'estuaire ou sur le site de la Lambarde sont très réduits vis-à-vis des conditions naturelles.		Directe	Temporaire	MR3			

Thématique		Effet	Cause	Durée	Incidence	Mesures E et R	Après mesures E et R
CONTEXTE QUALITE DES EAUX ET DES SEDIMENTS	Qualité de l'eau	Les opérations de dragage et de gestion des sédiments concernent des volumes de sédiments de bonne qualité et des volumes réduits au regard des conditions naturelles. Ces opérations ont une incidence faible sur la teneur en matière en suspension, les teneurs en oxygène dissous, les concentrations en polluants et nutriments et la qualité bactériologique de l'eau.	Directe	Temporaire	Faible	MR1 à MR5	Faible
		Une pollution accidentelle pourra avoir une incidence forte sur la qualité de l'eau. Cette incidence sera très localisée et temporaire. La mise en œuvre de moyens de prévention et de prise en charge de ce type de pollution permet de garantir l'absence d'incidence significative d'une pollution accidentelle sur la qualité de l'eau ou des sédiments.			Forte	MR5	Faible
	Qualité des sédiments	Du fait de la bonne qualité globale des sédiments dragués et de la dispersion des fines lors de leur gestion en remise en suspension ou en immersion, les opérations du GPMNSN auront une incidence faible sur la qualité des sédiments de l'estuaire ou de la zone d'immersion.	Indirecte	Temporaire	Faible	MR1 à MR5	Faible
		Compte tenu du fait que les éléments polluants sont essentiellement des hydrocarbures légers ou très volatils, ils resteront en surface en cas de pollution accidentelle. L'impact sur les fonds peut ainsi être considéré comme faible à négligeable.			Faible	MR1 à MR5	Faible

Thématique		Effet	Cause	Durée	Incidence	Mesures E et R	Après mesures E et R
MILIEU NATUREL	Phytoplancton	Le phytoplancton est sensible à la qualité de l'eau (notamment la teneur en nutriments) et à la dynamique hydrosédimentaire locale. Les opérations de dragage et de gestion des sédiments ont une incidence limitée sur ces paramètres et ne sont pas à l'origine des blooms phytoplanctoniques détectés dans la zone d'étude.	-	-	Négligeable	MR2	Négligeable
	Peuplements benthiques	Les zones de dragage ne présentent pas une grande richesse de faune benthique du fait de la régularité des opérations. La faune benthique de l'estuaire est de plus presque exclusivement localisée dans la zone intertidale (vasières) alors que les prélèvements concernant les dragages sont effectués en zone subtidale.	-	-	Négligeable	MR2, MR3	Négligeable
		Les organismes benthiques de l'estuaire peuvent supporter sans dommages des hausses temporaires de turbidités en lien avec les opérations de remise en suspension ou le clapage dans l'estuaire, la présence du bouchon vaseux les familiarisant avec des concentrations élevées en matières en suspension. Les zones sur lesquelles des immersions sont réalisées présentent une biodiversité et une densité plus faibles que les autres stations, témoignant ainsi d'un impact direct des immersions sur le site, mais localisé à la sous-zone utilisée et aux sous-zones de son voisinage.	Directe	Temporaire	Moyen		Faible
	Macroalgues	Les macroalgues sont principalement soumises aux évolutions naturelles du milieu maritime (notamment de la turbidité en lien avec les crues). Les opérations de dragage peuvent avoir une incidence sur les peuplements du fait du recouvrement par les sédiments (limité) mais aussi de l'augmentation de la turbidité dans le milieu en lien avec une diminution de la pénétration de la lumière. Ces incidences sont cependant limitées au regard de l'influence des conditions naturelles.	Indirecte	Temporaire	Faible	-	Faible
	Ichtyofaune	Les effets mécaniques des dragages peuvent être considérés comme faibles à moyens, temporaires et très localisés autour de la drague. L'incidence des opérations de dragage sur l'ichtyofaune peut être considérée comme moyenne, localisée et temporaire. Elle est principalement liée à l'incidence potentielle des opérations de dragage sur la teneur en MES et d'O ² dissous.	Directe	Temporaire	Moyenne	MR6	Faible

Thématique		Effet	Cause	Durée	Incidence	Mesures E et R	Après mesures E et R
MILIEU NATUREL	Ichtyofaune	L'effet direct d'ensevelissement d'espèces benthiques par les immersions est bien réel mais limité à une faible surface et temporaire. Les opérations d'immersion engendrent une turbidité forte localement mais très temporaire et des teneurs en MES globalement inférieures ou égales à celles du milieu naturel aux alentours.	Directe	Temporaire	Faible	MR6	Faible
	Avifaune	L'incidence des opérations de dragage sur l'alimentation et le dérangement des oiseaux peut être considérée comme limitée (pas de modification des ressources trophiques ou de détection des proies). Les activités de repos ou de reproduction ne sont pas impactées par les opérations du GPMNSN.	Indirecte	Temporaire	Faible	-	Faible
	Mammifères	Les opérations de dragage sont réalisées dans des zones pas voire très peu fréquentées par les mammifères marins du fait des conditions naturelles. Les incidences des opérations de dragage sur les mammifères marins sont négligeables.	Indirecte	Temporaire	Faible	-	Faible
		Les immersions ne semblent perturber que faiblement les poissons, espèces proies des mammifères marins. Les clapages sont donc peu préjudiciables au nourrissage des mammifères marins. Lors des immersions, les mammifères marins chasseront en dehors des zones turbides.	Indirecte	Temporaire	Faible	-	Faible

Thématique		Effet	Cause	Durée	Incidence	Mesures E et R	Après mesures E et R
PAYSAGE ET PATRIMOINE	Paysage	Les activités liées aux dragages et aux clapages des sédiments vont induire de potentielles incidences sur le paysage telles que la perturbation des perspectives paysagères en bord de l'estuaire notamment avec la circulation des engins. Toutefois, le trafic maritime est déjà ancré dans le paysage estuarien.	-	-	Négligeable	-	Négligeable
	Patrimoine	La navigation liée aux déplacements des engins n'entraînera pas une augmentation significative du trafic maritime déjà présent, l'altération de la qualité visuelle des paysages ne sera donc pas altérée. Enfin les périmètres des monuments historiques protégées sont principalement terrestres sauf pour le phare du Grand-Charpentier et la balise des Morées mais les dragages n'auront aucune incidence sur ces sites.	Directe	Temporaire	Faible	-	Faible
MILIEU HUMAIN	Population humaine, santé	Au regard des émissions de CO ₂ au niveau régional, de la diminution des volumes dragués ces dernières années et du fait que la zone soit un milieu ouvert fortement soumis aux entrées maritimes, on peut considérer que les opérations de dragage et de gestion des sédiments n'engendrent pas d'incidence significative sur la qualité de l'air. L'incidence des opérations de dragage et d'immersion sur le contexte acoustique peut être considéré comme faible, notamment au regard des durées de travail et travaux sur la DAS. Les travaux de dragage et d'immersion n'engendrent pas d'incidence sur les organismes comestibles.	Directe	Temporaire	Faible	MR1, MR2, MR4	Faible

Thématique		Effet	Cause	Durée	Incidence	Mesures E et R	Après mesures E et R
MILIEU HUMAIN	Activités économique	<p>Les incidences des immersions sur la navigation et les activités portuaires sont essentiellement liées au trajet qu'effectue la drague depuis les zones de dragage jusqu'au site d'immersion de la Lambarde. Elles sont ainsi globalement positives.</p> <p>Les effets sur l'activité de pêche peuvent être considérés comme négligeables au regard de l'absence d'incidence sur le milieu et les peuplements ainsi que de l'habitude des pêcheurs de travailler en parallèle des opérations de dragage.</p> <p>Les opérations de dragage et d'immersion n'ont pas d'incidence significative sur la conchyliculture.</p> <p>Les clapages induisent un recouvrement limité par des particules fines sur les concessions, de l'ordre du millimètre. Ce dépôt est négligeable vis-à-vis de l'activité d'extraction et de la dynamique sédimentaire naturelle dans l'estuaire externe.</p> <p>La présence de la DAM peut engendrer un risque pour les navires d'entretien du parc. Ce risque est cependant très limité au regard de l'organisation du trafic maritime actuel.</p> <p>L'incidence sur les ports littoraux peut être considérée comme négligeable.</p> <p>Les activités d'immersion sur le site sont de longue date inscrites dans le paysage maritime local. Elles appartiennent au cortège d'activités générées par le complexe industrialo-portuaire du GPMNSN et sont acceptées comme telles dans la mesure où elles n'induisent aucune perturbation sur les activités de loisir littorales.</p> <p>Les opérations de dragage et d'immersion n'ont pas d'incidence sur les activités industrielles et technologiques et sur les servitudes.</p>	-	-	Négligeable	-	Négligeable
	Usages de l'eau	<p>Les dragages/immersion n'ont pas d'effets notables sur la qualité des eaux. Par conséquent, les effets des dragages sur les prises et rejets d'eau peuvent être considérés comme négligeables.</p>	-	-	Négligeable	MR2, MR4	Négligeable

6 - SYNTHESES DES MESURES ERC PREVUES PAR LE MAITRE D'OUVRAGE

Les mesures proposées dans le cadre de ce projet sont uniquement des mesures de réduction des incidences. Les incidences résiduelles sont suffisamment limitées pour ne pas nécessiter de mesures de compensation.

Ces mesures sont d'ores et déjà mises en œuvre par le GPMNSN dans le cadre de sa démarche d'amélioration continue.

TABLEAU 60 SYNTHESE DES MESURES ERC PREVUES PAR LE MAITRE D'OUVRAGE AVEC CLASSIFICATION CEREMA

TYPE	NUMERO DE LA MESURE	DESCRIPTION	OPERATIONS CONCERNEES	EFFETS ATTENDUS
Réduction	MR1 - R2.2p	Mise en œuvre d'un plan de sobriété énergétique.	DRAGAGE / ACTIVITES PORTUAIRES	Réduction des émissions de GES
	MR2 - R2.1b	Optimisation des opérations de dragage. Cette mesure consiste à mettre en œuvre les trois niveaux d'optimisation des dragages.	DRAGAGE	Réduction des volumes dragués et remis en suspension ou immergés.
	MR3 - R2.1c	Optimisation des opérations d'immersion : mieux répartir les sédiments sur la zone d'immersion et limiter les incidences sur la nature sédimentaire. Améliorer la stabilité des dépôts de sédiments et réduire ainsi les retours de sédiments vers les estuaires externe et interne.	IMMERSION	Optimiser le mode de gestion des sédiments sur le site de la Lambarde
	MR4 - R1.1a, R2.1d, R2.1s	Mise en œuvre d'un chantier propre.	DRAGAGE / IMMERSION	Réduction globale des effets des travaux sur le milieu naturel.
	MR5 - R2.1d	Dispositif préventif de lutte contre une pollution accidentelle.	DRAGAGE / IMMERSION	Réduire les risques de pollution dans le cadre des opérations de dragage et de gestion des sédiments et intervenir pour limiter l'incidence des pollutions accidentelles.
	MR6 - R3.2a	Adaptation des pratiques de dragage des sections 11 et 12 a l'hydrologie.	DRAGAGE	Pas d'intervention en période sensible pour l'ichtyofaune en étiage en amont.

7 - MESURES ET MODALITES DE SUIVI ET D'ACCOMPAGNEMENT

7.1 - Mesures de suivi

Les opérations de dragage et d'immersion font l'objet de plusieurs mesures de suivi et de surveillance. La majeure partie de ces mesures sera poursuivie dans le cadre des opérations de dragage de 2025-2034.

7.1.1 - Mesures de suivi ponctuelles ou arrêtées

Un seul suivi a été réalisé sur la période de dragage précédente qui ne sera pas poursuivi entre 2025 et 2034 :

- **suivi de la sédimentation latérale** : Les résultats de ce suivi ont mis en évidence l'absence d'influence significative des opérations de dragage sur la sédimentation latérale dans l'estuaire. Tout comme pour les matières en suspension, les conditions naturelles (marées et débits de la Loire) sont le principal facteur de sédimentation latérale.

Trois autres suivis ont également été réalisés de manière ponctuelle par le GPMNSN :

- **suivi avifaune** : ponctuel (2016/2017), hors arrêté préfectoral ;
- **suivi ichtyofaune** : ponctuel (2018/2019) hors arrêté préfectoral ;
- **suivi ponctuel** des opérations de dragage-immersion de la drague CONTI en février 2023.

7.1.2 - Mesures de suivi existantes et poursuivies

7.1.2.1 - Suivis des opérations de dragage

Les suivis environnementaux des opérations de dragage actuellement mis en œuvre et qui seront poursuivis au regard des enjeux du projet sont les suivants :

- suivi technique via la réalisation des **fiches dragage** : annuel (disponibles en Annexe 01). Ces fiches intégreront un suivi des évolutions du trafic, des tirants d'eau et des cotes de navigations ;
- **autosurveillance** des opérations de dragage : **un registre des opérations** est tenu à bord de chacune des dragues. Ce registre est adapté à chaque engin de dragage (DAM, DAS, injection d'eau) et comprend tous les éléments nécessaires à la bonne justification des opérations (début et fin du chargement, durée du chargement, volumes en puits...). Ces registres seront tenus en permanence et mis à la disposition de la Police de l'Eau si elle le souhaite.
- **suivi bathymétrique** des zones de dragage : mensuel, périodicité plus courte en phase de sédimentation marquée ;
- suivi de la **qualité des sédiments** : annuel. Ce suivi sera réalisé sur les points actuellement suivi par le GPMNSN et qui couvrent l'ensemble des zones de dragage. Le plan d'échantillonnage sera complété pour prendre en compte la nouvelle zone de dragage d'entretien du quai de la future plateforme EOLE ;
- suivi de la **qualité de l'eau** : turbidité et oxygène dissous (O₂d) : très régulier et systématique si le débit de la Loire est inférieur à 500 m³/s ;
- modélisations de l'incidence hydrosédimentaire et sur la qualité des eaux des opérations de dragage-immersions si de nouvelles pratiques le nécessitent ;
- suivi de la **faune benthique** des zones de dragage: tous les 2 ans ;

7.1.2.2 - Suivis des opérations d'immersion

Les suivis environnementaux des opérations de gestion des sédiments actuellement mis en œuvre et qui seront poursuivis au regard des enjeux du projet sont les suivants :

- **Autosurveillance** des opérations d'immersion : A bord de la drague, les données sont automatiquement acquises à chaque opération d'immersion. Elles intègrent la provenance des matériaux, le volume chargé, la densité des matériaux clapés, la position et la profondeur du lieu de clapage. Sur demande particulière de la Police de l'Eau au Grand Port Maritime de Nantes-Saint-Nazaire, les informations relatives aux opérations d'immersion (point d'immersion, heure, volume immergé, provenance) seront transmises aux services dans les meilleurs délais. En tout état de cause, une synthèse périodique sera adressée à la Police de l'Eau.
- **Suivi bathymétrique** : semestriel pour le site de la Lambarde, bimestriel pour la sous-zone exploitée. Pour les fosses intermédiaires, suivi bathymétrique en fonction de l'intensité de l'utilisation de la zone :
 - les levés seront semestriels, un levé en début d'année et un second en juillet-août, en dehors de la période de forte activité des dragues.
 - une seule emprise a été définie, elle permet d'englober toutes les évolutions observées grâce au suivi et intègre l'évolution du périmètre de la zone d'immersion.

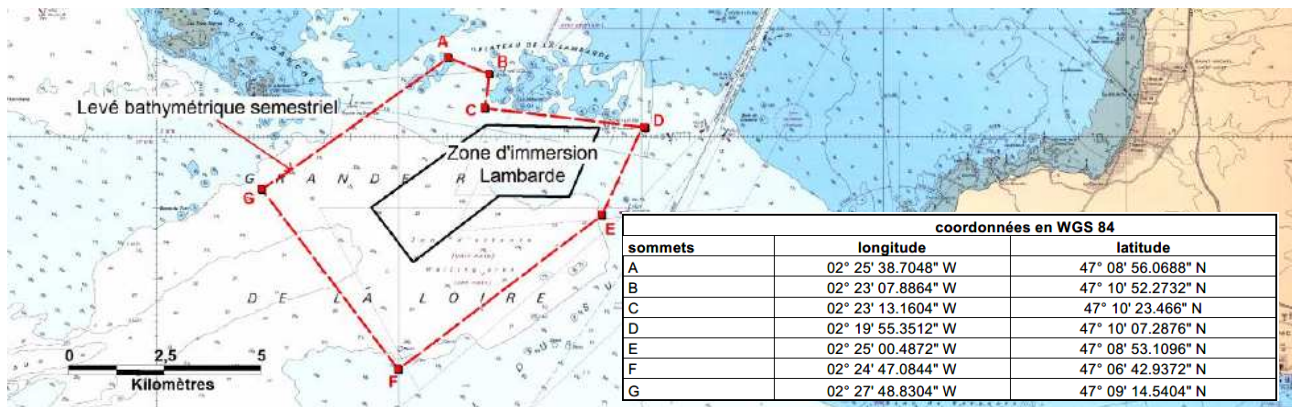


FIGURE 164 LOCALISATION DU PERIMETRE DU SUIVI BATHYMETRIQUE

- Suivi de la **qualité des sédiments** : tous les 3 ans ;
- Suivi de la **qualité de l'eau** : annuel (IFREMER, ARS, DCE). Ce suivi se base sur les réseaux existants et notamment sur le suivi sanitaire de l'IFREMER sur les gisements de coquillages ;
- Suivi de la **faune benthique** : tous les 2 ans ;
- Suivi des **macroalgues** (organisme bioindicateur) : annuel ;
- Suivi de la **stabilité et de la dispersion des sédiments** sur le site de la Lambarde : suivi à l'aide des bathymétrie et des modélisations (si nécessaire).

7.1.2.3 - Modalités de mise en œuvre des suivis

Les suivis réalisés par le GPMNSN sont encadrés par les modalités suivantes :

- les protocoles de suivi sont ceux mis en œuvre dans le cadre de l'autorisation précédente et ils sont présentés dans les rapports de suivi. ;
- un bilan annuel des résultats de ces suivis sera réalisé et transmis à la Police de l'Eau et aux membres du comité de suivi (CS). Ils seront présentés au CS et au Dialogue Territorial (DT), l'instance qui remplace la Commission Locale d'Information (CLI) ;
- un bilan intermédiaire après 5 ans sera réalisé. Il sera transmis à la Police de l'Eau et aux membres du comité de suivi et présenté devant cette instance et devant le DT.

7.1.3 - Nouvelles mesures de suivi proposées

7.1.3.1 - Suivis complémentaires proposés des opérations de dragage et d'immersion

De façon à optimiser le suivi de ces opérations, le GPMNSN propose :

- d'optimiser ses modalités de caractérisation des sédiments, sur les secteurs où les besoins en dragage le permettent (fréquence de dragage compatible avec les délais de prélèvements et d'analyses des sédiments), de manière à disposer des résultats d'analyse par secteur à draguer avant l'intervention de la drague. La plus grande partie du chenal de navigation et plusieurs souilles, notamment à Donges, qui sont très sollicitées, ne peuvent être intégrées dans cette démarche compte tenu des besoins en dragage de ces secteurs. Les zones pouvant bénéficier de cette démarche seront identifiées chaque année en fonction des besoins et des fréquences de dragage évalués en fonction des sondages bathymétriques menés en continu par le port (Cf. le schéma directeur des dragages en annexe 19 et le Plan de Gestion Opérationnel des Dragages en annexe 20) ;
- de réaliser une étude d'acquisition de connaissances sur la **fréquentation de l'estuaire par l'ichtyofaune** ;
- la mise en œuvre de **l'indicateur développé par le projet INDICLAP** (INDicateur d'Impact de CLAPage) en collaboration avec l'OFB dans le cadre de l'action C4 du LIFE Marha « *faire évoluer les pratiques par l'analyse des pressions sur les habitats* » ;
- Suivi de la bathymétrie de la zone d'immersion par réalisation de coupes longitudinales et transversales à mi-parcours de l'autorisation ;
- un **suivi morpho-sédimentaire** sur la zone d'immersion permettant de **cartographier les habitats marins**. Pour ce faire, une campagne de prélèvements sera réalisée **tous les 5 ans** en automne sur l'ensemble des stations indiquées sur le plan ci-dessous. 31 stations seront ainsi échantillonnées par benne Van Veen dont 15 sur le site de la Lambarde et 16 autour. Une surface de 0.5 m² sera prélevée à chaque station. Les prélèvements seront utilisés pour réaliser des analyses granulométriques, afin d'identifier les faciès sédimentaires présents. De même, les teneurs en matières organiques seront déterminées. Les espèces de la macrofaune benthique seront déterminées jusqu'à l'espèce, ou a minima jusqu'au genre. Les abondances, la densité et la richesse seront déterminées. Les indices de qualité biologique seront calculés et les peuplements benthiques identifiés. Les habitats ainsi déterminés seront comparés avec les habitats cartographiés dans la bibliographie ;

Le coût de ce suivi s'élève à 60 k€HT/campagne.

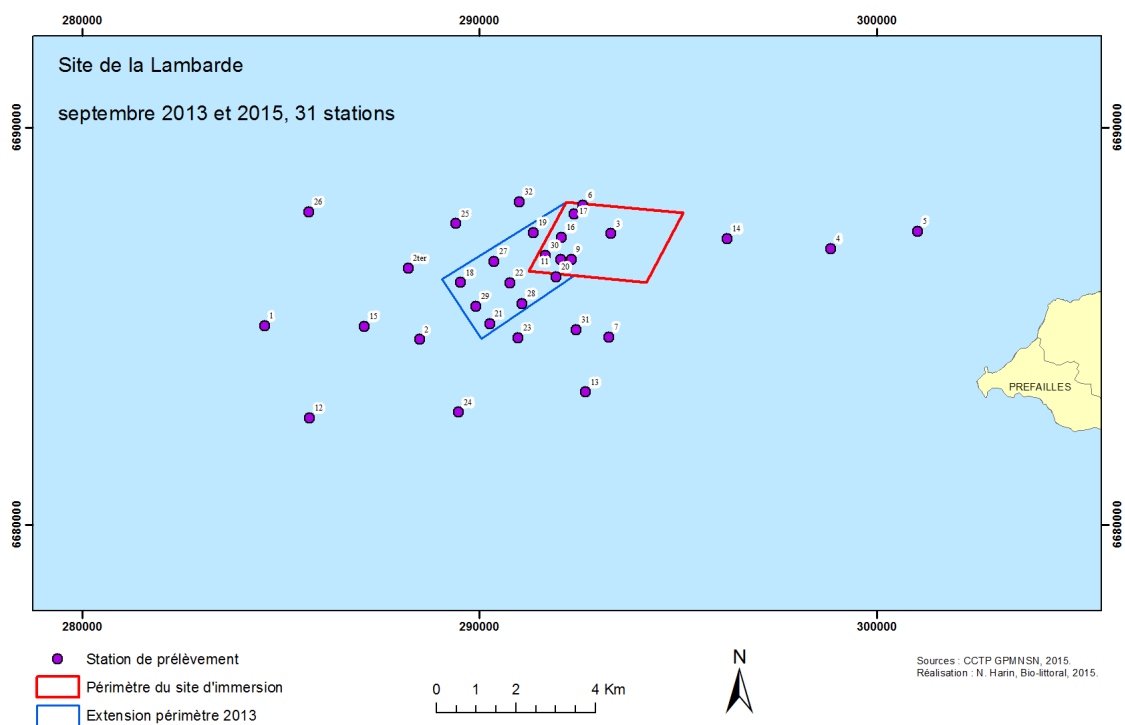


FIGURE 165 LOCALISATION DES POINTS DE SUIVI MORPHO-SEDIMENTAIRE

7.1.3.2 - Modalités de mise en œuvre du suivi de la qualité des sédiments

Le GPMNSN va tenter, autant que faire se peut, de caractériser la qualité des sédiments avant la réalisation des dragages. Toutefois, les contraintes d'exploitation étant ce qu'elles sont en termes de navigation maritime, cela ne sera pas forcément faisable, notamment dans les secteurs faisant l'objet de dragage en continu.

Afin d'avoir une vision plus exhaustive de la qualité des sédiments à draguer, le GPMNSN fera un suivi sur 78 stations de suivi de la qualité des sédiments seront désormais analysées tous les ans. Les modalités d'échantillonnage seront spécifiques à son territoire de manière à tenir compte du fait que les dragages doivent être menés en quasi continu en estuaire de Loire pour garantir les cotes de navigation des navires commerciaux. Par conséquent, le GPMNSN réalisera des prélèvements et une caractérisation des sédiments au travers de 3 campagnes annuelles, chaque campagne comprenant 26 stations réparties le long de l'estuaire (soit 78 stations/an). Ces campagnes seront menées durant le printemps, l'été et l'automne afin d'avoir une vision saisonnière de la qualité des sédiments.

En plus des analyses sur les composés réglementés par les seuils N1/N2, l'ensemble des propriétés physiques (granulométrie, densité, teneur en aluminium, ...), et la contamination organique (Carbone Organique Total (COT), le phosphore total (P) et l'azote total (NTK)) et bactérienne (*E. coli* et entérocoques), 3 tests écotox (test de toxicité sub-létale, test de toxicité aiguë, test de toxicité générale) seront menés sur les sédiments des zones à draguer présentant un dépassement des seuils N2. Enfin, une campagne de prélèvements sera menée spécifiquement en hiver (janvier/février) pour étudier les kystes phytoplanctoniques afin de déterminer et quantifier les risques sanitaires potentiels associés aux dragages et aux immersions.

Au regard de l'évolution de la qualité des sédiments rencontrée et la concertation menée par le GPMNSN, les services de l'Etat seront tenus informés immédiatement en cas de problème (accident, dépassement des seuils de qualité sédimentaire, etc.) de façon à échanger sur la marche à suivre. Le logigramme décisionnel relatif étant le suivant :

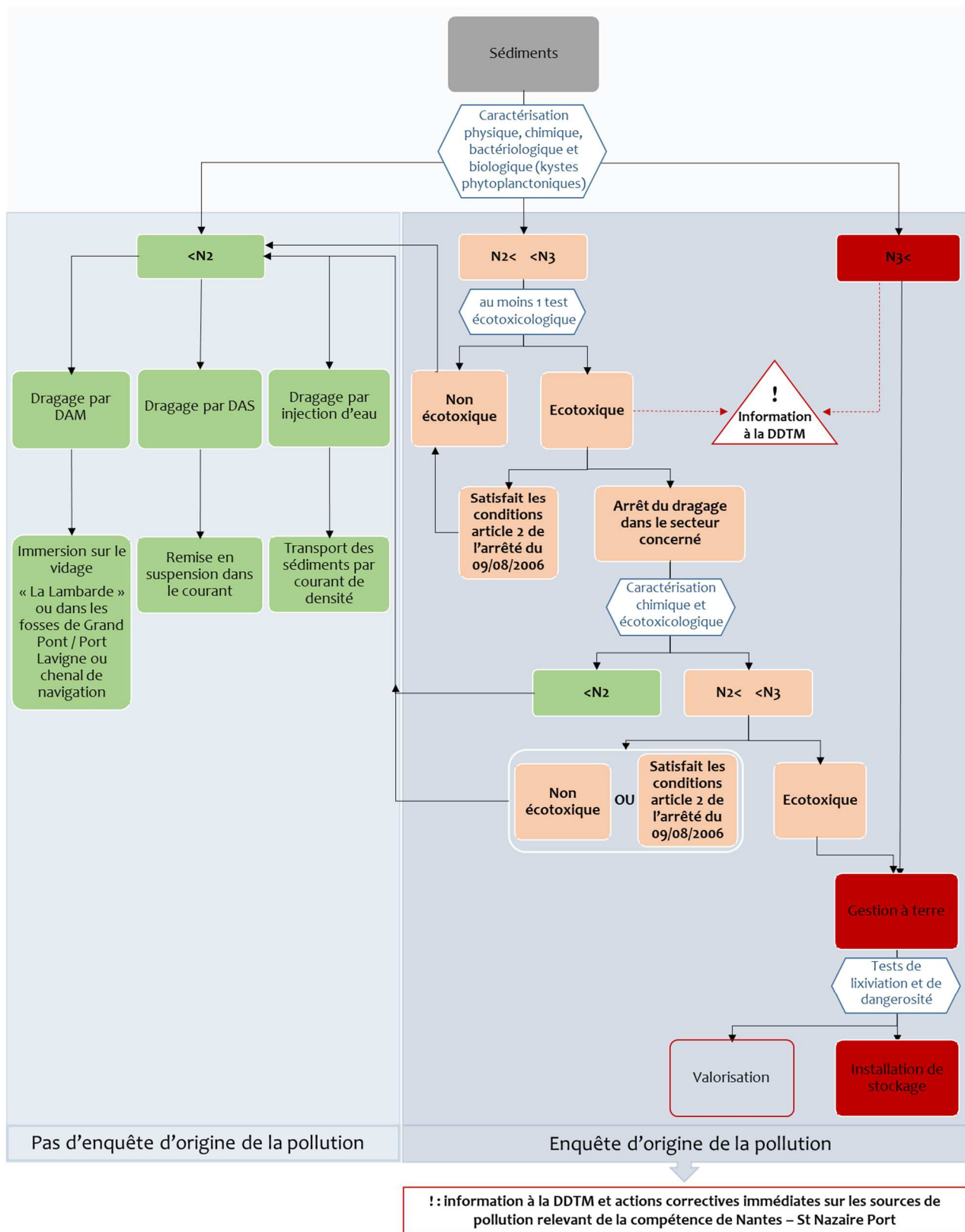


FIGURE 166 LOGIQUE DECISIONNELLE DE NANTES – ST NAZAIRE PORT (GPMNSN, 2023)

7.1.3.3 - Suivi des blooms phytoplanctoniques

Les suivis Ifremer réalisés dans la zone côtière marine mettent en évidence la présence de kystes phytoplanctoniques d'espèces à l'origine de toxines telles que *Lingulodinium polyedra*. Ce type de suivi n'existant pas sur l'estuaire de la Loire, il n'est pas possible de savoir si de tels kystes sont présents dans les sédiments estuariens. Par conséquent, il n'est pas possible, actuellement, d'évaluer si les immersions des sédiments dragués en Loire sont susceptibles d'apporter dans le milieu marin une quantité suffisante de kystes pour engendrer un bloom phytoplanctonique lorsque des conditions favorables (température, lumière, sels nutritifs, ...) se présentent. Afin de pallier à ce manque de connaissances sur l'estuaire, le GPMNSN réalisera désormais un suivi des kystes phytoplanctoniques dans les sédiments estuariens. Pour ce faire, il mettra en œuvre le protocole suivant sur 3 années consécutives :

- Prélèvements ponctuels réalisés **1 fois par an (janvier/février)** à raison de **3 stations de prélèvements par section** de dragage **dans le chenal de navigation de la section 1 à la section 6**, ces dernières étant les sections dont les sédiments sont immergés sur la Lambarde ;
- Les prélèvements seront effectués par **benne Van Veen** ou d'un type équivalent ;
- Les échantillons seront constitués des **sédiments prélevés jusqu'à 3 cm de la surface des sédiments**, pour un volume total de 10 cc, sans ajout de fixateur ;
- Les échantillons seront stockés au réfrigérateur jusqu'à leur analyse ;
- Les kystes seront identifiés et dénombrés.

Les résultats de ce suivi seront présentés annuellement dans le rapport bilan des dragages et feront l'objet d'une communication auprès de l'Ifremer et de la Commission Locale d'Information.

Le coût de ce suivi est estimé à 80 k€HT.

Par ailleurs, le GPMNSN est prêt à participer sous forme d'une participation financière à hauteur de **10 k€** à un programme de recherche portant sur le sujet des blooms phytoplanctoniques présentant des risques pour la santé humaine si un tel sujet venait à être lancé.

7.1.3.4 - Suivi quinquennal de l'ichtyofaune sur la zone de la Lambarde

Dans un but d'amélioration de la connaissance, le GPMNSN réalisera un **suivi quinquennal de l'ichtyofaune sur la zone de la Lambarde**. Pour ce faire, 4 campagnes de prélèvements seront réalisées, à raison d'une par saison pour tenir compte de la variabilité saisonnière. Les campagnes seront réalisées à des coefficients de marée similaires et à des moments de la marée équivalents pour que les résultats puissent être comparables. A chaque campagne, 12 traits de chalut à perche seront effectués afin d'étudier les espèces présentes. Chaque prélèvement sera réalisé avec le même matériel et, si possible, le même navire de pêche. Les engins utilisés seront définis en concertation avec les représentants des instances de pêche locales. La durée des opérations de pêche, la vitesse de traîne (2,5 nœuds), la durée d'immersion (15 à 20 min) et le positionnement seront les mêmes pour chaque campagne.

Toutes les espèces seront identifiées, leur poids total relevé, leur longueur mesurée, et les individus dénombrés par espèces correspondantes. Le stade de maturité des espèces sera déterminé afin de préciser les proportions de juvéniles et d'adultes dans les captures. Pour ce faire, les poissons seront préalablement anesthésiés dans une solution d'eugénol afin de pouvoir être remis à l'eau en fin de campagne, et pour éviter de les recapter et de les comptabiliser deux fois. Les observations seront exprimées au travers de descripteurs de diversité, d'abondance et de structure à différentes échelles biologiques (globale, par groupe d'espèces, par espèce, par taille, etc.).

Le coût de ce suivi est estimé à 80 k€ HT/campagne de suivi.

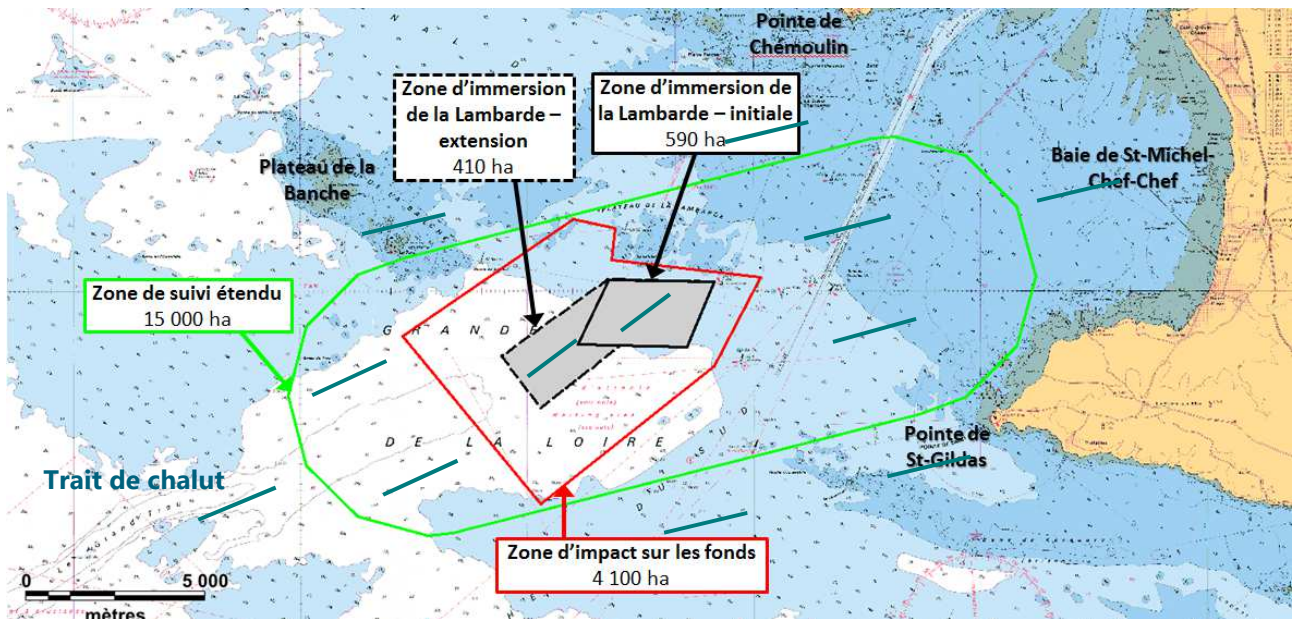


FIGURE 167 LOCALISATION DES TRAITS DE CHALUT A PERCHE POUR LE SUIVI DE L'ICHTYOFAUNE

7.1.3.5 - Suivi bactériologique des sédiments

Les sédiments à draguer seront échantillonnés sur 78 stations échantillonnées en 3 fois au cours de 3 campagnes/an (soit 26 stations par campagne de prélèvements) réparties sur 3 saisons (printemps, été, automne). Parmi les analyses effectuées sur ces sédiments, les teneurs en bactéries *E. coli* sont mesurées. Les sections 1 à 12 du chenal de navigation et des souilles associées seront concernées par ce suivi annuel.

Le coût de ce suivi s'élève à 1000 €HT/an.

7.1.3.6 - Suivi de la qualité de l'eau à proximité de la drague

Afin d'étudier la variation de la turbidité et de l'O2d pendant les dragages, des mesures par sondes de mesure seront effectuées pendant les dragages au cours de 4 campagnes de dragage couvrant des situations hydrosédimentaires différentes : morte-eau et vive-eau, crue et étiage.

Les différentes dragues intervenant pour le GPMNSN feront l'objet de ce suivi. Pour ce faire, une sonde multiparamètres (température, turbidité, O2d) sera utilisée. Elle sera mise à l'eau à partir de la drague et descendue à la verticale afin de mesurer les paramètres en surface, à mi-colonne d'eau, et si possible techniquement (courants forts ne permettant de descendre une sonde légère à la verticale sur un navire en marche), à 1 m du fond. Les données collectées seront comparées à celles des bouées SYVEL afin de mettre en évidence les effets de la drague.

Le prix de la sonde est estimé à 2000 € HT. Le coût d'utilisation et d'entretien sera pris en charge par le GPMNSN.

7.1.3.7 - Suivi benthos et ichtyofaune au droit des vasières

Le GPMNSN s'est rapproché de BioLittoral qui mène actuellement une étude sur les vasières. Le port prévoit de participer à cette étude afin de pouvoir disposer d'un état des lieux complet des vasières (benthos et ichtyofaune).

Les investigations sur la vasière de Méan porteront sur 3 stations qui permettent d'échantillonner les poissons à deux profondeurs de vasière différentes ainsi que le long de l'étier du Brivet. L'estuaire externe plus marin est appréhendé à travers trois stations situées sur des petits fonds. Le domaine polyhalin, situé entre Mindin

et Paimboeuf, est couvert par 5 stations de mi-estran). Le domaine mésohalin, de Donges à Cordemais, permet de suivre les vasières de Donges, Les Moutons, Lavau et Pipy.

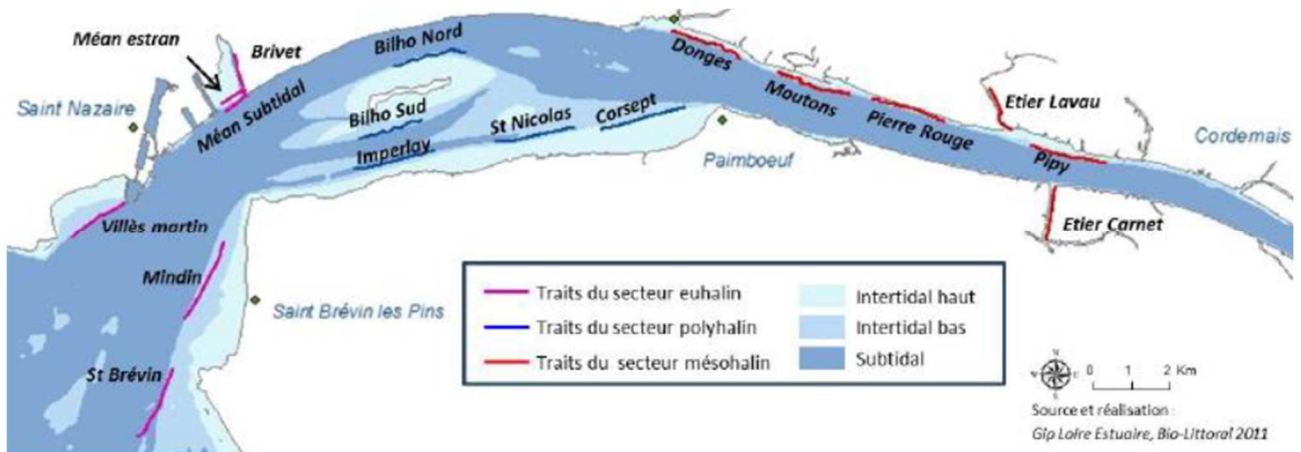


FIGURE 168 LOCALISATION DES ZONES DE SUIVI

La campagne d'échantillonnage se déroulera pendant une année entière, de manière à appréhender les variabilités saisonnières et les cycles migratoires des poissons. Le GPMNSN réalisera un échantillonnage mensuel afin de prendre en compte toutes les espèces. Les chalutages seront réalisés une fois par mois pendant 13 mois lors des petits coefficients de marée. Les pêches seront réalisées à l'aide d'un chalut à perche (approprié pour les juvéniles de poissons vivant au fond). Les traits se feront de jour à une vitesse, relativement au fond, de 2,5 noeuds pendant 20 minutes ce qui fait une distance parcourue d'environ 1550 m et une surface prospectée d'environ 4200 m².

Pour tenir compte de l'influence de la marée sur les déplacements quotidiens des poissons, les chalutages sur un trait seront réalisés une fois en flot, une fois en jusant, mais toujours face au courant et par des coefficients de marée moyens, entre 50 et 70. Chaque trait de chalut sera relevé au GPS et devra permettre de calculer la distance exacte parcourue par le chalut. L'heure et la profondeur donnée par la sonde bathymétrique du bateau, seront relevées. Les caractéristiques physico-chimiques de la masse d'eau seront déterminées pour chaque passage du chalut. La température, la salinité, le pH et l'oxygène dissous seront mesurés à la fin de chaque trait de chalut, en surface (-1m) et au fond (+1m).

Toutes les espèces seront identifiées, leur poids total relevé, leur longueur mesurée, et les individus dénombrés par espèces correspondantes. Le stade de maturité des espèces sera déterminé afin de préciser les proportions de juvéniles et d'adultes dans les captures. Pour ce faire, les poissons seront préalablement anesthésiés dans une solution d'eugénol afin de pouvoir être remis à l'eau en fin de campagne, et pour éviter de les recapturer et de les comptabiliser deux fois.

Le coût de ce suivi s'élève à 120 k€HT/campagne.

7.2 - Mesures d'accompagnement

7.2.1 - Contribution au développement de l'outil de modélisation du GIP Loire Estuaire

Membre du Conseil d'Administration du GIP Loire Estuaire, le GPMNSN participe financièrement, mais aussi en tant que membre au comité technique du GIP LE, au développement et à l'exploitation du modèle hydrosédimentaire 3D HySQEL de l'estuaire de la Loire. Le Port continuera de participer à toutes les démarches visant à l'amélioration du modèle, notamment de son module de qualité des eaux.

7.2.2 - Participation à l'amélioration de la compréhension des processus d'évolution de l'oxygène dissous dans l'estuaire de la Loire et de sa prévisibilité

Le réseau SYVEL a pour objectif de comprendre les processus d'évolution de l'oxygène dissous à différentes échelles de temps, de suivre et de comprendre les phénomènes d'hypoxie et d'anoxie et de tendre vers une prédiction des évolutions futures.

Le GPMNSN s'engage à participer aux éventuelles futures études et analyses destinées à progresser dans la caractérisation des facteurs forçant et dans la prévisibilité des évolutions futures de l'oxygène dissous dans l'estuaire de la Loire.

7.2.3 - Contribution à d'éventuels futurs programmes de recherche visant à améliorer la connaissance des processus hydrosédimentaires dans l'estuaire externe et aux frontières maritimes dans l'optique des dragages et immersions

De manière à améliorer les outils actuels de modélisation du devenir des sédiments clapés sur le site de la Lambarde, le GPMNSN s'engage à contribuer financièrement à d'éventuels futurs programmes de recherche qui iraient dans ce sens.

7.2.4 - Accompagnement des actions du PLAGEPOMI

Le GPMNSN pourrait accompagner les actions du PLAGEPOMI en échangeant avec le Groupe de Travail « Anguille » sur les sujets suivants :

- l'action H1Co4 qui prévoit de "Caractériser l'impact de la crème de vase sur les habitats de l'anguille". L'objectif est de disposer d'informations sur la dynamique de l'envasement, d'améliorer la connaissance des habitats préférentiels des POMI et plus spécifiquement l'anguille et comprendre l'impact de cet envasement sur ces habitats en lien avec les débits et identifier si des actions sont nécessaires pour le réduire, notamment en lien avec les opérations de dragage.
- l'action H1Co5 qui prévoit de "Caractériser l'impact du bouchon vaseux sur la montaison et la dévalaison des poissons amphihalins". L'objectif est de comprendre comment le bouchon vaseux agit sur les migrations des POMI (notamment en période de faible débit).
- l'action H1Co6 qui prévoit de "Cartographier les polluants prioritairement sur les habitats essentiels". L'objectif est d'identifier les polluants présents (notamment dans la crème de vase) et de partager la bibliographie existante sur l'impact des polluants sur la chaîne trophique.

7.2.5 - Mise en place d'un Schéma Directeur du réseau d'assainissement du GPMNSN

Cette action vise à améliorer la connaissance du fonctionnement du réseau d'assainissement du GPMNSN de façon à pouvoir optimiser son fonctionnement et réduire les risques de pollution de la masse d'eau.

Le schéma directeur sera piloté par le GPMNSN qui s'engagera dans une démarche de concertation avec les parties prenantes pour sa réalisation et les mesures proposées.

7.2.6 - Accompagnement concernant le risque de bioaccumulation

Le GPMNSN est favorable à la réalisation d'études scientifiques sur le sujet de la bioaccumulation auxquelles il est prêt à participer financièrement à hauteur de 10 k€.

7.2.7 - Accompagnement du projet LIFE macroalgues

L'association Estuaire Loire Vilaine (ELV), contactée dans le cadre du dossier de dragage d'entretien, a déposé un dossier Life portant sur un projet de restauration des champs de laminaires en voie de disparition.

Le GPMNSN est en contact avec le MNHN et l'AELB concernant l'expérimentation de transplantation menée pour ce projet. Les laminaires sont actuellement en phase de croissance en aquarium et seront transplantés en avril / mai lorsque leur taille leur permettra de résister aux conditions hydrodynamiques locales. L'expérimentation aura lieu sur une surface d'environ 600m² au droit du site les Evens au large de Pornichet à environ 8 km de la zone d'immersion.

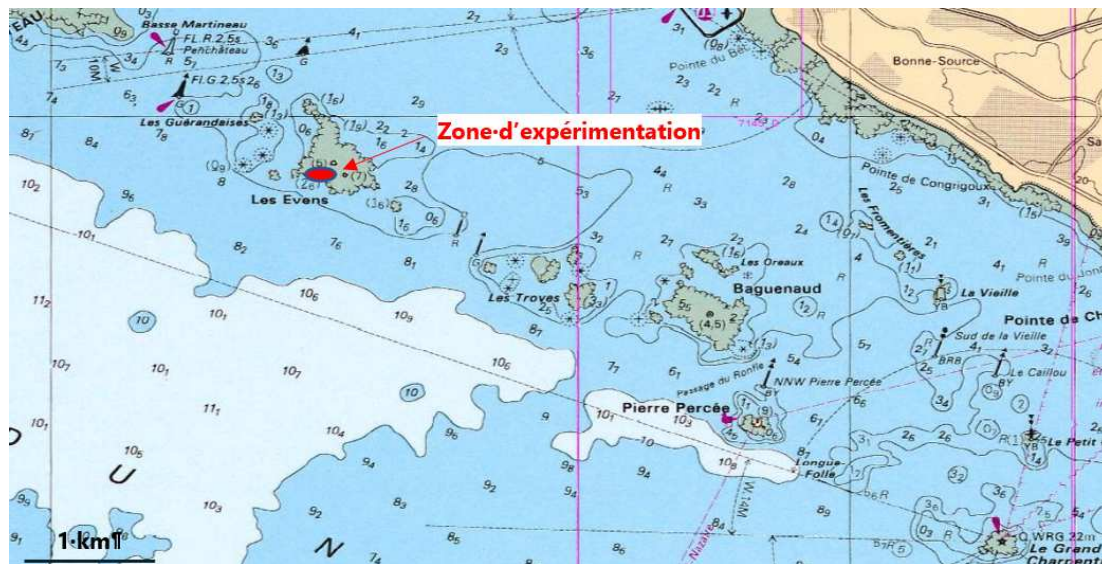


FIGURE 169 LOCALISATION DE LA ZONE D'EXPERIMENTATION

Selon ELV, l'opacité de la colonne d'eau et les dépôts de sédiments sur les fonds marins serait la cause de la diminution des champs de laminaires. L'ELV évoque à la fois la turbidité naturelle des eaux par le jeu des crues de la Loire, mais aussi à la turbidité artificielle due aux dragages d'entretien des ports de Pornichet, le Pouliguen/la Baule et du GPMNSN.

Selon Sandrine DERIEN (MNHN) faisant partie du Comité scientifique du projet, les causes seraient multiples (turbidité et crues Loire, température avec un impact fort de la stratification des eaux (Bretagne sud), brouteurs échinodermes (oursins) impactant fortement le recrutement et le développement).

Il convient de souligner que la régression des laminaires n'est pas spécifique à la baie de la Baule puisqu'elle est également observée sur les côtes finistériennes (Le parc naturel marin d'Iroise prévoit de créer un observatoire des laminaires, avec l'objectif d'anticiper l'impact du changement climatique sur les champs d'algues en Finistère), mais aussi sur l'ensemble des côtes françaises et bien au-delà (Danemark). Des études scientifiques sont menées depuis de nombreuses années sur l'évolution des forêts de laminaires. Elles montrent que les conditions de lumière et de température jouent un rôle fondamental dans les conditions de survie des laminaires (Breeman, 1988; Harley et al., 2006; Delebecq, 2011; Delebecq et al., 2011; Robuchon, 2014; CEVA, 2022; ...). Selon D. Davoult, chercheur à la station biologique de Roscoff, le déclin de *Laminaria digitata* au cours des prochaines années, des côtes françaises jusqu'au Danemark, allant jusqu'à une quasi-disparition des populations à l'horizon 2050-2059 est probable. « Le principal facteur de changement, c'est l'intensité du réchauffement. La diminution de la population pourrait être plus modérée si le réchauffement l'est aussi. Malheureusement, les prévisions les plus pessimistes du Giec deviennent, année après année, une réalité ».

L'étude de l'ELV permettra d'apporter un éclairage sur les conditions et les évolutions des paramètres abiotiques dans la baie de la Baule si d'autres paramètres que la turbidité sont également mesurés (température, lumière, présence de phytoplancton, etc.). **Le GPMNSN s'est engagé à financer cette dernière à hauteur de 10 k€. Dans le cadre de ce suivi, le GPMNSN étudiera la possibilité d'adapter ses dragages dans l'estuaire externe à condition que cela ne remette pas en cause les conditions de navigation des navires de commerce.**

7.2.8 - Participation aux programmes de recherche sur les puffins

Si des études sont en cours dans le cadre du Plan National d'Action en faveur du Puffin des Baléares, le GPMNSN souhaite pouvoir y participer, y compris sous forme financière (10 k€). Le bilan quinquennal des dragages et des immersions du GPMNSN intègrera un volet sur les impacts des immersions sur cette espèce.

7.2.9 - Organisation d'un Dialogue Territorial (DT)

La Commission Locale d'Information relative aux autorisations délivrées au Grand Port Maritime de Nantes Saint Nazaire pour les opérations de dragage d'entretien et d'immersion en mer des déblais de dragage est constituée par arrêté inter-préfectoral. Lors de l'obtention du nouvel arrêté de dragage et de gestion des sédiments, la CLI sera remplacée par un Dialogue Territorial (DT) à l'initiative du GPMNSN.

Ce DT sera organisé directement par le GPMNSN et visera les mêmes objectifs de communication et de transparence de la CLI.

Le calendrier des réunions du DT et l'organisation de l'information qui en est issue sont définis par le GPMNSN. Conformément à la pratique antérieure, le DT se réunira à minima une fois par an.

Le GPM est favorable à une information régulière de cette instance et à la diffusion des informations nécessaires pour assurer le suivi de ses activités de dragages auprès des membres du DT, au travers d'une newsletter par exemple. Le GPM s'engage à cet égard à mettre à disposition tout document utiles à la bonne information des membres du DT et à diffuser des versions numérisées des documents. Des documents spécifiques pourront être portés à la connaissance des membres du DT à leurs demandes sur les activités de dragages et leurs potentiels conséquences sur les milieux.

Le GPM s'engage à organiser et animer le DT. Dans ce cadre, le GPM proposera un ordre du jour et assurera la convocation des membres désignés.

Les invités du DT seront constitués d'usagers qui seront invités à participer comme : COREPEM, ARA repeuplement, ELV, le CRC Pays de Loire, les maires de communes concernées par les activités de dragage, LPO, Eaux et Rivières de Bretagne, UDPN44, Bretagne Vivante.

Les informations qui seront portées à connaissance des usagers concerneront les actions réalisées dans l'année (dragage, suivis, incidents rencontrés, ...) avec un focus sur les paramètres à enjeux pour les usagers (qualité bactérienne des sédiments, kystes phytoplanctoniques, turbidité de l'eau, suivis des poissons, suivis des oiseaux, etc.)

Les usagers pourront y présenter les résultats des études ou expérimentations qu'ils mènent de leur côté. Les réflexions pourront aboutir à la création de nouvelles collaborations

7.2.10 - Organisation d'un Comité Technique de suivi

Le GPMNSN organisera un comité de suivi, une fois par an, en fin d'année. La date sera fixée au cours du 1ier trimestre afin de réserver les agendas. Ce comité se déroulera dans les locaux du GPMNSN.

Composition du comité technique : SGAR, PREMAR, DDTM Loire Atlantique et Vendée, ARS, DREAL, AELB, GIP LE, OFB, Ifremer, CSEL,

Les objectifs de ce comité technique de suivi sont les suivants :

- Présenter et faire valider les résultats du bilan annuel des dragages qui comprendra :
 - Le détail des volumes dragués par secteur
 - Les techniques de drague utilisées par secteur
 - La qualité des sédiments
 - Les résultats des différents suivis réalisés

- Les résultats des mesures d'accompagnement
- La présentation des actions et études projetées pour l'année suivante
- Les actions de communication menées envers les usagers
- Proposer des évolutions des modalités de dragage si les résultats du bilan indiquent des impacts non acceptables sur l'environnement ;
- Echanger sur les protocoles de suivi proposés.

7.3 - Synthèse des mesures de suivi et d'accompagnement

Le tableau suivant présente une synthèse des mesures de suivi et d'accompagnement avec une estimation du coût annuel associé.

TABLEAU 61 SYNTHESE DES MESURES DE SUIVI ET D'ACCOMPAGNEMENT PREVUES PAR LE MAITRE D'OUVRAGE

TYPE	DESCRIPTION	COUT ESTIME
Suivi	Réalisation des fiches annuelles de dragage	3 000 €/an
	Registre des opérations - autosurveillance	Internalisé
	Suivis bathymétriques et coupes	1 300 000 €/an
	Suivi de la qualité des sédiments	80 000 €/an
	Suivi de l'écotoxicité des sédiments	10 000 €/an
	Suivi de la qualité de l'eau	2 000 €/an
	Suivi de la faune benthique	60 000 €/ 2 ans
	Suivi des blooms phytoplanctoniques	80 000 €
	Suivi quinquennal de l'ichtyofaune sur la zone de la Lambarde	80 000 € / 5 ans
	Suivi de la qualité bactériologique des sédiments	1000 € / an
	Suivi de la qualité de l'eau à proximité de la drague	2000 € HT + entretien
	Suivi benthos et ichtyofaune au droit des vasières	120 000 €
	Suivi de la stabilité et de la dispersion des sédiments	100 000 €
	Suivi morpho sédimentaire et des habitats marins de la zone d'immersion	60 000 €
	Mise en œuvre de l'indicateur INDICLAP	5 000 €
Accompagnement	Contribution au développement de l'outil de modélisation du GIP LE	A définir
	Participation à l'amélioration de la compréhension des processus d'évolution de l'oxygène dissous dans l'estuaire de la Loire et de sa prévisibilité	
	Contribution à d'éventuels futurs programmes de recherche visant à améliorer la connaissance des processus hydrosédimentaires dans l'estuaire externe et aux frontières maritimes dans l'optique des dragages et immersions	
	Accompagnement des actions du PLAGEPOMI	
	Accompagnement projet LIFE macroalgues	10 000 €
	Accompagnement – Risque bioaccumulation	10 000 €
	Participation au programme de recherche sur les puffins	10 000 €
	Organisation du Dialogue Territorial (au moins 1 réunion annuelle)	A définir
	Organisation d'un Comité Technique de Suivi (1 réunion/an)	A définir
Mise en place d'un Schéma Directeur du réseau d'assainissement du GPMNSN	A définir	

8 - ANALYSE DE LA COMPATIBILITE DU PROJET AVEC LA REGLEMENTATION AU TITRE DES DISPOSITIONS D'AMENAGEMENT ET DE GESTION DU TERRITOIRE

8.1 - Outils de gestion et de planification des ressources en eau

Le projet de renouvellement des opérations de dragage et d'immersion du GPMNSN concerne les milieux maritime et estuarien et doit donc être compatible avec les plans, schémas et programmes liés à ces milieux.

S'agissant du milieu marin, deux directives européennes et une stratégie nationale pour la mer et le littoral encadrent la cohabitation des activités maritimes et la reconquête du bon état écologique du milieu marin. Ces orientations européennes et nationales se déclinent localement dans le document stratégique de la façade Nord Atlantique Manche Ouest (DSF NAMO). Au niveau européen, les deux directives cadres s'appliquant sont:

- la directive cadre « stratégie pour le milieu marin » (DCSMM) qui a pour objectif l'atteinte et le maintien du bon état écologique des eaux d'ici à 2020, grâce au Plan d'action pour le milieu marin. Adopté en 2016, le deuxième cycle du PAMM (Plan d'Action Milieu Marin) est aujourd'hui intégré au DSF NAMO dont il constitue les objectifs environnementaux.
- la directive cadre européenne « planification de l'espace maritime » (DCPEM) fait de la planification de l'espace maritime un préalable à la croissance des économies maritimes, au développement durable des espaces maritimes et à l'utilisation durable des ressources maritimes. Elle concerne potentiellement toute activité et usage en mer, à l'exception des activités dont l'unique objet est la défense ou la sécurité nationale. Elle est intégrée au DSF NAMO sous la forme d'une carte des vocations et d'objectifs socio-économiques.

La France a par ailleurs adopté en février 2017, une stratégie nationale pour la mer et le littoral (SNML) qui fixe son ambition maritime sur le long terme. Elle donne un cadre de référence pour les politiques publiques concernant la mer et le littoral et plus généralement pour tous les acteurs de l'économie maritime et des littoraux en fixant 4 objectifs de long terme : la transition écologique pour la mer et le littoral, le développement de l'économie bleue durable, le Bon Etat Ecologique du milieu marin et l'influence en tant que nation maritime. Ce socle stratégique national a été décliné notamment par façades métropolitaines en document stratégiques de façade.

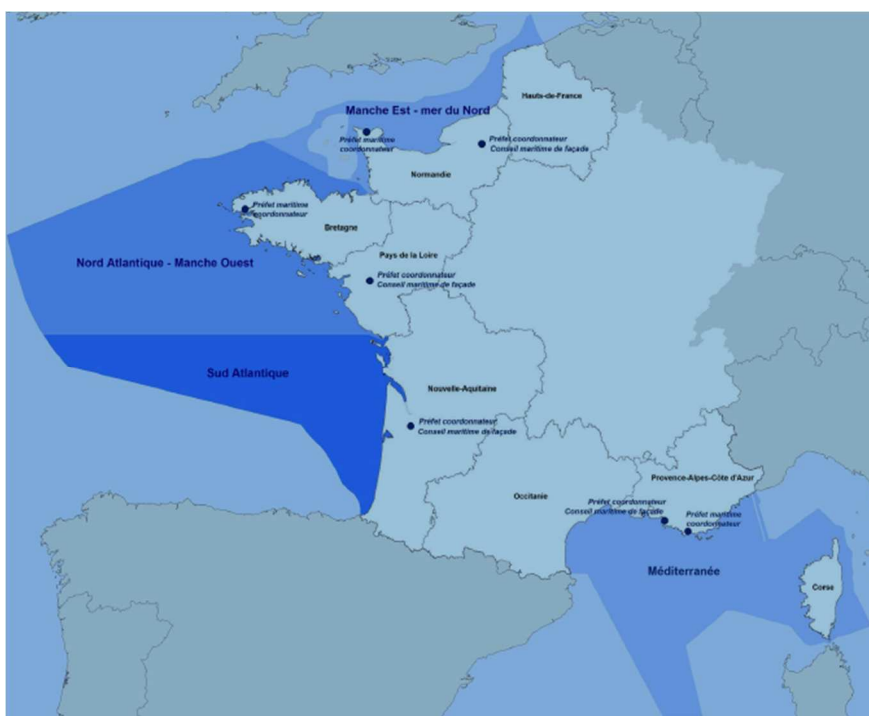


FIGURE 170 FAÇADES MARITIMES EN FRANCE

Le DSF NAMO est constitué de deux volets :

- le volet stratégique intitulée stratégie maritime de façade a été adopté le 24 septembre 2019 comprenant l'état des lieux (situation de l'existant), les 30 objectifs stratégiques socio-économiques et environnementaux, la carte des vocations et la vision des acteurs pour la façade maritime à horizon 2030 ;
- le volet opérationnel constitué par le dispositif de suivi (adopté en novembre 2021) et le plan d'action (adopté en mai 2022).

Le renouvellement d'autorisation de dragage des sédiments du chenal de la Loire et d'immersion en mer du GPMNSN s'inscrit dans le cadre du DSF NAMO. Ainsi, seule la compatibilité avec le DSF NAMO sera étudiée ci-après.

S'agissant des Schémas de la gestion des eaux, sera étudiée la compatibilité du projet avec Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux Loire Bretagne et Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux Estuaire de la Loire (cf. article R 181-14 du code de l'environnement).

TABLEAU 62 COMPATIBILITE DU PROJET AVEC LES DOCUMENTS DE GESTION DES MILIEUX AQUATIQUES ET MARINS

	REFERENCES REGLEMENTAIRES	CONSEQUENCE POUR LE RENOUELEMENT DE L'AUTORISATION DE DRAGAGE ET D'IMMERSION
Stratégie maritime de la façade NAMO (déclinaison de la DCSMM et de la directive cadre planification pour le milieu marin et volet stratégique du DSF NAMO)	L 219-4 du code de l'environnement	Doit être compatible avec les objectifs environnementaux et socio-économiques et avec la carte des vocations.
SDAGE Loire Bretagne	R 181-14 du code de l'environnement	Doit être compatible avec le SDAGE ou le cas échéant le SAGE.
SAGE Estuaire de la Loire		

8.2 - Document Stratégique de Façade NAMO

Le régime d'opposabilité du DSF NAMO est défini à l'article L 219-4 du code de l'environnement.

Le DSF définit, pour une durée de 6 ans, les objectifs de la gestion intégrée de la mer et du littoral et les dispositions correspondant à ces objectifs, pour chacune des façades maritimes et des bassins ultramarins, dans le respect des principes et des orientations définis par la SNML.

Le Document Stratégique de Façade comprend 4 parties (articles R219-1-9 à R219-1-14) :

- la situation de l'existant, les enjeux et une vision pour l'avenir de la façade souhaité en 2030 ;
- la définition des objectifs stratégiques du point de vue économique, social, environnemental. Ils sont accompagnés d'une carte des vocations qui définit, dans les espaces maritimes, des zones cohérentes au regard des enjeux et des objectifs généraux ;
- les modalités d'évaluation de la mise en œuvre du DSF ;
- le Plan d'Action pour le Milieu Marin (PAMM).

La compatibilité du projet avec les objectifs stratégiques environnementaux du DSF NAMO est présentée dans le tableau ci-après :

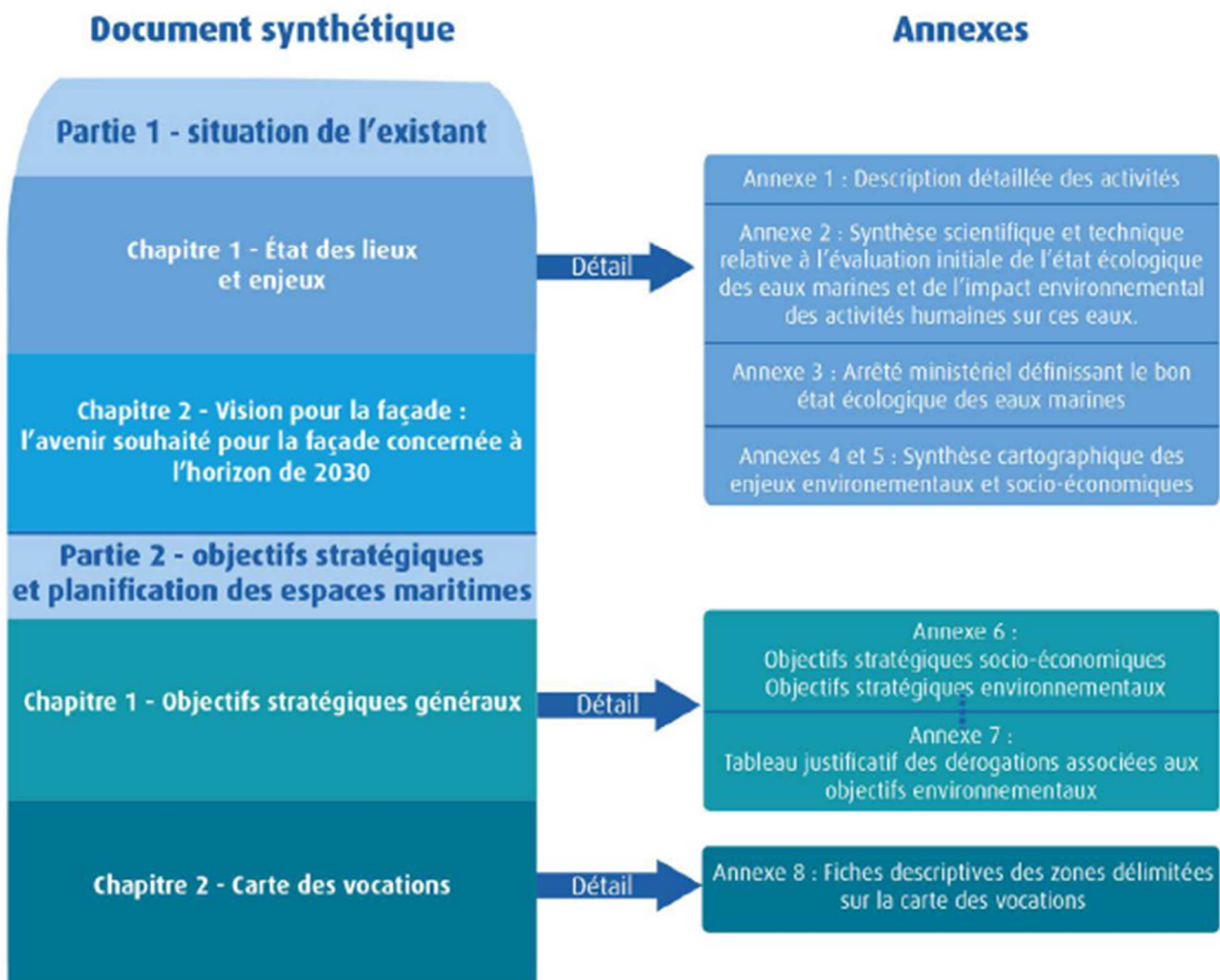


FIGURE 171 CONTENU DES DOCUMENTS STRATEGIQUES DE FAÇADE EN METROPOLE (SOURCE : DIRM.MEMN.DEVELOPPEMENT-DURABLE.GOUV.FR)

TABLEAU 63 COMPATIBILITE DU PROJET AVEC LE DSF NAMO

OBJECTIF	INTITULÉ	COMMENTAIRES
D01 HB	Limiter ou éviter les perturbations physiques d'origine anthropique impactant le bon état écologique des habitats benthiques littoraux, du plateau continental et des habitats profonds, notamment les habitats particuliers	Le GPMNSN met en œuvre la disposition OE06-AN1 de cet objectif à savoir : Renforcer la prise en compte des habitats benthiques dans les autorisations en mer. Des études concernant la faune benthique sont menées dans le cadre de la réalisation des opérations de dragages. Cela permet de prendre en compte ces habitats dans le cas où un enjeu se présente.
D01 MT	Réduire ou éviter les pressions générant des mortalités directes et du dérangement des mammifères marins et des tortues	Le projet n'induit pas d'incidence sur le milieu maritime pouvant engendrer une mortalité directe ou un dérangement significatif des mammifères marins.
D01 OM	Réduire ou éviter les pressions générant des mortalités directes, du dérangement et la perte d'habitats fonctionnels importants pour le cycle de vie des oiseaux marins et de l'estran, en particulier pour les espèces vulnérables et en danger	Les activités de dragage-immersion ont lieu hors des habitats fonctionnels des espèces d'oiseaux marins et de l'estran.
D01 PC	Limiter les pressions sur les espèces de poissons vulnérables ou en danger voire favoriser leur restauration et limiter le niveau de pression sur les zones fonctionnelles halieutiques d'importance	Le projet prend en compte la présence de poissons vulnérables (les poissons migrateurs notamment) et n'engendre pas d'incidence significative sur la qualité de l'eau pouvant remettre en question les enjeux de conservation de ces espèces. Une mesure d'évitement relative aux teneurs en O2d est mise en œuvre dans la partie amont des zones de dragages en raison des périodes d'hypoxie/anoxie survenant en période d'étiage.
D02	Améliorer la gestion des espèces non indigènes marines	Le projet n'est pas concerné par la gestion d'espèces non indigènes marines.
D03	Favoriser une exploitation des stocks de poissons, mollusques et crustacés au niveau du rendement maximum durable	Le projet n'engendre pas d'incidence sur les activités halieutiques.
D04	Favoriser le maintien dans le milieu des ressources trophiques nécessaires aux grands prédateurs	Le projet n'engendre pas d'incidence sur les ressources trophiques des grands prédateurs.
D05	Réduire les apports excessifs en nutriments et leur transfert dans le milieu marin	Les apports en nutriments via les immersions des sédiments dans le milieu marin sont négligeables au regard des apports liés à la Loire. Ils ne peuvent donc être à l'origine d'apports excessifs.
D06	Éviter les pertes et les perturbations physiques des habitats marins liés aux activités maritimes et littorales	Les activités de dragage et d'immersion se déroulent sur des périmètres définis et fixés par arrêté préfectoral. Les incidences de ces activités sont donc restreintes à ces périmètres et leurs alentours immédiats, en particulier pour la zone d'immersion de la Lambarde.
D07	Limiter les modifications des conditions hydrographiques par les activités humaines qui soient défavorables au bon fonctionnement de l'écosystème	Le projet n'engendre pas de modification des conditions hydrographiques dans l'estuaire externe. Seules les immersions induisent une remontée des fonds impactés, mais qui demeure localisée et qui n'impacte pas le bon fonctionnement de l'écosystème.
D08	Réduire ou supprimer les apports en contaminants chimiques dans le milieu marin, d'origine terrestre ou maritime, chroniques ou accidentels	Les sédiments dragués font l'objet d'une caractérisation chimique afin de connaître leur qualité vis-à-vis des seuils N1/N2 (et prochainement N3). Les sédiments immergés répondent aux obligations réglementaires quant à leur qualité (<N2).
D09	Réduire les contaminations microbiologiques, chimiques et phytotoxiques dégradant la qualité sanitaire des produits de la mer, des zones de production aquacole et halieutique et des zones de baignade	Les opérations de dragage et de gestion des sédiments n'engendrent pas d'incidence significative sur la qualité des eaux de baignade et des produits de la mer.
D10	Réduire les apports et la présence de déchets en mer et sur le littoral d'origine terrestre ou maritime	Le projet n'engendre pas d'apport de déchets au milieu maritime.
D11	Limiter les émissions sonores dans le milieu marin à des niveaux non impactants pour les mammifères marins	Le projet n'engendre pas d'émissions sonores significatives, notamment relativement au trafic maritime local global.
DAT	Actions transversales	Le GPMNSN met en œuvre la disposition 04 de l'objectif à savoir : Améliorer le dispositif de contrôle de l'environnement marin.

OBJECTIF	INTITULÉ	COMMENTAIRES
		Les nombreuses études réalisées dans le cadre du projet de dragage du GPMNSN permettent d'améliorer la collecte de données et par conséquent le dispositif de contrôle de l'environnement.
DE-OSE-I	Soutenir et promouvoir la recherche et l'innovation dans tous les domaines de l'économie maritime NAMO	Le GPMNSN met en œuvre la disposition 2-AF1 de l'objectif à savoir : Accompagner le développement des activités et filières émergentes de l'économie bleue. Le GPMNSN participe grandement à l'économie bleue. Réaliser le dragage des accès du GPMNSN permet de préserver les activités qui y sont liées.
DE-OSE-II	Développer un vivier de main-d'œuvre qualifiée et compétente au service de l'économie bleue NAMO	Les employés du GPMNSN sont formés et sensibilisés aux enjeux environnementaux. De plus, les modalités d'optimisation des pratiques de dragage permettent de réduire les incidences des opérations d'entretien sur l'environnement tout en garantissant le bon fonctionnement du port.
DE-OSE-III	Promouvoir et accompagner le déploiement d'une économie maritime circulaire en NAMO	Le GPMNSN a étudié des solutions alternatives de gestion à terre des sédiments au niveau local.
DE-OSE-IV	Développer les énergies marines renouvelables	Le projet permettra le dragage d'entretien du futur quai EOLE, dédié à l'éolien offshore, en lien avec les énergies marines renouvelables.
DE-OSE-V	Accélérer la transition énergétique et écologique des ports de la façade	Le projet n'est pas concerné.
DE-OSE-VI	Accompagner et valoriser les industries navales et nautiques durables	Le projet n'est pas concerné.
DE-OSE-VII	Encourager un nautisme et tourisme durables et accessibles à tous	Le projet n'est pas concerné.
DE-OSE-VIII	Encourager des pêches et des aquacultures durables et résilientes	Le projet n'est pas concerné.
DE-OSE-IX	Stabiliser et gérer durablement l'approvisionnement en granulats marins	Les sédiments non contaminés dragués ne peuvent pas être utilisés pour le rechargement de plage au vu du profil granulométrique des sédiments et des contraintes opérationnelles.
DE-OSE-X	Accélérer le développement des biotechnologies marines	Le projet n'est pas concerné.
TE-OSE-I	Connaître, prévenir et gérer, de façon intégrée, les risques maritimes et littoraux	Le projet prend en compte les risques naturels et technologiques.
TE-OSE-II	Promouvoir des territoires maritimes, insulaires et littoraux résilients et équilibrés	Le GPMNSN met en œuvre la disposition 1-AF1 de l'objectif à savoir : Favoriser l'accès à la mer, au littoral et au rétro-littoral pour les activités dépendantes (de cet accès à l'eau) et structurantes de l'économie bleue (pêches, aquacultures, industries nautiques, navales et portuaires, activités nautiques) La réalisation des opérations de dragage du GPMNSN est nécessaire pour faciliter l'accès aux différents ports se situant à l'intérieur de l'estuaire. L'absence de dragage entraînerait l'impossibilité de réaliser les activités de pêche, navales et portuaires pour cause de manque de sécurité.
RF-OSE-I	Faire comprendre et aimer la mer	Le projet n'est pas concerné par des opérations de communication au-delà des procédures publiques classiques.
RF-OSE-II	Explorer la mer	Le GPMNSN met en œuvre la disposition 1-AF1 de l'objectif à savoir : Réalisation d'études pour améliorer la connaissance des impacts des activités en mer. Les activités de dragage sont accompagnées de mesures de qualité des eaux et des sédiments ainsi que d'études sur la faune des estuaires interne et externe. Cela permet de connaître notamment l'impact des activités de dragage sur la qualité des eaux, des sédiments et sur la faune.
RF-OSE-III	Exporter nos savoir-faire maritimes	Le projet n'est pas transfrontalier.

Les activités de dragage et d'immersion sont concernées par la zone 5 f "Estuaire de la Loire" de la carte des vocations du DSF NAMO. Cette zone est caractérisée par l'exutoire du plus grand fleuve de France et la présence du grand port maritime de Nantes - Saint-Nazaire, pôle industrialo-portuaire d'importance mondiale notamment pour la croisière et l'aérospatiale et les biotechnologies marines. Plusieurs sites d'extraction de granulats marins et un projet de parc éolien se trouvent dans cette zone. Ces activités doivent être conjuguées avec la préservation d'un patrimoine naturel d'exception (vasières, marais rétro-littoraux, prés salés).

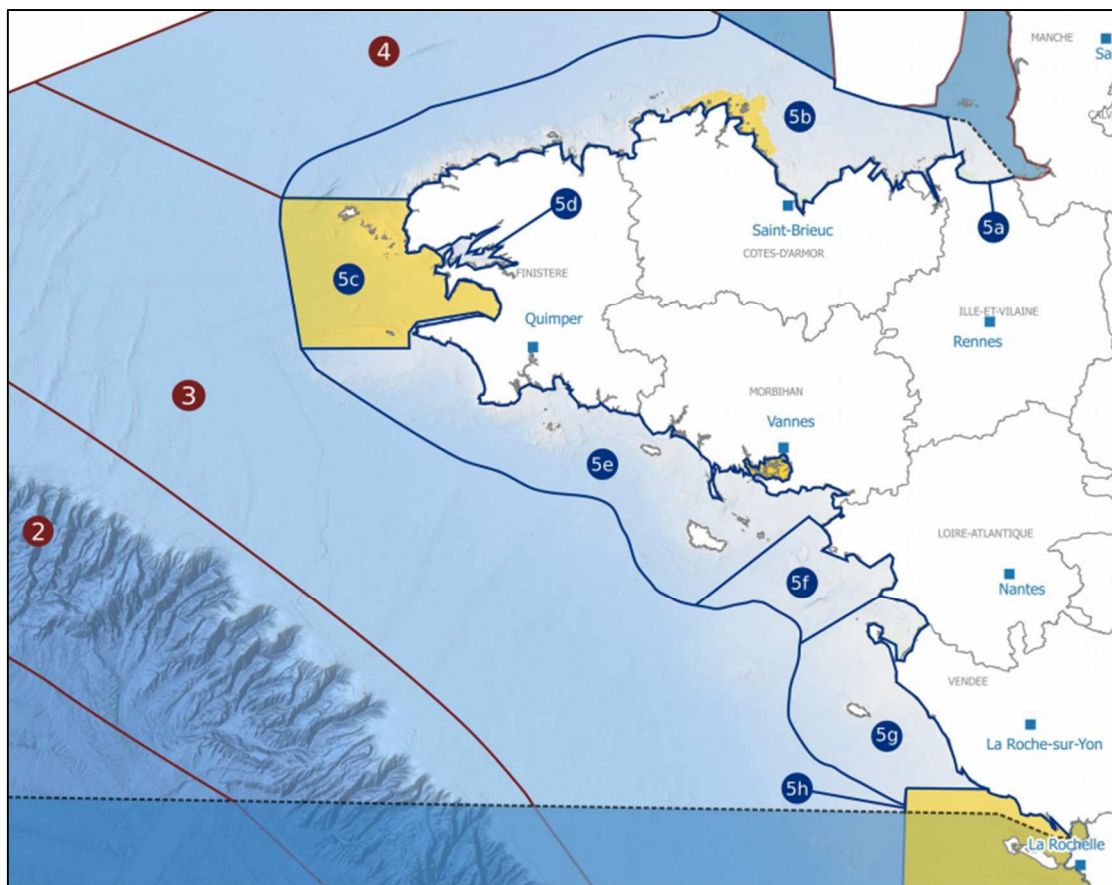


FIGURE 172 CARTE DES VOCATIONS SUR LA FAÇADE NAMO

La **zone 5f** a pour vocation : priorité aux activités industrialo-portuaires et au trafic maritime ; en veillant à la cohabitation, par ordre d'importance, avec les pêches et les aquacultures durables, le nautisme et le tourisme durables, les énergies marines renouvelables* et l'extraction de granulats marins ; en préservant les forts enjeux écologiques estuariens et rétro-littoraux et le bon fonctionnement de l'interface terre-mer.

Les activités du Port de Nantes Saint-Nazaire sont donc compatibles avec la stratégie de façade maritime Nord Atlantique - Manche Ouest, première partie du document stratégique de façade adoptée le 24 septembre 2019.

Le GPMNSN prend d'ores et déjà les objectifs environnementaux et stratégiques et la carte des vocations en compte dans le cadre de ses différentes opérations, dont les dragages d'entretien.

8.3 - Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) Loire-Bretagne 2022-2027

Créé par la loi sur l'eau de 1992, le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux, le S.D.A.G.E, « fixe pour chaque bassin les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée de la ressource en eau » (art.3). Cette gestion s'organise à l'échelle des territoires hydro-géographiques cohérents que sont les six grands bassins versants. Dans le cadre de la transposition de la DCE, le S.D.A.G.E - adapté aux caractéristiques européennes - constitue le plan français de gestion des districts hydrographiques.

L'atteinte du « bon état » est un des objectifs généraux, sauf exemptions (reports de délai, objectifs moins stricts) ou procédures particulières (masses d'eau artificielles ou fortement modifiées, projets répondant à des motifs d'intérêt général) dûment motivées dans le S.D.A.G.E. Celui-ci fixe des objectifs de résultat assignés à des masses d'eau bien délimitées. Les modalités d'évaluation de l'état des eaux sont, de plus, adaptées aux caractéristiques des masses d'eau considérées.

Les orientations et les dispositions du SDAGE sont opposables à toutes les décisions administratives prises dans les domaines de l'eau ainsi qu'aux documents d'urbanisme. L'autorisation de dragage et d'immersion doit donc être compatible avec les orientations et les dispositions de l'actuel SDAGE, c'est-à-dire qu'il ne remet pas en cause les orientations et les dispositions.

Le comité de bassin a adopté le 3 mars 2022 le SDAGE pour les années 2022 à 2027.

Les 14 orientations générales du S.D.A.G.E Loire Bretagne sont les suivantes :

- 1. Repenser les aménagements des cours d'eau dans leur bassin versant ;
- 2. Réduire la pollution par les nitrates ;
- 3. Réduire la pollution organique, phosphorée et microbiologique ;
- 4. Maitriser et réduire la pollution par les pesticides ;
- 5. Maitriser et réduire les pollutions dues aux micropolluants ;
- 6. Protéger la santé en protégeant la ressource en eau ;
- 7. Gérer les prélèvements d'eau de manière équilibrée et durable ;
- 8. Préserver et restaurer les zones humides ;
- 9. Préserver la biodiversité aquatique ;
- 10. Préserver le littoral ;
- 11. Préserver les têtes de bassin versant ;
- 12. Faciliter la gouvernance locale et renforcer la cohérence des territoires et des politiques publiques ;
- 13. Mettre en place des outils réglementaires et financiers ;
- 14. Informer, sensibiliser et favoriser les échanges.

Au regard des grands enjeux affichés dans le SDAGE 2016-2021, le projet de dragage et immersion des sédiments du GPMNSN est compatible avec les différentes orientations et dispositions le concernant.

Les principales dispositions issues des cinq enjeux principaux du SDAGE Loire-Bretagne sont présentées dans le tableau suivant.

TABLEAU 64 COMPATIBILITE DU PROJET AVEC LE SDAGE LB 2022-2027

DISPOSITIONS DU SDAGE LOIRE BRETAGNE 2022-2027	RENOUVELLEMENT DE L'AUTORISATION DE DRAGAGE ET D'IMMERSION DES
1 - Repenser les aménagements de cours d'eau	
1A Préservation et restauration du bassin versant	Non concerné
1B Prévenir toute nouvelle dégradation des milieux	L'entretien du chenal de la Loire par les dragages participe au bon fonctionnement hydrosédimentaire de l'estuaire. Les activités de dragage n'induisent pas de dégradation significative des milieux estuariens.
1C Restaurer la qualité physique et fonctionnelle des cours d'eau, des zones estuariennes et des annexes hydrauliques.	Les suivis, notamment réglementaires, de l'hydro-sédimentologie estuarienne participent à l'amélioration des connaissances du fonctionnement de l'estuaire de la Loire qui servent de base à la définition de mesures de restauration de la qualité physique et fonctionnelle des milieux.
1H Améliorer la connaissance.	Les suivis de l'hydro-sédimentologie estuarienne, mis en œuvre dans le cadre du projet, participent à l'amélioration des connaissances du fonctionnement de l'estuaire de la Loire.
5 - Maitriser les pollutions dues aux substances dangereuses	
5A Poursuivre l'acquisition des connaissances.	Le projet intègre la réalisation d'analyses physico-chimiques et de suivis biologiques, améliorant les connaissances du milieu
5B Réduire les émissions en privilégiant les actions préventives.	Le dragage n'est pas une source d'apports significatifs de contaminants au milieu, ne faisant que déplacer des sédiments dont la qualité chimique est satisfaisante.
6 - Protéger la santé en protégeant la ressource en eau	
6E Réserver certaines ressources à l'eau potable.	Le projet n'engendre pas de risque de dégradation des ressources en eau potable.
6F Maintenir et/ou améliorer la qualité des eaux de baignade et autres usages sensibles en eaux continentales et littorales.	Le projet n'engendre pas de risque de dégradation de la qualité bactériologique des eaux de baignade littorales au regard de la qualité bactérienne des sédiments.
6G Mieux connaître les rejets, le comportement dans l'environnement et l'impact sanitaire des micropolluants.	Les opérations de dragage font l'objet de suivis environnementaux significatifs sur la qualité de l'eau et des sédiments.
9 – Préserver la biodiversité aquatique	
10 – Préserver le littoral	
10A Réduire significativement l'eutrophisation des eaux côtières et de transition.	Les sédiments dragués ne présentent pas de concentrations fortes en matières organiques. L'optimisation des besoins de dragage mise en œuvre par le GPMNSN permet de limiter les volumes de nutriments gérés dans le milieu maritime.
10B Limiter ou supprimer certains rejets en mer :	
10B-1 : Pour les ports qui nécessitent des opérations de désenvasement, il est préconisé de créer un comité de suivi ainsi que la réalisation de plans de gestion des dragages ou des opérations de désenvasement. Conformément à la convention de Londres de 1972 et à son protocole du 7 novembre 1996, les solutions de réutilisation, recyclage ou traitement des déblais de dragage à	Le projet dispose d'un comité de suivi. Par ailleurs, le GPMNSN s'est doté d'un schéma directeur des dragages et d'un plan de gestion opérationnelle annexés au présent dossier (Voir annexe 19 et annexe 20 respectivement).

terre seront recherchées et mises en œuvre si elles ne présentent pas de risques pour la santé humaine ou pour l'environnement et si elles ne sont pas d'un coût disproportionné. »	
10B-2 : Pour les activités de dragage en milieu marin et les rejets des produits de ces dragages, soumises à la rubrique 4.1.3.0 de la nomenclature eau, il est fortement recommandé que les demandes de rejet en mer comportent une étude des solutions alternatives à ce rejet. La valorisation à terre des sables, graviers et galets sera recherchée en priorité.	Le GPMNSN a réalisé une étude exhaustive des filières de gestion à terre et notamment des filières de valorisation à terre des sédiments. Les conclusions de cette étude mettent en évidence qu'aucune filière locale n'est en mesure de gérer les volumes de sédiments concernés par les opérations du GPMNSN par manque de foncier, de maturité ou de faisabilité économique.
10D Restaurer et/ou protéger la qualité sanitaire des eaux des zones conchylicoles et de pêche à pied professionnelle.	La qualité bactériologique des sédiments dragués et immergés sur la zone de la Lambarde n'est pas de nature à engendrer une dégradation de la qualité des eaux des zones conchylicoles ou de pêche à pied.
10E Restaurer et/ou protéger la qualité sanitaire des eaux des zones de pêche à pied de loisir	
10G Améliorer la connaissance des milieux littoraux.	Le milieu estuarien et marin proche a fait et continuera à faire l'objet d'études : <ul style="list-style-type: none"> - d'amélioration des connaissances du fonctionnement hydro-sédimentaire (dynamique du système bouchon vaseux – crème de vase, incidences des opérations de dragage et d'immersion sur les turbidités) ; - sur la qualité des eaux estuariennes (oxygène dissous) ; - sur la diversité biologique (macrofaune benthique, macroalgues, habitats marins).
10H Contribuer à la protection des écosystèmes littoraux.	Le GPMNSN réalise des suivis des incidences des opérations de clapage. Ces suivis concernent non seulement la qualité des eaux marines mais aussi des algues photophiles des zones littorales.

Le projet de dragage et d'immersion des sédiments au GPMNSN est donc compatible avec les dispositifs du SDAGE Loire-Bretagne 2022-2027.

8.4 - Compatibilité avec le SAGE Estuaire de la Loire

Les sites de dragage et d'immersion se trouvent sur le bassin versant de la Loire. Le SAGE Estuaire de la Loire, actuellement en vigueur, a été adopté le 9 septembre 2009. Afin de le rendre compatible au SDAGE, il a entamé sa révision en 2015. Après 5 années de travaux et de concertation pour la mise à jour de l'état des lieux, du diagnostic du territoire et la définition d'une stratégie, la CLE a validé, le 18 février 2020, les documents composant le projet de SAGE révisé (Plan d'Aménagement et de Gestion Durable de la ressource en eau et des milieux aquatiques – PAGD, règlement, rapport environnemental). Les documents du SAGE modifiés lors des phases de consultation administrative et de consultation dématérialisée du public seront soumis à approbation inter-préfectorale courant 2023. Le SAGE révisé sera applicable lorsque l'arrêté inter-préfectoral aura été publié.

Au travers des 31 objectifs, 23 orientations, 118 dispositions et 10 règles, qui composent le SAGE révisé, la CLE porte une ambition forte pour l'atteinte du bon état des masses d'eau sur ce territoire. Les objectifs concernés par le projet sont les suivants :

TABLEAU 65 COMPATIBILITE DU PROJET AVEC LE SAGE LOIRE ESTUAIRE

ENJEUX	ORIENTATIONS REVISEE 2015	COHERENCE DU PROJET AVEC L'OBJECTIF
Qualité des eaux	Préserver et restaurer le patrimoine biologique et les fonctionnalités des cours d'eau, des espaces estuariens, littoraux et des zones humides.	Le GPMNSN réalise de nombreux suivis environnementaux de façon à connaître les incidences potentielles de ses activités et à optimiser ses pratiques pour les réduire. Il met en œuvre tous les moyens possibles pour limiter les risques de pollution accidentelle et les nuisances au milieu naturel.
	Préserver les corridors riverains des cours d'eau Préserver les marais en lien avec le bassin versant	Les études réalisées par le GPMNSN ont mis en évidence que l'envasement latéral est engendré par les conditions naturelles (conjonction de la présence du bouchon vaseux et de hauts niveaux des eaux) et que l'incidence des opérations de dragage est négligeable sur ces espaces riverains.
Gouvernance	Coordonner les acteurs et les projets à l'échelle des bassins versants, maintenir la dynamique des acteurs.	Le GPMNSN implique activement l'ensemble des parties prenantes du territoire dans le suivi des opérations de dragage et de gestion de sédiments.
Estuaire de la Loire	Réduire les pressions sur la biodiversité.	Le GPMNSN met en œuvre des mesures d'optimisation de ses pratiques permettant de réduire significativement les volumes dragués (pratiquement divisés par 2 en 10 ans) limitant ainsi d'autant les incidences potentielles sur la biodiversité aquatique. Le GPMNSN a également modifié ses pratiques en amont de l'estuaire pour ne plus intervenir en période à risque d'hypoxie/anoxie pour l'ichtyofaune (étiage).
	Améliorer la connaissance du fonctionnement hydrosédimentaire et biogéochimique du bouchon vaseux et de la crème de vase et réduire son impact.	Le GPMNSN réalise de nombreux suivis et études de ses activités qui apportent de nombreuses données et permettent de mieux comprendre le fonctionnement de l'estuaire interne et externe. Il a notamment été moteur dans la mise à jour de la modélisation hydro-

		sédimentaire et de qualité des eaux 3D de l'estuaire, portée par le GIP Loire Estuaire.
	Permettre un rééquilibrage fonctionnel de l'estuaire de la Loire.	Les opérations de dragage ne sont pas concernées par cet objectif.
Littoral	Reconquérir la qualité des milieux marins et littoraux (habitats, espèces) et préserver un littoral attractif.	Les dragages et clapages n'engendrent pas d'incidence significative sur la qualité des milieux marins et littoraux de la zone d'étude : benthos, mammifères marins, ichtyofaune, oiseaux.
	Réduire les flux de nutriments vers les eaux littorales et leurs impacts.	Les volumes d'eau apportés dans le milieu marin par les immersions sont une infime fraction du volume d'eau de la Loire rejetée en mer. De plus, les apports en nutriments via la Loire sont indirects, cette dernière n'étant pas à l'origine des flux.
Qualité de l'eau potable	Poursuivre la sécurisation de l'alimentation en eau potable.	Le GPMNSN, par ses pratiques, ne contribue pas à la remontée du bouchon vaseux à l'amont de Nantes, aucun dragage d'approfondissement n'ayant été réalisé depuis 1986 et les cotes des chenaux n'étant plus entretenues à leur cote nominale, mais à une cote objectif située 45 cm au-dessous pour le chenal de Donges. Par ailleurs, le GPMNSN contribuera à la connaissance des impacts du changement climatique (hausse du niveau des mers, accroissement de la durée et de la sévérité des étiages...) qui sont de nature à favoriser une remontée du bouchon vaseux en amont de Nantes qui pourrait menacer la prise d'eau de Mauves-sur-Loire. .

Le projet de dragage et d'immersion des sédiments au GPMNSN est donc compatible avec les dispositifs du SAGE Estuaire de la Loire.

8.5 - Schéma de Cohérence Territoriale (SCOT)

Le schéma de cohérence territoriale (SCOT) est un document de planification stratégique à l'échelle intercommunale institué par la loi Solidarité et Renouvellement Urbain (SRU), n° 2000-1208 du 13 décembre 2000.

Il propose une vision stratégique de développement d'un territoire qui sert de cadre de référence pour les différentes politiques publiques notamment en matière d'habitat, de déplacements, de développement commercial, d'environnement et d'organisation de l'espace. Les partenaires institutionnels et la société civile sont étroitement associés à son élaboration (Etat, région, département, chambres consulaires, territoires, etc.)

Le SCOT produit ses effets juridiques et les documents d'urbanisme inférieurs (plans locaux d'urbanisme, programmes locaux pour l'habitat, plans de déplacements urbains, etc.) doivent être compatibles avec ses orientations.

Le DOO, Document d'Orientations et d'Objectifs, traduit en règles concrètes les objectifs du Projet d'Aménagement et de Développement Durables (PADD). Il détermine les orientations générales de l'organisation de l'espace et les grands équilibres entre les espaces urbains et à urbaniser et les espaces ruraux, naturels, agricoles et forestiers, les conditions d'un développement urbain maîtrisé et les principes de restructuration des espaces urbanisés, de revitalisation des centres urbains et ruraux, de mise en valeur des entrées de ville, de valorisation des paysages et de prévention des risques, les conditions d'un développement équilibré dans l'espace rural entre l'habitat, l'activité économique et artisanale, et la préservation des sites naturels, agricoles et forestiers.

Le Document d'Orientation et d'Objectifs assure la cohérence d'ensemble des orientations arrêtées dans ces différents domaines. (Article L 141-5 du Code de l'urbanisme). Le contenu précis du DOO est défini à l'article L 141-6 à L141-26 du Code de l'urbanisme.

8.5.1 - SCOT Métropole Nantes-Saint Nazaire

Le Schéma de cohérence territoriale de la métropole Nantes Saint-Nazaire a été approuvé le 19 décembre 2016. Il est exécutoire depuis le 21 février 2017. Les objectifs du PADD du SCOT Métropole Nantes Saint-Nazaire en lien avec les travaux sont les suivants :

TABLEAU 66 COMPATIBILITE DU PROJET AVEC LE SCOT NANTES SAINT NAZAIRE

OBJECTIFS DU PADD	SOUS-OBJECTIFS	COHERENCE DU PROJET AVEC L'OBJECTIF
Affirmer un positionnement économique ambitieux en s'appuyant sur les filières d'innovation et de création	Accompagner le déploiement des filières stratégiques : économie maritime (navale, énergies marines renouvelables, bio ressources marines, sécurité maritime, logistique et infrastructures portuaires...), technologies avancées de production (matériaux, usine du futur, transports...), industries culturelles et créatives, numérique, alimentation et santé (sécurité alimentaire, agriculture, hôpital du futur, biotechnologies...), tourisme (littoral, fluvial, rural, urbain, cycliste...), activités économiques émergentes (énergie, économie circulaire, collaborative...).	Le GPMNSN possède une importante influence sur l'économie maritime. La réalisation du dragage du GPMNSN est nécessaire au maintien de cette économie et de toutes les activités liées au bon état et à l'accessibilité du chenal au sein de l'estuaire.
Structurer une offre lisible et adaptée à chaque type de besoin	Privilégier l'optimisation du développement des sites d'activités à proximité des connexions existantes ou futures des grands réseaux (port, fleuve, fer, aéroport, routes majeures) dans un souci de maîtrise et de	Le GPMNSN possède une importance capitale dans les activités industrielles. Réaliser le dragage de ce dernier permet de ne pas mettre en péril ces activités et

	cohérence (le long de la RN165 notamment à l'interface des sites de Croix Rouge, Folaine, le long de la RN137 au niveau du site de Érette-Grand'Haie...) au sein des secteurs d'action économique coordonnée.	de renforcer leur développement sur des secteurs ciblés par le sous-objectif.
Reconnaître la place de l'eau, dans toutes ses dimensions, comme socle commun majeur de l'éco-métropole ; concernant l'estuaire de la Loire, rechercher le juste équilibre entre le développement des activités humaines et la préservation de cet espace naturel majeur	Préserver les accès au fleuve pour des usages diversifiés. Promouvoir des projets de déplacements fluviaux pour le transport de personnes ou de marchandises et assurer la navigabilité du fleuve. Les bords de Loire pourront être valorisés pour la mise en œuvre de projets environnementaux, culturels, touristiques ou ludiques.	La sédimentation au sein de l'estuaire de la Loire entraîne une modification de la bathymétrie pouvant générer des risques pour les navires le pénétrant. Réaliser des activités de dragage permet de laisser accessibles l'estuaire de la Loire et par conséquent les différents ports se trouvant en son sein, préservant ainsi les déplacements fluviaux et la navigation sur le fleuve. Le GPMNSN cherche par ailleurs à développer le transport des marchandises entre ses sites portuaires et il favorise l'implantation d'ouvrages permettant le développement des offres de transport de passagers, notamment à Nantes. Ces actions nécessitent l'entretien des profondeurs par dragage.
Optimiser le développement des sites d'activités économiques	Favoriser l'insertion urbaine des emplois, des activités économiques et commerciales, en particulier dans les centralités.	
Renforcer les centralités à toutes les échelles afin de rechercher la proximité des équipements, commerces, emplois, services et transports collectifs, offrir des lieux de vie accessibles et de qualité, et favoriser la mixité sociale et générationnelle et fonctionnelle	Les agglomérations de Nantes et Saint-Nazaire ont la responsabilité de continuer d'accueillir la plus grande part du développement en termes d'emplois, de population à proximité des grands équipements et services urbains.	L'activité du port de Nantes Saint-Nazaire génère en se basant sur les données 2018, 9 000 emplois maritimes et portuaires et 19 500 emplois industriels et de services, soit 28 500 emplois. Ainsi, maintenir l'activité voire la renforcer participe à permettre aux deux agglomérations d'accueillir une grande part du développement en termes d'emplois. Le dragage du GPMNSN va donc dans le sens de cet objectif.
Structurer une offre multimodale pour le transport de marchandises	Développer la mise en place d'une desserte fluviale	Pour permettre le transport de marchandises via les voies navigables il est nécessaire de rendre accessible sans encombre et en toute sécurité le GPMNSN. Pour ce faire le dragage du chenal de navigation est impératif.
Renforcer l'accessibilité interrégionale, nationale et internationale de Nantes Saint-Nazaire. Définir les conditions d'intégration des grandes infrastructures	Renforcer les liens avec les territoires voisins et les autres métropoles de l'Ouest. Irriguer le territoire vers et depuis les grandes infrastructures de transports en assurant leur connexion au réseau local S'assurer de l'intégration des grands projets d'infrastructure dans le respect de l'armature urbaine, du renforcement des centralités et de la préservation des grands équilibres environnementaux, sociaux et économiques.	Le GPMNSN est relié aux cinq continents. Pour permettre de maintenir voire renforcer les liens entre les territoires voisins mais également les relations internationales, la dragage du chenal de navigation est nécessaire.

Le projet de dragage et d'immersion des sédiments au GPMNSN est donc compatible avec les dispositifs du SCOT Métropole Nantes Saint-Nazaire.

8.5.2 - SCOT Pays de Retz

Les travaux du diagnostic du SCOT du Pays de Retz en 2007, actualisés en 2012 depuis l'adhésion de la communauté de communes de Grand-Lieu, les débats entre élus avec la population et un ensemble d'acteurs socio-économiques ont permis d'identifier huit objectifs. Ceux en lien avec les travaux sont les suivants :

TABLEAU 67 COMPATIBILITE DU PROJET AVEC LE SCOT PAYS DE RETZ

OBJECTIFS DU PADD	SOUS-OBJECTIFS	COHERENCE DU PROJET AVEC L'OBJECTIF
Organiser l'espace et les grands équilibres du territoire	Respecter les grands équilibres du territoire et notamment la préservation et la restauration de la trame verte et bleu	Le projet n'engendre pas d'incidence négative sur la trame verte et bleue ; au contraire, le projet contribue à la continuité sédimentaire dans l'estuaire.
Protéger les sites naturels, agricoles et forestiers	Maintenir les espaces agricoles, assurer la pérennité des espaces agricoles et des activités de pêche	Le projet n'engendre pas d'incidence sur les prairies à proximité (pas d'envasement latéral) et n'engendre pas d'incidence significative sur la qualité de l'eau. Les incidences sur l'ichtyofaune sont considérées comme limitée au regard des méthodes mises en œuvre et des surfaces concernées.
	Protéger la biodiversité	Les dragages et clapages n'engendrent pas d'incidence significative sur les enjeux biologiques de la zone d'étude : benthos, mammifères marins, ichtyofaune, oiseaux.
Développer l'économie et l'emploi sur tout le territoire	Tous	Le projet permet de garantir la pérennité des activités portuaires (environ 30 000 emplois concernés).
Déterminer les conditions permettant d'assurer la réduction des émissions de gaz à effets de serre, la maîtrise de l'énergie et la production d'énergie à partir de sources renouvelables	Favoriser les énergies renouvelables	Le projet permettra le développement du GPMNSN sur les enjeux éoliens offshore.
	Mettre en place un suivi des émissions de gaz à effet de serre	Le GPMNSN réalise le suivi de son bilan carbone et optimise au maximum ses opérations de dragage pour réduire les volumes déplacés et le temps de fonctionnement des engins de dragage, réduisant ainsi l'emprunte carbone de l'activité.
Protéger l'environnement	Assurer une gestion et une préservation de l'unité hydraulique	Le GPMNSN réalise de nombreux suivis environnementaux de façon à connaître les incidences potentielles de ses activités et optimiser ses pratiques pour réduire leur impact.
	Coordonner les actions en faveur de la préservation de la ressource en eau	Le GPMNSN implique activement l'ensemble des parties prenantes du territoire dans le suivi des opérations de dragage et de gestion de sédiments permettant une meilleure coordination des actions de préservation de la ressource en eau.
	La prévention des risques naturels prévisibles, des risques technologiques, des pollutions et nuisances de toute nature	Le GPMNSN met en œuvre tous les moyens possible pour limiter les risques de pollution accidentelle et les nuisances envers le milieu naturel et les riverains et usagers de l'estuaire.

Le projet de dragage et d'immersion des sédiments au GPMNSN est donc compatible avec les dispositifs du SCOT Pays de Retz.

8.6 - Compatibilité avec le Plan de Gestion des Poissons Migrateurs (PLAGEPOMI)

Le document de référence en matière de gestion des migrateurs par bassin est le Plan de gestion des poissons migrateurs (PLAGEPOMI), élaboré par le COGEPOMI, détermine, pour une période de cinq ans et pour les espèces concernées, par bassin, par cours d'eau ou par groupe de cours d'eau :

- les mesures utiles à la reproduction, au développement, à la conservation et à la circulation des poissons migrateurs, sous réserve des dispositions prévues par l'article L. 432-6 du code de l'environnement, relatif au classement des cours d'eau devant comporter des dispositifs assurant la circulation des migrateurs,
- les modalités d'estimation des stocks et d'estimation de la quantité qui peut être pêchée chaque année,
- les plans d'alevinage et les programmes de soutien des effectifs,
- les conditions dans lesquelles sont fixées les périodes d'ouverture de la pêche,
- les modalités de la limitation éventuelle des pêches, qui peuvent être adaptées en fonction des caractéristiques propres à la pêche professionnelle et à la pêche de loisir,
- les conditions dans lesquelles sont délivrés et tenus les carnets de pêche.

Au regard de l'analyse des pressions connues et maîtrisables, trois orientations fondamentales techniques ont été définies pour bâtir le présent Plagepomi :

TABLEAU 68 COMPATIBILITE DU PROJET AVEC LE PLAGEPOMI

SOUS-OBJECTIFS	COHERENCE DU PROJET AVEC L'OBJECTIF
Préserver et ne pas dégrader l'existant	Les suivis physico-chimiques des opérations de dragage mettent en évidence la prédominance des phénomènes naturels dans la variabilité des paramètres pouvant impacter l'ichtyofaune : turbidité, teneur en O ₂ dissous, etc.
Reconquérir et restaurer les milieux favorables aux espèces amphihalines	<p>Les opérations de dragage et de gestion des sédiments n'engendrent pas d'incidence significative sur ces paramètres et des incidences faibles sur les enjeux liés à l'ichtyofaune au regard de la surface du bassin versant. En effet, les surfaces concernées par les dragages et leur incidence restent faibles par rapport aux sections en travers de la Loire, notamment là où l'essentiel de l'activité de dragage se concentre, c'est-à-dire dans les sections aval, devant Montoir et Donges.</p> <p>Le GPMNSN a également modifié ses pratiques en amont de l'estuaire pour ne plus intervenir en période de risque pour l'ichtyofaune : pas d'intervention en amont en période de débits < 500 m³/s lorsque la température du fleuve est trop élevée ou que les niveaux d'oxygène dissous sont trop faibles ou risquent de la devenir sous l'effet des variations des coefficients de marée.</p> <p>Le suivi réalisé par le GPMNSN met également en évidence l'absence d'incidence des dragages sur la sédimentation latérale, phénomène pouvant impacter des vasières présentant potentiellement des fonctionnalités écologiques pour l'ichtyofaune.</p> <p>Enfin, on peut noter que le GPMNSN met en œuvre des mesures d'optimisation de ses pratiques permettant de réduire significativement les volumes dragués (pratiquement divisés par 2 en 10 ans) limitant ainsi d'autant les incidences potentielles de l'activité sur le milieu d'évolution des espèces piscicoles.</p>
Améliorer les connaissances et le suivi des populations dans un contexte de changement global	<p>Le GPMNSN met en œuvre différents suivi physico-chimiques dans l'estuaire mais également des suivis biologiques, notamment des études halieutiques. Ces études sont annexées à ce dossier.</p> <p>Depuis 2021, le GPMNSN soutient financièrement et contribue au projet BiotroL (biodiversité et relations trophiques benthos / poissons : évolution sur plus de 30 ans dans l'estuaire de la Loire et recommandations pour préserver les zones de nourricerie) porté par l'Institut Agro de Rennes, en collaboration avec IFREMER et Bio-Littoral. De premières publications issues de ce projet sont en cours de validation.</p> <p>Le GPMNSN implique activement l'ensemble des parties prenantes du territoire dans le suivi des opérations de dragage et de gestion de sédiments.</p>

Le projet de dragage et d'immersion des sédiments au GPMNSN est donc compatible avec les orientations fondamentales du PLAGEPOMI.

8.7 - Compatibilité avec le Plan Loire Grand Migrateur

Le plan Loire grandeur nature (PLGN) est un plan d'aménagement global qui vise à concilier la sécurité des personnes, la protection de l'environnement, le développement économique dans une perspective de développement durable. Le Plan Loire dispose de 4 enjeux prioritaires déclinés en sous-objectifs. Ceux en lien avec le projet sont les suivants :

TABEAU 69 COMPATIBILITE DU PROJET AVEC LE PLAN LOIRE GRAND MIGRATEUR

ENJEUX PRIORITAIRES	SOUS-OBJECTIFS	COHERENCE DU PROJET AVEC L'OBJECTIF
Retrouver un fonctionnement plus naturel des milieux aquatiques	Restaurer les populations de poissons grands migrateurs amphihalins et faciliter leur migration.	<p>Le GPMNSN met en œuvre des mesures d'optimisation de ses pratiques permettant de réduire significativement les volumes dragués (pratiquement divisés par 2 en 10 ans), limitant ainsi d'autant les incidences potentielles.</p> <p>Le GPMNSN a également modifié ses pratiques en amont de l'estuaire pour ne plus intervenir en période risquée pour l'ichtyofaune : pas d'intervention en amont en période de débits < 500 m³/s lorsque la température du fleuve est trop élevée ou que les niveaux d'oxygène dissous sont trop faibles ou risquent de la devenir sous l'effet des variations des coefficients de marée.</p> <p>Le suivi réalisé par le GPMNSN met également en évidence l'absence d'incidence des dragages sur la sédimentation latérale, phénomène pouvant impacter des vasières présentant potentiellement des fonctionnalités écologiques pour l'ichtyofaune.</p> <p>Enfin, le GIP LE et le GPMNSN réalisent des études de modélisation hydrosédimentaires et de qualité des eaux permettant de mieux comprendre le fonctionnement de l'estuaire et les incidences des pratiques de dragages de façon à continuer l'optimisation des pratiques.</p>
Développer, valoriser et partager la connaissance sur le bassin	<p>Partager et valoriser la connaissance.</p> <p>Acquérir de nouvelles connaissances ou outils opérationnels.</p>	<p>Le GPMNSN met en œuvre différents suivi physico-chimiques dans l'estuaire mais également des suivis biologiques, notamment des études halieutiques. Ces études sont annexées à ce dossier.</p> <p>Depuis 2021, le GPMNSN soutient financièrement et contribue au projet Biotrol (biodiversité et relations trophiques benthos / poissons : évolution sur plus de 30 ans dans l'estuaire de la Loire et recommandations pour préserver les zones de nurserie) porté par l'Institut Agro de Rennes, en collaboration avec IFREMER et Bio-Littoral. De premières publications issues de ce projet sont en cours de validation.</p> <p>Le GPMNSN implique activement l'ensemble des parties prenantes du territoire dans le suivi des opérations de dragage et de gestion de sédiments.</p>

Le projet de dragage et d'immersion des sédiments au GPMNSN est donc compatible avec les enjeux prioritaires du plan Loire Grand Migrateur.

8.8 - Compatibilité avec les documents d'urbanisme

Les opérations de dragage sont réalisées sur le domaine public fluvial ou sur le domaine public maritime. Il s'agit d'opérations d'entretien nécessaire au bon fonctionnement des activités portuaires sur tout l'estuaire.

Les opérations de dragage et de gestion des sédiments ne sont pas de nature à être incompatibles avec les documents urbanismes des communes et villes de l'estuaire de la Loire.

8.9 - Espaces naturels sensibles (ENS)

Les Espaces Naturels Sensibles des départements (ENS) sont un outil de protection des espaces naturels par leur acquisition foncière ou par la signature de conventions avec les propriétaires privés ou publics mis en place dans le droit français et régi par le code de l'Environnement.

Plusieurs ENS sont situés dans le périmètre portuaire et à proximité des zones de dragage sur les berges. Ils ne sont cependant pas concernés par les opérations de dragage.

Pièce n° 7 : Incidences négatives notables attendues du projet sur l'environnement qui résultent de la vulnérabilité du projet à des risques d'accidents ou de catastrophes majeures en rapport avec le projet concerné

1 - INCIDENCES NOTABLES IDENTIFIEES

1.1 - Par rapport aux risques naturels

1.1.1 - Présentation des risques naturels sur la zone

Les différents risques recensés sur la zone d'étude sont les suivants :

- inondation : risque fort sur les communes de l'estuaire ;
- submersion marine : risque fort sur les communes littorales ;
- sismique : risque modéré ;
- retrait gonflement des argiles : risque globalement faible
- radon : risque globalement fort ;
- recul du trait de côte : risque globalement faible sur les communes littorales de Loire-Atlantique ;
- feu de forêt : risque limité à certaines communes.

1.1.2 - Analyse des incidences du projet sur les risques naturels

Les opérations de dragage et d'immersion ne sont pas de nature à engendrer une incidence négative sur les risques naturels.

➤ Incidences négligeable

1.2 - Par rapport aux risques technologiques

1.2.1 - Localisation des principaux risques technologiques

La zone d'étude représente un des principaux pôles économiques et industriels historiques au niveau national. Les villes situées de part et d'autre de l'estuaire de Saint-Nazaire à Nantes accueillent de nombreuses Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) et nombre d'entre elles sont soumises à un régime SEVESO. On note des dizaines de sites sur la zone d'étude, notamment sur les communes de St-Nazaire, Donges, Montoir et Nantes.

Les zones de dragage et d'immersion des sédiments ne sont pas directement concernées par ces installations.

Il convient cependant de signaler la présence de canalisations de transports de produits dangereux (gaz et produits chimiques) qui traversent l'estuaire au droit des communes de Cordemais et de Bouguenais.

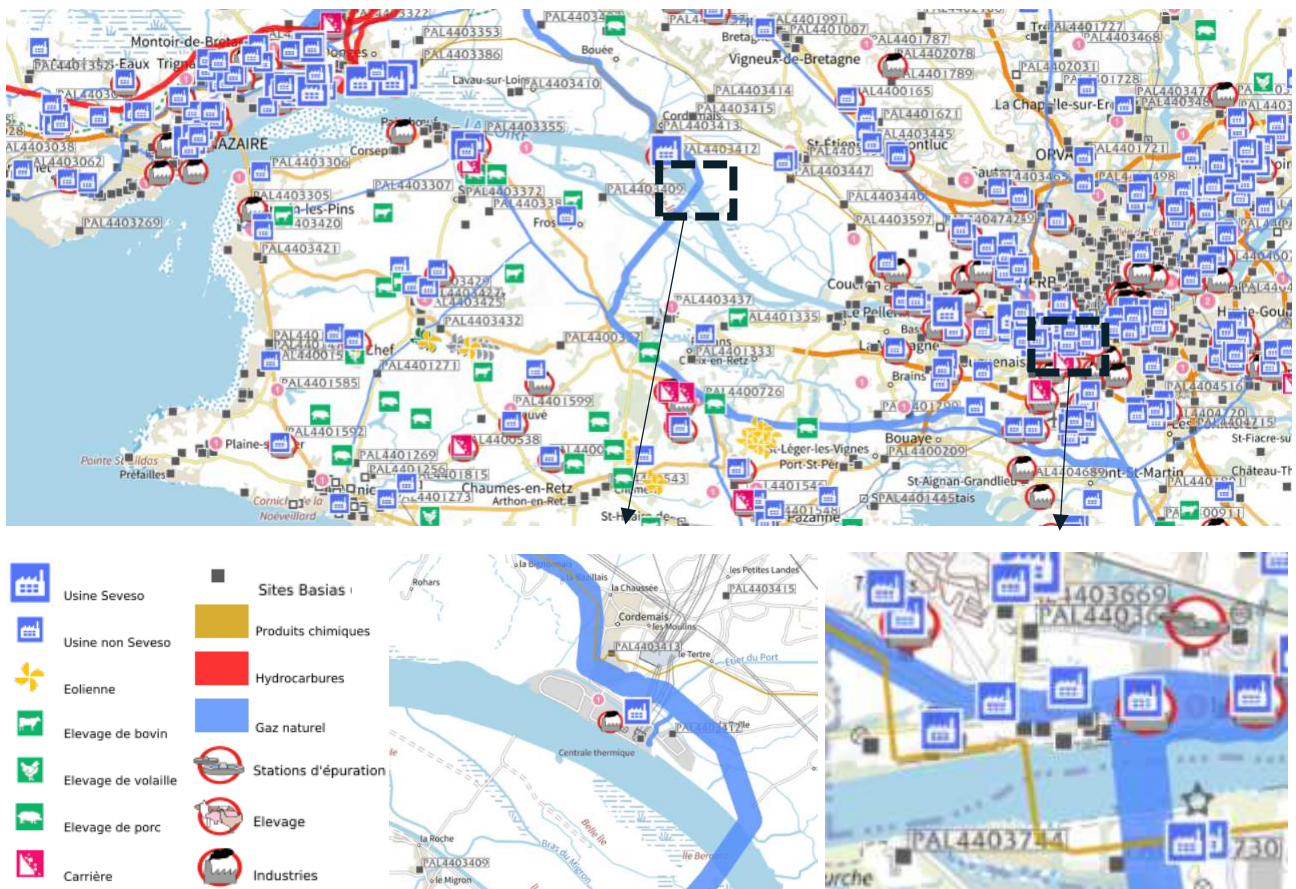


FIGURE 173 SITES ET RISQUES INDUSTRIELS AU NIVEAU DE L'ESTUAIRE

1.2.2 - Les plans de prévention des risques technologiques

Entre Saint-Nazaire et Nantes se trouvent deux zones présentant des sites à risque technologique : il s'agit des établissements de Total Raffinage France, Antargaz et SFDM à Donges et Montoir-de-Bretagne ainsi que ELENGY, IDEA Services vrac et YARA France à Montoir-de-Bretagne. Ces sites sont situés sur les bords de la Loire et les zones de risques technologiques s'étendent sur la Loire et sur des espaces terrestres de la circonscription portuaire.

Un premier PPRT a été approuvé le 21 février 2014 pour les entreprises Totale Raffinage France, Antargaz et SFDM à Donges et Montoir-de-Bretagne. Ce PPRT définit des mesures afin de renforcer la protection des riverains.

Un second PPRT a été approuvé le 30 septembre 2015 autour des établissements ELENGY, IDEA Services vrac et YARA France.

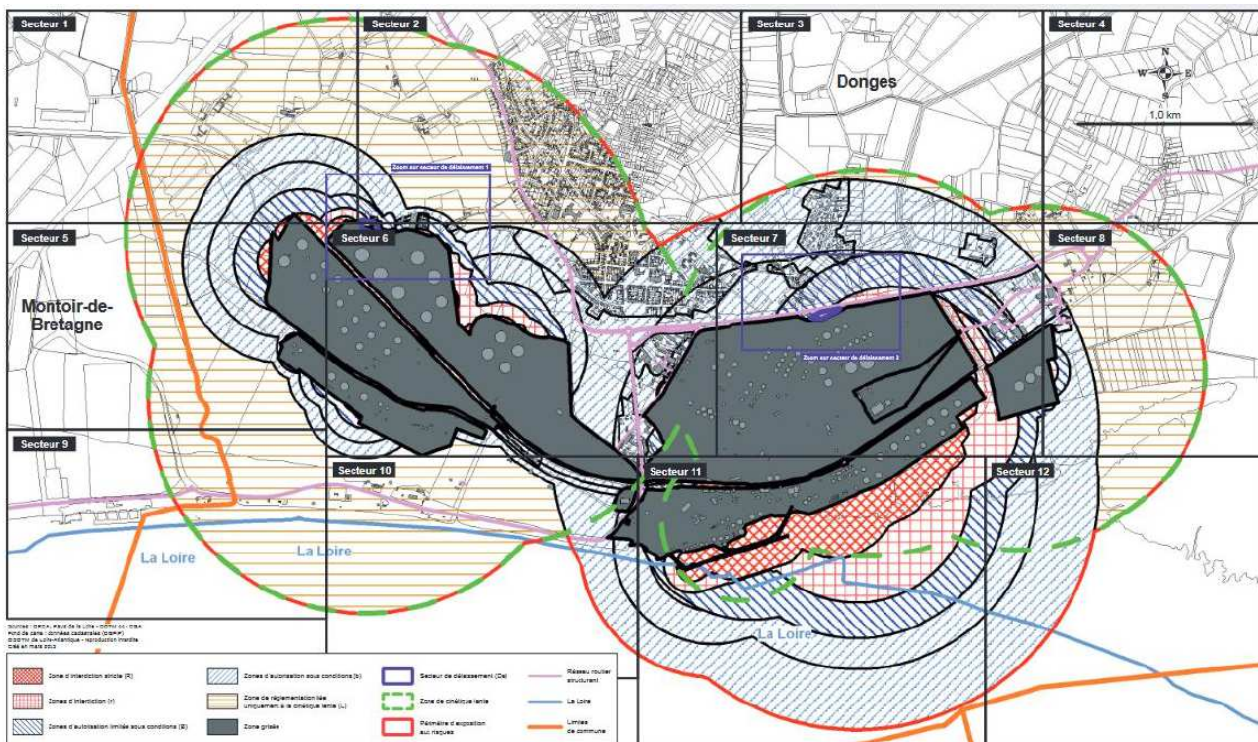


FIGURE 174 PPRT DE TOTAL RAFFINAGE FRANCE, ANTARGAZ ET SFDM (2014)

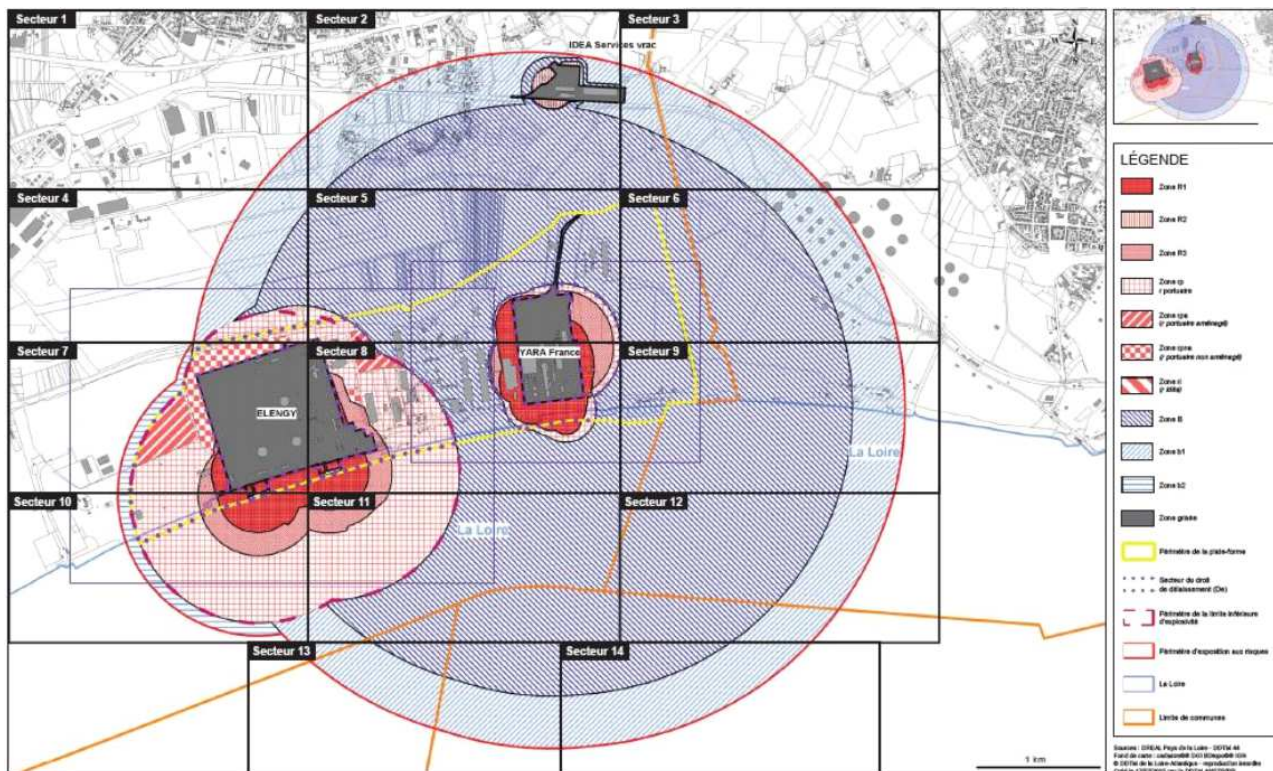


FIGURE 175 PPRT AUTOUR DES ETABLISSEMENTS ELENGY, IDEA SERVICES VRAC ET YARA FRANCE (2015)

1.2.3 - Analyse des incidences du projet sur les risques technologiques

Les travaux de dragage et d'immersion ne sont pas de nature à avoir une incidence sur les risques technologiques présent sur ou à proximité de la zone d'étude.

➤ Incidences négligeable

1.2.4 - Risque accidentogène

Le principal risque accidentogène est lié à la coactivité entre les engins de dragage et les navires de commerce et de plaisance parcourant l'estuaire interne et externe. En effet, le trafic lié aux activités de dragage augmente le risque accidentogène sur toute la zone d'étude.

Au regard des navires parcourant la zone (transport de matières dangereuses notamment), une collision pourrait engendrer une pollution importante voire un risque pour les usagers de l'estuaire.

Toutefois, ces opérations sont réalisées depuis de nombreuses années ; le personnel, les méthodes de dragage et d'immersion sont parfaitement adaptées aux conditions d'intervention dans l'estuaire. Le suivi quotidien des navires réalisé par le GPMNSN permet de garantir une excellente connaissance des horaires de passage des navires et limiter significativement les risques de collision. Pour information, aucun accident impliquant les engins de dragage du GPMNSN n'est à déplorer sur la période 2013-2023 et pas davantage historiquement selon les informations dont le GPMNSN dispose.

➤ Incidences faibles, directe, temporaires

2 - MESURES ENVISAGEES

2.1 - Par rapport aux risques naturels et technologiques

Aucune mesure n'est envisagée au regard de l'absence d'incidence potentielle.

Pour information, le GPMNSN s'est engagé dans une étude de vulnérabilité de de son territoire vis-à-vis des conséquences du changement climatique, en vue d'élaborer son plan d'adaptation au changement climatique.

2.2 - Par rapport au risque accidentogène

La poursuite de la gestion logistique actuelle du GPMNSN permettra de limiter au minimum les risques accidentogènes.

Des liens permanents entre la capitainerie, les officiers commandant les engins de dragage, les commandants des navires marchands fréquentant l'estuaire et toutes les autres unités nautiques (pêcheurs...) permettent de coordonner les opérations de dragage / immersion avec les navires présents dans les estuaires interne et externe.

2.3 - Préparation et réponse envisagée à ces situations d'urgence

2.3.1 - Mise en œuvre stricte des consignes HSE sur les engins de dragage

La mise en œuvre d'un système de gestion Hygiène, Sécurité et Environnement (HSE) est fondamentale, aussi bien pour les personnels qui seront amenés à participer aux travaux que pour limiter les émissions vers l'environnement. Le système HSE, au travers de consignes et de rapports, encadre chaque activité à bord des engins. Parmi les activités visées, la bonne gestion des déchets est une source de lutte contre les rejets non contrôlés et contre les comportements inappropriés (déchets jetés par-dessus bord).

2.3.2 - Entretien régulier sur les navires et les engins de chantier

L'entretien régulier des moteurs, compresseurs, groupes électrogènes, batteries et flexibles est un moyen préventif de lutte contre les accidents et contre les rejets dans le milieu marin qui peuvent en résulter (carburants, fluides hydrauliques, etc.). De plus, une certification de matériel en bon état, à jour des contrôles au démarrage de l'opération. Cette vérification sera renforcée par l'obligation de contrôler régulièrement l'état du matériel pendant les travaux.

2.3.3 - Matériel de lutte contre les rejets accidentels et personnels qualifiés et formés

Si, en dépit des règles HSE et de l'entretien, un rejet accidentel survenait, il est très important de disposer de moyens de lutte appropriés et de personnels formés à leur mise en œuvre, de manière à confiner et résorber le rejet. Les consommables utilisés (chiffons, absorbants, etc.) seront ensuite à intégrer dans la filière de tri et de traitement des déchets industriels spéciaux.

Des matériels de lutte anti-pollution seront présents à bord des moyens nautiques et personnel à bord formé à les mettre en œuvre. En cas de pollution accidentelle avérée, la capitainerie est prévenue tout comme le maître d'œuvre et l'autorité préfectorale. Le rejet est stoppé et l'ensemble des moyens déployés à partir de la drague pour contenir la pollution (barrages, coagulants, absorbants, etc.).

Ces mesures de prévention s'appliquent aussi lors des opérations de ravitaillement en carburant de la drague que cela s'effectue en rade par barge citerne ou à quai selon le respect des règlements portuaires.

2.3.4 - Plans d'urgence de bord contre la pollution par les hydrocarbures (SOPEP)

Le GPMNSN dispose d'un plan **SOPEP élaboré pour la DAM Samuel de Champlain**. Ce plan est présenté en annexe 21 de l'étude d'impact, il comprend notamment les éléments suivants :

- Rapports aux autorités maritimes
- Message type POLREP
- Procédures en exploitation au port et en mer
- Informations à collecter
- Moyens disponibles à bord
- Coordonnées des CROSS, préfectures maritimes, capitaineries, services préfectoraux et stations étrangères
- Rôle antipollution de l'équipage
- Procédure pour signaler une pollution
- Mesures à prendre
- Procédures d'exercice et de simulation
- Organisation globales des navires
- Relations extérieures
- Procédures ISM et QSE dont les procédures pollution du milieu marin, avarie coque, fuite GNL, détection gaz, soutage DO, soutage GNL, gestion des déchets.
- Caractéristiques du navire

Le GPMNSN dispose également d'un **SOPEP élaboré pour la DAS Gendre** qui reprend les même éléments. Il est également disponible en annexe 21.

Le GPMNSN ne dispose pas de SOPEP dédié à la DIE « Milouin ». Cependant, **les modalités des deux SOPEP sont appliquées** garantissant la prise en compte des risques de pollution par les équipages.

2.3.5 - Exemple de procédures pour la DAM Samuel de Champlain

La figure ci-dessous présente deux exemples de logigrammes d'intervention en cas de pollution accidentelle :

Situations	Evènements	Actions	Responsables
1: Déversements liés à l'exploitation	<ul style="list-style-type: none"> • Fuite de tuyautage. • Débordement des capacités. • Fuite de la coque. 	Enlever sans danger les hydrocarbures déversés et gardés à bord: garantir l'évacuation des hydrocarbures et des matériaux de nettoyage*.	Commandant et Chef Mécanicien
1.1: Fuite de tuyautage		Arrêter l'avitaillement.	Commandant et Chef mécanicien
1.2: Débordement de capacité		Arrêter l'avitaillement, abaisser le niveau de la soute par transfert dans une autre capacité ou à terre.	Commandant et Chef mécanicien
1.3: Fuites de la coque		Abaissier le niveau de la soute par transfert dans une autre capacité ou à terre. Faire varier la gîte et/ou l'assiette du navire	Commandant et Chef mécanicien
1: Déversements résultant d'accidents	• Toutes les situations d'urgence pouvant entraîner un déversement.	Se reporter aux procédures d'urgence ISM répertoriés dans le SGS de la Samuel de Champlain et du GPMNSN.	Commandant, Chef mécanicien et tout le personnel concerné par les procédures d'urgence.

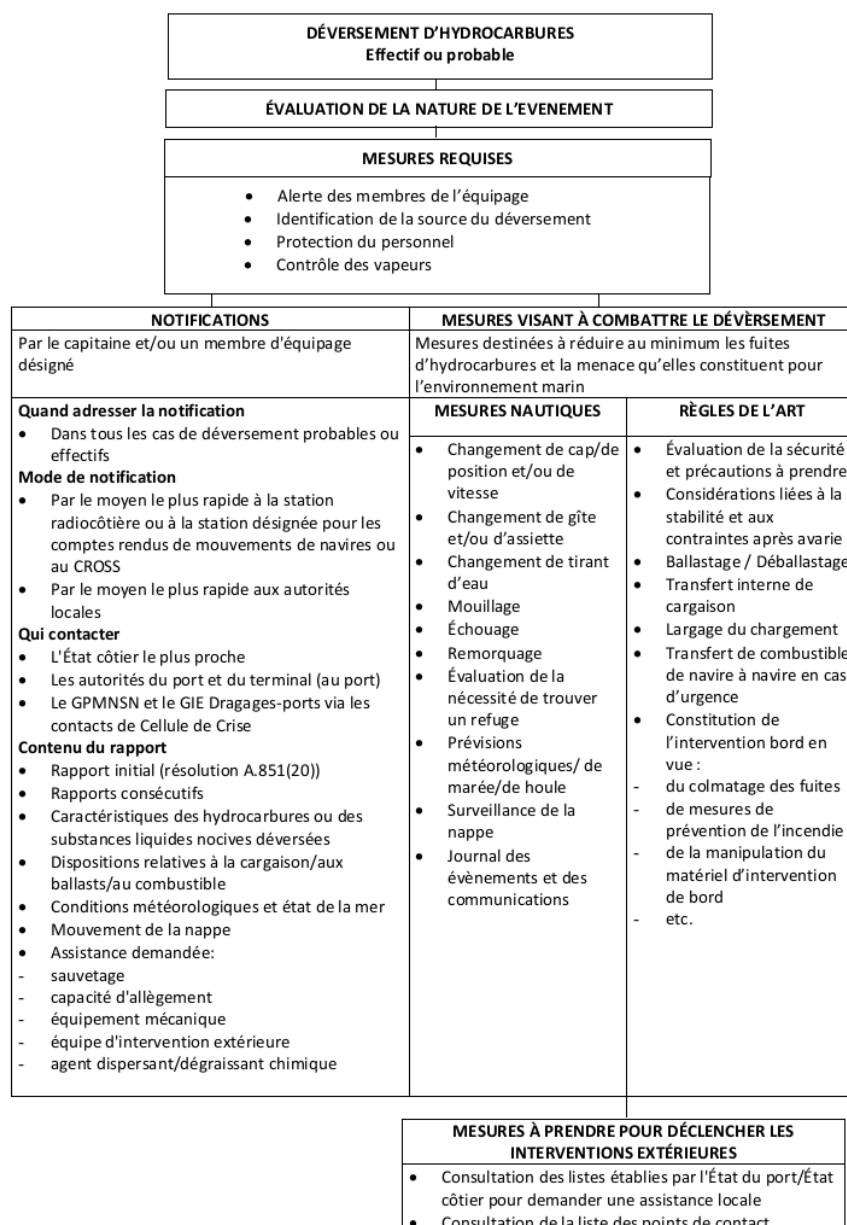


FIGURE 176 : LOGIGRAMMES D'INTERVENTION EN CAS DE POLLUTION ACCIDENTELLE

2.3.6 - Exemple de procédures pour la DAS Gendre

2.3.6.1 - En cas de pollution du milieu marin

- Instructions suites à la constatation d'une pollution ou d'un risque de pollution :
 - Toute personne qui constate une pollution ou un risque de pollution (éventuellement à proximité du navire) doit immédiatement en informer l'officier de quart passerelle, qui doit prévenir le Commandant.
 - Que la pollution provienne ou non de son navire, le commandant contacte les autorités (en zone portuaire, la capitainerie – hors zone portuaire, le CROSS) et leur transmet un message POLREP.
 - Contacter l'astreinte ISM (numéro affiché en passerelle).
 - L'équipage est à la disposition des autorités pour lutter contre la pollution.

- Procédure complémentaire en cas de soutage :
 - Stopper le transfert.
 - Vérifier que tous les dalots sont bouchés.
 - Disposer le matériel SOPEP pour contenir au mieux le polluant.

- Procédure complémentaire en cas de rupture ou fuite d'un flexible ou d'une canalisation hydraulique :
 - Arrêter le dragage, stopper les pompes hydrauliques.
 - Prévenir la machine.
 - Boucher les dalots.
 - Disposer le matériel SOPEP pour contenir au mieux le polluant.

2.3.6.2 - En cas d'écoulement accidentel de liquide sur le pont

- Actions à effectuer dans l'ordre :
 - 1. arrêt des opérations de dragage ;
 - 2. se renseigne sur la nature et l'emplacement du produit ;
 - 3. combattre si possible la fuite avec les moyens du maître d'équipage lutte anti-pollution ;
 - 4. prévenir les autorités portuaires et le GPMNSN si déversement à la mer.

- Actions à effectuer sans ordre préférentiel :
 - Diriger l'équipe sur les lieux ;
 - Note les heures et les événements importants ;
 - Rend compte au Capitaine ;
 - Prévient LPC canal 14 si la situation devient incontrôlable.

2.3.6.3 - Procédure de gestion des déchets à bord

Le logigramme ci-dessous présente les modalités de gestion des déchets à bord :

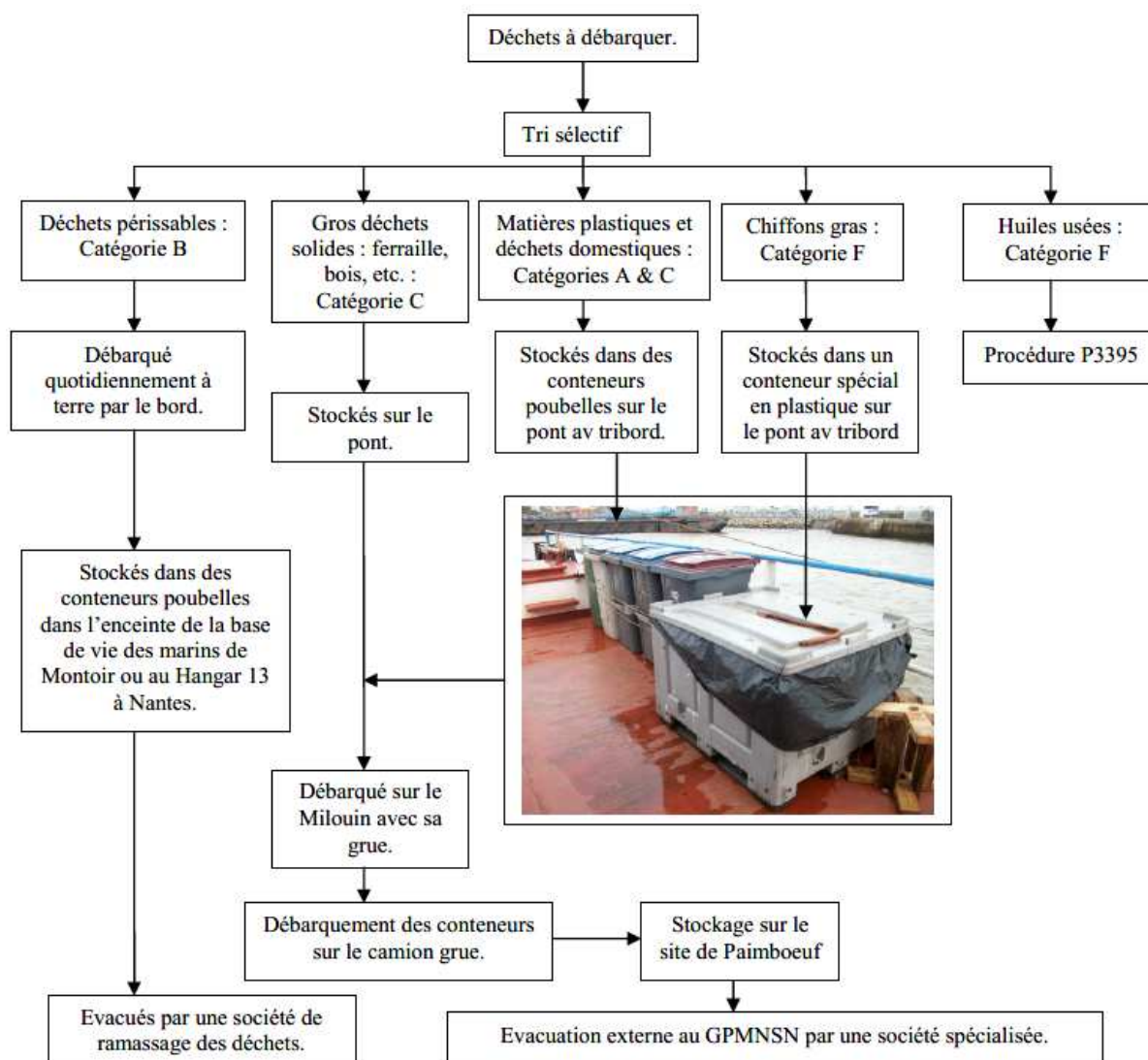


FIGURE 177 : PROCEDURE DE GESTION DES DECHETS A BORD

2.3.7 - Arrêt immédiat des travaux et mesures d'urgence

En cas d'accident ou de défaillance, les travaux sont arrêtés instantanément. L'information est relayée à la capitainerie du GPMNSN. Selon la teneur de l'accident des mesures d'urgence sont prises pour la sauvegarde des personnes puis des biens et du milieu naturel.

Pièce N°8 : Notice d'incidence Natura 2000

1 - PREAMBULE ET LEXIQUE NATURA 2000

Compte tenu de sa localisation, le projet du GPMNSN de dragages d'entretien et d'immersion des déblais de dragage est soumis à une évaluation des incidences Natura 2000 au titre de l'article L414-4 du Code de l'Environnement. Pour ce faire, le présent chapitre comprend l'identification des sites « Natura 2000 » concernés, la description et la localisation des habitats et espèces d'intérêt communautaire et les incidences prévisibles du projet sur ces derniers.

La construction du présent dossier est basée sur les exigences réglementaires [article R.414-21 du Code de l'Environnement]. Le vocabulaire utilisé est celui employé par le réseau Natura 2000. Nous rappelons ci-dessous les principaux termes et procédures associés à la démarche Natura 2000².

1.1 - Réseau Natura 2000

Le réseau Natura 2000 a été initié par l'Union Européenne en 1992 pour la préservation de la diversité biologique. Son objectif principal est d'assurer le maintien des habitats naturels et des espèces d'intérêt communautaire dans un état de conservation favorable, voire leur rétablissement lorsqu'ils sont dégradés, tout en tenant compte des exigences économiques, sociales, culturelles et régionales, dans une logique de développement durable.

Cet objectif peut requérir le maintien, voire l'encouragement, d'activités humaines adaptées. Il est composé des Zones de Protection Spéciale (ZPS) et des Zones Spéciales de Conservation (ZSC). Les sites Natura 2000 n'ont pas de statut réglementaire.

1.2 - Directive « Habitats, faune, flore »

Appellation courante de la Directive 92/43/CEE du Conseil des Communautés Européennes du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages. Ce texte sert de fondation juridique au réseau Natura 2000. Il prévoit notamment la désignation de Zones Spéciales de Conservation (ZSC), ainsi que la protection d'espèces sur l'ensemble du territoire métropolitain. Il est fréquemment fait référence à plusieurs annexes de cette directive, notamment :

- Annexe I : type d'habitats naturels d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation ;
- Annexe II : espèces animales et végétales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation ;
- Annexe IV : espèces animales et végétales d'intérêt communautaire qui nécessitent une protection stricte.

² Source : [Réseau européen Natura 2000 | Ministères Écologie Énergie Territoires \(ecologie.gouv.fr\)](https://ecologie.gouv.fr/) portail officiel du réseau Natura 2000

1.2.1 - Sites d'Importance Communautaire (SIC)

Sites sélectionnés, sur la base des propositions des Etats membres, par la Commission Européenne pour intégrer le réseau Natura 2000 en application de la directive "Habitats, faune, flore". La liste nominative de ces sites est arrêtée par la Commission Européenne pour chaque région biogéographique. Ces sites sont ensuite désignés en Zones Spéciales de Conservation (ZSC) par arrêtés ministériels.

1.2.2 - Propositions de Sites d'Importance Communautaire (SIC)

Sites proposés par chaque Etat membre à la Commission européenne pour intégrer le réseau Natura 2000 en application de la directive "Habitats, faune, flore".

1.2.3 - Zones Spéciales de Conservation (ZSC)

Zones constitutives du réseau Natura 2000 désignées par arrêtés ministériels en application de la directive "Habitats, faune, flore".

1.3 - Directive « Oiseaux »

Directive 79/409/CE du Conseil des Communautés Européennes du 2 avril 1979 concernant la conservation des oiseaux sauvages ; consolidée par la directive 2009/147/CE du 30 novembre 2009.

Elle prévoit notamment la désignation de Zones de Protection Spéciale (ZPS). Il est fréquemment fait référence à l'annexe I de cette directive qui liste les espèces faisant l'objet de mesures de conservation spéciale concernant leur habitat afin d'assurer leur survie et leur reproduction dans leurs aires de distribution.

1.3.1 - Zones de Protection Spéciale (ZPS)

Sites sélectionnés par la France au titre de la directive « Oiseaux » dans l'objectif de mettre en place des mesures de protection des oiseaux et de leurs habitats. La désignation des ZPS s'appuie généralement sur les Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux (ZICO), fruit d'une enquête scientifique de terrain validée par les Directions Régionales de l'Environnement (DIREN). La transcription en droit français des Zones de Protection Spéciale (ZPS) se fait par parution d'un arrêté de désignation au Journal Officiel, puis notification du site à la commission européenne.

1.3.2 - Espèces d'intérêt communautaire

Définition juridique. Espèce en danger ou vulnérable ou rare ou endémique (c'est-à-dire propres à un territoire bien délimité ou à un habitat spécifique) énumérée :

- soit à l'annexe II de la directive « Habitats, faune, flore » et pour lesquelles doivent être désignées des Zones Spéciales de Conservation,
- soit aux annexes IV ou V de la Directive « Habitats, faune, flore » et pour lesquelles des mesures de protection doivent ou peuvent être mises en place sur l'ensemble du territoire.

1.3.3 - Habitat naturel d'intérêt communautaire

Un habitat naturel d'intérêt communautaire est un habitat naturel, terrestre ou aquatique, en danger ou ayant une aire de répartition réduite ou constituant un exemple remarquable de caractéristiques propres à une ou plusieurs des neuf régions biogéographiques et pour lequel doit être désignée une Zone Spéciale de Conservation. Ces habitats sont inscrits à l'annexe I de la directive « Habitats ».

1.3.4 - Espèce ou habitat d'intérêt communautaire prioritaire

Habitat ou espèce en danger de disparition sur le territoire européen des Etats membres. L'Union européenne porte une responsabilité particulière à leur conservation, compte tenu de la part de leur aire de répartition comprise en Europe (signalé par un * dans les annexes I et II de la Directive « Habitats, faune, flore »).

1.3.5 - Formulaire standard de données (FSD)

Formulaire de communication de données entre les états membres et la commission européenne pour fournir les informations nécessaires sur les sites éligibles comme Sites d'Importance Communautaire.

1.4 - Comité de pilotage Natura 2000

Organe de concertation et de débat, le Comité de pilotage Natura 2000 (Copil) est mis en place par le préfet pour chaque site ou ensemble de sites Natura 2000. Il regroupe toutes les parties concernées par la vie du site : les représentants des collectivités territoriales intéressées et de leurs groupements, des représentants des propriétaires et exploitants de biens ruraux compris dans le site et peut être élargi aux autres gestionnaires et usagers du site (associatifs, socio-économiques, etc.). Il pilote la préparation et la mise en œuvre des documents d'objectifs (DOCOB).

1.5 - Document d'objectifs (DOCOB)

Le DOCOB définit, pour chaque site Natura 2000, un état des lieux, des objectifs de gestion et les modalités de leur mise en œuvre. Il est établi par un opérateur en concertation avec les acteurs locaux réunis au sein d'un comité de pilotage (COPIL). Il est validé par le préfet.

2 - DESCRIPTION DU PROJET ET DU CONTEXTE NATURA 2000

Les principales informations décrites dans ce chapitre sont issues des documents suivants :

- « GRAND PORT MARITIME DE NANTES SAINT-NAZAIRE DRAGAGES ET IMMERSIONS A LA LAMBARDE DES MATERIAUX DRAGUES DANS L'ESTUAIRE DE LA LOIRE DEMANDE D'AUTORISATION – DOSSIER D'INCIDENCES NATURA 2000 », ARTELIA/CREOCEAN, Octobre 2012.
- « Dossier d'évaluation des incidences Natura 2000 du projet de Raccordement électrique du parc éolien en mer de Saint-Nazaire », RTE, 2015.
- « Dossier d'évaluation des incidences Natura 2000 du projet de dragage d'entretien du chenal de navigation, des ouvrages portuaires et de leurs accès et Gestion des sédiments dragués du GPM de Bordeaux », ARTELIA, 2018.

2.1 - Localisation des travaux de dragages et d'immersion

La description du projet et les caractéristiques des travaux sont données dans les trois premiers chapitres du présent document.

2.2 - Sites Natura 2000 concernés

Comme expliqué dans la pièce 5 « Analyse de l'état initial » du présent dossier, le projet est implanté au sein de plusieurs sites Natura 2000 :

■ Directive Habitats :

- FR5200621 : Estuaire de la Loire - Cette zone a été créée pour protéger la diversité d'habitats et d'espèces de la zone. Les enjeux principaux sont la **qualité de l'eau**, la préservation des berges et des milieux humides à proximité ;
- FR5202011 : Estuaire de la Loire Nord - L'importance de cette zone est liée à la **diversité des habitats d'intérêt communautaire** présents (récifs, fonds sableux et vaseux). Elle protège également les algues présentes et le cortège d'espèces associées sur les plateaux rocheux mais aussi les fonds sableux et vaseux où vivent de **nombreuses espèces benthiques** et qui présentent plusieurs **fonctionnalités écologiques** majeures : nourricerie, zone de frayère, zone de migration.

■ Directive Oiseaux :

- FR5210103 : Estuaire de la Loire - Cette zone vise la protection de la grande diversité de milieux favorables pour les oiseaux dans le complexe de la Basse-Loire estuarienne. Ces milieux sont liés aux relations fortes entre dynamique naturelle et activités humaine ; ainsi, **les activités de dragage ne sont pas un des facteurs mettant en cause la pérennité de cet ensemble** ;
- FR5212014 : Estuaire de la Loire Sud – Baie de Bourgneuf - Cette zone vise à protéger la grande diversité d'habitats pour l'avifaune et leurs fonctions écologiques : hivernage, alimentation, reproduction, migration. Le site est principalement sensible aux pollutions accidentelles et aux incidences (rejets, réseaux d'eau pluviale, etc.) sur la **qualité de l'eau**.

Les autres zones Natura 2000 situées à proximité du projet sont les suivantes :

TABLEAU 70 LISTE DES ZONES NATURA 2000 A PROXIMITE DES SITES DES OPERATIONS DE DRAGAGE-IMMERSIONS

Type de protection	Nom du site	Distance	Superficie
Zone Spéciale de Conservation (ZSC)	FR5200623 – Grande Brière et marais de Donges	Environ 3 km du chenal entretenu	16 842 ha
	FR5202012 – Estuaire de la Loire Sud – Baie de Bourgneuf	3 km du site d'immersion	49 441 ha
Zone de Protection Spéciale (ZPS)	FR5212008 – Grande Brière, marais de Donges et du Brivet	Environ 3 km du chenal entretenu	19 754 ha
	FR5212013 - Mor Braz	Environ 10 km du site d'immersion	40 276
	FR5210090 - Marais salants de Guérande, traict du Croisic et Dunes de Pen Bron	10 km du site d'immersion	3 622
	FR5212009 : Marais Breton, Baie de Bourgneuf, Ile de Noirmoutier et Forêt de Monts	10 km du site d'immersion	55 826

La carte ci-après représente ces zones qui sont détaillées dans ce chapitre.

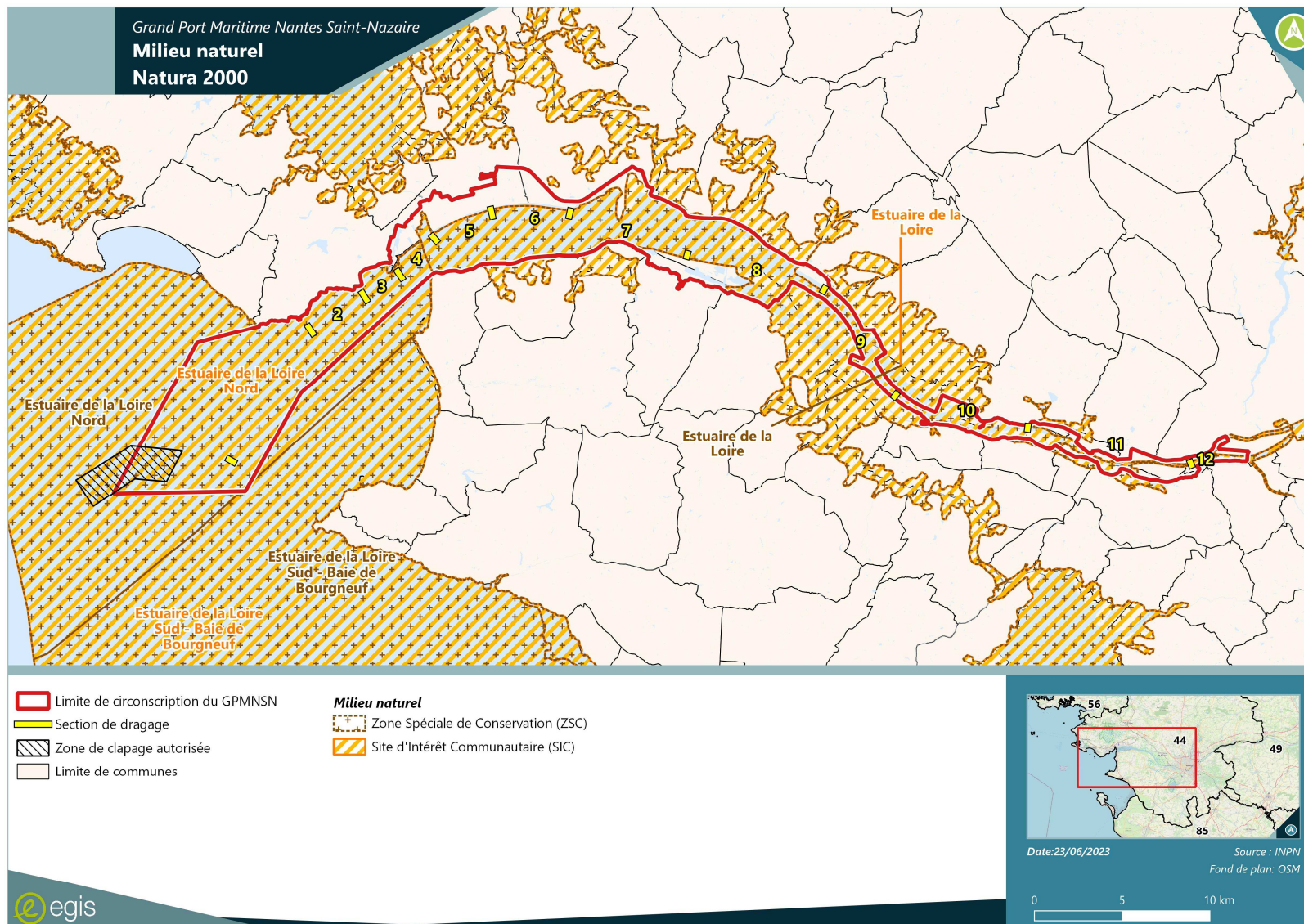


FIGURE 178 LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE VIS-A-VIS DES ZONES NATURA 2000

2.2.1 - Directive Habitats

2.2.1.1 - ZSC FR 5200621 « Estuaire de la Loire »

L'estuaire de la Loire est une zone humide majeure sur la façade atlantique, maillon essentiel du complexe écologique de la Basse-Loire estuarienne (lac de Grand-Lieu, marais de Brière, marais de Guérande). Le site présente une grande diversité des milieux et des espèces en fonction des marées, du gradient de salinité, du contexte hydraulique. Il est noté l'importance particulière pour les habitats estuariens au sens strict, les milieux aquatiques, les roselières, les prairies humides, le bocage et les nombreuses espèces d'intérêt européen dont l'angélique des estuaires.

Le tableau ci-dessous présente les habitats et espèces d'intérêt européen (Annexes I et II) ayant justifié la désignation du site.

TABLEAU 71 HABITATS ET ESPECES DE LA ZSC « ESTUAIRE DE LA LOIRE NORD » (INPN)

Annexe I de la Directive Habitats/Faune/Flore		Espèces de l'annexe II de la Directive Habitats/Faune/Flore		
Code UE	Habitats d'intérêt européen	Code UE	Nom latin	Nom vernaculaire
1130	Estuaires	Mammifères		
1140	Replats boueux ou sableux exondés à marée basse	1304	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Grand rhinolophe
1210	Végétation annuelle des laissés de mer	1303	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Petit rhinolophe
1310	Végétations pionnières à <i>Salicornia</i> et autres espèces annuelles des zones boueuses et sableuses	1305	<i>Rhinolophus euryale</i>	Rhinolophe euryale
1320	Prés à <i>Spartina</i> (<i>Spartinion maritimaë</i>)	1308	<i>Barbastella barbastellus</i>	Barbastelle d'Europe
1330	Prés-salés atlantiques (<i>Glaucopuccinellietalia maritimaë</i>)	1321	<i>Myotis emarginatus</i>	Murin à oreilles échancrées
1410	Prés salés méditerranéens (<i>Juncetalia maritim</i>)	1324	<i>Myotis myotis</i>	Grand murin
2110	Dunes mobiles embryonnaires	1355	<i>Lutra lutra</i>	Loutre d'Europe
2120	Dunes mobiles du cordon littoral à <i>Ammophila arenaria</i> (dunes blanches)	Amphibiens		
2130	Dunes côtières fixées à végétation herbacée (dunes grises) *	1166	<i>Triturus cristatus</i>	Triton crêté
2190	Dépressions humides intradunaires	Poissons		
3130	Eaux stagnantes, oligotrophes à mésotrophes avec végétation des <i>Littorelletea uniflorae</i> et/ou des <i>Isoetoneanojuncetea</i>	1095	<i>Petromyzon marinus</i>	Lamproie marine
3140	Eaux oligomésotrophes calcaires avec végétation benthique à <i>Chara</i> spp.	1099	<i>Lampetra fluviatilis</i>	Lamproie fluviatile
3150	Lacs eutrophes naturels avec végétation du Magnopotamion ou de l'Hydrocharition	1102	<i>Alosa alosa</i>	Grande alose
6410	Prairies à <i>Molinia</i> sur sols calcaires, tourbeux ou argilo-limoneux (<i>Molinion caeruleae</i>)	1103	<i>Alosa fallax</i>	Alose feinte

Annexe I de la Directive Habitats/Faune/Flore		Espèces de l'annexe II de la Directive Habitats/Faune/Flore		
Code UE	Habitats d'intérêt européen	Code UE	Nom latin	Nom vernaculaire
6430	Mégaphorbiaies hygrophiles d'ourlets planitiaires et des étages montagnard à alpin	1134	<i>Rhodeus sericeus amarus</i>	Bouvière
6510	Prairies maigres de fauche de basse altitude (<i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i>)	1106	<i>Salmo salar</i>	Saumon Atlantique
7210	Marais calcaires à <i>Cladium mariscus</i> et espèces du <i>Caricion davallianae</i> *	Invertébrés		
91E0	Forêts alluviales à <i>Alnus glutinosa</i> et <i>Fraxinus excelsior</i> (<i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i>)*	1083	<i>Lucanus cervus</i>	Lucane cerf-volant
		1084	<i>Osmoderma eremita</i>	Pique-Prune
		1088	<i>Cerambyx cerdo</i>	Grand capricorne
		1087	<i>Rosalia alpina</i>	Rosalie des Alpes
		1044	<i>Coenagrion mercuriale</i>	Agriion de mercure
		Plantes		
		1607*	<i>Angelica heterocarpa</i>	Angélique des estuaires

* Habitats prioritaires/Espèces prioritaires

2.2.1.2 - ZSC FR 5202011 « Estuaire de la Loire Nord »

La richesse patrimoniale du secteur sous l'influence du panache de l'estuaire de la Loire, réside dans la diversité des substrats et des habitats d'intérêt européen présents sur le secteur (récifs, fonds sableux et vaseux), et dans leur continuité et succession. Ainsi, les plateaux rocheux recèlent une grande diversité d'espèces algales avec en particulier la présence de ceintures de laminaires et de dizaines d'espèces associées. Par ailleurs, les fonds sableux et vaseux (de profondeur inférieure à -20m) présentent une grande densité d'espèces de faune benthique.

De plus, l'intérêt de ce secteur au large de l'Estuaire de la Loire, en complémentarité avec l'estuaire interne, réside aussi dans la présence de nourriceries de poissons plats fondamentales à l'échelle du Golfe de Gascogne. L'embouchure de la Loire constitue une zone de passage pour les espèces amphihalines telles que la Lamproie marine, les Aloses, le Saumon atlantique, l'Anguille.

Pour ces espèces, le transit entre les deux milieux, estuarien et atlantique, constitue une étape indispensable pour la continuité de leur cycle de vie (reproduction, croissance) et pour la production des futures générations.

Le site est à proximité de la zone de fréquentation régulière du Grand Dauphin et du Marsouin commun (alimentation).

Le tableau ci-dessous présente les habitats et espèces d'intérêt européen (Annexes I et II) ayant justifié la désignation du site.

TABLEAU 72 HABITATS ET ESPECES DE LA ZSC « ESTUAIRE DE LA LOIRE NORD » (INPN)

Annexe I de la Directive Habitats/Faune/Flore		Espèces de l'annexe II de la Directive Habitats/Faune/Flore		
Code UE	Habitats d'intérêt européen	Code UE	Nom latin	Nom vernaculaire
1110	Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine	Mammifères		
1130	Estuaires	1349	<i>Tursiops truncatus</i>	Grand Dauphin
1140	Replats boueux ou sableux exondés à marée basse	1351	<i>Phocoena phocoena</i>	Marsouin commun
1170	Récifs	Poissons		
		1095	<i>Petromyzon marinus</i>	Lamproie marine
		1099	<i>Lampetra fluviatilis</i>	Lamproie fluviatile
		1102	<i>Alosa alosa</i>	Grande Alose
		1103	<i>Alosa fallax</i>	Alose feinte
		1106	<i>Salmo salar</i>	Saumon Atlantique

Ce site inclut le chenal de navigation permettant d'accéder au pôle portuaire de Nantes Saint Nazaire, il est le lieu de diverses activités et usages :

- le transport maritime, les activités maritimes et aériennes de service public), ainsi que les activités portuaires et navales sont présentes dans le site (zone de clapage, zone d'attente des navires, dragage) ;
- les métiers de la pêche professionnelle, sont pratiqués sur la zone et à proximité ;
- le secteur côtier est le lieu d'activités de tourisme, de nautisme et de plaisance (ports, mouillages, pêche récréative, sports de pleine nature...);
- les activités d'extraction de granulats sont présentes sur le secteur (Secteur des Charpentiers) ;
- des activités conchylicoles sont présentes sur le site.

L'influence du panache de l'estuaire de la Loire n'est pas à minorer dans le fonctionnement de ce secteur, en particulier lors de conditions hydrauliques particulières (fortes crues, par exemple).

Compte tenu de son caractère majoritairement marin le site est particulièrement vulnérable aux pollutions marines de toutes natures chroniques ou accidentelles (hydrocarbures, macros-déchets, apports du bassin versant...).

2.2.1.3 - ZSC FR5200623 « Grande Brière, Marais de Donges »

Ce site de 16 842 ha est constitué d'un ensemble de dépressions marécageuses et de marais alluvionnaires soumis par le passé à l'influence saumâtre de l'estuaire de la Loire. Il comprend également des milieux variés tels que les tourbières et les landes. Les groupements végétaux se répartissent en fonction des gradients d'humidité, d'acidité et de salinité. Il présente un intérêt paysager et culturel (du fait des modes particuliers de mise en valeur). Le tableau ci-dessous présente les habitats et espèces d'intérêt européen (Annexes I et II) ayant justifié la désignation du site.

TABLEAU 73 HABITATS ET ESPECES DE LA ZSC « GRANDE BRIERE, MARAIS DE DONGES » (INPN)

Annexe I de la Directive Habitats/Faune/Flore		Espèces de l'annexe II de la Directive Habitats/Faune/Flore		
Code UE	Habitats d'intérêt européen	Code UE	Nom latin	Nom vernaculaire
1410	Près salés méditerranéens (<i>Juncetalia maritima</i>)	Mammifères		
3110	Eaux oligotrophes très peu minéralisées des plaines sablonneuses (<i>Littorelletalia uniflorae</i>)	1304	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Grand rhinolophe
3150	Lacs eutrophes naturels avec végétation du Magnopotamion ou de l'Hydrocharition	1303	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Petit rhinolophe
4020	Landes humides atlantiques tempérées à <i>Erica ciliaris</i> et <i>Erica tetralix</i> *	1308	<i>Barbastella barbastellus</i>	Barbastelle d'Europe
4030	Landes sèches européennes	1321	<i>Myotis emarginatus</i>	Murin à oreilles échancrées
6410	Prairies à <i>Molinia</i> sur sols calcaires, tourbeux ou argilo-limoneux (<i>Molinion caeruleae</i>)	1324	<i>Myotis myotis</i>	Grand murin
7110	Tourbières hautes actives *	1355	<i>Lutra lutra</i>	Loutre d'Europe
7120	Tourbières hautes dégradées encore susceptibles de régénération naturelle	1323	<i>Myotis bechsteinii</i>	Murin de Bechstein
7210	Marais calcaires à <i>Cladium mariscus</i> et espèces du <i>Caricion davallianae</i> *	1310	<i>Miniopterus schreibersii</i>	Minioptère de Schreibers
		Amphibiens		
		1166	<i>Triturus cristatus</i>	Triton crêté
		Invertébrés		
		1083	<i>Lucanus cervus</i>	Lucane cerf-volant
		1084	<i>Osmoderma eremita</i>	Pique-Prune
		1088	<i>Cerambyx cerdo</i>	Grand capricorne
		Plantes		
		1831	<i>Luronium natans</i>	Flûteau nageant
		1618	<i>Thorella verticillatunodata</i>	Cresson de Thore

* Habitats prioritaires

2.2.1.4 - ZSC FR 520212 « Estuaire de la Loire Sud-Baie de Bourgneuf »

Le site s'étend dans la partie sud de l'estuaire de la Loire. Il inclut aussi la Baie de Bourgneuf, constituant ainsi une entité fonctionnelle majeure à l'échelle de la façade Atlantique. L'intérêt du site réside dans la présence de divers habitats d'intérêt européen largement représentés et possédant une richesse floristique et une densité d'espèces relativement importante. Les platiers rocheux présents sur le site, en particulier sur les zones recevant de la lumière en profondeur, possèdent une grande richesse floristique (avec la présence de laminaires très denses, sur le plateau des Bœufs par exemple, et plus d'une vingtaine d'espèces présentes). Par ailleurs, compte tenu des mouvements hydrodynamiques et sédimentaires sur le secteur, ainsi que des liaisons entre l'estuaire de la Loire et la Baie de Bourgneuf, le secteur présente une variabilité des fonds sablo-vaseux d'un grand intérêt biologique (grande diversité et densité d'espèces benthiques) et comportant des habitats d'intérêt européen (zones de bancs de sables, vasières...). De plus, différents faciès d'habitats d'intérêt européen présentant des particularités biologiques et patrimoniales importantes sont présents sur ce site : herbiers à zostères, récifs d'hermelles, maërl.

Ainsi, du fait de la diversité des fonds, la présence de vasières et l'importance des ressources trophiques en Baie de Bourgneuf, le site possède un enjeu halieutique non négligeable (zone de nourricerie hivernale pour certains secteurs, zone de production primaire importante...). L'intérêt de ce secteur au large de l'Estuaire de la Loire, en complémentarité avec l'estuaire interne, réside aussi dans la présence de nourriceries de poissons plats fondamentales à l'échelle du Golfe de Gascogne.

Enfin, le secteur constitue une zone de transit pour les poissons amphihalins (l'Anguille, la Lamproie marine, les Aloses, le Saumon atlantique).

Le site est à proximité de la zone de fréquentation régulière du Grand Dauphin et du Marsouin commun (alimentation).

Le tableau ci-dessous présente les habitats et espèces d'intérêt européen (Annexes I et II) ayant justifié la désignation du site.

TABLEAU 74 HABITATS ET ESPECES DE LA ZSC « ESTUAIRE DE LA LOIRE SUD - BAIE DE BOURGNEUF » (INPN)

Annexe I de la Directive Habitats/Faune/Flore		Espèces de l'annexe II de la Directive Habitats/Faune/Flore		
Code UE	Habitats d'intérêt européen	Code UE	Nom latin	Nom vernaculaire
1110	Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine	Mammifères		
1130	Estuaires	1349	<i>Tursiops truncatus</i>	Grand Dauphin
1140	Replats boueux ou sableux exondés à marée basse	1351	<i>Phocoena phocoena</i>	Marsouin commun
1160	Grandes criques et baies peu profondes	Poissons		
1170	Récifs	1095	<i>Petromyzon marinus</i>	Lamproie marine
		1099	<i>Lampetra fluviatilis</i>	Lamproie fluviatile
		1102	<i>Alosa alosa</i>	Grande Alose
		1103	<i>Alosa fallax</i>	Alose feinte
		1106	<i>Salmo salar</i>	Saumon Atlantique

2.2.2 - Directive Oiseaux

2.2.2.1 - ZPS FR 5210103 « Estuaire de La Loire »

Le site est une zone humide majeure sur la façade atlantique, maillon essentiel du complexe écologique de la Basse-Loire estuarienne (lac de Grand-Lieu, marais de Brière, marais de Guérande). Il présente une grande diversité des milieux favorables aux oiseaux (eaux libres, vasières, roselières, marais, prairies humides, réseau hydraulique, bocage). La Zone de Protection Spéciale est d'importance internationale pour les migrations sur la façade atlantique.

Les tableaux suivants présentent les espèces ayant justifié la désignation du site.

TABLEAU 75 AVIFAUNE ANNEXE I DE LA ZPS « ESTUAIRE DE LA LOIRE » (INPN)

Avifaune Annexe I de la Directive 2009/147/CE			
Code UE	Nom latin	Nom Vernaculaire	Statut
A014	<i>Hydrobates pelagicus</i>	Pétrel tempête	Concentration
A021	<i>Botaurus stellaris</i>	Butor étoilé	Concentration/hivernage/reproduction/résidence
A023	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Héron bihoreau	Concentration/reproduction
A024	<i>Ardeola ralloides</i>	Héron crabier	Concentration
A026	<i>Egretta garzetta</i>	Aigrette garzette	Concentration/Hivernage/Reproduction/résidence
A027	<i>Egretta alba</i>	Grande aigrette	Concentration/Hivernage
A029	<i>Ardea purpurea</i>	Héron pourpré	Concentration/reproduction
A030	<i>Ciconia nigra</i>	Cigogne noire	Concentration
A031	<i>Ciconia ciconia</i>	Cigogne blanche	Concentration/hivernage/reproduction
A032	<i>Plegadis falcinellus</i>	Ibis facinelle	Concentration
A034	<i>Platalea leucorodia</i>	Spatule blanche	Concentration/hivernage
A151	<i>Philomachus pugnax</i>	chevalier combattant	Concentration/hivernage
A166	<i>Tringa glareola</i>	Chevalier sylvain	Concentration
A090	<i>Aquila clanga</i>	Aigle criard	Hivernage
A094	<i>Pandion haliaetus</i>	Balbusard pêcheur	Concentration
A098	<i>Falco columbarius</i>	Faucon émerillon	Hivernage
A045	<i>Branta leucopsis</i>	Bernache nonette	Concentration

Avifaune Annexe I de la Directive 2009/147/CE			
Code UE	Nom latin	Nom Vernaculaire	Statut
A073	<i>Milvus migrans</i>	Milan noir	Concentration/hivernage/reproduction
A074	<i>Milvus milvus</i>	Milan royal	Concentration/hivernage/reproduction
A075	<i>Haliaeetus albicilla</i>	Pygargue à queue blanche	Concentration/hivernage
A080	<i>Circaetus gallicus</i>	Circaète Jean-Le-Blanc	Concentration
A081	<i>Circus aeruginosus</i>	Busard des roseaux	Concentration/Hivernage/Reproduction/résidence
A082	<i>Circus cyaneus</i>	Busard Saint-Martin	Concentration/hivernage/reproduction
A084	<i>Circus pygargus</i>	Busard cendré	Concentration
A103	<i>Falco peregrinus</i>	Faucon pèlerin	Hivernage
A119	<i>Porzana porzana</i>	Marouette ponctuée	Concentration/hivernage/reproduction
A122	<i>Crex crex</i>	Râle des genêts	Concentration/reproduction
A131	<i>Himantopus himantopus</i>	Echasse blanche	Concentration/reproduction
A132	<i>Recurvirostra avosetta</i>	Avocette élégante	Concentration/Hivernage/Reproduction/résidence
A140	<i>Pluvialis apricaria</i>	Pluvier doré	Concentration/hivernage

Avifaune Annexe I de la Directive 2009/147/CE			
Code UE	Nom latin	Nom Vernaculaire	Statut
A176	<i>Larus melanocephalus</i>	Mouette mélanocéphale	Concentration/reproduction
A181	<i>Larus audouinii</i>	Goéland d'Audouin	Concentration
A190	<i>Sterna caspia</i>	Sterne caspienne	Concentration
A191	<i>Sterna sandvicensis</i>	Sterne caugek	Concentration
A193	<i>Sterna hirundo</i>	Sterne pierregarin	Concentration
A194	<i>Sterna paradisaea</i>	Sterne arctique	Concentration
A195	<i>Sterna albifrons</i>	Sterne naine	Concentration
A192	<i>Sterna dougallii</i>	Sterne de Dougal	Concentration
A196	<i>Chlidonias hybridus</i>	Guifette moustac	Concentration
A197	<i>Chlidonias niger</i>	Guifette noire	Concentration
A222	<i>Asio flammeus</i>	Hibou des marais	Concentration/reproduction
A229	<i>Alcedo atthis</i>	Martin pêcheur d'Europe	Reproduction/Hivernage
A246	<i>Lullula arborea</i>	Alouette lulu	Concentration/reproduction
A272	<i>Luscinia svecica</i>	Gorge bleue à miroir	Concentration/reproduction/Hivernage
A338	<i>Lanius collurio</i>	Pie grièche écorcheur	Reproduction
A294	<i>Acrocephalus paludicola</i>	Phragmite aquatique	Concentration
A302	<i>Sylvia undata</i>	Fauvette pitchou	Concentration/reproduction
A379	<i>Emberiza hortulana</i>	Bruant ortolan	Concentration

TABEAU 76 AVIFAUNE MIGRATEUR REGULIER DE LA ZPS « ESTUAIRE DE LA LOIRE » (INPN)

Avifaune : Migrateur régulier (non Annexe I de la Directive 2009/147/CE)			
Code UE	Non latin	Nom Vernaculaire	Statut
A013	<i>Puffinus puffinus</i>	Puffin des anglais	Concentration
A050	<i>Anas penelope</i>	Canard siffleur	Concentration/Hivernage
A051	<i>Anas strepera</i>	Canard chipeau	Concentration/Hivernage
A052	<i>Anas crecca</i>	Sarcelle d'hiver	Concentration/hivernage/reproduction/résidence
A053	<i>Anas platyrhynchos</i>	Canard colvert	Concentration/hivernage/reproduction
A056	<i>Anas clypeata</i>	Canard souchet	Concentration/hivernage/reproduction/résidence
A054	<i>Anas acuta</i>	Canard pilet	Concentration/Hivernage
A055	<i>Anas querquedula</i>	Sarcelle d'été	Concentration/reproduction
A025	<i>Bubulcus ibis</i>	Héron garde bœuf	Concentration/hivernage/reproduction/résidence
A028	<i>Ardea cinerea</i>	Héron cendré	Concentration/hivernage/reproduction/résidence
A152	<i>Lymnocyptes minimus</i>	Bécassine sourde	Concentration
A153	<i>Gallinago gallinago</i>	Bécassine des marais	Concentration
A156	<i>Limosa limosa</i>	Barge à queue noire	Concentration/hivernage/reproduction/résidence
A160	<i>Numenius arquata</i>	Courlis cendré	Concentration/hivernage
A162	<i>Tringa totanus</i>	Chevalier gambette	Concentration/hivernage/reproduction/résidence
A164	<i>Tringa nebularia</i>	Chevalier aboyeur	Concentration
A165	<i>Tringa ochropus</i>	Chevalier culblanc	Concentration/hivernage
A099	<i>Falco subbuteo</i>	Faucon hobereau	Concentration/reproduction
A043	<i>Anser anser</i>	Oie cendrée	Concentration/hivernage
A048	<i>Tadorna tadorna</i>	Tadorne de Belon	Concentration/hivernage/reproduction/résidence
A149	<i>Calidris alpina</i>	Bécasseau variable	Concentration/hivernage
A125	<i>Fulica atra</i>	Foulque macroule	Concentration/hivernage/reproduction/résidence
A142	<i>Vanelus vanellus</i>	Vanneau huppé	Concentration/hivernage/reproduction/résidence
A184	<i>Larus argentatus</i>	Goéland argenté	Concentration/hivernage/reproduction/résidence
A249	<i>Riparia riparia</i>	Hirondelle de rivage	Concentration/reproduction
A292	<i>Locustella luscinioides</i>	Locustelle lusciniôide	Concentration/reproduction
A295	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	Phragmite des joncs	Concentration/reproduction
A008	<i>Podiceps nigricollis</i>	Grèbe à cou noir	Concentration

2.2.2.2 - ZPS FR 5212014 « Estuaire de la Loire – Baie de Bourgneuf »

Le site est quasiment entièrement marin (Estuaire de la Loire externe jusqu'au Plateau de la Banche, Baie de Bourgneuf - hors estran, Plateau des Bœufs au large de Noirmoutier), à l'exception des îlots de la Baie de la Baule (en Loire-Atlantique) et de l'île du Pilier (en Vendée).

Le site se situe principalement dans la continuité de l'Estuaire de la Loire et est le lieu d'activités et d'usages liés au transport maritime, aux activités portuaires et navales. Au sein du site comme à proximité immédiate, ces activités (navigation, zone d'attente des navires, dragages et immersions des sédiments dragués) sont présentes de très longue date.

Cet ensemble regroupant des secteurs côtiers, des zones d'estran, des îlots rocheux et des secteurs de plus haute mer constitue un ensemble propice aux regroupements d'oiseaux en hiver et une zone d'alimentation pour les espèces nicheuses sur les îlots ou à terre.

L'intérêt ornithologique du secteur considéré est visible à travers son rôle pour l'alimentation d'oiseaux nichant à terre et sur les îlots ou dans l'estuaire interne de la Loire, ainsi que par l'hivernage et le stationnement en grand nombre d'espèces d'intérêt communautaire. Dès lors, le secteur est fréquenté de manière importante mais variable au cours des saisons par différents oiseaux d'intérêt communautaire qui y effectuent une partie de leur cycle annuel.

Le périmètre s'appuie sur les zones de présence d'oiseaux les plus importantes, intégrant les zones d'alimentation des espèces nichant à terre (sternes qui fréquentent le site en période estivale, zones d'alimentation pour les Fous de Bassan, Goélands...), les zones principales d'hivernage, de stationnement et de passage préférentiel des oiseaux marins (Bernaches, Plongeurs, Macreuse noire, alcidés, Mouette pygmée, Mouette tridactyle...).

Les zones de présence préférentielles d'oiseaux marins sur ce secteur sont fortement liées aux capacités de plongée des oiseaux concernés et aux ressources alimentaires sur la zone (poissons, crustacés...).

Les tableaux suivants présentent les espèces ayant justifié la désignation du site.

TABLEAU 77 AVIFAUNE DE LA L'ANNEXE I DE LA ZPS « ESTUAIRE DE LA LOIRE – BAIGE DE BOURGNEUF »

Avifaune Annexe I de la Directive 2009/147/CE			
Code UE	Nom latin	Nom Vernaculaire	Statut
A384	<i>Puffinus puffinus mauretanicus</i>	Puffin des Baléares	Concentration
A001	<i>Gavia stellata</i>	Plongeon catmarin	Concentration/Hivernage
A014	<i>Hydrobates pelagicus</i>	Pétrel tempête	Concentration
A176	<i>Larus melanocephalus</i>	Mouette mélanocéphale	Concentration/Hivernage
A177	<i>Larus minutus</i>	Mouette pygmée	Concentration/Hivernage
A191	<i>Sterna sandvicensis</i>	Sterne caugek	Concentration/Hivernage
A193	<i>Sterna hirundo</i>	Sterne pierregarin	Concentration
A194	<i>Sterna paradisaea</i>	Sterne arctique	Concentration
A195	<i>Sterna albifrons</i>	Sterne naine	Concentration

Avifaune Annexe I de la Directive 2009/147/CE			
Code UE	Nom latin	Nom Vernaculaire	Statut
A197	<i>Chlidonias niger</i>	Guiffette noire	Concentration
A002	<i>Gavia arctica</i>	Plongeon arctique	Concentration/Hivernage
A003	<i>Gavia immer</i>	Plongeon imbrin	Concentration

TABLEAU 78 AVIFAUNE - MIGRATEUR REGULIER DE LA ZPS « ESTUAIRE DE LA LOIRE – BAIGE DE BOURGNEUF »

Avifaune : Migrateur régulier (non Annexe I de la Directive 2009/147/CE)			
Code UE	Nom latin	Nom Vernaculaire	Statut
A013	<i>Puffinus puffinus</i>	Puffin des anglais	Concentration
A604	<i>Larus michahellis</i>	Goéland leucophée	Concentration/Hivernage
A062	<i>Aythya marila</i>	Fuligule milouinan	Concentration/Hivernage
A063	<i>Somateria mollissima</i>	Eider à duvet	Concentration/Hivernage
A016	<i>Morus bassanus</i>	Fou de Bassan	Concentration/Hivernage
A017	<i>Phalacrocorax carbo</i>	Grand cormoran	Concentration/Hivernage
A018	<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	Cormoran huppé	Concentration/Hivernage/Reproduction
A046	<i>Branta bernicla</i>	Bernache cravant	Concentration/Hivernage
A065	<i>Melanitta nigra</i>	Macreuse noire	Concentration/Hivernage
A066	<i>Melanitta fusca</i>	Macreuse brune	Concentration
A069	<i>Mergus serrator</i>	Harle huppé	Concentration/Hivernage
A171	<i>Phalaropus fulicarius</i>	Phalarope à bec large	Concentration/Hivernage
A172	<i>Stercorarius pomarinus</i>	Labbe pomarin	Concentration
A173	<i>Stercorarius parasiticus</i>	Labbe parasite	Concentration
A175	<i>Catharacta skua</i>	Grand labbe	Concentration/Hivernage
A179	<i>Larus ridibundus</i>	Mouette rieuse	Concentration/Hivernage
A182	<i>Larus canus</i>	Goéland cendré	Concentration/Hivernage
A183	<i>Larus fuscus</i>	Goéland brun	Concentration/Hivernage/Reproduction
A184	<i>Larus argentatus</i>	Goéland argenté	Concentration/Hivernage/Reproduction
A187	<i>Larus marinus</i>	Goéland marin	Concentration/Hivernage/Reproduction
A188	<i>Rissa tridactyla</i>	Mouette tridactyle	Concentration/Hivernage
A199	<i>Uria aalge</i>	Guillemot de Troïl	Concentration/Hivernage
A200	<i>Alca torda</i>	Pingouin torda	Concentration/Hivernage
A005	<i>Podiceps cristatus</i>	Grèbe huppé	Concentration/Hivernage
A008	<i>Podiceps nigricollis</i>	Grèbe à cou noir	Concentration/Hivernage

2.2.2.3 - ZPS FR5212008 « Grande Brière, Marais de Donges et du Brivet »

La ZPS couvre un vaste ensemble de marais et de prairies inondables constituant le bassin du Brivet, avec de nombreux canaux, piardes (plans d'eau), roselières pures, roselières avec saulaies basses, cariçaies, prairies pâturées, quelques prairies de fauche, quelques zones de culture, bois, bosquets ainsi que quelques landes sur les lisières et d'anciennes îles bien arborées.

Ces milieux, intégrés au vaste ensemble de zones humides d'importance internationale de la façade atlantique (Basse-Loire estuarienne, Marais Poitevin, axe ligérien), sont les lieux de reproduction, nourrissage et hivernage de nombreuses espèces d'oiseaux d'intérêt communautaire. Le site abrite régulièrement plus de 20 000 oiseaux d'eau, surtout si on inclut les laridés (6-12 000 toute l'année). Les tableaux suivants présentent les espèces ayant justifié la désignation du site.

TABLEAU 79 AVIFAUNE DE L'ANNEXE I DE LA ZPS « GRANDE BRIERE, MARAIS DE DONGES ET DU BRIVET »

Avifaune Annexe I de la Directive 2009/147/CE			
Code UE	Nom latin	Nom Vernaculaire	Statut
A189	<i>Gelochelidon nilotica</i>	Sterne Hansel	Concentration
A190	<i>Sterna caspia</i>	Sterne caspienne	Concentration
A193	<i>Sterna hirundo</i>	Sterne pierregarin	Concentration
A195	<i>Sterna albifrons</i>	Sterne naine	Concentration
A196	<i>Chlidonias hybridus</i>	Guifette moustac	Concentration/Reproduction
A197	<i>Chlidonias niger</i>	Guifette noire	Concentration/Reproduction
A222	<i>Asio flammeus</i>	Hibou des marais	Hivernage/Reproduction
A224	<i>Caprimulgus europaeus</i>	Engoulevent d'Europe	Reproduction
A229	<i>Alcedo atthis</i>	Martin pêcheur d'Europe	Concentration/Hivernage/Reproduction
A272	<i>Luscinia svecica</i>	Gorge bleue à miroir	Concentration/Reproduction
A338	<i>Lanius collurio</i>	Pie grièche écorcheur	Reproduction
A294	<i>Acrocephalus paludicola</i>	Phragmite aquatique	Concentration
A302	<i>Sylvia undata</i>	Fauvette pitchou	Reproduction
A002	<i>Gavia arctica</i>	Plongeon arctique	Concentration

Avifaune Annexe I de la Directive 2009/147/CE			
Code UE	Nom latin	Nom Vernaculaire	Statut
A021	<i>Botaurus stellaris</i>	Butor étoilé	Hivernage/Reproduction
A022	<i>Ixobrychus minutus</i>	Butor blongios	Reproduction
A023	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Héron bihoreau	Reproduction
A024	<i>Ardeola ralloides</i>	Héron crabier	Reproduction
A026	<i>Egretta garzetta</i>	Aigrette garzette	Concentration/Hivernage/Reproduction
A027	<i>Egretta alba</i>	Grande aigrette	Concentration/Hivernage/Reproduction
A029	<i>Ardea purpurea</i>	Héron pourpré	Reproduction
A030	<i>Ciconia nigra</i>	Cigogne noire	Concentration
A031	<i>Ciconia ciconia</i>	Cigogne blanche	Concentration/Hivernage/Reproduction
A032	<i>Plegadis falcinellus</i>	Ibis falcinelle	Concentration
A034	<i>Platalea leucorodia</i>	Spatule blanche	Concentration/Hivernage/Reproduction
A151	<i>Philomachus pugnax</i>	Chevalier combattant	Concentration/Hivernage/Reproduction
A166	<i>Tringa glareola</i>	Chevalier sylvain	Concentration
A094	<i>Pandion haliaetus</i>	Balbusard pêcheur	Concentration
A098	<i>Falco columbarius</i>	Faucon émerillon	Concentration/Hivernage
A045	<i>Branta leucopsis</i>	Bernache nonette	Hivernage
A072	<i>Pernis apivorus</i>	Bondrée apivore	Reproduction
A073	<i>Milvus migrans</i>	Milan noir	Concentration/Reproduction
A074	<i>Milvus milvus</i>	Milan royal	Concentration/Hivernage
A075	<i>Haliaeetus albicilla</i>	Pygargue à queue blanche	Hivernage
A081	<i>Circus aeruginosus</i>	Busard des roseaux	Concentration/Hivernage/Reproduction
A082	<i>Circus cyaneus</i>	Busard Saint-Martin	Concentration/Hivernage
A084	<i>Circus pygargus</i>	Busard cendré	Concentration
A103	<i>Falco peregrinus</i>	Faucon pèlerin	Concentration/Hivernage
A119	<i>Porzana porzana</i>	Marouette ponctuée	Reproduction
A131	<i>Himantopus himantopus</i>	Echasse blanche	Reproduction
A132	<i>Recurvirostra avosetta</i>	Avocette élégante	Concentration
A140	<i>Pluvialis apricaria</i>	Pluvier doré	Concentration/Hivernage
A176	<i>Larus melanocephalus</i>	Mouette mélanocéphale	Concentration/Reproduction

TABLEAU 80 AVIFAUNE MIGRATEUR REGULIER DE LA ZPS « GRANDE BRIERE, MARAIS DE DONGES ET DU BRIVET »

Avifaune : Migrateur régulier (non Annexe I de la Directive 2009/147/CE)			
Code UE	Non latin	Nom Vernaculaire	Statut
A050	<i>Anas penelope</i>	Canard siffleur	Concentration/Hivernage
A051	<i>Anas strepera</i>	Canard chipeau	Concentration/Hivernage/Reproduction
A052	<i>Anas crecca</i>	Sarcelle d'hiver	Concentration/Hivernage/Reproduction
A056	<i>Anas clypeata</i>	Canard souchet	Concentration/Hivernage/Reproduction
A054	<i>Anas acuta</i>	Canard pilet	Concentration/Hivernage/Reproduction
A055	<i>Anas querquedula</i>	Sarcelle d'été	Concentration/Hivernage/Reproduction
A025	<i>Bubulcus ibis</i>	Héron garde bœuf	Concentration/Hivernage/Reproduction
A028	<i>Ardea cinerea</i>	Héron cendré	Concentration/Hivernage/Reproduction
A156	<i>Limosa limosa</i>	Barge à queue noire	Concentration/Hivernage/Reproduction
A160	<i>Numenius arquata</i>	Courlis cendré	Concentration/Hivernage
A162	<i>Tringa totanus</i>	Chevalier gambette	Concentration/Reproduction
A164	<i>Tringa nebularia</i>	Chevalier aboyeur	Concentration/Hivernage
A165	<i>Tringa ochropus</i>	Chevalier culblanc	Concentration/Hivernage/Reproduction
A099	<i>Falco subbuteo</i>	Faucon hobereau	Reproduction
A043	<i>Anser anser</i>	Oie cendrée	Concentration/Hivernage
A125	<i>Fulica atra</i>	Foulque macroule	Concentration/Hivernage/Reproduction
A142	<i>Vanellus vanellus</i>	Vanneau huppé	Concentration/Hivernage/Reproduction
A184	<i>Larus argentatus</i>	Goéland argenté	Concentration/Hivernage
A249	<i>Riparia riparia</i>	Hirondelle de rivage	Concentration
A292	<i>Locustella luscinioides</i>	Locustelle luscinoïde	Concentration/Reproduction
A295	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	Phragmite des joncs	Concentration/Reproduction

2.2.2.4 - ZPS FR 5212013 « Mor Braz »

Ce site a été classé ZPS et en zone Natura 2000 par arrêté du 30 octobre 2008.

Le secteur du Mor Braz, allant de la presqu'île de Quiberon jusqu'au Croisic, constitue un ensemble fonctionnel remarquable d'une grande importance pour les regroupements d'oiseaux marins sur la façade atlantique. Le site accueille, principalement en septembre et octobre, un nombre important de puffin des Baléares (*Puffinus mauretanicus*).

De même, en hiver, le Mor Braz est un site de grande importance pour les plongeurs, notamment le Plongeur catmarin (*Gavia stellata*), mais aussi le Guillemot de troil (*Uria aalge*), le Pingouin torda (*Alca torda*) et la Mouette tridactyle (*Rissa tridactyla*). A noter aussi la présence de la Macreuse noire (*Melanitta nigra*) et aussi de la Harelde de Miquelon (*Clangula hyemalis*) en petit nombre. Le site est également un lieu d'alimentation important pour les sternes (Sterne pierregarin, Sterne caugek) qui nichent dans le secteur. Enfin, un grand nombre d'espèces d'oiseaux marins fréquentent le site en période de migration pré et postnuptiale, parfois en nombre important, comme le Fou de bassan (*Morus bassanus*), le Grand labbe (*Catharacta skua*), l'Océanite tempête (*Hydrobates pelagicus*). Le périmètre s'appuie sur les zones de présence les plus importantes d'oiseaux, intégrant les zones d'alimentation, les zones d'hivernage, les zones de stationnement et de passage des oiseaux marins ainsi que des zones de nidification (sur l'île Dumet). Plus précisément :

- les trois espèces de plongeurs (*Gavia* spp.) sont des hivernants réguliers dans le Mor Braz. Ils arrivent en novembre pour partir à la fin du mois de mars. Ils fréquentent le secteur entre l'île Dumet et le plateau de la Recherche puis le nord de l'île Dumet sur des fonds inférieurs à 20 m de profondeur ;
- les alcidés sont présents dans ce secteur d'octobre à avril. Ainsi, au début de l'hiver de nombreux Guillemots de Troil stationnent et se regroupent autour de l'île Dumet et du plateau de la Recherche sur des fonds inférieurs à 20 m puis ils se répartissent sur tout le Mor Braz en privilégiant les fonds supérieurs à 20 m de profondeur. Enfin, au début du printemps les oiseaux se regroupent sur les bancs de Guérande et le plateau de la Recherche. Le Pingouin torda est également bien présent notamment autour du plateau de la Recherche où il fréquente les fonds de 10 à 20 m de profondeur ;
- le Fou de Bassan est présent dans le Mor Braz toute l'année, mais avec des effectifs variables d'une saison à l'autre. Ainsi, les *maxima* sont notés en mai et juin pendant l'estivage des jeunes. Un important site d'estivage existe au large du Croisic longeant le plateau du Four jusqu'aux îles bretonnes. Ce site est riche en nourriture (chinchards et maquereaux) pour les juvéniles ;
- l'Océanite tempête est noté en petit nombre pendant la saison d'estivage (juillet et août) dans le Mor Braz puis les effectifs augmentent nettement en automne, les oiseaux se regroupant avant la migration. De beaux stationnements peuvent ainsi être observés à cette époque au large du Croisic ;
- le Grand Labbe est présent dans le secteur tout au long du cycle annuel mais on observe un pic d'observation au large de l'estuaire de la Vilaine et autour du plateau du Four au mois de novembre. Les autres espèces de labbes peuvent être observées aux deux passages ;
- la Mouette tridactyle est observée toute l'année dans le secteur du Mor Braz. Les *maxima* sont toutefois notés en hiver (novembre, décembre, janvier, février) d'abord au large de l'estuaire de la Vilaine, dans les fonds de 10 à 30 m de profondeur, puis entre le Croisic, les Grand Cardinaux et au nord de l'île Dumet. La mouette pygmée est également présente au printemps (mars-avril) et en hiver ;
- plusieurs autres espèces fréquentent le secteur notamment lors des passages migratoires comme le Labbe parasite ou le Labbe pomarin ;
- enfin, la plupart des espèces de goélands peuvent être observées dans ce secteur avec parfois des effectifs très importants.

Compte tenu de son caractère totalement marin et des regroupements d'oiseaux observés (en particulier en période d'hivernage), le site est particulièrement vulnérable aux pollutions marines. Des zones de clapage sont présentes sur le site ; il s'agit des zones d'immersion des déblais de dragage des ports de plaisance de Piriac-sur-Mer, de la Turballe et du Croisic.

2.2.2.5 - ZPS FR 5210090 « Marais salants de Guérande, Traict du Croisic et dunes de Pen Bron »

Ce site a été désigné comme ZPS par arrêté du 30 octobre 2008. Il s'agit d'un site naturel majeur intégré à un vaste ensemble de zones humides d'importance internationale de la façade atlantique (Basse-Loire estuarienne, Marais Poitevin, axe ligérien). Ce site est en relation étroite avec les Zones de Protection Spéciale des Marais du Mès (FR5212007), du Mor Braz (FR5212013) et de l'estuaire de la Loire- Baie de Bourgneuf (FR5212014).

Cet ensemble fonctionnel est constitué par les baies, les marais salants, la zone maritime proche, la côte et l'estran rocheux, le massif dunaire en partie boisé et quelques boisements. Ce site abrite régulièrement au moins 45 espèces d'intérêt communautaire dont 10 s'y reproduisent, plus de 20 000 oiseaux d'eau, surtout si l'on y inclut les laridés.

La principale menace sur ces milieux littoraux fragiles est représentée par la forte fréquentation humaine en période de reproduction. Le milieu dunaire a souffert de la fréquentation anarchique pendant ces dernières décennies (dune de Pen Bron), dégradant le couvert végétal et limitant considérablement l'intérêt ornithologique (disparition d'espèces comme le Traquet motteux ou le Pipit rousseline autrefois nicheurs). La pêche à pied et les loisirs nautiques en fin d'été et à l'automne sont une cause importante de dérangement pour les oiseaux migrateurs s'alimentant dans les traicts.

De plus, même si le maintien d'une activité salicole est important pour les oiseaux de l'annexe I de la Directive « Oiseaux » (en particulier sternes, avocettes et échasses), sa montée en puissance dans le marais ainsi que certaines pratiques pourraient à terme leur porter préjudice.

2.2.2.6 - ZPS FR212009 « Marais Breton, Baie de Bourgneuf, Ile de Noirmoutier et Forêt de Monts»

La ZPS a été désignée en avril 2006.

Il s'agit d'un site naturel majeur intégré au vaste ensemble de zones humides d'importance internationale de la façade atlantique (basse Loire estuarienne, Marais Poitevin, axe ligérien). Ces milieux sont les lieux de reproduction, nourrissage et hivernage de nombreuses espèces d'oiseaux d'intérêt communautaire. Le site est la seule zone de France à accueillir chaque année sept espèces de limicoles en reproduction, 40 000 anatidés et limicoles en passage ou hivernage. Le site est particulièrement important pour l'Echasse blanche, l'Avocette élégante, la Mouette mélanocéphale, le Hibou des marais, la Sterne pierregarin, la Sterne caugek, le Vanneau huppé, la Barge à queue noire, le Canard souchet.

Ce grand ensemble regroupe une vaste zone humide arrière-littorale provenant du comblement du golfe de Machecoul et de Challans après la transgression flamandaise.

La baie marine renferme des vasières à forte productivité, île et cordons dunaires. Une partie du littoral endigué au cours des derniers siècles a donné naissance à des systèmes de polders et de marais salants.

2.3 - Habitats d'intérêt communautaire présents au niveau du site du projet

Les différents habitats d'intérêt communautaire recensés au sein des sites Natura 2000 concernés par les opérations de dragage et d'immersion sont indiqués dans le tableau ci-après.

TABLEAU 81 HABITATS D'INTERET COMMUNAUTAIRE RECENSES AU SEIN DES SITES NATURA 2000 CONCERNES PAR LES OPERATIONS DE DRAGAGE ET D'IMMERSION

Nom de l'habitat ³	Code EUR15	% de surface recouverte par l'habitat d'intérêt communautaire par rapport à la surface du site ⁴		
		« Estuaire de la Loire »	« Estuaire de la Loire Nord »	« Estuaire de la Loire Sud »
Eaux marines et milieux à marées				
Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine	1110		75%	40%
Estuaires	1130	15%		0%
Replats boueux ou sableux exondés à marée basse	1140	10%	1%	2%
Lagunes côtières	1150	1%		
Récifs	1170		13%	32%
Falaises maritimes et plages de galets				
Végétation annuelle des laissés de mer	1210	1%		
Marais et prés salés atlantiques et continentaux				
Végétation pionnière à Salicornia et autres espèces annuelles des zones boueuses et sableuses	1310	5%		
Prés à Spartina (<i>Spartinion maritimae</i>)	1320	1%		
Prés salés atlantiques (<i>Galucio-Puccinellietalia maritimae</i>)	1330	5%		
Marais et prés salés méditerranéens et thermo-atlantiques				
Fourrés halophiles méditerranéens et thermo-atlantiques (<i>Sarcocornetea fruticosi</i>)	1420	1%		
Dunes maritimes des rivages atlantiques				
Dunes mobiles embryonnaires	2110	1%		
Dunes côtières fixées à végétation herbacée (Dunes grises)	2130	1%		
Dépressions humides intradunales	2190	1%		
Eaux dormantes				
Eaux stagnantes oligotrophes à mésotrophes avec végétation du <i>Littorelletea uniflorae</i> et / ou du <i>Isoëto-Nanojuncetea</i>	3130	1%		
Lacs eutrophes naturels avec végétation du Magnopotamion ou Hydrocharition	3150	1%		
Eaux courantes				
Rivières des étages planitiaire à montagnard avec végétation du Ranunculion fluitantis et du Callitricho-Batrachion	3260	1%		
Rivières avec berges vaseuses avec végétation du Chenopodion rubri p.p. et du Bidention p.p.	3270	1%		
Prairies humides semi-naturelles à hautes herbes				
Prairies à Molinia sur sols calcaires, tourbeux ou argilo-limoneux (<i>Molinion caeruleae</i>)	6410	1%		

³ Les noms indiqués en gras représentent des habitats d'intérêt communautaires prioritaires.

⁴ Lorsqu'aucune valeur de pourcentage n'est indiquée cela signifie que l'habitat n'est pas recensé au sein du SIC concerné.

Mégaphorbiaies hygrophiles d'ourlets planitiaires et des étages montagnard à alpin	6430	1%		
Tourbières neutro-alcalines (bas marais alcalin)				
Marais calcaires à <i>Cladium mariscus</i> et espèces du <i>Carex davalliana</i>	7210	1%		
Forêt de l'Europe tempérée				
Forêts alluviales à <i>Alnus glutinosa</i> et <i>Fraxinus excelsior</i> (<i>AlnoPadion</i>, <i>Alnion incanae</i>, <i>Salicion albae</i>)	91E0	1%		
Forêts mixtes à <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> , <i>Ulmus minor</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> ou <i>Fraxinus angustifolia</i> , riveraines des grands fleuves (<i>Ulmenion minoris</i>)	91F0	1%		

D'après ce tableau, en termes de superficie concernée, les habitats d'intérêt communautaire qui sont susceptibles d'être impactés sont les suivants :

■ Eaux marines et milieux à marées :

- Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine (1110) ;
- Estuaires (1130) et Replats boueux ou sableux exondés à marée basse (1140) ;
- Grandes criques et baies peu profondes (1160) ;
- Récifs (1170).

■ Marais et prés salés :

- Végétation pionnière à *Salicornia* et autres espèces annuelles des zones boueuses et sableuses (1310) ;
- Prés salés atlantiques (*Galucio-Puccinellietalia maritima*).

Ils seront décrits de manière détaillée dans le prochain paragraphe.

Pour plus de clarté, la Figure présentée ci-après, illustre les principaux habitats d'intérêt communautaire de l'estuaire de la Loire. Elle est issue du Dossier de demande d'autorisation (comprenant le dossier d'incidences Natura 2000) pour les dragages et l'immersion des matériaux dragués dans l'estuaire de la Loire par le GPMNSN (ARTELIA/CREOCEAN, Octobre 2012).

La figure qui suit présente les habitats de la zone N2000 « Estuaire de la Loire Externe » issue du diagnostic écologique du site.

La dernière figure présente les habitats particuliers présents au sein des habitats présentés précédemment. Il convient notamment de souligner la présence de l'habitat « Faune dressée » et « Peuplement à Haploops et Ampelisca ».

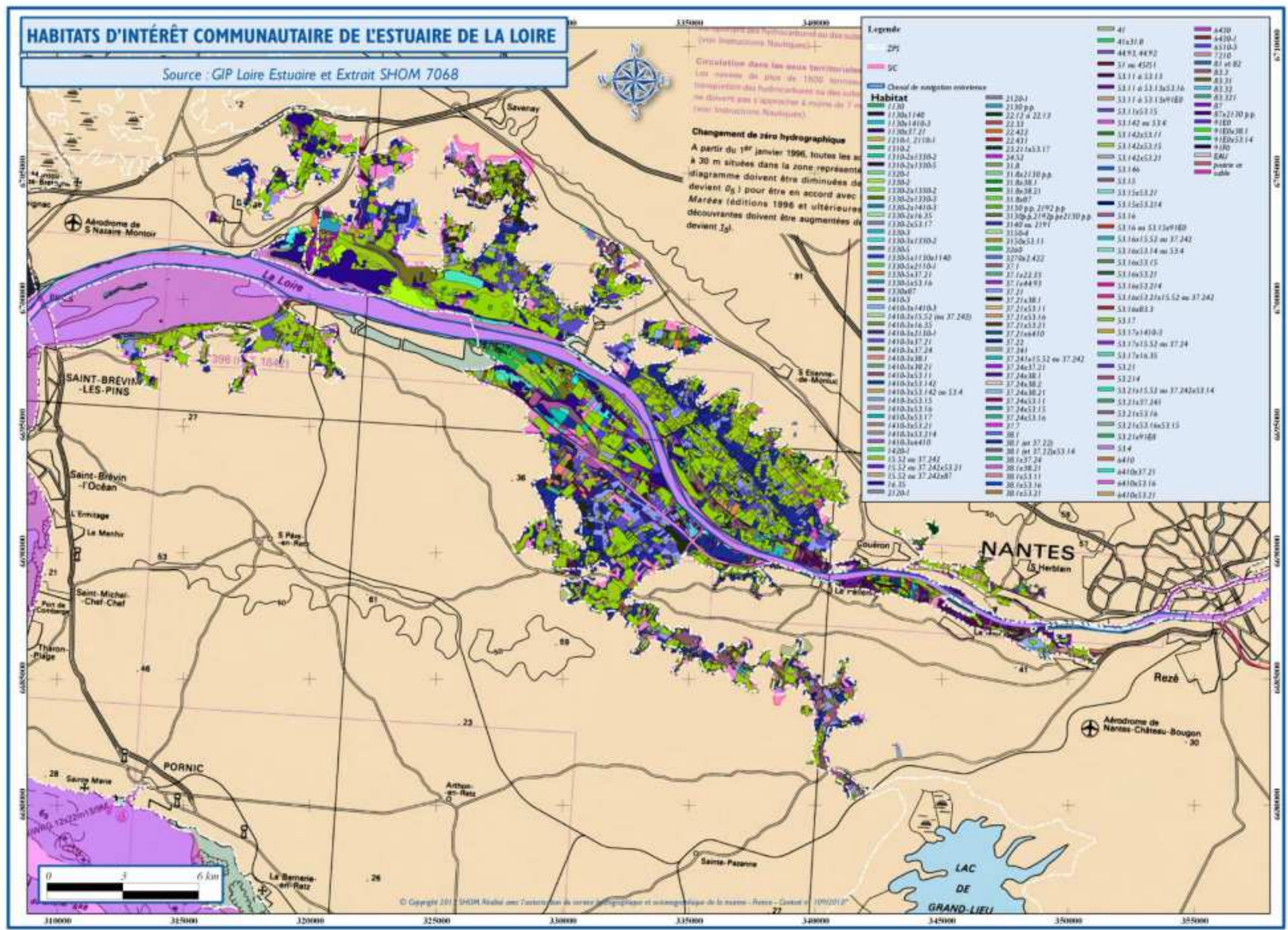


FIGURE 179 CARTOGRAPHIE DES HABITATS NATURA 2000 DE L'ESTUAIRE (SOURCE : ARTELIA, 2012)

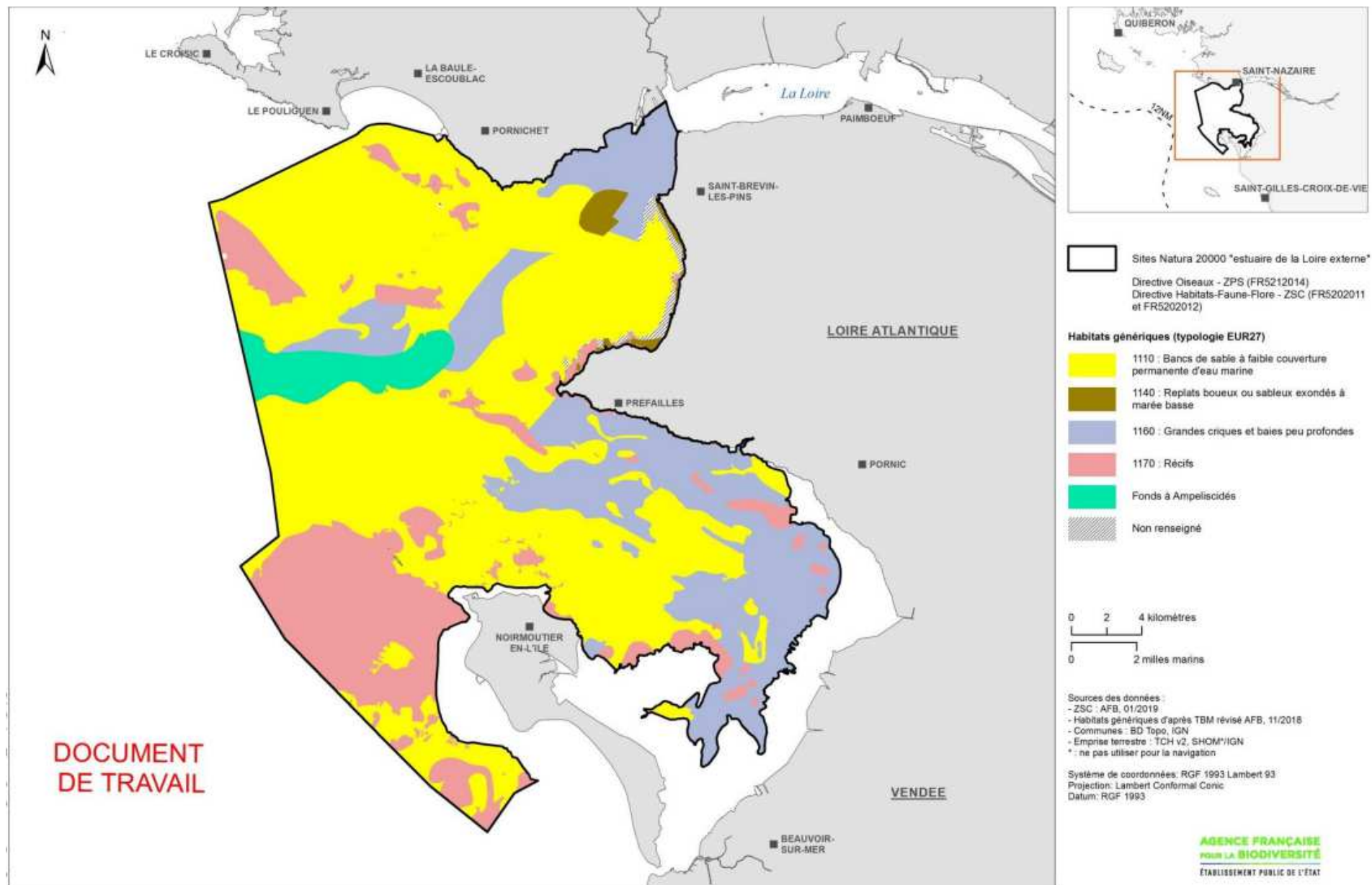


FIGURE 180 CARTE DES HABITATS GENERIQUES DES SITES NATURA 2000 EN MER « ESTUAIRE DE LA LOIRE EXTERNE » (SOURCE : AFB, 2019)

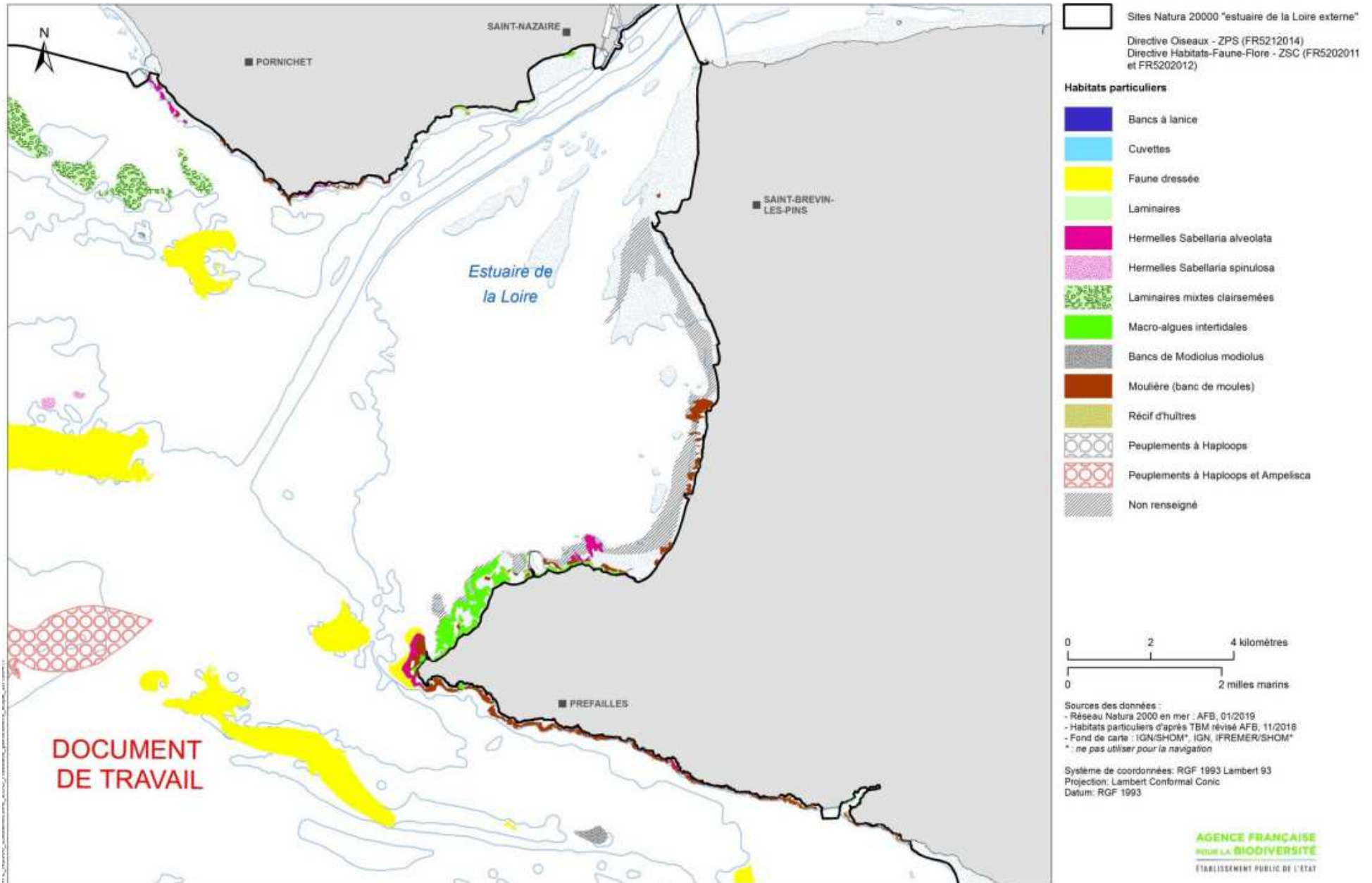


FIGURE 181 CARTE DES HABITATS PARTICULIERS INTERTIDIAUX DES SITES NATURA 2000 EN MER « ESTUAIRE DE LA LOIRE EXTERNE » (SOURCE : AFB, 2019)

2.3.1 - Habitats côtiers et végétations halophytiques - Eaux marines et milieux à marées

Globalement, les habitats rencontrés dans et aux abords des sections 1 à 4 du chenal de navigation appartiennent à l'habitat générique 1110-Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine et à l'habitat générique 1160 -Grandes criques et baies peu profondes.

2.3.1.1 - Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine (1110)

Globalement, les habitats rencontrés dans et aux abords des sections 1 à 4 du chenal de navigation appartiennent à l'habitat générique 1110-Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine.

Cet habitat correspond à l'étage infralittoral (Pérès et Picard, 1964) des zones ouvertes soumises à un fort hydrodynamisme. Ces milieux subissent l'influence hydrodynamique des houles venant du large. Leur pente est généralement très faible (0,3 à 0,4 %) et régulière jusqu'à une profondeur où les houles affaiblissent le remaniement incessant des particules, le plus souvent au-delà de 10 à 15 m. À proximité des massifs rocheux, cet habitat est aussi représenté par des platiers de sables grossiers et de graviers, parfois très étendus. Cet habitat abrite de nombreuses espèces d'invertébrés. Au sein de ces peuplements, les amphipodes et autres petits crustacés se satisfont de ces conditions difficiles d'instabilité sédimentaire. Ils constituent la nourriture privilégiée des juvéniles de poissons plats. Les mollusques bivalves se nourrissant de particules en suspension trouvent là un milieu de prédilection étant donné l'abondant matériel en suspension véhiculé par les houles et les courants.

Cet habitat abrite également l'habitat particulier « Faune dressée » (cnidaires appartenant aux anthozoaires *Alcyonium digitatum* et *Corynactis viridis* et éponges *Cliona celata*) et « Peuplements de Haploops et *Ampelisca* » (crustacés amphipodes vivants en colonies constitués de milliers d'individus au mètre carrés).

Dans ces milieux très ouverts et brassés, la qualité de l'eau ne constitue que très rarement une menace potentielle pour le bon fonctionnement de l'écosystème.

2.3.1.2 - Grandes criques et baies peu profondes (1160)

Cet habitat est avant tout caractérisé par le fait qu'il se trouve à l'abri des houles et des vagues, le plus souvent grâce à des pointements rocheux, et que les courants de marée y sont très faibles. De telles conditions hydrodynamiques permettent le dépôt de particules fines, cet habitat étant généralement en contact avec la partie aval des estuaires. Par ailleurs, ce faible hydrodynamisme ne permet pas le brassage des eaux et il existe une stabilité thermique sur l'échelle verticale. En conséquence, s'il y a dessalure des eaux lors d'une crue, celle-ci ne peut intéresser qu'une faible couche de surface. Cette stabilité hydrologique permet la remontée d'espèces relativement sténoèces à de faibles profondeurs (inférieures à 20 mètres), alors qu'elles ne peuvent tolérer les fluctuations hydrodynamiques en milieu plus ouvert. Des espèces circalittorales peuvent donc coloniser cet habitat infralittoral.

Dans un tel environnement non dispersif par excellence, et quelque soit le taux d'envasement, les peuplements sont dits riches et abondants. Ils sont en fait caractérisés par des espèces à caractère dominant, avec parallèlement une diversité spécifique faible.

Situé en milieu marin, mais enrichi par les flux de nutriments non dispersés, cet habitat peut héberger d'abondantes populations végétales jusqu'à des profondeurs compatibles avec la photosynthèse. Ce sont des macrophytes (algues vertes) ou des corallinacées libres (maerl). Parfois aussi se développent à la surface de véritables films de diatomées, base de l'alimentation de nombreuses espèces de déposivores de surface.

Cet habitat, sous l'influence des apports de nutriments et de contaminants venant des bassins versants, présente naturellement des risques d'hypoxie ou d'anoxie étant donné le faible renouvellement des eaux. Périodiquement, cet habitat peut être le siège de crises dystrophiques, c'est-à-dire d'explosions massives et brutales de populations phytoplanctoniques, dont certaines peuvent être toxiques.

2.3.1.3 - L'habitat « Vasières » - estuaires et replats boueux et sableux exondés à marée basse (1130 x 1140)

Au sein de la zone Natura 2000 « Estuaire de la Loire », correspondant aux sections 5 à 12 du chenal, les milieux estuariens font référence à une association des habitats génériques 1130-Estuaires et 1140-Replats boueux ou sableux exondés à marée basse. Le manque de précision sur les populations benthiques ne permet pas de spécifier la présence et l'étendue de cette association. Ainsi, l'ensemble des surfaces intertidales de l'estuaire sont à rapprocher de l'habitat élémentaire 1130-1-Slikkes en mer à marée.

L'habitat « estuaire » correspond à la partie aval de la vallée fluviale soumise aux marées à partir du début des eaux saumâtres. L'interaction entre les eaux douces et marines lors de l'étale de pleine mer provoque le dépôt de fins sédiments sous forme de larges étendues de replats boueux ou sableux. Cet habitat couvre une large gamme de salinité, du domaine polyhalin à l'oligohalin. Cet habitat comprend les berges du chenal, la partie aval de certains étiers ainsi que les principales grandes vasières (sud de Bilho, île de la Maréchale, Méan, au nord entre Lavau et Cordemais et au niveau du Bras de Migron). Cet habitat correspond aux zones intertidales du lit mineur.

Les caractéristiques de cet habitat comprennent une absence de végétation, une présence importante d'invertébrés benthiques (annélides, gastéropodes, bivalves fouisseurs, crustacés). Cet habitat est un important lieu d'alimentation pour l'avifaune et l'ichtyofaune. D'après le DOCOB, cet habitat est généralement menacé par l'atterrissement, le remblaiement et les modifications hydrologiques. La préservation de la qualité des eaux et des sédiments (pollutions chroniques et accidentelles) permet le maintien des écosystèmes. Une chenalisation excessive et des aménagements et remblaiements des berges exerceraient une influence néfaste sur ce milieu. Aucune modification n'a été apportée aux chenaux de navigation depuis 1986 et il n'y a eu aucun remblaiement sur les vasières depuis une trentaine d'années.

Selon le DOCOB, cet habitat affiche un état de conservation moyen à bon. Le chenal dragué (section 5 à 12) ne correspond pas à un habitat recensé au titre de Natura 2000. Il s'agit d'un milieu en zone subtidale. Il pourrait être rattaché à l'habitat élémentaire 1110-1-Sables fins propres et légèrement envasés. Toutefois, sa faible richesse faunistique (cf. dossier Loi sur l'Eau) n'en fait pas un habitat d'importance

2.3.1.4 - L'habitat « Récifs » (1170)

Ces milieux offrent des biotopes protégés (crevasses, surplombs, dessous de blocs, cuvettes permanentes...) favorables à l'installation d'une flore et d'une faune sessile (épibioses), ainsi que des abris pour la faune vagile. Cet habitat se présente donc sous forme d'une mosaïque de biotopes variés et juxtaposés au gré de la géomorphologie. Le facteur essentiel qui régit la vie est la longueur du temps d'émersion, aussi les communautés s'organisent-elles en bandes horizontales ou ceintures, sans qu'aucune espèce n'occupe l'ensemble de l'espace vertical qui subit cette alternance immersion-émersion.

La répartition verticale des organismes au sein de cet habitat permet de reconnaître quatre étages, 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 :

- l'étage supralittoral, situé à la limite du domaine maritime ;
- l'étage médiolittoral correspond globalement à la zone de balancement des marées ;
- l'étage infralittoral est toujours immergé, mais sa frange supérieure peut émerger lors des grandes marées de Vives-eaux ;
- l'étage circalittoral s'étend jusqu'à la limite de survie des algues pluricellulaires autotrophes.

2.3.2 - Habitats de l'estuaire interne : Marais et prés salés

2.3.2.1 - Végétations pionnières à Salicornia et autres espèces annuelles des zones boueuses et sableuses (1310-2)

La végétation pionnière à salicornes annuelles se développe sur les substrats vaseux et sablo-vaseux baignés par la mer à marée haute. Cet habitat se rencontre dans les parties basses du schorre sur des pentes faibles à nulles et au bord des chenaux et dans les cuvettes du haut schorre où l'eau de mer peut stagner entre deux marées. Cet habitat est localisé dans le secteur du banc de Bilho, de l'îlot Saint-Nicolas, des îles de Lavau et Pipy ainsi qu'à l'ouest de la Maréchale, au niveau du Gabon. Cet habitat couvrait, en 2002, une surface de 97,8 ha (moins de 1 % de la surface du site) dont 80% étaient localisés sur la Maréchale.

Cet habitat constitue une aire de nourrissage pour les limicoles, le Tadorne de Belon et la Bernache cravant. Les menaces pesant sur le maintien de cet habitat dans l'estuaire résident dans la destruction de l'habitat par le remblaiement des zones humides littorales et la dégradation ou la destruction par risque d'une pollution accidentelle ou diffuse. Les dégradations constatées sont un atterrissement important dû aux apports de vase et l'évolution du principal secteur de localisation de l'habitat vers des habitats de niveaux hauts peu halophiles.

2.3.2.2 - Les prés salés atlantiques

- Les prés salés du schorre moyen (1330-2) sont régulièrement inondés lors des grandes marées. Cet habitat est localisé au niveau des îles de Pierre Rouge et Chevalier, le long du Gabon de la Maréchale (depuis la rupture de la digue) et sur les bords de Loire entre Paimboeuf et l'Imperlay, soit sur une surface totale de 171,2 ha. Cet habitat contribue à la fixation des sédiments fins. Les menaces pesant sur cet habitat sont l'aménagement des berges, les risques de pollution et le pâturage mal conduit.
- Les prés salés du haut schorre (1330-3) sont inondés de façon bimensuelle à exceptionnelle lors des hautes mers de vives-eaux. Cet habitat est localisé dans l'estuaire de la Loire au niveau de l'îlot Saint-Nicolas et dans deux secteurs au sud de l'Imperlay et à l'ouest du hameau « Les Moisans » (Corsept). Il s'étend sur 1,7 ha. Cet habitat est vulnérable aux aménagements, aux risques de pollutions accidentelles dues à la navigation et au pâturage mal conduit.
- Les prairies hautes des niveaux supérieurs atteints par la marée (1330-5) se développent à la limite supérieure des hautes mers de vives-eaux et des substrats enrichis en matières organiques (laises de mer). Elles sont localisées sur les bords de Loire entre l'Imperlay et Paimboeuf, sur le banc de Bilho et l'îlot Saint-Nicolas, au nord des îles de Pierre Rouge et Chevalier (le long du canal de la Taillée) et localement sur l'île de la Maréchale. Il couvre une surface de 83,8 ha. Cet habitat est menacé de destruction par les endiguements. Il est très sensible au piétinement et à la fréquentation en générale. Il est vulnérable aux pollutions accidentelles.

De manière générale, les milieux salés présentés ci-avant sont localisés sur les étages hauts des rives de l'estuaire. Ils sont vulnérables à une modification des phénomènes sédimentaires, aux dépôts vaseux et atterrissement et aux pollutions (accidentelles et chroniques). Les projets d'aménagement et de remblaiement sur les bords de Loire peuvent conduire à la destruction de ces habitats.

2.3.3 - Bilan

Les habitats de l'estuaire externe, notamment au droit du site de la Lambarde présentent principalement des sables à faible couverture permanente d'eau marine au nord et des vasières au sud pouvant présenter des peuplements d'Ampeliscidés à la pointe Sud-Est de la zone d'immersion. Les zones rocheuses à proximité (comme le plateau de la Banche) peuvent intégrer des enjeux non négligeables associés aux laminaires.

L'estuaire interne présente une grande diversité d'habitats principalement en lien avec le marnage. Les habitats à enjeux sont les vasières et les prairies en contact direct avec l'estuaire qui présentent plusieurs fonctionnalités écosystémiques en lien avec l'avifaune et l'ichtyofaune. Les fonds impactés par les activités anthropiques historiques (dragages, zones d'immersions, zones d'exploitation du granulat, zones de baignage, etc.) ne présentent pas d'intérêt particulier.

2.4 - Espèces et habitats d'espèces au titre de la Directive " Habitats "

Les espèces d'intérêt communautaire recensées au sein des zones Natura 2000 qui sont concernées par les opérations de dragage et d'immersion sont indiquées dans le tableau ci-après (espèces fixées à l'annexe II de la Directive Habitats).

TABLEAU 82 LISTE DES ESPECES D'INTERET COMMUNAUTAIRE RECENSEES AU SEIN DES ZONES NATURA 2000

Espèces	Statut de l'espèce au sein du SIC concerné		
	« Estuaire de la Loire »	« Estuaire de la Loire Nord »	« Estuaire de la Loire Sud – Baie de Bourgneuf »
Plantes			
angélique à fruits variables (<i>Angelica heterocarpa</i>)	Résidente (rare)	-	-
Amphibiens et reptiles			
triton crête (<i>Triturus cristatus</i>)	Résidente	-	-
Invertébrés			
agrion de Mercure (<i>Coenagrion mercuriale</i>)	Résidente	-	-
pique-prune (<i>Osmoderma eremita</i>)	Résidente	-	-
grand capricorne (<i>Cerambyx cerdo</i>)	Résidente	-	-
lucane cerf-volant (<i>Lucanus cervus</i>)	Résidente	-	-
rosalie des Alpes (<i>Rosalia alpina</i>)	Résidente	-	-
Mammifères			
grand rhinolophe (<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>)	Résidente	-	-
petit rhinolophe (<i>Rhinolophus hipposideros</i>)	Résidente	-	-
rhinolophe euryale (<i>Rhinolophus euryale</i>)	Résidente	-	-
barbastelle (<i>Barbastella barbastellus</i>)	Résidente	-	-
grand murin (<i>Myotis myotis</i>)	Résidente	-	-
murin à oreilles échancrées (<i>Myotis emarginatus</i>)	Résidente	-	-
loutre d'Europe (<i>Lutra lutra</i>)	Résidente	-	-
grand dauphin (<i>Tursiops truncatus</i>)	-	Etape migratoire	Etape migratoire
marsouin commun (<i>Phocoena phocoena</i>)	-	Etape migratoire	Etape migratoire
Poissons			
lamproie marine (<i>Petromyzon marinus</i>)	Etape migratoire	Etape migratoire	Hivernage et Etape migratoire
lamproie de rivière (<i>Lampetra fluviatilis</i>)	Etape migratoire	Etape migratoire	Hivernage et Etape migratoire
grande alose (<i>Alosa alosa</i>)	Etape migratoire	Etape migratoire	Hivernage et Etape migratoire
alose feinte (<i>Alosa fallax</i>)	Etape migratoire	Etape migratoire	Hivernage et Etape migratoire
saumon atlantique (<i>Salmo salar</i>)	Etape migratoire	Etape migratoire	Hivernage et Etape migratoire
bouvière (<i>Rhodeus sericeus amarus</i>)	Résidente	-	-

En raison de leur comportement ou des habitats qu'ils occupent, sans connexion avec le fleuve, et donc hors de la zone d'influence des dragages, les espèces d'intérêt communautaire d'amphibiens, chiroptères et insectes ne seront pas impactées par les opérations de dragage. Seules les espèces aquatiques et ornithologiques qui peuvent se trouver sur la zone étudiée sont décrites ci-après.

2.4.1 - Les cétacés

Sources :

- Oiseaux marins et cétacés du golfe de Gascogne. Répartition, évolution des populations et éléments pour la définition des aires marines protégées, Castège I., Hémery G., 2009.
- Etude d'impact environnemental du Parc éolien en mer de Saint-Nazaire - 2015
- Suivi de la mégafaune marine au large des Pertuis charentais, de l'Estuaire de la Gironde et de Rochebonne par observation aérienne – 2022

Le secteur de la Lambarde est susceptible d'être fréquenté par divers cétacés et pinnipèdes, en particulier **le Dauphin commun** et le Phoque gris (dans une moindre mesure). Le Grand Dauphin, le Marsouin commun, le Dauphin commun ou encore le Dauphin bleu et blanc sont aussi potentiellement présents. La zone marine au large de la Loire-Atlantique constitue une **zone de passage** et aucune population résidente de delphinidés n'y a été observée.

Les espèces de cétacés d'intérêt qui transitent au sein des zones protégées « Estuaire de la Loire Nord » et « Estuaire de la Loire Sud – Baie de Bourgneuf » sont principalement **des petits delphinidés** (ex : Dauphin commun) ou des **Marsouins communs**.

Les résultats présentés ci-dessous sont issus de l'étude spécifique menée par ULR VALOR (EMF, 2013). Le tableau suivant présente les caractéristiques de ces espèces

TABLEAU 83 CARACTERISTIQUES DES ESPECES DE MAMMIFERES MARIN JUSTIFIANT LA DESIGNATION DES SIC MARINS (ULR VALOR, 2013)

	Marsouin commun	Grand dauphin
Distribution	Eaux tempérées de l'hémisphère Nord	Cosmopolite, ensemble des océans sauf très hautes latitudes
Habitats	Plateau continental	Zone côtière et zone océanique (2 écotypes)
Colonies, groupes résidents	/	Ile de Sein, Molène, golfe Normano-breton, Corse
Comportement	Groupes de quelques individus, très discrets	Forte structure sociale, groupe de base de 2 à 25 individus
Alimentation	Petits poissons démersaux	Opportuniste, Poissons démersaux, céphalopodes
Menaces	Captures accidentelles, pollution, diminution des ressources, dérangement	Captures accidentelles, pollution, diminution des ressources, dérangement
Conservation	CITES, Convention de Berne, ACCOBAMS, ASCOBANS Directive Habitats (annexe II et IV)	CITES, Convention de Berne, ACCOBAMS, ASCOBANS Directive Habitats (annexe II et IV)



FIGURE 182 GRAND DAUPHIN ET MARSOUIN COMMUN

Les données disponibles indiquent que les mammifères marins fréquentent préférentiellement les zones au large au niveau du plateau et du talus océaniques. Ils se rapprochent des côtes en automne mais restent peu

présents à l'embouchure de l'estuaire et l'enjeu est considéré comme faible. Quant aux marsouins, ils sont très côtiers en hiver et utilisent abondamment la zone, alors qu'ils se raréfient en été et utilisent préférentiellement le plateau continental. Aucun groupe résident n'est connu localement, et l'aire d'étude est fréquentée par des individus de passage (ULR VALOR, 2013).

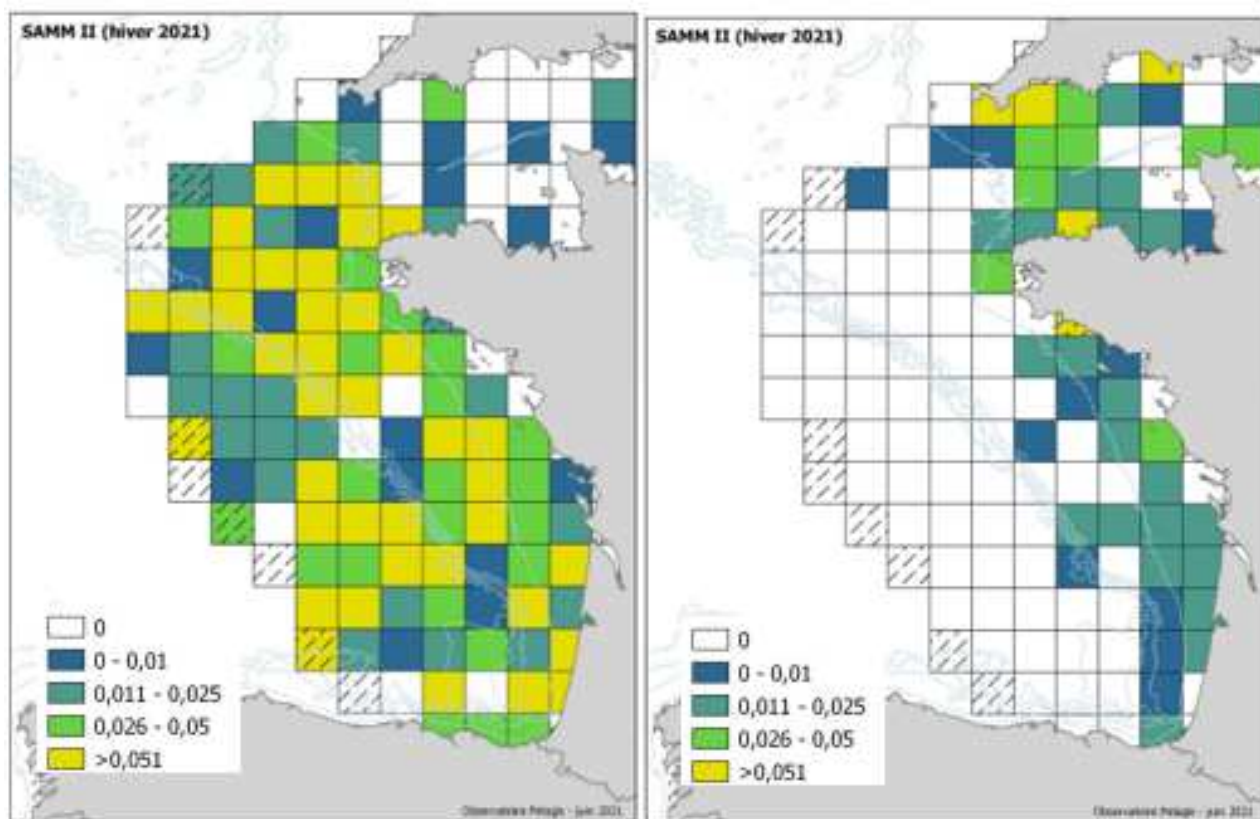


FIGURE 183 TAUX DE RENCONTRE DES PETITS DELPHINIDES (A GAUCHE) ET DU MARSOUIN COMMUN (A DROITE) (DONNEES DE SUIVI SAMM II, PELAGIS)

2.4.2 - Les poissons migrateurs amphihalins

La Lamproie marine, la Lamproie fluviatile, la Grande alose, l'Alose feinte et le Saumon atlantique sont les six espèces migratrices amphihalines justifiant la désignation des SIC « Estuaire de la Loire nord », « Estuaire de la Loire sud – Baie de Bourgneuf » et « Estuaire de la Loire ». Ces espèces sont présentées ci-après.

■ Les lamproies

La **Lamproie marine** (*Petromyzon marinus*) - (code UE 1095) est l'une des plus grandes espèces parasites anadromes. Les adultes vivent en mer sur le plateau continental, en parasites, fixés par leur ventouse sur des poissons dont ils râpent la chair qu'ils consomment pour ensuite en absorber le sang. A la fin de l'hiver, la lamproie marine quitte les eaux côtières et remonte, la nuit, dans les rivières. Les premières frayères importantes se situent à plus de 550 km de la mer. Les géniteurs meurent après la reproduction. Les larves vivent dans les sédiments pendant toute la durée de leur vie larvaire. Les subadultes dévalent la rivière la nuit en automne et gagnent la mer en hiver.

La **Lamproie fluviatile** (*Lampetra fluviatilis*) - (code UE 1099), encore appelée lamproie de rivière, ressemble beaucoup à la lamproie marine mais elle est de taille plus petite. La lamproie fluviatile est une espèce parasite anadrome. Les adultes vivent en mer en parasites, fixés par leur ventouse sur des poissons dont ils râpent la chair qu'ils consomment pour en absorber le sang. A la fin de l'hiver, elle quitte les eaux côtières et remonte les rivières, la nuit. En eau douce, les lamproies fluviatiles se reproduisent sur des fonds de sables et de graviers. Les géniteurs meurent après la reproduction. Les

larves restent enfouies trois à six ans dans les sédiments puis subissent une métamorphose. Devenues adultes, elles migrent en mer pour y mener une vie parasitaire. Cette migration s'opère la nuit, entre mars et juin principalement. Abondante au début du XXème siècle en France, les lamproies sont devenues globalement rares dans une aire réduite et fragmentée. Les causes, d'origine anthropique, sont la multiplication des barrages, la dégradation de la qualité des cours d'eaux et des sédiments et l'extraction de granulats en lit mineur. L'estuaire de la Loire (interne et externe) est un site très important pour ces espèces puisqu'il constitue une étape migratoire avant de rejoindre les zones de frai en Loire. Les Lamproies marines sont présentes dans l'estuaire de novembre à mai alors que les lamproies fluviales sont présentes dans l'estuaire de décembre à juin.

Les subadultes de Lamproies marines se nourrissent de crustacés alors que les Lamproies Fluviales dévalent au stade adulte et parasitent les autres poissons. Les mesures de protection vis-à-vis de la lamproie marine concernent principalement les frayères, notamment l'accès à ces frayères et la qualité des eaux et sédiments. Au sein de la zone d'étude, les lamproies sont rencontrées au stade adulte (et subadulte pour les Lamproies marines). Le maintien de la qualité du milieu et de la libre circulation des adultes pour rejoindre les zones de frai et la dévalaison de subadultes ou adultes selon l'espèce considérée sont les mesures de gestion spécifiques qui s'appliquent à la lamproie marine dans ce secteur.

Pour ces deux espèces migratrices amphihalines, le transit entre les deux milieux, estuarien (Loire) et atlantique, constitue une étape indispensable pour la continuité de leur cycle de vie (reproduction, croissance) et pour la production des futures générations. Actuellement, seul la ZSC « Estuaire de la Loire » fait l'objet d'un DOCOB (DREAL, 2007a), d'ailleurs en cours de révision. Dans ce document, les objectifs de conservation concernant les espèces migratrices amphihalines sont les suivants :

- ▶ assurer la migration des poissons ;
- ▶ lutter contre les crises d'anoxie dans le bouchon vaseux ;
- ▶ maintenir des zones refuge, abris lors de la migration.

Environ 14 lamproies marines ont été comptabilisées sur le bassin de la Loire en 2023 (LOGRAMI, 2013). Les effectifs sont très en deçà des données historiques.

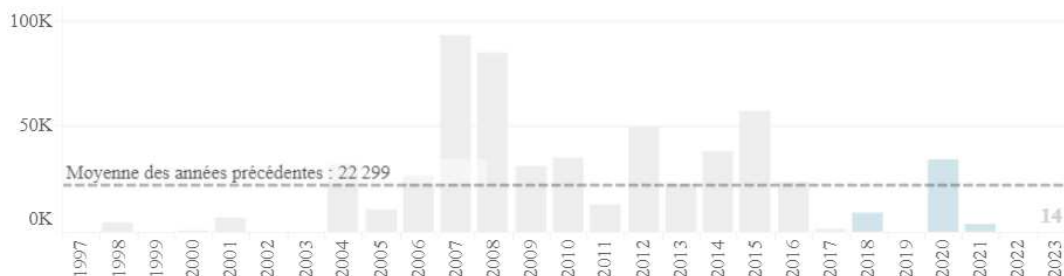


FIGURE 184 EFFECTIFS ANNUELS DE LAMPROIES MARINES COMPTABILISES PAR LE LOGRAMI EN AVAL DE LA LOIRE DE 1997 A 2023

■ Les aloses

- **La Grande alose** (*Alosa alosa*) - (code UE 1102) est également appelé Alose vraie. Il s'agit d'une espèce migratrice anadrome : de février à juin, les adultes remontent les fleuves où ils sont nés pour s'y reproduire. Le frai a donc lieu en eau douce. Les géniteurs meurent après la reproduction. La dévalaison a lieu à la fin de l'année de naissance : les juvéniles gagnent la mer au début de l'hiver. Ils rejoignent les fonds de 70 à 300 m où ils vivent en banc. La grande alose présente un large régime alimentaire. En milieu marin, elle recherche essentiellement le zooplancton. Lors de la remontée des fleuves, elle ne se nourrit pas. En revanche, lors de leur passage, les juvéniles se nourrissent de zooplancton.

Cette espèce constitue l'essentiel des stocks du bassin de la Loire. Elle occupe une aire de répartition relativement vaste s'étendant jusqu'au bassin amont sur l'Arroux et l'Allier.

- **L'alose feinte** (*Alosa fallax*) - (code UE 1103) appartient au groupe des harengs. Tout comme la grande alose, il s'agit d'une espèce anadrome. Les Aloses feintes vivent en mer dans la zone côtière sur des fonds de moins de 20 m.

Les adultes remontent dans les rivières plus tard et sur une période plus courte que la grande alose. Les activités de migration et de reproduction dépendent fortement de la température de l'eau (seuil d'arrêt respectivement à 10 et 15°C). La reproduction a lieu en mai et juin, généralement dans les parties aval des fleuves voire, dans certains cas, dans la partie interne des estuaires. Contrairement à la Grande alose, la plupart des géniteurs survivent et retournent en mer. Chez les Aloses feintes, la dévalaison se fait dès le début de l'été et le temps de séjour en estuaire est plus long que pour la Grande alose (jusqu'à trois étés).

Les juvéniles d'alose ont un régime alimentaire plus diversifié que celui de Grande alose et se nourrissent de crustacés. Les adultes ont un comportement social et alimentaire très proche de la Grande alose mais leur régime est plus piscivore, l'anchois constituant l'aliment de base de l'espèce atlantique dans le golfe de Gascogne. Lors de leur remontée vers les frayères l'Alose feinte ne se nourrit pas.

L'estuaire de la Loire (interne et externe) est un site de passage important pour ces espèces. Elles sont présentes d'avril à juin dans l'estuaire, partie basse du réseau hydrographique de la Loire. Les adultes d'Alose feinte se rassemblent plutôt dans le chenal de Saint-Nazaire à Paimboeuf alors que les Grandes aloses sont retrouvées dans le chenal de Nantes à Saint-Nazaire. Les principales menaces qui pèsent sur ces espèces sont les obstacles à sa circulation dans les cours d'eau, la destruction de son habitat de reproduction (en eau douce) et la pollution des estuaires. De plus, les crises d'anoxie rencontrées dans l'estuaire de la Loire et liées au bouchon vaseux peuvent provoquer la mort de plusieurs dizaines de milliers de mullets qui effectuent leur dévalaison à la même époque que les aloses. La mortalité des mullets est aisément quantifiable car ils remontent mourir en surface, en revanche les aloses meurent au fond et on ne connaît pas l'incidence de ce phénomène sur leur population.

A titre indicatif, environ 137 aloses ont été comptabilisées sur les stations du bassin de la Loire en 2023 (LOGRAMI, 2023). Les effectifs comptabilisés mettaient en évidence une amélioration depuis 2013 mais un déclin significatif se confirme depuis 2016 sur l'ensemble du bassin de la Loire.

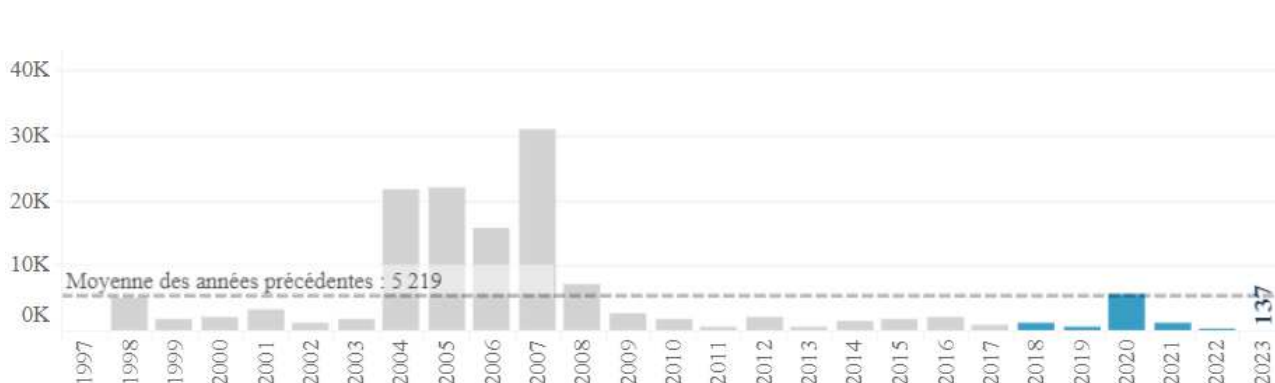


FIGURE 185 EFFECTIFS ANNUELS D'ALOSSES COMPTABILISES PAR LE LOGRAMI EN AVAL DE LA LOIRE DE 1997 A 2023

■ Le Saumon atlantique (code UE 1160)



Le Saumon atlantique (*Salmo salar*) est une espèce anadrome qui remonte les cours d'eau pour frayer. Les migrations au niveau des eaux marines peuvent atteindre plus de 3 000 km. Au terme de cette migration au niveau des aires d'engraissement, les saumons vivent en banc pendant un à quatre ans. Les aires d'engraissement se situent dans les eaux froides à l'ouest du Groenland, ou au large de la Norvège.

Le Saumon atlantique fraie de novembre à février, chaque individu remontant le cours d'eau où il est né.

En France, au bout d'un à deux ans passés en eau douce, le Saumon atlantique descend en mer. Les poissons tels que les éperlans, les sardines ou encore les petits harengs constituent la part la plus importante de la nourriture en mer. Lors de leur remontée dans l'estuaire de la Loire, les adultes ne s'alimentent pas.

Les menaces pesant sur cette espèce sont liées à l'accès aux frayères (barrages) et à la qualité de ces frayères mais également à la forte exploitation des stocks sur les aires d'engraissement. La zone d'étude est un secteur de passage pour les adultes qui remontent la Loire et les juvéniles qui gagnent la mer. Les saumons sont présents dans l'estuaire de la Loire de janvier à juillet. Hormis la préservation de la qualité générale du milieu, aucune mesure de gestion spécifique ne s'applique à cette espèce au sein de la zone d'étude.

A titre indicatif, environ 107 individus ont été comptabilisés sur les stations du bassin de la Loire en 2023 (LOGRAMI, 2023). La mise en place de politiques de reconquête des milieux depuis 1994 a permis au saumon de regagner progressivement une partie de ses milieux d'origine. On note cependant une diminution du peuplement depuis une dizaine d'année.

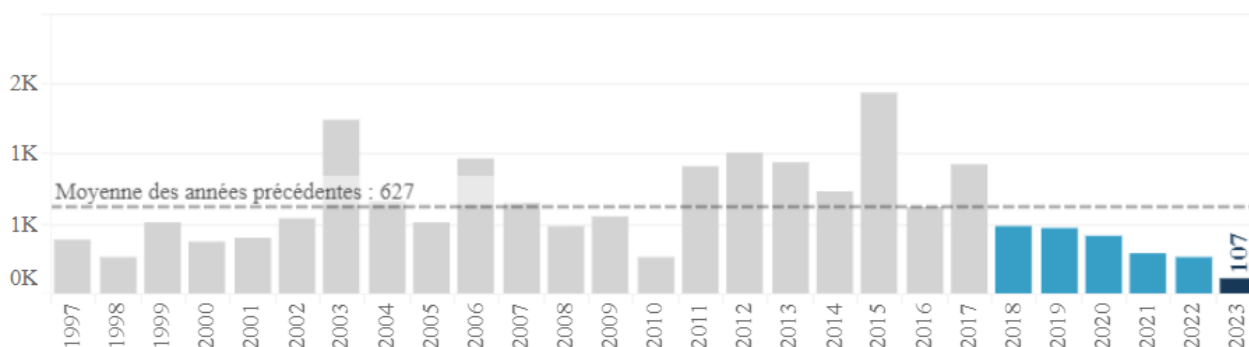


FIGURE 186 EFFECTIFS ANNUELS DE SAUMONS COMPTABILISES PAR LE LOGRAMI EN AVAL DE LA LOIRE DE 1997 A 2023

■ La Bouvière (code UE 1134)

La bouvière justifie la désignation des ZSC « Estuaire de la Loire » et « Grande Brière, Marais de Donges ». Il s'agit d'un petit poisson de la famille des cyprinidés au corps court (50 à 80 mm), haut et comprimé latéralement, pour un poids de 10 à 20 g.

Cette espèce diurne vit en bancs sur des fonds sableux ou limoneux dans des eaux peu courantes ou stagnantes. Elle fréquente les herbiers aquatiques. L'espèce est phytophage (algues vertes, algues filamenteuses et diatomées). La reproduction se déroule entre avril et août à une température de 15 à 21 °C. La femelle dépose une quarantaine d'œufs au moyen d'un tube de ponte (ovipositeur) dans le siphon exhalant d'un bivalve (moule du genre *Unio* ou *Anodonta*) ; cette reproduction est dite « ostracophile ». Les œufs sont oxygénés par les courants de filtration de la moule. La présence de l'espèce est donc étroitement liée à celle de ces mollusques bivalves.

Cette espèce est sensible à la pollution industrielle et aux pesticides, et est entièrement dépendante des Unionidés pour sa reproduction. La réduction des populations de moules d'eau semble être la menace principale pesant sur la Bouvière. Cette diminution peut être causée par une baisse de la qualité des eaux et des sédiments, des opérations d'entretien de réseau hydraulique de grandes envergures, etc.

Les bouvières ne fréquentent pas directement l'estuaire mais plutôt les canaux et marais aux alentours. Cette espèce reste rare dans la zone d'étude.

2.4.3 - La loutre d'Europe



La loutre d'Europe (*Lutra lutra*) est résidente dans la zone protégée « Estuaire de la Loire ». Les effectifs ne sont pas évalués mais cette espèce est présente toute l'année. La loutre vit dans les zones humides parcourues par un réseau hydrographique dense de marais inondés. Les principaux secteurs où elle a été repérée sont les canaux de la Taillée et de la Martinière et la vallée de l'Acheneau. Elle peut se déplacer entre 10 et 15 km.

Les menaces pesant sur cette espèce sont la modification du réseau hydraulique, la dégradation de la qualité de l'eau (écoulement, envasement, salinité), la diminution des ressources alimentaires (anguilles, poissons blancs, amphibiens), le dérangement des sites de reproduction, la mortalité liée à la circulation routière et la déconnexion des différentes populations (rupture du corridor entre Brière et Grand-Lieu via l'Acheneau et la Taillée).

L'habitat de la loutre est constitué par les étiers. Elle peut donc être concernée indirectement (dégradation de son habitat) par les opérations de dragage.

Les objectifs de conservation concernant la loutre d'Europe dans le DOCOB du SIC « Grande Brière – Marais de Donges » sont les suivants (DREAL, 2003) :

- ▶ réduire la part de la mortalité routière dans la mortalité accidentelle de l'espèce ;
- ▶ optimiser la connexion entre les populations régionales ;
- ▶ mieux connaître l'état des populations locales ;
- ▶ rechercher des mesures de gestion assurant une bonne qualité de l'écosystème aquatique ;
- ▶ œuvrer pour une meilleure qualité de l'eau dans la zone humide et dans tout le bassin versant

Les objectifs de conservation concernant la loutre d'Europe dans le DOCOB du SIC « Estuaire de la Loire » sont les suivants (DREAL, 2007a) :

- ▶ lutter contre la pollution des eaux ;
- ▶ maintenir les peuplements piscicoles ;
- ▶ assurer la sécurité des axes de déplacement et la quiétude des sites de reproduction.

2.5 - Espèces et habitats d'espèces au titre de la Directive « Oiseaux »

Sources : Les principales informations décrites dans ce chapitre sont issues des documents suivants :

- *Diagnostic écologique du site Natura 2000 Estuaire de la Loire externe, 2019*
- *Dossier d'évaluation des incidences Natura 2000 du projet de Raccordement électrique du parc éolien en mer de Saint-Nazaire », RTE, 2015.*

2.5.1 - Avifaune - Diagnostic marin

La ZPS « Estuaire de la Loire – Baie de Bourgneuf » regroupe des secteurs côtiers, des zones d'estran, des îlots rocheux et des secteurs de plus haute mer qui constituent un ensemble fonctionnel remarquable d'une grande importance pour les oiseaux marins, sur la façade atlantique.

L'intérêt ornithologique de cet ensemble repose essentiellement dans son rôle pour le nourrissage d'oiseaux nichant à terre et sur les îlots ou dans l'estuaire interne de la Loire, de même que pour l'hivernage et le stationnement en grand nombre d'espèces d'intérêt européen. Dès lors, le secteur est fréquenté de manière importante mais variable au cours des saisons par différents oiseaux d'intérêt communautaire qui y effectuent une partie de leur cycle annuel.

La ZPS intègre les zones de nourrissage des oiseaux nichant à terre (sternes...), les zones principales d'hivernage, de stationnement et de passage préférentiel des oiseaux marins (plongeurs, macreuse noire, alcidés, mouette pygmée, mouette tridactyle...). Elle se situe dans un couloir migratoire fortement utilisé par de nombreux oiseaux (anatidés...). Par ailleurs, des oiseaux pélagiques fréquentent le secteur (Puffins, fou de Bassan...). Ainsi, les zones de présence préférentielles d'oiseaux marins sur ce secteur sont fortement liées aux capacités de plongée habituelle des oiseaux concernés et des ressources alimentaires sur la zone (poissons, crustacés...) (DREAL Pays de la Loire).

■ Espèces inventoriées justifiant la désignation de la ZPS

Un inventaire de l'avifaune maritime a été réalisé dans le cadre de l'étude Périscope 2015-2017 pour l'AFB. Un inventaire de l'avifaune maritime a également été réalisé par Bretagne Vivante dans le cadre du projet de parc éolien en mer de Saint-Nazaire.

L'ensemble des données et des cartographies suivantes est extrait de ce rapport. Ces données ont été collectées via une campagne d'échantillonnage en mer par transects bateau menée d'octobre 2015 à janvier 2017 pour couvrir quatre périodes du cycle biologique de la faune marine. Ces données sont à ce jour les plus précises et actualisées concernant le site Natura 2000. Elles permettent une étude relativement fine de la fréquentation spatiale et quantitative des oiseaux sur la ZPS. Elles ont été utilisées en priorité par rapport aux autres sources de données dans ce document. Entre 2011 et 2012 des survols ont permis de comptabiliser les oiseaux marins et d'étudier leur répartition spatiale sur toute la ZEE métropolitaine. Ces données permettent de conforter les observations réalisées par ailleurs (en termes de présence/absence des espèces).



FIGURE 187 MOUETTE PYGMÉE (INPN)

Huit espèces ont donc un niveau de priorité élevé ou très élevé en Pays de Loire, suivant les périodes. Neuf espèces ont un statut défavorable au niveau national et onze sont classées en annexe 1 de la directive Oiseaux.

Le tableau ci-après présente les 30 espèces marines et côtières justifiant la désignation des ZPS « Estuaire de la Loire – Baie de Bourgneuf », « Estuaire de la Loire », « Grande Brière, Marais de Donges et du Brivet » et « Marais salants de Guérande, traicts du Croisic, dunes de Pen Bron » inventoriées entre le site du parc éolien en mer de Saint-Nazaire (compris) et l'embouchure de la Loire.

TABLEAU 84 ESPECES INVENTORIEES JUSTIFIANT LA DESIGNATION DES ZPS « ESTUAIRE DE LA LOIRE – BAI DE BOURGNEUF », « ESTUAIRE DE LA LOIRE », « GRANDE BRIERE, MARAIS DE DONGES ET DU BRIVET » ET « MARAIS SALANTS DE GUERANDE, TRACTS DU CROISIC, DUNES DE PEN BRON »

Nom français	Nom scientifique	Listes rouge Pays de la Loire		Niveau de priorité Pays de la Loire			Liste rouge nationale		Directive Oiseaux
		Nicheur	Hivernant	Nicheur	Hivernant	Migrateur	Nicheur	Hivernant	
Bernache cravant	<i>Branta bernicla</i>	-	ND	-	G1	-	-	LC	-
Canard pilet	<i>Anas acuta</i>	NA	R	B5	G1	G1	NA	LC	-
Canard siffleur	<i>Anas penelope</i>	-	AS	-	G2	-	NA	LC	-
Canard souchet	<i>Anas clypeata</i>	LC	AS	B3	G1	G1	LC	LC	-
Grèbe huppé	<i>Podiceps cristatus</i>	LC	-	-	-	-	LC	NA	-
Cormoran huppé	<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	EN	V	B5	G4	-	LC	NA	-
Eider à duvet	<i>Somateria mollissima</i>	CR	E	B5	G4	-	CR	NA	An. 2
Goéland argenté	<i>Larus argentatus</i>	NT	-	-	-	-	LC	NA	-
Goéland brun	<i>Larus fuscus</i>	VU	-	-	-	-	LC	LC	-
Goéland cendré	<i>Larus canus</i>	-	-	-	-	-	VU	LC	-
Goéland marin	<i>Larus marinus</i>	NT	-	-	-	-	LC	NA	-
Grand Cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	-	-	-	-	-	LC	LC	-
Guillemot de Troil	<i>Uria aalge</i>	-	-	-	-	-	EN	DD	-
Labbe parasite	<i>Stercorarius parasiticus</i>	-	-	-	-	-	-	NA	-
Macreuse noire	<i>Melanitta nigra</i>	-	R	-	G4	-	-	LC	An. 2
Mouette de Sabine	<i>Larus sabini</i>	-	-	-	-	-	NA	-	-
Mouette mélanocéphale	<i>Larus melanocephalus</i>	LC	AP	B4	G4	-	LC	NA	An. 1
Mouette pygmée	<i>Hydrocoloeus minutus</i>	-	-	-	-	G1	NA	LC	An. 1
Mouette rieuse	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	LC	-	-	-	-	LC	LC	-
Mouette tridactyle	<i>Rissa tridactyla</i>	CR	-	B5	-	-	NT	NA	-
Océanite culblanc	<i>Oceanodroma leucorhoa</i>	-	-	-	-	-	NA	-	An. 1
Océanite tempête	<i>Hydrobates pelagicus</i>	-	-	-	-	-	NT	-	An. 1
Pingouin torda	<i>Alca torda</i>	-	-	-	-	-	CR	DD	-
Plongeon catmarin	<i>Gavia stellata</i>	-	-	-	-	-	-	NA	An. 1
Puffin des Anglais	<i>Puffinus puffinus</i>	-	-	-	-	-	VU	-	-
Puffin des Baléares	<i>Puffinus mauretanicus</i>	-	-	-	-	G1	-	NA	An. 1
Puffin fuligineux	<i>Puffinus griseus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
Sterne arctique	<i>Sterna paradisaea</i>	NA	-	-	-	-	CR	-	An. 1
Sterne caugek	<i>Thalasseus sandvicensis</i>	VU	-	B4	-	-	VU	NA	An. 1
Sterne de Dougall	<i>Sterna dougalli</i>	RE	-	-	-	-	CR	-	An. 1
Sterne naine	<i>Sterna albifrons</i>	NT	-	B1	-	-	LC	-	An. 1
Sterne pierregarin	<i>Sterna hirundo</i>	LC	-	B3	-	-	LC	NA	An. 1

Liste rouge Pays de la Loire (nicheur) 2014

Statuts de conservation : RE : disparue au niveau régional, CR : en danger critique, EN : en danger, VU : vulnérable, NT : quasi menacée, LC : préoccupation mineure, LC : préoccupation mineure, DD : données insuffisantes, NA : non applicables, NE : non évaluées.

Beaudoin J.-C., Beslot E., Boileau N., Montfort D., Raitière W., Tavenon D. & Yésou P., 2014. Liste rouge des populations d'oiseaux nicheurs des Pays de la Loire. LPO Pays de la Loire, Bouchemaine (France).

Liste rouge Pays de la Loire (hivernant) 2008

Statuts de conservation : R : rare, AS : assez rare, X : disparu ; E : En danger ; V : vulnérable ; D : en déclin ; AP : à préciser et ND : non défavorable

MARCHADOUR B. & SÉCHET E. (coord.), 2008. Avifaune prioritaire en Pays de la Loire. Coordination régionale LPO Pays de la Loire, conseil régional des Pays de la Loire, 221 p.

Niveaux et catégories de priorité Pays de la Loire

Niveaux de priorité : En rouge : très élevé. En orange : élevé. En vert : non prioritaire.

Nicheurs : B1 : espèces menacées en Pays de la Loire et dont une part significative de la population biogéographique niche dans la région.

B2 : espèces menacées en Pays de la Loire et dont une part non significative de la population biogéographique niche dans la région.

B3 : espèces non menacées en Pays de la Loire mais dont une part significative de la population biogéographique niche dans la région.

B4 : espèces menacées en Pays de la Loire et dont une part non significative de la population biogéographique niche dans la région.

B5 : espèces peu communes en Pays de la Loire et menacées du fait de leur rareté (limite d'aire,...). Une part non significative de la population biogéographique niche dans la région.

Hivernants et migrants : G1 : espèces menacées et prioritaires en Europe pour lesquelles la région héberge une part significative de la population biogéographique.

G2 : espèces non menacées et non prioritaires en Europe mais pour lesquelles la région héberge une part significative de la population biogéographique.

G3 : espèces menacées et prioritaires en Europe pour lesquelles la région héberge une part non significative de la population biogéographique.

G4 : espèces non menacées et non prioritaires en Europe et pour lesquelles la région héberge une part non significative de la population biogéographique.

MARCHADOUR B. & SÉCHET E. (coord.), 2008. Avifaune prioritaire en Pays de la Loire. Coordination régionale LPO Pays de la Loire, conseil régional des Pays de la Loire, 221 p.

Liste rouge nationale

EN : En danger. VU : Vulnérable. NT : Quasi-menacée. LC : Préoccupation mineure. DD : Données insuffisantes. NA : Non applicable.

UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS (2011). La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine. Paris, France.

Directive Oiseaux

Directive 2009/147/CE du parlement européen et du conseil du 30 novembre 2009 concernant la conservation des oiseaux sauvages.

Annexe 1 : espèces faisant l'objet de mesures de conservation spéciale concernant leur habitat, afin d'assurer leur survie et leur reproduction dans leur aire de distribution.

■ Avifaune nicheuse

Une seule espèce d’oiseau marin est connue pour nicher sur le secteur de Saint-Nazaire. Il s’agit du Goéland argenté ⁵(115 couples). Ses effectifs sont relativement réduits au regard de ceux observés sur l’ensemble côtier. Cette espèce est une espèce annexe 2de la directive Oiseaux (non concernée par l’évaluation des incidences en tant qu’espèce nicheuse).

D’autres espèces nichent à proximité et sont susceptibles de fréquenter occasionnellement le tracé général en recherche alimentaire : Eider à duvet, Goéland cendré, Grand Gravelot, Gravelot à collier interrompu, Mouette rieuse, Mouette tridactyle, Océanite tempête, Rôle d’eau, Sarcelle d’été, Spatule blanche, Sterne arctique, Sterne caugek et Vanneau huppé.

■ Avifaune non nicheuse

En période de migration, d’hivernage et d’estivage, l’embouchure de l’estuaire de la Loire est une zone importante pour l’avifaune avec d’importants regroupements d’oiseaux. Parmi ces espèces le Puffin des Baléares est inscrit à l’annexe 1 de la Directive Oiseaux et classés comme migrateurs à niveau de priorité élevé pour les Pays de la Loire. Le Puffin des Baléares est également considéré comme migrateur vulnérable en France. De plus, le secteur est fortement fréquenté cette espèce.

Il convient également de noter la présence dans la zone des espèces suivantes qui présente des statuts de conservation préoccupant : Barge à queue noire, Bécasseau maubèche, Busard des roseaux, Fuligule milouinan, Macreuse brune, Plongeon imbrin, Spatule blanche.

Sur le site Estuaire de la Loire, on trouve deux espèces à enjeu prioritaire et 9 à enjeux forts :

Espèces	Enjeu prioritaire	Responsabilité du site pour l'espèce	Enjeu fort	Responsabilité du site pour l'espèce
nicheuses			Eider à duvet	5,5
			Vanneau huppé	5
			Goéland cendré	4,5
hivernantes	Barge à queue noire	6	Guillemot de Troil	5,5
			Macreuse brune	5,5
			Fuligule milouinan	4,5
			Bécasseau variable	4
			Bernache cravant	4
estivantes et migratrices	Puffin des Baléares	7	Fulmar boréal	4,5

FIGURE 188 RECAPITULATIF DES ENJEUX PRIORITAIRES ET FORTS SUR LE SITE

La Barge à queue noire est une espèce exploitent un nombre important de sites en haltes migratoires, dont l’entité la plus attractive pour la migration prénuptiale est certainement la partie vendéenne du Marais poitevin, en particulier la Vallée du Lay. Concernant ses effectifs nicheurs, la France accueillait en 2015 entre 146 et 171 couples, dont la grande majorité se situait dans la partie vendéenne du Marais breton (95-105 couples), et dans une moindre mesure en Marais poitevin (22-26) et en Brière (13-17). L’hivernage de l’espèce concerne quant à lui *Limosa l. islandica* pour sa quasi-totalité. Près d’un tiers de ses effectifs sont ainsi accueillis sur le littoral français, le premier site restant le complexe de la Baie de l’Aiguillon et de la Pointe d’Arçay.

Le Puffin des Baléares apparait comme la plus sensible de la zone (fort intérêt patrimonial et importance du site). Elle est présentée ci-dessous.

⁵ Cette espèce ne niche pas sur la plage de la Courance et les milieux dunaires situés à proximité (TBM, 2013- 2014).

■ **Puffin des Baléares (*Puffinus mauretanicus*)**

En France, le Puffin des Baléares est un migrateur marin peu fréquent que l'on observe principalement de mai à octobre de la Normandie jusqu'en Aquitaine. La France accueille 50 % des effectifs mondiaux en période internuptiale ; elle joue donc un rôle majeur pour préservation de l'espèce. En effet le Puffin des Baléares est classé comme espèce en danger critique d'extinction sur la liste rouge mondiale et c'est un des oiseaux les plus menacés d'Europe. En Loire-Atlantique, le Puffin des Baléares est principalement observé entre juin et octobre. Des regroupements de plusieurs milliers d'individus sont notés sur les estuaires de la Vilaine et de la Loire. De nombreux Puffins des Baléares ont été observés, notamment en été, au large de l'estuaire de la Loire. Les regroupements importants sont situés entre l'estuaire et la zone d'attente des navires entrant en Loire. La population présente dans l'aire d'étude a été estimée jusqu'à 5 460 individus, soit près de 22 % de la population mondiale.



FIGURE 189 PUFFIN DES BALEARES (OFB)

Les objectifs de conservation des ZPS « Estuaire de la Loire » et « Grande Brière, Marais de Donges et du Brivet » ont été détaillés précédemment. Il n'existe pas dans ces DOCOB d'objectifs spécifiques au milieu marin.

La ZPS « Estuaire de la Loire – Baie de Bourgneuf » ne fait pas l'objet à ce jour d'un DOCOB. En se basant sur les objectifs de conservation issus des réflexions en cours pour l'élaboration du DOCOB de cette ZPS, il est tout de même possible de faire ressortir quelques objectifs généraux :

- ▶ favoriser les conditions d'accueil pour l'hivernage des oiseaux marins ainsi que les conditions de nidification des espèces sur les îlots rocheux (limiter les dérangements) ;
- ▶ prendre en compte la vulnérabilité des espèces face aux rejets des déchets et des éventuels polluants issus des activités maritimes (prévention, sensibilisation ciblée, moyens techniques appropriés...) ;
- ▶ mener une politique d'information et de sensibilisation adaptée aux enjeux de conservation auprès des activités halieutiques professionnelles (zone de cantonnement, pratiques des arts dormants, récifs artificiels), des activités de pêche récréative, des activités nautiques et ses problématiques associées (gestion des mouillages, fréquentation) et des sports de pleine nature.

Les objectifs de conservation de la ZPS « Marais salants de Guérande, traicts du Croisic, dunes de Pen Bron » sont les suivants (DREAL, 2007d) :

- ▶ restauration et gestion des milieux dunaires et arrière dunaires ;
- ▶ conservation des habitats de l'estran ;
- ▶ gestion de la mosaïque d'habitats des marais salants ;
- ▶ gestion des habitats forestiers ;
- ▶ sensibilisation et information ;
- ▶ amélioration de la qualité de l'eau.

Il n'existe pas dans ce DOCOB d'objectifs spécifiques au milieu marin.

2.5.1.1 - Inventaires menés sur les oiseaux d'intérêt communautaire marins à la Lambarde (2010-2011)

Un suivi de l'avifaune du secteur de la Lambarde a été mené entre janvier 2010 et avril 2011 pour le GPMNSN. Les sept espèces d'oiseaux d'intérêt communautaire observées lors de cette étude ont été regroupées en fonction de leur comportement alimentaire et des habitats fréquentés. Quatre groupes ont été ainsi définis :

ESTRAN + SURFACE : Oiseaux marins se nourrissant sur l'estran et sur la surface de la mer, sans s'immerger	A176 : mouette mélanocéphale (<i>Larus melanocephalus</i>)
SURFACE : Oiseaux marins se nourrissant uniquement sur la surface de la mer, sans s'immerger	A384 : puffin des Baléares (<i>Puffinus mauretanicus</i>) A014 : océanite tempête (<i>Hydrobates pelagicus</i>)
ESTRAN + PLONGEE SURFACE : Oiseaux marins se nourrissant sur l'estran et pouvant s'immerger sous la surface, mais à faibles profondeurs (quelques décimètres)	A191 : sterne caugek (<i>Sterna sandvicensis</i>) A193 : sterne pierregarin (<i>Sterna hirundo</i>)
PLONGEURS JUSQU'A 20 METRES : Oiseaux marins se nourrissant uniquement en s'immergeant, à des profondeurs pouvant atteindre 20 mètres	A001 : plongeon catmarin (<i>Gavia stellata</i>) A003 : plongeon imbrin (<i>Gavia immer</i>)

Sorte	14-janv-10	05-mars-10	12-mars-10	09-avr-10	28-avr-10	12-mai-10	28-mai-10	02-juil-10	06-août-10	31-août-10	14-sept-10	29-sept-10	14-oct-10	28-oct-10	24-nov-10	29-nov-10	10-déc-10	25-févr-11	25-mars-11	08-avr-11	15-avr-11	
Effectifs																						
faucon pèlerin						1																
mouette mélanocéphale	1	1	1		7		1	1					5	7	6	2	3					
océanite tempête									1	1		1										
puffin des Baléares							4	25	636	5	1	4	2	11								
plongeon catmarin	1		3												1		6	2				
plongeon imbrin															1							
pluvier doré																1						
puffin sp.												1										
tous plongeurs transects		2	1												3		7	2				
tous plongeurs hors transects	1	2	8	2											3		14	2				
sterne caugek				3	62	3	6		1	11	2		2							1	52	39
sterne pierregarin				2	2		2		7			1	1								3	16
spatule blanche																1						
sterne sp.					2					13											1	

FIGURE 190 RESULTATS DES SUIVIS 2010-2011

2.5.1.2 - Inventaires menés sur les oiseaux d'intérêt communautaire marins sur l'Estuaire de la Loire (2016-17)

Une campagne de suivi de l'avifaune de l'estuaire de la Loire a eu lieu en 2016-2017 sur un cycle annuel dont les résultats sont présentés ci-dessous.

■ Effectifs globaux et diversité d'oiseaux

Au cours de l'année d'étude, la **fréquentation de l'estuaire** par les oiseaux d'eau a été la plus élevée de novembre à janvier (migration hivernale (pour les anatidés notamment) et stationnement (pour les Anatidés, Limicoles et Laridés notamment)) et de juillet à septembre (migration postnuptiale (pour les Limicoles notamment)). Elle était au plus bas sur la période de mars à juin. Une proportion d'oiseaux plus modeste

stationnait encore dans l'estuaire de mars à juin, correspondant d'une part à des oiseaux nicheurs de l'estuaire (Laridés et Anatidés) et d'autre part à des oiseaux non-nicheurs (notamment des Limicoles).

Les **effectifs totaux d'oiseaux** dans l'estuaire de la Loire ont été bien plus faibles de novembre 2016 à mars 2017 que ceux comptabilisés au cours de la même période en 2010-2011 (Fonteneau et al. 2012). La vague de froid de l'hiver 2010-2011 était probablement à l'origine de cet afflux plus massif d'oiseaux en estuaire Loire cette année-là.

La **richesse spécifique** de l'estuaire de la Loire au cours de l'année d'étude a varié de 25 à 38 espèces, à l'image de celle mentionnée pour la période 2004-2009. La plus faible richesse spécifique a été notée en été et la plus forte en hiver. Le nombre d'espèces littorales a quant à lui peu varié au cours des mois, confirmant l'attractivité constante de l'estuaire pour ces oiseaux.

■ Importance régionale et internationale de l'estuaire

Au cours de la campagne 2016-2017, 4 espèces de Limicoles ont atteint le seuil d'importance nationale (le Pluvier argenté, la Barge rousse, le Courlis cendré et le Bécasseau variable), et 3 ont atteint ou largement dépassé (l'Avocette élégante, la Barge à queue noire, le Grand Gravelot, l'Huîtrier pie) le seuil d'effectif d'importance internationale dans le lit mineur, confortant ainsi le rôle essentiel de l'estuaire de la Loire pour l'accueil de ces oiseaux du Paléarctique occidental aux différentes périodes de leur cycle de développement.

Cependant, ce nombre est bien inférieur à celui de la campagne précédente durant laquelle un autre Limicole (l'Huîtrier pie) et 3 espèces d'Anatidés (le Canard souchet, le Tadorne de Belon le Canard pilet) avaient atteint ce seuil. Plus largement, la Loire aval était signalée, en janvier 2017, d'importance internationale pour la Sarcelle d'hiver, le Canard pilet, le Canard souchet et l'Avocette élégante (DIEMERT et al. 2017).

L'estuaire de la Loire joue un rôle fondamental pour la population française d'Avocettes élégantes, et notamment en période postnuptiale. L'estuaire de la Loire accueille à lui seul environ 45% des effectifs recensés de juillet à août le long des façades atlantique et Manche-Mer-du-Nord.

La zone d'étude représente un secteur d'importance national et internationale pour l'avifaune. Les zones humides, notamment les vasières des bords de Loire représentent des habitats importants pour ces espèces. L'enjeu est considéré comme fort.

Le tableau ci-dessous présente la liste des espèces d'oiseaux d'eau recensées lors de cette étude (2016-2017) mais aussi sur les campagnes 2010-2011.

TABLEAU 85 LISTE DES ESPECES D'OISEAUX D'EAU RECENSEES AU SEIN DU LIT MINEUR DE L'ESTUAIRE DE LA LOIRE LORS DES SEULS COMPTAGES GLOBAUX DE MAREE BASSE ET DE TOUS LES AUTRES SUIVIS AU COURS DES CAMPAGNES 2010-2011 ET 2016-2017

Familles	Campagnes de suivis			
	2010-2011		2016-2017	
Espèces (Nom vernaculaire <i>Nom scientifique</i>)	Comptage globaux de marée basse	Autres suivis	Comptage globaux de marée basse	Autres suivis
Anatidés				
Bernache cravant <i>Branta bernicla</i>	*	*	*	*
Bernache nonnette <i>Branta leucopsis</i>	*	*	*	*
Canard chipeau <i>Anas strepera</i>	*	*	*	*
Canard colvert <i>Anas platyrhynchos</i>	*	*	*	*
Canard pilet <i>Anas acuta</i>	*	*	*	*
Canard siffleur <i>Anas penelope</i>	*	*	*	*
Canard souchet <i>Anas clypeata</i>	*	*	*	*
Cygne tuberculé <i>Cygnus olor</i>	*	*	*	*
Cygne noir <i>Cygnus atratus</i>			*	*
Erismature rousse <i>Oxyura jamaicensis</i>		*		
Fuligule milouin <i>Aythya ferina</i>	*	*	*	
Fuligule milouinan <i>Aythya marila</i>	*	*		
Fuligule morillon <i>Aythya fuligula</i>	*	*		
Harle huppé <i>Mergus serrator</i>	*	*		*
Macreuse noire <i>Melanitta nigra</i>			*	
Oie cendrée <i>Anser anser</i>	*	*	*	*
Oie rieuse <i>Anser albifrons</i>	*	*		

Anatidés (suite)				
Sarcelle d'été <i>Anas querquedula</i>	*	*		*
Sarcelle d'hiver <i>Anas crecca</i>	*	*	*	*
Tadorne casarca <i>Tadorna ferruginea</i>	*	*		*
Tadorne de Belon <i>Tadorna tadorna</i>	*	*	*	*
Laridés				
Goéland argenté <i>Larus argentatus</i>	*	*	*	*
Goéland brun <i>Larus fuscus</i>	*	*	*	*
Goéland cendré <i>Larus canus</i>	*	*	*	*
Goéland leucophée <i>Larus michahellis</i>	*	*	*	*
Goéland marin <i>Larus marinus</i>	*	*	*	*
Mouette mélanocéphale <i>Larus melanocephalus</i>	*	*	*	*
Mouette pygmée <i>Hydrocoloeus minutus</i>				*
Mouette rieuse <i>Chroicocephalus ridibundus</i>	*	*	*	*
Limicoles				
Avocette élégante <i>Recurvirostra avosetta</i>	*	*	*	*
Barge à queue noire <i>Limosa limosa</i>	*	*	*	*
Barge rousse <i>Limosa lapponica</i>	*	*	*	*
Bécasseau cocorli <i>Calidris ferruginea</i>		*	*	*
Bécasseau maubèche <i>Calidris canutus</i>	*	*	*	*
Bécasseau minute <i>Calidris minuta</i>	*	*	*	*
Bécasseau sanderling <i>Calidris alba</i>	*	*	*	*
Bécasseau variable <i>Calidris alpina</i>	*	*	*	*
Bécassine des marais <i>Gallinago gallinago</i>	*	*	*	*
Bécassine sourde <i>Lymnocyptes minimus</i>			*	*
Chevalier aboyeur <i>Tringa nebularia</i>	*	*	*	*
Chevalier arlequin <i>Tringa erythropus</i>		*		*
Chevalier culblanc <i>Tringa ochropus</i>	*	*	*	*
Chevalier gambette <i>Tringa totanus</i>	*	*	*	*
Chevalier guignette <i>Actitis hypoleucos</i>	*	*	*	*
Combattant varié <i>Philomachus pugnax</i>	*	*		*
Courlis cendré <i>Numenius arquata</i>	*	*	*	*
Courlis corlieu <i>Numenius phaeopus</i>	*	*	*	*
Grand Gravelot <i>Charadrius hiaticula</i>	*	*	*	*
Echasse blanche <i>Himantopus himantopus</i>				*
Gravelot à collier interrompu <i>Charadrius alexandrinus</i>	*	*		*
Huitrier pie <i>Haematopus ostralegus</i>	*	*	*	*
Petit Gravelot <i>Charadrius dubius</i>	*	*		*
Phalarope à bec large <i>Phalaropus fulicarius</i>		*		*
Pluvier argenté <i>Pluvialis squatarola</i>	*	*	*	*
Pluvier doré <i>Pluvialis apricaria</i>	*	*	*	*
Tournepierre à collier <i>Arenaria interpres</i>	*	*	*	*
Vanneau huppé <i>Vanellus vanellus</i>	*	*	*	*

Familles	Campagnes de suivis			
	2010-2011		2016-2017	
Espèces (Nom vernaculaire <i>Nom scientifique</i>)	Comptage globaux de marée basse	Autres suivis	Comptage globaux de marée basse	Autres suivis
Autres espèces				
Aigrette garzette <i>Egretta garzetta</i>	*	*	*	*
Foulque macroule <i>Fulica atra</i>	*	*	*	*
Grand Cormoran <i>Phalacrocorax carbo</i>	*	*	*	*
Grande Aigrette <i>Ardea alba</i>	*	*	*	*
Grèbe castagneux <i>Tachybaptus ruficollis</i>	*	*		*
Grèbe huppé <i>Podiceps cristatus</i>	*	*	*	*
Grèbe à cou noir <i>Podiceps nigricollis</i>			*	
Guifette moustac <i>Chlidonias hybrida</i>			*	
Guifette noire <i>Chlidonias niger</i>				*
Héron cendré <i>Ardea cinerea</i>	*	*	*	*
Héron garde-bœufs <i>Bubulcus ibis</i>		*		*
Ibis sacré <i>Threskiornis aethiopicus</i>	*	*		*
Martin-pêcheur <i>Alcedo atthis</i>	*	*	*	*
Spatule blanche <i>Platalea leucorodia</i>	*	*	*	*
Sterne caspienne <i>Hydroprogne caspia</i>		*		*
Sterne caugek <i>Sterna sandvicensis</i>	*	*	*	*
Sterne hansel <i>Gelochelidon nilotica</i>	*			
Sterne naine <i>Sternula albifrons</i>	*	*	*	*
Sterne pierregarin <i>Sterna hirundo</i>	*	*	*	*

2.5.2 - Avifaune diagnostic terrestre

2.5.2.1 - Les oiseaux d'intérêt communautaire « terrestres » de l'estuaire

Plus de **250 espèces d'oiseaux** sont régulièrement observées dans l'estuaire de la Loire. L'estuaire est placé sur un important axe migratoire de la façade atlantique européenne et accueille chaque année des dizaines de milliers d'oiseaux en hivernage et/ou en haltes migratoires.

Par exemple, 5 à 7% de l'effectif national des oiseaux d'eau de France, dont les ¾ à l'aval de Nantes ; des dizaines de milliers de fauveltes paludicoles font une halte migratoire dans les roselières estuariennes lors de leur transit vers l'Afrique, dont le Phragmite aquatique, menacé au niveau mondial. En période nuptiale, plus d'une centaine d'espèces y nichent.

Dans le « Dossier d'évaluation des incidences Natura 2000 du projet de Raccordement électrique du parc éolien en mer de Saint-Nazaire » (RTE, 2015), dix-sept espèces inscrites en annexe I de la Directive Oiseaux ont été recensées dans le tracé général terrestre (d'après TBM, 2014 ; Hardy, 2012). D'autres espèces (oiseaux d'eau et migratrices) associées à la Brière (DREAL, 2007c) et à l'estuaire de la Loire (DREAL, 2007a) et citées dans les DOCOB sont susceptibles de fréquenter la zone d'étude concernée de manière occasionnelle également.

TABLEAU 86 ESPECES INSCRITES EN ANNEXE I DE LA DIRECTIVE OISEAUX RECENSEES DANS LE TRACE GENERAL (TBM, 2014 ; HARDY, 2012)

Nom vernaculaire	Statut local (tracé)
Martin-pêcheur d'Europe	Statut local inconnu (nicheur potentiel)
Hibou des marais	Migrateur / hivernant
Grande aigrette	Migrateur / hivernant
Guifette noire	Recherche alimentaire
Cigogne blanche	Recherche alimentaire (nicheur dans les environs)
Busard des roseaux	Migrateur / hivernant
Sterne caugek	Migrateur
Busard Saint-Martin	Transit
Aigrette garzette	Recherche alimentaire
Faucon émerillon	Migrateur / hivernant
Mouette mélanocéphale	?
Alouette lulu	Nicheur probable
Gorgebleue à miroir	Nicheur probable
Milan noir	Recherche alimentaire
Bihoreau gris	?
Spatule blanche	Recherche alimentaire
Sterne pierregarin	Recherche alimentaire

Les objectifs de conservation communs à l'ensemble des espèces visées par le DOCOB de la ZPS « Grande Brière - Marais de Donges et du Brivet » sont les suivants (DREAL, 2007c) :

- ▶ rechercher une gestion des niveaux d'eau la plus favorable aux milieux et aux usagers ;
- ▶ assurer des zones de tranquillité lors de la reproduction ;
- ▶ informer et communiquer sur les orientations du DOCOB « Oiseaux » et sur la richesse avifaunistique du site ; valoriser les activités qui tiennent compte des objectifs de conservation des espèces.

Les objectifs de conservation concernant les oiseaux dans le DOCOB de la ZPS « Estuaire de la Loire » sont les suivants (DREAL, 2007a) :

- ▶ maintenir la valeur alimentaire des vasières ;
- ▶ préserver les grandes roselières saumâtres favorables aux espèces d'oiseaux IC sensibles et en particulier celles de Donges, la Maréchale ;
- ▶ garantir la reproduction du Râle des Genêts ;
- ▶ maintenir l'attractivité des prairies pour les oiseaux ;
 - veiller au maintien des niveaux d'inondation en hiver et au printemps ;
 - maintien des zones de quiétude et limitation du développement des nouvelles activités au cœur des marais ;
- ▶ améliorer les connaissances sur les populations nicheuses des oiseaux de roselières basses et notamment de la Marouette ponctuée ;
- ▶ maintenir un réseau de haies favorable aux oiseaux ;
- ▶ maîtriser la qualité de l'eau.

2.5.2.2 - Les habitats préférentiels et importance patrimoniale

Le tableau qui suit regroupe, par grands types d'habitats susceptibles d'être influencés par le dragage, les principales espèces ou groupes d'oiseaux inféodés. Les habitats vasières/roselières/eau libre sont exploités pour l'alimentation/reproduction/repos par de nombreuses espèces d'intérêt communautaire aux effectifs d'importance internationale, nationale ou régionale dans l'estuaire.

TABLEAU 87 HABITATS PREFERENTIELS SUSCEPTIBLES D'ETRE INFLUENCES PAR LES DRAGAGES ET STATUT PATRIMONIAL DES OISEAUX D'INTERET COMMUNAUTAIRE PRESENTS

Habitat susceptible d'être influencé par les dragages	Espèce ou groupe d'espèces de l'estuaire (en bleu, oiseau d'intérêt communautaire)	Fonctions des habitats estuariens cités/ Statut patrimonial
Les vasières	avocette élégante	Alimentation/repos/activités de confort Estuaire d'importance internationale en hiver pour l'espèce Priorité régionale élevée en tant qu'hivernante et nicheuse (nidification hors estuaire mais proche –marais de Guérande-)
	échasse blanche	Alimentation/repos/activités de confort Priorité régionale élevée en tant que nicheuse. Peu de couples dans l'estuaire, mais les nicheurs locaux peuvent se nourrir sur les vasières + accueil des migrateurs
	spatule blanche	Alimentation/repos/activités de confort Priorité régionale très élevée en tant que nicheuse. Les nicheurs de Grand-Lieu et la Brière se nourrissent en partie dans l'estuaire
	aigrette garzette grande aigrette	Alimentation/repos/activités de confort <u>aigrette garzette</u> : priorité régionale élevée en tant que nicheuse et hivernante. Fréquente sur les vasières de l'estuaire <u>grande aigrette</u> : nicheuse et hivernante vulnérable. Susceptible de se nourrir sur les vasières
	combattant varié, chevalier sylvain	Alimentation/repos/activités de confort <u>combattant</u> : nicheur et hivernant rare en Pays de la Loire, migrateur fréquentant largement les marais intérieurs (davantage que les vasières littorales) <u>chevalier sylvain</u> : migrateur régulier rare ou peu abondant, évitant le littoral
	mouette mélanocéphale	Alimentation/repos/activités de confort (pour les migrateurs/hivernants, mais également nicheurs locaux de Grand-Lieu par ex.) Liste orange des oiseaux nicheurs en Pays de la Loire (statut non défavorable), liste rouge des hivernants (statut à préciser)

Habitat susceptible d'être influencé par les dragages	Espèce ou groupe d'espèces de l'estuaire (en bleu, oiseau d'intérêt communautaire)	Fonctions des habitats estuariens cités/ Statut patrimonial
Les roselières et leurs lisières	phragmite aquatique gorgebleue	Alimentation/repos/activités de confort <u>phragmite aquatique</u> : menacé au niveau mondial, migrateur exclusif Reproduction/ Alimentation/repos/activités de confort <u>gorgebleue à miroir</u> : priorité régionale élevée en tant que nicheuse
	héron pourpré, héron étoilé, crabier, butor, bihoreau gris, marouette ponctuée	Alimentation/repos/activités de confort <u>héron pourpré</u> : priorité régionale élevée en tant que nicheur. Nicheurs de Brière et Grand-Lieu susceptibles de fréquenter les vasières rivulaires, ainsi que les migrateurs <u>butor</u> : priorité régionale très élevée en tant que nicheur. Nicheurs de Brière et Grand-Lieu susceptibles de fréquenter les vasières rivulaires, ainsi que les migrateurs et hivernants <u>bihoreau gris</u> : priorité régionale élevée en tant que nicheur (dans les marais intérieurs surtout), susceptible de s'alimenter dans les roselières de l'estuaire et leurs lisières <u>marouette ponctuée</u> : liste rouge des oiseaux nicheurs des Pays de la Loire ; niche dans les marais intérieurs ; roselières susceptibles d'être fréquentées
	busard des roseaux	Reproduction/ Alimentation/repos/activités de confort Liste orange des oiseaux nicheurs de Pays de la Loire nichant dans les roselières, pouvant chasser les oiseaux d'eau sur les vasières
L'eau libre (estuarienne mais également intérieure pour certaines espèces)	martin-pêcheur	Alimentation/repos/activités de confort Nicheur et hivernant rare à peu abondant dans le département. Non inféodé aux eaux estuariennes : se nourrit sur les cours d'eau, plans d'eau, marais et littoral
	guifette moustac, guifette noire, sterne pierregarin, sterne naine, sterne caugék, autres sternes et goéland nettement plus rares dans l'estuaire (sterne de Dougall, sterne caspienne, sterne arctique)	Alimentation/repos/activités de confort Ces espèces s'alimentent dans l'estuaire, se rassemblent devant l'estuaire lors des migrations et utilisent le fleuve comme axe migratoire (ex. des sternes nichant sur les grèves de Loire bien à l'amont). Priorité régionale et même nationale élevée pour les deux espèces de guifettes qui nichent à Grand-Lieu et en Brière et qui peuvent se déplacer d'un site à l'autre en période de reproduction, survolant le fleuve
	balbuzard pêcheur	Alimentation/repos/activités de confort

La répartition des oiseaux n'est pas homogène dans l'estuaire de la Loire (variations selon les saisons, les marais, mais également dans la journée). On notera la complémentarité des espaces selon les besoins saisonniers ou quotidiens (exemple des avocettes se dispersant sur les vasières de l'estuaire pour s'alimenter, mais se regroupant sur quelques reposoirs seulement...).



FIGURE 191 OCCUPATION DES VASIERES DE L'ESTUAIRE DE LA LOIRE PENDANT L'HIVERNAGE (GIP EL, 2002)

La partie aval de l'estuaire de la Loire, directement concernée par les dragages, concentre les effectifs les plus importants de limicoles et anatidés, dont un oiseau d'intérêt communautaire comme l'avocette élégante (limicole) :

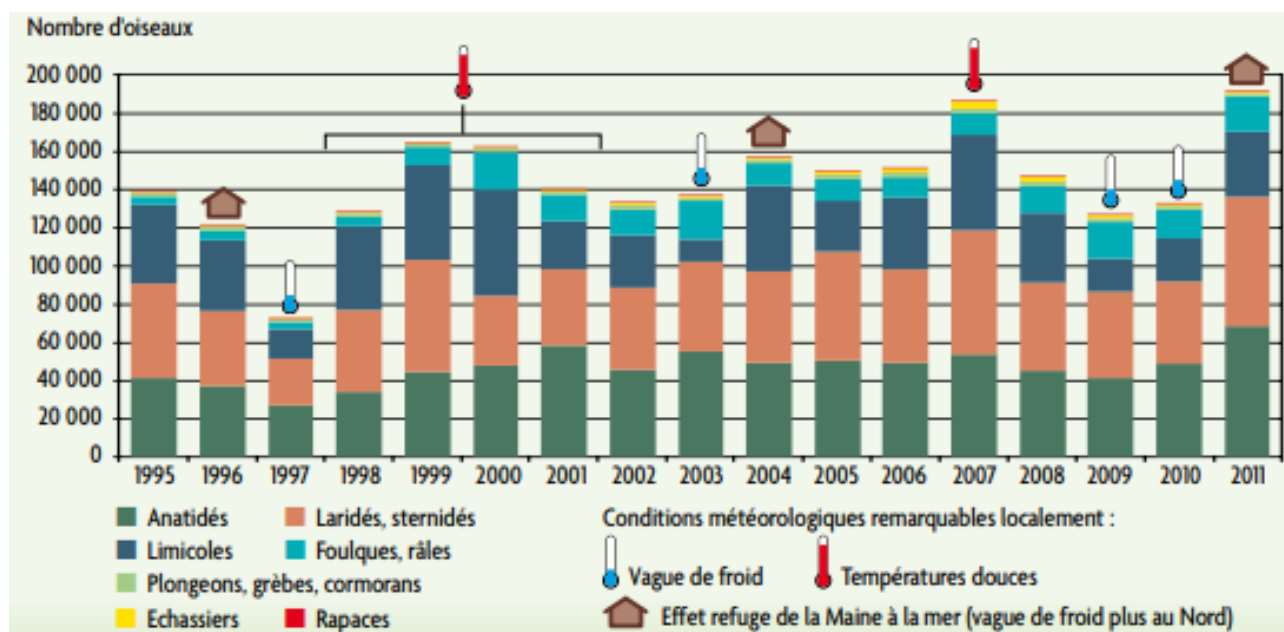


FIGURE 192 EVOLUTION DES DIFFERENTS GROUPES D'OISEAUX D'EAU HIVERNANTS RECENSES EN VALLEE DE LA LOIRE DE LA MAINE A LA MER ST SUR LES ZONES HUMIDES ALENTOURS (GIP LE 2011)

3 - ANALYSE DES INCIDENCES DU PROJET SUR LA CONSERVATION DES HABITATS ET DES ESPECES AYANT JUSTIFIES LA DESIGNATION NATURA 2000

3.1 - Définitions des incidences

La nature des incidences des opérations de dragage et d'immersion peut être classée comme suit :

- incidence **directe** : incidence directement attribuable aux travaux et aménagements projetés ;
- incidence **indirecte** : incidence différée dans le temps ou dans l'espace, attribuable à la réalisation des travaux et aménagements ;
- incidence **temporaire** : incidence liée à la phase de réalisation des travaux, nuisances de chantier, notamment la circulation de navires, bruit, vibrations, turbidité, odeurs. L'incidence temporaire s'atténue progressivement jusqu'à disparaître ;
- incidence **permanente** : incidence qui ne s'atténue pas d'elle-même avec le temps. Une incidence permanente est dite réversible si la cessation de l'activité la générant suffit à la supprimer.

L'importance de l'incidence est évaluée selon quatre niveaux de gradation :

- incidence **négligeable** : incidence suffisamment faible pour que l'on puisse considérer que le projet n'a pas d'incidence ;
- incidence **faible** : incidence dont l'importance ne justifie pas de mesure environnementale réductrice ;
- incidence **modérée** : incidence dont l'importance peut justifier une mesure environnementale réductrice ou compensatoire ;
- incidence **forte** : incidence dont l'importance justifie une mesure environnementale réductrice ou compensatoire.

3.2 - Rappel des incidences hydrosédimentaires du dragage et des immersions

Les opérations de dragages d'entretien ne modifient pas la bathymétrie générale de l'estuaire ; elles ne font qu'entretenir les profondeurs dans les zones où s'accumulent les sédiments transportés par les courants de marées et où sédimentent les matières en suspension dans les eaux de la Loire.

Les dragages d'entretien concernent uniquement les zones de dépôts naturels et limitent le colmatage du chenal de navigation et des accès aux sites portuaires. Dans une certaine mesure (difficile à estimer puisqu'elle dépend des conditions hydrodynamiques), le dragage contribue à favoriser les échanges depuis la crème de vase vers le bouchon vaseux. Les pratiques de dragage n'ont pas d'incidence significative sur la dynamique sédimentaire à l'échelle de l'estuaire, mais des impacts locaux et ponctuels, discutés précédemment. Les effets étant potentiellement différents entre les opérations de dragage et d'immersion, il est nécessaire de distinguer ces deux types d'opérations.

D'après la description des incidences des opérations de dragage et d'immersion sur les différents compartiments de la pièce n°6, les conditions naturelles (bouchon vaseux, apports de la Loire, marées, etc.) sont les principaux moteurs de l'évolution de la dynamique hydrosédimentaire de l'estuaire.

De plus, les opérations de dragage par DAM, DAS ou DIE n'ont pas d'incidence significative sur la masse turbide de l'estuaire, la sédimentation latérale ou la sédimentation portuaire.

3.3 - Effets des dragages sur les habitats d'intérêt communautaire

Bien que situés au sein d'habitat d'intérêt communautaire, le chenal de navigation, les souilles et les accès aux bassins portuaires ne constituent pas des habitats d'intérêt communautaire. Les activités anthropiques de ces zones (dragage, immersion, etc.) ont une incidence localisée et durable sur ces zones qui ne présentent plus les habitats ou enjeux faune-flore caractéristiques de ces habitats d'intérêt communautaires.

Les opérations de dragage ne sont pas localisées au niveau des zones à enjeux des habitats d'intérêt communautaire de la zone d'étude.

3.3.1 - Incidences directes des opérations de dragage

Les dragages réguliers en estuaire de la Loire ne semblent pas induire une érosion des berges ni de destruction de l'habitat « vasières » (association des habitats 1130x1140). Les relevés topographiques du GPMNSN indiquent que la largeur du chenal n'a pas été modifiée depuis 1989. Les berges sont éloignées des limites du chenal entretenu qui ont été créées en conservant une pente d'équilibre naturelle.

En outre, il est possible d'envisager que l'érosion des berges, si elle a lieu, est potentiellement masquée par les dépôts de sédiments générés par le bouchon vaseux et plus secondairement par les opérations de dragages. En effet, l'estuaire a une dynamique complexe où les milieux et surtout leur limite géographique sont en perpétuelle évolution en fonction des agents hydrodynamiques (débit, marée, etc.).

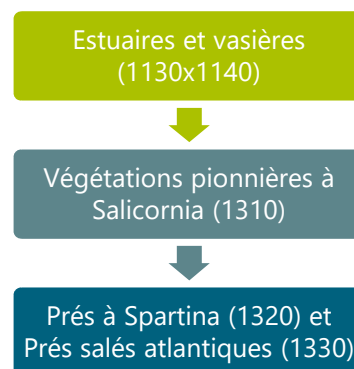
3.3.2 - Incidences indirectes des opérations de dragage par remise en suspension des sédiments

3.3.2.1 - Exhaussement des vasières et transitions d'habitats en rive de l'estuaire

Le comblement des vasières (association des habitats 1130 et 1140) est un phénomène naturel résultant de l'apport de matériaux provenant de l'amont et se déposant lorsque la vitesse du courant diminue. Cette sédimentation à moyen terme conduit à l'exhaussement de ces vasières qui seront alors colonisées de manière irréversible par les roselières (2190-5).

Les roselières sont des habitats remarquables sans avoir le potentiel de productivité des replats boueux et sans pouvoir en assumer le rôle écologique dans l'écosystème complexe que représente l'estuaire. Les habitats qui constituent les rives de l'estuaire sont en interaction constante les uns avec les autres.

La modification d'un maillon entraîne donc des conséquences sur l'ensemble de l'estuaire. Par conséquent, un éventuel exhaussement des vasières pourrait être à l'origine d'une succession de transitions d'un habitat vers un autre, selon le schéma ci-contre. Les habitats indiqués ici profiteront transitoirement d'une augmentation de surface au détriment des vasières, pour finalement céder la place aux roselières.



Néanmoins, l'érosion des berges, notamment en période de crues hivernales, peut venir compenser voire inverser le processus de transition d'habitat initié par l'exhaussement de ces vasières. La remise en suspension des sédiments par les opérations de dragage est susceptible de contribuer à l'exhaussement des vasières (association des habitats 1130 et 1140) et ainsi d'initier le processus de transition d'habitat vers des milieux de moins en moins aquatiques, avec, à terme, une extension de l'habitat 2190-5-Roselières.

D'après les suivis « ALTUS » (GIP Loire Estuaire), les dépôts sur les vasières se font au moment où le bouchon vaseux est présent. Les refoulements depuis la DAS participant dans une faible mesure (0,2% pour un flux durant un cycle de marée) à la masse totale du bouchon vaseux et ils ont donc **une très faible incidence sur la sédimentation des vasières**. Le dragage par injection d'eau (DIE) ayant un impact circonscrit aux fonds, il n'a **pas d'impact sur la sédimentation des vasières**. La DAM induit une remise en suspension de sédiments circonscrite aux abords de l'élinde, l'élévation de MES dans la colonne d'eau est donc **négligeable** au regard des turbidités naturellement élevées de l'estuaire de la Loire ; cette technique n'a pas d'incidence sur l'exhaussement des vasières.

En l'état actuel des connaissances, il est impossible de conclure, de manière quantitative, sur la part de la remise en suspension par les dragages qui va s'ajouter aux mouvements naturels vis-à-vis du rehaussement des vasières, mais cette part est incontestablement faible au regard de la faible part qu'elle représente dans le flux de MES.

Précisions sur la « Vasière de Méan » :

La vasière de Méan est une ZNIEFF de type I avec une superficie de 71 ha, qui est aussi classée comme étant un « espace remarquable » du littoral. Cette vasière est principalement située à l'Est du Pont de Saint-Nazaire. Les activités de dragage n'ont pas d'incidences avérées sur cette ZNIEFF car elles sont circonscrites **au chenal de navigation** et les études de modélisation montrent que les sédiments des panaches turbides ne se déposent que très peu latéralement (source : « Autorisation de dragages d'entretien de l'estuaire de la Loire et immersion en mer des matériaux dragués sur le site de la Lambarde », DDTM 2012).

3.3.2.2 - **Comblements des étiers et annexes hydrauliques de l'estuaire – incidences indirectes sur les habitats des étiers**

La remise en suspension générée lors des activités de dragage peut participer à l'envasement des étiers⁶ qui relie la Loire à la Brière, au Marais breton et au lac de Grand-Lieu, ainsi que celui de l'Acheneau (affluent du fleuve venant de Grand-Lieu). De leur bon fonctionnement dépend tout le système hydraulique nécessaire pour maintenir l'équilibre de ces écosystèmes fragiles.

Une perturbation de la qualité de l'eau de la Loire entraînerait des répercussions à plus ou moins long terme dans ces marais comme l'a montré Gruet (2005). Par exemple, la remontée du front halin en amont a entraîné une pénétration des espèces saumâtres dans le marais du Brivet via les étiers qui l'alimentent. Cette prise d'eau sur la Loire est nécessaire lors des périodes de sécheresse pour conserver le niveau d'eau minimum dans les marais. L'envasement des étiers étant un phénomène naturel, il convient de les entretenir de toute façon, avec des curages appropriés. De même, la dénivellation très faible de l'Acheneau (40 cm sur 40 km), permettant sa particularité à couler dans les deux sens (vannes inversant le courant en été afin de soutenir le lac de Grand-Lieu) est susceptible de faire remonter le problème de la remise en suspension des MES sur son cours.

L'envasement des berges et le colmatage des étiers pourraient conduire à la déconnexion des forêts alluviales (91E0 et 91F0) rencontrées sur les rives de Loire, des étiers et de l'Acheneau.

L'habitat 3270-Rivières avec berges vaseuses avec végétation du *Chenopodium rubri p.p.* et du *Bidention p.p.*, présent sur l'Acheneau, est, par nature, susceptible d'être concerné par un éventuel envasement des étiers. Il est cependant difficile de savoir si ce phénomène lui sera profitable ou défavorable ; cela étant fonction de la quantité de sédiment apportée. En raison de sa position géographique, on peut raisonnablement penser que les MES auront décanté avant d'atteindre l'Acheneau.

L'habitat 3260, en tant que milieu en connexion avec les lits de la Loire ou de l'Acheneau, peut potentiellement être impacté par l'éventuel envasement des étiers. Néanmoins, le linéaire concerné est extrêmement réduit. L'évaluation des incidences hydrosédimentaires du dragage sur les annexes hydrauliques de la Loire fait état des conclusions suivantes :

⁶ Les étiers sont des canaux qui font communiquer les marais littoraux avec la mer à marée haute.

« Les annexes hydrauliques dans l'estuaire sont essentiellement localisées dans les sections où les dragages sont faibles. En effet, 75% des dragages sont réalisés dans les sections 1 à 7, à savoir depuis l'estuaire externe jusqu'au Carnet. Or le long de ces sections, les étiers sont situés en rive sud et donc éloignés du chenal de navigation.

Le long des sections 8 à 11 (du Petit Carnet à Chantenay), les étiers sont plus nombreux. Sur ces sections, le volume moyen annuel dragué est faible (< 200 000 m³). De plus, seul le dragage à injection d'eau est réalisé sur cette partie endiguée de l'estuaire, dont l'impact est localisé sur le fond, et ne contribue pas à alimenter la charge turbide dans la colonne d'eau, pouvant se déposer dans les annexes hydrauliques, sur les berges du chenal. L'envasement des étiers sera quasiment exclusivement induit par le bouchon vaseux. »

Une augmentation de la sédimentation dans les étiers a été observée ces dernières années. Si les dragages y participent c'est donc de manière très limitée. L'origine de ce phénomène est donc à rechercher parmi d'autres paramètres : baisse du débit de la Loire, diminution de la pluviométrie, etc.

En outre, dans ces sections, le dragage est réalisé au moyen de la technique d'injection d'eau. Cette technique a des incidences sédimentaires uniquement sur le fond et ne contribue pas à alimenter la charge turbide dans la partie supérieure de la colonne d'eau. **L'envasement est ainsi quasiment exclusivement induit par le bouchon vaseux.**

Les opérations de dragage d'entretien du GPMNSN ne sont pas de nature à avoir une incidence significative sur la sédimentation latérale dans l'estuaire.

Les précédents dossiers d'incidences Natura 2000 estimaient que les incidences du dragage sur le colmatage des étiers étaient potentiellement faibles voire négligeables à la suite des modifications des techniques employées pour le dragage (dragage par injection d'eau).

3.3.2.3 - Incidences sur les habitats prairiaux

Le risque de dépôt de sédiment sur les prairies de l'estuaire a été estimé lors de l'évaluation des impacts hydrosédimentaires (cf. pièce n°6 du présent dossier). Les dragages par la DAM et par DIE ont un impact localisé sur le fond. Ils n'exercent qu'une influence négligeable sur les dépôts sur les prairies, les dépôts étant issus des particules en suspension dans la colonne d'eau et notamment dans sa partie supérieure qui peut déborder latéralement. L'apport de sédiments par le refoulement de DAS alimente le bouchon vaseux dans une proportion réduite (4% du flux journalier, lors des marées de vive eau – cas des débordements dans les prairies).

Les dragages ne contribuent pas (DAM et dragage par injection d'eau) ou de manière négligeable (refoulement DAS) au dépôt de sédiments sur les habitats prairiaux.

3.3.2.4 - Dégradation des habitats par relargage des contaminants

Le risque de contamination des habitats par relargage de micropolluants est estimé comme équivalent à celui apporté par les particules charriées naturellement par le fleuve.

3.3.2.5 - Dégradation des habitats par pollution accidentelle

Une pollution accidentelle survenant sur un engin de dragage (fuite de carburant, etc.) pourrait mettre en danger les habitats d'intérêt communautaire situés en bordure du fleuve et notamment les vasières (1130x1140).

Cependant, au regard de l'historique des accidents (aucun n'est recensé à ce jour) et de la faible probabilité d'occurrence d'un tel événement (entretien régulier des dragues, navire adapté aux conditions de navigabilité, etc.), le risque de pollution accidentelle mettant en cause un engin de dragage est estimé comme faible. A ce titre, le risque de survenue d'une telle pollution par les engins de dragage est estimé comme très faible.

3.3.3 - Incidences des opérations d'immersion

Les habitats d'intérêt communautaire (ceux des vasières intertidales ou les herbiers et bancs de maërl en baie de Bourgneuf) éloignés de plusieurs kilomètres du site d'immersion ne sont pas impactés par les opérations de clapage qui ont une incidence potentielle dans une zone de rayon 1 km maximum. Ils sont davantage soumis aux effets du panache naturel de la Loire. L'habitat 1170 – récifs, localisé au Nord-Est de la Lambarde a été cartographié à partir de données 2018 (Figure ci-dessous). Les immersions du GPMNSN étant effectuées depuis plusieurs décennies, elles n'ont pas empêché l'existence de cette zone de récif. Par ailleurs, le degré de conservation de cet habitat est évalué comme excellent (MNHN). Seul l'habitat 1110 – bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine – a été impacté par les clapages du GPMNSN lorsque ces derniers étaient réalisés sur les sous-zones les plus à l'Est du site d'immersion. Ces secteurs ne sont plus utilisés depuis des années et les sédiments qui sont présents sont de nature sableuse. In fine, les sédiments au droit de ce secteur sont de même nature que ceux de l'habitat 1110.

Les immersions ne sont pas de nature à porter atteinte, de manière notable, aux habitats communautaires et à leur degré de conservation. Les incidences peuvent être considérées comme faibles à négligeables.

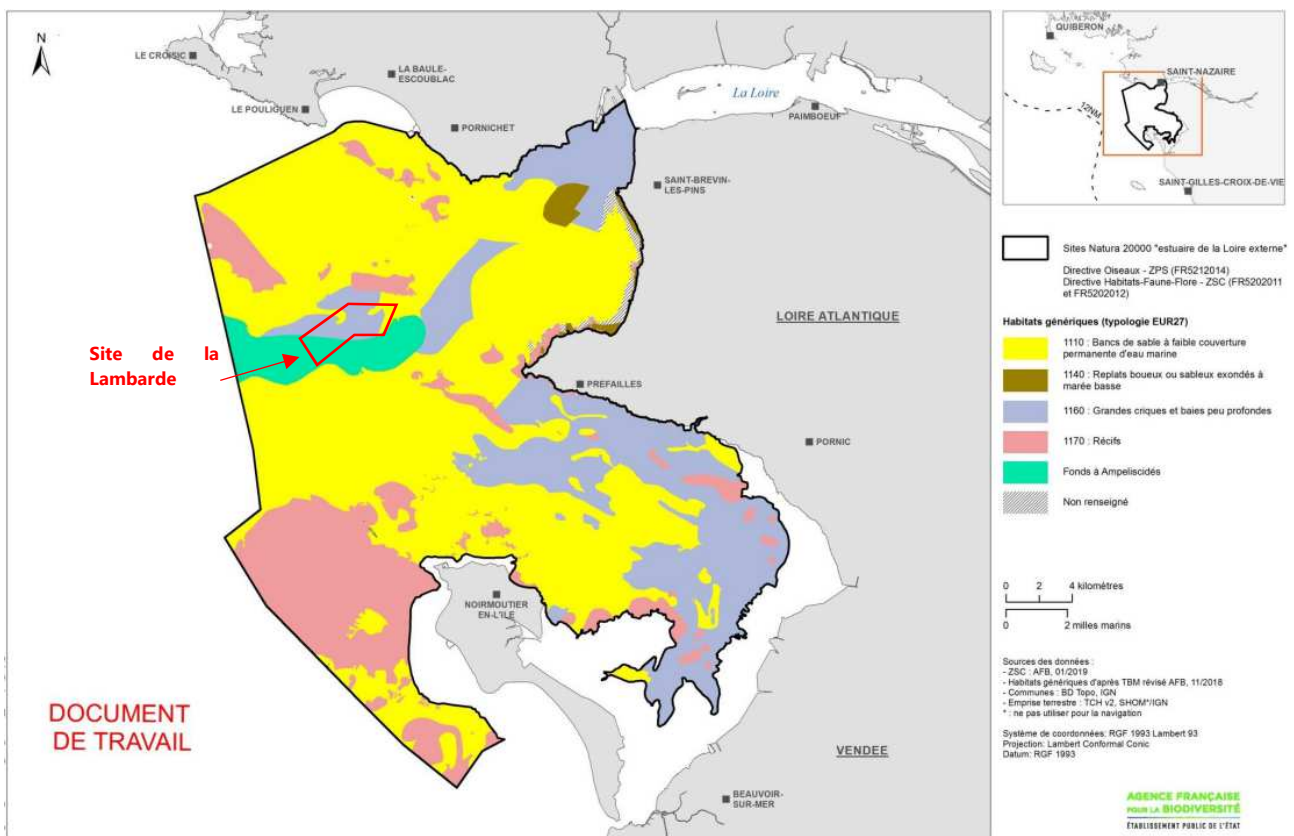


FIGURE 193 CARTE DES HABITATS GÉNÉRIQUES DES SITES NATURA 2000 EN MER « ESTUAIRE DE LA LOIRE EXTERNE » (SOURCE : AFB, 2019)

3.3.3.1 - Sur le développement potentiel d'habitat de type récifs

Il convient également de noter la présence de *Sabellaria spinulosa* et de *Sabellaria alveolata*, qui peuvent être à l'origine de massifs d'Hermelles, sur les points 12 et 24 du suivi benthique, situés en dehors du site de la Lambarde au Sud-Ouest de ce dernier (Biolittoral, 2020). Les densités de ces populations (apparus en 2017) sont variables d'une année à l'autre (entre 45 ind/m² en 2022 à 845 ind/m² en 2017). Ces annélides bio-constructeurs peuvent former des récifs de plus de 50 cm de haut. Les populations identifiées en 2017 correspondent à des placages de tubes sur de gros galets qui ne forment pas de structure suffisamment importante pour faire l'objet d'une protection particulière. En 2019 la population de cet annélide a diminué à

la station 12 (6 ind/m²), mais s'est développée autour (station 24 avec 216 ind/m²), alors qu'elle en était absente en 2017.

L'apparition en 2017 de ces espèces et leurs évolutions interannuelles très variables en termes de localisation et de densité de ces espèces, situées en dehors du site de la Lambarde, tend à prouver qu'elle n'est pas liée aux opérations d'immersion, ces dernières étant menée de la même manière chaque année. Les immersions n'ont pas empêché l'apparition de ces espèces qui pourraient être amenées à se développer. A noter que ce secteur fait également l'objet d'une colonisation par les Ampelisca, petits crustacés qui construisent des tubes de vase, qui modifient considérablement leur environnement.

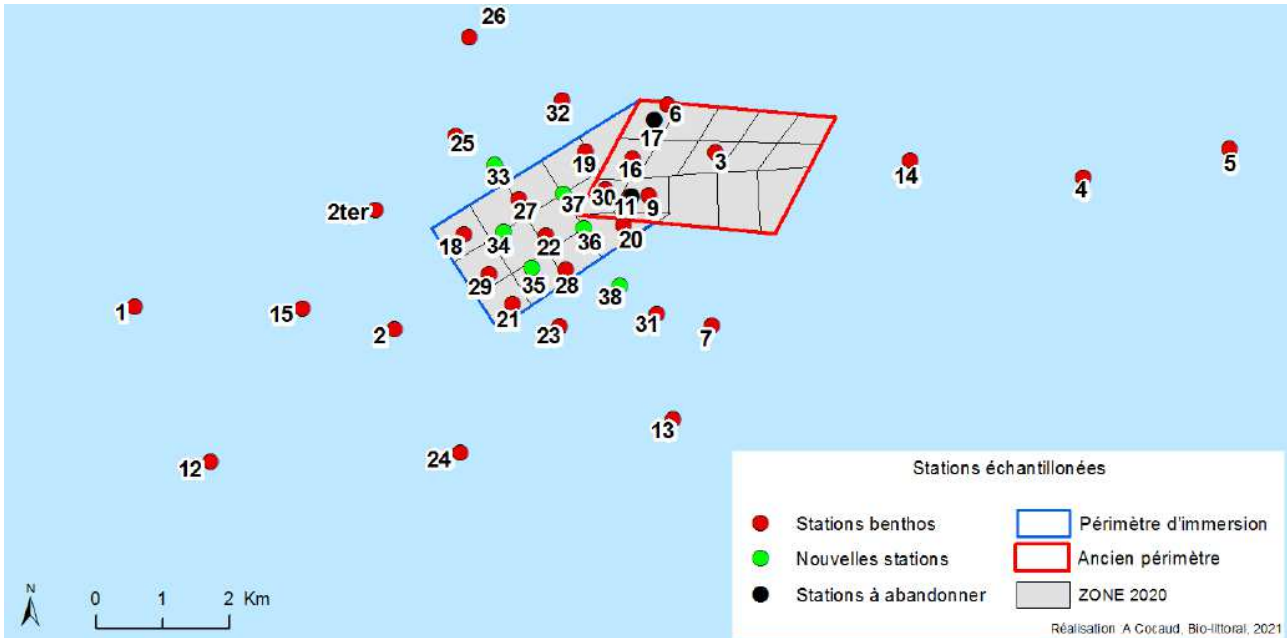


FIGURE 194 VUE GLOBALE DES 35 STATIONS QUI ONT ETE ECHANTILLONNEES EN 2022 SUR LA LAMBARDE

3.4 - Effets des dragages et clapages sur les espèces d'intérêt communautaire

Les différents effets des dragages et clapages sur le milieu naturel et biologique sont décrits en détails dans la pièce n°6 du présent dossier.

3.4.1 - Incidences sur les mammifères marins

■ Opérations de dragage

Les opérations de dragage sont réalisées dans des zones peu voire rarement fréquentées par les mammifères marins du fait des conditions naturelles. Les incidences des opérations de dragage sur les mammifères marins sont **négligeables**.

■ Opérations de gestion des sédiments

Les immersions ne semblent perturber que faiblement les poissons, espèces proies des mammifères marins. Les clapages sont donc peu préjudiciable au nourrissage des mammifères marins. Lors des immersions, les mammifères marins chasseront donc en dehors des zones turbides. Rappelons également qu'au niveau du site d'immersion, les turbidités naturelles peuvent être élevées, notamment lors de crue : jusqu'à plus de 700 mg/l ponctuellement dans l'estuaire externe (environ 140 mg/l en moyenne lors de la période hivernale) et entre 40 et 80 mg/l aux abords du site d'immersion. **L'incidence est donc faible, indirecte et temporaire.**

3.4.2 - Incidences des dragages sur les poissons

Concernant l'ichtyofaune, les effets suivants peuvent être considérés :

- Directs lors des immersions, dus à la décantation puis au dépôt des déblais sur le fond où résident des individus d'intérêt halieutique. L'effet direct d'ensevelissement d'espèces benthiques est bien réel. Cet effet est d'autant plus prononcé que les rythmes des immersions sont élevés. Cet effet se produit à chaque immersion sur une superficie pouvant couvrir toute la surface de la sous-zone exploitée (soit 0,03 km²), ce qui représente une superficie très modeste comparativement à la superficie totale de la zone d'immersion (10 km²) d'une part, et à la superficie globale des milieux côtiers au sein desquels évoluent ces espèces d'autre part (plus de 200 km² dans la zone estuaire externe). Ces effets ont une portée plus limitée sur les espèces de pleine eau (pélagiques et démersales) tels que les saumons et les aloses, qui sont davantage mobiles. Ils conduisent à une fuite temporaire de la zone de clapage et ses abords. Il convient également de noter que la zone d'immersion est très dispersive et que le GPMNSN dispose d'un plan de remplissage des casiers permettant de limiter les incidences sur les fonds. La zone directement concernée par un clapage représente 0,003% de la surface du site de la Lambarde. En prenant en compte l'aspect temporaire de la perturbation et la mobilité de ces espèces l'incidence peut être considérée comme négligeable à faible.
- Indirects, dus aux dommages ou dérangements induits par les manifestations turbides des opérations de clapage. L'augmentation temporaire de la turbidité du fait des clapages peut induire, dans l'hypothèse pessimiste, un colmatage des branchies, ainsi que des difficultés pour rechercher les proies. Pour rappel, les opérations d'immersion engendrent une turbidité forte localement mais très temporaire et localisée. Les teneurs en MES restent globalement inférieures ou égales à celles du milieu naturel aux alentours du point d'immersion.
- Indirects, dus aux effets initiaux sur les invertébrés benthiques qui constituent des proies pour nombre d'espèces halieutiques (benthiques et démersales). L'effet indirect, par dégradation des populations de macro-invertébrés benthiques sont d'intensité limitée ; les suivis des peuplements benthiques ont montré que les peuplements sont perturbés très localement par les immersions. Il convient également de rappeler que les surfaces concernées lors des immersions restent limitées par rapport à la zone.
- Indirects ou différés, dus aux possibilités d'altérations physiologiques ou biologiques par les contaminants présents dans les déblais. Compte tenu de la bonne qualité chimique des sédiments clapés, ces effets semblent limités. Les niveaux de contamination des sédiments (inférieurs à N1 en général) permettent de considérer une absence de risque significatif pour la qualité du milieu marin.
- Directs dû à une pollution accidentelle : Tout comme pour la qualité de l'eau une pollution accidentelle aura une incidence négative sur les peuplements présents. Leur capacité de fuite et les risques réduits d'occurrence d'un tel événement permettent de considérer l'incidence comme limitée.

Focus concernant les zones de frayères sur la Lambarde

Les cycles de vie des poissons plats, espèces benthiques par excellence, sont assez bien connus aujourd'hui grâce à de nombreuses études spécifiques. Ainsi, les frayères des poissons plats sont localisées sur le plateau continental à des profondeurs variables selon les espèces :

- frai de la sole : par 60 à 80 m de fond ;
- frai du céteau : vers 25 m de profondeur dans les eaux avoisinant les 13°C au printemps ;
- frai de la plie et de la limande : par 20 à 40 m de fond ;
- frai du turbot : entre 10 et 80 m de fond.

Les données du site Sextant de l'IFREMER et plus précisément les données associées aux zones fonctionnelles halieutiques d'importance (ZFHi) en Atlantique, viennent conforter ces éléments pour les espèces citées ci-avant. En effet, selon les cartes du site Sextant, l'estuaire externe est effectivement riche en zones de frayères pour les poissons, en particulier la sole. Il en est de même pour le bar. Toutefois, comme le montre les cartes présentées en 2.10.2.2, la zone d'immersion de la Lambarde est située en dehors des frayères identifiées. Par conséquent, les immersions ne peuvent avoir d'impact direct sur les frayères, peu de poissons marins d'intérêt commercial venant frayer près des côtes. Seuls des effets indirects pourraient survenir sur les larves, tels que l'effet du panache turbide sur les larves, le taux d'O_{2d} n'ayant jamais présenté de valeurs d'hypoxiques.

Note : pour toutes ces espèces, les oeufs sont pélagiques, c'est-à-dire qu'ils ne sont pas inféodés aux fonds marins et qu'ils se déplacent sous l'action des agents hydrodynamiques qui les portent à la côte. Ils ne peuvent donc être impactés par le clapage des sédiments de dragage.

Une étude sur la vie piscicole dans les eaux de transition (Taverny et al., 2009) a été réalisée sur les espèces de poissons les plus fréquentes dans les eaux de transition et les estuaires de l'ensemble des éco-régions françaises, notamment sur le bar et la sole. Elle indique que globalement, sur des œufs et des larves de poissons estuariens, des effets sublétaux et des mortalités peuvent survenir en moins de 24h à partir de plus de 100 mg/l de MES en raison d'un effet abrasif sur la membrane externe des lamelles branchiales. Les œufs de poissons démersaux (le bar) seraient moins sensibles, la durée d'exposition, pour avoir un effet, devant atteindre 3 à 4 jours (WILBER & CLARKE, 2001).

FROIDEFOND et al. (2003) ont étudié les turbidités de surface dans l'estuaire externe de la Loire et montré que les crues de la Loire ont une influence généralement limitée sur la turbidité au droit de la Lambarde. En effet, les teneurs en MES sont généralement inférieures à 10 mg/l mais qu'elles peuvent atteindre atteignent 50 à 100 mg/l sur le site d'immersion par forte crue (5000 m³/s).

Selon l'étude de Créocéan (2019 – ANNEXE 12) menée en été 2019 sur l'effet des clapages sur la turbidité de l'eau au niveau de la Lambarde, les teneurs en MES sont très variables et ne présentent pas de corrélation évidente avec les immersions du GPMNSN. Hors clapages, les MES ont oscillé entre 10 et 100 mg/l, tandis que durant les clapages elle a varié de 30 à 80 mg/l. Des teneurs allant jusqu'à 100 mg/l ont été observées tout au long de l'année à chaque évènement tempétueux.

En considérant l'ensemble de ces éléments, il apparait que les conditions naturelles de vie de larves de poissons sont d'ores et déjà marquées par des teneurs en MES pouvant être élevées (100 mg/l).

Synthèse concernant l'ichtyofaune

Les effets des immersions sont négatifs mais localisés et temporaires. L'incidence sur la disponibilité de la ressource trophique et le risque d'altération lié à des contaminants peut être considéré comme négligeable. Au regard de ces éléments on peut considérer l'incidence des opérations d'immersion sur le site de la Lambarde sur l'ichtyofaune comme faible, localisé et temporaire. Elle ne remet donc pas en cause l'état de conservation des espèces communautaires de l'ichtyofaune de la zone Natura 2000 "Estuaire externe de la Loire".

Au regard des éléments décrits dans la pièce n°6, on peut considérer l'incidence des opérations sur l'ichtyofaune comme étant **faible, localisée et temporaire**.

3.4.3 - Incidences des dragages sur la Loutre d'Europe

La loutre d'Europe est susceptible d'être impactée indirectement par les opérations de dragage du fait du risque de dégradation de son habitat (étiers). Passant l'essentiel de son temps dans l'eau, notamment à la recherche de nourriture, le risque d'envasement des étiers pourrait, à terme, être perturbant pour l'espèce en générant une diminution de la nourriture disponible. Néanmoins, au regard des incidences des dragages attendues sur les étiers, on estime que les individus de loutres seront peu affectés par les opérations de dragage.

3.4.4 - Incidences des dragages sur les oiseaux d'intérêt communautaire

Les populations d'oiseaux présents sur l'estuaire externe de la Loire sont habituées aux conditions de vie de ce milieu. Ainsi, les oiseaux qui fréquentent cette zone et s'y alimentent sont parfaitement adaptés à des eaux turbides. Pour autant, les opérations de dragage et d'immersion peuvent avoir des incidences plus ou moins directes sur l'avifaune telles que :

■ Le dérangement des espèces par le bruit ou par la présence d'engins :

Les engins de dragage se comportent comme n'importe quel navire fréquentant l'estuaire. Ils ne génèrent pas de bruit plus important. Le cycle de la drague est limité à quelques heures, le dérangement n'est pas localisé toujours au même endroit. Les incidences des dragages et des immersions sur le dérangement des oiseaux sont négatives, directes, permanentes pour les dragages (en continu) et intermittentes pour les immersions, et négligeables.

■ La modification directe ou indirecte de la ressource alimentaire :

- réduction de la fréquentation de la zone par les poissons associée à la destruction du benthos :
- Les dragages étant quasi continus dans le chenal de navigation du GPMNSN, les peuplements benthiques n'ont pas le temps, entre 2 passages de la drague, de coloniser les sédiments par migration à partir des zones environnantes. L'incidence est donc négligeable;
- Les immersions vont détruire le benthos au droit de la sous-zone en service (surface moyenne de 3 ha), mais la perte de surface sera négligeable (0,003 % de la surface totale) au regard de la surface totale du site de la Lambarde (10 km²). Les poissons pourront aller s'alimenter dans les secteurs adjacents. Les incidences seront négatives, indirectes, temporaires et négligeables ;
- remise en suspension de débris d'organismes benthiques lors des immersions conduisant temporairement à une ressource alimentaire directe ou indirecte par effets d'attraction de poissons pélagiques pouvant amener parfois à des attroupements d'espèces comme les mouettes ou les goélands (Cook et Burton, 2010 ; Tillin et al., 2011). L'incidence est indirecte, temporaire et positive.
- dissémination éventuelle dans le milieu de micropolluants à l'origine de bioaccumulations dans la ressource alimentaire :

Comme détaillé dans la réponse à la question C11, la bioaccumulation est un phénomène très complexe qui dépend des contaminants considérés, de leurs concentrations dans le milieu et au sein des chaînes alimentaires (les contaminants étant de plus en plus bioaccumulés au travers des chaînes alimentaires), les facteurs abiotiques du milieu (température, salinité, pH, ...), de l'espèce ciblée, du stade de développement des individus, de leur sexe, et des organes étudiés. Les études écotoxicologiques sont rares et démontrent que les facteurs de bioaccumulation sont très variables (USEPA, 2000; USEPA, 2016; A. Sire & I. Amouroux, 2016) et difficile à appréhender, d'autant plus dans le milieu naturel régi par de nombreux paramètres. Les oiseaux s'alimentant en Loire externe peuvent bioaccumuler les contaminants stockés dans les poissons qu'ils pêchent. Toutefois, les dragages ne sont pas la seule source possible de contaminants dans les eaux estuariennes et marines. De plus, les sédiments sont très majoritairement de qualité chimique inférieure à N1. Les phénomènes de bioaccumulation liés aux dragages seront donc très limités (négligeables).

Focus sur le puffin des baléares

Concernant le puffin, la campagne de suivi mis en œuvre par l'OFB en 2022 pour une durée de 5 ans permet d'identifier les principales zones de passage et de repos. Le site de la Lambarde est situé à proximité (environ 3 km) des zones de passage ou de repos des puffins situées plus au large. Si des oiseaux peuvent être ponctuellement présents sur site (du fait de leur grande mobilité), la zone de la Lambarde ne représente pas une zone de fréquentation privilégiée pour cette espèce.

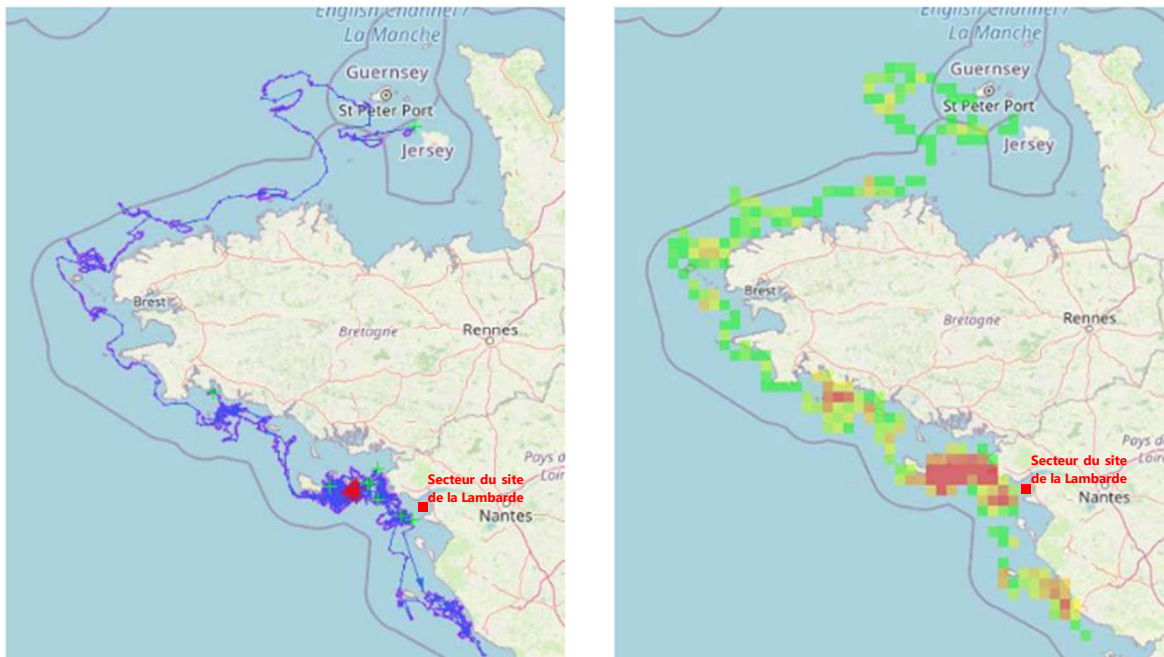


FIGURE 195 CARTE DES TRAJETS DES PUFFINS (A GAUCHE) ET CARTE DE DENSITE (A DROITE) AU 7 SEPTEMBRE 2022 (OFB)

Analyse des résultats de l'étude de l'avifaune réalisée en 2016/2017

Les suivis avifaune réalisés en 2016/2017 (rapport disponible en Annexe 05) mettent en évidence l'importance des vasières pour l'avifaune fréquentant l'estuaire. Si cette étude permet de préciser les connaissances sur l'avifaune locale, elle ne met pas en évidence une sensibilité particulière de l'avifaune aux opérations de dragage et d'immersion.

Au contraire, le maintien des conditions hydrosédimentaires locales représente une des incidences positives des opérations d'entretien menées par le GPMNSN.

En effet, une des principales causes de l'évolution physique de l'estuaire (déplacement des bancs de sables, des vasières, des courants, etc.) ont été les importants aménagements et pratiques anthropiques (extraction de sable en amont de Nantes, dragage d'approfondissement). Depuis l'arrêt des extractions en 1995, l'estuaire est dans une situation d'équilibre relatif. L'arrêt des opérations de dragage engendrerait une modification significative des conditions actuelles et très probablement une modification des conditions hydro sédimentaires de l'estuaire pouvant *in fine* aboutir à des créations ou destructions de vasières ou de bancs de sables.

Le suivi de l'avifaune montre que les travaux de dragage et de gestion des sédiments du GPMNSN ne sont pas de nature à avoir une incidence négative significative sur l'avifaune.

Synthèse concernant l'avifaune

Les incidences des dragages et des immersions sur les oiseaux communautaires sont négatives directes et indirectes, mais négligeables et ne remettent pas cause l'état de conservation des espèces. Elles peuvent être positives lors des immersions par effet d'attraction des poissons / proies des oiseaux communautaires. Les activités de dragage et d'immersion ne portent donc pas atteinte à l'état de conservation de ces oiseaux.

Au regard des éléments présentés, les incidences des dragages et clapages sur l'avifaune sont estimées comme étant directes et indirectes, négligeables, et temporaires.

3.5 - Effets cumulés des opérations de dragage du GPMNSN et des projets annexes sur les sites Natura 2000

Les opérations de dragage et d'immersion sont porteuses d'effets, d'amplitudes variables, sur les différents compartiments de l'environnement. Elles s'inscrivent dans un contexte d'usages et d'aménagements déjà concomitants dans l'estuaire interne et externe de la Loire où paysages naturels et industriels se mêlent. Les effets cumulés de ces différentes activités doivent alors être abordés dans la mesure du possible.

Les projets récents ou en cours à proximité de la zone de dragage du GPMNSN décrits dans le chapitre 6 ne posent que peu de risques d'interactions et n'aggravent pas les impacts liés au dragage du grand port.

4 - MESURES DE REDUCTION DES INCIDENCES – MESURES CORRECTIVES

Il y a une quinzaine d'années, afin de réduire ou de supprimer certaines incidences (notamment liées aux remises en suspension de sédiments), le GPMNSN a modifié sa stratégie de dragage de l'estuaire en abandonnant le dragage à l'américaine et la surverse de densification.

D'une manière générale, le GPMNSN a ensuite poursuivi ses efforts en adoptant des mesures de réduction propres à chaque opération de dragage :

- optimisation des volumes de sédiments à draguer dans le chenal ;
- contrôle des engins de chantier et « chantiers propres » ;
- l'expérimentation du procédé de dragage par injection d'eau (2006-2011) ;
- la mise en œuvre de mesures afin de réduire les émissions atmosphériques. A titre d'exemple, la drague Samuel de Champlain, du fait de la conception moderne de sa motorisation a permis de réduire les émissions atmosphériques globales des engins de dragage d'un facteur moyen voisin de deux. L'entretien régulier des dragues permet également de limiter ces émissions.

Dans le cadre de la charte environnementale dans laquelle l'établissement portuaire s'est engagé, des mesures ont été prises afin de réduire les quantités rejetées et à diminuer la charge polluante afin de contribuer à améliorer la qualité des matériaux dragués dans les souilles.

Les mesures d'évitement, de réduction et de suivi des incidences générées par les opérations de dragage et d'immersion sont décrites dans la pièce n°8 du présent document. Les mesures proposées pour limiter les incidences des opérations sur le contexte chimique (chantier exemplaire, prise en compte de l'hydrologie, et lutte contre les pollutions accidentelles) sont celles permettant de limiter les incidences sur les enjeux associés au milieu naturel. Ainsi, les principales incidences potentielles sur le milieu maritime sont évitées ou réduites par les mesures mises en œuvre pour le contexte chimique. Aucune autre mesure n'est donc proposée ici concernant spécifiquement, les enjeux en lien avec la qualité de l'eau.

5 - EXHAUSTIVITE DU VOLET NATUREL DE L'ETUDE D'IMPACT

Les dragages et les immersions ne sont pas de nature à porter atteinte aux espèces protégées terrestres (chiroptères et autres espèces de faune et de flore terrestres). Concernant l'avifaune, les éléments de réponse apportés en I2 montrent que les opérations du GPMNSN ne peuvent qu'entraîner des dérangements négligeables liés aux bruits et des effets sur la ressource alimentaire.

Les deux espèces de mammifères marins recensées dans le périmètre de la Loire Externe sont le Grand dauphin (*Tursiops truncatus*) et le Marsouin commun (*Phocoena phocoena*). Ils ne sont que très rarement observés dans la zone d'étude du projet (Figure ci-dessous). Sauf collision avec la drague, les dragages et les immersions du GPMNSN n'engendrent pas d'impact nécessitant une dérogation pour destruction ou dérangement aux conséquences majeures.

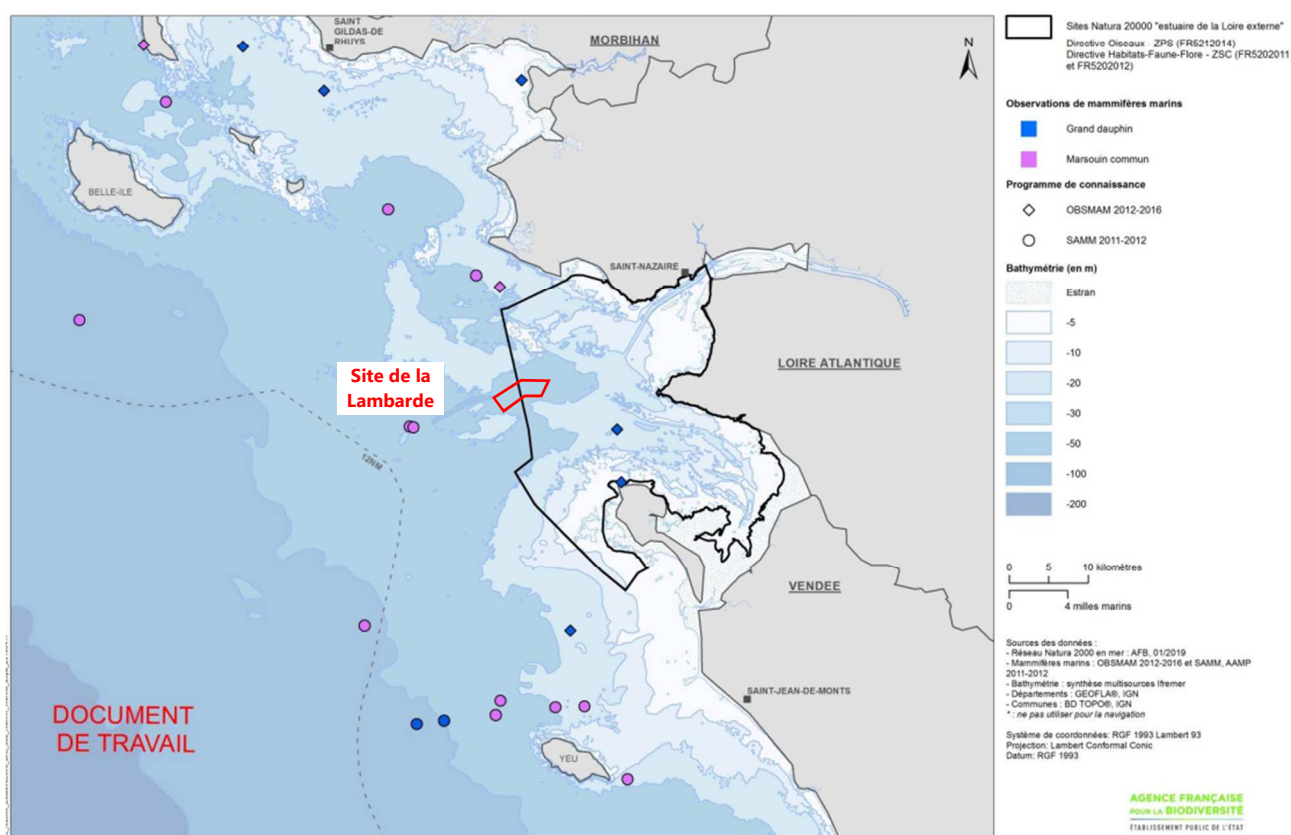


FIGURE 196 OBSERVATIONS DE MAMMIFERES MARINS DANS LE SITE NATURA 2000 ET A PROXIMITE (OFB, 2019)

Seules les espèces de poissons protégées (anguille, saumon, lamproie) peuvent être concernées. Ces incidences sont notamment liées :

- **A la qualité de l'eau** : notamment l'augmentation de la turbidité, la diminution de la teneur en oxygène dissous et le risque de dégradation chimique. L'évaluation des incidences du projet, sur la base de plusieurs études et modélisations hydrosédimentaires et des résultats de suivi du réseau SYVEL, met en évidence la prédominance des conditions naturelles dans l'évolution de la turbidité et de l'oxygène dissous. De plus, la qualité des sédiments peut être considérée comme bonne (pour rappel du fait des dragages réguliers les sédiments concernés par les opérations sont ceux déposés récemment).
- **A une perturbation directe ou indirecte par les engins de dragage** : les poissons migrateurs peuvent être impactés par les opérations de dragage. Certaines espèces, notamment les civelles, peuvent également être aspirées par les engins de dragage.

Cependant :

- les zones de dragage ne représentent pas des zones de repos favorables pour les espèces migratrices contrairement aux vasières et zones humides de l'estuaire (hauteur d'eau plus faible, présence de rochers, de racines d'arbres, de végétation aquatique offrant ressources trophiques et protection contre les prédateurs) ;
- les fortes perturbations associées à la présence de navires dans le chenal (tirants d'eau important, nuisances sonores, etc.) et aux activités de dragage (nuisances sonores et perturbation des fonds) limitent significativement l'intérêt des zones dragués pour ces espèces ;
- les opérations de dragage représentent des surfaces relativement limitées dans l'estuaire. De plus, lors des opérations, les dragues vont avoir une incidence ponctuelle (l'élinde de la DAM présente un diamètre de 1m) ce qui favorise le comportement de fuite des espèces migratrices et limite le risque d'incidence ;
- les opérations de dragage sont réalisées depuis plusieurs décennies, le mode de vie des espèces présentes est donc déjà adapté aux opérations présentées dans ce dossier.

L'évaluation environnementale réalisée dans le cadre de ce dossier met en évidence, en l'état des connaissances actuelles, que les opérations de dragage et d'immersion n'engendreront pas d'incidence résiduelle particulière sur les espèces protégées de la zone d'étude. Les opérations du GPMNSN ne sont pas de nature à avoir une incidence significative sur l'état de conservation de ces populations au sein de leur aire de répartition naturelle. Par conséquent, un dossier de demande de dérogation n'apparaît pas adapté pour ce projet.

De façon à améliorer l'état des connaissances, des suivis environnementaux complémentaires seront menés par le GPMNSN avec une étude des peuplements benthiques et ichtyologiques sur les vasières d'une part, et les peuplements ichtyologiques, dont les POMI, dans l'estuaire aval et externe d'autre part. Cf. réponse à la question I11.

Pièce n°9 : Description des méthodes de prévision

1 - COLLECTE DES DONNEES NECESSAIRES POUR L'ETAT INITIAL

La première étape de l'analyse de l'état initial du projet consiste à confirmer les champs d'investigation : les aires d'étude et les thèmes environnementaux à étudier. Différentes aires d'études ont ainsi été identifiées, du tracé stricto sensu à des aires d'études plus lointaines en corrélation avec les différents aspects environnementaux à étudier (par exemple, les aspects paysagers, la qualité de l'air ou le changement climatique nécessitent parfois de s'éloigner de manière importante de l'emprise même de la zone de travaux).

Les thématiques environnementales à prendre en compte ont également été identifiées. Le code de l'environnement définit les thématiques que doit aborder l'étude des impacts d'un projet à l'art. R122-5 II 4° proportionnellement à la sensibilité environnementale de la zone susceptible d'être affectée par le projet, à l'importance et à la nature des travaux, installations, ouvrages ou autres interventions dans le milieu naturel ou le paysage projetés.

Une fois les champs d'investigation déterminés, les données nécessaires à l'analyse des impacts pour chaque thème environnemental doivent être réunies, afin de pouvoir caractériser l'état de chaque thème environnemental. Les données ainsi recueillies sont analysées et traitées afin de connaître les sensibilités et potentialités du territoire concerné, les risques potentiels (naturels ou provenant des activités humaines) et la situation par rapport à des normes réglementaires ou des objectifs de qualité, en fonction des différentes thématiques environnementales.

Ainsi, deux types de données peuvent être requis :

- Des données bibliographiques et documentaires : il peut s'agir d'études déjà réalisées (spécialistes, scientifiques) ou de données rendues disponibles par les services publics compétents (demande directe ou mise en ligne) ;
- Les investigations de terrain : elles vont de la simple reconnaissance pour compléter les données documentaires précitées aux inventaires et mesures par thématique (essentiellement sur les aspects paysagers, faune/flore, bruit, environnement urbain).

L'analyse exposée ci-dessus ne fait pas l'objet d'une méthodologie clairement établie, mais constitue davantage une façon de procéder communément adoptée de manière implicite par les bureaux d'étude spécialisés.

TABLEAU 88 METHODES UTILISEES POUR LA REALISATION DE L'ETAT INITIAL DU SITE

Thématique environnementale	Méthodologie
Climat / Changement climatique	Données Météo France et Info Climat
Conditions océanographiques	Recherches bibliographiques Consultation des données du SHOM, du Centre d'études et de Recherches de Biologie et d'Océanographie, du BRGM, IFREMER et CEREMA GIP LE et SMN/PANSN/CMB TESSIER 2006, IFREMER et modèle SOGREAH 2011
Géologie / Sols / Morphologie	Recherches bibliographiques MIGNIOT 1993
Bathymétrie	GPMNSN CSEEL, 1984 & complété d'après MIGNIOT, 1993 Modèle Loire SOGREAH
Sédimentologie	GPMNSN – GIP LE IDRA 2021 Lesueur et Klingebiel A (1986)
Dynamique sédimentaire	GPMNSN GIP LE, ARTELIA 2011-2023 et MIGNIOT 1996
Hydrographie - hydrologie	Recherches bibliographiques GPMNSN - Eau France
Qualité des sédiments	GPMNSN
Qualité de l'eau	Recherches bibliographiques SDAGE Loire-Bretagne 2022-2027 ARS Données de la base QUADRIGE 2 IFREMER, Bulletin de surveillance 2021 Bilan des suivis 2018 - Artelia GIP-LE - Réseau SYVEL DREAL Pays de la Loire / EDF / SDAGE
Milieus naturels	Recherches bibliographiques et règlementaires (zones et espèces protégées) Trame Verte et Bleue SCOT - GIP LE Fiche « Vitalité du plancton végétal » - Cahier indicateurs – décembre 2005 – GIP Loire Estuaire Rapport Bio Littoral 2020 Rapport Macroalgues – ELV Suivi de l'avifaune de l'estuaire de la Loire sur un cycle annuel, Université de Rennes/Ouest Am', GPMNSN, 2018 Inventaire Ichtyofaune Bio-Littoral 2018-2019 Oiseaux marins et cétacés du golfe de Gascogne. Répartition, évolution des populations et éléments pour la définition des aires marines protégées, Castège I., Hémary G., 2009. Etude d'impact environnemental du Parc éolien en mer de Saint-Nazaire - 2015 Suivi de la mégafaune marine au large des PÉrtuis charentais, de l'Estuaire de la Gironde et de Rochebonne par observation aérienne – 2022
Risques naturels et technologiques	Consultation des services administratifs (DREAL) GEODRISK

Paysage	Consultation du site de la DREAL Atlas des Paysages de Loire-Atlantique
Patrimoine	Consultation des services administratifs Consultation des documents d'urbanisme Atlas des Patrimoines
Ambiance sonore	Recherches bibliographiques
Qualité de l'air	Air Pays de la Loire et Programme Régional de Qualité de l'Air (PRQA)
Activités socio-économiques	Recherches Bibliographies GPMNSN GES : Etude Inddigo INSEE IFREMER – Système d'Information Halieutique (SIH) – Bilan Départemental SDAGE / SAGE / SCOT https://baignades.sante.gouv.fr/ Demande d'autorisation des dragages d'entretien et des immersions à la Lambarde des matériaux dragues dans l'estuaire de la Loire – Créocéan – 2012 GIP - LE

2 - EVALUATION DES INCIDENCES ET MESURES DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT

2.1 - Evaluation des incidences

L'évaluation des effets de la Phase 2 sur l'environnement repose essentiellement sur :

- Les incidences constatées sur des opérations du même type ou comparables ;
- Un examen approfondi du site et de son évaluation passée ;
- Une recherche bibliographique relative aux effets produits ;
- Les conclusions d'experts.

La qualification des incidences sur une composante environnementale donnée est définie selon :

- Incidence positive ou négative ;
- Incidence négligeable/faible/modérée/forte ;
- Incidence directe ou indirecte ;
- Incidence temporaire ou permanente.

2.2 - Définition des mesures

La stratégie du GPMNSN s'est fondée sur la séquence « Éviter, Réduire, Compenser (ERC) ». Celle-ci a pour objectif d'établir des mesures visant à éviter les atteintes à l'environnement, à réduire celles qui n'ont pu être suffisamment évitées et, si possible, à compenser les effets notables qui n'ont pu être ni évités, ni suffisamment réduits.

Plusieurs mesures d'évitements ont été mis en œuvre sur la période 2012-2024 (adaptation des modalités de dragage, des motorisations, du carburant, des périodes de dragage, etc.), elles sont reprises dans ce dossier comme pratiques mises en œuvre et non comme des mesures.

Le respect de l'ordre de cette séquence constitue une condition indispensable et nécessaire pour en permettre l'effectivité et ainsi favoriser l'intégration de l'environnement dans les aménagements.

2.3 - Méthodes utilisées pour l'évaluation des effets cumulés

Les projets sur les communes de l'estuaire ainsi que ceux en lien avec le milieu maritime du littoral ont été relevés.

Les avis de l'autorité environnementale ont été recherchés sur le site de la DREAL Pays de la Loire, ainsi que sur le site des Missions Régionales d'autorité environnementale du conseil générale de l'Environnement et du Développement durable (MRAe).

L'objectif de cette analyse est de rechercher si les projets connus ont des effets (négatifs ou positifs) sur les mêmes enjeux environnementaux que les opérations de dragage. Les effets cumulés n'ont été étudiés que sur les thématiques pour lesquelles le projet a des incidences non nulles.

3 - DIFFICULTES TECHNIQUES RENCONTREES

Les difficultés rencontrées pour l'établissement de l'état initial sont liées :

- A l'emprise surfacique considérable de l'estuaire de la Loire ;
- A la complexité des processus hydrosédimentaires et des différents compartiments du milieu (bouchon vaseux, contamination, milieu vivant...) de l'estuaire.

Pièce n° 10 : Noms, qualités et qualifications du ou des experts de l'étude d'impact et des études ayant contribué à sa réalisation

Le **projet** de renouvellement de l'autorisation de dragage et d'immersion du GPMNSN est mené par



Grand Port de Nantes Saint Nazaire

18 Quai Ernest Renaud, 44186 Nantes

SIRET : 775 604 853 00041

La présente **étude d'impact** a été réalisée par



7 Rue de la Rainière

44000 NANTES

Tél. : (33) 02 28 01 90 90

E-mail : montpellier.egis-eau@egis.fr

Auteur(e)s de l'étude d'impact :

Caroline ARRIVE-ROCCA, Responsable de l'équipe environnement

Pierre PALLADIN, Chef de projet

Sonia CHERKAOUI, Cheffe de projet

Laure PEZZATINI, Cheffe de projet

Autres références bibliographiques

ALZIEU C. (1999). Dragages et environnement marin. Etat des connaissances. Editions IFREMER.

ARTELIA (2012), Devenir des sédiments clapés sur le site de la Lambarde.

- Bilan détaillé des activités d'immersion et de leurs suivis sur site. 1713106, R1
- Rapport de calage du modèle TELEMAC 3D du site de clapage de la Lambarde. 1713106, R2.
- Construction, calage et validation du modèle de stabilité du site de clapage de la Lambarde. 1713106, R3.
- Construction et vérification du modèle 3D hydrosédimentaire. 1713106, R4.
- Etude de la stabilité et de la dispersion des scénarios d'immersion. 1713106, R5.

BIO-LITTORAL (2011), Inventaire de la ressource halieutique et évaluation de l'impact des immersions à la Lambarde – Rapport final.

BIO-LITTORAL et BIOTOPE (2005), Dragage d'entretien du chenal de navigation dans l'estuaire de la Loire – Etude d'incidences Natura 2000

BIOTOPE (2007), DOCOB du SIC et de la ZPS « Estuaire de la Loire »

BLOMDAHL A., BREIFE B., HOLMSTRÖM N. (2003) Flight identification of european seabirds. Christopher HELM

BOUTIN (2000). Dragages et rejets en mer. Les produits de type vase. Presse de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées. Paris.

CASTAING P., FROIDEFOND J.M., LAZURE P., PRUDHOMME R., JOUANNEAU J.M. (1999). Relationship between hydrology and seasonal distribution of suspended sediments on the continental shelf of Bay of Biscay. Deep Sea Research II, 46, 1979-2001.

CASTEGE, I., ROUX, N., HEMERY, G. Recherche et suivi des oiseaux marin en mer. Programme ROMER navires. Diren Pays de la Loire - Ligue pour la protection des oiseaux, 2002. 48-51p

CASTEGE I., HEMERY G. (coords) (2009).- Oiseaux marins et cétacés du golfe de Gascogne. Répartition, évolution des populations et éléments pour la définition des aires marines protégées. Biotope, Mèze ; Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 176 p. (Collection Parthénope).

CEDA, Underwater sound in relation to dredging, in CEDA position paper, 7 novembre 2011

CERTAIN G., Distribution, abondance et stratégie de recherche alimentaire chez les prédateurs supérieurs du Golfe de Gascogne : Une Etude spatialisée. Thèse de doctorat. Université de la Rochelle - CRELA, 2007. 202p

COYNEL A. ET AL (2016), Spatial distribution of trace elements in the surface sediments of a major European estuary (Loire Estuary, France): Source identification and evaluation of anthropogenic contribution, Journal of Sea Research 118, 77-91

CREOCEAN (2011), Suivi des peuplements benthiques (Site de la Lambarde) dans le cadre des mesures de suivi requises par l'autorisation d'immersion des déblais de dragage.

- CREOCEAN (2011)**, Bilan de la qualité des eaux littorales : Estuaire de la Loire – Bilan des suivis des réseaux de surveillance.
- CREOCEAN (2010)**, Prélèvements de sédiments dans l'estuaire de la Loire – Campagne 2010 (dossier 10124R)
- CREOCEAN (2008)**, Campagne 2007 de suivi biosédimentaire des sédiments à draguer et des zones d'immersion (dossier 1072060)
- COMMENCY X., GELINAUD G. (1999)**. Plongeon catmarin. In ROCAMORA G. & YEATMAN-BERTHELOT D. (1999). Oiseaux menacés et à surveiller en France. Listes rouges et recherche de priorités. Populations. Menaces. Conservation. Sociétés d'études Ornithologiques de France / Ligue pour la protection des oiseaux, Paris. 560 p.
- DESMOTS D. & YESOU P. (1994)**. La Mouette de Sabine *Larus sabini* sur le littoral atlantique français : situation générale et afflux de septembre 1993. *Ornithos* 1-1 : 31-33.
- DESMOTS D. & YESOU P. (1996)**. Un nouvel afflux de Mouettes de Sabine *Larus sabini* aux Sables d'Olonne (Vendée). *Ornithos* 3-1 : 11-13.
- DIRM NAMO (2011)**, Monographie maritime de la façade Nord-Atlantique – Manche Ouest (Bretagne / Pays de la Loire) – 2010
- DRAM Pays de la Loire (2009)**, Rapport sur les activités maritimes en Pays de la Loire – Année 2008 »
- DUBOIS Ph.J., LE MARECHAL P., OLIOSSO G. et YESOU P. (2000)**. Inventaire des Oiseaux de France. Avifaune de France métropolitaine. Nathan, Paris.
- ELKINS N. (1988)**. Weather and bird behaviour. T & A D POYSER : Calton : England. 239 p.
- ELKINS N. & YESOU P. 1998**. Sabine's Gull in western France and southern Britain. *British Birds* 91 : 386-397, erratum p. 582.
- FROIDEFOND J.M., X. DOXARAN, MILLER P. (2003)**. Programme Loire Grandeur Nature. Orientation 2. Acquisition et traitement d'images satellites. Loire Estuaire.
- GEODE (2008)**, Guide méthodologique « Evaluation des incidences des dragages des chenaux de navigation et des immersions sur l'état de conservation des sites Natura 2000 »
- GEODE (2006)**, Les dragages d'entretien des chenaux de navigation dans les estuaires français – Evaluation des incidences au regard de la conservation des sites Natura 2000 – Proposition pour de bonnes pratiques de dragage
- Gilliers et al. (2004)**, Les estuaires fortement contaminés. Des nourriceries de poissons aux performances écologiques médiocres. *RNO* 2004 : 19-30.
- GIP LOIRE ESTUAIRE :**
- La lettre de Loire Estuaire n°11 (novembre 2009), n°13 (décembre 2010).
 - SYVEL. Bulletin n°1 du 23 juillet 2011. Bulletin n°2 du 22 décembre 2011.
 - Journées "Rencontre autour du bouchon vaseux, 9 décembre 2010. Présentation "Dynamique du bouchon vaseux de la Loire".
 - Fiches Indicateurs : Oxygène de l'eau (2002), Dragage en Loire (2007, 2011), Benthos (2003, 2011), Vitalité du phytoplancton (2005), Pêche de Loire et cultures marines (2003)
- GIP LOIRE ESTUAIRE (2002)**. *Une espèce d'oiseau inféodée à la qualité du benthos : l'Avocette*. Cahier indicateurs n°1. 5 p.
- GROSBOIS C. ET AL (2012)**, Severe and contrasted polymetallic contamination patterns (1900–2009) in the Loire River sediments, *Science of the Total Environment*, 435-436, 290-305

LAZURE P. et SALOMON J.-C. (1991). Etude par modèles mathématiques de la circulation marine entre Quiberon et Noirmoutier. Actes du colloque international sur l'environnement des mers épicontinentales, Lille, 20-2 mars 1990. Oceanologica Acta, vol sp. 11, 93-99.

LECLERCQ, J.-A. 1996 : Clés d'identification des jeunes Labbes à longue queue *Stercorarius longicaudus* en migration active. Ornithos 3-3 : 118 - 129.

LE FUR F., MAISON E., RAGOT P., ABELLARD O. (oct. 2009). Tome 2 Les habitats et les espèces Natura 2000 en mer. Référentiel pour la gestion des activités de pêche professionnelle, cultures marines, sports et loisirs en mer dans les sites Natura 2000 en mer. Agence des aires marines protégées

LPO 44 (2001). Contribution à l'évaluation de l'impact du projet éolien du plateau de la Banche (estuaire de la Loire-Atlantique) sur les oiseaux.

LPO 85 (2002). Actualités ornithologiques en Vendée, septembre 1996 - août 1998. La Gorgebleue n° 17/18 : 69-139.

MAILLARD W. 2007.-La Pointe Saint-Gildas. Bulletin du G.N.L.A. 22

MNHN, Campagne d'inventaire piscicole dans l'estuaire de la Loire – Campagne 2009 – 2010.

MNHN et BIO-LITTORAL pour ELV (2011), Etat de santé des masses d'eaux côtières dans le secteur Loire-Vilaine avec l'indicateur DCE « Macroalgues subtidales »

SOGREAH (2007). Mission d'étude, d'approfondissement et d'évaluation de scénarios visant à améliorer le fonctionnement hydrosédimentaire de l'estuaire de la Loire. Expertise et connaissance du système estuarien. Tome 2 : bilan sédimentaire. 1711457 R2. GIP Loire Estuaire.

SOGREAH et CREOCEAN (2008), Demande d'autorisation pour les immersions de déblais de dragage – Site de la Lambarde

STERMOR pour ELV (2011), Evaluation de l'état de santé des masses d'eaux côtières et fonds marins dans le secteur Loire-Vilaine et contribution à la mise au point d'un réseau opérationnel de suivi de la qualité des eaux côtières avec le bio-indicateur des laminaires – Inventaire des données et suivis existants sur le secteur côtier Loire-Vilaine.

Suivi du dragage par injection d'eau 2006 à 2011 (CREOCEAN et HOCER)

SYVEL - Données du Réseau SYVEL – GIP Loire Estuaire

TESSIER C. (2006). Caractérisation et dynamique des turbidités en zone côtière : l'exemple de la région marine Bretagne Sud. Thèse de l'université de Bordeaux. IFREMER. Brest.

UICN/MNHN (2023). La Liste rouge des espèces menacées en France : oiseaux de France métropolitaine.

YESOU P. (1993). L'avifaune marine du littoral de la Vendée, golfe de Gascogne. Mémoire. Ecole Pratique des Hautes Etudes, Montpellier.

YESOU P. (2003). Recent Changes in the summer distribution of the Balearic shearwater *Puffinus mauretanicus* off western France. Scientia marina, 67 (suppl. 2) : 143 - 148.

YESOU P. (1996). Points chauds : le chalutier "Kifanlo" (Sables d'Olonne, Vendée). Ornithos 3 (2) : 88-91.

YESOU P. (2002). Les oiseaux marins nicheurs en Vendée au XXème siècle. La Gorgebleue, n° 17/18 : 31-41.

www.baignades.sante.gouv.fr

www.geolittoral.equipement.gouv.fr

www.envlit.ifremer.fr (Bulletin de la surveillance, Quadrige, Atlas DCE)

www.previmier.org

www.sih.ifremer.fr

www.nantes.port.fr

Abréviations et glossaire

AAMP Agence des Aires Marines Protégées

ABF : architecte des bâtiments de France

Amphihalin : Espèce dont une partie du cycle biologique s'effectue en mer et une autre partie en fleuve ou rivière

Anadrome : Se dit d'espèces aquatiques qui vivent habituellement en mer mais remontant les cours d'eau pour s'y reproduire et y pondre leurs œufs.

Anoxie : Diminution de l'oxygène dissous ou présent et biodisponible dans le milieu (sol, sédiment, eau, atmosphère, etc.).

Anthropique : lié aux activités humaines.

Ar : Argent

ARS : Agence régional de Santé

As : Arsenic

Benthique : Qui a trait au benthos, c'est-à-dire aux organismes vivants à la surface et/ou des sédiments.

Bioaccumulation : Accumulation dans le temps d'une substance dans les tissus d'un organisme, qui ne peut pas être excrétée.

Biocénose : Ensemble des organismes vivants (animaux et végétaux) occupant un écosystème donné. Le groupement de ces êtres vivants est caractérisé par une composition spécifique et par l'existence de phénomène d'interdépendances. Elle évolue dans le temps. C'est la composante vivante de l'écosystème.

Biotope : Aire géographique, de surface ou de volume variable, soumise à des conditions climatiques, géographiques, physiques, morphologiques, géologiques, ... en équilibre constant ou cyclique occupé par des organismes vivants. C'est la composante non vivante de l'écosystème.

Bouchon vaseux : Un bouchon vaseux est une zone d'un estuaire où les sédiments fins en suspension sont fortement concentrés. Il est aussi appelé « zone du maximum de turbidité ». Il migre et sa forme, son étendue, son volume et sa densité évoluent au rythme des marées et de la force des apports en eau douce.

BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières

Carottage : Prélèvement d'un échantillon de sol sous forme de cylindre.

Catadrome : Espèce qui descend un cours d'eau pour frayer dans la mer.

Cd : Cadmium

Cr : Chrome

CEREMA : Centre d'Etudes et d'expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement

Clapage : Dépôt des matériaux de dragage d'entretien portuaire.

Conservatoire du Littoral : Le Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres acquiert ou gère des terrains fragiles ou menacés afin de garantir leur préservation sur le long terme (terrains inaliénables). Il détermine la manière dont doivent être aménagés et gérés ces sites.

CO : Monoxyde de carbone

CO₂ : Dioxyde de carbone

COT : Carbone Organique Total

CRMM : Centre de Recherche sur les Mammifères Marins

Cu : Cuivre

DAB : Dragage aspiratrice par benne

DAM : Dragage aspiratrice en marche

DAS : Dragage aspiratrice à disque désagrégateur

DBO : Demande biologique d'oxygène

DCE : Directive Cadre sur l'Eau

DCO : Demande chimique d'oxygène

DCSMM : Directive Cadre et Stratégie du Milieu Marin

DDTM : Direction Départementale des Territoires et de la Mer

DHFF : Directive Habitats-Faune-Flore – Directive Européenne 92/43/CEE, concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages.

DO : Directive Oiseaux – Directive Européenne 79/409/CE relative à la conservation des oiseaux sauvages.

DOCOB : Le document d'objectifs est à la fois un document de diagnostic et un document d'orientation pour la gestion des sites Natura 2000.

DRASSM : Département des Recherches Archéologiques Subaquatiques et Sous-Marines DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

Eaux côtières : Eaux de surface maritimes situées entre la côte et une distance d'un mille marin en mer. Au-delà, ce sont les eaux territoriales.

Eaux de transition : Portion de cours d'eau influencée par la marée. Eaux de surface situées à proximité des embouchures de rivières, qui sont partiellement salines en raison de leur proximité des eaux côtières mais qui restent fondamentalement influencées par des courants d'eau.

Élément nutritif : Élément indispensable à la vie végétale. On entend par éléments nutritifs ceux qui favorisent la croissance.

Enjeu : Un enjeu est caractérisé par la valeur intrinsèque de la composante environnementale, indépendamment des caractéristiques du projet. Les principaux enjeux correspondent aux éléments de l'environnement perçus comme les plus sensibles (zone urbanisée, nappe souterraine, biodiversité forte...).

ENS : Espace Naturel Sensible : Un espace naturel sensible est un terrain, propriété du Conseil général, acquis en vue de la protection d'un espace naturel d'importance départementale et de son ouverture au public lorsque les caractéristiques du lieu le permettent.

Epifaune : Organismes qui vivent à la surface du sédiment

Erosion : Phénomène d'entraînement des sols par la pluie, le vent et les vagues.

Espèce : L'ensemble des individus ayant en commun des caractères morphologiques et physiologiques héréditaires, capables de se reproduire entre eux, en engendrant des individus féconds.

Espèce benthique : Espèce vivant en liaison étroite avec le fond de la mer et s'y nourrissant. Elle peut être fixée sur le fond (par exemple l'huître), posée (étoile de mer) ou mobile (poissons plats). Raies, baudroies, langoustine, crabes, coquille Saint-Jacques sont des espèces benthiques étudiées dans ce bulletin.

Espèce démersale : Espèce nageuse qui vit libre à proximité du fond, sans y être liée en permanence, et se nourrit au moins en partie de proies nageuses et/ou de plancton. Les poissons qui nagent presque en permanence mais ne s'éloignent pas beaucoup du fond comme la morue, le merlan, le merlu ou le bar sont démersaux.

Espèce dominante : Espèce qui domine une communauté, une région ou un écosystème en nombre et / ou en biomasse. La sole est l'espèce dominante de certaines nurseries côtières.

Espèce pélagique : Espèce qui vit en pleine eau. On distingue les petits poissons pélagiques tels que hareng, sprat, sardine, anchois, chinchard ou maquereau, traités dans ce bulletin, des grands poissons pélagiques tels que le thon ou l'espadon (non traités car ils ne sont pas capturés par les engins d'échantillonnage utilisés).

Estran : Partie du littoral alternativement couverte et découverte par la mer (= Intertidal). Euryhalin : Se dit des organismes marins capables de supporter de grandes variations de salinité.

Euryphage : Relatif à des espèces animales qui ont un régime alimentaire large, qui peuvent se nourrir aux dépens de proies très variées

Eurytherme : Se dit des organismes adaptés pour supporter de grandes variations de température.

Eutrophisation : Développement anarchique de végétaux (algues notamment) suite à des excès d'apports de substances nutritives essentiellement le phosphore et l'azote qui constituent un véritable engrais pour les plantes aquatiques.

Faune : Ensemble des animaux qui habitent une zone, un écosystème. Dans un écosystème marin, la faune est constituée de plusieurs centaines à plusieurs dizaines de milliers d'espèces de mammifères marins, poissons, crustacés, mollusques, vers, méduses, coraux, éponges, bactéries...

Frayère : lieu de reproduction des poissons, la femelle déposant ses œufs et le mâle les fécondant. GEODE : Groupe d'Etudes et d'Observations sur les Dragages et l'Environnement

GPMNSN : Grand Port Maritime de Nantes Saint Nazaire

Habitat : La notion d'habitat fait référence à la place où l'organisme est trouvé. Gibson (1994) le définit comme « l'environnement d'un animal ». La théorie de la niche écologique (Hutchinson 1957) indique que les espèces ont des « préférences » écologiques et par conséquent occupent des écosystèmes où elles trouvent des conditions de vie optimales.

Halieutique : Tout ce qui concerne la pêche. Domaine scientifique qui étudie tout ce qui est exploitable par la pêche.

HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

HC : Hydrocarbures imbrûlés

Hg : Mercure

HSE : Hygiène, Sécurité, Environnement

HSQE : Hygiène, Sécurité, Qualité, Environnement

Hypoxie : insuffisance en oxygène dissous dans l'eau

ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement ; les ICPE sont des activités industrielles qui génèrent des risques vis-à-vis de leur présence ou de leur exploitation. Leur activité est réglementée par la loi et elles peuvent disposer d'un plan de prévention des risques spécifiques.

IFREMER : Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer

INERIS : Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques

IRD : Institut de Recherche pour le Développement

IUCN: International Union for Conservation of Nature

Juvenile : Individu qui n'a pas encore atteint l'âge de se reproduire.

LQ: Limite de quantification

MARPOL 1973/78: Convention for the Protection of Pollution from ships

MEDDE : Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie

MES : Matières En Suspension

Macrophytes : Macroalgues + herbiers de phanérogame

Matière organique : Matière issue des êtres vivants : hommes, faune, flore, ou produite par eux. Elle peut aussi être réalisée synthétiquement. Une des mesures classiques de la pollution des eaux.

Métaux lourds : Pollution essentiellement d'origine industrielle contenant des éléments tels que : aluminium, argent, arsenic, cadmium, chrome, cobalt, cuivre, fer, mercure, manganèse, molybdène, nickel, plomb, zinc.

Mille nautique (mille marin) : Unité de mesure internationale pour les distances en navigation aérienne ou maritime : 1 mille = 1 852 m.

Natura 2000 : Réseau de milieux naturels remarquables de niveau européen proposés par chaque état membre de l'Union Européenne qui correspond aux zones spéciales de conservation définies par la directive européenne du 21 mai 1992 (dite directive habitat faune-flore) et aux zones de protection spéciale définies par la directive européenne du 2 avril 1979 (dite directive oiseaux) Ces espaces sont identifiés dans un souci de lutte contre la détérioration progressive des habitats et des espèces animales et végétales d'intérêt communautaire. Chaque état doit assortir cette liste de plans de gestion appropriés et de l'évaluation des montants nécessaires dans le cadre de cofinancements communautaires. Le réseau de sites Natura 2000 est constitué de Zones Spéciales de Conservation (ZSC) et de Zones de Protections Spéciales (ZPS).

Niche écologique : La place qu'occupe une espèce dans le milieu et les multiples relations avec l'écosystème.

Montaison : Action de remonter un cours d'eau pour un poisson migrateur afin de rejoindre son lieu de reproduction ou de développement.

NOx : Emissions d'oxydes d'azote émises par la combustion des carburants fossiles.

NO2 : Dioxyde d'azote

Nourricerie : Zone où se regroupent les juvéniles d'une espèce mobile pour s'y nourrir et poursuivre leur développement. Cette zone peut regrouper plusieurs espèces différentes (par exemple, sous nos latitudes, les estuaires sont généralement des nourriceries de poissons plats). En général, les nourriceries ne sont pas situées au même endroit que les frayères (lieu où les adultes se regroupent pour la reproduction). Chez certaines espèces, les larves sont apportées dans les nourriceries par les courants, s'y métamorphosent en juvéniles et quittent cette zone à l'approche de leur maturité sexuelle.

NQE : Normes de Qualité Environnementale

NOAA : National Oceanic and Atmospheric Administration

OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Économique

ONEMA : Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques

OSPAR: International Cooperation for the protection of the marine environment of the NE Atlantic

PAMM : Plan d'Action pour le Milieu Marin.

Pb : Plomb

PCB : PolyChloroBiphényles

Peuplement : Ensemble des espèces animales et / ou végétales qui vivent dans un espace géographique donné. Ce bulletin porte sur le peuplement de poissons et grands invertébrés capturables avec les engins d'échantillonnage utilisés.

Plateau continental : Le plateau continental comprend les fonds marins et leur sous-sol. Le long des côtes de France, le plateau s'étend en général jusqu'à une profondeur d'environ 200 m. Au-delà, la pente du fond marin augmente, c'est la pente continentale qui continue avec le talus continental puis la plaine abyssale.

PGEM : Plan de Gestion des Espaces Maritimes

PLU : Plan Local d'Urbanisme

Population : Ensemble des individus qui appartiennent à une même espèce vivant sur un même territoire et qui ont la possibilité physique de se reproduire entre eux et de transmettre ainsi leurs caractères héréditaires (gènes) à leur descendance. Des individus de la même espèce, séparés par une barrière, comme des terres émergées pour des poissons, appartiennent à des populations distinctes.

PPRI : Plan de Prévention des Risques Inondation.

PPRL : Plan de Prévention des Risques Littoraux.

PPRN : Plan de Prévention des Risques Naturel.

Production primaire : Quantité de matière organique élaborée par les végétaux photosynthétiques. Dans la mer il s'agit de la production des algues benthiques, du phytoplancton et de plantes comme la posidonie. La photosynthèse est le processus de production de glucides par les plantes à partir du gaz carbonique, fixé grâce à la chlorophylle, en captant l'énergie de la lumière solaire.

PS : Poids Sec

Ramsar : La Convention de Ramsar est un traité international relatif à la conservation et l'utilisation durable des zones humides d'importance internationale.

REACH: Registration Evaluation and Authorisation of Chemicals

REMI : Réseau de contrôle microbiologique des zones de production conchylicoles

REPHY : Réseau de Surveillance du Phytoplancton et des Phytotoxines

REPOM : Réseau national de surveillance des Ports Maritimes.

RINBIO : Réseau Intégrateurs Biologiques

RLM : Réseau Littoral Méditerranéen

RMC : Rhône Méditerranée Corse

RNO : Réseau National d'Observation.

ROCCH : Réseau d'Observation de la Contamination Chimique du littoral

RSL : Réseau de Suivi Lagunaire (Languedoc-Roussillon)

Salinité : L'eau des océans est une solution qui contient en moyenne 35 g/kg de sels divers (chlorure de sodium essentiellement), avec un pH très stable de 8,2 (légèrement alcalin). Officiellement mesurée à partir de la conductivité électrique de l'eau à température et pression fixes, la salinité s'exprime généralement sans unité, comme le pH. Bien que les salinités soient encore souvent exprimées en ‰, en g/kg ou en psu (practical salinity unit).

SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux : déclinaison locale du SDAGE énonçant les objectifs généraux de protection quantitative et qualitative des ressources en eau.

SCoT : Schéma de Cohérence Territoriale : document d'urbanisme qui fixe, à l'horizon 15-20 ans, les objectifs des politiques publiques d'urbanisme en matière d'habitat, de développement économique, de loisirs, de déplacements des personnes et des marchandises, de stationnement des véhicules et de régulation du trafic automobile.

SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau ; document d'orientation et de planification en matière de gestion de l'eau, élaboré pour chaque bassin versant, dans le respect des principes de la directive cadre sur l'eau et de la loi sur l'eau.

Sensibilités : La sensibilité d'un élément exprime le risque de perte de tout ou partie de la valeur de l'enjeu, en raison de la réalisation d'un projet et de ses impacts potentiels. La sensibilité est donc dépendante des caractéristiques du projet (en terme technique, d'image, d'effets de coupure...) :

- Sensibilité forte : la présence de dispositions réglementaires (ex : site Natura 2000) ou de fait (ex : bâti dense) :
 - rend le projet peu compatible avec l'environnement,
 - induit une prise en compte très en amont du projet ainsi que la mise en place de mesures spécifiques,
 - nécessite des autorisations administratives,
 - risque de générer des impacts importants sur le cadre de vie.
- Sensibilité moyenne : la bonne réalisation du projet dans ces secteurs nécessite la mise en œuvre de mesures de protection modérées.
- Sensibilité faible : le projet dans ces secteurs ne génère pas d'incompatibilité majeure. La thématique environnementale est néanmoins prise en compte.

SHOM : Service Hydrographique et Océanographique de la Marine.

SIH : Système d'Information Halieutique de l'Ifremer.

SIG : Système d'Information géographique.

SNML : Stratégie Nationale intégrée pour la Mer et le Littoral. SRCAE : Schéma régional du Climat, de l'Aire et de l'Energie.

SO₂ : Dioxyde de soufre

SRCE : Schéma Régional de Cohérence Ecologique ; à l'échelle régionale, les SRCE définissent la TVB* pour chaque région.

Stock : Partie exploitable commercialement d'une population de poisson ou invertébré. Le stock correspond aux individus assez grands pour être capturés par les engins de pêche dans une zone.

Recrutement : Nombre des juvéniles (ou recrues) qui s'intègrent au stock chaque année et permet à la population de se reconstituer. Ce terme désigne aussi le processus d'entrée dans le stock (production d'œufs, survie des larves et juvéniles) chaque année.

TBT : Tributylétain

Thermocline : Transition entre deux masses d'eaux, l'une plus chaude, en surface, et l'autre plus froide, en profondeur. Ces eaux de températures différentes se mélangent difficilement. Sur les plateaux continentaux de nos côtes, une thermocline commence à se former au printemps quand les eaux de surface se réchauffent. Au cours de l'été, la couche chaude s'épaissit. La thermocline s'enfonce progressivement grâce à la houle et aux vents modérés. Au cours de l'automne, l'agitation plus forte (houle, vent) rompt la thermocline par mélange de la surface au fond. Ce processus physique joue un rôle majeur dans le fonctionnement des écosystèmes marins.

Trame Verte et Bleue : La TVB vise à maintenir et rétablir des continuités écologiques, c'est-à-dire les réservoirs de biodiversité et les corridors écologiques, pour permettre aux espèces de se déplacer, de se reproduire, de se nourrir et de s'adapter aux changements climatiques, pour assurer l'état de conservation favorable des habitats naturels et le bon état écologique des masses d'eau.

US-EPA: United States Environmental Protection Agency

ZICO : Zone d'Importance pour la Conservation des Oiseaux.

Zn : Zinc

ZNIEFF : Zone d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique ; ce sont des outils de connaissance du territoire qui identifient et décrivent les secteurs présentant de fortes capacités biologiques et un bon état de conservation.

■ ZNIEFF de type I : surface plutôt réduite, intérêt biologique fort et précis

■ ZNIEFF de type II : surface plutôt vaste, intérêt biologique global

Zone de clapage : Zone de dépôt des matériaux de dragage d'entretien portuaire.

ZPS : Zone de Protection Spéciale.

ZSC : Zone Spéciale de Conservation

Annexes

ANNEXE 01 : FICHES DE DRAGAGE

ANNEXE 02 : BESOINS ET PRATIQUES DE DRAGAGE

ANNEXE 03 : MODELISATIONS DE LA STABILITE DU SITE DE LA LAMBARDE

ANNEXE 04 : DETERMINATION DU BRUIT DE FOND EN MES

ANNEXE 05 : ETUDE AVIFAUNE

ANNEXE 5BIS : DIAGNOCTIC AVIFAUNE NATURA 2000

ANNEXE 06 : ETUDE DE LA SEDIMENTATION LATERALE

ANNEXE 07 : MODELISATION DES INCIDENCES DE LA DAS ET DE LA DIE

ANNEXE 08 : MODELISATION DES DRAGAGES LORS DE 4 MOIS D'ETIAGE

ANNEXE 09 : ANALYSE DE L'APPARITION DES EPISODES D'ANOXIES DANS L'ESTUAIRE DE LA LOIRE

ANNEXE 10 : SUIVI DES EPISODES D'HYPOXIE ET ANOXIE SUR LA LOIRE (2014-2015)

ANNEXE 11 : ETUDE ENVIRONNEMENTALE DE L'ESTUAIRE

ANNEXE 12 : SUIVI DE LA QUALITE DE L'EAU LORS DES IMMERSIONS SUR LA LAMBARDE

ANNEXE 13 : EXPLOITATION DU MODELE HYSQEL

ANNEXE 14 : SUIVI DE LA QUALITE DES HABITATS ET PEUPELEMENTS BENTHIQUES

ANNEXE 15 : SUIVI DES PEUPELEMENTS DE MACRO-ALGUES

ANNEXE 16 : ETUDE ICTHYOFAUNE DE L'ESTUAIRE DE LA LOIRE

ANNEXE 17 : BILAN CARBONE

ANNEXE 18 : ETUDE DES FILIERES DE GESTION A TERRE DES SEDIMENTS

ANNEXE 19 : SCHEMA DIRECTEUR DES DRAGAGE DU GPMNSN

ANNEXE 20 : PLAN DE GESTION OPERATIONNEL DES DRAGAGES

ANNEXE 21 : SOPEPS, FICHES TECHNIQUES ET PROCEDURES D'INTERVENTION D'URGENCE

ANNEXE 22 : PLAN DE SOBRIETE ENERGETIQUE

ANNEXE 23 : PLAN DE DECARBONATION

Département Environnement

communication.egis@egis.fr

www.egis-group.com

