



PROJET STRATEGIQUE DU GRAND PORT MARITIME DE NANTES SAINT-NAZAIRE 2021-2026

EVALUATION ENVIRONNEMENTALE DU PROJET STRATEGIQUE 2021-2026 ANNEXES

13 octobre 2021



11 - ANNEXES

11.1 - Bilan environnemental du projet stratégique 2015-2020 du GPMN

PROJET STRATEGIQUE DU GRAND PORT MARITIME DE NANTES SAINT-NAZAIRE 2020-2025

BILAN ENVIRONNEMENTAL DU PROJET STRATEGIQUE
2015-2020

12 juin 2020

NANTES 
SAINT-NAZAIRE
PORT

Informations relatives au document

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Auteur(s) Victoria DEMETTRE
Fonction Ingénieur chargée d'études
Version V8bis

HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

Version	Date	Vérfié par	Fonction	Signature
V1	26/05/2020	Caroline ARRIVE-ROCA	Chef de projet	
V2	28/05/2020	Caroline ARRIVE-ROCA	Chef de projet	
V3	02/06/2020	Caroline ARRIVE-ROCA	Chef de projet	
V4	02/06/2020	Caroline ARRIVE-ROCA	Chef de projet	
V5	03/06/2020	GPMNSN		
V6	04/06/2020	Caroline ARRIVE-ROCA	Chef de projet	
V7	05/06/2020	Caroline ARRIVE-ROCA	Chef de projet	
V8	05/06/2020	Caroline ARRIVE-ROCA	Chef de projet	
V7GPM	05/06/2020	GPMNSN		
V8bis	08/06/2020	Caroline ARRIVE-ROCA	Chef de projet	

DESTINATAIRES

Nom	Entité
Lucie TRULLA	Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire
Didier LEHAY	Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire

SOMMAIRE

1 - INTRODUCTION	9
1.1 - La notion de projet stratégique	9
1.2 - Le bilan environnemental du projet stratégique 2015-2020 et le lien avec le suivant	9
2 - LA PRESENTATION DU GRAND PORT MARITIME DE NANTES SAINT-NAZAIRE ET DE SON TERRITOIRE	12
2.1 - Présentation générale du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire	12
2.2 - Les trafics et leurs évolutions entre 2015 et 2020	14
2.3 - La circonscription portuaire	15
2.4 - La présentation du territoire et des zones de développement portuaire	17
2.4.1 - Les protections environnementales et les inventaires naturalistes dans la circonscription	17
2.4.2 - Les zones d'aménagements portuaires	20
2.4.3 - Les documents de planification et d'urbanisme et leur évolution	21
2.4.3.1 - La Directive Territoriale d'Aménagement (DTA) de l'estuaire de la Loire	21
2.4.3.2 - Le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) Pays de la Loire	21
2.4.3.3 - Les Schémas de Cohérence Territoriale (SCoT)	22
2.4.4 - Les documents de gestion des eaux et de planification du milieu marin et leur évolution	22
2.4.4.1 - Le Plan Loire Grandeur Nature (PLGN)	22
2.4.4.2 - Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) Loire Bretagne	22
2.4.4.3 - Le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) Estuaire de la Loire	23
2.4.4.4 - Le Document Stratégique de Façade Nord-Atlantique – Manche Ouest (DSF NAMO).....	24
2.4.4.5 - Le Plan d'Action pour le Milieu Marin (PAMM) en Golfe de Gascogne	24
2.4.5 - La gestion des risques technologiques et naturels	25
2.4.5.1 - Les plans de prévention des risques technologiques	25
2.4.5.2 - La gestion des risques littoraux (inondation et submersion)	27
2.5 - Les partenariats avec le territoire	28
2.5.1 - Connaissance	29
2.5.2 - Développement	29
2.5.3 - Gouvernance	30
3 - LA POLITIQUE D'AMENAGEMENT ET DE DEVELOPPEMENT DURABLES DU GRAND PORT MARITIME DE NANTES SAINT-NAZAIRE : VOLET 4° DU PROJET STRATEGIQUE 2015-2020	32
3.1 - Le plan d'actions du projet stratégique 2015-2020 et son état d'avancement	32
3.2 - La politique environnementale du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire	34
3.2.1 - Le management intégré Qualité Sécurité-Environnement (QSE) et la démarche de développement durable (action 28 du PS)	35
3.2.2 - Le bilan des GES (action 28 du PS)	39
3.2.3 - La gestion des espaces naturels du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire (action 26 du PS)	44

3.2.3.1 - La politique de préservation des espaces naturels du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire	45
3.2.3.2 - Les modalités de gestion des espaces naturels	46
3.2.3.3 - Les services rendus par la nature sur le territoire du GPMNSN	52
3.2.3.4 - Le panorama des acteurs intervenant dans la gestion des espaces naturels du GPMNSN	53
3.2.4 - La gestion des espaces industrialo-portuaires (action 27 du PS)	53
3.2.4.1 - La prise en compte de l'environnement dans les projets d'implantation préalable.....	53
3.2.4.2 - La démarche d'Écologie Industrielle Territoriale (EIT) (action 27 du PS)	54
3.2.5 - Les projets d'aménagement réalisés entre 2015 et 2020 (actions 7, 8, 12, 18, 19 et 22 du PS)	58
3.2.5.1 - L'implantation d'un pôle froid et d'un guichet unique réglementaire (action 7 du PS)	58
3.2.5.2 - L'aménagement de la zone logistique du secteur nantais à Cheviré (action 8 du PS)	59
3.2.5.3 - Le projet d'aménagement ferroviaire à Montoir-de-Bretagne et Donges _ faisceau du Priory (action 11 du PS).....	59
3.2.5.4 - L'augmentation des capacités d'accueil du poste à liquides de Montoir-de-Bretagne (action 12 du PS)	60
3.2.5.5 - Conduire les études et les procédures préalables à l'aménagement du Grand Tourteau (action 18 du PS).....	61
3.2.5.6 - L'aménagement du site portuaire du Carnet (action 19 du PS)	61
3.2.5.7 - L'aménagement de l'avant-port de Saint-Nazaire (action 22 du PS).....	64
3.2.5.8 - Un hub logistique à Saint-Nazaire.....	66
3.2.5.9 - Les impacts environnementaux identifiés des projets d'aménagement.....	68
3.2.5.10 - Les mesures environnementales associées aux nouveaux aménagements.....	70
3.2.6 - La gestion du territoire entre 2015 et 2020 (actions 17 et 21 du PS)	72
3.2.6.1 - La définition d'une stratégie foncière (action 17 du PS).....	72
3.2.6.2 - Les chartes ville-port (action 21 du PS)	74
3.2.7 - La réduction de l'empreinte environnementale des dragages et des immersions (action 25 du PS).....	75
3.2.7.1 - La réduction de l'empreinte environnementale des dragages (action 25 du PS).....	75
3.2.7.2 - Le bilan des suivis des opérations de dragage et d'immersion.....	75
3.3 - Conclusion sur la mise en œuvre du volet 4° du PS 2015-2020.....	76
4 - LES DESSERTES ET REPARTITIONS MODALES ENTRE 2015 ET 2020 : VOLET 5° DU PROJET STRATEGIQUE 2015-2020	79
4.1 - Les dessertes ferroviaires (actions 9 et 11 du PS)	79
4.2 - L'optimisation des dragages basée sur l'adaptation des accès nautiques (action 13 du PS)	80
4.3 - Les dessertes fluviales (action 23 du PS).....	81
4.4 - Les dessertes routières	82
4.5 - L'évolution des parts modales du port de 2015 à 2019 et l'atteinte des objectifs fixés durant le projet stratégique 2015-2020	82
4.5.1 - L'évolution des parts modales de 2015 à 2019.....	82
4.5.2 - L'atteinte des objectifs fixés pour le volet 5° du projet stratégique 2015-2020.....	84
4.6 - Conclusion sur la mise en œuvre du volet 5° du PS 2015-2020.....	85
5 - LA SYNTHÈSE DES INCIDENCES ENVIRONNEMENTALES DES VOLETS 4 ET 5 DU CODE DES PORTS MARITIMES SUR LA PERIODE 2015-2020.....	86
5.1 - Les effets du projet stratégique 2015-2020 sur la qualité des eaux	87

5.1.1 - Les effets des dragages sur la qualité des eaux.....	88
5.1.2 - Les effets des immersions sur la qualité des eaux.....	90
5.1.3 - Les effets des aménagements sur la qualité des eaux.....	92
5.1.4 - Les effets des accidents nautiques sur la qualité des eaux.....	94
5.1.5 - La synthèse des effets sur la qualité des eaux et l'atteinte des objectifs fixés lors du projet stratégique 2015-2020.....	95
5.2 - Les effets du projet stratégique 2015-2020 sur la biodiversité marine et estuarienne.....	97
5.2.1 - Les effets des dragages sur la biodiversité.....	97
5.2.2 - Les effets des immersions sur la biodiversité.....	97
5.2.3 - Les effets des aménagements sur la biodiversité.....	98
5.2.4 - La synthèse des effets sur la biodiversité marine et estuarienne et l'atteinte des objectifs fixés lors du projet stratégique 2015-2020.....	100
5.3 - Les effets du projet stratégique 2015-2020 sur les espaces naturels.....	102
5.3.1 - Les effets du projet stratégique 2015-2020 sur les zones d'importance majeure pour la biodiversité.....	102
5.3.1.1 - Les effets sur les zones d'importance majeure pour la biodiversité.....	102
5.3.1.2 - La synthèse des effets sur les zones d'importance majeure pour la biodiversité et l'atteinte des objectifs fixés lors du projet stratégique 2015-2020.....	103
5.3.2 - Les effets du projet stratégique 2015-2020 sur les sites Natura 2000.....	104
5.3.2.1 - Les sites de la Directive Habitats.....	104
5.3.2.2 - Les sites de la Directive Oiseaux.....	105
5.3.2.3 - La synthèse des effets sur les sites Natura 2000 et l'atteinte des objectifs fixés lors du projet stratégique 2015-2020.....	107
5.4 - Les effets du projet stratégique 2015-2020 sur les risques naturels et technologiques.....	108
5.4.1 - Les effets du projet stratégique 2015-2020 sur les risques inondation et submersion marine.....	108
5.4.1.1 - Les effets sur les risques inondation et submersion marine.....	108
5.4.1.2 - La synthèse des effets sur les risques inondation et submersion marine et l'atteinte des objectifs fixés lors du projet stratégique 2015-2020.....	110
5.4.2 - Les effets du projet stratégique 2015-2020 sur les risques technologiques.....	110
5.4.2.1 - Les effets sur les risques technologiques.....	110
5.4.2.2 - La synthèse des effets sur les risques technologiques et l'atteinte des objectifs fixés lors du projet stratégique 2015-2020.....	112
5.5 - Les effets du projet stratégique 2015-2020 sur le cadre de vie.....	113
5.5.1 - Les effets du projet stratégique 2015-2020 sur le bruit.....	113
5.5.1.1 - Les effets des infrastructures routières, ferroviaires et aériennes sur le bruit.....	113
5.5.1.2 - Les effets des dragages sur le bruit.....	114
5.5.1.3 - Les effets des aménagements sur le bruit.....	114
5.5.1.4 - La synthèse des effets sur le bruit et l'atteinte des objectifs fixés lors du projet stratégique 2015-2020.....	115
5.5.2 - Les effets du projet stratégique 2015-2020 sur la qualité de l'air et les émissions de gaz à effet de serre.....	116
5.5.2.1 - Les effets sur la qualité de l'air et les émissions de gaz à effet de serre.....	116
5.5.2.2 - La synthèse des effets sur la qualité de l'air et les émissions de gaz à effet de serre et l'atteinte des objectifs fixés lors du projet stratégique 2015-2020.....	119

5.5.3 - Les effets du projet stratégique 2015-2020 sur les paysages.....	120
5.5.3.1 - Les effets sur le paysage	120
5.5.3.2 - La synthèse des effets sur le paysage et l'atteinte des objectifs fixés lors du projet stratégique 2015-2020	120
5.5.4 - Les effets du projet stratégique 2015-2020 sur les interfaces ville-port et l'atteinte des objectifs fixés	121
5.6 - Les effets du projet stratégique 2015-2020 sur les consommations énergétiques et la production des déchets	122
5.6.1 - L'évolution des consommations énergétiques	122
5.6.2 - Le bilan de la gestion des déchets	122
5.6.3 - L'atteinte des objectifs fixés pour les consommations énergétiques et la gestion des déchets lors du projet stratégique 2015-2020.....	125
5.7 - Conclusion	126

REFERENCES

Figure 1 : Emprise du GPMNSN et localisation des terminaux (source : GPMNSN).....	13
Figure 2 : Trafic total extérieur de 2015 à 2019 (source : GPMNSN)	14
Figure 3 : Trafic total MARITIME par types de trafic de 2015 à 2019 (source : GPMNSN)	14
Figure 4 : Trafic total MARITIME import/export, de 2015 à 2019 (source : GPMNSN)	15
Figure 5 : Les zones d'aménagements portuaires de l'estuaire de la Loire (source : GPMNSN)	20
Figure 6 : Contraintes du PPRT de Donges	26
Figure 7 : Contraintes du PPRT de Montoir	27
Figure 8 : Evaluation des émissions de GES du GPMNSN (source : GPMNSN)	39
Figure 9 : Emissions de gaz à effet de serre à l'échelle régionale et départementale	39
Figure 10 : Emissions de gaz à effet de serre à l'échelle de Nantes Métropole et de la CARENE.....	40
Figure 11 : Evolution et répartition des émissions de GES du GPMNSN	42
Figure 12 : Les espaces naturels et semi-naturels terrestres à vocation naturelle du GPMNSN (Source : GPMNSN, 2020)	44
Figure 13 : En'Quête de plantes (source : GPMNSN)	47
Figure 14 : Secteurs et stations-réservoirs du plan de gestion global	48
Figure 15 : Niveau de service cumulé global des écosystèmes terrestres sur l'aire d'étude élargie du GPMNSN.....	52
Figure 16 : Exemple de Bilan produit sur les problématiques environnementales pour un site visé et une activité envisagée (source : GPMNSN).....	54
Figure 17 : Projets en cours - Démarche d'écologie Industrielle Territoriale	55
Figure 18 : Plan de situation (Source : Demande d'examen au cas par cas - 2015)	59
Figure 19 : Localisation du poste à liquides (source : Dossier d'informations LSE - Juillet 2015)	60
Figure 20 : Site du Carnet (source : étude d'impact - Février 2016).....	62
Figure 21 : Localisation de la première tranche d'aménagement.....	63
Figure 22 : Phasage des travaux d'aménagement du parc du Carnet.....	64
Figure 23 : Zone d'aménagement de l'avant-port de Saint-Nazaire (source : Dossier ISE – Novembre 2017).....	65
Figure 24 : Emprise du projet de hub logistique à Saint-Nazaire	66
Figure 25 : Travaux du hub logistique sous maîtrise d'ouvrage du GPMNSN (source : GPMNSN).....	67
Figure 26 : Stratégie foncière du GPMNSN (source : GPMNSN)	73
Figure 27 : Outil mis en oeuvre pour la stratégie foncière (source : GPMNSN)	74
Figure 28 : Répartition des parts modales pour le pré et post acheminement (source : GPMNSN).....	83

Figure 29 : Localisation des stations étudiées lors du bilan de la qualité des eaux de l'estuaire de la Loire en 2018.....	87
Figure 30 : Répartition des volumes dragués selon le devenir des sédiments (moyenne 2015-2019).....	91
Figure 31 : Localisation générale de la zone d'immersion et du chenal de navigation en estuaire de la Loire (source : Suivi environnemental de la Lambarde, 2018).....	91
Figure 32 : Localisation des zones d'immersion internes (source : Suivi environnemental de l'estuaire, 2019).....	92
Figure 33 : Evolution du nombre d'accidents et de pollutions sur la période du projet stratégique 2015-2020 (source : GPMNSN).....	95
Figure 34 : Zones Spéciales de Conservation (ZSC) au sein de la circonscription portuaire.....	104
Figure 35 : Zones de Protection Spéciale au sein de la circonscription portuaire.....	105
Figure 36 : Evolution et répartition des émissions de gaz à effet de serre de 2015 à 2019 au sein du GPMNSN (source : GPMNSN).....	117
Tableau 1 : Axes, objectifs et actions visés par le bilan environnemental du projet stratégique 2015-2020	10
Tableau 2 : Evolution des surfaces à vocation naturelle et des surfaces aménagées entre 2015 et 2020 (source : GPMNSN)	16
Tableau 3 : Protections environnementales et inventaires naturalistes au sein de la circonscription portuaire et de son environnement proche.....	17
Tableau 4 : Axes et objectifs du projet stratégique 2015-2020	32
Tableau 5 : Les actions liées aux volets 4 et 5 du projet stratégique et leur état d'avancement	32
Tableau 6 : Actions du projet stratégique 2015-2020 évaluées au sein du chapitre 3.....	34
Tableau 7 : Synthèse des objectifs et des cibles du volet environnemental de la démarche qualité sur la période 2015-2019	36
Tableau 8 : Evolution des consommations d'électricité et de gaz de 2015 à 2019	43
Tableau 9 : Actions mises en place suite à la validation du COMEX en 2012	43
Tableau 10 : Inventaires écologiques réalisés par le GPMNSN sur la période 2015-2020.....	46
Tableau 11 : Actions mises en oeuvre du plan de gestion de Donges-Est	49
Tableau 12 : Projets d'écologie industrielle sur la période 2015-2020.....	55
Tableau 13 : Projets d'aménagements initiés durant la période 2015-2020	58
Tableau 14 : Mesures environnementales associées aux nouveaux aménagements.....	70
Tableau 15 : Mesures environnementales annexes aux nouveaux aménagements initiées et mises en oeuvre durant la période 2015-2019.....	71
Tableau 16 : Actions du projet stratégique 2015-2020 évaluées au sein du chapitre 3	76
Tableau 17 : Actions du projet stratégique 2015-2020 évaluées au sein du chapitre 4	79
Tableau 18 : Volumes de sédiments dragués pour l'entretien du chenal de navigation (m ³).....	80
Tableau 19 : Atteinte des objectifs fixés durant la période 2015-2020 concernant les parts modales du port.....	84
Tableau 20 : Actions du projet stratégique 2015-2020 évaluées au sein du chapitre 4	85
Tableau 21 : Actions du projet stratégique 2015-2020 évaluées au sein du chapitre 5	86
Tableau 22 : Impacts des aménagements sur la qualité des eaux des aménagements du projet stratégique 2015-2020	93
Tableau 23 : recensement des accidents au sein de la circonscription portuaire (source : GPMNSN)	94
Tableau 24 : Synthèse des effets du projet stratégique 2015-2020 sur la qualité des eaux.....	95
Tableau 25 : Impacts des aménagements sur la biodiversité marine et estuarienne des aménagements du projet stratégique 2015-2020.....	99
Tableau 26 : Synthèse des effets du projet stratégique 2015-2020 sur la biodiversité marine et estuarienne.....	100
Tableau 27 : Synthèse des effets du projet stratégique 2015-2020 sur les zones d'importance majeure pour la biodiversité.....	103

Tableau 28 : Synthèse des effets du projet stratégique 2015-2020 sur les sites Natura 2000.....	107
Tableau 29 : Synthèse des effets du projet stratégique 2015-2020 sur les risques inondation et submersion marine.....	110
Tableau 30 : Synthèse des effets du projet stratégique 2015-2020 sur les risques technologiques.....	112
Tableau 31 : Synthèse des effets du projet stratégique 2015-2020 sur le bruit.....	115
Tableau 32 : Synthèse des effets du projet stratégique 2015-2020 sur la qualité de l'air et les émissions de gaz à effet de serre.....	119
Tableau 33 : Synthèse des effets du projet stratégique 2015-2020 sur le paysage.....	120
Tableau 34 : Atteinte des objectifs fixés pour les interfaces ville-port lors du projet stratégique 2015-2020.....	121
Tableau 35 : Bilan des consommations énergétiques du GPMNSN (source : GPMNSN).....	122
Tableau 36 : BILAN DES DECHETS ISSUS DE L'ACTIVITE PORTUAIRE TERRESTRE (Source GPMNSN).....	123
Tableau 37 : Quantités de déchets produits par les navires (Source GPMNSN).....	124
Tableau 38 : Atteinte des objectifs fixés pour les consommations énergétiques et la gestion des déchets lors du projet stratégique 2015-2020.....	125
Tableau 39 : Atteinte des objectifs en fonction des différentes thématiques environnementales et activités du GPMNSN.....	126

1 - INTRODUCTION

1.1 - La notion de projet stratégique

Les Grands Ports Maritimes (GPM) sont des établissements publics institués par l'État, en application de la loi du 4 juillet 2008 portant réforme portuaire. Cette loi a confié aux GPM plusieurs missions, notamment :

- la réalisation, l'exploitation et l'entretien des accès maritimes ;
- la gestion et la valorisation du domaine portuaire ;
- la gestion et la préservation du domaine public naturel et des espaces naturels, dont il est propriétaire ou qui lui sont affectés ;
- la construction et l'entretien de l'infrastructure portuaire, notamment des bassins et terre-pleins, ainsi que des voies et terminaux de desserte terrestre, notamment ferroviaire et fluviale.

L'article L.5312-13 du Code des Transports prévoit que « *le projet stratégique de chaque grand port maritime détermine ses grandes orientations, les modalités de son action et les dépenses et recettes prévisionnelles nécessaires à sa mise en œuvre* ». Le contenu de ce projet stratégique est fixé par l'article R.5312-63 du Code des Transports, l'article R.122-17 (33°) du Code de l'Environnement prévoyant que ses volets 4° et 5° doivent faire l'objet d'une évaluation environnementale :

« *Le projet stratégique traite notamment : [...]*

4° De la politique d'aménagement et de développement durable du port, identifiant la vocation des différents espaces portuaires, notamment ceux présentant des enjeux de protection de la nature dont il prévoit les modalités de gestion. Cette section du projet stratégique comporte les documents graphiques mentionnés à l'article L.5312-13. Elle traite également des relations du port avec les collectivités sur le territoire desquelles il s'étend ;

5° Des dessertes du port et de la politique du grand port maritime en faveur de l'intermodalité, notamment de la stratégie du port pour le transport ferroviaire et le transport fluvial ».

1.2 - Le bilan environnemental du projet stratégique 2015-2020 et le lien avec le suivant

Après un premier projet stratégique couvrant la période 2009-2013, le Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire (GPMNSN) a élaboré son deuxième projet stratégique 2015-2020 (PS). Le bilan de ce deuxième projet stratégique porte sur la mise en œuvre de :

- la politique d'aménagement et de développement durable (volet 4° du PS) ;
- la desserte portuaire et le développement de l'intermodalité (volet 5° du PS).

Il s'agit d'évaluer la politique environnementale et les aménagements réalisés au cours de la période 2015-2020, leurs impacts sur l'environnement et les mesures mises en œuvre pour une meilleure intégration du projet sur le territoire.

Il fait partie intégrante du troisième projet stratégique 2020-2025.

Le projet stratégique 2015-2020 a défini trois axes, huit objectifs et 28 actions (chapitre « 3.1 - Le plan d'actions du projet stratégique 2015-2020 et son état d'avancement »).

Le bilan environnemental proposé a valeur d'évaluation *ex post*, et porte sur l'ensemble des axes du projet stratégique du GPMNSN, mais plus précisément sur cinq objectifs et 16 actions, présentés dans le tableau ci-dessous.

TABLEAU 1 : AXES, OBJECTIFS ET ACTIONS VISES PAR LE BILAN ENVIRONNEMENTAL DU PROJET STRATEGIQUE 2015-2020

Axes	Objectifs	Actions à évaluer dans le cadre du bilan environnemental	
1) Être au cœur des filières actuelles et émergentes.	Anticiper les évolutions de l'économie du Grand Ouest. Augmenter la valeur du Grand Port Maritime dans les filières. Développer les services logistiques autour des marchandises diverses.	Actions 7 & 8 Action 9	Volet 4°_At Volet 5°
2) Garantir la performance de l'outil industriel portuaire.	Optimiser la prestation globale de l'accueil des navires et du traitement des marchandises. Définir la contribution du Grand Port Maritime à l'outil industriel portuaire global et optimiser son économie.	Action 11 Action 13	Volet 5° Volet 4°_DD
3) Conduire une politique partagée de développement durable des espaces portuaires estuariens	Rationaliser l'utilisation de l'espace portuaire et animer l'écosystème estuarien. Concilier les activités urbaines et portuaires. Améliorer les pratiques pour minimiser leur impact environnemental et préserver la biodiversité.	Actions 17 à 20 Action 23 Actions 20 à 24 Actions 25 à 28	Volet 4°_At Volet 5° Volet 4°_At Volet 4°_DD

Chacune des 16 actions, selon leur ambition, sont évaluées au sein des chapitres 3, 4 ou 5.

Le bilan environnemental a pour objectif d'enrichir la description de l'état initial du projet stratégique 2020-2025 attendu pour l'évaluation environnementale de ses volets 4° et 5°. Il est structuré en différents chapitres présentant :

- le Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire (« 2 - La présentation du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire et de son territoire ») ;
- les volets 4° et 5° du projet stratégique, traitant de la politique d'aménagement et de développement durable du port et des dessertes et de la politique en faveur de l'intermodalité (« 3 - La politique d'aménagement et de développement DURABLES du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire : volet 4° du projet stratégique 2015-2020 » et « 4 - Les dessertes et répartitions modales entre 2015 et 2020 : volet 5° du projet stratégique 2015-2020 ») ;
- des incidences environnementales des activités du GPMNSN en lien avec les volets 4° et 5° du projet stratégique (« 5 - La synthèse des incidences environnementales des volets 4 et 5 du code des ports

maritimes sur la période 2015-2020 »). L'analyse des incidences environnementales (chapitre 5) porte spécifiquement sur les activités et aménagements engagés ou mis en œuvre durant la période 2015-2020, pouvant, de ce fait, avoir des incidences avérées sur l'environnement.

Nota Bene : Le bilan environnemental présenté, étant réalisé six mois avant son terme, l'avancement des actions entre Juin et Décembre 2020 a été estimé et n'est donc pas réel.

En cas de décalage effectif identifié à fin 2020, une actualisation de ce bilan sera réalisée début 2021.

2 - LA PRESENTATION DU GRAND PORT MARITIME DE NANTES SAINT-NAZAIRE ET DE SON TERRITOIRE

Situé sur l'estuaire de la Loire, de Nantes à Saint-Nazaire, le GPMNSN joue un rôle essentiel dans l'économie et l'aménagement du territoire. Son intervention s'articule autour de huit missions, définies par la loi :

- réalisation, exploitation et entretien des accès maritimes ;
- police, sécurité, sûreté et fonctionnement général ;
- gestion et valorisation du domaine ;
- gestion et préservation du domaine public naturel ;
- construction et entretien des infrastructures portuaires ;
- promotion des dessertes ferroviaires et fluviales ;
- aménagement et gestion de zones industrielles ou logistiques ;
- promotion générale.

S'y ajoute une mission spécifique liée au transfert de l'activité de l'exploitation des outillages exercée directement par le Port vers des entreprises privées, en application du titre III de la loi du 4 juillet 2008 et de l'accord cadre national du 30 octobre 2008 entre les partenaires sociaux.

Le GPMNSN est un atout majeur pour des agglomérations en forte expansion et un territoire atlantique en pleine évolution. Port généraliste et « multispécialiste », son développement s'inscrit dans les orientations du Grenelle de l'Environnement et d'une gestion intégrée de l'estuaire. Il doit s'envisager dans une composante territoriale large dans ses aspects de dessertes ferroviaires, fluviales et routières.

2.1 - Présentation générale du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire

Le Grand Port Maritime est un établissement public de l'État dont les missions sont fixées par le Code des Transports. Il est ainsi chargé de mettre en œuvre les politiques publiques d'aménagement et de développement durables, en composant avec l'économie, l'emploi et l'environnement.

Avec un trafic de plus de 30 millions de tonnes, le Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire (GPMNSN) est le premier port de la façade atlantique française et le quatrième Grand Port Maritime (GPM). Son territoire s'étend sur 60 km le long de l'estuaire de la Loire. De l'amont à l'aval sont implantés des sites très diversifiés.

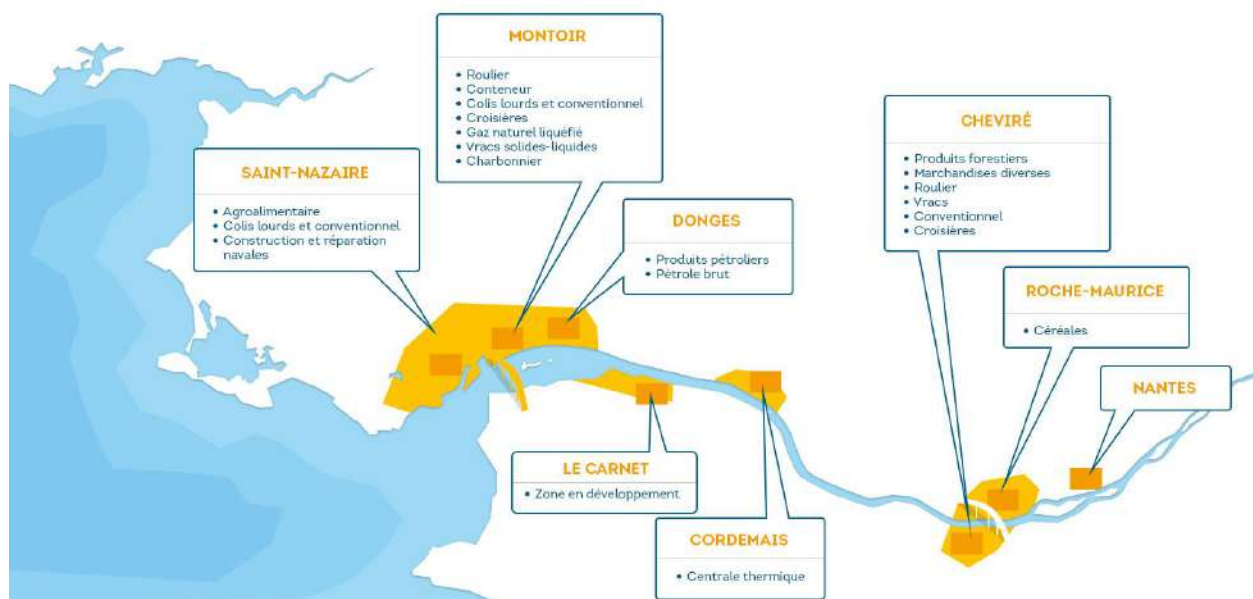


FIGURE 1 : EMPRISE DU GPMNSN ET LOCALISATION DES TERMINAUX (SOURCE : GPMNSN)

La surface totale de son domaine terrestre comprend 2 700 hectares : 1 350 ha de zones portuaires, logistiques et industrielles aménagées, 1 055 ha d'espaces naturels, 235 ha d'espaces à aménager et 60 ha d'espaces en zone urbaine.

Le domaine du GPMNSN est localisé dans un espace caractérisé par une mosaïque de milieux riches et sensibles, d'un point de vue environnemental, industriel et urbain.

En termes de trafic, le port de Nantes Saint-Nazaire répond à cinq fonctions :

- approvisionnement et expédition des flux des industries implantées à proximité du plan d'eau (pétrole, métallurgie, construction navale et aéronautique, etc.) ;
- transit des marchandises (conteneurs, véhicules, etc.) ;
- négoce (aliments du bétail, bois, céréales, etc.) ;
- transbordement (conteneurs, GNL) ;
- prolongement des infrastructures terrestres (autoroutes de la mer).

Compte tenu de son niveau d'équipement en infrastructures et en matériel, lié notamment à ses caractéristiques de port d'estuaire, de ses besoins de fonctionnement, d'entretien et de mise à niveau du patrimoine, le GPMNSN est une structure industrielle. Il est également un aménageur, au service des politiques publiques, investissant pour le développement durable des territoires. Son modèle économique peut donc être qualifié d'hybride car le GPMNSN doit, d'une part, trouver les recettes permettant de couvrir ses dépenses et dégager un résultat, à l'instar d'un centre de profit, d'autre part de conduire des actions au bénéfice des territoires sans retour direct sur investissement.

2.2 - Les trafics et leurs évolutions entre 2015 et 2020

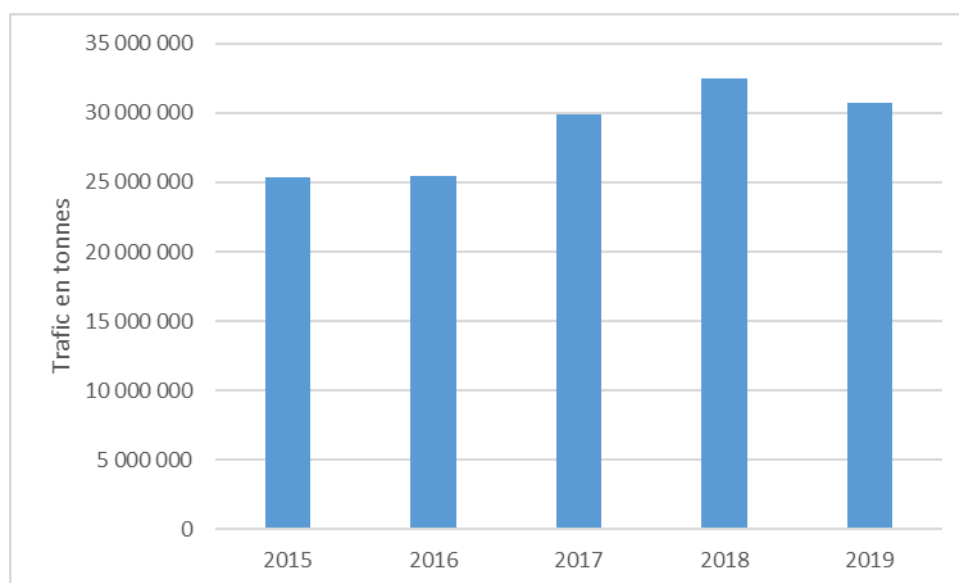


FIGURE 2 : TRAFIC TOTAL EXTERIEUR DE 2015 A 2019 (SOURCE : GPMNSN)

Une augmentation du trafic est observée entre 2015 et 2018, avec notamment une progression du trafic portuaire de 27% entre 2016 et 2018. Une légère diminution est constatée en 2019.

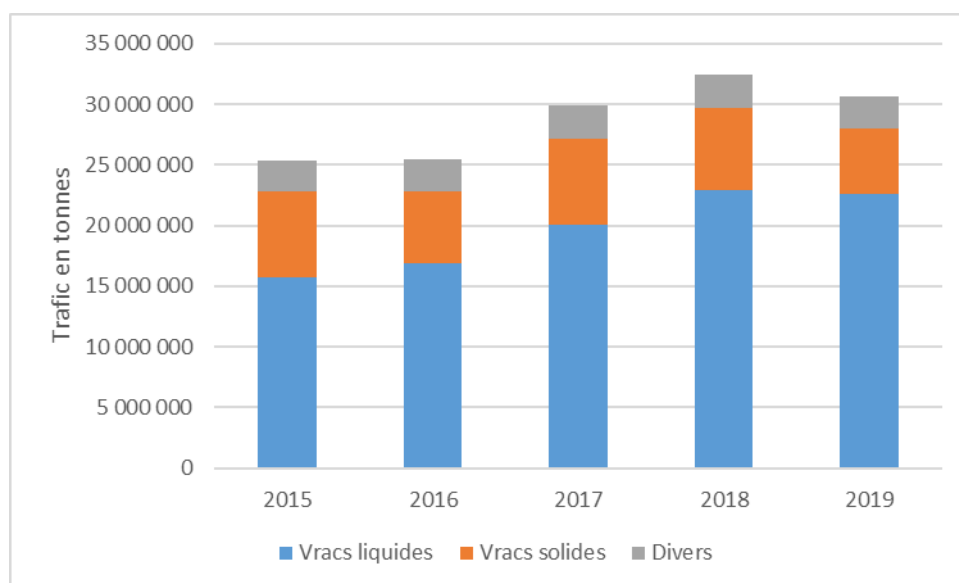


FIGURE 3 : TRAFIC TOTAL MARITIME PAR TYPES DE TRAFIC DE 2015 A 2019 (SOURCE : GPMNSN)

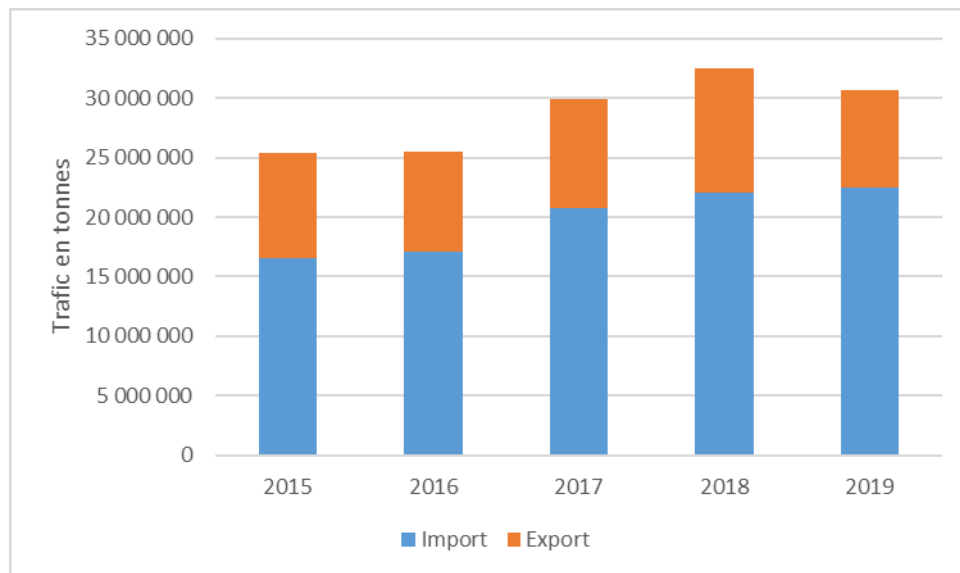


FIGURE 4 : TRAFIC TOTAL MARITIME IMPORT/EXPORT, DE 2015 A 2019 (SOURCE : GPMNSN)

Le trafic du port de Nantes Saint-Nazaire est composé en grande partie d'importations (environ les 2/3 du trafic) dont les vracs constituent l'essentiel, notamment les vracs liquides (gaz naturel, hydrocarbures, etc.). Le trafic énergétique représente environ 70% du trafic total du GPMNSN. Une diminution des exports est observée en 2019 (-21,2% par rapport à 2018).

Le trafic de conteneurs, correspondant à peu près à 185 000 EVP par an, est en diminution depuis 2017, notamment entre 2018 et 2019 (1 871 288 tonnes en 2018 et 1 795 165 tonnes en 2019 soit -4,1%).

2.3 - La circonscription portuaire

Le GPMNSN est un établissement public de l'État. Son domaine terrestre, situé en rive nord et sud de l'estuaire de la Loire, long de 60 km, ne présente pas de continuité géographique. L'exploitation des terminaux portuaires est assujettie à la marée et des travaux récurrents de dragage sont nécessaires pour entretenir les accès nautiques. Les caractéristiques hydrologiques de l'estuaire, notamment les courants et le marnage, conditionnent par ailleurs l'accueil des navires. De fortes contraintes pèsent ainsi sur les opérations de pilotage, de remorquage et de lamanage.

La superficie totale de la circonscription portuaire est de 28 387 ha.

Sur les plus de 2 700 ha de domaine terrestre géré par le Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire :

- Environ 1 350 ha sont des espaces artificialisés ;
- Environ 1 055 ha sont des espaces à vocation naturelle ;
- Environ 295 ha sont des réserves foncières aménageables et des espaces en zone urbaine.



Lors de la définition du projet stratégique 2015-2020, les objectifs suivants ont été fixés :

TABLEAU 2 : EVOLUTION DES SURFACES A VOCATION NATURELLE ET DES SURFACES AMENAGEES ENTRE 2015 ET 2020 (SOURCE : GPMNSN)

	Surface en 2015	Objectif/projection du projet stratégique 2015-2020	Surface en 2020
Espaces à vocation naturelle	1 055 ha	1 055 ha	1 055 ha
Espaces aménagés	1 350 ha	1 485 ha	1 368 ha

Les surfaces d'espaces à vocation naturelle n'ont pas évolué depuis 2015, aucun changement d'occupation du sol n'a été effectué, ce qui correspond à l'objectif fixé.

Environ 18 ha sont en cours d'aménagement sur le site du Carnet, l'objectif fixé de 1 485 ha n'a pas été dépassé durant le projet stratégique 2015-2020.

La circonscription s'étend sur les collectivités suivantes :

- Communauté d'Agglomération de la Région Nazairienne et de l'Estuaire (CARENE) ;
- Nantes Métropole ;
- Communauté de communes du Sud-Estuaire ;
- Communauté de communes Estuaire et Sillon.

Ces collectivités ont évolué depuis le bilan environnemental du projet stratégique 2009-2013. En effet, les communautés de commune Cœur d'Estuaire et Loire et Sillon ont fusionné le 1^{er} janvier 2017 afin de créer la communauté de communes Estuaire et Sillon.

2.4 - La présentation du territoire et des zones de développement portuaire

2.4.1 - Les protections environnementales et les inventaires naturalistes dans la circonscription

Le tableau suivant récapitule les protections environnementales et les inventaires naturalistes présents au sein de la circonscription portuaire du GPMNSN et de son environnement proche.

L'estuaire de la Loire est un espace à la richesse faunistique et floristique remarquable qui présente une très grande diversité d'habitats pour les espèces, stratégiques au niveau local, départemental, régional, national, européen et international. Cet espace très fragilisé par l'artificialisation depuis le XIX^{ème} siècle est l'objet de toutes les attentions de la communauté estuarienne et concentre une multitude de dispositifs de protection, de gestion et d'inventaires.

TABEAU 3 : PROTECTIONS ENVIRONNEMENTALES ET INVENTAIRES NATURALISTES AU SEIN DE LA CIRCONSCRIPTION PORTUAIRE ET DE SON ENVIRONNEMENT PROCHE

Type de protection	Nom du site	Superficie
Natura 2000		
Zone Spéciale de Conservation (ZSC)	ZSC FR5200621 – Estuaire de la Loire	21 726 ha
	ZSC FR5200623 – Grande Brière et marais de Donges	16 842 ha
	ZSC FR5202011 - Estuaire de la Loire Nord	30 714 ha
	ZSC FR5202012 – Estuaire de la Loire Sud – Baie de Bourgneuf	49 441 ha
Zone de Protection Spéciale (ZPS)	ZPS FR5210103 – Estuaire de la Loire	20 162 ha
	ZPS FR5212008 – Grande Brière, marais de Donges et du Brivet	19 754 ha
	ZPS FR5212014 – Estuaire de la Loire – Baie de Bourgneuf	80 202 ha
Zone Naturelle d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF)		
ZNIEFF de type I	ZNIEFF 520014631 – Vasière de Méan	71 ha
	ZNIEFF 520006577 – Marais de Grande-Brière	10 582,21 ha* <i>*10 598,27 ha en 2015</i>
	ZNIEFF 520006589 – Vasières, îles et bordure du fleuve à l'aval de Paimboeuf	1 898,28 ha* <i>* 1 901,15 ha en 2015</i>
	ZNIEFF 520006590 – Zone entre Donges et Cordemais	2 229,35 ha* <i>*2 232,75 ha en 2015</i>

Type de protection	Nom du site	Superficie
	ZNIEFF 520006601 – Marais du Fresnier	642,72 ha* <i>*643,71 ha en 2015</i>
	ZNIEFF 520006596 – Marais de Vue	380,96 ha* <i>*381,55 ha en 2015</i>
	ZNIEFF 520015385 – Partie du remblai de Lavau-Donges-Est	244,31 ha* <i>*244,68 ha en 2015</i>
	ZNIEFF 520006598 – Arrière des marais de la Caudelais à l'étang Bernard	392,62 ha* <i>*393,23 ha en 2015</i>
	ZNIEFF 520006594 – Ile du Massereau, Belle-Ile, Nouvelle, île Maréchale, île Sardine, île du Carnet	1 940,1 ha* <i>*1943,09 ha en 2015</i>
	ZNIEFF 520016273 – Combles de l'église de Cordemais	0,01 ha* <i>*1,34 ha en 2015</i>
	ZNIEFF 520616252 – Marais et lac de Beaulieu	80,36 ha* <i>*80,49 ha en 2015</i>
	ZNIEFF 520006646 – Coteaux boisés à exposition nord à Saint-Jean-de-Boiseau et La Montagne	49,91 ha* <i>*49,93 ha en 2015</i>
	ZNIEFF 520006597 – Zone de Cordemais à Couëron	1 973,83 ha* <i>*1 976,89 ha en 2015</i>
	ZNIEFF 520013068 – Prairies de Saint-Jean-de-Boiseau à Bouguenais	597,86 ha* <i>*598,79 ha en 2015</i>
	ZNIEFF 520007297 – Zones résiduelles de la Baule à Saint-Nazaire	197,99 ha* <i>*198,29 ha</i>
	ZNIEFF 520007296 – Zone dunaire de Saint-Brévin	88,91 ha* <i>*89,04 ha</i>
ZNIEFF de type II	ZNIEFF 520616267 – Vallée de la Loire à l'aval de Nantes	21 455,28 ha* <i>*21 470,9 ha en 2015</i>
	ZNIEFF 520006578 – Marais de Grande Brière, de Donges et du Brivet	21 054,32 ha* <i>*21 084,69 ha en 2015</i>
	ZNIEFF 520006624 – Pentecotes des coteaux et vallons boisés au long du Sillon de Bretagne	715,91 ha

Type de protection	Nom du site	Superficie
Parc Naturel Régional		
PNR	PNR de Brière	54 880 ha* *48 857 ha en 2015
Arrêté de Protection de Biotope (APB)		
APB	APB FR3800509 - Marais de Liberge	25 ha* *24,5 ha en 2015
	APB FR3800603 – Stations d'Angélique des Estuaires des berges de la Loire	7 ha
	APB FR3801002 – Site du Carnet* *Arrêté signé le 8 avril 2019	2 836 ha
Site du Conservatoire du Littoral		
Sites du Conservatoire du Littoral	Les terres rouges (Préfailles, Saint-Michel-Chef-Chef)	18,65 ha* *18,3 ha en 2015
	Estuaire de la Loire (Bouée Cordemais, Frossay, Le Pellerin)	2 492 ha* *2 425 ha en 2015
	La pierre Attelée (Saint-Brévin-les-Pins)	41,69 ha
Site RAMSAR		
RAMSAR	FR7200013 – Marais de Grande-Brière et du Brivet	17 326 ha* *17 353 ha en 2015
	Site classé	
SITE CLASSÉ	L'estuaire de la Loire (44 SC 53)	6 765,26 ha

L'estuaire de la Loire présente un capital culturel et naturel de grande notoriété et des sensibilités paysagères et écologiques reconnues, aujourd'hui prises en compte par de multiples dispositions et protections.

La Loire et son estuaire constituent une immense mosaïque de milieux, associés à des usages très variés, qui accueillent une flore et une faune sauvage très diversifiées.

La Basse-Loire estuarienne constitue un complexe de milieux et de fonctions écologiques associées, participant à un vaste réseau local, régional et européen de zones interdépendantes et complémentaires, spécialement pour les poissons et les oiseaux. Des aménagements de l'estuaire de la Loire au XX^{ème} siècle se sont traduits par une modification de la propagation de la marée et par une augmentation du volume du bouchon vaseux, qui peuvent être considérés comme stabilisés en ce début de XXI^{ème} siècle.

Néanmoins, il faut désormais intégrer le changement climato-océanique en cours et les bouleversements écogéomorphologiques potentiels associés, intégrant l'élévation du niveau marin, la diminution des apports fluviaux et leurs conséquences sur la modification des milieux et des usages qui leur sont liés.

2.4.2 - Les zones d'aménagements portuaires

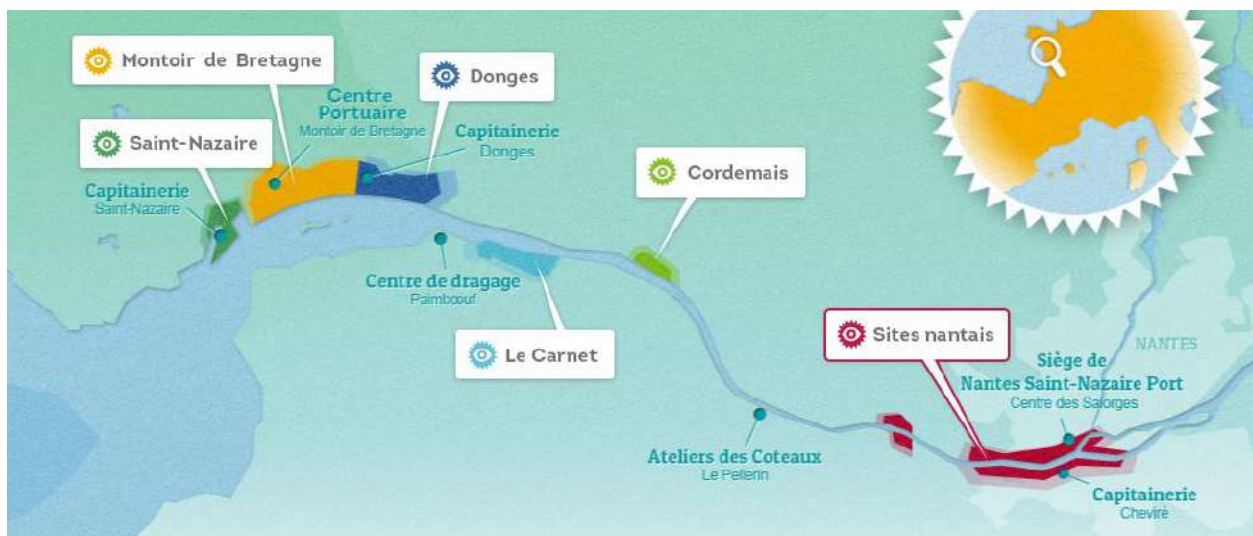


FIGURE 5 : LES ZONES D'AMENAGEMENTS PORTUAIRES DE L'ESTUAIRE DE LA LOIRE (SOURCE : GPMNSN)

L'aménagement n'est pas continu sur l'estuaire de la Loire. Entre Nantes et Saint-Nazaire, les principales zones de développement portuaire sont :

- Saint-Nazaire : avec environ 454 000 tonnes de trafic en 2019, cette zone est destinée à l'agro-alimentaire, aux colis lourds et conventionnels et à la construction et à la réparation navale dans quatre formes ;
- Montoir-de-Bretagne : plate-forme logistique et industrielle multi-trafics avec plus de 15 millions de tonnes de marchandises qui ont transité par ce site en 2019 ;
- Donges : site d'alimentation de la deuxième raffinerie française du groupe Total avec une capacité annuelle de traitement de 11 millions de tonnes de pétrole brut. Le trafic 2019 a dépassé les 13 millions de tonnes ;
- Paimboeuf : site historique du port accueillant le centre d'exploitation des dragages et des hangars pour l'activité de maintenance ;
- Le Carnet : site disposant d'un potentiel de 110 ha, positionné sur la recherche et le développement de filières écotechnologiques en lien avec le trafic fluvio-maritime ;
- Cordemais : lieu de production d'énergie électrique à partir principalement de charbon, il représente 25% de la consommation électrique des Pays de la Loire ;
- Le Pellerin : dock flottant de 5 000 m² avec ateliers de maintenance et de réparation ;
- Sites amont : Cheviré, Roche Maurice et les autres sites amont autour de Nantes traitent des trafics variés (sable de mer, céréales, ferraille, engrais, produits raffinés, bois, produits chimiques, etc.) qui représentent près de 2 millions de tonnes en 2019.

2.4.3 - Les documents de planification et d'urbanisme et leur évolution

2.4.3.1 - La Directive Territoriale d'Aménagement (DTA) de l'estuaire de la Loire

La DTA de l'estuaire de la Loire, approuvée le 17 juillet 2006, définit les orientations fondamentales de l'État en matière d'aménagement et d'équilibre entre les perspectives de développement, de protection et de mise en valeur des territoires. La DTA définit trois objectifs :

- affirmer le rôle de Nantes Saint-Nazaire comme métropole de taille européenne au bénéfice du grand Ouest ;
- assurer le développement durable de tous les territoires de l'estuaire ;
- protéger et valoriser un environnement et un cadre de vie remarquables.

Elle définit également quatre orientations :

- orientations relatives à l'équilibre entre le développement, la protection et la mise en valeur du bipôle de Nantes Saint-Nazaire ;
- orientation relative au développement équilibré de l'ensemble des composantes territoriales de l'estuaire ;
- orientation relative à la protection et à la valorisation des espaces naturels, des sites et des paysages ;
- modalités d'application de la loi « Littoral ».

Son abrogation est à l'étude.

2.4.3.2 - Le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) Pays de la Loire

Élaboré par la Région, le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) définit en particulier :

- les **objectifs** de la Région à **moyen et long termes** en matière d'équilibre et d'égalité des territoires, d'implantation des différentes infrastructures d'intérêt régional, de désenclavement des territoires ruraux, d'habitat, de gestion économe de l'espace, d'intermodalité et de développement des transports, de maîtrise et de valorisation de l'énergie, de lutte contre le changement climatique, d'air, de protection et de restauration de la biodiversité, de prévention et de gestion des déchets ;
- les **règles générales** prévues par la Région pour contribuer à atteindre ces objectifs.

Il intègre plusieurs schémas régionaux thématiques préexistants : Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE), Schéma Régional de l'Air, de l'Énergie et du Climat (SRCAE), etc.

Le SRADDET doit viser notamment à une plus grande égalité des territoires et à assurer les conditions d'une planification durable du territoire, prenant en compte à la fois les besoins de tous les habitants et les ressources du territoire, et conjuguant les dimensions sociales, économiques et environnementales (dont la gestion économe de l'espace).

Il s'impose (entre autres) à plusieurs autres documents de planification : Plans de Déplacements Urbains (PDU), Plans Climat Air Énergie Territoriaux (PCAET), chartes de Parcs Naturels Régionaux (PNR), Schémas de Cohérence Territoriale (SCoT), etc.

En Pays de la Loire, le SRADDET devrait être adopté courant 2021. Il intégrera un volet ligérien et littoral traitant notamment des sujets portuaires (fret maritime, fret fluvial, intermodalité, ...).

2.4.3.3 - Les Schémas de Cohérence Territoriale (SCoT)

La circonscription du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire recoupe le périmètre de deux SCoT :

- le SCoT de la Métropole Nantes Saint-Nazaire, approuvé le 26 mars 2007 et révisé le 19 décembre 2016 ;
- le SCoT du Pays de Retz, approuvé le 28 juin 2013 et ayant fait l'objet d'une modification le 19 mars 2018.

2.4.4 - Les documents de gestion des eaux et de planification du milieu marin et leur évolution

2.4.4.1 - Le Plan Loire Grandeur Nature (PLGN)

Le Plan Loire Grandeur Nature (PLGN) a démarré en janvier 1994 (premier Plan Loire de 1994 à 1999). Il a pour objet d'évoquer et de mettre en place une série de mesures de gestion, de conservation et de valorisation sur le fleuve et son lit majeur. C'est un outil qui existe à l'échelle du bassin de la Loire. Il fait donc appel au partenariat entre les différentes régions administratives concernées et l'État.

Le plan Loire IV, pour la période 2014-2020, s'inscrit à la fois dans la continuité des plans précédents (2000-2006 et 2007-2013) et dans une stratégie de long terme définie à l'horizon 2035. Le Plan Loire IV repose sur quatre enjeux : trois enjeux thématiques (inondation, milieux naturels aquatiques et patrimoine), et un enjeu transversal, la valorisation et le développement de la connaissance, qui les alimentera.

Cette stratégie reprend des dispositions existantes dans des politiques appliquées sur le bassin Loire-Bretagne. Elles revêtent une importance particulière sur le bassin de la Loire et nécessitent une coordination de bassin et des moyens financiers adéquats (financements régional, national et européen) afin d'atteindre les résultats.

Ainsi, le Plan Loire est l'un des outils de mise en œuvre des politiques publiques sur le bassin de la Loire, avec par exemple la politique relative aux poissons grands migrateurs définie dans le Plan de Gestion des Poissons Migrateurs (PLAGEPOMI), ou le SDAGE à travers la préservation des zones humides alluviales, etc.

La stratégie Plan Loire 2014-2020 a été validée le 30 septembre 2014 en comité stratégique du Plan Loire, rassemblant l'État, l'agence de l'eau Loire-Bretagne et les neuf conseils régionaux du bassin, le 5 décembre 2014 en commission administrative de bassin, et le 11 décembre 2014 lors du comité de bassin Loire-Bretagne.

2.4.4.2 - Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) Loire Bretagne

La circonscription du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire est incluse dans le périmètre d'actions du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du bassin Loire-Bretagne, qui constitue le cadre réglementaire de la gestion des milieux aquatiques.

Le SDAGE est l'outil principal de mise en œuvre de la directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau dite Directive Cadre sur l'Eau (DCE), transposée en droit interne par la loi n°2004-338 du 21 avril 2004. À l'échelle nationale, chaque bassin hydrographique est doté d'un SDAGE.

L'arrêté du préfet coordonnateur de bassin a approuvé le SDAGE et arrêté le programme de mesures en date du 18 novembre 2015.

Le SDAGE Loire-Bretagne 2016-2021 s'appuie sur 14 orientations fondamentales :

- repenser les aménagements des cours d'eau ;
- réduire la pollution par les nitrates ;
- réduire la pollution organique et bactériologique ;
- maîtriser la pollution par les pesticides ;
- maîtriser les pollutions dues aux substances dangereuses ;
- protéger la santé en protégeant la ressource en eau ;
- maîtriser les prélèvements d'eau ;
- préserver les zones humides ;
- préserver la biodiversité aquatique ;
- préserver le littoral ;
- préserver les têtes de bassin versant ;
- faciliter la gouvernance et renforcer la cohérence des territoires et des politiques publiques ;
- mettre en place des outils réglementaires et financiers ;
- informer, sensibiliser, favoriser les échanges.

De plus, il présente des enjeux transversaux :

- articulation avec le Plan de Gestion des Risques d'Inondation (PGRI) ;
- articulation avec les trois Plans d'Action pour le Milieu Marin (PAMM), le bassin Loire-Bretagne étant concerné par les sous-régions marines Manche-mer, mers celtiques et golfe de Gascogne ;
- adaptation au changement climatique : priorité aux économies d'eau, à la prévention des pénuries, à la réduction des pertes sur les réseaux, à tout ce qui peut renforcer la résilience des milieux aquatiques et aux approches locales.

2.4.4.3 - Le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) Estuaire de la Loire

La circonscription du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire est incluse dans le périmètre d'actions du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) Estuaire de la Loire. Il a été approuvé par arrêté préfectoral le 9 septembre 2009.

La maîtrise d'ouvrage de l'élaboration du SAGE est assurée par le GIP Estuaire de la Loire, créé en 1998.

Les principaux objectifs cités dans le Plan d'Aménagement et de Gestion Durable (PAGD) sont, par ordre d'importance :

- la cohérence et l'organisation : coordonner les acteurs et les projets, dégager les moyens correspondants, faire prendre conscience des enjeux ;
- la qualité des milieux : atteindre le bon état, reconquérir la biodiversité, trouver un équilibre pour l'estuaire ;
- la qualité des eaux : satisfaire les usages (baignade, conchyliculture, etc.), atteindre le bon état, améliorer les connaissances ;
- les inondations : mieux connaître l'aléa, réduire la vulnérabilité ;
- la gestion quantitative et l'alimentation en eau : maîtriser les besoins et sécuriser les approvisionnements.

2.4.4.4 - Le Document Stratégique de Façade Nord-Atlantique – Manche Ouest (DSF NAMO)

La France s'est engagée dans une politique maritime prenant en compte la préservation du milieu marin, le développement économique des activités maritimes et littorales, et favorisant la gestion intégrée entre la terre et la mer.

Au niveau national, la stratégie nationale de la mer et des littoraux de 2017 fixe quatre objectifs fondamentaux :

- la transition écologique ;
- le développement d'une économie bleue durable ;
- le bon état écologique du milieu ;
- l'ambition d'une France influente en tant que nation maritime.

Au niveau façade maritime, le document stratégique de façade décline la stratégie nationale et traduit de manière concrète la directive cadre européenne sur le bon état écologique des milieux marins de 2008, et celle sur la planification des activités en mer et sur le littoral de 2014. Ces deux directives, complémentaires, ont pour but que la mer demeure saine, propre et productive, tout en planifiant les activités qui s'y déroulent.

Les préfets coordonnateurs de la façade Nord-Atlantique – Manche Ouest (NAMO) ont adopté, le 24 septembre 2019, la stratégie de façade maritime NAMO, première partie du document stratégique de façade, comprenant un état des lieux de la façade, une vision pour 2030, des objectifs stratégiques à atteindre et une carte des zones dans lesquels ils s'appliqueront.

15 objectifs stratégiques environnementaux et 15 objectifs socio-économiques ont été définis sur le territoire NAMO. Le plan d'actions, en élaboration, sera adopté d'ici au 31 décembre 2021.

2.4.4.5 - Le Plan d'Action pour le Milieu Marin (PAMM) en Golfe de Gascogne

Dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM) qui impose de réaliser ou de maintenir un bon état écologique du milieu au plus tard en 2020, et conformément aux dispositions de l'article L.219-9 du Code de l'Environnement, l'autorité administrative pour chaque sous-région marine doit élaborer et mettre en œuvre un Plan d'Action pour le Milieu Marin (PAMM).

Selon ces termes, ce plan d'action comporte cinq éléments :

- une évaluation initiale des eaux marines ;
- la définition du bon état écologique des milieux marins ;

- la définition d'objectifs environnementaux et d'indicateurs associés en vue de parvenir au bon état écologique ;
- un programme de surveillance de l'état des eaux marines ;
- un programme de mesures pour atteindre ou maintenir un bon état écologique des eaux marines.

La circonscription du GPMNSN est incluse dans le périmètre d'actions du PAMM Golfe de Gascogne.

Les trois premiers éléments du PAMM ont été notifiés, pour chaque sous-région marine, à la commission européenne en décembre 2012. Le programme de surveillance a été approuvé pour les sous-régions marines Golfe de Gascogne et Mers Celtiques en avril 2014. Enfin, le programme de mesures a été approuvé en avril 2016.

2.4.5 - La gestion des risques technologiques et naturels

2.4.5.1 - Les plans de prévention des risques technologiques

Le Port de Nantes Saint-Nazaire est concerné par deux Plans de Prévention des Risques Technologiques (PPRT) :

- le PPRT de Donges, généré par la raffinerie Total, AntarGaz et Société Française Donges-Metz ;
- le PPRT de Montoir généré par l'usine Yara et le terminal méthanier Elengy.

La finalité du PPRT est de protéger les personnes par la maîtrise de l'urbanisation future et par l'action sur l'urbanisation existante autour des installations classées Seveso. Cependant, la mise en œuvre de ces mesures, notamment des mesures foncières, peut s'avérer compliquée, coûteuse et pénalisante dans les zones d'activités portuaires où le foncier disponible est limité

Le PPRT de Donges, généré essentiellement par la raffinerie Total (risques thermiques, toxiques et surpression) a été validé le 21 février 2014, après quatre années d'élaboration. Ce PPRT a généré beaucoup d'opposition de la part de riverains au regard de la proximité du bourg de Donges (prise en charge des coûts des travaux de mise en sécurité des habitations, dévalorisation des biens, prise de conscience et acceptation du risque).

Les possibilités de développement des activités industrielles et portuaires sont préservées grâce aux mesures de réduction du risque à la source prises par Total et à la prise en compte des remarques par l'administration dans les zones impactant le GPM.

La synthèse cartographique des contraintes du PPRT de Donges est présentée sur la cartographie suivante.

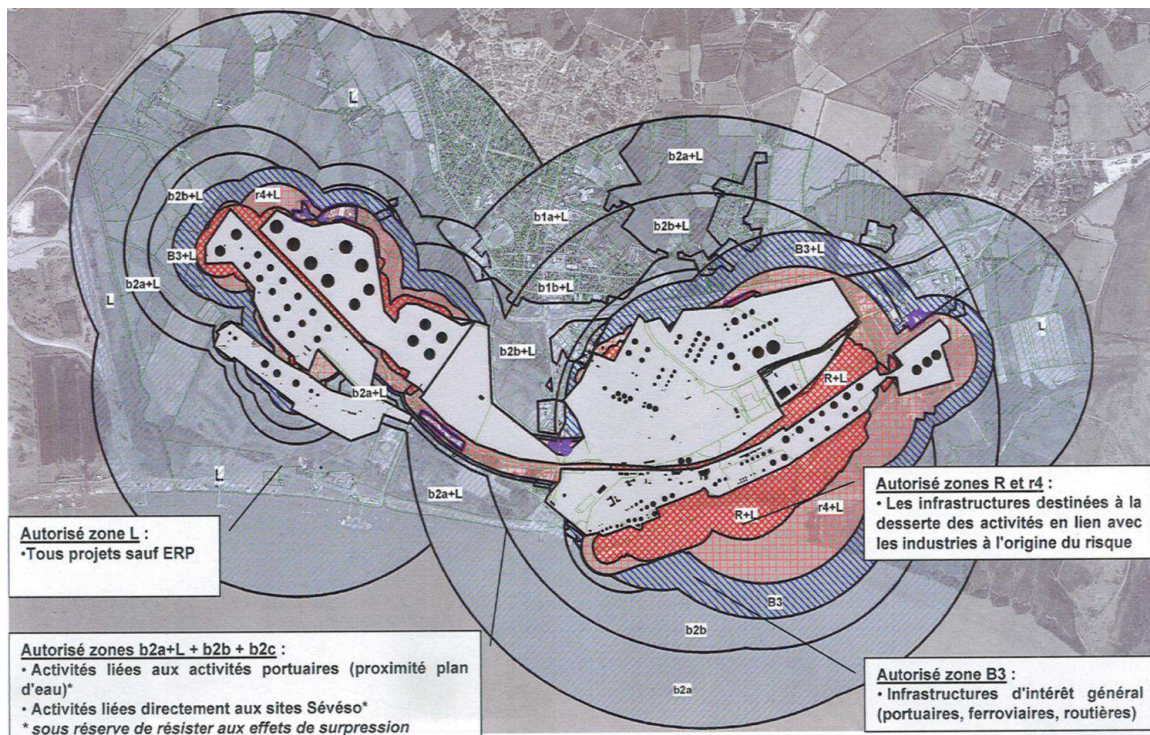


FIGURE 6 : CONTRAINTES DU PPRT DE DONGES

Le PPRT de Montoir a été validé le 30 septembre 2015 après cinq années d'élaboration. La zone portuaire est fortement impactée par les zones d'aléas de Yara (toxique) et Elengy (thermique). Par rapport à la première version du PPRT qui aurait gelé un foncier portuaire important, la parution de la circulaire "plates-formes" du 25 juin 2013¹ a permis d'assouplir les contraintes d'aménagement dans les zones d'expropriation et de délaissement, les plus dangereuses, sous réserve de mettre en place une culture commune des risques.

¹ qui définit une liste de plateformes industrielles à l'échelle desquelles peuvent être élaborés, de façon groupée, les plans de prévention des risques technologiques, moyennant des garanties des différents industriels de la plateforme quant à leur coopération dans la prévention et la gestion des risques d'accident industriel. Une vingtaine de plateformes, au sein desquelles figurent des établissements soumis à la directive « Seveso » et des activités connexes à ceux-ci, bénéficient de cette adaptation.

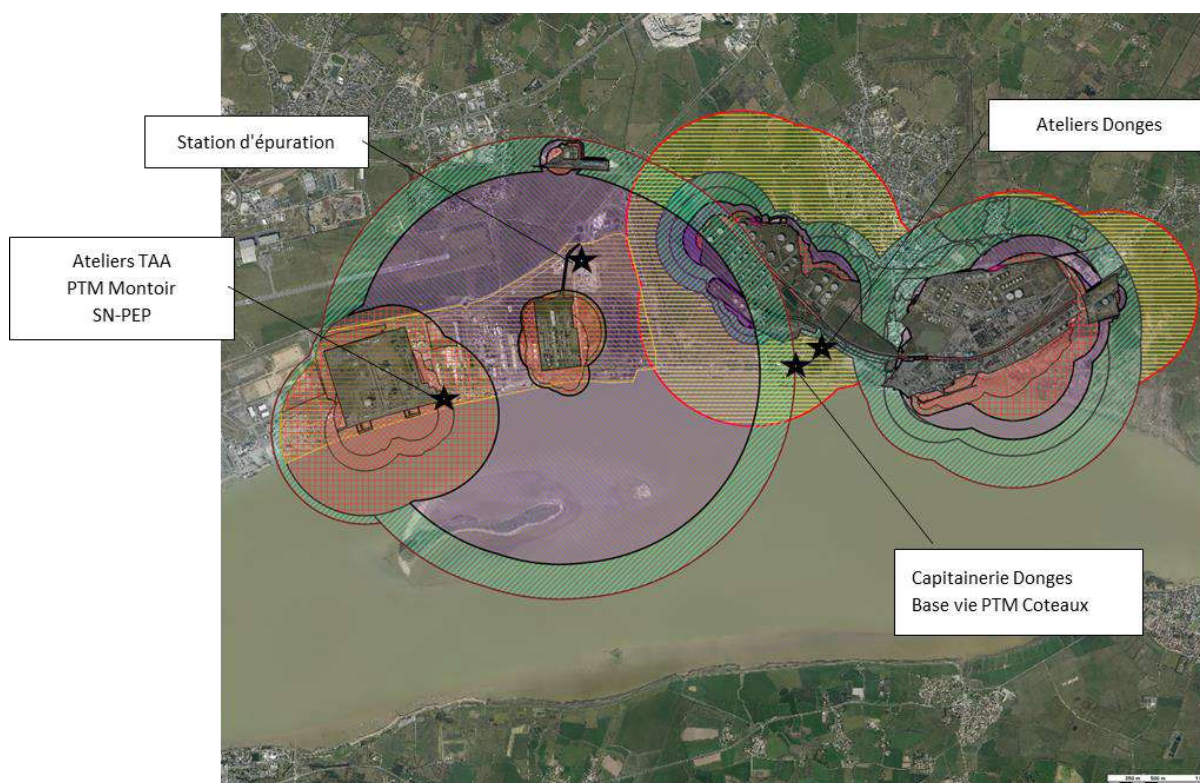


FIGURE 7 : CONTRAINTES DU PPRT DE MONTOIR

2.4.5.2 - La gestion des risques littoraux (inondation et submersion)

Sur le territoire concernant directement le GPMNSN, les inondations sont directement liées aux crues de la Loire sous l'influence du bassin ligérien ou aux submersions marines pouvant être liées aux marées à fort coefficient, aux tempêtes ou à d'autres phénomènes météorologiques (forts vents de sud-ouest, dépression...) pouvant entraîner une surcote importante dans l'estuaire.

Les événements en référence sont la crue de 1910 (rupture de la levée de la Divatte) et la tempête Xynthia (février-mars 2010). Le phénomène touche le littoral et les zones d'expansion de crues de la Loire à l'aval de l'estuaire.

Certains événements récents montrent que le risque inondation est toujours présent dans l'agglomération nantaise. Toutefois, au cours du XX^{ème} siècle, des modifications sensibles du lit du fleuve, essentiellement d'origine anthropique, ont permis d'abaisser notablement la ligne d'eau. Ainsi, pour des crues relativement identiques en débit en 1910 et 1982, les niveaux atteints à Nantes par cette dernière ont été inférieurs de 1,90 m à ceux atteints en 1910 et le fleuve s'est écoulé entre les rives sans dommage. Il demeure toutefois des sites non protégés sensibles aux crues tels que Port Lavigne à Bouguenais, Port Launay à Couëron.

Outils de planification et de gestion du risque

La directive 2007/60/CE du 23 octobre 2007 relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation, dite Directive inondation (DI), encadre la gestion des risques d'inondations. Sa mise en œuvre est déclinée en plusieurs étapes depuis 2011, avec notamment la définition des Territoires à risque important d'inondation (TRI) et l'élaboration de Stratégies locales de gestion du risque d'inondation (SLGRI).

Le territoire du GPMNSN est concerné par deux TRI : Nantes et Saint-Nazaire - Presqu'île de Guérande. Ces TRI disposent chacun d'une SLGRI déclinée au travers de programmes d'actions et de prévention des inondations (PAPI) portés par les collectivités compétentes.

Outils réglementaires et de prévention du risque

Les conséquences dramatiques de la tempête Xynthia qui a affecté une partie importante de la façade atlantique, le 28 février 2010, ont conduit les pouvoirs publics à prendre diverses mesures destinées à compléter celles existantes en matière de prévention des risques de submersion marine. Le Plan des Submersions Rapides (PSR), validé par le Premier Ministre le 17 février 2011, vise en priorité la sécurité des personnes et comprend des mesures de prévention, de prévision, de protection et de sauvegarde des populations. Les Plans de Prévention des Risques Littoraux (PPRL, submersions marines et estuariennes, érosion, ...) constituent un des outils prioritaires de cette politique.

Le territoire est pourvu de deux outils réglementaires, les **Plans de prévention des risques (PPR) inondation (PPRI) et littoral (PPRL)** qui correspondent à la traduction des cartographies d'aléas en zonages réglementaires :

- le **PPRI Loire aval** dans l'agglomération nantaise qui a été approuvé par arrêté du Préfet en date du 31 mars 2014. Il concerne dix communes : Bouguenais, Couëron, Indre, La Montagne, Le Pellerin, Nantes, Rezé, Saint-Herblain, Saint-Jean-de-Boiseau et Saint-Sébastien-sur-Loire ;
- le **PPR Littoral** Presqu'île Guérandaise- Saint-Nazaire, approuvé par un arrêté préfectoral du 13 juillet 2016.

Sur certains secteurs du territoire, la connaissance de l'aléa inondation est à affiner, notamment sur la Loire estuarienne, en lien avec le changement climatique et l'élévation du niveau de la mer. Une étude est en cours sur l'estuaire, entre Saint-Nazaire et Le Pellerin, sous le pilotage de la DDTM. Dans l'attente des résultats de l'étude de modélisation sur ce secteur de l'estuaire, les documents d'urbanisme sont tenus d'intégrer le risque inondation, et notamment de submersion tenant compte de l'élévation du niveau de la mer à court et long terme, en vertu du PGRI Loire Bretagne. Le PLUi de la CARENE, approuvé le 4 février 2020 lors du conseil Communautaire, a ainsi intégré une cartographie des zones inondables sur l'estuaire tenant compte de l'élévation du niveau de la mer à partir d'une approche topographique. La prise en compte des spécificités de la zone industrialo-portuaire fait l'objet d'un zonage particulier, conformément aux dispositions 1-1, 1-2 et 2-1 du PGRI.

En ce qui concerne le **PPRI Loire aval**, le GPMNSN est plus particulièrement concerné sur le secteur de la zone portuaire de Cheviré. Elle est en effet intégrée au périmètre d'expansion des crues. Toutefois, pour tenir compte de la spécificité de l'activité portuaire, et en cohérence avec le SDAGE Loire Bretagne qui rend possibles les remblais justifiés par le développement des installations directement liées aux activités portuaires, la zone de développement inscrite au plan local d'urbanisme de Bouguenais sur le site de Cheviré a été maintenue et considérée en tant que telle dans la définition du dispositif réglementaire.

Le **PPRL presqu'île guérandaise – Saint-Nazaire** n'a qu'un impact très limité sur le périmètre d'étude car seul un secteur à l'ouest du bassin de Penhoët, à Saint-Nazaire, est concerné par des contraintes constructives.

2.5 - Les partenariats avec le territoire

Le Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire évolue dans un écosystème complexe. Au-delà des instances de gouvernance (évoquées ci-après), qui intègrent une large représentation des parties intéressées, il maintient et nourrit un important dialogue, notamment avec les associations environnementales et la communauté scientifique. Ces temps d'échange permettent de partager les différentes problématiques du territoire estuarien, d'expliquer les démarches et de trouver des terrains de convergence.

2.5.1 - Connaissance

Dragage et environnement : Le Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire anime le Groupe national d'Étude et d'Observation sur le Dragage et l'Environnement (GEODE). Ce groupe porte son expertise sur la gestion environnementale des dragages des accès maritimes aux ports des côtes de France, qu'ils soient de commerce, de pêche, de plaisance ou militaires.

Milieux estuariens : En 2006, l'ensemble des acteurs, État, collectivités, Grand Port Maritime ont confié au GIP Loire Estuaire la mission d'élaborer un programme d'actions permettant de retrouver le fonctionnement du fleuve. La quatrième phase du plan est entrée en vigueur en 2014 pour une période de six ans. Il s'articule autour de quatre grands axes :

- réduire les conséquences négatives des inondations ;
- retrouver un fonctionnement plus naturel des milieux aquatiques ;
- développer, valoriser et partager la connaissance sur le bassin ;
- mettre en valeur les atouts du patrimoine.

Le port est membre fondateur du GIP Loire Estuaire qui est présidé par le vice-président du Conseil départemental de Loire-Atlantique.

Le GPMNSN est un partenaire privilégié dans les discussions autour de l'évolution et de l'extension du réseau de mesures en continu, ses installations accueillant une partie des stations existantes et devant servir de support à la future station de Montoir.

Le GPMNSN et la CARENE ont confié au GIP LE une étude sur les vasières de l'estuaire permettant de définir leur typologie, de caractériser leurs rôles mécanique, sédimentaire, écologique, et de créer une grille d'analyse permettant de hiérarchiser ces vasières au regard des enjeux identifiés. Cette étude a été engagée dans la perspective d'un aménagement de la vasière de Méan afin d'objectiver sa valeur.

Enfin, le GPMNSN participe au Conseil Scientifique de l'Estuaire de la Loire (CSEL). En 2018, le CSEL a notamment examiné : le projet de rééquilibrage du lit de la Loire en amont de Nantes, conduit par Voies Navigables de France, la stratégie de gestion des espaces naturels par le port, l'impact des aménagements anthropiques sur les estuaires et l'effet du changement climatique.

2.5.2 - Développement

En tant qu'outil industriel de développement économique et aménageur, le Grand Port Maritime (GPM) de Nantes Saint-Nazaire entretient des relations étroites avec les acteurs du territoire. Il s'engage activement aux côtés de l'État, des collectivités territoriales et de la Chambre de Commerce et d'Industrie, notamment en faveur du projet de territoire lié au développement de la filière des énergies marines renouvelables. Il participe chaque année à Seanergy, le salon de référence de la filière de l'éolien offshore en France, sous le pavillon régional des Pays de la Loire, ainsi qu'à l'événement FWP, Floating Wind Power, porté par les régions Bretagne et Pays de la Loire.

Le GPM a également contribué à la préparation du Contrat de Projets État-Région (CPER) 2015-2020 et a été associé aux travaux liés aux Plans de Prévention des Risques Technologiques (PPRT) de Donges et de Montoir-de-Bretagne. Les enjeux de ces plans de prévention concernent la nécessaire sécurité des biens et des personnes.

Le Président du Directoire du Grand Port Maritime et le Président de Saint-Nazaire Agglomération - Carene ont signé le 9 novembre 2018 une charte *Port et Territoire* qui vise à construire, ensemble, des projets d'avenir pour valoriser l'interface des espaces portuaires en les sécurisant et en les ouvrant sans obérer l'activité industrialo-portuaire.

En 2014, Nantes Saint-Nazaire Port et Saint-Nazaire Agglomération ont lancé l'étude d'un projet d'écologie industrielle auprès des entreprises de la zone portuaire de Donges, Montoir de Bretagne et Saint-Nazaire. L'écologie industrielle territoriale (EIT) vise à optimiser les cycles de matières et d'énergie en créant des synergies entre industriels. Avec le soutien financier de l'ADEME et du Département de Loire-Atlantique, en partenariat avec la Région Pays de la Loire, le GPM et Saint-Nazaire Agglomération ont recruté, en 2018, un chargé de mission qui anime et met en œuvre un plan d'actions avec une trentaine d'entreprises du complexe industrialo-portuaire. L'énergie, la mobilité, l'économie circulaire, les nouveaux modèles d'affaires portuaires et la réduction des GES sont au cœur de l'EIT.

Depuis septembre 2018, la promotion de la place portuaire de Nantes Saint-Nazaire est portée par le collectif BE MY PORT, créé sous l'impulsion de Nantes Saint-Nazaire Port, de l'Union Maritime Nantes Ports, de la Chambre de Commerce et d'Industrie de Nantes Saint-Nazaire, de la Région des Pays de la Loire, du Département de Loire-Atlantique, de Nantes Métropole et de Saint-Nazaire Agglomération. L'animation de cette démarche volontariste de développement de l'attractivité portuaire de Nantes Saint-Nazaire a été confiée au Pôle Achats Supply Chain Atlantique (PASCA). Il s'agit de renforcer la visibilité du port auprès des entreprises du Grand Ouest et de développer de nouveaux trafics autour des filières prioritaires du territoire.

Il est à noter qu'un pacte pour la transition écologique et industrielle de la centrale de Cordemais et de l'estuaire de la Loire a été signé le 17 janvier 2020 entre les différentes parties intéressées, dont le Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire. En effet, dans le cadre de sa politique de transition énergétique, le Gouvernement a pris la décision de procéder, d'ici 2020, à l'arrêt de la production d'électricité des quatre dernières centrales électriques fonctionnant au charbon, en service sur le sol métropolitain (Cordemais, Le Havre, Gardanne et Saint-Avold).

Ce pacte affirme, à l'issue d'un travail de concertation approfondi, une volonté commune à l'ensemble des acteurs du territoire de faire de l'estuaire de la Loire un territoire d'excellence pour la transition énergétique et écologique, ancrée sur trois piliers :

- le développement du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire afin d'accueillir à court terme de nouveaux trafics, et de se positionner dès maintenant sur les filières d'avenir et à haut potentiel destinées à prendre à terme le relais des énergies fossiles ;
- l'innovation et l'amplification des dynamiques de transition énergétique et écologique déjà à l'œuvre sur le territoire, à l'initiative notamment des collectivités territoriales, créatrices d'emploi et de valeur ajoutée ;
- l'amélioration des mobilités afin de répondre aux enjeux de desserte du territoire et de réduction des gaz à effet de serre.

2.5.3 - Gouvernance

Le Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire est membre de la Conférence Permanente Loire qui se réunit chaque mois pour suivre l'engagement des actions issues du débat citoyen « Nantes, la Loire et nous », organisé par Nantes Métropole en 2015. Constituée de 20 membres, la Conférence regroupe des élus métropolitains, des représentants de la commission débat, du comité citoyen et des acteurs représentants des associations, collectivités et entreprises, parmi lesquelles le Grand Port Maritime. Le 6 novembre 2019, elle a rendu le dernier rapport annuel de son mandat. En cinq ans, se sont tenus, dans ce cadre, plus de 140 événements (séances de travail mensuelles, réunions publiques, réunions techniques...).

Le Grand Port Maritime est membre du Conseil d'Administration du Pôle Mer Bretagne Atlantique (PMBA). Il met à disposition une personne à temps partiel pour renforcer l'équipe d'animation du domaine d'action stratégique « Ports, infrastructures et transports maritimes » du PMBA. Plusieurs projets d'études ont été labellisés en 2019 : le projet Estuaire dédié au développement de smart grids (réseaux intelligents d'électricité) industrielles et portuaires, le projet Piaquo sur l'impact du bruit du trafic maritime sur les écosystèmes marins et le projet Dikwe dédié à un système de digue modulaire assurant la protection du littoral tout en produisant de l'électricité.

Le GPM est également membre de la commission permanente du conseil maritime de façade Nord Atlantique Manche Ouest coprésidé par le préfet maritime de l'Atlantique et le préfet de région Pays de la Loire qui traite des tous les sujets de politique maritime intégrée (préservation du milieu marin, développement de l'économie bleue, gestion des conflits d'usage, planification spatiale maritime). Le Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire a ainsi participé à l'élaboration de la Stratégie Maritime de Façade (SMF), déclinaison de la stratégie nationale pour la mer et le littoral et de deux directives européennes visant la reconquête du bon état écologique du milieu marin et la planification des usages et des activités en mer.

En matière de gouvernance des politiques de l'eau, le GPM est membre du comité de bassin Loire Bretagne qui œuvre à l'animation et à la révision du Schéma directeur de la gestion de l'eau Loire Bretagne.

Le Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire siège également au bureau de la Commission Locale de l'Eau (CLE) du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) de l'estuaire de la Loire. Le port a contribué à la révision du SAGE.

En 2018, le GPM, la Direction Régionale des Douanes et Droits Indirects des Pays de la Loire et l'Union Maritime Nantes Ports ont choisi d'accompagner WWF dans sa démarche de sensibilisation des entreprises au commerce illégal des espèces de faune et de flore sauvages.

Depuis plusieurs années, un dialogue régulier s'est instauré avec les associations environnementales, tout particulièrement Bretagne Vivante, France Nature Environnement, la Ligue de Protection des Oiseaux, SOS Loire Estuaire et Estuaires Loire et Vilaine. Ces temps d'échanges permettent de partager les différentes problématiques du territoire estuarien, d'expliquer les démarches et de trouver des terrains de convergence. Certaines rencontres sont plus particulièrement consacrées aux projets portuaires.

3 - LA POLITIQUE D'AMENAGEMENT ET DE DEVELOPPEMENT DURABLES DU GRAND PORT MARITIME DE NANTES SAINT-NAZAIRE : VOLET 4° DU PROJET STRATEGIQUE 2015-2020

3.1 - Le plan d'actions du projet stratégique 2015-2020 et son état d'avancement

Le tableau suivant récapitule les 3 axes et les 8 objectifs du projet stratégique 2015-2020.

TABLEAU 4 : AXES ET OBJECTIFS DU PROJET STRATEGIQUE 2015-2020

Axes	Objectifs	Numéros d'actions
Être au cœur des filières actuelles et émergentes	Anticiper les évolutions de l'économie du Grand Ouest	Actions n°1 et 2
	Augmenter la valeur du Grand Port Maritime	Actions n°3 à 6
	Développer les services logistiques autour des marchandises diverses	Actions n°7 à 9
Garantir la performance de l'outil industriel portuaire	Optimiser la prestation globale de l'accueil des navires et du traitement des marchandises	Actions n°10 à 12
	Définir la contribution du Grand Port Maritime à l'outil industriel portuaire global et optimiser son économie	Actions n°13 à 16
Conduire une politique partagée de développement durable des espaces portuaires estuariens	Rationaliser l'utilisation de l'espace portuaire et animer l'écosystème estuarien	Actions n°17 à 20
	Concilier les activités urbaines et portuaires	Actions n°21 à 24
	Améliorer les pratiques pour minimiser leur impact environnemental et préserver la biodiversité	Actions n°25 à 28

La traduction opérationnelle du projet stratégique 2015-2020 du GPMNSN est basée sur un programme de 28 actions. Chacune d'elles fait l'objet d'un suivi permettant de mesurer son avancement. Le tableau suivant indique l'état d'avancement des différentes actions définies pour le projet stratégique 2015-2020 et qui concernent les volets 4 et 5 du projet stratégique (les actions en italique et en gris clair ne concernent pas directement ces volets 4 et 5).

TABLEAU 5 : LES ACTIONS LIEES AUX VOLETS 4 ET 5 DU PROJET STRATEGIQUE ET LEUR ETAT D'AVANCEMENT

Numéro de l'action	Intitulé de l'action	État d'avancement à mi 2020
1	<i>Mettre en place et animer un dispositif de veille partagée avec les parties prenantes concernées du territoire</i>	75%
2	<i>Mettre en place et animer une représentation internationale pérenne dans les principales zones de croissance</i>	100%

Numéro de l'action	Intitulé de l'action	État d'avancement à mi 2020
3	<i>Définir et appliquer une politique de management des revenus et des savoir-faire commercialisables</i>	100%
4	<i>Définir et mettre en œuvre un plan d'actions commerciales permettant le développement des filières vracs secs non-énergétiques</i>	100%
5	<i>Favoriser le développement des filières industrielles existantes et l'implantation de nouvelles</i>	100%
6	<i>Mise en place d'un dispositif de veille et de dialogue avec acteurs industriels des approvisionnements nationaux en énergie fossile</i>	75%
7	Implanter un pôle froid et un guichet unique d'inspection frontalière à l'arrière des terminaux à conteneur et roulier	50%
8	Aménager la zone logistique du secteur nantais (Cheviré)	75%
9	Réalisation des études techniques de mise en œuvre d'un chantier de transport combiné en gare ferroviaire de Montoir	75%
10	<i>Interconnecter l'ensemble des acteurs portuaires, notamment au moyen d'un système d'information communautaire</i>	100%
11	Développer l'offre de services ferroviaires (réseau portuaire et dessertes nationales)	75%
12	Augmenter les capacités d'accueil du poste à liquides de Montoir de Bretagne	75%
13	Poursuivre l'optimisation des dragages, basée sur l'adaptation des accès nautiques à la demande commerciale et sur la réduction des coûts	100%
14	<i>Définir le patrimoine du GPM nécessaire à l'outil industriel portuaire global et élaborer et mettre en œuvre une politique d'entretien</i>	100%
15	<i>Accroître les interactions dans la gestion des projets et renforcer le bénéfice client issu du management intégré QSSE</i>	100%
16	<i>Promouvoir le dialogue social dans l'objectif de renforcer l'attractivité commerciale du port</i>	100%
17	Définir la stratégie foncière en précisant la vocation des espaces portuaires en lien avec les parties prenantes concernées	100%
18	Conduire les études et les procédures préalables à l'aménagement du Grand Tourteau	50%
19	Mettre en œuvre l'aménagement du site du Carnet	75%
20	<i>Mettre en place un management de zone</i>	100%

Numéro de l'action	Intitulé de l'action	État d'avancement à mi 2020
21	Mettre en place une charte de type ville-port avec Nantes Métropole et Saint-Nazaire Agglomération	50%
22	Aménager l'avant-port de Saint-Nazaire	75%
23	Créer des plates-formes fluviales connectées entre Saint-Nazaire, Montoir-de-Bretagne, Le Carnet et Nantes	100%
24	<i>Participer à la valorisation territoriale et touristique de l'estuaire de la Loire</i>	100%
25	Réduire l'empreinte environnementale des dragages	100%
26	Mettre en place un plan de gestion des espaces naturels	90%
27	Développer les démarches d'écologie industrielle auprès des entreprises industrielles et portuaires	100%
28	Diminuer l'empreinte environnementale des activités portuaires, hors activités de dragages	100%

25% : Préfiguration - 50% : Définition - 75% : Réalisation - 100% : En service

3.2 - La politique environnementale du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire

La politique environnementale du GPMNSN s'articule autour de 6 thématiques :

- le management intégré Qualité Sécurité-Environnement (QSE) et la démarche de développement durable (actions 28 du PS) ;
- le bilan carbone et le bilan des GES (action 28 du PS) ;
- la gestion des espaces à vocation naturelle du GPMNSN (action 26 du PS) ;
- la gestion des espaces à vocation industrialo-portuaire et l'écologie industrielle et territoriale (action 27 du PS) ;
- Les projets réalisés entre 2015 et 2019 (actions 7, 8, 12, 19, 22 du PS) ;
- La gestion du territoire entre 2015 et 2020 (actions 17 et 21 du PS) ;
- La réduction de l'empreinte environnementale des dragages et des immersions (action 25 du PS).

Le tableau suivant récapitule les actions visées par ce chapitre.

TABLEAU 6 : ACTIONS DU PROJET STRATEGIQUE 2015-2020 EVALUEES AU SEIN DU CHAPITRE 3

Volet 4° PS	Numéro de l'action	Intitulé de l'action	État d'avancement à mi 2020
Aménagement	7	Implanter un pôle froid et un guichet unique d'inspection frontalière à l'arrière des terminaux à conteneur et roulier	50%

Volet 4° PS	Numéro de l'action	Intitulé de l'action	État d'avancement à mi 2020
Aménagement	8	Aménager la zone logistique du secteur nantais (Cheviré)	75%
Aménagement	12	Augmenter les capacités d'accueil du poste à liquides de Montoir de Bretagne	75%
Développement durable	17	Définir la stratégie foncière en précisant la vocation des espaces portuaires en lien avec les parties prenantes concernées	100%
Aménagement	18	Conduire les études et les procédures préalables à l'aménagement du Grand Tourteau	50%
Aménagement	19	Mettre en œuvre l'aménagement du site du Carnet	75%
Développement durable	21	Mettre en place une charte de type ville-port avec Nantes Métropole et Saint-Nazaire Agglomération	50%
Aménagement	22	Aménager l'avant-port de Saint-Nazaire	75%
Aménagement	25	Réduire l'empreinte environnementale des dragages	100%
Développement durable	26	Mettre en place un plan de gestion des espaces naturels	90%
Développement durable	27	Développer les démarches d'écologie industrielle auprès des entreprises industrielles et portuaires	100%
Développement durable	28	Diminuer l'empreinte environnementale des activités portuaires, hors activités de dragages	100%

3.2.1 - Le management intégré Qualité Sécurité-Environnement (QSE) et la démarche de développement durable (action 28 du PS)

Le GPMNSN est chargé de mettre en œuvre les politiques publiques d'aménagement et de développement durable en composant avec l'économie, l'emploi et l'environnement. Implanté sur l'estuaire de la Loire, il prend en compte les enjeux environnementaux liés à cette zone majeure de la façade atlantique. Il a engagé depuis plusieurs années une démarche visant à maîtriser ses impacts sur l'environnement et à favoriser une intégration durable de ses activités dans un environnement naturel, urbain et industriel riche et sensible.

Elle se traduit par la mise en place d'un système de management environnemental de l'environnement prenant en compte les référentiels ISO 9001 et ECOPORT, ce dernier étant un label accordé à des ports européens adhérant volontairement à de « bonnes pratiques » en matière de développement durable. Le label Ecoport s'inspire de la norme 14001, référentiel international de management de l'environnement. La politique environnementale du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire est ainsi définie autour de trois grands axes :

- répondre aux obligations légales et réglementaires applicables aux activités portuaires ;
- renforcer l'intégration de la dimension environnementale dans les projets d'aménagement ;
- améliorer la consultation et la concertation avec les parties prenantes.

Le GPMNSN a décliné sa stratégie d'actions, en termes de politique d'aménagement et de développement durable, autour de trois orientations :

- rationaliser l'utilisation de l'espace portuaire et animer l'écosystème estuarien ;
- concilier les activités urbaines et portuaires ;
- améliorer les pratiques pour minimiser leur impact environnemental et préserver la biodiversité.

TABLEAU 7 : SYNTHÈSE DES OBJECTIFS ET DES CIBLES DU VOLET ENVIRONNEMENTAL DE LA DEMARCHE QUALITE SUR LA PERIODE 2015-2019

Objectifs	Cibles	État d'avancement à fin 2019
Maîtriser l'impact des dragages	Mise en œuvre des prescriptions de l'arrêté préfectoral de dragage et d'immersion :	
	<i>Réalisée chaque année, à fin 2019 contrôles suivants initiés/réalisés :</i>	
	Contrôles bathymétriques	50%
	Suivi laminaires	75%
	Analyse physico-chimique	50%
	Amélioration du modèle hydro-sédimentaire	100%
	Inventaire faune benthique	75%
Mesures des matières en suspension	100%	
Gestion des espaces naturels	Définition des mesures compensatoires au projet d'aménagement de Cheviré	75%
	Identifier les actions à mettre en œuvre sur les espaces naturels du Carnet	100%
	Obtenir les autorisations réglementaires pour l'aménagement du Carnet	100%
	Plan de gestion du Carnet	75%
	Mise à jour des inventaires écologiques des vasières de l'estuaire - phase 1 (projet Grand Tourteau)	75%
	Formaliser les plans de gestion de Bouguenais et de Donges-Est	75%
	Actions liées au plan de gestion Donges-Est	100%
	Réaliser les opérations d'entretien des espaces naturels de Bouguenais et du TMV Nord	100%
	Inventaire écologique de la zone nord du TMV	100%
	Inventaire écologique Bouguenais / Cheviré aval	100%

Objectifs	Cibles	État d'avancement à fin 2019
Amélioration environnementale des zones industrielles	Mettre en œuvre les prescriptions des PPRT	100%
	Développer une démarche d'écologie industrielle sur les zones portuaires aval	100%
	Pérenniser la démarche d'écologie industrielle engagée sur les zones portuaires aval	75%
	Collecte et traitement des eaux de ruissellement sur les quais du terminal à conteneurs	100%
	Définir les règles communes de traitement des eaux pluviales sur les zones industrialo-portuaires	50%
Limiter les risques liés à la circulation maritime	PPRT : définir et déployer les consignes de gestion du plan d'eau en cas d'alerte + consignes pour le personnel	100%
	Réaliser une étude de danger pour l'avitaillement en gaz naturel liquéfié et mettre à jour le règlement local matières dangereuses	100%
Gérer les risques industriels	PPRT : création de trois locaux de confinement	100%
	PPRT : coupure de circulation en entrée de zone	75%
	Étude de danger sur la manutention de matières dangereuses	100%
	PPRT : mise en service des dispositifs de report d'alarme	100%
	PPRT : validation des dossiers de mesures alternative et de décision travaux	75%
Limiter l'impact environnemental des activités courantes	Réduire l'impact des opérations de carénage et de démantèlement de navires dans les formes de radoub	75%
	Finaliser la remise en service et vérifier le bon fonctionnement de l'unité de traitement des eaux des formes de radoub	25%
	Améliorer le traitement des eaux des formes de radoub	25%
	Réaliser un bilan des émissions de gaz à effet de serre	100%
	Actions de réduction des gaz à effet de serre	575
	Améliorer l'entretien des équipements de traitement des eaux	50%
	Audit réglementaire des Coteaux suite à l'évolution réglementaire des ICPE	75%
	PPRT : déployer les consignes en cas d'alerte et identifier les locaux de protection	75%

Objectifs	Cibles	État d'avancement à fin 2019
	Mettre en œuvre le nouveau marché de déchets et vérifier la baisse des coûts	100%
	Audit réglementaire des ateliers et programme de mise en conformité	100%
	Fiabiliser le traitement des eaux de lavage des quais	75%
	Mettre en œuvre un dispositif améliorant l'entretien des équipements de traitement des eaux de ruissellement	50%
	Améliorer l'entretien des équipements de traitement des eaux pluviales	100%
	Remotorisation au gaz naturel liquéfié de la drague Samuel de Champlain	100%
	Cartographie SIG des sites et sols pollués	100%
Développer le management de l'environnement	Réaliser 10 visites environnement dans les ateliers et autres sites	25%
	Améliorer la réalisation des obligations réglementaires pour les équipements d'assainissement autonome ou de traitement des eaux pluviales, les chaudières et les systèmes de climatisation	63%
	Développer la communication interne et externe autour des actions environnementales	100%
	Renouveler les certifications Ecoport et ISO14001	100%
	Améliorer le suivi de la veille réglementaire (taux de vérification et plan d'action)	50%
Agir pour la transition énergétique	Étude technico-économique pour un réseau de chaleur sur la zone industrialo-portuaire aval	50%
	Étude de potentiel pour un smartgrid	100%
	Étude de captage du CO2 pour les microalgues	100%
	Réalisation d'un cadastre solaire (estimation du potentiel photovoltaïque)	100%
	Décision/investissement d'un projet de centrale photovoltaïque au sol	<i>Report 2020</i>
	Étude d'adaptation au changement climatique	<i>Report 2020</i>
	Étude du potentiel d'énergies renouvelables du Carnet	100%

Un des trois axes du projet stratégique 2015-2020 portait notamment sur la conduite d'une politique partagée de développement durable des espaces portuaires estuariens, avec, entre autres, la mise en place

d'un plan de gestion des espaces naturels et le développement de démarches d'écologie industrielle auprès des entreprises industrielles et portuaires.

3.2.2 - Le bilan des GES (action 28 du PS)

Le GPMNSN évalue ses émissions de GES par la réalisation d'un :

- bilan Gaz à Effet de Serre (GES), réalisé tous les 3 ans pour les entreprises de plus de 250 personnes, conformément au décret n°2011-829 relatif au bilan des émissions de gaz à effet de serre qui traduit l'article 75 de la loi N° 2010-788 du 12 juillet 2010 (Grenelle II). Ce bilan des émissions directes et indirectes (scopes 1 et 2)* est réalisé annuellement, en interne depuis 2014 et varie de 10 à 12 000 teqCO₂.
- bilan Carbone ®, non obligatoire, dont la méthodologie est définie par l'ADEME. En plus des scopes 1 et 2, il intègre les émissions liées aux achats, immobilisations, fret amont, déplacements des salariés, déchets, etc. (scope 3)*. Il a été réalisé pour le Port en 2012 et s'élève à 22 800 teqCO₂. Il sera réactualisé en 2020 sur les données 2019.

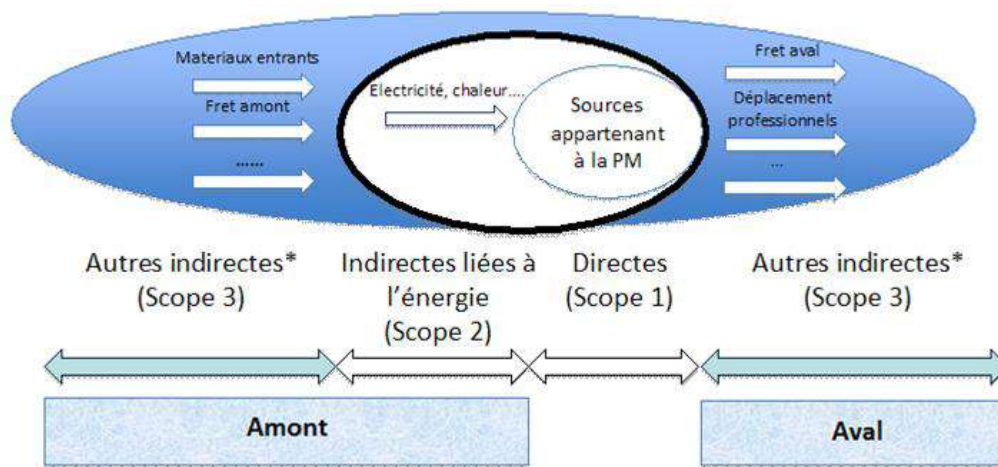
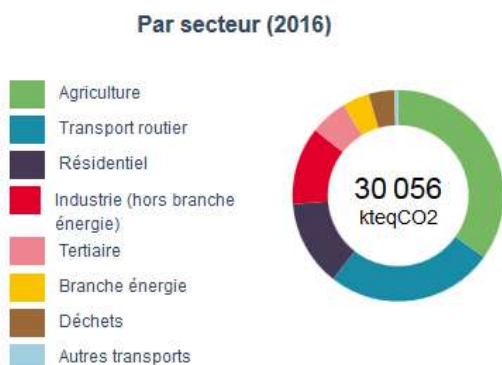


FIGURE 8 : EVALUATION DES EMISSIONS DE GES DU GPMNSN (SOURCE : GPMNSN)

L'observatoire ligérien de la transition énergétique a élaboré, depuis les données extraites de la base de données **BASEMIS**², un tableau de bord des émissions GES à plusieurs échelles : région, département, communauté d'agglomération. La dernière mise à jour des données par Air Pays de la Loire date de 2016 :

Pays de la Loire



Loire-Atlantique

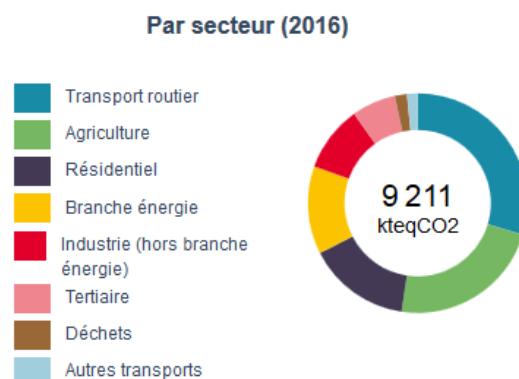
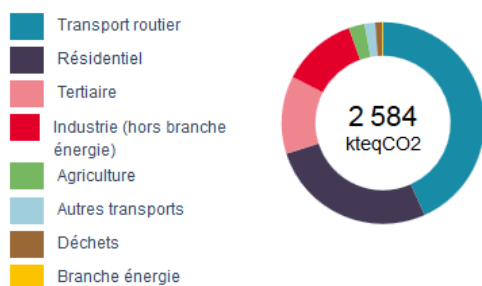


FIGURE 9 : EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE A L'ECHELLE REGIONALE ET DEPARTEMENTALE

² Outil de référence élaboré par Air Pays de la Loire pour l'inventaire des consommations d'énergie et émissions de GES et polluants atmosphériques, par secteur d'activité, par usage et par combustible.

Nantes Métropole

Par secteur (2016)



CARENE

Par secteur (2016)

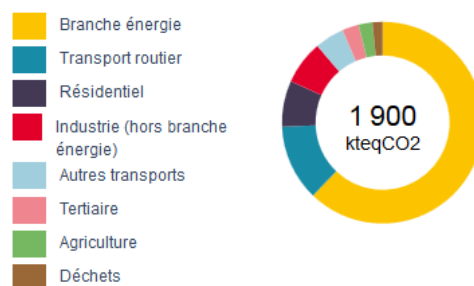


FIGURE 10 : EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE A L'ECHELLE DE NANTES METROPOLE ET DE LA CARENE

Ainsi, le port a émis en 2016, **10 kteq CO₂**, soit **0.1%** des émissions comptabilisées au niveau **départemental** (et 0.03% des émissions régionales).

Les principaux enseignements du Bilan Carbone ® 2012 (scopes 1, 2 & 3) sont présentés ci-après.

Répartition des émissions GES par activité

Activités	t CO ₂ e	Poids relatif
Dragage	17 163	75%
Manutentions portuaires	866	4%
Ouvrages mobiles	479	3%
Aménagements portuaires	273	1%
Gestion du domaine	879	4%
Maintenance	1 760	8%
Administratif	1 440	6%
Total	22 860	100%

→ **75% des émissions GES sont liées au dragage**

Consommations de fioul

Activité	Consommations (litres)	Poids relatif
Administratif	4 740	0%
Dragage	5 110 108	98%
Gestion du domaine	31 497	1%
Maintenance	5 000	0%
Manutention portuaire	77 268	1%
Ouvrages mobiles	10 615	0%
Total	5 239 228	100%

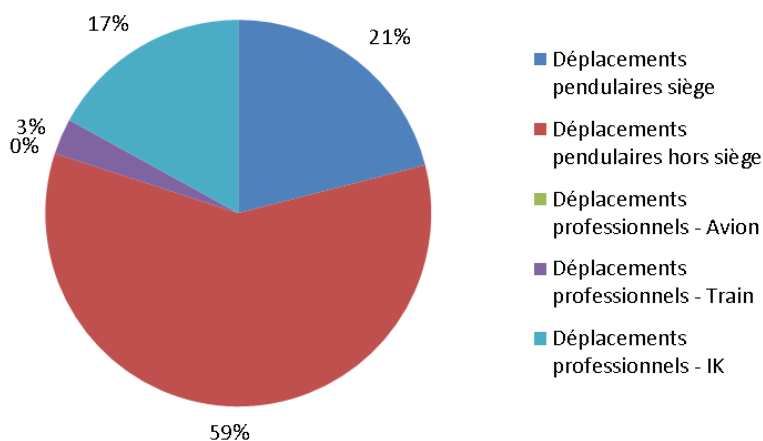
→ *le dragage consomme 98% du fioul total consommé*

Consommations d'électricité

Activités	Consommations (kWh)	Poids relatif
Administratif	1 107 164	19%
Dragage	179 157	3%
Gestion du domaine	259 640	5%
Maintenance	455 459	8%
Manutention portuaire	1 566 300	27%
Ouvrages mobiles	2 136 904	37%
Total	5 704 624	100%

→ *L'administratif (19%), la manutention portuaire (27% / une 10^{ème} de grues) et les ouvrages mobiles (37% / Formes & écluses) sont les postes les plus consommateurs d'électricité*

Déplacements



+ de 6 millions de km parcourus tous modes confondus (150 fois le tour du monde par an).

+ de 90% effectués en voiture.

→ **8% des émissions totales**

Principaux enseignements du suivi annuel des GES (scopes 1 & 2)

Le calcul des GES du GPMNSN se base sur :

- des relevés des consommations annuelles du Port (électricité, gaz, carburants des engins nautiques et des véhicules diesel de la flotte du Port) ;
- des taux d'émissions par types d'énergies (données ADEME).

Pour 2019, les émissions de GES ne sont pas représentatives d'une année normale du fait de la diminution de l'activité de la drague Samuel de Champlain qui a été remotorisée en 2018/2019 et des mouvements de grève.

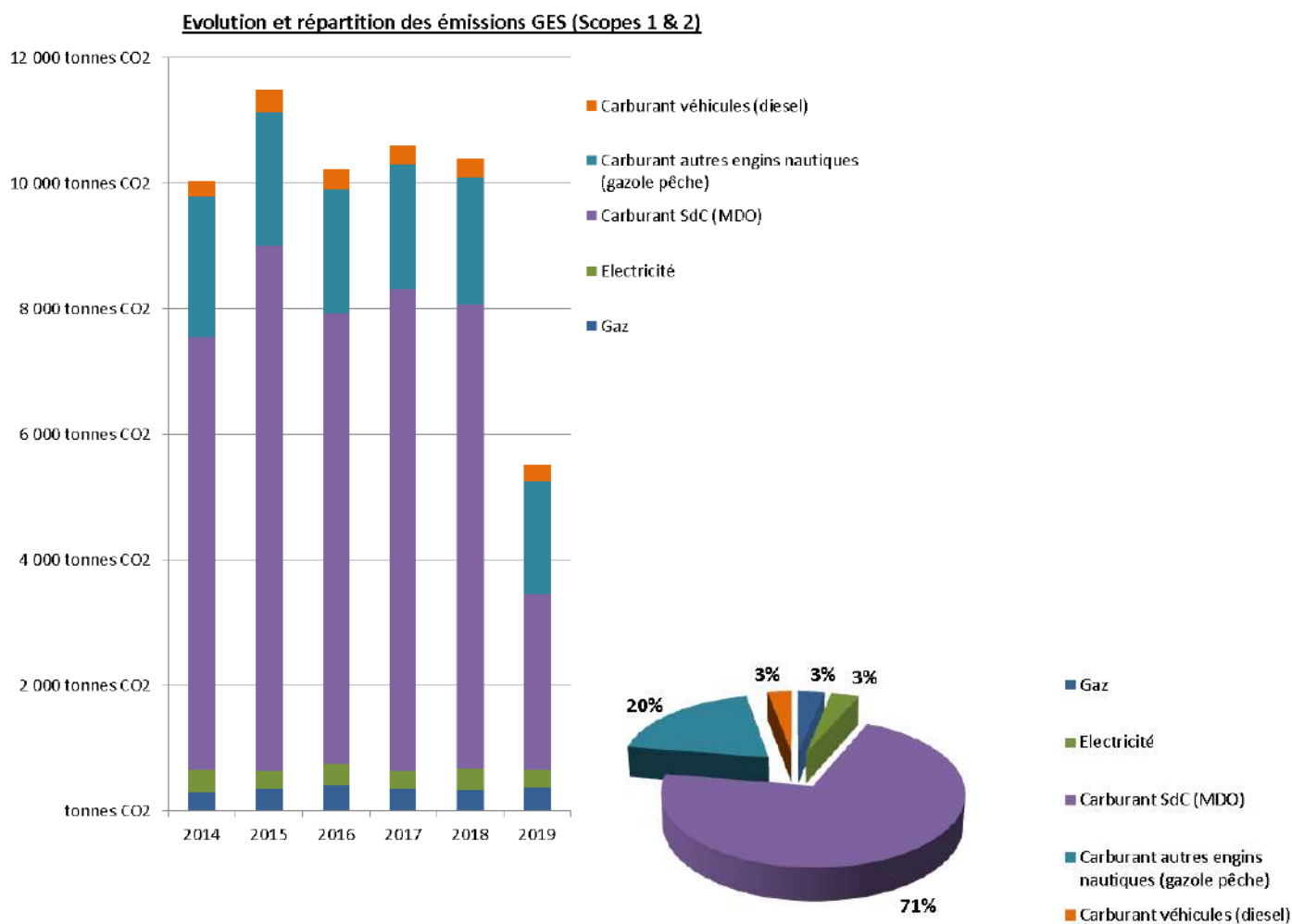


FIGURE 11 : EVOLUTION ET REPARTITION DES EMISSIONS DE GES DU GPMNSN

De 2014 à 2018, 90% des GES sont générés par les engins nautiques du GPMNSN

- 70% issus directement de l'activité de la drague Samuel de Champlain (ainsi que des dragues de substitution) ;
- 20% issus des autres engins (André Gendre, Milouin, Tadorne, Colvert, Octant, Mercator, Guifette).

Consommations d'électricité et de gaz

TABLEAU 8 : EVOLUTION DES CONSOMMATIONS D'ELECTRICITE ET DE GAZ DE 2015 A 2019

	2015	2016	2017	2018	2019	Évolutions 2015-2019
Électricité (kWh)	6 430 826	8 062 624	7 227 422	8 937 683	7 091 537	10%
Gaz (m³)	170 626	196 393	169 194	156 701	174 075	2%

Une augmentation de 10% de la consommation d'électricité sur la période 2015-2019 est observée. Cette hausse peut être attribuée à la hausse d'activité des formes et des écluses de Saint-Nazaire, associée à celle de la manutention. Ces deux activités représentent 65 % de la consommation annuelle du GPM.

Actions mises en place suite à la validation du COMEX en 2012

TABLEAU 9 : ACTIONS MISES EN PLACE SUITE A LA VALIDATION DU COMEX EN 2012

Actions	Scope	Réalisée (oui/non)	Remarques
Dragage :			
Réduire les consommations du processus de dragage (ex : réduire le temps d'activité / distance parcourue)	1	OUI	Stratégie de gestion des dragages produite par Direction Accès Nautique
Acquisition d'un nouvel engin plus performant (moins énergivore)	1	OUI	Remotorisation de la drague Samuel de Champlain (pas de nouvel engin)
Autres (Gestion du domaine, administratifs) :			
Réalisations de diagnostic de performances énergétiques (DPE)	1-2	OUI	Audit énergétique du Centre Portuaire de Montoir, de la drague Samuel de Champlain, du pompage portuaire des bassins de Saint-Nazaire
Travaux d'efficacité énergétiques des bâtiments	1-2	NON	Pas d'engagement de travaux
Suivi et optimisation des éclairages de la zone portuaire	2	NON	Projet préparé mais non validé à ce stade
Formation des agents à l'éco-conduite	3	OUI	18 salariés formés en 2015
Proposer une solution d'auto partage, et favoriser le co-voiturage pour les déplacements inter sites	3	OUI	2 véhicules électriques (Zoé) ont été mis en auto partage au siège du GPM pour les déplacements du personnel (~25 000 km / an pour les deux véhicules)
Réduire les rotations d'enlèvement de déchets (moins de conteneurs mais de taille plus importante)	3	OUI	Les collectes ont été adaptées et/ou sont déclenchées sur appel pour optimiser les taux de remplissages

Le GPMNSN actualisera, en 2020, son bilan carbone permettant d'évaluer les progrès réalisés depuis 2012 (GES et financier) notamment sur la réduction des émissions de GES en pré et post acheminements terrestres et maritimes, levier d'action potentiellement important pour atteindre la neutralité carbone d'ici à 2050.

3.2.3 - La gestion des espaces naturels du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire (action 26 du PS)

La loi du 4 juillet 2008, portant réforme portuaire, a réaffirmé la responsabilité des GPM dans la mission de gestion et de préservation des espaces naturels dont ils sont propriétaires ou qui leur sont affectés.

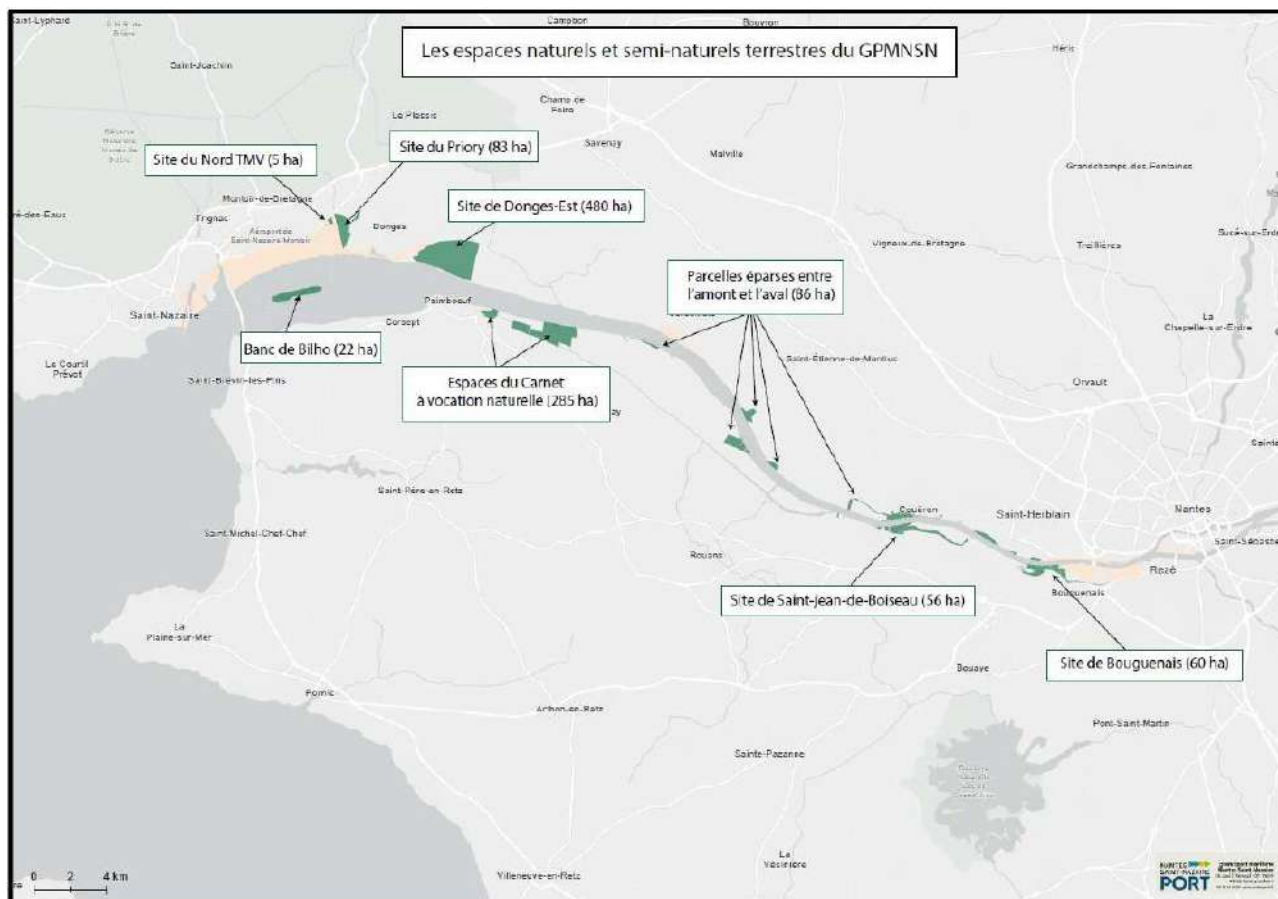


FIGURE 12 : LES ESPACES NATURELS ET SEMI-NATURELS TERRESTRES A VOCATION NATURELLE DU GPMNSN (SOURCE : GPMNSN, 2020)

Le GPMNSN est ainsi gestionnaire de plus de 1 000 ha répartis le long de l'estuaire, avec des sites majeurs comme les espaces naturels de Donges-Est, du Carnet, de Bouguenais et du Priory. Ces sites font l'objet d'inventaires écologiques précis en vue de l'établissement de plans de gestion. À cela s'ajoutent des parcelles éparées de plus petite superficie, bénéficiant d'une gestion simplifiée.

Le Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire et le Conservatoire du Littoral sont les principaux propriétaires d'espaces naturels dans l'estuaire de la Loire. Depuis avril 2014, la gestion des sites du Conservatoire du Littoral a été confiée au Département de Loire-Atlantique, principal gestionnaire du milieu naturel estuarien.

L'estuaire de la Loire constitue une zone humide majeure de la façade atlantique. Il est sujet à des conditions de submersion extrêmement variables par les eaux douces du fleuve lors des crues et par les eaux salées lors des grandes marées.

La variation du taux de salinité structure une mosaïque d'habitats (vasières, roselières, prairies humides) qui accueillent une grande diversité d'espèces végétales et animales. Il existe également des milieux secs de type sableux, d'origine anthropique, qui présentent un grand intérêt pour la biodiversité.

3.2.3.1 - La politique de préservation des espaces naturels du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire

Le projet stratégique 2015-2020 du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire a défini trois objectifs majeurs quant à son rôle d'aménageur et de gestionnaire de l'espace estuarien : répondre aux besoins économiques, valoriser les actifs fonciers et être exemplaire en matière de gestion et de valorisation des espaces naturels.

Le GPMNSN a rédigé un document de référence sur la gestion des espaces naturels portuaires répondant aux recommandations formulées par l'Autorité Environnementale (AE) du CGEDD dans son avis du 4 septembre 2015 sur le projet stratégique portuaire 2015-2020 et aux attentes du Conseil Scientifique de l'Estuaire de la Loire (CSEL). Il a fait l'objet d'une concertation avec les acteurs du territoire (Etat, collectivités territoriales, Conservatoire du Littoral, GIP Loire Estuaire, SYLOA, Chambre d'Agriculture, Fédération de chasse de Loire-Atlantique, associations de protection de la nature et de l'environnement). Ce document a pour but de formaliser et de partager auprès des acteurs nationaux et territoriaux la politique de gestion des espaces terrestres à vocation naturelle. Il doit être validé prochainement par le Directoire.

Le document est composé de trois volets :

- les principaux axes de la politique de gestion des espaces terrestres à vocation naturelle du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire ;
- le contexte estuarien ;
- la politique de gestion des espaces terrestres à vocation naturelle du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire.

Les principaux axes, affichés sur le long terme, de la politique du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire sont les suivants :

- poursuivre une valorisation équilibrée des espaces portuaires estuariens, tant industriels que naturels ;
- œuvrer pour une vision globale et dynamique de l'estuaire ;
- travailler en partenariat avec les structures détentrices de foncier et les organismes scientifiques ;
- gérer les espaces naturels et semi-naturels dans un objectif de développement de la biodiversité en s'appuyant sur les usages des acteurs en place ;
- soutenir les travaux scientifiques et développer des expérimentations de valorisation et de génie écologiques.

La gestion des sites à vocation d'espaces naturels du GPMNSN intègre :

- l'utilisation des deux outils de gestion : l'Autorisation d'Occupation Temporaire (AOT) (29 AOT accordés à des exploitants agricoles, en 2019, afin de maintenir en bon état 616 hectares de prairies humides) et le plan de gestion (document définissant, à partir d'un diagnostic écologique, les objectifs de gestion d'un site et les actions à mettre en œuvre sur une période définie) ;
- la concertation dans l'élaboration des plans de gestion ;
- des orientations partagées avec celles du Conservatoire du Littoral.

3.2.3.2 - Les modalités de gestion des espaces naturels

Le GPMNSN s'implique dans la gestion de ses espaces naturels. La gestion est adaptée à chaque site et varie selon le type du terrain et les exigences du milieu, définies par les inventaires. Elle prend en compte les enjeux écologiques majeurs et s'appuie sur les acteurs du terrain.

3.2.3.2.1 - L'amélioration des connaissances écologiques dans le secteur du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire

Le GPMNSN vise à préserver et à restaurer les secteurs géographiques qui comptent des habitats d'une grande diversité biologique et il contribue, depuis de nombreuses années, à l'enrichissement des connaissances de ces espaces. Des inventaires faunistiques et floristiques sont ainsi établis et actualisés sur les sites majeurs par des spécialistes disposant de compétences scientifiques reconnues.

Les inventaires écologiques concernant les espaces naturels ou semi-naturels terrestres et les vasières intertidales et réalisés lors de la période 2015-2020 sont récapitulés dans le tableau suivant :

TABLEAU 10 : INVENTAIRES ECOLOGIQUES REALISES PAR LE GPMNSN SUR LA PERIODE 2015-2020

Sites	Surfaces inventoriées	Investigations menées	Objectifs
Vasières intertidales de l'estuaire de la Loire entre Saint-Nazaire et Pellerin		Inventaire faune benthique (Bio-Littoral, 2015)	Suivi de l'évolution spatio-temporelle et de la qualité des peuplements benthiques de l'estuaire de la Loire, à la suite de campagnes antérieures menées.
Le Priory aval	4,6 ha	Inventaire habitats/faune/flore (Ouest Am', 2015)	Inventaire sur le périmètre prévu pour l'élargissement de la voie ferrée au niveau du Priory aval.
Vasières de l'estuaire en aval de Cordemais		Étude de 2016-2017 sur l'utilisation des vasières par les oiseaux d'eau (consortium Ouest Am' et Université de Rennes, 2016-2017)	Étude visant à suivre l'évolution de la fréquentation de l'estuaire par l'avifaune et celle de la fonctionnalité des vasières suite à une première étude menée en 2010-2011.
Vasière de Méan – Saint-Nazaire et Montoir-de-Bretagne	60 ha	Inventaire habitats/faune/flore (SCE, 2017)	Actualisation des inventaires en périphérie de la vasière de Méan, suite à la découverte de la plante protégée <i>Atriplex longipes</i> en 2011.
Nord TMV – Montoir-de-Bretagne	5 ha	Inventaire habitats/faune/flore (Ouest Am', 2018)	Suivis biologiques mis en place depuis 2010 suite à l'aménagement de la zone à vocation écologique, au nord de la plateforme est du terminal multivrac (TMV).

Sites	Surfaces inventoriées	Investigations menées	Objectifs
Vasières intertidales de l'estuaire de la Loire		Inventaire ichtyofaune (Bio-Littoral, 2018-2019)	Compléter le suivi réalisé depuis 1981, notamment en 2010-2011 par le GPMNSN, puis l'étude NOURELEP (AELB, SMIDAP) destiné à, caractériser les spécificités pour l'ichtyofaune des différents secteurs de vasières
Bouguenais	133 ha	Inventaire habitats/faune/flore et zones humides (Ouest Am', 2019)	Mise à jour des données existantes sur les terrains du GPMNSN.
Le Carnet (Saint-Viaud et Frossay)	1,4 ha	Inventaire flore : l' <i>Atriplex longipes</i> (Artelia, 2019)	Inventaire réalisé en vue d'un aménagement envisagé en bord de Loire (site du Carnet), suite à l'observation de stations de cette espèce à proximité.

3.2.3.2.2 - Faire connaître les richesses naturelles du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire au grand public

En partenariat avec le Conservatoire Botanique National de Brest et d'autres partenaires, le Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire s'est impliqué, en 2018 dans le lancement d'une application gratuite, regroupant quatre balades botaniques numériques *En'Quête de plantes*, sur les communes de Lavau-sur-Loire, Saint-Viaud-Frossay, Bouguenais (44) et Orée d'Anjou (49) dont deux concernent des sites gérés par le GPMNSN :

- En'Quête de plantes au Carnet (Saint-Viaud et Frossay) ;
- En'Quête de plantes à Port Lavigne (Bouguenais).

Grâce à la géolocalisation, l'objectif a été d'adapter le jeu de piste numérique, proposé par l'application mobile Baludik®, à la découverte des plantes sauvages et des milieux naturels. La cible correspond à une famille constituée d'adultes et d'enfants habitant le territoire ou étant de passage. Les *En'Quêtes de plantes* sont des parcours gratuits, empruntant des chemins pédestres déjà balisés sur une boucle de 3 à 5 km pour un temps de parcours de 1 à 2h.

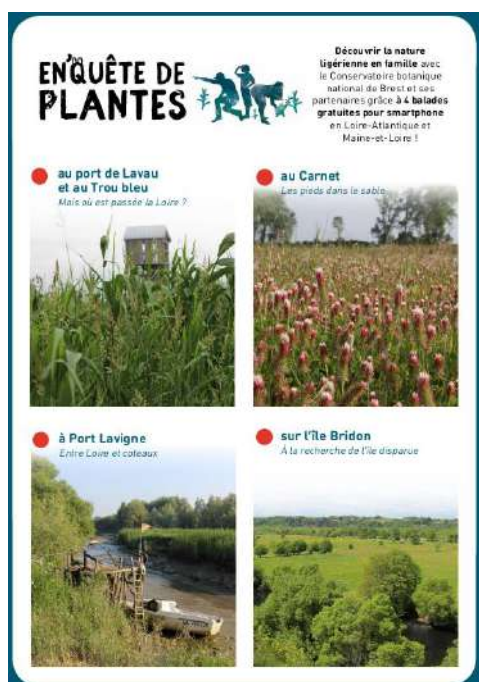


FIGURE 13 : EN'QUETE DE PLANTES (SOURCE : GPMNSN)

Le concept d'*En'Quêtes de plantes* repose sur un jeu de rôle dans lequel le public est invité à se glisser dans la peau d'un botaniste qui appuie le Conservatoire botanique national de Brest dans l'inventaire de la biodiversité végétale. Les balades de Bouguenais et de Port Lavigne sont respectivement opérationnelles depuis mai et juillet 2019.

Dans le cadre du plan de gestion de Donges-Est, des visites ouvertes au public et à des scolaires sont organisées par le GPMNSN, en collaboration avec l'association ACROLA qui suit, depuis 2003, l'avifaune migratrice fréquentant le site et avec le Syndicat Intercommunal de Chasse au Gibier d'Eau Basse-Loire Nord.

L'objectif est de faire découvrir la biodiversité du site et les usages s'inscrivant dans le respect du plan de gestion, en faisant profiter du camp de baguage mis en œuvre par ACROLA dans un site d'un intérêt exceptionnel pour l'avifaune paludicole.

3.2.3.2.3 - La gestion de la flore protégée

Le GPMNSN s'attache également à sauvegarder les espèces protégées de son territoire.

L'Angélique des estuaires depuis 2004 et le Scirpe triquètre depuis 2009 ont fait l'objet de plans de conservation successifs pilotés et coordonnés par Nantes Métropole, en collaboration avec le Conservatoire Botanique National de Brest (CBNB), le Jardin Botanique de la ville de Nantes et la DREAL. Le GPMNSN s'inscrit dans ces plans lorsque ses interventions sur les berges de Loire peuvent conduire à des incidences sur ces espèces.

Un plan de conservation commun Angélique des estuaires – Scirpe triquètre reprend les objectifs pour les deux espèces pour la période 2015-2020. Il prévoit, parmi ses objectifs à long terme, la constitution d'un « *réseau dynamique de stations-réservoirs à l'échelle de l'ensemble de l'estuaire* ». A été élaboré, en 2016, par le Conservatoire des Espaces Naturels (CEN), avec l'appui de la DREAL, de Nantes Métropole et du CBNB, un plan de gestion global d'un réseau de 17 stations-réservoirs. Des plans de gestion locaux, spécifiques à chaque station-réservoir, sont co-construits au sein de Comités des stations, avec les acteurs du territoire concernés.

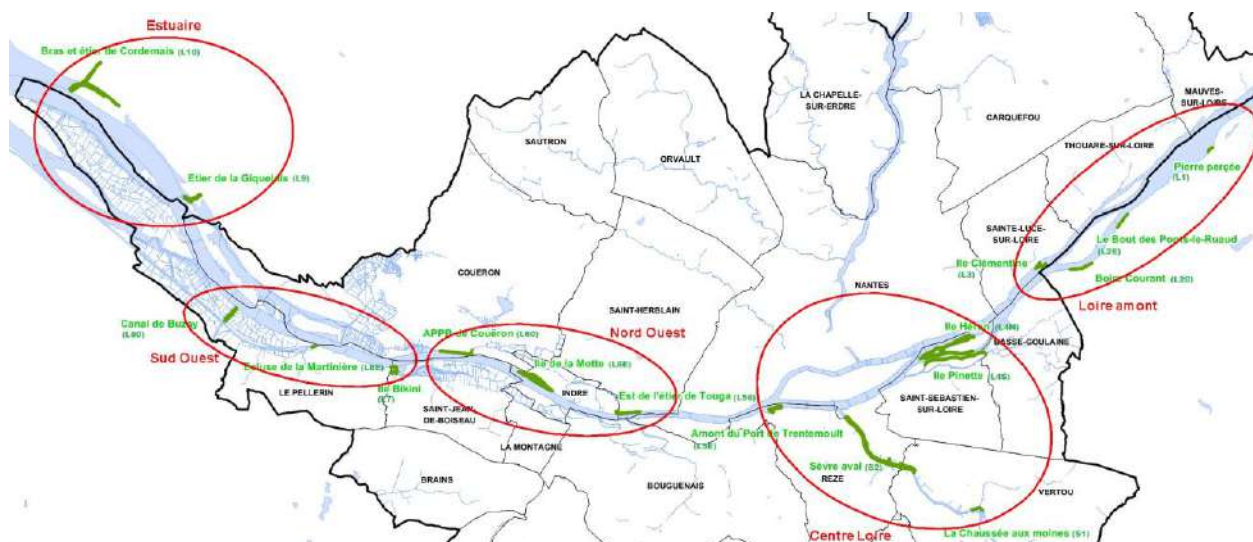


FIGURE 14 : SECTEURS ET STATIONS-RESERVOIRS DU PLAN DE GESTION GLOBAL

Parmi les 17 stations-réservoirs identifiées, plusieurs dans les comités des stations Nord-Ouest, Sud-Ouest et Estuaire concernent des espaces du domaine gérés par le GPMNSN. Il est associé à la construction des plans de gestion spécifiques aux stations le concernant.

Enfin, une convention de partenariat a été signée, en 2019, pour le maintien et le développement des populations de *Crypsis Piquant* sur les sites des Grandes Rivières, à Montoir-de-Bretagne, et des Sables, à Donges, entre le Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire, le Conservatoire d'Espaces Naturels des Pays de la Loire et le Conservatoire Botanique National de Brest.

3.2.3.2.4 - La gestion des espèces exotiques envahissantes

La présence d'espèces envahissantes, animales ou végétales, devient une préoccupation majeure compte tenu de la forte pression qu'elles exercent sur les écosystèmes. Le GPMNSN a entrepris plusieurs actions de lutte contre les espèces floristiques envahissantes.

Des travaux ont été effectués, en 2015, sur trois sites, au niveau de Port Lavigne à Bouguenais, afin d'éradiquer des foyers de Renouée du Japon. Des suivis ont été menés de 2015 à 2019 afin d'évaluer les différentes techniques utilisées et les coûts engendrés. Selon une étude réalisée en 2019 par AGEV Expertises, ayant analysé les suivis réalisés, les techniques mises en œuvre n'ont pas permis de totalement éradiquer la Renouée du Japon, mais les actions entreprises ont permis des avancées très significatives dans la capacité du GPMNSN à lutter contre cette espèce. Le suivi annuel des trois sites est maintenu.

Dans le cadre du projet d'aménagement du site du Carnet, le GPMNSN a mis en œuvre deux opérations de brûlage, en 2017 et en 2019, suite à des opérations d'arrachage de l'espèce invasive *Baccharis halimifolia* sur deux parties distinctes du site. Un inventaire des plantes exotiques envahissantes a également été mené en février 2020 sur la partie est du site du Carnet afin de mettre à jour la connaissance relative à la répartition des espèces végétales potentiellement invasives. Le volume des parties végétales du *Baccharis* à évacuer après arrachage a été évalué. La réalisation d'une première tranche de mesures compensatoires dans la partie Est du site du Carnet va conduire à une vaste opération d'arrachage du *Baccharis* en août-septembre 2020, avant évacuation du site.

Des foyers de *Baccharis* ont également été mis en évidence sur la commune de Montoir-de-Bretagne. Des opérations d'arrachage ont été menées sur plusieurs sites du domaine portuaire, en 2017, sur une vingtaine d'hectares.

Le GPM prévoit d'élaborer une stratégie de gestion des espèces végétales envahissantes d'ici à 2021.

3.2.3.2.5 - Les plans de gestion de Donges-Est, du Carnet et de Bouguenais

Un plan de gestion a été adopté en 2016 sur le secteur de Donges-Est pour la période 2016-2025. Le secteur représente une superficie d'environ 460 hectares. À travers ce projet, le Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire vise à créer des corridors écologiques en utilisant les zones délaissées et le réseau hydraulique de façon à valoriser et faire communiquer les espaces naturels intéressants, situés en périphérie et dans les « délaissés » des zones industrialo-portuaires.

La gestion des 460 ha de ce secteur intègre 24 actions et six enjeux (biodiversité, agriculture, chasse, connaissance, communication et accessibilité, gouvernance), qui font l'objet d'un examen annuel par un comité de pilotage constitué des parties intéressées. Le tableau suivant récapitule, par année, les actions mises en œuvre de ce plan de gestion.

TABLEAU 11 : ACTIONS MISES EN OEUVRE DU PLAN DE GESTION DE DONGES-EST

Année	Enjeu	Actions	% d'actions engagées par rapport au prévisionnel à mi 2020
2017	Biodiversité	Maintien de l'opération de nettoyage annuel du site réalisée par l'ASSAC de Donges dans le cadre de « J'aime la Loire propre »	75%
	Agriculture	Définir et mettre en application un calendrier de pâturage et de fauche	
		Entretien de rigoles	

Année	Enjeux	Actions	% d'actions engagées par rapport au prévisionnel à mi 2020
	Chasse	Encadrer la réalisation de chasses et battues administratives	
	Connaissance	Maintien de l'accueil du camp de baguage pour les suivis scientifiques réalisés par l'ACROLA	
	Communication et accessibilité	Réaliser des visites encadrées sur le site (pas d'accès libre)	
		Mettre en place une signalétique adaptée et cohérente en limite nord du site	
	Gouvernance	Création d'un comité de pilote et d'un groupe opérationnel	
Assurer une cohérence globale du plan de gestion à plusieurs échelles			
2018	Biodiversité	Limitier les usages sur certaines zones par la mise en place d'exclos	Environ 71%
		Mettre en place une fauche triennale par couloirs de roselières	
		Réaliser des opérations de rajeunissement des milieux (anciennes scirpaies) par étrépage ou gyrobroyage	
		Création de milieux pour permettre une reproduction de limicoles et d'anatidés sur site (approfondissement d'une zone de 8 000 m ²).	
		Maintien de l'opération de nettoyage annuel du site réalisée par l'ASSAC de Donges dans le cadre de « J'aime la Loire propre »	
	Agriculture	Définir et mettre en application un calendrier de pâturage et de fauche	
		Entretien de rigoles	
	Chasse	Encadrer la réalisation de chasses et battues administratives	
	Connaissance	Maintien de l'accueil du camp de baguage pour les suivis scientifiques réalisés par l'ACROLA	
Communication et accessibilité	Réaliser des visites encadrées sur le site (pas d'accès libre)		
2019	Biodiversité	Mettre en place une fauche triennale par couloirs de roselières	Environ 47%

Année	Enjeux	Actions	% d'actions engagées par rapport au prévisionnel à mi 2020
		Réaliser des opérations de rajeunissement des milieux (anciennes scirpaies) par étrépage ou gyrobroyage	
		Maintien de l'opération de nettoyage annuel du site réalisée par l'ASSAC de Donges dans le cadre de « J'aime la Loire propre »	
	Agriculture	Définir et mettre en application un calendrier de pâturage et de fauche	
	Chasse	Encadrer la réalisation de chasses et battues administratives	
	Connaissance	Maintien de l'accueil du camp de baguage pour les suivis scientifiques réalisés par l'ACROLA	
	Communication et accessibilité	Réaliser des visites encadrées sur le site (pas d'accès libre)	

Le plan de gestion du Carnet est en cours d'adoption et sera opérationnel pour la période 2020-2032. Le secteur représente une superficie d'environ 395 hectares, dont 285 ha d'espaces à vocation de gestion d'espaces naturels qui ont fait l'objet d'un arrêté préfectoral de protection de biotope du 8 avril 2009. Différents usages cohabitent sur le secteur : activités agricoles (pâturage, fauche), chasse, activités industrielles et commerciales (limitées aux 110 ha aménageables).

Les enjeux retenus sont similaires à ceux du plan de gestion de Donges-Est : biodiversité, agriculture, chasse, connaissance, communication et accessibilité, gouvernance.

Le plan de gestion a été élaboré suite à une concertation menée avec les acteurs du territoire entre septembre et décembre 2017 qui a précédé des réunions (en 2017 et 2018) d'un groupe de pilotage regroupant services de l'Etat, communes concernées, CD 44, Conservatoire du Littoral, Chambre d'Agriculture, usagers du site et associations de protection de la nature et de l'environnement. Le projet de plan de gestion a ensuite été rédigé avant d'être présenté devant le comité de suivi du Carnet, en novembre 2019. Depuis, il a fait l'objet d'avis formalisés qui ont conduit à une rédaction finalisée en mai 2020. Le projet doit être soumis à l'avis du CSRPN en juillet 2020 avant de revenir devant le comité de suivi, puis d'être validé par le service en charge de la police de la nature, à l'automne 2020.

Enfin, la rédaction du plan de gestion de Bouguenais est engagée en 2020. Le Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire dispose de l'ensemble des éléments permettant la définition de ce plan de gestion (inventaires écologiques, méthodologies, etc.) d'ici 2021.

Ces trois plans de gestion devaient être mis en œuvre durant le projet stratégique 2015-2020. Seuls deux plans le seront (Donges-Est et Le Carnet). Le plan de gestion de Bouguenais a été engagé sur l'année 2020 mais ne sera pas finalisé d'ici la fin du projet stratégique.

Il est également prévu l'élaboration d'un plan de gestion pour le banc de Bilho.

3.2.3.2.6 - Les Autorisations d'Occupation Temporaire (AOT)

Le GPMNSN dispose de réserves foncières à vocation d'espaces naturels. Sur certaines de ces parcelles et sur le plan d'eau adjacent, des Autorisations d'Occupation Temporaire (AOT) pour la chasse sont délivrées à des associations de chasse agréées :

- le Syndicat Intercommunal de Chasse au Gibier d'Eau de la Basse Loire Nord (SICGEBLN) bénéficie d'une AOT sur 1 727 ha en nord-Loire ;
- l'Association de Chasse Basse Loire Sud (ACBLS) 44 et l'Association Intercommunale de Chasse Spécialisée Sud Loire (AICSSL) disposent respectivement d'une AOT sur 86 ha et 422 ha en sud Loire.

Le bénéficiaire doit s'engager à réaliser un bilan annuel de son activité de chasse sur le domaine du Grand Port Maritime.

À l'inverse, certaines zones de la circonscription du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire sont définies comme réserves de chasse.

Le GPMNSN accorde également, à des exploitants agricoles, des titres d'occupation à usage agricole, afin de maintenir en bon état les prairies humides au moyen de la fauche ou du pâturage. Cela vise également à intégrer les acteurs du territoire à la gestion concrète de ces zones naturelles.

En 2019, le GPMNSN a accordé 29 AOT à usage agricole à des exploitants agricoles, afin de maintenir en bon état 616 hectares de prairies humides. Une AOT intègre des conditions générales à respecter par l'exploitant en matière d'environnement : engagements agro-environnementaux, pratiques pastorales, fauche de roselières, préservation des haies et arbustes, gestion des déchets, etc.

3.2.3.3 - Les services rendus par la nature sur le territoire du GPMNSN

Un diagnostic préliminaire des services rendus par la nature sur le territoire du GPMNSN a été lancé au début de l'année 2020. Il est réalisé sur une aire d'étude élargie, de l'ordre de 15 km, centrée sur le foncier du Port.

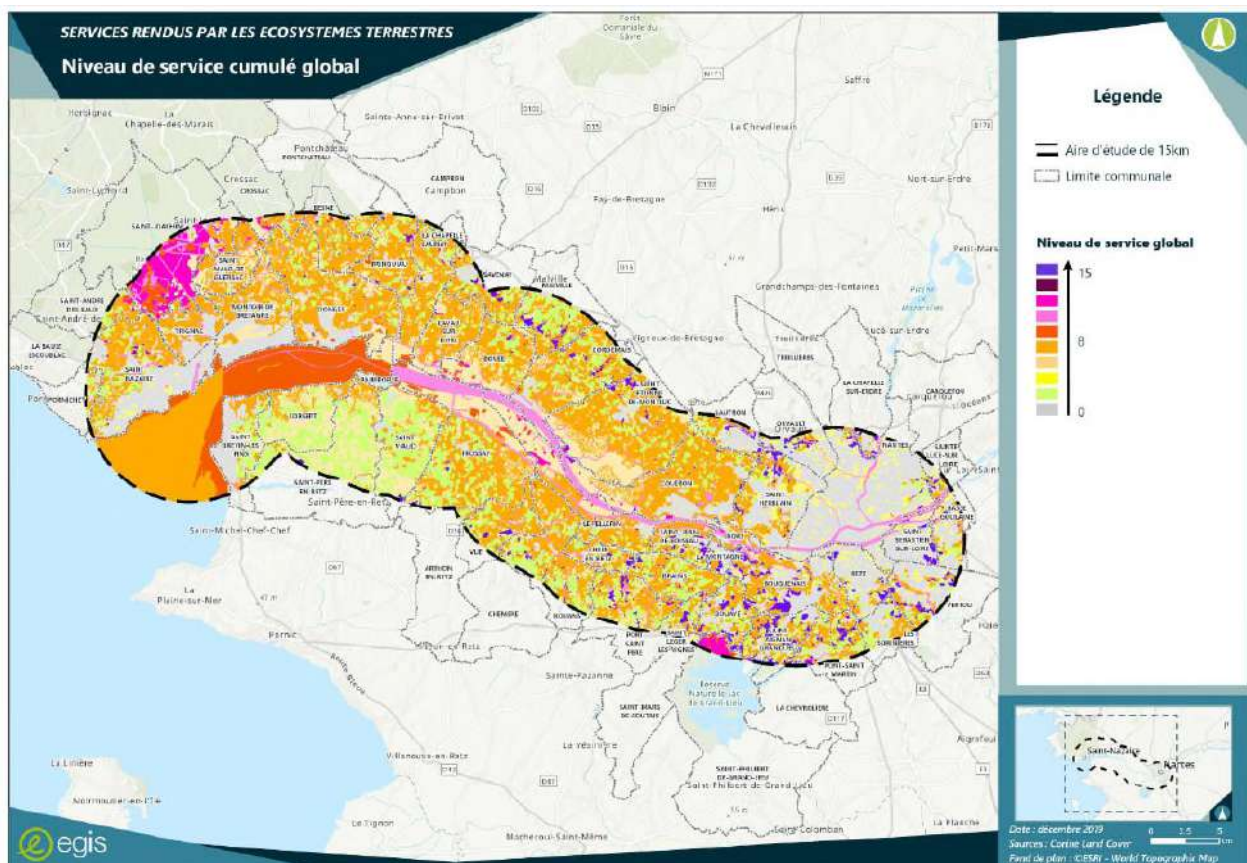


FIGURE 15 : NIVEAU DE SERVICE CUMULE GLOBAL DES ECOSYSTEMES TERRESTRES SUR L'AIRE D'ETUDE ELARGIE DU GPMNSN

Le territoire qui entoure le foncier du port se caractérise par :

- des zones à très faible niveau global de service : ce sont les espaces urbanisés et industriels au sein desquels les espaces de nature sont rares ;
- des zones à niveau global de service moyen : il s'agit notamment des zones agricoles de Corsept et Saint-Viaud. Sur ce territoire, les prairies rehaussent localement le niveau de service global et il est probable que celles-ci jouent un rôle important dans la productivité agricole du secteur (régulation des ravageurs, etc.) ;
- des zones à fort et très fort niveau global de service : il s'agit des espaces forestiers, des zones humides et marais, de la zone estuarienne.

Le diagnostic préliminaire réalisé met en exergue :

- l'intérêt du foncier naturel, d'une part vis-à-vis des zones urbaines (réduction des nuisances, régulation de l'environnement physico-chimique et potentiel récréatif), et d'autre part pour les zones agricoles (régulation biotique) ;
- le stock de carbone sur ces zones naturelles représente environ 480 000 teq.CO₂, soit environ 70% du stockage de carbone sur l'ensemble du foncier du GPMNSN. Ce chiffre est à rapporter aux émissions produites annuellement par l'activité de l'établissement (20 000 teq.CO₂).

3.2.3.4 - Le panorama des acteurs intervenant dans la gestion des espaces naturels du GPMNSN

La mise en œuvre des actions pour la gestion des espaces naturels du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire résulte de l'implication de nombreux acteurs du territoire qui renforce celle des services du port :

- les acteurs institutionnels :
 - le Conseil départemental de Loire-Atlantique
 - les communes (maires et services environnement), pour la mise en place en co-gestion avec le Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire d'actions de préservation de la faune et de la flore ;
 - le service ressources naturelles et paysages de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL).
 - le service biodiversité de la Direction Départementale des Territoires et de la Mer
- les experts :
 - le GIP Loire Estuaire ;
 - le Conservatoire Botanique National de Brest (CBNB) ;
 - le Conseil Scientifique de l'Estuaire de la Loire (CSEL).
- les exploitants agricoles intervenant directement sur les sites ;
- les représentants des chasseurs et des pêcheurs.

3.2.4 - La gestion des espaces industrialo-portuaires (action 27 du PS)

3.2.4.1 - La prise en compte de l'environnement dans les projets d'implantation préalable

Le GPMNSN, dans le cadre de sa procédure implantation préalable à tout accord d'installation d'un futur client, examine les problématiques environnementales associées au site visé et à l'activité envisagée. Un bilan est produit, sous la forme suivante (figure ci-dessous), qui contribue à la décision du Directoire sur l'implantation, tout en alertant le client sur l'intégration des thématiques environnementales nécessitant son

attention. Un accompagnement du client est proposé par le GPMNSN afin que son dossier réglementaire prenne notamment en compte de manière satisfaisante les incidences environnementales de son implantation sur les habitats et sur les espèces faunistiques et floristiques.

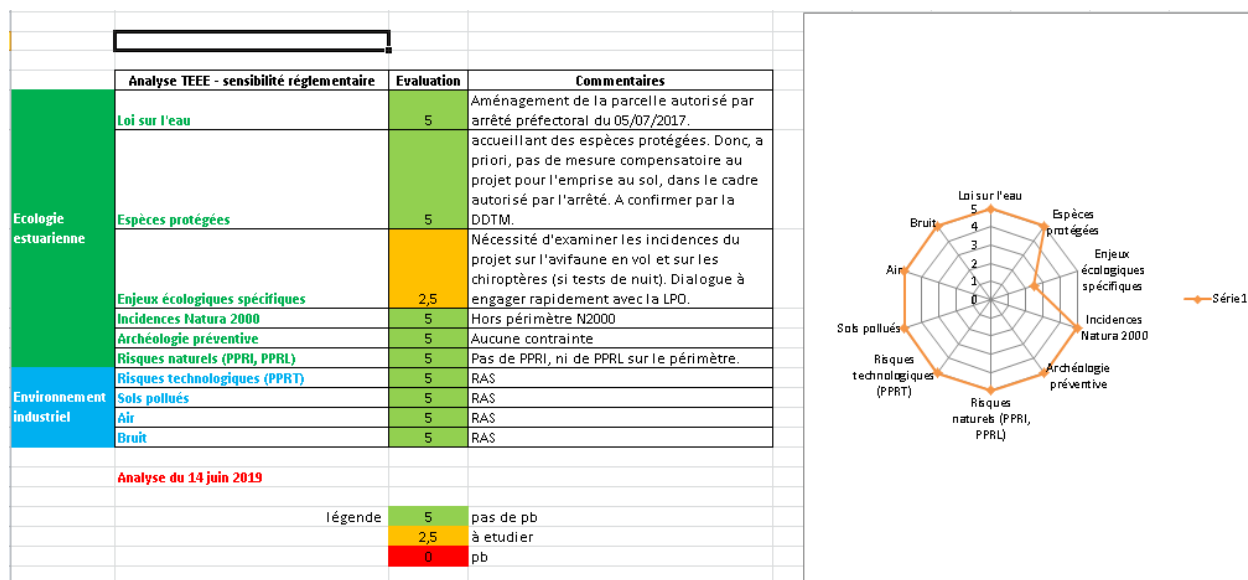


FIGURE 16 : EXEMPLE DE BILAN PRODUIT SUR LES PROBLEMATIQUES ENVIRONNEMENTALES POUR UN SITE VISE ET UNE ACTIVITE ENVISAGEE (SOURCE : GPMNSN)

3.2.4.2 - La démarche d'Écologie Industrielle Territoriale (EIT) (action 27 du PS)

En application de son projet stratégique 2015-2020, et notamment de l'objectif d'amélioration des pratiques pour minimiser leur impact environnemental et préserver la biodiversité, le Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire ambitionne de devenir un port français de référence de la transition énergétique et écologique. Au-delà d'une meilleure qualité environnementale, la transition énergétique constitue une véritable opportunité pour augmenter l'attractivité portuaire et pérenniser l'activité industrielle sur le territoire estuarien. Pour ce faire, le GPMNSN conduit des actions en partenariat ou en lien avec les collectivités locales, des entreprises portuaires ou d'autres organismes tels que l'ADEME.

Ainsi, le GPMNSN et l'agglomération de Saint-Nazaire (CARENE) ont notamment lancé, en 2014, une démarche d'écologie industrielle sur la zone portuaire aval, de la raffinerie Total à l'est à la zone industrielle de Saint-Nazaire à l'ouest. Une réflexion préalable a été menée avec et pour les entreprises, afin d'identifier les pistes d'amélioration de leur compétitivité et d'attractivité du territoire. Ces travaux ont permis de faire émerger des projets de réseaux de chaleur potentiels sur Montoir-de-Bretagne et/ou Saint-Nazaire, des synergies sur la gestion des déchets et sur la gestion de l'énergie, le développement des énergies renouvelable (solaire, hydrogène, biométhane, etc.).



FIGURE 17 : PROJETS EN COURS - DEMARCHE D'ÉCOLOGIE INDUSTRIELLE TERRITORIALE

De par les différents projets engagés, l'écologie industrielle est un levier d'action pour la diminution des impacts environnementaux des activités de la Zone Industriale-Portuaire (ZIP) de Montoir-de-Bretagne. Ce levier d'action est inscrit dans le projet stratégique du Grand Port Maritime et dans le Plan Climat Air Énergie Territorial (PCAET) de la CARENE (objectifs à atteindre à l'horizon 2030 pour le PCAET).

TABLEAU 12 : PROJETS D'ÉCOLOGIE INDUSTRIELLE SUR LA PERIODE 2015-2020

Objectifs de la démarche d'écologie industrielle à 2030	Projet	Finalités	Phase à mi 2020
Augmenter de 25% la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique	Gazéification hydrothermale	Étudier la faisabilité de mettre en œuvre une plateforme industrielle de production de gaz renouvelable à partir d'effluents liquides	En cours
	Réseau de Chaleur Industriel-Urbain (RCIU) Saint-Nazaire / Montoir-de-Bretagne	Étudier la faisabilité technico-juridico-économique de la création d'un RCIU sur la ZIP aval avec l'intégration de multi producteurs/consommateurs	En cours

Objectifs de la démarche d'écologie industrielle à 2030	Projet	Finalités	Phase à mi 2020
	Smart Grid Saint-Nazaire	Étudier l'opportunité sur les besoins de la ZIP en termes d'innovation sur les réseaux électriques	Terminée
	Cadastre solaire	Analyse cartographique sur le territoire de la CARENE du potentiel solaire (thermique et photovoltaïque) des toitures Projet d'implantation de centrale photovoltaïque au sol à Montoir-de-Bretagne	Terminée En cours
Réduire de 25% la consommation énergétique	Réseau de frigos	Étudier l'opportunité sur la récupération de frigorifère chez Elengy pour alimenter les entrepôts frigorifiques	Terminée
Réduire de 50% les émissions de gaz à effet de serre	Bilan Gaz à Effet de Serre	Réaliser le bilan des émissions de gaz à effet de serre des activités portuaires	Engagée en 2020
	Cartographie des flux	Analyser les flux intrants/sortants des industriels	Engagée en 2020
	Hydrogène	Création d'un écosystème (production, distribution, utilisation) complet autour de l'hydrogène	En cours
Améliorer la qualité de l'air : - Réduire de 20% les émissions de Nox - Réduire de 14% les émissions de particules très fines (PM 2,5)	Station GNV Saint-Nazaire	Mise en œuvre d'une station d'avitaillement au Gaz Naturel Véhicule	En cours
	Courant de quai	Réaliser une étude préalable sur le déploiement de l'électricité à quai	Non engagée
	Étude de motorisation des flottes	Étude comparative multicritères des motorisations « faibles émissions » des flottes de véhicules de la CARENE, Ville de Saint-Nazaire, CAP'Atlantique et GPMNSN	Engagée en 2020
	Modélisation des émissions du trafic maritime	/	/

Objectifs de la démarche d'écologie industrielle à 2030	Projet	Finalités	Phase à mi 2020
Développer des boucles d'économie circulaire	Micro algues	Étudier l'opportunité sur le potentiel de développement d'une filière microalgues sur la ZIP aval recyclant les effluents (liquide, gazeux) et l'énergie fatale (chaleur, froid) des industriels	Terminée
	OPTIMISME	Projet de recherche sur le développement d'une plateforme informatique mutualisée pour centraliser des données énergétiques	Terminée
	ESTUAIRE	Projet de recherche sur la valorisation de l'électricité fatale de la MAN ES et la massification du développement de projets d'énergies renouvelables sur le territoire	En cours

Comme l'indique le tableau ci-dessus, le GPMNSN contribue au développement des filières des énergies renouvelables en adaptant ses infrastructures et en proposant des solutions foncières et logistiques sur mesure. Des prototypes naissent ou sont testés sur les sites portuaires : au Carnet ou dans les bassins de Saint-Nazaire, tels que la première éolienne flottante de France, Floatgen, portée par la société Idéol avec l'École Centrale de Nantes et Bouygues Travaux Publics ou, issue du programme de recherche IHES ; la plateforme autonome WAVEGEM® qui génère son électricité à partir de la technologie houlomotrice innovante développée par Geps Techno. Sur les sites aval, pour répondre aux besoins de ces filières industrielles, des quais ont été renforcés pour le chargement et le déchargement de colis industriels lourds et des voiries ont été adaptées au transport hors normes.

Enfin, le gaz naturel pourrait être à court terme le carburant alternatif le plus utilisé pour le transport de marchandises. Le GPMNSN contribue notamment au programme S/F Samuel LNG for a Blue Atlantic Arch, coordonné par le GIE Dragages Ports et cofinancé par l'Union Européenne dans le cadre du programme pour l'interconnexion en Europe. L'une des principales actions de ce projet a consisté à équiper la drague *Samuel de Champlain* d'une motorisation duale fuel-gaz naturel liquéfié. Le chantier, inédit pour une drague, a débuté en octobre 2018 à Dunkerque. Après deux mois de travaux en cale sèche pour procéder au remplacement du système de propulsion, le navire a été remis en eau début décembre. Les travaux se sont poursuivis à flot dans l'enceinte du chantier naval de Damen Schiprepair & Conversion, avant le retour en Loire de la drague fin juin 2019. Une campagne de mesures sera réalisée en 2020 pour évaluer les gains obtenus après remotorisation (-20% d'émissions de GES)..

3.2.5 - Les projets d'aménagement réalisés entre 2015 et 2020 (actions 7, 8, 12, 18, 19 et 22 du PS)

Les projets d'aménagement initiés durant la période 2015-2020 sont présentés dans cette section.

TABLEAU 13 : PROJETS D'AMENAGEMENTS INITIES DURANT LA PERIODE 2015-2020

Numéro de l'action	Intitulé de l'action	État d'avancement à mi 2020
7	Implanter un pôle froid et un guichet unique d'inspection frontalière à l'arrière des terminaux à conteneur et roulier	75%
8	Aménager la zone logistique du secteur nantais (Cheviré)	75%
12	Augmenter les capacités d'accueil du poste à liquides de Montoir de Bretagne	75%
18	Conduire les études et les procédures préalables à l'aménagement du Grand Tourteau	50%
19	Mettre en œuvre l'aménagement du site du Carnet	75%
22	Aménager l'avant-port de Saint-Nazaire	75%

En complément, le GPMNSN aménage, à St-Nazaire, une plateforme logistique dédiée à la construction des futurs parcs éoliens offshore.

3.2.5.1 - L'implantation d'un pôle froid et d'un guichet unique réglementaire (action 7 du PS)

Le développement de la chaîne logistique froide est un enjeu d'avenir pour le GPM, en réponse au développement vers l'export des entreprises agroalimentaires bretonnes et ligériennes. L'implantation d'une solution logistique **d'entrepôt à température contrôlée** notamment sur la plateforme de Montoir-de-Bretagne permettra de répondre aux besoins des industriels du territoire. Cette opération s'inscrit pleinement dans les nouvelles orientations stratégiques du GPM consistant à créer de nouvelles capacités logistiques sur les zones portuaires permettant ainsi de fixer et développer les flux sur les terminaux portuaires mais également de diversifier les revenus du GPM.

Le projet est à l'étude.

Les travaux de construction d'un **guichet unique réglementaire** (GUR), coordonnés par le GPMNSN en charge de la maîtrise d'ouvrage, qui ont débuté en juin 2018, se sont achevés en juillet 2019. L'équipement est entré en service en septembre 2019. Le GUR est un équipement public conçu pour faciliter les contrôles sanitaires et douaniers des marchandises en provenance de pays extérieurs à l'Union européenne et pour réaliser les contrôles à l'importation des produits biologiques. Les services de la douane et le service d'inspection vétérinaire et phytosanitaire (SIVEP) et le service de la concurrence, consommation et répression des fraudes (CCRF) y effectuent les contrôles de la marchandise. Chaque année, près de 2 000 conteneurs sont contrôlés. Le GUR permet de réduire considérablement le temps de passage de la marchandise analysée

3.2.5.2 - L'aménagement de la zone logistique du secteur nantais à Cheviré (action 8 du PS)

Cette opération n'a pas été mise en place.

D'ici à fin 2020, le programme d'actions pourrait être validé, avec la mise en œuvre, dès cette année, d'actions de sécurisation de la zone portuaire de Cheviré

3.2.5.3 - Le projet d'aménagement ferroviaire à Montoir-de-Bretagne et Donges _ faisceau du Priory (action 11 du PS)

Le projet d'aménagement des voies ferroviaires à Montoir-de-Bretagne et Donges (faisceau du Priory, action 11 du PS) a notamment pour objectif d'accompagner les évolutions prévues des trafics ferroviaires de la Zone Industriale-Portuaire de Montoir-de-Bretagne, liées à l'implantation d'un nouveau silo céréalier et au développement d'une activité de cimenterie (augmentations annuelles respectives de 400 000 et 130 000 tonnes de ces trafics ferroviaires). Le projet a consisté en l'aménagement d'une sixième voie sur le faisceau du Priory de 1 000 m, s'accompagnant d'un déplacement d'un chemin d'exploitation, et en l'aménagement de trois voies de stockage non électrifiées de 200 m chacune.

Cet aménagement répond à l'axe 2 du projet stratégique 2015-2020 « Garantir la performance de l'outil industriel portuaire ».

Le projet vise à consolider l'offre ferroviaire au départ et à l'arrivée de la Zone Industriale-Portuaire (ZIP) de Montoir-de-Bretagne, dans une perspective d'augmentation de la part modale du transport par rail.

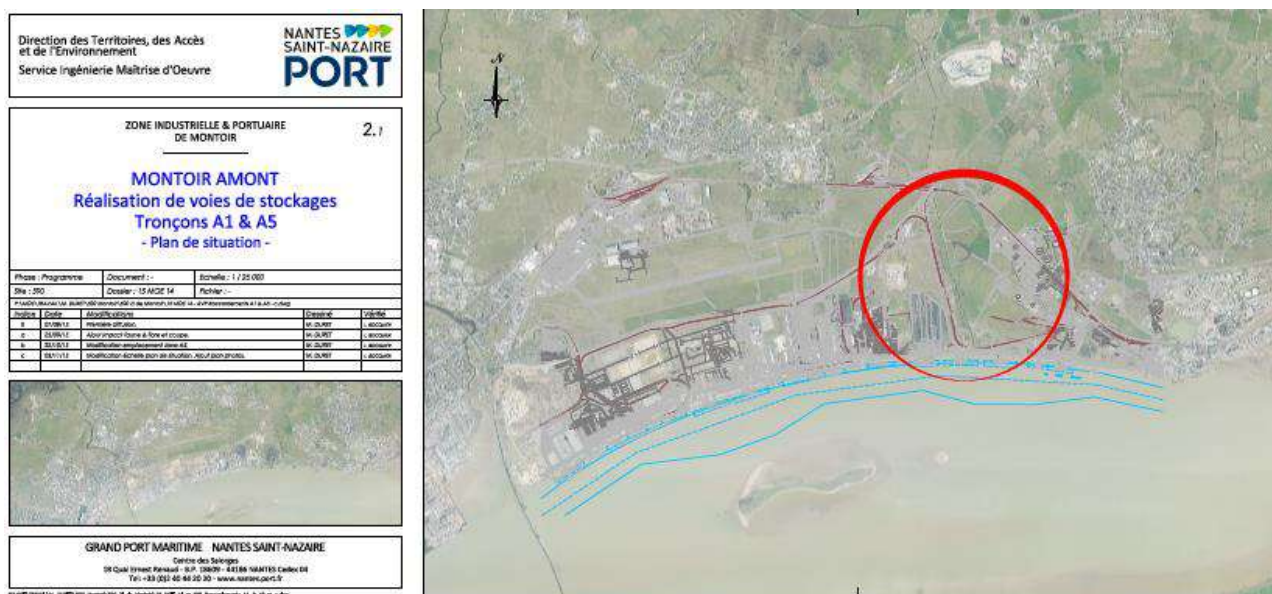


FIGURE 18 : PLAN DE SITUATION (SOURCE : DEMANDE D'EXAMEN AU CAS PAR CAS - 2015)

Il comporte deux opérations d'aménagements du réseau ferré portuaire :

- l'une visant à créer une sixième voie ferroviaire électrifiée, de 1 000 m de longueur, en parallèle d'un faisceau ferroviaire électrifié existant actuellement (le faisceau de Priory), sur une plateforme remblayée existante. Cette création de voie supplémentaire s'accompagne d'un déplacement de chemin d'exploitation ;
- l'autre visant à créer trois voies de stockage de 200 m de longueur chacune et un chemin d'exploitation, en parallèle d'une voie ferrée portuaire existante.

La procédure réglementaire engagée vis-à-vis de ce projet est la suivante :

- demande d'examen au cas préalable à la réalisation éventuelle d'une étude d'impact au titre de l'article R. 122-3 du code de l'environnement, formulée en novembre 2015 et ayant donné lieu à une décision de l'autorité environnementale du CGEDD du 24 décembre 2015 de ne pas soumettre l'opération à étude d'impact.

Un inventaire écologique a été mené en 2015 afin d'évaluer les impacts du projet sur les habitats naturels, la faune et la flore. Une détermination des zones humides impactées a également été menée. Le projet a conduit à détruire 0,09 ha de zones humides. Des mesures compensatoires ont été mises en œuvre : création de deux mares de 1 000 m² chacune dans la zone à l'est du Priory, sous gestion du GPMNSN.

La création d'une voie de raccordement a été réalisée au nord de l'ITE Cargill en 2016/2017.

En 2018, la sixième voie électrifiée sur le faisceau du Priory a été créée.

En revanche, les travaux pour la création des trois voies de stockage, réalisés à 90%, sont actuellement à l'arrêt. Ils devraient reprendre à la fin de l'année 2020, après réalisation d'une protection de pipe par Total.

3.2.5.4 - L'augmentation des capacités d'accueil du poste à liquides de Montoir-de-Bretagne (action 12 du PS)

Cet aménagement répond à l'axe 2 du projet stratégique 2015-2020 « Garantir la performance de l'outil industriel portuaire ».

Le poste à liquides est situé sur la commune de Montoir-de-Bretagne, entre le poste n°1 du Terminal Multi-Vracs (TMV) et le poste de chargement des barges du terminal charbonnier.



FIGURE 19 : LOCALISATION DU POSTE A LIQUIDES (SOURCE : DOSSIER D'INFORMATIONS LSE - JUILLET 2015)

Ce poste est dédié aux vracs liquides. Il y transite de l'ammoniac liquéfié, du CO₂, de l'acide phosphorique, de l'acide sulfurique, de la mélasse, de l'huile, du diester et du sable chargé en eau.

L'aménagement du poste à liquides aura pour effet de désencombrer le site (par multiplication des postes d'accostage), de séparer physiquement les trafics par catégorie, d'adapter les moyens de rétention aux produits manutentionnés, d'autoriser plus de souplesse dans l'exploitation (diminution des temps d'attente) et d'adapter les installations nautiques aux moyens actuellement utilisés (augmentation de la taille des navires).

Le poste à liquides de Montoir-de-Bretagne a été autorisé au titre des articles L.214-1 à L.214-6 du Code de l'Environnement par arrêté préfectoral du 8 novembre 2007. Les modifications souhaitées de l'ouvrage ont été portées à la connaissance de l'autorité préfectorale, qui a donné son accord sur l'engagement des travaux, sans nécessité de déposer un dossier au titre de la loi sur l'eau, par un courrier en date du 22 décembre 2015.

La Commission Nautique Locale a émis un avis favorable sur le projet en septembre 2019.

Les travaux concernant l'augmentation des capacités d'accueil du poste à liquides de Montoir-de-Bretagne doivent commencer à la fin de l'année 2020. La mise en service est prévue au début de l'année 2022.

3.2.5.5 - Conduire les études et les procédures préalables à l'aménagement du Grand Tourteau (action 18 du PS)

Le GPM a mis à jour des inventaires (faune benthique, avifaune, ichtyofaune) écologiques des vasières de l'estuaire dans le cadre des études préalables au projet d'aménagement du Grand Tourteau. Hormis ces inventaires, aucune étude technique n'a été engagée sur la période 2015-2020. Le projet d'aménagement a été mis en veille à l'arrivée du nouveau président du Directoire, en mars 2019.

3.2.5.6 - L'aménagement du site portuaire du Carnet (action 19 du PS)

Cet aménagement répond à l'axe 3 du projet stratégique 2015-2020 « Conduire une politique partagée de développement durable des espaces portuaires estuariens ».

Le site du Carnet, localisé sur les communes de Frossay et Saint-Viaud, est voué depuis plusieurs décennies à l'installation d'une Zone Industriale-Portuaire (ZIP) et il a été remblayé lors de diverses opérations menées entre 1970 et 1993 (refoulement de matériaux de dragages).

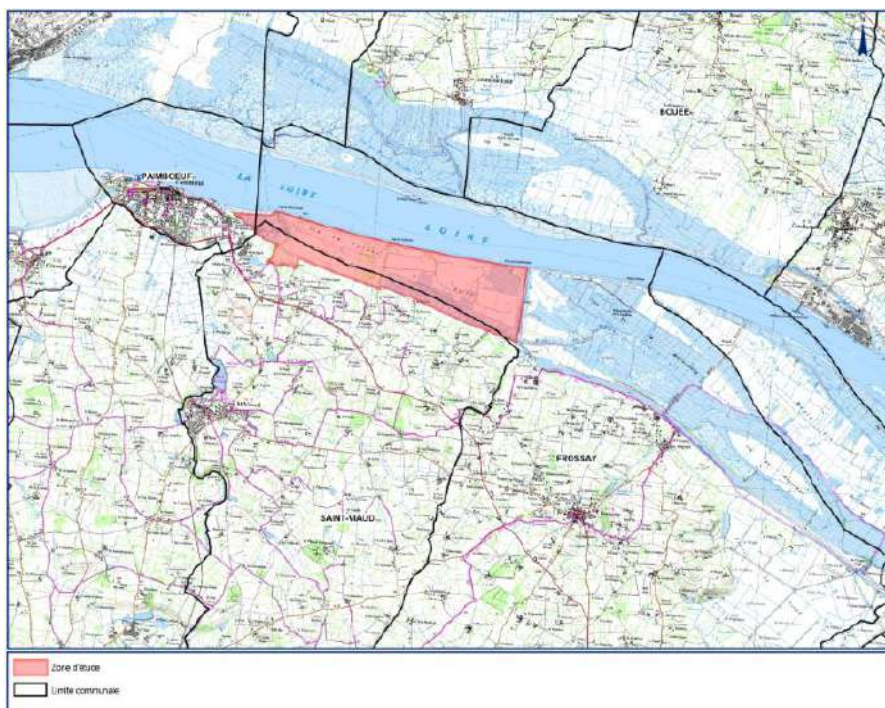


FIGURE 20 : SITE DU CARNET (SOURCE : ETUDE D'IMPACT - FEVRIER 2016)

Dans le cadre du projet de parc éolien offshore à Saint-Nazaire, le GPM élabore une offre portuaire globale qui s'articule sur trois sites pour développer la filière offshore. Le projet d'aménagement du site portuaire du Carnet concerne la création d'un parc industriel éco technologique de 110 ha et la restauration de milieux naturels sur 285 ha. C'est un projet global, qui a bénéficié de nombreux échanges avec l'ensemble des parties prenantes tout au long de son élaboration.

Préalablement à l'instruction du dossier d'autorisation, une concertation sur la prise en compte des enjeux écologiques du site a été menée avec les services de l'Etat, les collectivités locales ainsi qu'avec des associations de protection de la nature et de l'environnement.

Le GPMNSN dispose aujourd'hui de toutes les autorisations au plan environnemental, urbanisme local et archéologie préventive pour réaliser les aménagements et accueillir une implantation industrielle. Seules les autorisations inhérentes à la construction de bâtiments (permis de construire) et au processus industriel (ICPE par exemple) restent à la charge des porteurs de projet.

Les procédures réglementaires menées ou prévues vis-à-vis de ce projet sont les suivantes :

- avis favorable de la commission locale de l'eau du SAGE Estuaire de la Loire, en avril 2016 ;
- dossier de dérogation espèces protégées transmis au Conseil National de Protection de la Nature (CNPN) en avril 2016 ;
- avis favorables des commissions faune et flore du CNPN, respectivement en dates du 22 juin et du 27 juin 2016 ;
- autorisation préfectorale au titre de la loi sur l'eau et de dérogation aux interdictions d'atteinte aux espèces protégées, en date du 5 juillet 2017, assorti d'une durée de validité de 12 ans (10 ans pour les ouvrages maritimes) ;
- arrêté préfectoral pour l'institution d'un comité de suivi chargé de suivre l'évolution du site en phases travaux et exploitation, en date du 14 décembre 2017 ;
- plans locaux d'urbanisme des communes de Saint-Viaud et Frossay, approuvés fin 2018 ;
- arrêté préfectoral d'établissement d'une zone de protection de biotope sur le site du Carnet, en date du 8 avril 2019 ;

- présentation du plan de gestion du site du Carnet au Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Nature en juillet 2020 ;
- réalisation des premières mesures compensatoires à l'automne 2020 ;
- validation du plan de gestion des espaces à vocation naturelle par le service en charge de la police de la nature d'ici fin 2020.

Le projet d'aménagement autorisé porte sur la viabilisation de 110 ha, les infrastructures nautiques (quai, ponton roulier et deux nouveaux appontements), les mesures compensatoires et de gestion sur les 285 ha.

L'aménagement du site sera progressif, par tranches fonctionnelles, en fonction des besoins d'implantations.

Le suivi et la pérennité des dispositions prévues par l'arrêté du 05/07/2017 sont assurés au travers de :

- la rédaction d'un plan de gestion sur l'ensemble des 395 ha.
- la mise en place d'un Comité de suivi institué par arrêté préfectoral du 14 décembre 2017, présidé par le préfet, pour s'assurer de l'avancement du projet conformément aux enjeux et équilibres définis.
- l'arrêté préfectoral de protection de biotope permettant de garantir la préservation des 285 ha à vocation environnementale.

La réalisation des mesures compensatoires de la 1^{ère} tranche d'aménagement, couvrant 30 ha (cf. localisation sur la figure 22), en deux phases (17,9 ha puis 12,1 ha) sur les 110 ha autorisés, est prévue à partir de septembre 2020, pour une durée estimée à 4 mois.



FIGURE 21 : LOCALISATION DE LA PREMIERE TRANCHE D'AMENAGEMENT

Les mesures compensatoires à réaliser sont celles prévues dans le dossier support de l'autorisation et qui ont été reprises dans l'arrêté préfectoral du 05/07/2017. Le phasage des travaux d'aménagement est réalisé par tranches fonctionnelles, conformément à l'annexe 3 de l'arrêté (voir figure 23). La 1^{ère} phase de travaux de viabilisation des 30 ha correspond à la zone d'aménagement "5" pour laquelle les mesures compensatoires des deux zones "5c" doivent être réalisées.

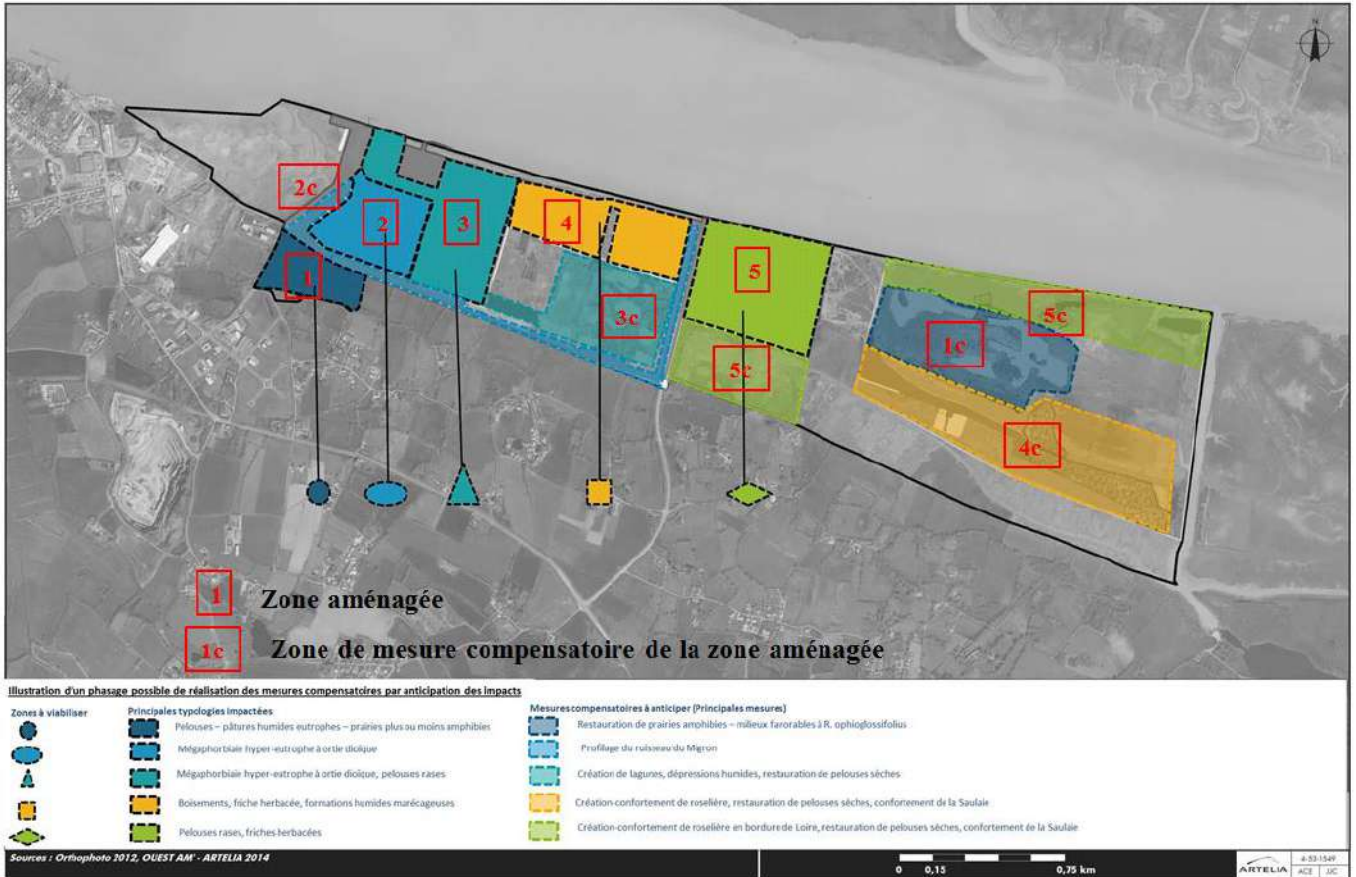


FIGURE 22 : PHASAGE DES TRAVAUX D'AMENAGEMENT DU PARC DU CARNET

Afin de permettre l'aménagement de la première tranche de 30 ha au droit d'un futur ponton, le GPMNSN se prépare à engager les mesures compensatoires correspondantes (13 ha) à partir de l'automne 2020.

Ces mesures seront précédées par une très importante opération visant à éradiquer les espèces végétales exotiques envahissantes et principalement le Baccharis sur les zones devant faire l'objet des mesures compensatoires et sur une zone tampon autour de ces zones afin de limiter leur retour sur les secteurs faisant l'objet des compensations écologiques.

3.2.5.7 - L'aménagement de l'avant-port de Saint-Nazaire (action 22 du PS)

Cet aménagement répond à l'axe 3 du projet stratégique 2015-2020 « Conduire une politique partagée de développement durable des espaces portuaires estuariens ».

L'avant-port de Saint-Nazaire est composé d'ouvrages de protection d'un plan d'eau équipé de pontons, et est dédié aux services maritimes et portuaires. En concertation avec les utilisateurs du site, le Grand Port Maritime a fait le constat d'une offre actuelle d'accostage insuffisante, plutôt vétuste et faiblement sécurisée, ne permettant pas la mobilisation rapide des moyens nautiques souhaités.



FIGURE 23 : ZONE D'AMENAGEMENT DE L'AVANT-PORT DE SAINT-NAZAIRE (SOURCE : DOSSIER LSE – NOVEMBRE 2017)

Le projet consiste en l'implantation de deux pontons flottants dans l'avant-port Sud de Saint-Nazaire, accouplés à des pieux (quatre) fondés au rocher. L'accès à ces pontons nécessite des dragages de mise à la cote des fonds entre le chenal d'accès aux bassins de Saint-Nazaire et les ouvrages, de manière à permettre un accès aux postes d'accostage à tout moment de la marée pour les vedettes susceptibles de les utiliser.

Les procédures réglementaires menées vis-à-vis de ce projet sont les suivantes :

- dossier de déclaration au titre des articles L.214-1 à 6 du Code de l'Environnement, adressé en février 2018 au guichet unique de l'eau ;
- autorisation préfectorale pour entreprendre l'opération en date du 14 août 2018 ;
- demande d'examen au cas par cas préalable à la réalisation éventuelle d'une évaluation environnementale au titre de l'article R. 122-3 du code de l'environnement, formulée en janvier 2019 et ayant donné lieu à une décision de l'autorité environnementale du Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable (CGEDD) du 19 mars 2019 de ne pas soumettre l'opération à évaluation environnementale.

Le projet a reçu un avis favorable de la commission nautique locale.

L'essentiel des travaux (fabrication des pontons et de la passerelle) de ce projet sont réalisés hors site. Les pontons sont quasiment achevés. Les travaux dans l'avant-port regroupant dragages préalables, battage de pieux, implantation du ponton, pose de la passerelle, connexion des équipements électriques et sécurisation des accès seront regroupés sur la période novembre 2020 – février 2021.

3.2.5.8 - Un hub logistique à Saint-Nazaire

Cet aménagement répond à l'axe 3 du projet stratégique 2015-2020 « Conduire une politique partagée de développement durable des espaces portuaires estuariens ».

Le 11 juillet 2011, l'État français a lancé un appel d'offres relatif à la réalisation et à l'exploitation d'un parc éolien en mer au large de Saint-Nazaire. Par arrêté du 18 avril 2012, la société Éolien Maritime France (EMF) a été autorisée à exploiter ce parc d'une capacité de 480 mégawatts, localisé sur le domaine public maritime sur la zone du banc de Guérande (80 éoliennes, situées à environ 12 km des côtes ligériennes).

Ce projet nécessite notamment un hub logistique de pré-montage terrestre des éoliennes sur Saint-Nazaire. À cette fin, le GPMNSN a réservé l'emprise foncière présentée ci-dessous, d'une surface de 15 hectares.

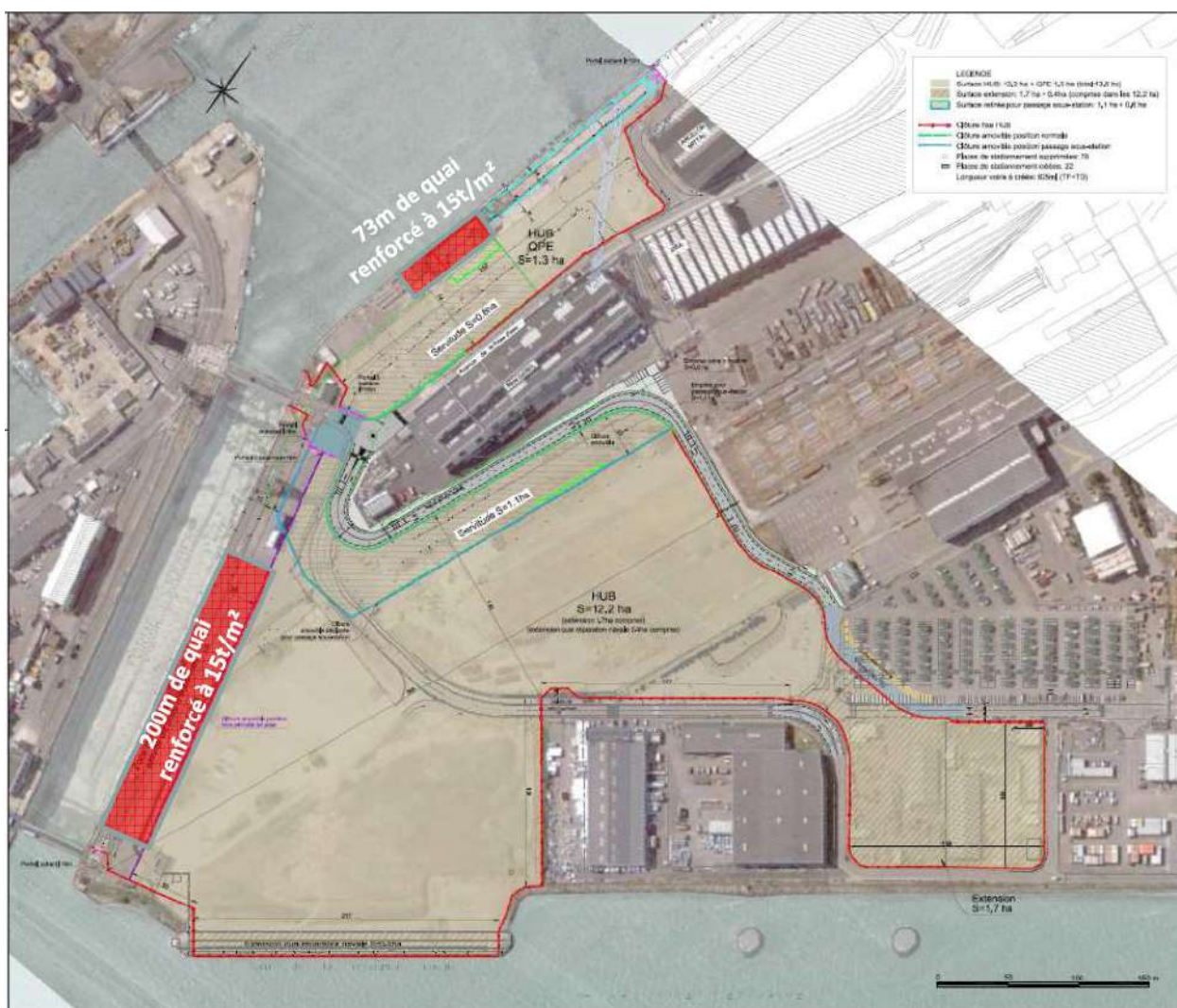


FIGURE 24 : EMPRISE DU PROJET DE HUB LOGISTIQUE A SAINT-NAZAIRE

Les travaux prévus concernent :

- le renforcement de terre-pleins préalable au renforcement de quais ;
- le renforcement de la structure de quais ;
- la libération de parcelles ;
- l'aménagement d'une plateforme industrielle ;
- l'amélioration de la collecte et du traitement des eaux pluviales

Au regard du projet, il apparaît que les travaux envisagés sont assimilables à des travaux de grosse réparation et de modernisation d'ouvrages portuaires antérieurement autorisés (quai et plateforme) et ne sont pas soumis à étude d'impact ni à procédure au titre des articles L.214-1 à 6 du Code de l'Environnement.

Les travaux sous maîtrise d'ouvrage du GPMNSN comprennent cinq lots qui sont localisés sur la figure suivante.



FIGURE 25 : TRAVAUX DU HUB LOGISTIQUE SOUS MAITRISE D'OUVRAGE DU GPMNSN (SOURCE : GPMNSN)

Les travaux suivants ont été achevés :

- 1. Libération d'emprise (blockhaus, sabliers...) et dépollution entre 2014 et 2018,
- 2. Renforcement de 73 m du quai de la prise d'eau à 15 t/m² destiné à l'approvisionnement, en 2017,
- 3. Dévoisement de la rue de la forme Joubert, mise en service en novembre 2018.

Les deux lots restants sont :

- 4. Libération d'une emprise additionnelle de 1,7 ha,
- 5. Renforcement de 200 m du quai de la forme Joubert à 15 t/m², destiné au chargement.

0,7 ha du lot 4 ont été libérés. Les travaux de renforcement du quai sont programmés entre juin et décembre 2020. La livraison à General Electric du site de stockage et d'assemblage de nacelles, mâts et pales des éoliennes du Parc du Banc de Guérande devrait avoir lieu en janvier 2021.

3.2.5.9 - Les impacts environnementaux identifiés des projets d'aménagement

Les éléments présentés ci-après sont issus des demandes d'examen au cas par cas, des études d'impacts et des dossiers loi sur l'eau des projets dont l'information était disponible.

Action 11 du PS : Aménagements ferroviaires du faisceau du Priory

- Impacts en phase travaux :
 - destruction d'une roselière à Roseau commun sur une superficie de 0,09 ha (zone humide) ;
 - augmentation des nuisances sonores et des vibrations ;
 - impacts sur la qualité de l'air.
- Impact en phase exploitation :
 - Augmentation des nuisances sonores et des vibrations.

Action 12 du PS : Augmentation des capacités d'accueil du poste à liquides de Montoir-de-Bretagne

D'après le dossier d'informations au titre des articles L.214-1 à 6 du Code de l'Environnement (Juillet 2015), les impacts du projet sont les suivants :

- Impacts en phase travaux :
 - impacts négligeables sur le taux d'oxygène dissous dans l'eau, les matières en suspension, la qualité des eaux (chimique, bactériologique, contenu en nutriments) et le milieu vivant ;
 - impact local modéré et épisodique sur la qualité de l'air et le bruit.

Action 19 du PS : Aménagement du Carnet

Le projet a été élaboré en suivant la démarche Éviter-Réduire-Compenser. Il a ainsi été réduit à 110 ha au lieu des 160 ha initialement prévus afin de préserver des espaces d'intérêt écologique fort. Un programme de mesures compensatoires a été élaboré sur d'autres secteurs afin de permettre d'améliorer la valeur écologique globale du site, en prenant en compte les enjeux des zones humides et des espèces protégées sur la base d'une bio-évaluation innovante. Ce programme est inscrit dans l'arrêté préfectoral du 5 juillet 2017. Les mesures compensatoires seront réalisées de manière anticipée et par phase sur les aménagements, en fonction des habitats et espèces concernés, tout en respectant la saisonnalité de la fréquentation des milieux par les espèces.

En intégrant la réalisation du projet et des mesures compensatoires, des bilans surfaciques ont été réalisés au niveau global (395 ha) et au niveau du périmètre « zones humides » selon l'approche « bio-évaluation ».

L'exercice du bilan surfacique global conduit aux observations suivantes :

- la proportion des surfaces des secteurs d'intérêt fort et très fort est pratiquement stable entre l'état initial et l'état aménagé, en particulier sur les secteurs d'intérêt très fort,
- globalement, les mesures compensatoires permettent une compensation fonctionnelle à la hauteur des effets résiduels : maintien d'un niveau fonctionnel équivalent entre avant et après le projet,
- le bilan zones humides est positif pour les secteurs d'intérêt fort et très fort,
- malgré les 110 ha aménagés, la démarche « éviter, réduire, compenser » a permis de dégager un bilan positif sur les zones humides tout en préservant la mosaïque de milieux humides et meubles qui font la spécificité du site du Carnet,
- les principes de compensation zone humide (SDAGE Loire-Bretagne, SAGE estuaire de la Loire) ont été respectés,
- les espèces protégées ont été prises en compte dans la démarche « Éviter, Réduire, Compenser »,

- les espèces patrimoniales (notamment des invertébrés) et au-delà, la nature dite « ordinaire » ont été prises en compte.

D'après l'étude d'impact du projet (Février 2016), les impacts identifiés et évalués du projet global (110 ha) sont les suivants :

■ Impacts en phase travaux :

- impacts locaux sur la qualité de l'air liés aux travaux de terrassement, de création des aménagements maritimes et terrestres ;
- impacts négligeables de l'aménagement de la berge et de la réalisation de la souille : remise en suspension de vases négligeable dans la masse turbide du secteur ;
- destruction de la faune benthique sur les zones à draguer, considérée cependant comme faible (très faibles densités et biomasses) ;
- destruction de la faune benthique limitée à la zone d'emprise des ouvrages ;
- destruction de 110 ha d'habitats et de flore pour la viabilisation du site ;
- destruction de zones de reproduction de limicoles et d'anatidés ;
- destruction d'une zone de reproduction du Busard des roseaux ;
- destruction de zones de reproduction et de transit migratoire de passereaux paludicoles ;
- destruction de zones de reproduction de la Pie-grièche écorcheur ;
- destruction de 45 ha de secteurs considérés comme d'intérêt fonctionnel et patrimonial très fort et fort ;
- destruction de 51 ha de zones humides ;
- augmentation de la circulation de véhicules et d'engin de chantier ;
- augmentation des nuisances sonores ;
- impacts visuels (paysage).

■ Impacts en phase exploitation :

- augmentation potentielle de la dépense d'énergie ;
- modification locale de l'hydrodynamique dans les zones d'implantation des ouvrages nautiques et dans les zones d'accès draguées ;
- imperméabilisation des sols ;
- augmentation des trafics ;
- changement d'affectation du site (paysage).

Action 22 du PS : Aménagement de l'avant-port de Saint-Nazaire

D'après le dossier de déclaration au titre des articles L.214-1 à 6 du Code de l'Environnement (novembre 2017), les impacts du projet sont les suivants :

■ Impacts en phase travaux :

- impacts négligeables sur le taux d'oxygène dissous dans l'eau, les matières en suspension, la qualité des eaux (chimique, bactériologique, contenu en nutriments) ;
- destruction de la faune benthique sur les zones à draguer, considérée cependant comme négligeable (très faibles densités et biomasses, ne représentant en rien un enjeu significatif pour l'alimentation de la faune piscicole).

■ Impacts en phase exploitation :

- impacts négligeables sur le taux d'oxygène dissous dans l'eau, les matières en suspension, la qualité des eaux (chimique, bactériologique, contenu en nutriments).

3.2.5.10 - Les mesures environnementales associées aux nouveaux aménagements

Nota Bene : Le bilan environnemental présenté, étant réalisé six mois avant son terme, les mesures environnementales des aménagements entrepris entre Juin et Décembre 2020 a été estimé et n'est donc pas réel. En cas de décalage effectif identifié à fin 2020, une actualisation de ce bilan sera réalisée début 2021.

Les mesures environnementales associées aux nouveaux aménagements ne concernent que deux projets : le site portuaire du Carnet sur les communes de Frossay et de St-Viaud et l'aménagement de voies ferroviaires sur le faisceau du Priory sur les communes de Montoir-de-Bretagne et de Donges.

Autorisé lors du PS 2015-2020, le projet d'aménagement du Carnet sur 110 ha, dont seulement 17,9 ha seront réalisés d'ici fin 2020, est celui parmi les aménagements autorisés qui présente le plus d'impacts sur l'environnement. L'aménagement des voies ferroviaires sur le faisceau du Priory a, quant à lui, un impact faible sur l'environnement. Le tableau suivant récapitule les mesures d'évitement, de réduction et de compensation envisagées pour ces deux projets et celles mises en œuvre.

TABLEAU 14 : MESURES ENVIRONNEMENTALES ASSOCIEES AUX NOUVEAUX AMENAGEMENTS

Type de mesure	Intitulé de la mesure	Mise en œuvre durant le projet stratégique 2015-2020
Aménagement du Carnet		
Évitement	Analyse du territoire – Choix du site d'implantation du projet	X
	Développement d'une méthodologie spécifique pour les enjeux relatifs aux « milieux naturels » : bio-évaluation	X
	Évolution des partis d'aménagement – Prise en compte des corridors intégrés au projet	X
	Balissage des zones sensibles durant les travaux et circulation sur site	<i>Sera réalisé à partir de l'année 2020 et pour toutes les tranches de travaux</i>
	Conservation de la bande de roselière dans le cadre de la réalisation des appontements	X
	Conservation de la frange rivulaire de la Loire	X
	Positionnement du projet de quai	X
Réduction	Phasage des travaux dans le temps et dans l'espace	X
	Installations de barrières semi-perméables pour la petite faune	
	Réduire les risques d'introduction et de dissémination d'espèces invasives	X
	Réduire les risques de pollution chronique et accidentelle lors des travaux	X
	Réaménagement de l'ouvrage du Migron présent sous la route de l'éolienne	

Type de mesure	Intitulé de la mesure	Mise en œuvre durant le projet stratégique 2015-2020
Compensation	Création de merlons sableux (1,3 ha)	
	Restauration de pelouse sèche (7,1 ha)	X (en partie : 1,3 ha)
	Restauration de prairies mésophile à méso-xérophile (0,4 ha)	X
	Retrait des matériaux présents sur la partie ouest du site au nord des mesures ALSTOM (1,4 ha)	X
	Aménagement des berges en pentes douces (0,3 ha)	
	Restauration de prairie subhalophile (1,1 ha)	
	Création/confortement de roselière (20 ha)	X (en partie : 6,5 ha)
	Profilage du ruisseau du Migron (7,4 ha)	
	Création de lagunes d'eau douce – mares (5,2 ha)	X (en partie : 0,79 ha)
	Création de pelouses amphibies (8,5 ha)	
	Confortement/restauration d'habitat d'intérêt communautaire prioritaire (12 ha)	X (en partie : 1,2 ha)
Aménagements ferroviaires du faisceau du Priory		
Compensation	Compensation de la destruction de 900 m ² de zones humides par la création de deux mares couvrant 2 000 m ² au total	X

En complément de ces mesures associées aux nouveaux aménagements, un certain nombre d'investissements liés à la mise en place de mesures environnementales associées à d'anciens ou de futurs aménagements, ont été initiés et effectués durant la période 2015-2019. Le tableau suivant les récapitule.

TABLEAU 15 : MESURES ENVIRONNEMENTALES ANNEXES AUX NOUVEAUX AMENAGEMENTS INITIEES ET MISES EN OEUVRE DURANT LA PERIODE 2015-2019

Types de mesures	Description des mesures	Budget
Travaux (création/entretien) sur les espaces naturels du GPM	Réaliser les opérations d'entretien (fauche de roselières, débroussaillage) des espaces naturels de Bouguenais et du TMV nord	Non connu (budget interne) en 2015 10 k€ par an
Gestion des espaces naturels du GPM	Définition des mesures compensatoires au projet d'aménagement de Cheviré* <i>*En cours de redéfinition</i>	10 k€ en 2015 Non connu (budget interne) en 2016

Types de mesures	Description des mesures	Budget
	Élaborer le plan de gestion des espaces naturels du Carnet* <i>*En attente de validation</i>	24 k€ en 2017 10 k€ en 2019
	Formaliser les plans de gestion de Bouguenais et de Donges-Est	Non connu (budget interne) en 2015 16 k€ en 2016
	Actions liées au plan de gestion de Donges-Est	20 k€ en 2018
Inventaires sur les milieux naturels terrestres du GPM	Inventaire écologique sur la zone nord du TMV	10 k€ en 2018
	Inventaires écologiques Bouguenais/Cheviré aval	26 k€ en 2019
Inventaires sur les vasières estuariennes	Mise à jour des inventaires (faune benthique, avifaune, ichtyofaune) écologiques des vasières de l'estuaire – phase 1 (projet Grand Tourteau)	40 k€ en 2015 220 k€ en 2016-2017 163 k€ en 2018-2020

3.2.6 - La gestion du territoire entre 2015 et 2020 (actions 17 et 21 du PS)

3.2.6.1 - La définition d'une stratégie foncière (action 17 du PS)

La stratégie foncière du GPMNSN figure dans la déclinaison opérationnelle du projet stratégique 2015-2020, identifiée au travers de l'action 17 : "définir la stratégie foncière en précisant la vocation des espaces portuaires, en lien avec les parties prenantes".

Structurée autour de six axes, elle a pour objectif de trouver un juste équilibre entre les intérêts propres du GPMNSN, tout en donnant de la visibilité aux partenaires économiques et institutionnels locaux et de le positionner dans ses fonctions d'aménageur.

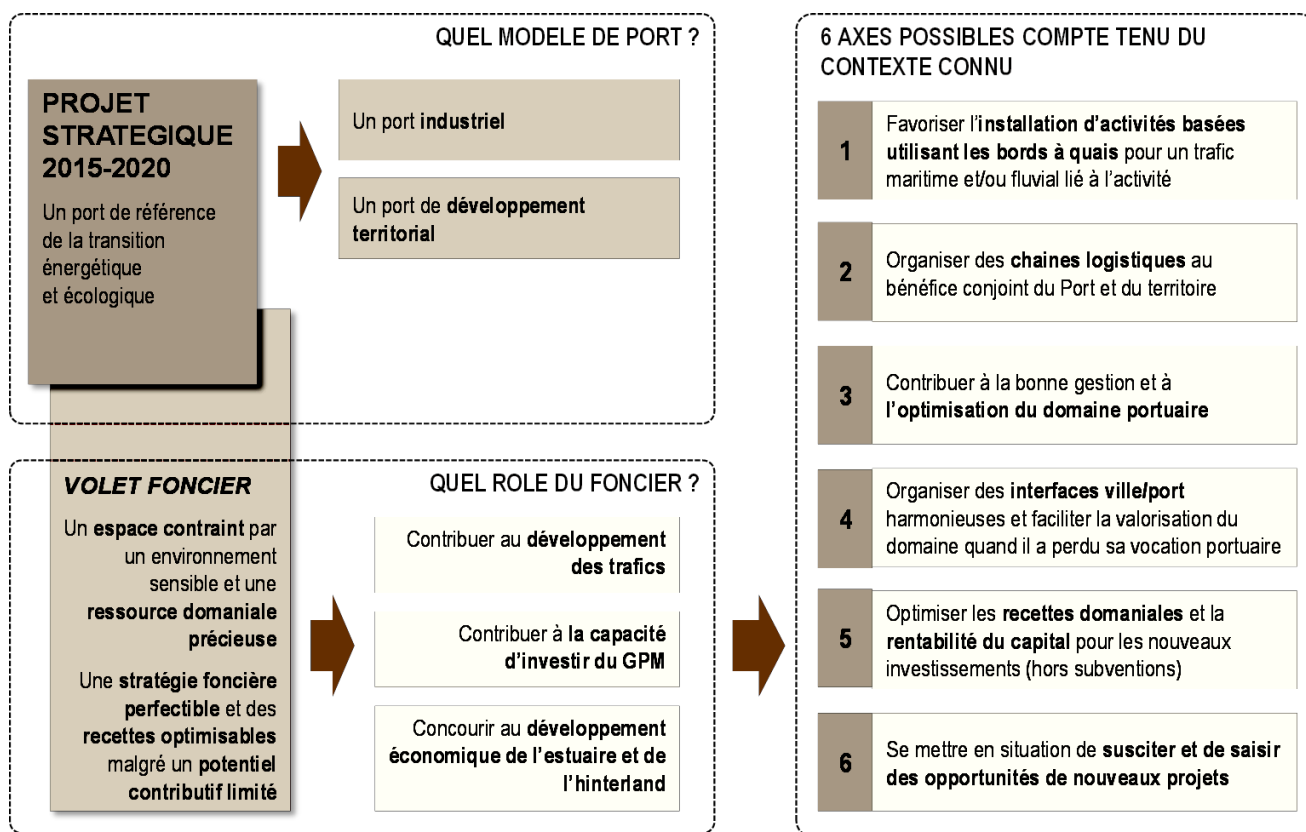


FIGURE 26 : STRATEGIE FONCIERE DU GPMNSN (SOURCE : GPMNSN)

Cinq critères d'appréciation des projets d'implantation ont été identifiés pour mesurer les enjeux de chaque projet d'implantation étudié par le GPMNSN :

- A. Contribution au développement économique de l'estuaire ;
- B. Contribution au développement des trafics ;
- C. Attractivité marché de l'offre foncière ;
- D. Contribution à l'économie du GPMNSN ;
- E. Risque contractuel ;

Sur la base des éléments recueillis sur chaque projet d'implantation, les cinq critères interdépendants, sont notés sur une échelle de 1 à 5. La combinaison des critères éclaire les négociations et les décisions. L'outil mis en œuvre est présenté sur la figure suivante.

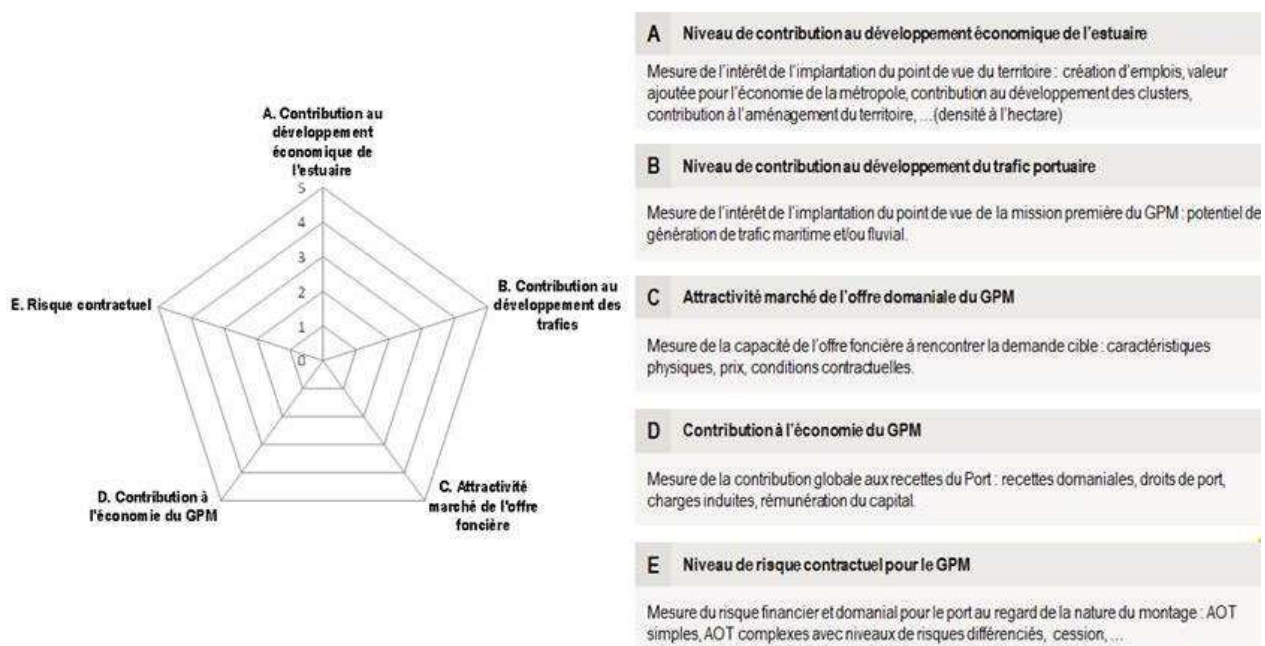


FIGURE 27 : OUTIL MIS EN OEUVRE POUR LA STRATEGIE FONCIERE (SOURCE : GPMNSN)

3.2.6.2 - Les chartes ville-port (action 21 du PS)

En novembre 2018, LA CARENE et le GPMNSN ont signé une charte appelée Port et territoire. Un engagement partagé des deux partenaires à construire ensemble des projets d'avenir pour valoriser l'interface de l'espace portuaire.

Fixant les modalités d'un dialogue territorial ambitieux, la Charte Port & Territoire propose ainsi, au travers de 9 fiches actions, autant de chantiers que le Grand Port Maritime et la Communauté agglomération de la région nazairienne souhaitent faire aboutir ensemble :

- la réflexion sur l'atout d'attractivité et d'identité maritime, nautique et portuaire que représente la façade littorale (et donc les sites nazairiens) pour le pôle métropolitain Nantes Saint-Nazaire tout entier.
- le projet de reconversion de l'usine élévatoire à Saint-Nazaire, un patrimoine bâti emblématique de l'activité portuaire.
- la mise en cohérence de la domanialité, voire plus globalement la problématique des modalités de gestion de l'espace public et des voiries en zone portuaire. Il s'agit à la fois de sécuriser et d'ouvrir les espaces portuaires, pour faire vivre un "port en ville" au bénéfice des habitants et des touristes, sans gêner l'activité industrialo-portuaire.

Une charte entre Nantes Métropole et le GPMNSN est en discussion.

3.2.7 - La réduction de l'empreinte environnementale des dragages et des immersions (action 25 du PS)

3.2.7.1 - La réduction de l'empreinte environnementale des dragages (action 25 du PS)

Après plusieurs mois de préparation et de travaux au chantier naval Damen de Dunkerque, la drague Samuel de Champlain a regagné l'estuaire de la Loire le 16 juin 2019, devenant ainsi le premier navire sous pavillon français à utiliser du gaz naturel liquéfié (GNL) comme carburant.

La drague est équipée de trois nouveaux groupes électrogènes dual-fuel MAN 6L35/44DF et de deux cuves de GNL type C d'une capacité utile de 153 m³ chacune, offrant une semaine d'autonomie.

Cette nouvelle configuration permet une réduction importante des émissions atmosphériques polluantes sur l'estuaire de la Loire, notamment la quasi élimination des émissions d'oxydes de soufre et de particules fines. Cette opération a été coordonnée par le GIE Dragages Ports (propriétaire de la drague) et soutenue par le Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire, en tant qu'armateur, et douze autres partenaires. Inscrite au programme S/F SamueLNG for a Blue Atlantic Arch, elle a été cofinancée par l'Union européenne dans le cadre du programme pour l'interconnexion en Europe. La drague a repris ses opérations fin juin, de façon expérimentale jusqu'en fin d'année 2019, avant son entrée en forme de radoub, début décembre, pour son arrêt technique annuel. Cette période a permis à l'équipage de s'approprier progressivement les nouvelles fonctionnalités du navire et de monter en compétence sur les opérations de soutage. Une campagne de mesures sera réalisée en 2020 pour évaluer les gains obtenus après remotorisation (-20% d'émissions de GES).

3.2.7.2 - Le bilan des suivis des opérations de dragage et d'immersion

Le bilan des suivis des opérations de dragage et d'immersion réalisé à mi-parcours de l'autorisation interpréfectorale du 24/04/2013 permet de tirer les enseignements suivants :

- **globalement, le suivi a permis une amélioration et un partage des connaissances** relatives aux pratiques de dragage et d'immersion, à l'estuaire et au site de la Lambarde ;
- les incidences environnementales des dragages, d'une ampleur limitée, sont évaluées dans le contexte d'un estuaire caractérisé par la présence du système bouchon vaseux/crème de vase et d'une masse d'eau de transition présentant un état global mauvais. Toutefois, les suivis réalisés mettent en évidence les points de vigilance suivants :
 - concernant la qualité des sédiments, des contaminations chimiques d'origine anthropique (HAP) ou pour partie naturelle (notamment chrome, cuivre, nickel) dépassent, ponctuellement dans le temps et dans l'espace, le seuil réglementaire N1 dans certaines souilles et quelques points dans le chenal de Nantes. Les sources de contamination anthropiques sont liées à des activités (industrie, urbanisation, agriculture) situées sur les sites portuaires ou plus largement sur le bassin versant ligérien. Le suivi de la qualité des sédiments sera adapté afin de préciser la fréquence et la répartition des contaminations sensibles des souilles et de contribuer à identifier les sources ;
 - les remises en suspension des vases dans l'estuaire induites par l'usage de la Drague Aspiratrice Stationnaire (DAS) et de la Drague à Injection d'Eau (DIE) sont à des niveaux inférieurs ou équivalents à ceux mesurés dans le milieu ambiant (bouchon vaseux), d'après les modélisations réalisées. Néanmoins, pour une meilleure représentation de la réalité, le GPM a décidé d'améliorer le modèle en couplant la modélisation des dragages et les dynamiques des matières en suspension, des contaminants chimiques et de l'oxygène dissous ;
 - le dragage participant à la consommation d'oxygène, peut potentiellement accentuer le déficit en oxygène dissous dans le fleuve et notamment pendant les périodes d'anoxies/d'hypoxies. Même si l'on observe une tendance à la diminution de ces crises, le GPMNSN poursuit les études engagées sur cette question en examinant les incidences des remises en suspension par les dragages à l'aval sur l'oxygénation de l'estuaire et au travers de l'amélioration de la modélisation précitée. Le

GPMNSN a, par ailleurs, défini des consignes d'exploitation pour les dragages à l'amont pour limiter leurs impacts éventuels en période de sensibilité (avant les crises), par l'arrêt des dragages.

- les incidences des immersions à la Lambarde sur la qualité des eaux, leurs usages et le milieu vivant paraissent faibles à l'exception des effets sur la faune benthique directement enfouie. Les principales incidences sont essentiellement localisées sur les sous zones exploitées (2, 4 et 18) du périmètre autorisé et sur leurs abords immédiats. Les effets à plus petite échelle sont associés à la dispersion des sédiments immergés. Ainsi, les suivis réalisés soulignent les points de vigilance suivants :
 - le contrôle bathymétrique du site doit être amélioré afin de suivre plus précisément l'évolution de la cote des fonds et de pouvoir changer de site d'immersion pour une meilleure stabilité des matériaux immergés. Le GPM a revu ses pratiques dans ce sens, fin 2018 ;
 - la stabilité des sédiments immergés doit être améliorée par une modification des modalités d'immersion intégrant le découpage des sous zones (1 à 29, en grande partie déjà saturées, hormis celles de la zone d'extension de 2013) en quatre casiers (A, B, C, D) et leur remplissage par rotation avec le respect d'une cote moyenne des casiers ne dépassant pas -18,00 m CM. Un suivi trimestriel permettra d'ajuster les choix et les pratiques du GPM ;
 - la dispersion importante des vases issues du site d'immersion contribue à accroître les niveaux de matière en suspension dans l'estuaire externe. Toutefois, les niveaux de MES induits par les immersions doivent être comparés aux niveaux naturels de MES (bruit de fond) ; c'est l'objet des mesures réalisées jusqu'en août 2019. Les données recueillies contribueront à une meilleure connaissance du bruit de fond et à actualiser le modèle de dispersion qui prendra en compte les impacts des opérations de dragage et du bouchon vaseux sur les MES de l'estuaire externe.

A la lumière de ces points de vigilance et des adaptations proposées, le GPM poursuivra, jusqu'en 2023, la mise en œuvre des suivis et des acquisitions de connaissances associées pour continuer à évaluer, partager et réduire les incidences de ses opérations de dragage et d'immersion sur l'environnement.

3.3 - Conclusion sur la mise en œuvre du volet 4° du PS 2015-2020

Le bilan environnemental présenté, étant réalisé six mois avant le terme du PS, il sera actualisé notamment pour intégrer l'évaluation d'une partie des actions d'aménagement (achèvement du faisceau ferroviaire du Priory, mesures de compensation et d'aménagement liées à la plate-forme portuaire du Carnet).

Toutefois, **le niveau d'engagement des actions** relatives au **volet 4° du projet stratégique 2015-2020 est globalement positif** (taux moyen d'avancement de 78%).

TABLEAU 16 : ACTIONS DU PROJET STRATEGIQUE 2015-2020 EVALUEES AU SEIN DU CHAPITRE 3

Volet 4° PS	Numéro de l'action	Intitulé de l'action	État d'avancement à mi 2020
Aménagement	7	Implanter un pôle froid et un guichet unique d'inspection frontalière à l'arrière des terminaux à conteneur et roulier	50%
Aménagement	8	Aménager la zone logistique du secteur nantais (Cheviré)	75%
Aménagement	12	Augmenter les capacités d'accueil du poste à liquides de Montoir de Bretagne	75%

Volet 4° PS	Numéro de l'action	Intitulé de l'action	État d'avancement à mi 2020
Développement durable	17	Définir la stratégie foncière en précisant la vocation des espaces portuaires en lien avec les parties prenantes concernées	100%
Aménagement	18	Conduire les études et les procédures préalables à l'aménagement du Grand Tourteau	50%
Aménagement	19	Mettre en œuvre l'aménagement du site du Carnet	75%
Développement durable	21	Mettre en place une charte de type ville-port avec Nantes Métropole et Saint-Nazaire Agglomération	50%
Aménagement	22	Aménager l'avant-port de Saint-Nazaire	75%
Développement durable	25	Réduire l'empreinte environnementale des dragages	100%
Développement durable	26	Mettre en place un plan de gestion des espaces naturels	90%
Développement durable	27	Développer les démarches d'écologie industrielle auprès des entreprises industrielles et portuaires	100%
Développement durable	28	Diminuer l'empreinte environnementale des activités portuaires, hors activités de dragages	100%

Ainsi, sur les 12 actions engagées à mi 2020 :

- 4 actions sont réalisées à 100% ;
- 1 action à 90% (document de gestion des espaces à vocation naturelle, concerté avec les parties prenantes, en attente d'une validation par le directoire) ;
- 4 actions à 75% ;
- 3 actions à 50% qui concernent :
 - l'action 7, implantation d'un pôle froid (à l'étude) et d'un guichet unique d'inspection frontalière (réalisé),
 - l'action 18, les études préalables à l'aménagement du grand Tourteau, mises en veille en 2019,
 - l'action 21, les chartes ville-port l'un validée avec La Carene, l'autre en discussion avec Nantes Métropole.

Fin 2020, le plan de gestion des espaces à vocation naturelle devrait être finalisé et validé (100%) et les travaux liés à l'aménagement du site du Carnet devraient être engagés (100%). Les travaux du poste à liquides de Montoir-de-Bretagne et de l'avant-port de Saint-Nazaire devraient démarrer d'ici à la fin de l'année.

Les travaux d'aménagements ferroviaires du Priory et du hub logistique de Saint-Nazaire, doivent reprendre d'ici à fin 2020.

Enfin, concernant le pôle froid, l'aménagement de la zone logistique à Cheviré et le projet du Grand Tourteau, aucune évolution ne devrait avoir lieu.

Les principales mesures compensatoires environnementales concernent

- l'aménagement du site portuaire du Carnet avec mise en œuvre des mesures compensatoires à l'automne 2020 et adoption du plan de gestion des espaces à vocation naturelle à l'automne 2020 ;
- les aménagements ferroviaires du faisceau du Priory avec réalisation en 2018, de deux mares de 1 000 m² chacune.

Le projet stratégique 2015-2020 a permis d'ancrer positivement une dynamique en faveur d'une réduction globale des impacts environnementaux des activités portuaires notamment par :

- la **diminution de l'empreinte environnementale des activités portuaires** (hors dragage), relayée par la démarche qualité, certifiée éco-ports et ISO 9001 ;
- la **réduction du bilan de GES** grâce à une action à l'effet levier important, la **remotorisation GNL/fuel de la drague Samuel de Champlain** qui représente 70% des émissions atmosphériques polluantes du GPMNSN ;
- la **gestion des espaces à vocation naturelle** du port, associant étroitement les parties prenantes et structurée par le déploiement de plans de gestion sur Donges-Est (réalisé), sur le Carnet (adopté d'ici à fin 2020) et sur Bouguenais (reporté à 2021) ;
- une **démarche partenariale d'écologie industrielle et territoriale**, co-animée par le GPMNSN et la CARENE, investissant de nouveaux champs propices à de nouveaux modèles d'affaires portuaires plus vertueux liés aux énergies renouvelables (potentiel photovoltaïque, biogaz renouvelables (station GNV, H2 et méthane)), à l'économie circulaire et à la mobilité, ... ;
- une **meilleure connaissance des impacts environnementaux des dragages et des immersions** grâce aux suivis mis en place. Ce travail a été reconnu positivement par l'ensemble des parties prenantes (comité de suivi et commission locale d'information) lors du bilan à mi-autorisation, effectué en 2019 ;
- une **meilleure cohésion entre les villes et le port** à travers la signature d'une charte ville-port avec Saint-Nazaire Agglomération ;
- la mise en place d'une **stratégie foncière concertée avec les parties prenantes**.

4 - LES DESSERTES ET REPARTITIONS MODALES ENTRE 2015 ET 2020 : VOLET 5° DU PROJET STRATEGIQUE 2015-2020

Le tableau suivant récapitule les actions du projet stratégique 2015-2020 évaluées au sein de ce chapitre.

TABLEAU 17 : ACTIONS DU PROJET STRATEGIQUE 2015-2020 EVALUEES AU SEIN DU CHAPITRE 4

Volet 5° du PS	Numéro de l'action	Intitulé de l'action	État d'avancement à mi 2020
Ferroviaire	9	Réalisation des études techniques de mise en œuvre d'un chantier de transport combiné en gare ferroviaire de Montoir	75%
Ferroviaire	11	Développer l'offre de services ferroviaires (réseau portuaire et dessertes nationales)	75%
Accès nautiques	13	Poursuivre l'optimisation des dragages, basée sur l'adaptation des accès nautiques à la demande commerciale et sur la réduction des coûts	100%
Intermodalité	23	Créer des plates-formes fluviales connectées entre Saint-Nazaire, Montoir-de-Bretagne, Le Carnet et Nantes	100%

4.1 - Les dessertes ferroviaires (actions 9 et 11 du PS)

Le réseau ferré portuaire comprend environ 43 km de voies dont 6 km de voies électrifiées.

La promotion des offres de services de transport ferroviaire est également une des missions du GPMNSN. Les objectifs de développement de l'offre ferroviaire portuaire s'appuient notamment sur :

- la sécurisation et le renforcement des offres existantes ;
- la création de nouveaux services (transport combiné) ;
- le développement des infrastructures (réseau portuaire et national) ;
- la connexion aux corridors européens et à la Voie Ferrée Centre Europe Atlantique (VFCEA).

Des études de marché pour le chantier de transport combiné de Montoir-de-Bretagne ont été réalisées durant le projet stratégique 2015-2020 pour le chantier de transport combiné de Montoir-de-Bretagne, tout comme le principe de rattachement Saint-Nazaire – Nantes – Tours – Dijon au corridor européen atlantique.

Le projet d'aménagement des voies ferroviaires à Montoir-de-Bretagne et Donges (faisceau du Priory) a notamment pour objectif d'accompagner les évolutions prévues des trafics ferroviaires de la Zone Industriale-Portuaire de Montoir-de-Bretagne, liées à l'implantation d'un nouveau silo céréalier et au développement d'une activité de cimenterie (augmentations annuelles respectives de 400 000 et 130 000 tonnes de ces trafics ferroviaires). Le projet a consisté en l'aménagement d'une sixième voie sur le faisceau du Priory de 1 000 m, s'accompagnant d'un déplacement d'un chemin d'exploitation, et en l'aménagement de trois voies de stockage non électrifiée de 200 m chacune.

Enfin, certaines actions ont été initiées durant le projet stratégique 2015-2020 :

- une démarche pour identifier des partenaires pour la construction d'une offre combinée depuis le Terminal du Grand Ouest (Montoir-de-Bretagne/Saint-Nazaire) vers l'Île de France ;
- le développement d'une offre multi-filières Ouest-Est (axe VFCEA), avec possibilité d'une plateforme au niveau de Tours – Saint-Pierre-des-Corps ;
- le repositionnement de l'activité de l'Opérateur Ferroviaire Portuaire (OFP) Atlantique et/ou la recherche d'un nouveau montage avec un nouvel opérateur.

4.2 - L'optimisation des dragages basée sur l'adaptation des accès nautiques (action 13 du PS)

Evolution des accès nautiques

Conformément au projet stratégique 2015-2020, aucune modification majeure des accès maritimes aux installations portuaires n'a été réalisée. Néanmoins, trois évolutions des accès doivent être soulignées :

- lors de l'aménagement du poste 5 du terminal conteneurs (arrêté préfectoral d'autorisation du 23/09/2013), une souille a été créée devant ce poste ;
- la zone d'évitage de Montoir-de-Bretagne a été allongée (arrêté préfectoral d'autorisation du 23/09/2013) sur une zone de 9,5 ha afin de sécuriser les trafics méthanier et conteneurs ;
- la section 7 du chenal de navigation a été modifiée dans son tracé afin de limiter la sédimentation constatée dans le secteur de la passe des Brillantes. Cette modification de tracé n'a pas induit de dragages de mise à niveau des fonds.

Objectifs de cote des chenaux

L'arrêté interpréfectoral du 24 avril 2013 des dragages et immersions du GPMNSN autorise l'entretien des fonds des chenaux à des cotes nominales respectives de -13,70 m à -12,85 m CM pour le chenal de Donges et de -4,70 m à -5,10 m CM. Dans la pratique, lors de la période 2015-2019, le GPMNSN s'est défini des cotes objectifs plus hautes (-12,40 m CM dans le chenal de Donges et -4,30 m dans le chenal de Nantes) qui lui permettent néanmoins d'assurer une navigation sécurisée aux navires fréquentant ces terminaux. Ces objectifs ont permis de contribuer à limiter les volumes dragués.

Volumes dragués sur la période 2015-2019

Par ailleurs, l'accès aux installations portuaires et à l'estuaire nécessite des dragages d'entretien réguliers du chenal de navigation, des souilles des terminaux et des zones d'évitage, adaptés à la demande commerciale et dans l'objectif de réduction des coûts.

Le tableau ci-dessous présente les volumes de sédiments dragués pendant la période 2015-2019 qui sont **inférieurs** aux **scénarios tendanciels estimés à l'horizon 2020** et au **volume autorisé annuellement** (8,5 millions de m³) par arrêté inter préfectoral Loire-Atlantique – Vendée du 24 avril 2013 pour une durée de 10 ans.

TABLEAU 18 : VOLUMES DE SEDIMENTS DRAGUES POUR L'ENTRETIEN DU CHENAL DE NAVIGATION (M³)

Volumes (m ³)	2015	2016	2017	2018	2019	Total 2015-2019
Total volumes dragués	7 470 079	5 892 634	4 969 260	6 636 382	3 568 125	23 075 717
Volumes immergés	4 697 287	4 037 964	3 360 533	4 419 624	1 607 183	18 122 591

Suivi de la bathymétrie et de la sédimentation des chenaux et des installations portuaires

Les cotes de fond du chenal de navigation fluctuent en fonction des conditions hydro-sédimentaires (notamment l'accumulation naturelle de sables et de vases) et des opérations de dragage réalisées. L'enjeu principal est la tenue/le respect de ces cotes, selon les tirants d'eau des navires, afin d'assurer la desserte et la sécurité du chenal de navigation et des infrastructures portuaires. De ce fait, le suivi de l'évolution de la cote des chenaux est nécessaire pour répondre à cet enjeu et définir les besoins en dragage.

L'estuaire de la Loire 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 (bouchon vaseux). C'est un lieu privilégié d'accumulation des sédiments apportés essentiellement par le fleuve et essentiellement vaseux à l'aval, plus sableux à l'amont.

Un suivi mensuel de l'état des fonds est mené par le GPMNSN. Ce suivi est réalisé à l'aide d'un écho-sondeur à double-fréquence et d'un sondeur multifaisceaux mis en œuvre au cours du projet stratégique 2015-2020. Le premier, associé à des profils de densité réalisés à la source X permet de suivre les fonds envasés du chenal. Le suivi permet également un contrôle des opérations de dragage.

Selon les résultats de ce suivi et par rapport au trafic existant et attendu, le programme et les besoins de dragage sont définis chaque semaine et peuvent même être revus dans la semaine. Un bilan mensuel est présenté chaque mois aux Pilotes de Loire et à la Capitainerie.

Les cotes objectifs des chenaux au-dessus des cotes nominales, les nouveaux moyens techniques mis en œuvre et une optimisation de la procédure de suivi bathymétrique ont permis de réduire les volumes dragués lors de la période 2015-2020.

4.3 - Les dessertes fluviales (action 23 du PS)

L'interconnexion entre le fluvial et le maritime au sein de la circonscription du GPMNSN est constituée principalement des trafics suivants :

- le charbon déchargé au terminal charbonnier de Montoir-de-Bretagne et acheminé par barges jusqu'à la centrale thermique de Cordemais ;
- l'importation de pétrole brut destiné à la raffinerie Total de Donges et l'importation et l'exportation d'hydrocarbures raffinés pour le seul soutage ;
- les liaisons via les postes rouliers entre Nantes et Montoir-de-Bretagne pour des éléments d'Airbus, mais également via le terminal roulier de Montoir-de-Bretagne à destination de la péninsule ibérique, la Méditerranée et l'Europe du Nord.

Il est envisagé que les trafics suivants soient partiellement concernés par une desserte fluviale :

- des conteneurs transitant par le terminal de Montoir-de-Bretagne ;
- des produits métallurgiques et des colis lourds (exportations du constructeur de moteurs Man Energy Solutions et expédition des nacelles d'éoliennes offshore) ;

La promotion des offres de services de transport fluvial est une des missions du GPMNSN. Les objectifs de développement de l'offre fluviale s'appuient notamment sur le développement de l'intermodalité en vue d'optimiser les flux de marchandises, la structuration de l'hinterland fluvial et le développement des flux

estuariens, ainsi que le développement du fluvial dans une approche environnementale et de transition énergétique.

En 2018, Nantes Métropole, Saint-Nazaire Agglomération et le GPMNSN se sont unis en constituant un groupement de commandes afin de faire émerger un service de transport fluvial par barge sur la Loire : FlexiLoire. Ce montage innovant témoigne d'un engagement commun en faveur du développement durable du territoire estuarien. Il dessert les terminaux amont et aval du port de Nantes Saint-Nazaire et s'adapte aux besoins de desserte entre Nantes et Saint-Nazaire (multi-sites et multi-clients). La mise en œuvre de ce service a notamment permis d'éviter 54 tonnes équivalent CO₂ en 2018 et 69 tonnes équivalent CO₂ en 2019.

Enfin, certaines actions ont été initiées durant le projet stratégique 2015-2020 :

- des démarches commerciales vis-à-vis des chargeurs, logisticiens, industriels et transporteurs ;
- une étude de potentiel avec Voies Navigables de France (VNF) sur la Loire amont ;
- des négociations avec les opérateurs et les manutentionnaires ;

la définition d'itinéraires grands gabarits pour adresser des convois exceptionnels sur la barge depuis Cheviré puis Le Carnet à terme avec la DDTM 44 et les Conseils Départementaux de Loire Atlantique et de Vendée.

4.4 - Les dessertes routières

En ce qui concerne les infrastructures routières neuves, deux projets ont été menés à bien :

- le dévoiement du boulevard des Apprentis à Saint-Nazaire, sous maîtrise d'ouvrage de la CARENE ;
- le dévoiement de la rue de la Forme Joubert dans le cadre de l'aménagement du Hub logistique. Les travaux ont été réalisés en deux phases qui ont conduit à des réceptions respectivement début 2019 et en mai 2020.

Un autre projet, également à Saint-Nazaire, la Pénétrante Sud est au stade des études, le projet nécessitant d'être retravaillé avec les différents acteurs concernés pour consolider le programme.

4.5 - L'évolution des parts modales du port de 2015 à 2019 et l'atteinte des objectifs fixés durant le projet stratégique 2015-2020

4.5.1 - L'évolution des parts modales de 2015 à 2019

Les parts modales de pré et post acheminement sur le périmètre du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire entre 2015 et 2019 sont décrites dans la figure ci-dessous.

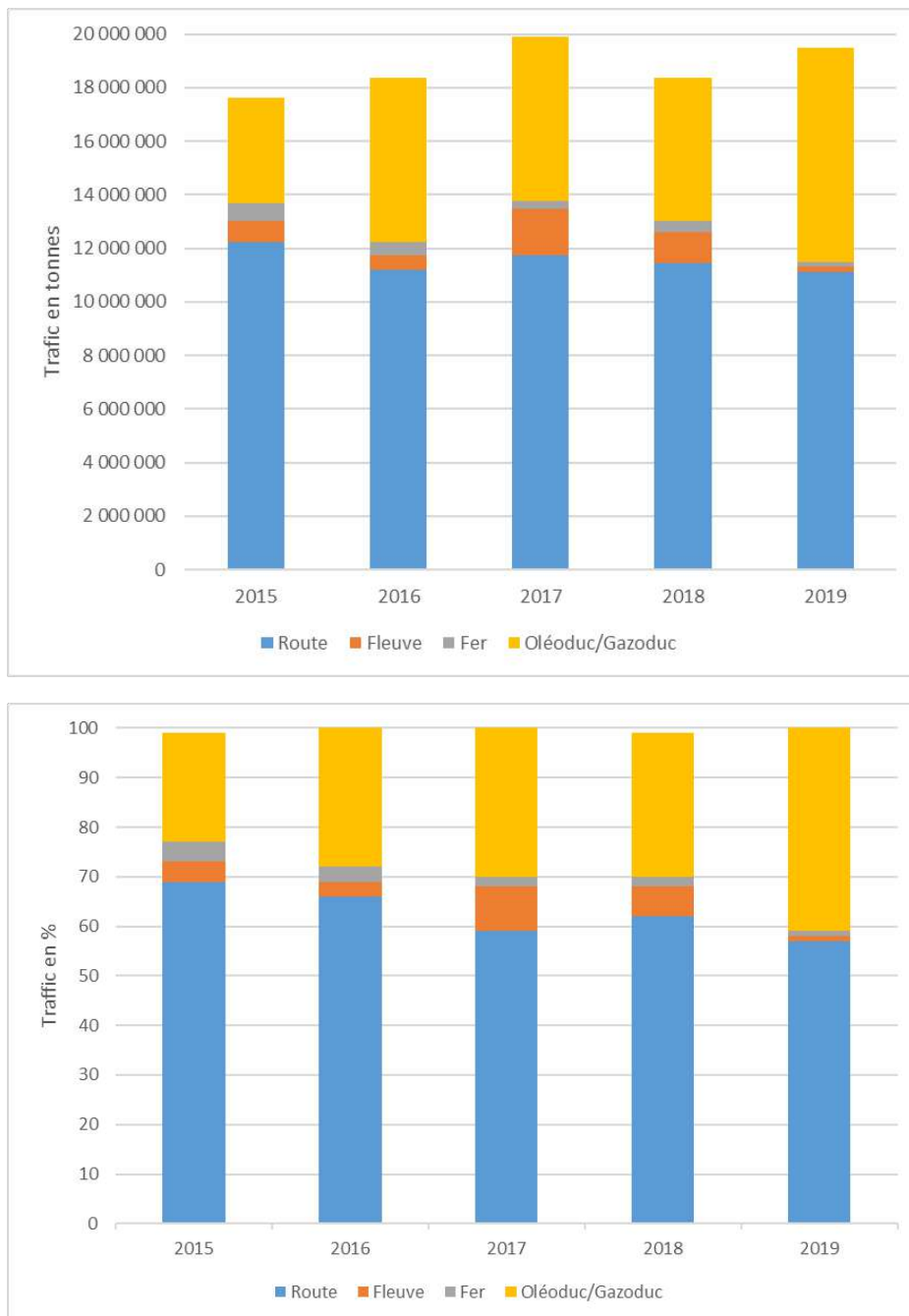


FIGURE 28 : REPARTITION DES PARTS MODALES POUR LE PRE ET POST ACHEMINEMENT (SOURCE : GPMNSN)

La part cumulée du fluvial est fluctuante en fonction des années (entre 1 et 9% des tonnages transportés). La part du ferroviaire, peu importante, décroît régulièrement sur la période considérée (de 4 à 1%).

La part du transport d'hydrocarbures par conduites a, quant à elle, augmenté entre 2015 et 2019 passant de 22% à 41%.

La part du transport routier reste prépondérante, oscillant entre 69 et 57%, avec une légère baisse de 2015 à 2019. Il représente en 2019 :

- 37% des tonnages pour les vrac liquides ;
- 91% des tonnages pour les vrac solides ;
- 100% des tonnages pour les conteneurs ;
- 99% des tonnages pour les marchandises diverses (hors conteneurs).

4.5.2 - L'atteinte des objectifs fixés pour le volet 5° du projet stratégique 2015-2020

L'atteinte des objectifs associés au volet 5° du PS est détaillée dans le tableau ci-dessous.

TABLEAU 19 : ATTEINTE DES OBJECTIFS FIXES DURANT LA PERIODE 2015-2020 CONCERNANT LES PARTS MODALES DU PORT

Objectifs fixés lors du projet stratégique 2015-2020		Atteinte des objectifs à fin 2019
Transport ferroviaire	6% de part modale liée au transport ferroviaire	Diminution régulière de la part modale liée au transport ferroviaire passant de 4% en 2015 à 1% en 2019
Transport fluvial	10% de part modale liée au transport fluvial	Augmentation de la part modale liée au transport fluvial jusqu'en 2017 (9% en 2017), puis diminution régulière jusqu'en 2019 (1% en 2019)
	500 colis industriels encombrants transportés par voie fluviale par an	Dans le cadre du service Flexiloire : 245 équivalents PL en 2018 pour 433 000 tkm 485 équivalents PL en 2019 pour 553 000 tkm
Solutions multimodales	Réalisation des études et obtention des autorisations pour le réaménagement de la gare ferroviaire	Les études ont été réalisées. Elles ont conduit à mettre le projet en veille du fait d'un potentiel marché insuffisant à ce stade.
	Émissions de gaz à effet de serre liées aux trafics (moyenne pondérée) : 1 513 tCO ₂ /km	Le projet n'a pas été mis en œuvre.

Des travaux de dessertes ferroviaire et routière ont été engagés par le GPMNSN durant la période du projet stratégique 2015-2020. Cependant, l'analyse de l'évolution des parts modales sur cette période indique que les objectifs fixés lors du projet stratégique n'ont pas été atteints concernant :

- le transport fluvial (hors service Flexiloire) du fait de la baisse des trafics charbon ;
- le ferroviaire, principalement en raison des campagnes d'export de céréales aux volumes fluctuants et de l'arrêt des trafics associés au BTP (coke de charbon).

4.6 - Conclusion sur la mise en œuvre du volet 5° du PS 2015-2020

Le niveau d'engagement des actions relatives au volet 5° du projet stratégique 2015-2020 est globalement positif (taux moyen d'avancement de 87.5%).

TABLEAU 20 : ACTIONS DU PROJET STRATEGIQUE 2015-2020 EVALUEES AU SEIN DU CHAPITRE 4

Numéro de l'action	Intitulé de l'action	État d'avancement à mi 2020
9	Réalisation des études techniques de mise en œuvre d'un chantier de transport combiné en gare ferroviaire de Montoir	75%
11	Développer l'offre de services ferroviaires (réseau portuaire et dessertes nationales)	75%
13	Poursuivre l'optimisation des dragages, basée sur l'adaptation des accès nautiques à la demande commerciale et sur la réduction des coûts	100%
23	Créer des plates-formes fluviales connectées entre Saint-Nazaire, Montoir-de-Bretagne, Le Carnet et Nantes	100%

Il est à noter qu'à fin 2020 les travaux liés aux aménagements ferroviaires du Priory devraient reprendre.

Plus de 23 millions de m³ ont été dragués pendant la période 2015-2019, dont plus de 18 millions de m³ immergés (78% du total dragué), ce qui est **inférieur aux scénarios tendanciels estimés à l'horizon 2020** et au **volume autorisé annuellement**. L'année 2019 n'est cependant pas représentative de la période en raison de conditions hydrologiques favorables à une faible sédimentation dans le chenal de Donges qui a conduit à des besoins de dragage limités alors que le GPMNSN connaissait une diminution des capacités de dragage liée à la remotorisation de la drague Samuel de Champlain (dual fuel-GNL) et à des mouvements de grève.

5 - LA SYNTHÈSE DES INCIDENCES ENVIRONNEMENTALES DES VOILETS 4 ET 5 DU CODE DES PORTS MARITIMES SUR LA PÉRIODE 2015-2020

Nota Bene : Le bilan environnemental présenté, étant réalisé six mois avant son terme, l'avancement des actions entre Juin et Décembre 2020 a été estimé et n'est donc pas réel.

En cas de décalage effectif identifié à fin 2020, une actualisation de ce bilan sera réalisée début 2021.

La deuxième partie du bilan environnemental du projet stratégique du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire présente les incidences du PS sur les thématiques environnementales stratégiques pour le territoire estuarien et maritime :

- La qualité des eaux ;
- La biodiversité marine et estuarienne ;
- Les espaces naturels (biodiversité et les sites Natura 2000) ;
- Les risques naturels (inondations et submersion marine) ;
- Les risques technologiques ;
- Le cadre de vie (les paysages, le bruit, la qualité de l'air et les émissions de GES) ;
- Les consommations énergétiques et la production des déchets.

Elle fait ressortir les incidences (positives/vert, neutres/blanc, négatives/orange) des différentes activités du GPMNSN, le niveau de gestion des impacts actuels et l'incidence sur un territoire qui peut être plus vaste (qualité de l'eau) que la circonscription portuaire.

L'analyse des incidences environnementales porte spécifiquement sur les activités et aménagements engagés ou mis en œuvre durant la période 2015-2020, pouvant, de ce fait, avoir des incidences avérées sur l'environnement. Le tableau suivant récapitule les actions visées par ce chapitre.

TABLEAU 21 : ACTIONS DU PROJET STRATEGIQUE 2015-2020 EVALUEES AU SEIN DU CHAPITRE 5

Numéro de l'action	Intitulé de l'action	État d'avancement à mi 2020
11	Développer l'offre de services ferroviaires (réseau portuaire et dessertes nationales)	75%
12	Augmenter les capacités d'accueil du poste à liquides de Montoir de Bretagne	75%
13	Poursuivre l'optimisation des dragages, basée sur l'adaptation des accès nautiques à la demande commerciale et sur la réduction des coûts	100%
19	Mettre en œuvre l'aménagement du site du Carnet	75%
21	Mettre en place une charte de type ville-port avec Nantes Métropole et Saint-Nazaire Agglomération	50%
22	Aménager l'avant-port de Saint-Nazaire	75%
25	Réduire l'empreinte environnementale des dragages	100%
28	Diminuer l'empreinte environnementale des activités portuaires, hors activités de dragages	100%

5.1 - Les effets du projet stratégique 2015-2020 sur la qualité des eaux

Les eaux superficielles regroupent les eaux douces (essentiellement les cours d'eau) et les eaux côtières. Leurs caractéristiques principales sont la turbidité et les teneurs en nutriments et contaminants chimiques.

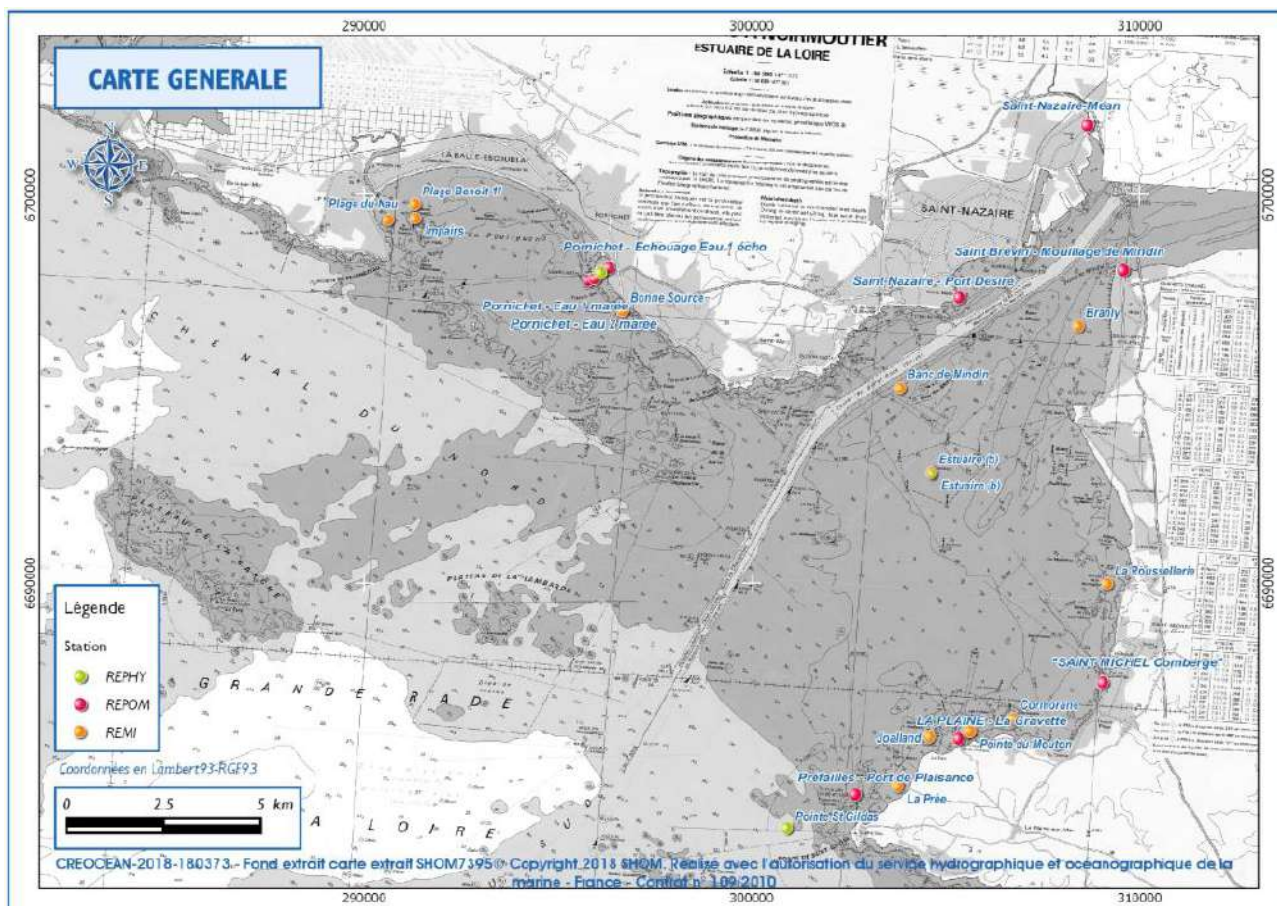


FIGURE 29 : LOCALISATION DES STATIONS ETUDIEES LORS DU BILAN DE LA QUALITE DES EAUX DE L'ESTUAIRE DE LA LOIRE EN 2018

Les estuaires sont naturellement caractérisés par une turbidité importante qui dépend des conditions hydrologiques, climatiques et des cycles de la marée. Un bilan de la qualité des eaux de l'estuaire de la Loire a été réalisé, en 2018, par Créocéan pour le GPMNSN. Le réseau national REPHY permet de déterminer les concentrations en Matières en Suspension (MES, paramètre corrélé à la turbidité) sur neuf stations dans l'estuaire de la Loire. Globalement, les eaux des stations Nord Loire sont de bonne à très bonne qualité, les eaux des stations Loire sont de qualité moyenne à mauvaise et les eaux des stations Sud Loire sont de bonne qualité, à part sur la station « Saint-Michel-Comberge » présentant des eaux de qualité moyenne voire ponctuellement mauvaise. Pour les stations Loire (de Saint-Nazaire à Saint-Brevin), il faut prendre en compte l'influence directe et constante du panache turbide de la Loire. De plus, les suivis ont été effectués entre avril et septembre (hors période de crue), lorsque les déplacements du bouchon vaseux sont restreints et que les MES de ce dernier ne sont expulsées que faiblement vers l'estuaire externe.

L'augmentation de la turbidité est générée par :

- des apports de MES dans le milieu : ruissellements sur les espaces urbains, agricoles et naturels, érosion des berges et du littoral, etc. ;

- une remobilisation des sédiments estuariens ou marins : phénomènes climatiques, hydrodynamisme, aménagements, dragages et immersion des sédiments.

Dans le cadre du projet stratégique 2015-2020, la principale source d'impact sur la turbidité induite par le GPMNSN est constituée par les dragages d'entretien.

5.1.1 - Les effets des dragages sur la qualité des eaux

Les incidences environnementales des dragages, sont évaluées dans le contexte d'un estuaire caractérisé par la présence du système bouchon vaseux/crème de vase et d'une masse d'eau de transition présentant un état global mauvais.

Les dragages pris en compte dans cette section sont les dragages d'entretien qui sont les seuls à avoir été mis en œuvre dans la circonscription portuaire. Ils représentent 6 636 382 m³ en 2018 (année 2019 non prise en compte car pas représentative) contre plus de 7,4 millions de mètres cubes en 2015 (diminution de volumes de 22%). Les dragages ont un effet sur la qualité de l'eau, au travers des matières en suspension émises, de l'oxygène dissous et d'un éventuel relargage des contaminants des sédiments.

Turbidité

Le panache turbide associé au dragage par Drague Aspiratrice en Marche (DAM) est situé près du fond, et est en grande partie généré par l'élinde, d'où un effet très faible sur la turbidité.

L'impact global des dragages sur la masse turbide de l'estuaire est différent pour chaque technique utilisée. Ainsi, le dragage par Drague aspiratrice Stationnaire (DAS) remet du matériau en suspension sur l'ensemble de la colonne d'eau alors qu'une intervention par Drague à Injection d'Eau (DIE) est majoritairement limitée à la couche de crème de vase sur le fond.

Les effets des dragages par DAS et DIE ont fait l'objet de modélisations présentées dans le dossier bilan de mi-autorisation des dragages-immersions du GPMNSN (ARTELIA, 2019). Les principales conclusions de ces modélisations sont les suivants :

- la marée a une influence notable sur le devenir des sédiments. Les matériaux sont plus étalés dans le temps et dans l'espace en marée de vive-eau qu'en marée de morte-eau. Cette conclusion est vraie pour l'amont et l'aval, quelle que soit la pratique, excepté pour la DAS en amont ;
- globalement les temps de dispersion des sédiments sont plus étalés suite à l'utilisation de la DAS que d'une DIE, que ce soit en amont ou en aval. En contrepartie, les enveloppes des concentrations maximales et les valeurs des concentrations maximales sont plus importantes avec une DIE qu'avec une DAS.
- les concentrations de MES modélisées aux points de clapage restent dans des gammes inférieures ou équivalentes à celles mesurées dans le milieu ambiant, pour les deux pratiques (DAS et DIE) et ce quelles que soient les conditions de débits/marées étudiées, excepté un cas pour la DAS (en morte-eau et période d'étiage).

Les remises en suspension des vases dans l'estuaire induites par l'usage de la DAS et de la DIE sont à des niveaux inférieurs ou équivalents à ceux mesurés dans le milieu ambiant (bouchon vaseux), d'après les modélisations réalisées. Néanmoins, pour une meilleure représentation de la réalité, le GPMNSN a décidé d'améliorer le modèle en couplant la modélisation des dragages et les dynamiques des matières en suspension, des nutriments et de l'oxygène dissous dans le cadre du renouvellement, en 2023, de son autorisation de dragages-immersions.

Oxygène dissous

Une tendance à la baisse de l'intensité et de l'étendue des hypoxies serait observée sur les 20 dernières années, témoignant d'une possible amélioration de la qualité des eaux de l'estuaire de la Loire.

Des analyses des différents épisodes d'hypoxie/anoxie associés aux évolutions du milieu (débit, marée, température, activité de dragage, état d'oxygénation des masses d'eau, etc.) et aux activités de dragage à des échelles annuelles et mensuelles ont été menées (HOCER, ACRI) pour le GPMNSN. Les épisodes anoxiques ont principalement été observés entre Donges et le Pellerin et épisodiquement jusqu'à Trentemoult (zone d'évitage du port de Nantes), en période estivale. 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 est influencée par deux facteurs principaux : un faible débit et un faible coefficient (morte-eau).

Aucun lien entre les épisodes d'anoxie/ d'hypoxie et les opérations de dragage n'a été mis en évidence par ces analyses.

Néanmoins, par la remise en suspension des sédiments, et notamment des contaminants et de la matière organique associée, le dragage participe 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. Cependant, ces impacts potentiels sont limités dans le temps et à l'emprise du panache turbide engendré par le refoulement de la DAS ou par l'injection d'eau de la DIE.

Par la remise en suspension des sédiments, le dragage participe dans une certaine mesure à la consommation en oxygène et peut potentiellement accentuer le déficit en O₂ lors des événements d'anoxies/hypoxies. C'est pourquoi, il faut poursuivre les études sur le lien MES/O₂ dissous. Des études sont en cours ou prévues sur les incidences des remises en suspension par les dragages à l'aval de l'estuaire sur l'oxygénation ou sur le rôle potentiel des stocks en phosphore et d'espèces chimiques réductrices contenus dans le sédiment superficiel dans l'aggravation des épisodes d'hypoxie (projet Oxymore). De plus, le couplage, en 2020-2021, de la modélisation hydro-sédimentaire avec un modèle de qualité des eaux intégrant température de l'eau, dégradation de la matière organique disponible, nitrification de l'ammonium et oxygène dissous permettra d'accroître sensiblement nos connaissances sur les interactions dragages-taux d'oxygène dissous.

Le GPMNSN a, par ailleurs, défini des consignes d'exploitation pour les dragages à l'amont pour limiter leurs impacts éventuels en période de sensibilité (avant les crises), par l'arrêt des dragages.

Relargage de contaminants

Le relargage est le phénomène selon lequel une partie des contaminants présents à la surface des sédiments passe dans l'eau. Les dragages n'ont pas d'incidence sur la qualité des sédiments en place. Toutefois, par l'action du dragage, les contaminants adsorbés sur les particules fines (vases) peuvent être relargués dans le milieu environnant.

Les sources de contamination anthropiques sont liées à des activités (industrie, urbanisation, agriculture) situées sur les sites portuaires ou plus largement sur le bassin versant ligérien.

D'après le bilan des suivis à mi-parcours des autorisations des dragages d'entretien et des immersions à la Lambarde (ARTELIA, 2019), les sédiments de l'estuaire de la Loire sont globalement peu contaminés par les polluants métalliques et organiques classiquement recherchés dans les opérations de dragage.

Les secteurs qui présentent des concentrations supérieures à la moyenne et/ou au niveau N1 sont de deux ordres :

- zones non draguées, notamment des souilles ou des portions de chenal non entretenus par les dragages – dont le secteur du Carnet ;
- zones draguées mais avec de faibles volumes comparativement aux volumes totaux dragués par le GPMNSN.

Concernant les éléments traces métalliques, la contamination métallique est peu marquée en 2013 et 2016 avec uniquement, hors arsenic, de dépassements du niveau N1 pour le nickel sur trois stations en 2013 et deux stations en 2016 et pour le chrome, le cuivre et le nickel pour deux stations en 2016. Les mesures de fin 2019 ne montrent que deux dépassements des niveaux N1, un pour l'arsenic et un pour le nickel.

Concernant les contaminants organiques, les dépassements de niveau N1 sont limités et ponctuels en 2013, 2016 et 2019. Dans le cas des PCB et du TBT, les dépassements de N1 sont observés dans des secteurs non dragués (2013, 2016) et localement dans le secteur nantais (2019) Pour certains HAP (particulièrement l'acénaphthène en 2019), des dépassements de N1 sont observés préférentiellement aux abords du terminal pétrolier dans des secteurs dragués ou non mais aussi ponctuellement dans d'autres secteurs, notamment dans les sections amont, en 2019.

Par ailleurs, lors des campagnes de 2013 et de 2016, seul un dépassement de seuil N2 a été mesuré. Il concerne le PCB 28 en 2013 sur un secteur non dragué depuis 2016. Cette contamination n'a pas été retrouvée en 2016. En 2019, des dépassements ponctuels de N2 ont été observés : pour l'acénaphthène, en un point face à Indre (zone non draguée) ; pour les PCB dans une souille du terminal à conteneurs et dans un point du chenal, à l'amont du pont de Saint-Nazaire. Aucune source de contamination proche n'est connue pour les secteurs contaminés par les PCB.

Le relargage de nutriments ou de contaminants dépend de facteurs variés (pH, température, salinité, etc.). Ceci ne permet pas de définir précisément la quantité de contaminants relarguée pour une concentration donnée dans les sédiments. Cependant, au vu de la faible contamination des sédiments remaniés, la quantité de contaminant potentiellement relarguée est jugée acceptable, sans incidence notable sur la qualité du milieu.

Le suivi de la qualité chimique des sédiments a été adapté en 2019. Entre les suivis triennaux sur l'ensemble des secteurs échantillonnés, le GPMNSN va ajouter, dès 2020, deux suivis annuels intermédiaires sur les souilles et les secteurs repérés comme contaminés lors du suivi triennal afin de préciser la fréquence et la répartition des contaminations sensibles et de contribuer à identifier les sources

Afin de limiter l'impact des dragages sur l'environnement, plusieurs **fiches du système du QSE** du GPMNSN ont été rédigées, permettant d'établir des consignes et procédures :

- prévention et maîtrise des situations d'urgence (GPMNSN, 2010) ;
- mettre en œuvre des moyens de lutte anti-pollution (GPMNSN, 2018) ;
- consigne dragage des sections amont pour un débit de Loire < 500 m³/h (GPMNSN, 2017).

5.1.2 - Les effets des immersions sur la qualité des eaux

Environ 78% (moyenne 2015-2019) des volumes dragués sont immergés en mer au niveau des sites d'immersion. Il est à noter qu'une diminution des volumes immergés de 6% est observée entre 2015 et 2018 (année 2019 non prise en compte car non représentative). Les immersions ont les mêmes effets génériques

que les opérations de dragage : augmentation de la turbidité et relargage potentiel des contaminants des sédiments.

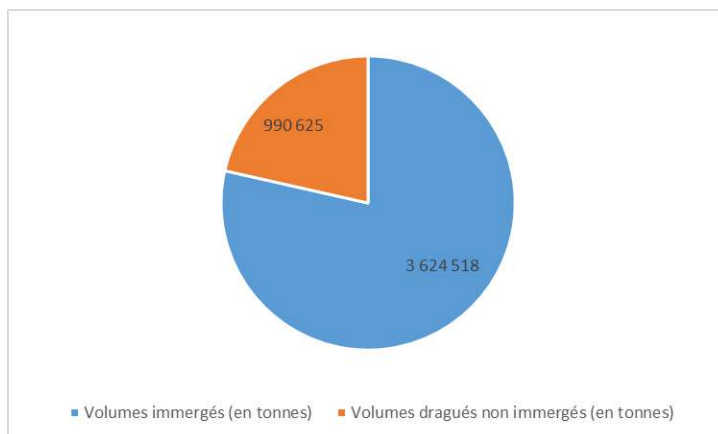


FIGURE 30 : REPARTITION DES VOLUMES DRAGUES SELON LE DEVENIR DES SEDIMENTS (MOYENNE 2015-2019)

Les éléments présentés ici sont issus d'un suivi environnemental de la Lambarde, réalisé en 2019, à partir de l'utilisation de différents réseaux de surveillance, et du suivi environnemental de l'estuaire. La zone d'immersion de la Lambarde est située dans l'estuaire externe de la Loire, à l'ouest du chenal de navigation, au nord de la zone d'attente des navires. Il existe également deux fosses permettant l'immersion de sédiments dragués dans le secteur de Nantes : les fosses de Grand Pont et de Port Lavigne, dont seule la première a été utilisée depuis l'autorisation de son usage (25/01/2017).

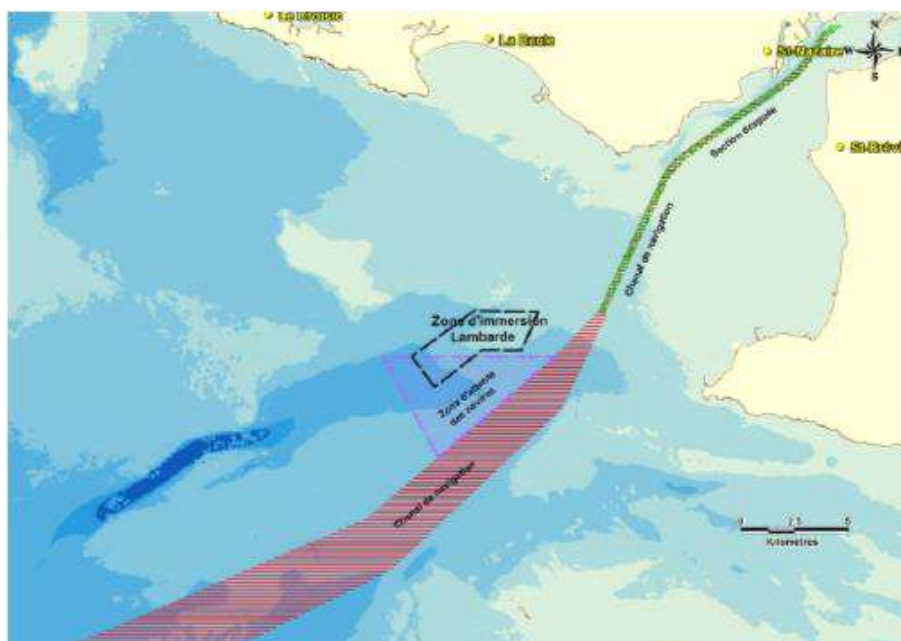


FIGURE 31 : LOCALISATION GENERALE DE LA ZONE D'IMMERSION ET DU CHENAL DE NAVIGATION EN ESTUAIRE DE LA LOIRE (SOURCE : SUIVI ENVIRONNEMENTAL DE LA LAMBARDE, 2018)

Au niveau du site d'immersion de la Lambarde, la qualité microbiologique des eaux littorales est bonne à excellente sur les littoraux nord et sud de l'estuaire externe. Concernant la zone de la Loire, la qualité des eaux est très bonne, excepté pour une station au niveau de Saint-Nazaire, où la qualité est moyenne. La turbidité se caractérise par des fluctuations saisonnières plus ou moins marquées. Les plus fortes

concentrations apparaissent principalement en période automnale et printanière (à relier aux crues de la Loire). Les concentrations en oxygène dissous sont voisines du seuil de très bonne qualité ou lui sont supérieures. La qualité des eaux littorales reste stable ces dernières années. La masse d'eau côtière « Loire large » est classée en très bon état d'un point de vue chimique et en bon état d'un point de vue biologique. Il apparaît donc que les eaux littorales ne semblent pas être affectées de manière notable par les immersions de sédiments à la Lambarde.

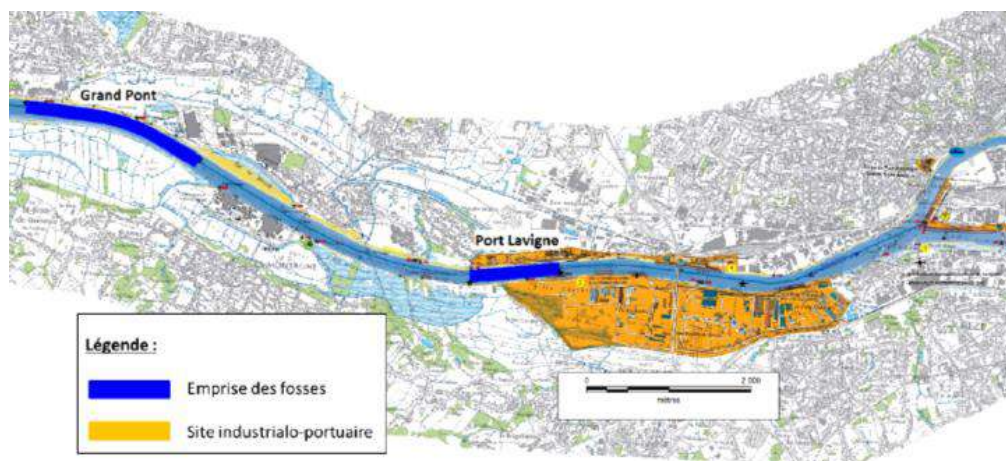


FIGURE 32 : LOCALISATION DES ZONES D'IMMERSION INTERNES (SOURCE : SUIVI ENVIRONNEMENTAL DE L'ESTUAIRE, 2019)

En juin 2017, environ 160 000 m³ de sédiments ont été clapés dans la fosse de Grand Pont. Le suivi, grâce au réseau SYVEL du GIP Loire Estuaire des niveaux d'oxygène dissous et de turbidité lors des opérations d'immersion au niveau de cette fosse semble démontrer que les opérations ont une incidence faible voire négligeable sur ces deux paramètres car :

- les sédiments immergés sont en grande majorité sableux, avec une faible 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 ;
- les données SYVEL ne montrent pas de changements de la dynamique naturelle des MES et de l'oxygène dissous associée aux immersions à Grand Pont ;
- le transport des sables immergés se fait par charriage, sur les fonds. Ils ne sont pas remis en suspension dans la colonne d'eau. 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 turbidité sera donc négligeable.

5.1.3 - Les effets des aménagements sur la qualité des eaux

Durant la période du plan stratégique 2015-2020, des impacts sur la qualité des eaux ont été identifiés par rapport à certains aménagements. Le tableau suivant récapitule ces impacts.

L'ensemble des projets sont en phase de travaux. Les impacts en phase exploitation de l'ensemble des projets d'aménagements ont tout de même été indiqués même s'ils n'ont pas été décelables durant la période 2015-2020, étant donné leur état d'avancement (en cours de travaux).

TABLEAU 22 : IMPACTS DES AMENAGEMENTS SUR LA QUALITE DES EAUX DES AMENAGEMENTS DU PROJET STRATEGIQUE 2015-2020

Aménagements	Impacts en phase travaux	Impacts en phase exploitation
<p>Aménagement de l'avant-port de Saint-Nazaire</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Impact du dragage de mise à niveau des fonds très limité sur le taux de matières en suspension et sur la variation du taux d'oxygène dissous. - Impact de la mise en place des pieux très réduit sur le différentiel de turbidité des panades et du bruit de fond. - Risque de pollution par rejets accidentels. - Relargage non significatif de contaminants. 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Impact négligeable des remises en suspension de matériaux vaseux liées aux dragages ponctuels des accès aux pontons.</i> - <i>Augmentation de la fréquentation du site : augmentation du risque de rejets accidentel de produits polluants.</i> - <i>Impact négligeable des dragages d'entretien sur le taux d'oxygène dissous, les contaminants chimiques, les nutriments et la qualité bactériologique.</i>
<p>Hub logistique de Saint-Nazaire</p>	<p>Pas de travaux au contact direct des eaux estuariennes.</p>	<p><i>Amélioration de la collecte et du traitement des eaux pluviales sur les quais renforcés et sur la rue de la forme Joubert.</i></p> <p><i>Traitement des zones imperméabilisées adjacentes (parkings et voiries adjacentes disposant déjà d'un réseau de collecte sans traitement préalablement aux travaux).</i></p> <p><i>Potentielle mise en place d'un dispositif de gestion des eaux pluviales en périphérie de la plateforme qui sera aménagée par l'industriel.</i></p>
<p>Aménagement du Carnet</p>	<p>Viabilisation du site :</p> <ul style="list-style-type: none"> - pollutions accidentelles très localisées possibles ; - risque de transfert de MES vers les eaux superficielles (en particulier la Loire) limité. 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Impact marginal du dragage d'entretien de la souille du Carnet sur les MES.</i> - <i>Ruissellement des eaux sur les espaces de voirie et de roulement.</i> - <i>Pollutions accidentelles possibles.</i>

Aménagements	Impacts en phase travaux	Impacts en phase exploitation
Poste à liquides de Montoir-de-Bretagne	<ul style="list-style-type: none"> - Impact de la mise en place des pieux très réduit sur le différentiel de turbidité des panaches et du bruit de fond. - Rejet non significatif de contaminants. - Risque de pollution par rejets accidentels. 	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction des risques de rejets accidentels de produits polluants.
Aménagements ferroviaires – Faisceau du Priory	Les aménagements n'induisent pas de rejets susceptibles d'impacter la qualité des eaux.	<i>Néant.</i>

5.1.4 - Les effets des accidents nautiques sur la qualité des eaux

Les accidents nautiques (selon le processus « accueillir les navires ») sont classifiés de la manière suivante :

- accident nautique : évènement qualifié de majeur car ayant entraîné des dommages humains (blessures légères, blessures graves, décès) ou matériels graves ou environnementaux graves ;
- presque accident : évènement nautique sans dommage mais dont les effets auraient pu conduire à un accident ;
- pollutions : évènements recensés par les officiers de port.

Les pollutions recensées peuvent notamment être liée aux accidents ou presque accidents nautiques.

TABLEAU 23 : RECENSEMENT DES ACCIDENTS AU SEIN DE LA CIRCONSCRIPTION PORTUAIRE (SOURCE : GPMNSN)

	2015	2016	2017	2018	2019
Accidents	2	2	3	1	1
Presque accidents	1	3	2	2	5
Pollutions	6	5	2	4	2

Le bilan du projet stratégique montre, sur la période 2015-2019, 9 accidents et 19 pollutions, soit 1,8 accident/an et 3,8 pollutions/an en moyenne, valeurs plus élevées que lors du bilan du projet stratégique 2009 -2013 au cours duquel avaient été comptabilisés 4 accidents et 12 pollutions, soit 0,8 accident/an et 2,4 pollutions/an en moyenne. 11 des 19 pollutions (58 %) sont néanmoins concentrés sur les deux premières années du projet stratégique 2015-2020. Les années récentes présentent un bilan plus proche de celui du précédent projet stratégique, notamment 2019.

Il faut souligner que les pollutions recensées sont induites par des erreurs humaines, malgré les efforts de tous les acteurs de l'estuaire depuis des années. À titre d'exemple, le débordement d'une cuve lors de l'avitaillement d'un navire peut venir d'un moment d'inattention du marin qui surveille.

Les pollutions recensées correspondent généralement à de petites quantités.

Dans le cadre du processus qualité de la place portuaire, le pollueur (via un signalement sur le logiciel S-WiNG) fait systématiquement une analyse et il intervient sur ses procédures. En cas d'absence de réaction de sa part, la capitainerie du GPMNSN peut dresser un procès-verbal.

Concernant les accidents ou presque-accident, ils font l'objet d'une analyse systématique. Pour les plus graves d'entre eux, cette analyse peut être externe et menée par le Bureau Enquête et Analyse (BEA). Cela n'a jamais été le cas pour la période 2015-2020.

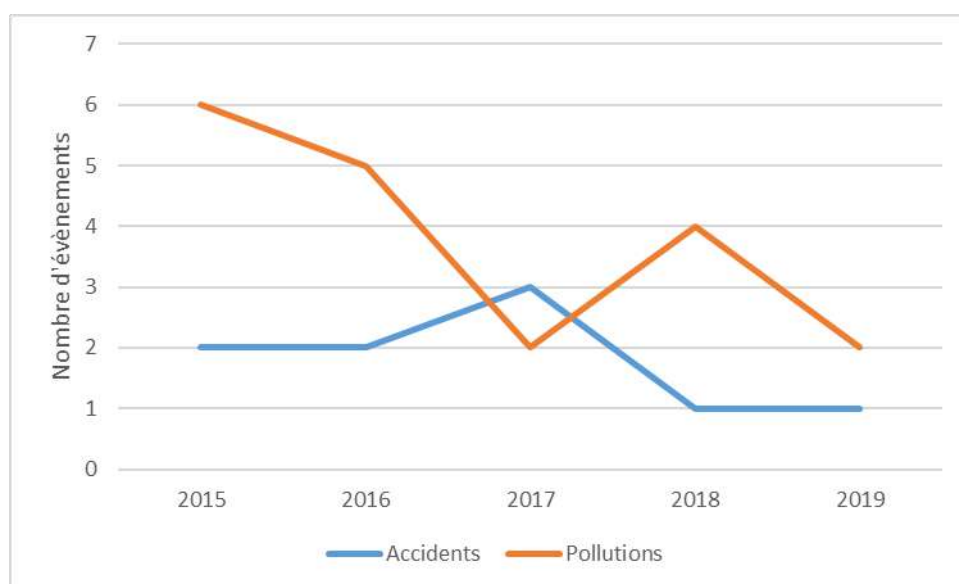


FIGURE 33 : EVOLUTION DU NOMBRE D'ACCIDENTS ET DE POLLUTIONS SUR LA PERIODE DU PROJET STRATEGIQUE 2015-2020 (SOURCE : GPMNSN)

5.1.5 - La synthèse des effets sur la qualité des eaux et l'atteinte des objectifs fixés lors du projet stratégique 2015-2020

TABEAU 24 : SYNTHESE DES EFFETS DU PROJET STRATEGIQUE 2015-2020 SUR LA QUALITE DES EAUX

Activités	Principaux effets des activités	Objectifs fixés lors du projet stratégique 2015-2020	Actions/réflexions mises en œuvre par le GPM de Nantes Saint-Nazaire
Dragages et immersions	Augmentation de la turbidité lors des dragages d'entretien (variable selon les dragues utilisées) – Effet négatif sur la qualité des eaux	<i>Aucun objectif chiffré de volumes dragués ou immergés car le volume est trop dépendant des conditions hydro-météorologiques</i> <i>En revanche, les volumes dragués et immergés depuis 2016 sont inférieurs aux</i>	Études et modélisations mises en œuvre sur la qualité des eaux sur l'estuaire de la Loire permettant d'améliorer les connaissances sur les dragages et leurs effets – Effet positif sur la qualité des eaux

Activités	Principaux effets des activités	Objectifs fixés lors du projet stratégique 2015-2020	Actions/réflexions mises en œuvre par le GPM de Nantes Saint-Nazaire
	Rejet négligeable de contaminants au vu de la qualité des sédiments – Effet négligeable sur la qualité des eaux	<i>scénarios tendanciels estimés à l'horizon 2020 – Effet positif sur la qualité des eaux</i>	Suivi de fréquence accrue de la qualité des sédiments et rédaction de fiches QSE – Effet positif sur la qualité des eaux
Aménagements	Aménagement de l'avant-port de Saint-Nazaire : Risque de pollution par rejets accidentels – Effet négatif sur la qualité des eaux	<i>Aucun objectif fixé pour les projets d'aménagement et leurs effets sur la qualité des eaux.</i>	Gestion et traitement des eaux intégrés aux projets d'aménagements – Effet positif sur la qualité des eaux
	Hub logistique de Saint-Nazaire : Pas de travaux en contact direct des eaux estuariennes.		
	Aménagement du Carnet : Risque de pollutions accidentelles très localisées et risque de transfert de MES vers les eaux superficielles (limité) – Effet négatif sur la qualité des eaux		
	Poste à liquides de Montoir-de-Bretagne : Risque de pollution par rejets accidentels – Effet négatif sur la qualité des eaux		
	Faisceau du Priory : Aucun rejet susceptible d'impacter la qualité des eaux.		
Accidents nautiques	Risque de pollutions accidentelles – Effet négatif sur la qualité des eaux	<i>Aucun objectif fixé pour la limitation des accidents nautiques</i>	Sans objet

5.2 - Les effets du projet stratégique 2015-2020 sur la biodiversité marine et estuarienne

5.2.1 - Les effets des dragages sur la biodiversité

Les effets des dragages sur la biodiversité marine et estuarienne, et plus précisément sur la faune benthique, ont été étudiés lors du bilan du suivi environnemental des dragages-immersions (ARTELIA, 2019).

Des inventaires de la faune benthique ont été réalisés en 2013, 2015, 2017 et 2019, mettant en évidence un gradient de biodiversité et d'abondance de l'amont vers l'aval, les stations marines étant les plus riches. Les résultats collectés au cours des quatre années de suivi 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 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) reflètent 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. De plus, les volumes dragués ont diminué de 22% entre 2015 et 2018, diminuant également les effets sur la biodiversité marine et estuarienne.

5.2.2 - Les effets des immersions sur la biodiversité

Les éléments présentés ici sont issus du suivi environnemental de la Lambarde et du suivi environnemental de l'estuaire (zones d'immersion internes), présentés tous deux dans le dossier bilan de mi-autorisation des dragages et immersions du GPMNSN (ARTELIA, 2019), et intégrant les inventaires réalisés jusqu'en 2017.

Un inventaire de la faune benthique est réalisé tous les deux ans sur 31 stations au niveau de la zone d'immersion de la Lambarde et ses abords (2013, 2015 et 2017). Il suit le même protocole que celui mis en place pour l'estuaire de la Loire, soit celui correspondant aux inventaires d'invertébrés benthiques effectués dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE).

La zone de la Lambarde (zone de suivi étendu) est assez riche en espèces avec 353 à 377 espèces recensées à chaque inventaire lors des trois derniers suivis. Il s'agit d'espèces communes à assez communes dans la région. La diversité des peuplements macrobenthiques observés ainsi que leurs évolutions sur les différentes années sont liées à la diversité des combinaisons de facteurs écologiques présents sur la zone d'étude, notamment la nature du fond, les conditions hydrodynamiques et la compétition inter-espèces.

Les zones sur lesquelles des immersions 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, mais localisé à la sous-zone utilisée et aux sous-zones de son voisinage. On y retrouve des peuplements benthiques adaptés, constitués principalement d'espèces opportunistes.

Néanmoins, cet impact est temporaire puisqu'une résilience relativement rapide des peuplements benthiques a été observée au niveau de l'ancienne zone d'immersion.

Les observations récentes indiquent que l'impact des immersions à La Lamabrde sur la faune benthique est occulté par un autre phénomène qui vient perturber l'écologie du secteur. Il s'agit de l'expansion des crustacés tubicoles *Ampelisca* et *Haploops* qui viennent coloniser des stations sous influence du clapage. En l'état des connaissances et compte tenu du sens de la progression de ces crustacés, du large vers la côte, il semble peu probable que l'activité d'immersion ait pu jouer un rôle favorable à cette dissémination. En effet, cette espèce colonise d'autres secteurs de Bretagne Sud, éloignées et hors de la zone d'influence des immersions du GPMNSN.

Sur le secteur du Grand Pont, les immersions ont des incidences réduites (suivis 2013, 2015 et 2017). La faune benthique est pauvre et les sédiments sont fréquemment entraînés par le courant. Les immersions n'ont pas d'incidences notables sur les espèces qui pourraient être présentes dans le secteur.

Concernant la faune piscicole, les effets supposés sont une élévation de la turbidité et un relargage de contaminants depuis les sédiments remobilisés. Cela peut avoir une incidence indirecte sur la faune piscicole. Cependant, ces incidences sont limitées car les immersions :

- sont peu fréquentes ;
- concernent des sédiments sableux qui décantent rapidement (panache turbide limité dans le temps et dans l'espace) et qui ont une faible teneur en matière organique (elles contribuent peu ou pas au déficit en oxygène dans l'estuaire) et en contaminants (impact faible sur la qualité des eaux).

De plus, les volumes immergés ont diminué de 6% entre 2015 et 2018, permettant ainsi la diminution des impacts sur la biodiversité marine et estuarienne.

5.2.3 - Les effets des aménagements sur la biodiversité

Durant la période du plan stratégique 2015-2020, des impacts sur la biodiversité marine et estuarienne ont été identifiés par rapport à certains aménagements. Le tableau suivant récapitule ces impacts, issus des dossiers réglementaires des projets.

L'ensemble des projets sont en phase de travaux. Les impacts en phase exploitation de l'ensemble des projets d'aménagements ont tout de même été indiqués même s'ils n'ont pas été décelables durant la période 2015-2020, étant donné leur état d'avancement (en cours de travaux).

TABLEAU 25 : IMPACTS DES AMENAGEMENTS SUR LA BIODIVERSITE MARINE ET ESTUARIENNE DES AMENAGEMENTS DU PROJET STRATEGIQUE 2015-2020

Aménagements	Impacts en phase travaux	Impacts en phase exploitation
Aménagement de l'avant-port de Saint-Nazaire	<ul style="list-style-type: none"> - Impact négligeable des travaux d'installation des pontons et de leurs dragages d'accompagnement sur les organismes benthiques dans l'emprise immédiate des travaux. - Impact sonore du battage des pieux, mais de courte durée. 	<ul style="list-style-type: none"> - Destruction de la faune benthique présente par le dragage de mise à niveau des fonds et par les dragages d'entretien : pas problématique pour le potentiel alimentaire des fonds estuariens pour l'ichtyofaune
Hub logistique de Saint-Nazaire	Aucun enjeu associé à la biodiversité marine/estuarienne n'a été identifié sur le site.	Sans objet.
Aménagement du Carnet	<ul style="list-style-type: none"> - Destruction des peuplements benthiques sur la zone d'emprise des ouvrages maritimes : impact négligeable au vu de la faible emprise des travaux et de la reconnaissance des espèces benthiques. - Destruction de la faune benthique par les dragages de mise à niveau des fonds (chenal et souille) : impact négligeable sur ces zones subtidales. - Nuisances sonores sous-marines : perturbation du bruit de fond. 	<ul style="list-style-type: none"> - Destruction de la faune benthique par les dragages d'entretien des fonds (chenal et souille) : impact négligeable sur ces zones subtidales.
Poste à liquides de Montoir-de-Bretagne	<ul style="list-style-type: none"> - Impact négligeable sur les organismes benthiques et la faune piscicole pouvant se trouver sur l'emprise immédiate de la partie des travaux touchant le fleuve. - Destruction de la faune benthique sur les implantations des pieux et des ducs d'Albe : impact négligeable au vu de la faible emprise des travaux et de la reconnaissance des espèces benthiques. - Nuisances sonores sous-marines : perturbation du bruit de fond. 	<ul style="list-style-type: none"> - Impact marginal de la diminution de la luminosité sur la faune piscicole.
Aménagements ferroviaires – Faisceau du Priory	Pas d'incidence du projet sur la biodiversité marine.	Sans objet.

5.2.4 - La synthèse des effets sur la biodiversité marine et estuarienne et l'atteinte des objectifs fixés lors du projet stratégique 2015-2020

TABLEAU 26 : SYNTHÈSE DES EFFETS DU PROJET STRATEGIQUE 2015-2020 SUR LA BIODIVERSITE MARINE ET ESTUARIEENNE

Activités	Principaux effets des activités	Objectifs fixés lors du projet stratégique 2015-2020	Actions/réflexions mises en œuvre par le GPM de Nantes Saint-Nazaire
Dragages et immersions	Destruction d'habitats et d'espèces - Effet négligeable au vu de la profondeur des dragages (zones azoïques)	<i>Aucun objectif chiffré de volumes dragués ou immergés car le volume est trop dépendant des conditions hydro-météorologiques.</i>	Études mises en œuvre sur les incidences des dragages et des immersions sur la faune benthique et piscicole avec une pérennisation des inventaires de suivis de la faune benthique – Effet positif sur la biodiversité marine et estuarienne.
	Destruction d'habitats et d'espèces - Effet réduit des immersions sur les sites de clapage (biodiversité et densité plus faibles qu'ailleurs – résilience relativement rapide)	<i>En revanche, les volumes dragués et immergés depuis 2016 sont inférieurs aux scénarios tendanciels estimés à l'horizon 2020 – Effet positif sur la biodiversité marine et estuarienne.</i>	
Aménagements	Aménagement de l'avant-port de Saint-Nazaire : - destruction de peuplements benthiques sur la zone d'emprise des travaux - Effet négligeable sur la biodiversité marine et estuarienne ;	<i>Aucun objectif fixé pour les projets d'aménagement et leurs effets sur la biodiversité marine et estuarienne.</i>	Effet temporaire (uniquement en phase travaux)
	- impact sonore du battage des pieux (courte durée) – Effet négatif sur la biodiversité marine et estuarienne.		
	Hub logistique de Saint-Nazaire : -aucun enjeu identifié associé à la biodiversité marine et estuarienne.		

Activités	Principaux effets des activités	Objectifs fixés lors du projet stratégique 2015-2020	Actions/réflexions mises en œuvre par le GPM de Nantes Saint-Nazaire
	<p>Aménagement du Carnet :</p> <ul style="list-style-type: none"> - destruction de peuplements benthiques sur la zone d'emprise des travaux et des dragages de mise à niveau des fonds - Effet négligeable sur la biodiversité marine et estuarienne ; - Nuisances sonores sous-marines – Effet négatif sur la biodiversité marine et estuarienne. <p>Poste à liquide de Montoir-de-Bretagne :</p> <ul style="list-style-type: none"> - destruction de peuplements benthiques sur la zone d'emprise des travaux - Effet négligeable sur la biodiversité marine et estuarienne ; - nuisances sonores sous-marines – Effet négatif sur la biodiversité marine et estuarienne. <p>Faisceau du Priory :</p> <ul style="list-style-type: none"> - aucun impact identifié sur la biodiversité marine et estuarienne. 		

5.3 - Les effets du projet stratégique 2015-2020 sur les espaces naturels

5.3.1 - Les effets du projet stratégique 2015-2020 sur les zones d'importance majeure pour la biodiversité

5.3.1.1 - Les effets sur les zones d'importance majeure pour la biodiversité

La circonscription du GPMNSN recoupe ou jouxte de nombreux sites d'importance pour la biodiversité, qu'il s'agisse de zones humides, de sites Natura 2000, d'espaces protégés ou inventoriés.

La liste détaillée de ces sites et leurs caractéristiques sera précisée dans le chapitre sur l'état initial de l'environnement de l'évaluation environnementale.

Globalement, les espaces naturels du GPMNSN sont principalement des zones humides, d'une très grande diversité. En effet, la Loire aval, plaine alluviale, est sujette à des conditions de submersion extrêmement variables : submersion par les eaux douces du fleuve lors des crues et submersion par les eaux salées lors des grandes marées. La variation du taux de salinité structure ainsi une mosaïque d'habitats (vasières, roselières, prairies humides, etc.) qui assure une variété de fonctions écologiques essentielles à l'accomplissement du cycle biologique de nombreuses espèces animales, notamment de poissons et d'oiseaux.

Deux aménagements du projet stratégique 2015-2020 génèrent des impacts sur la biodiversité. Il s'agit du Parc du Carnet, avec 110 ha de secteurs d'intérêt écologique modéré à très fort impactés (périmètres ZNIEFF et ONZH), et, dans une faible mesure, des aménagements ferroviaires du faisceau du Priory, ayant détruit une petite roselière de 0,09 ha (périmètre ONZH « Estuaire de la Loire »).

La destruction de 110 ha d'intérêt écologique modéré à très fort sera compensée par un programme de mesures compensatoires couvrant 64,7 ha dont 56 ha de zones humides et concernant des zones d'intérêt modéré qui passeront, après réalisation des mesures compensatoires, en zones d'intérêt fort à très fort.

Des travaux de restauration/recréation d'une zone humide sur la commune de Donges ont été entrepris pour compenser les impacts des aménagements ferroviaires du faisceau du Priory (surface : 2 000 m²).

Par ailleurs, le GPMNSN a poursuivi et développé la gestion écologique de ces espaces, avec la gestion des espèces exotiques envahissantes et la gestion de la flore protégée sur divers secteurs de sa circonscription. Le plan de gestion de Donges-Est a également été approuvé en 2016. Celui du Carnet est en cours de validation.

5.3.1.2 - La synthèse des effets sur les zones d'importance majeure pour la biodiversité et l'atteinte des objectifs fixés lors du projet stratégique 2015-2020

TABLEAU 27 : SYNTHÈSE DES EFFETS DU PROJET STRATÉGIQUE 2015-2020 SUR LES ZONES D'IMPORTANCE MAJEURE POUR LA BIODIVERSITÉ

Activités	Principaux effets des activités	Objectifs fixés lors du projet stratégique 2015-2020	Actions/réflexions mises en œuvre par le GPM de Nantes Saint-Nazaire
Aménagements	Aménagement de l'avant-port de Saint-Nazaire : - aucun impact identifié sur les zones d'importance majeure pour la biodiversité.	<i>Aucun objectif fixé.</i>	Sans objet.
	Hub logistique de Saint-Nazaire : - aucun impact identifié sur les zones d'importance majeure pour la biodiversité.	<i>Aucun objectif fixé.</i>	Sans objet.
	Aménagement du Carnet : - viabilisation de 30 ha de secteurs d'intérêt modéré à très fort – Effet négatif sur les zones d'importance majeure pour la biodiversité.	Surface d'espaces naturels impactés : 135 ha. Surface réelle impactée de 30 ha, soit moins que ce qui était prévu.	Mesures compensatoires en cours de mise en œuvre – Effet positif sur les zones d'importance majeure pour la biodiversité.
	Poste à liquide de Montoir-de-Bretagne : - aucun impact identifié sur les zones d'importance majeure pour la biodiversité.	<i>Aucun objectif fixé.</i>	Sans objet.
	Faisceau du Priory : - destruction de 0,09 ha de roselière – Effet négatif sur les zones d'importance majeure pour la biodiversité.	Surface de roselières directement impactées : 3,3 ha. Surface réelle impactée de 0,09 ha, soit nettement moins que ce qui était prévu.	Mesures compensatoires mises en œuvre (recréation de deux mares de 1 000 m ²) Effet positif sur les zones d'importance majeure pour la biodiversité.

5.3.2 - Les effets du projet stratégique 2015-2020 sur les sites Natura 2000

5.3.2.1 - Les sites de la Directive Habitats

Les sites désignés au regard de la directive européenne Habitats (Sites d'Intérêt Communautaire SIC et Zones Spéciales de Conservation ZSC) au sein de la circonscription portuaire sont :

- l'estuaire de la Loire :
- la Grande Brière et les marais de Donges ;
- l'estuaire de la Loire nord ;
- l'estuaire de la Loire sud – Baie de Bourgneuf.

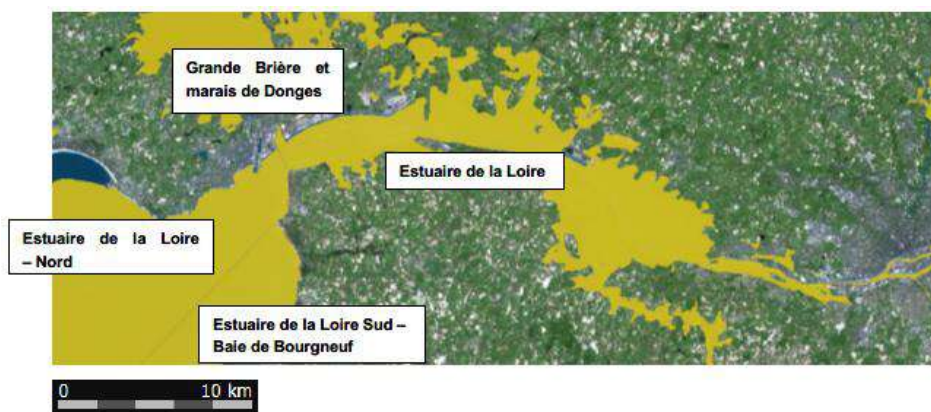


FIGURE 34 : ZONES SPECIALES DE CONSERVATION (ZSC) AU SEIN DE LA CIRCONSCRIPTION PORTUAIRE

Les effets exercés sur les ZSC sont liés aux dragages, aux immersions et aux aménagements. Ils sont susceptibles d'affecter plusieurs espèces de poissons d'intérêt communautaire :

- les lamproies marine et de rivière ;
- les aloses feinte et vraie ;
- le saumon atlantique ;
- la bouvière.

Dragages

L'incidence des dragages peut se manifester soit par aspiration des poissons près du fond, dont la probabilité est relativement faible, soit par altération de la qualité des eaux en lien avec l'accroissement de la turbidité, la diminution des concentrations en oxygène dissous et le relargage des contaminants des sédiments. Néanmoins, il n'y a pas de frayères pour les espèces identifiées (espèces d'intérêt communautaire – Annexe II de la Directive) dans la zone draguée.

Immersions

Des espèces de mammifères marins (le marsouin commun et différentes espèces de dauphins) sont susceptibles de fréquenter la zone d'immersion de la Lambarde et, à plus grande échelle, l'estuaire externe de la Loire et les eaux côtières de la Loire-Atlantique. Toutefois, ces zones ne constituent qu'une simple zone de passage pour ces 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.

Rappelons également qu'au niveau des sites d'immersion, les turbidités naturelles peuvent être élevées, notamment lors de crues.

Aménagements

Deux aménagements, en cours de travaux lors du projet stratégique 2015-2020, se situent à proximité immédiate de Zones Spéciales de Conservation (ZSC).

L'aménagement de l'avant-port de Saint-Nazaire est localisé à proximité immédiate de la ZSC « Estuaire de la Loire Nord ». Cependant, aucun impact sensible sur les espèces piscicoles d'intérêt communautaire n'est attendu. Aucun impact sensible des opérations de dragage, tant en phase de mise à niveau des fonds que d'entretien, sur les espèces piscicoles transitant par le chenal n'a été identifié, le chenal étant naturellement marqué par de fortes turbidités.

Le parc du Carnet est localisé, quant à lui, à proximité immédiate de la ZSC « Estuaire de la Loire ». Les précautions prises durant le chantier, le respect de la réglementation ainsi qu'une intervention mesurée au sein de la zone compensatoire assureront l'absence d'impacts directs temporaires ou permanents sur les espèces d'intérêt communautaire ayant justifié la mise en place du site Natura 2000. Il en est de même pour la phase d'exploitation avec le respect de la réglementation et la mise en œuvre d'un plan de gestion écologique sur la zone compensatoire.

5.3.2.2 - Les sites de la Directive Oiseaux

Les sites désignés au regard de la directive européenne Oiseaux (Zones de Protection Spéciale ZPS) sont :

- l'estuaire de la Loire ;
- la Grande Brière et les marais de Donges et du Brivet ;
- l'estuaire de la Loire – Baie de Bourgneuf.



FIGURE 35 : ZONES DE PROTECTION SPECIALE AU SEIN DE LA CIRCONSCRIPTION PORTUAIRE

Le dragage et l'immersion des sédiments sont effectués dans ou à proximité des ZPS. Les principaux impacts prévisibles du clapage sur les oiseaux seraient les suivants :

- modification du comportement des oiseaux et risques de pollution ;
- baisse/modification des ressources trophiques ;
- baisse de détection des proies.

Dragages

Les dragages peuvent interférer avec des zones de nourrissage ou des reposoirs pour les espèces présentes dans les sites, d'où des reports sur des zones proches plus favorables. Cependant, au vu des emprises des dragages, les zones de repos, d'alimentation et de nidification des oiseaux d'intérêt communautaire ne sont pas mises en péril par le dragage qui ne semble pas avoir d'influence significative sur l'évolution globale des surfaces de vasières. L'impact des dragages est négligeable sur les ZPS et très faibles sur les espèces désignées.

Immersion

Les immersions peuvent avoir un impact sur les zones utilisées par les oiseaux : effarouchement, diminution temporaire de la transparence de l'eau qui limite la possibilité de pêche de certaines espèces piscivores (plongeurs, sternes). Néanmoins, au regard de l'étendue des zones prospectées par ces espèces et de leurs facilités à se reporter sur des zones voisines favorables, l'impact des immersions est faible sur les ZPS et leurs espèces. Le dossier d'autorisation loi sur l'eau conclut d'ailleurs que les opérations d'immersion à la Lambarde ne sont pas un obstacle à la présence d'oiseaux de mer, dont certains d'intérêt communautaire.

Aménagements

Les bruits de chantier et les éclairages nocturnes sont des sources de dérangement pour les oiseaux des ZPS, mais les secteurs fréquentés par les espèces concernées sont éloignés des zones aménagées. La navigation maritime a les mêmes impacts que l'ensemble de la navigation sur la Loire (effarouchement).

Deux aménagements, en cours de travaux lors du projet stratégique 2015-2020, se situent à proximité immédiate de Zones de Protection Spéciale (ZPS).

L'aménagement de l'avant-port de Saint-Nazaire est localisé à proximité immédiate de la ZPS « Estuaire de la Loire – Baie de Bourgneuf ». Cependant, aucun impact sensible sur les oiseaux d'intérêt communautaire n'est attendu. En effet, l'avant-port n'est pas fréquenté par l'avifaune estuarienne qui remplit ses fonctions sur les vasières du lit mineur ou sur les espaces terrestres naturels de l'estuaire. De plus, aucun impact sensible des opérations de dragage, tant en phase de mise à niveau des fonds que d'entretien, sur les milieux sur lesquels les oiseaux sont présents pour assurer leurs fonctions vitales, n'a été identifié.

Le parc du Carnet est localisé, quant à lui, à proximité immédiate de la ZPS « Estuaire de la Loire ». Tout comme pour la ZSC, aucun impact direct ou indirect n'a été identifié au vu des précautions et des interventions prises.

5.3.2.3 - La synthèse des effets sur les sites Natura 2000 et l'atteinte des objectifs fixés lors du projet stratégique 2015-2020

TABLEAU 28 : SYNTHÈSE DES EFFETS DU PROJET STRATÉGIQUE 2015-2020 SUR LES SITES NATURA 2000

Activités	Principaux effets des activités	Objectifs fixés lors du projet stratégique 2015-2020	Actions/réflexions mises en œuvre par le GPM de Nantes Saint-Nazaire
Dragages et immersions	<p>Sites de la Directive Habitat : aspiration des poissons et altération de la qualité des eaux – Effet négligeable sur les sites Natura 2000 (aucune frayère dans les zones draguées).</p> <p>Site de la Directive Oiseaux : destruction des zones de nourrissage ou des reposoirs des espèces présentes – Effet négligeable sur les sites Natura 2000.</p>	<p><i>Aucun objectif chiffré de volumes dragués ou immergés car le volume est trop dépendant des conditions hydro-météorologiques.</i></p> <p><i>En revanche, les volumes dragués et immergés depuis 2016 sont inférieurs aux scénarios tendanciels estimés à l'horizon 2020 – Effet positif sur les sites Natura 2000.</i></p>	Sans objet.
	<p>Sites de la Directive Habitat : destruction des habitats et des espèces marines - Effet réduit sur les sites Natura 2000 (zone uniquement de passage pour les mammifères marins).</p>		
	<p>Site de la Directive Oiseaux : destruction des zones utilisées par les oiseaux - Effet réduit sur les sites Natura 2000 (zones prospectées par les oiseaux du large et facilité de report sur des zones voisines).</p>		

Activités	Principaux effets des activités	Objectifs fixés lors du projet stratégique 2015-2020	Actions/réflexions mises en œuvre par le GPM de Nantes Saint-Nazaire
Aménagements	Aucun effet attendu des aménagements sur les sites Natura 2000.	<i>Aucun objectif fixé pour les projets d'aménagement et leurs effets sur les sites Natura 2000.</i>	Sans objet.

5.4 - Les effets du projet stratégique 2015-2020 sur les risques naturels et technologiques

5.4.1 - Les effets du projet stratégique 2015-2020 sur les risques inondation et submersion marine

5.4.1.1 - Les effets sur les risques inondation et submersion marine

Du fait de sa position géographique, le bassin de la Loire est soumis à trois principaux types de crues, mis à part les orages locaux qui affectent les très petits cours d'eau :

- les crues océaniques qui concernent le bassin aval de la Loire en particulier ;
- les crues cévenoles qui concernent le bassin supérieur de la Loire en particulier ;
- les crues mixtes qui sont les plus observées sur la Loire moyenne.

Les submersions marines sont, quant à elles, des inondations épisodiques des terres basses situées en dessous du niveau des plus hautes eaux.

La circonscription du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire est concernée par le Plan de Prévention des Risques Inondations (PPRI) de l'agglomération nantaise, approuvé le 31 mars 2014, et par le Plan de Prévention des Risques Littoraux (PPRL) presque île guérandaise – Saint-Nazaire, approuvé le 13 juillet 2016.

Dragages

Les dragages réalisés dans le cadre du projet stratégique 2015-2020 sont uniquement des dragages d'entretien, ils interviennent au sein de la circonscription portuaire. Ces dragages modifient la bathymétrie des accès portuaires mais les cotes de dragage ne peuvent dépasser les cotes nominales autorisées dans l'arrêté préfectoral du 24/04/2013. Ils n'ont pas de conséquence sur le niveau d'eau dans l'estuaire. Face aux risques naturels, ces impacts peuvent donc être considérés comme nuls.

Aucun dragage lié à de nouveaux aménagements n'a été réalisé durant la période 2015-2020.

Immersion

Les immersions des sédiments dragués se font au sein du site de la Lambarde ou dans la fosse amont, de Grand Port. L'impact principal identifié est l'exhaussement de la bathymétrie dans ces secteurs de clapage.

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. Les différentiels bathymétriques témoignent à la fois de l'influence des immersions sur les fonds, mais également des dépôts-érosions naturels :

- en certains points où les sédiments ont été immergés est observée de l'accrétion ; en d'autres points est observée une relative stabilité : cela suggère que les sédiments immergés ont été remaniés par les courants locaux ;
- Les secteurs éloignés des points d'immersion et/ou sur lesquels il n'y a pas eu d'immersion montrent uniquement une évolution induite par les processus naturels.

Par ailleurs, les immersions sont réalisées en différents points de la zone de dépôt, de façon à ne pas générer d'exhaussements trop importants.

Ainsi, au vu du caractère dispersif des fosses amont, de la dynamique morfo-sédimentaire et des volumes des sédiments immergés, les opérations d'immersion ont une influence limitée et temporaire sur la bathymétrie du chenal et sa morphologie. Elles ne sont ainsi pas de nature à augmenter le risque d'inondation.

Concernant le site de la Lambarde, la nature des fonds et leur évolution semblent être dépendantes de plusieurs facteurs :

- l'hydrodynamique et la dynamique sédimentaire de l'estuaire externe de la Loire : la Loire évacue naturellement vers la mer une partie des sédiments qu'elle transporte ;
- la cote des fonds : moins un secteur est profond, plus ce dernier est soumis aux agents dynamiques et plus cela va favoriser la dispersion des sédiments fins ;
- les opérations d'immersion.

L'évolution des niveaux de dépôt sur la zone d'immersion de La Lambarde n'est pas de nature à accroître le risque d'inondation ou de submersion marine compte tenu de son éloignement des secteurs susceptibles d'être affectés.

Aménagements

Seuls les projets situés sur la commune de Saint-Nazaire sont concernés par le Plan de Prévention des Risques Littoraux (PPRL).

Les travaux liés au projet dans l'avant-port de Saint-Nazaire n'affectent que localement la bathymétrie dans un secteur qui n'est pas soumis aux risques d'inondation fluviale. Seules les surcotes marines peuvent affecter le secteur nazairien mais elles ne sont pas impactées par les travaux qui seront réalisés.

Les travaux liés au projet de hub logistique à Saint-Nazaire se situent dans un secteur à l'aval de la limite transversale de la mer et dans un secteur non inondable/submersible pour un phénomène centennal.

Les travaux initiés de ces deux projets ne représentent donc pas d'impacts sur les risques d'inondation et de submersion marine.

5.4.1.2 - La synthèse des effets sur les risques inondation et submersion marine et l'atteinte des objectifs fixés lors du projet stratégique 2015-2020

TABLEAU 29 : SYNTHÈSE DES EFFETS DU PROJET STRATÉGIQUE 2015-2020 SUR LES RISQUES INONDATION ET SUBMERSION MARINE

Activités	Principaux effets des activités	Objectifs fixés lors du projet stratégique 2015-2020	Actions/réflexions mises en œuvre par le GPM de Nantes Saint-Nazaire
Dragages et immersions	Diminution de la bathymétrie des sites dragués - Effet négligeable des dragages d'entretien (aucune conséquence sur les niveaux d'eau).	<i>Aucun objectif chiffré de volumes dragués ou immergés car le volume est trop dépendant des conditions hydro-météorologiques.</i>	Sans objet.
	Augmentation de la bathymétrie – Effet négligeable au niveau des fosses amont – Effet nul pour le site de la Lambarde.	<i>En revanche, les volumes dragués et immergés depuis 2016 sont inférieurs aux scénarios tendanciels estimés à l'horizon 2020 – Effet non déterminé sur les risques inondation et submersion marine.</i>	
Aménagements	Aucun effet attendu des aménagements sur les risques inondation et submersion marine	<i>Aucun objectif fixé pour les projets d'aménagement et leurs effets sur les risques inondation et submersion marine.</i>	Sans objet.

5.4.2 - Les effets du projet stratégique 2015-2020 sur les risques technologiques

5.4.2.1 - Les effets sur les risques technologiques

Le risque technologique est relatif à la présence d'établissements dits SEVESO, mais aussi de nombreux dépôts, silos et usines qui mettent en œuvre des matières dangereuses en quantité notable et dont la sûreté constitue une préoccupation environnementale.

Le GPMNSN est concerné par deux Plans de Prévention des Risques Technologiques (PPRT) :

- le PPRT de Donges, généré par la raffinerie Total, par AntarGaz et par SDFM : il a été validé le 21 février 2014 ;
- le PPRT de Montoir, généré par l'usine Yara et le terminal méthanier Elengy : il a été validé le 30 septembre 2015.

De plus, le GPMNSN a réalisé trois études en lien avec les risques technologiques entre 2018 et 2020 :

- deux études de dangers des ouvrages de Nantes Port Terminal concernant le stationnement, le chargement et le déchargement de matières dangereuses sur les secteurs de Cheviré et de Saint-Nazaire (2020) ;
- une étude des risques liés à l'activité de soutage au Gaz Naturel Liquéfié au sein du GPMNSN(2018).

Ces études ont permis au GPMNSN d'analyser les risques liés à ces activités au sein de sa circonscription, et de proposer une démarche de réduction des risques.

L'adaptation des terminaux au règlement local des matières dangereuses a permis, durant le projet stratégique 2015-2020, de diminuer les risques d'accidents sur ces sujets.

Dragages

Les dragages d'entretien interviennent ponctuellement à proximité des sites des PPRT au sein de la circonscription portuaire. Cependant, ils n'engendrent pas d'impact sur l'activité de ces entreprises, ni sur la sécurité des installations.

Immersions

Les immersions des sédiments dragués se font au sein du site de la Lambarde et des fosses amont. Ces sites se situent en dehors des zones de prévention des risques technologiques. , Les impacts des immersions sont donc considérés comme nuls.

Aménagements

Deux projets initiés durant le projet stratégique 2015-2020 se situent au sein des périmètres des PPRT présents sur la circonscription portuaire.

L'extension de capacité du poste à liquides de Montoir-de-Bretagne se situe en zone R1 du PPRT de Montoir-de-Bretagne (aléa de niveau toxique très fort) et à l'intérieur du périmètre de la plateforme du secteur portuaire de Montoir. Le respect des conditions d'apport de personnel et des conditions d'exploitations prévues dans le règlement du PPRT, l'absence de construction de bâtiments, la mise en place d'un dispositif de protection des salariés au risque toxique et l'intégration des enjeux de sécurité du PPRT aux règlements d'exploitation du poste permettent au projet d'aménagement du poste à liquides d'être conforme aux exigences du PPRT.

Les aménagements ferroviaires du faisceau du Priory sont concernés par les périmètres des PPRT de Montoir et de Donges. Dans les règlements de ces deux PPRT, les infrastructures de transports sont autorisées dès lors qu'elles ont une fonction de desserte de la zone (PPRT de Montoir) et les extensions des infrastructures d'intérêt général sont autorisées (PPRT de Donges). La modernisation du réseau ferroviaire portuaire est une source de diminution des risques d'accidents.

Tous les projets en cours d'aménagement sur la période 2015-2020 respectent ainsi les préconisations des PPRT en vigueur.

5.4.2.2 - La synthèse des effets sur les risques technologiques et l'atteinte des objectifs fixés lors du projet stratégique 2015-2020

TABLEAU 30 : SYNTHÈSE DES EFFETS DU PROJET STRATÉGIQUE 2015-2020 SUR LES RISQUES TECHNOLOGIQUES

Activités	Principaux effets des activités	Objectifs fixés lors du projet stratégique 2015-2020	Actions/réflexions mises en œuvre par le GPM de Nantes Saint-Nazaire
Dragages et immersions	Augmentation des risques sur les activités des entreprises et sur la sécurité des installations définies par le PPRT - Effet négligeable des dragages d'entretien (pas d'interaction avec les activités).	<i>Aucun objectif chiffré d'interventions de dragage et d'immersion.</i>	Sans objet.
	Augmentation des risques sur les activités des entreprises et sur la sécurité des installations définies par le PPRT - Effet négligeable des immersions (en dehors des zones de prévention des risques technologiques).		
Aménagements	Aménagement de l'avant-port de Saint-Nazaire : - en dehors d'un zonage de PPRT.	<i>Aucun objectif fixé.</i>	Sans objet.
	Hub logistique de Saint-Nazaire : - en dehors d'un zonage de PPRT.		

Activités	Principaux effets des activités	Objectifs fixés lors du projet stratégique 2015-2020	Actions/réflexions mises en œuvre par le GPM de Nantes Saint-Nazaire
	<p>Aménagement du Carnet :</p> <ul style="list-style-type: none"> - en dehors d'un zonage de PPRT. <p>Poste à liquides de Montoir-de-Bretagne :</p> <ul style="list-style-type: none"> - augmentation des risques sur les activités des entreprises et sur la sécurité des installations définies par le PPRT – Effet négatif pour les risques technologiques. <p>Faisceau du Priory :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Augmentation des risques sur les activités des entreprises et sur la sécurité des installations définies par le PPRT – Effet négatif pour les risques technologiques. 		<p>Respect des préconisations des PPRT – Effet neutre pour les risques technologiques.</p>

5.5 - Les effets du projet stratégique 2015-2020 sur le cadre de vie

5.5.1 - Les effets du projet stratégique 2015-2020 sur le bruit

5.5.1.1 - Les effets des infrastructures routières, ferroviaires et aériennes sur le bruit

La circonscription du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire s'insère dans un réseau dense d'infrastructures de transport routier à fort débit, de zones portuaires et d'agglomérations. Les abords de l'estuaire de la Loire sont donc soumis à différentes sources de bruit :

- les infrastructures de transport routier, incluant les réseaux national, départemental et communal ;
- les infrastructures de transport ferroviaire ;
- les infrastructures de transport aérien.

Les principaux impacts sur les nuisances sonores sont liés aux trafics routiers induits par les aménagements et les activités du GPMNSN.

Concernant le trafic ferroviaire, les aménagements liés au faisceau du Priory visent à accompagner l'accroissement du trafic ferroviaire. Ils n'engendrent pas directement cet accroissement. L'augmentation de la capacité d'accueil des deux sites de stockage de trains induira indirectement une élévation des niveaux sonores dans la zone d'implantation.

5.5.1.2 - Les effets des dragages sur le bruit

Les engins de dragage du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire travaillent suivant deux régimes horaires :

- régime dit « continu permanent » (22 heures par jour) ;
- régime dit « non continu permanent » (10 heures par jour).

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. À Nantes, certains secteurs sont plus sensibles de ce point de vue, du fait de la présence d'habitations proches (secteur de Trentemoult par exemple).

Néanmoins, 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.

Les incidences sonores des dragues sont donc négligeables pour le cadre de vie, d'après l'étude d'impact pour le renouvellement de l'autorisation de dragage de 2012.

Incidences sonores des dragages

Une drague aspiratrice en marche en action peut générer des bruits aériens compris entre 100 et 110 dB(A) à 1 m de distance. Ces intensités sonores diminuent avec l'éloignement. L'intensité acoustique décroît de 6 dB quand la distance est doublée.

Ainsi, une drague juste à l'aval de Nantes (largeur : 200 à 300 m), dont le bruit à 1 m est de 110 dB(A), génère un niveau sonore théorique qui n'est plus que de 68 dB(A) pour les promeneurs le long des berges au niveau de la drague, ce qui correspond au bruit d'une rue passante. Le bruit de la drague correspond à un endroit calme (niveau de 45 dB) au-delà de 2 km.

5.5.1.3 - Les effets des aménagements sur le bruit

Les trafics routiers induits par les aménagements sont une des sources principales de nuisances sonores. Les bruits de chantier sont encadrés par les normes d'émissions sonores des engins. En revanche, ils ne sont pas soumis aux exigences du Code de la Santé Publique, qui fixe l'émergence réglementaire : les augmentations de niveau acoustique pour le voisinage ne doivent pas dépasser 5 dB(A) le jour et 3 dB(A) la nuit (de 22h à 7h).

Pour l'aménagement du Carnet, des mesures de bruit seront effectuées tout au long de la phase chantier pour assurer le respect de la réglementation. Des dispositifs adaptés permettront de réduire les nuisances sonores, le cas échéant. L'impact est considéré comme mineur.

Pour le poste à liquides de Montoir-de-Bretagne, les nuisances sonores sont également liées à la phase chantier. Pour l'implantation des pieux, le recours à la technique du vibrofonçage permet de limiter au minimum le bruit du chantier. Le battage, limité aux seuls horizons trop compacts pour le vibrofonçage et à

l'ancrage au rocher, génère un bruit non continu mais régulier et qui atteint des niveaux sonores élevés. Ainsi, le bruit généré par le battage de pieux ne durera, en moyenne, que trois quarts d'heure par jour avec des pics à deux heures et demie. Les nuisances sonores ne seront perceptibles que dans le proche environnement des travaux, le chantier étant situé dans le contexte industrialo-portuaire relativement bruyant lui-même. En tout état de cause, ces nuisances sonores sont limitées à la durée du chantier.

Enfin, concernant les aménagements ferroviaires du faisceau du Priory, les impacts directs du projet sont également liés à la phase travaux qui nécessite l'intervention d'engins de chantier et de poids lourds pour le transport des matériaux. En phase exploitation, le projet est indirectement lié à l'accroissement du trafic ferroviaire, source d'une élévation des niveaux sonores sur la zone d'implantation (plateforme ferroviaire existante).

5.5.1.4 - La synthèse des effets sur le bruit et l'atteinte des objectifs fixés lors du projet stratégique 2015-2020

TABLEAU 31 : SYNTHÈSE DES EFFETS DU PROJET STRATÉGIQUE 2015-2020 SUR LE BRUIT

Activités	Principaux effets des activités	Objectifs fixés lors du projet stratégique 2015-2020	Actions/réflexions mises en œuvre par le GPM de Nantes Saint-Nazaire
Infrastructures routières, ferroviaires et aériennes	Augmentation des nuisances sonores liées aux nouvelles infrastructures de transport – Effet négatif sur le bruit.	<i>Aucun objectif fixé pour les infrastructures et leurs effets sur le bruit.</i>	Sans objet.
Dragages et immersions	Augmentation des nuisances sonores liée à l'utilisation des dragues - Effet négligeable pour les habitations à proximité.	<i>Aucun objectif chiffré d'interventions de dragage et d'immersion.</i>	Sans objet.
Aménagements	Tous les aménagements : - augmentation des nuisances sonores liée aux trafics routiers et aux engins lors des chantiers des projets - Effet négatif sur le bruit.	<i>Aucun objectif fixé pour les projets d'aménagement et leurs effets sur le bruit.</i>	Mesures de bruit effectuées et utilisation de méthodes permettant de limiter le bruit des chantiers – Effet positif sur le bruit.

Activités	Principaux effets des activités	Objectifs fixés lors du projet stratégique 2015-2020	Actions/réflexions mises en œuvre par le GPM de Nantes Saint-Nazaire
	Faisceau du Priory : - augmentation des nuisances sonores liée aux trafics ferroviaires - Effet négatif sur le bruit.		Effet indirect du projet

5.5.2 - Les effets du projet stratégique 2015-2020 sur la qualité de l'air et les émissions de gaz à effet de serre

5.5.2.1 - Les effets sur la qualité de l'air et les émissions de gaz à effet de serre

La mise en œuvre du projet stratégique 2015-2020 a occasionné des émissions de gaz à effet de serre : dragages, engins de chantier et évolution des trafics.

Les principaux polluants émis par les engins à moteur sont les oxydes d'azote (NO_x), les particules fines (PM), le monoxyde de carbone (CO), les composés du soufre, l'ozone (O₃) et les hydrocarbures (HC).

À l'échelle de la région Pays de la Loire, le transport non routier (aérien, maritime, fluvial et ferroviaire) représente 1% des émissions de gaz à effet de serre et environ 10% des émissions de dioxyde de soufre. Le maritime représente l'essentiel de ces émissions. C'est peu à l'échelle régionale mais plus marqué à l'échelle de la CARENE ou, dans une moindre mesure, de Nantes Métropole.

Ainsi, une étude réalisée par Air Pays de la Loire en 2017, a mis en évidence la part du trafic maritime dans les émissions de dioxyde de soufre qui représentent :

- Près de 20% des émissions totales observées sur le territoire de la CARENE (4 391 tonnes par an) ; les 80% restants sont émis par les activités industrielles, la raffinerie de Donges étant l'émetteur principal ;
- un quart des émissions de dioxyde de soufre totales est observées au niveau de Nantes Métropole.

Cette étude met également en évidence des émissions **d'oxydes d'azote** (NO_x) d'origine maritime importantes sur le territoire de la CARENE (46 % des émissions) mais faibles sur Nantes (3% des émissions).

De même mais dans une moindre mesure pour **les particules fines** PM₁₀ dont les émissions liées au transport maritime représentent 13 % des émissions sur le territoire de la CARENE (moins de 1 % sur Nantes).

Au sein de la circonscription du GPMNSN, les postes d'émissions de gaz à effet de serre majeurs sont le transport maritime et le trafic induit au sol pour les marchandises. Viennent ensuite la consommation d'énergie pour les biens immobilisés du GPMNSN, la consommation d'énergie pour les engins de service du GPMNSN et le trafic induit au sol pour les voyageurs.

La phase chantier des aménagements entrepris durant le projet stratégique 2015-2020 est également une source d'émissions de gaz à effet de serre. Les engins de travaux et les poids lourds utilisés respectent les normes en vigueur à ce sujet. Les aménagements en phase exploitation n'impactent pas directement la qualité de l'air. En revanche, indirectement, les aménagements ferroviaires du faisceau du Priory accompagnent l'accroissement du trafic ferroviaire, tout comme ce sera le cas pour le trafic maritime avec l'aménagement de l'avant-port de Saint-Nazaire.

Chaque année, le bilan des émissions de gaz à effet de serre du Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire est calculé et analysé. Le graphique suivant indique l'évolution et la répartition des émissions de gaz à effet de serre de 2015 à 2019.

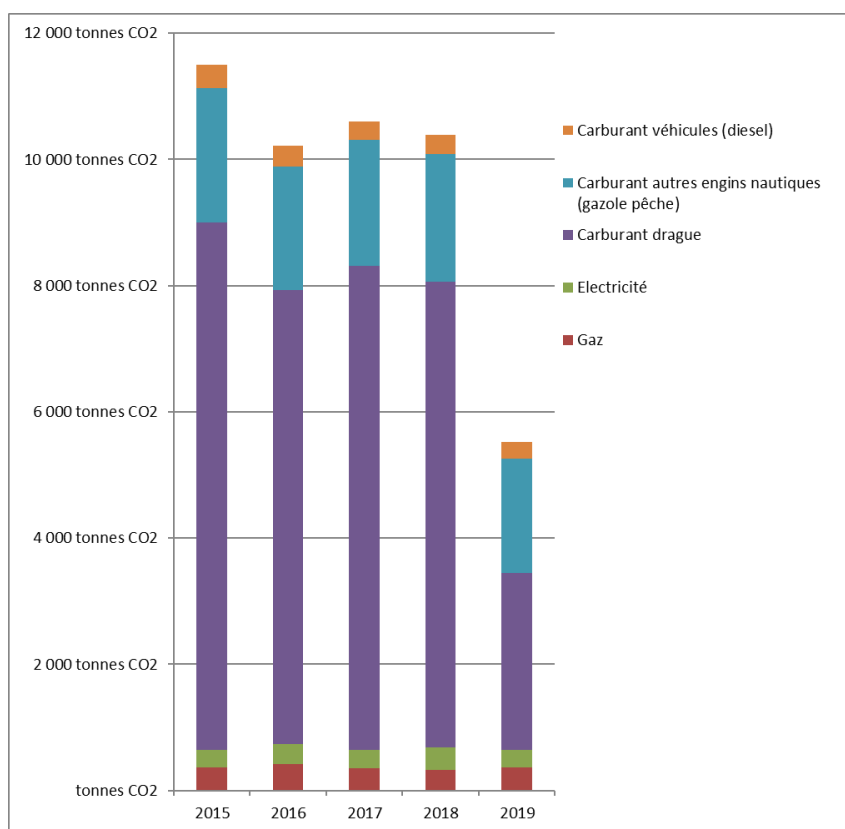


FIGURE 36 : EVOLUTION ET REPARTITION DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE DE 2015 A 2019 AU SEIN DU GPMNSN (SOURCE : GPMNSN)

Le carburant lié à la drague *Samuel de Champlain* (drague aspiratrice en marche DAM) représente la part d'émissions de gaz à effet de serre la plus importante (entre 69 et 73% des émissions). Il est à noter qu'elle diminue significativement en 2019, ceci étant lié aux travaux de remotorisation au gaz naturel liquéfié de la drague qui l'ont éloignée de l'estuaire de la Loire jusqu'à fin juin 2019. La remotorisation au gaz naturel liquéfié de cette drague va permettre :

- 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 et de particule, au-delà des normes actuellement en vigueur.

Il est également à souligner que deux épisodes de canicule ont été observés en juin et juillet 2019. Trois activités portuaire ont été spécifiquement impactées : le dragage avec une limitation de capacité d'accueil de navires aux tirants d'eau compatibles, la maîtrise d'œuvre/travaux et la conservation du patrimoine/la maintenance des ouvrages avec une dégradation accélérée sur les objets du patrimoine. Ces deux épisodes de canicule jouent également un rôle dans la baisse des émissions de gaz à effet de serre en 2019.

En complément, la mise en œuvre du service FlexiLoire a notamment permis d'éviter 54 tonnes équivalent CO₂ en 2018 et 69 tonnes équivalent CO₂ en 2019.

Enfin, le Ministère de la Transition Écologique et Solidaire a lancé une réflexion, en 2019, autour de la préparation d'un plan d'actions pour un objectif zéro fumée dans les ports. Les pistes de réflexion sont au nombre de deux :

- Proposer un partenariat avec les armateurs et les collectivités pour des carburants plus respectueux de l'environnement et de la santé :

Le GPMNSN a engagé deux études en 2020 pour évaluer :

- les coûts de raccordement à quai des navires, en fonction des besoins des armateurs ;
- plus finement, l'impact environnemental des émissions des navires à quai, en modélisant leur dispersion vers les riverains les plus proches, avec l'appui d'Air Pays de la Loire.

En complément, le GPMNSN a en projet d'étudier :

- le développement d'une offre de gaz naturel liquéfié, notamment par l'aménagement du terminal méthanier pour ouvrir la possibilité d'approvisionnement en gaz naturel liquéfié à quai ;
- l'intégration d'hydrogène dans le mix énergétique proposé aux clients (via notamment le projet Hydrogène Loire Vallée et la feuille de route régionale Hydrogène).
- Tendre vers une place portuaire verte avec les objectifs suivants :
- actualiser le bilan carbone du Grand Port Maritime et le plan d'actions en découlant ;
- favoriser l'achat de véhicules émettant moins de gaz à effet de serre ;
- Reconduire les actions de sensibilisation auprès des collaborateurs du Grand Port Maritime ;
- accélérer la production d'énergies renouvelables : depuis 2017, la toiture des hangars de marchandise de l'opérateur Sogebbras est solarisée ;
- accompagner le secteur de la manutention dans la transition énergétique : il est prévu l'ouverture d'une station gaz naturel voiture sur le site portuaire de Montoir-de-Bretagne en 2020 ;
- accompagner les services portuaires dans leur transition.

Il est à noter que le GPMNSN engagera en 2020 une étude sur l'adaptation au changement climatique.

5.5.2.2 - La synthèse des effets sur la qualité de l'air et les émissions de gaz à effet de serre et l'atteinte des objectifs fixés lors du projet stratégique 2015-2020

TABLEAU 32 : SYNTHÈSE DES EFFETS DU PROJET STRATÉGIQUE 2015-2020 SUR LA QUALITÉ DE L'AIR ET LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

Activités	Principaux effets des activités	Objectifs fixés lors du projet stratégique 2015-2020	Actions/réflexions mises en œuvre par le GPM de Nantes Saint-Nazaire
Trafics maritime, routier, ferroviaire et aérien	Augmentation des émissions de gaz à effet de serre (variable selon les années) – Effet négatif sur la qualité de l'air.		La mise en œuvre du service FlexiLoire a permis d'éviter 54 tonnes équivalent CO ₂ en 2018 et 69 tonnes équivalent CO ₂ en 2019 – Effet positif sur la qualité de l'air et les émissions de gaz à effet de serre.
Dragages et immersions	Augmentation des émissions de gaz à effet de serre (variable selon les années) – Effet négatif sur la qualité de l'air.	Réduction des émissions de gaz à effet de serre : -2,5% par an. Depuis 2017, diminution des émissions de gaz à effet de serre de 2% de 2017 à 2018 et de 47% de 2018 à 2019 (à modérer avec les travaux générés sur la drague <i>Samuel de Champlain</i> , les deux épisodes de canicules vécus en 2019 et les mouvements de grèves).	Remotorisation au gaz naturel liquéfié de la drague <i>Samuel de Champlain</i> – Effet très positif sur la qualité de l'air et les émissions de gaz à effet de serre.
Aménagements	Tous les aménagements : - augmentation des émissions de gaz à effet de serre liée aux chantiers – Effet négatif sur la qualité de l'air. Faisceau du Priory : - augmentation des émissions de gaz à effet de serre liée à l'augmentation du trafic ferroviaire – Effet négatif sur la qualité de l'air.		Sans objet.

5.5.3 - Les effets du projet stratégique 2015-2020 sur les paysages

5.5.3.1 - Les effets sur le paysage

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 du pôle Nantes Saint-Nazaire.

Le long de la Loire, de l'amont vers l'aval, les principaux paysages définis dans l'atlas des paysages de Loire-Atlantique sont les suivants :

- la ville rivulaire : Nantes ;
- la Loire estuarienne : des portes de Nantes jusqu'à Paimboeuf ;
- la Loire monumentale : de Paimboeuf à Saint-Nazaire ;
- la côte urbanisée.

La mise en œuvre des projets d'aménagement a un impact paysager, tant en phase chantier qu'en phase exploitation. Les projets, qui auront un impact sur le paysage en phase exploitation, sont encore en phase de travaux (Hub Logistique de Saint-Nazaire et aménagement du Carnet).

En phase chantier, l'impact est temporaire et est essentiellement dû à la présence des engins de chantier, des stocks de matériaux de chantier, des aires de vie du chantier et aux travaux de terrassement et d'aménagement.

Une étude d'aménagement du site du Carnet (cahier de prescriptions architecturales, urbaines, paysagères et environnementales, Phytolab, 2018) intégrée dans le plan de gestion du site, prévoit différentes mesures d'intégration paysagère qualitatives, tant pour l'aménagement public que pour l'aménagement à la parcelle.

5.5.3.2 - La synthèse des effets sur le paysage et l'atteinte des objectifs fixés lors du projet stratégique 2015-2020

TABLEAU 33 : SYNTHÈSE DES EFFETS DU PROJET STRATÉGIQUE 2015-2020 SUR LE PAYSAGE

Activités	Principaux effets des activités	Objectifs fixés lors du projet stratégique 2015-2020	Actions/réflexions mises en œuvre par le GPM de Nantes Saint-Nazaire
Aménagements	Nuisances paysagères liées aux chantiers des projets d'aménagement - Effet négatif sur le paysage.	<i>Aucun objectif fixé pour les projets d'aménagement et leurs effets sur le paysage</i>	Dispositions paysagères mises en œuvre en phase chantier des projets + CPAUPE – Effet positif sur le paysage.?

5.5.4 - Les effets du projet stratégique 2015-2020 sur les interfaces ville-port et l'atteinte des objectifs fixés

L'axe 3 du plan stratégique 2015-2020 « Conduire une politique partagée de développement durable des espaces portuaires estuariens » prévoyait parmi ses actions de « mettre en place une charte de type ville-port avec Nantes Métropole et Saint-Nazaire Agglomération (CARENE) ».

La charte Port et Territoire a été signée le 9 novembre 2018 entre le président du Directoire et le président de la CARENE pour la ville de Saint-Nazaire. Des réunions mensuelles sont organisées pour passer en revue les fiches actions. Pour la ville de Nantes, la signature est en cours.

L'objectif de cette charte est notamment de rechercher à valoriser le domaine portuaire dans les opérations d'aménagement et les opérations immobilières :

- Secteur de Saint-Nazaire :
 - présentation en Conseil de Développement de la préfiguration des espaces sur le secteur entre l'avant-port et le petit Maroc ;
 - réalisation d'une étude de programmation sur un bâtiment « Signal » situé sur l'avant-port de Saint-Nazaire.
- Secteur de Nantes :
 - engagement d'une étude d'aménagement et de programmation immobilière en partenariat avec la Métropole sur le site des Salorges.

TABLEAU 34 : ATTEINTE DES OBJECTIFS FIXES POUR LES INTERFACES VILLE-PORT LORS DU PROJET STRATEGIQUE 2015-2020

Objectifs fixés lors du projet stratégique 2015-2020		Atteinte des objectifs en 2020
Concilier activités urbaines et portuaires	Construction d'un schéma spatial partagé (charte) avec Nantes Métropole et Saint-Nazaire Agglomération	Oui (signature de la ville de Nantes en cours)
	Surface de terrains requalifiés en interface ville/port : selon la charte définie	Non (en attente de la signature de la ville de Nantes)

5.6 - Les effets du projet stratégique 2015-2020 sur les consommations énergétiques et la production des déchets

5.6.1 - L'évolution des consommations énergétiques

TABLEAU 35 : BILAN DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES DU GPMNSN (SOURCE : GPMNSN)

	2015	2016	2017	2018	2019	Évolutions 2015-2019
Électricité (kWh)	6 430 826	8 062 624	7 227 422	8 937 683	7 091 537	+10%
Gaz (m³)	170 626	196 393	169 194	156 701	174 075	+2%
Carburant drague SDC – diesel (m³)	3 373	2 896	3 096	2 976	1 128	-67%
Carburant autres engins nautiques – diesel (litres)	842	779	789	801	717	-15%
Carburant véhicules - diesel (litres)	145 816	129 535	115 259	122 270	107 727	-26%

On peut imputer la hausse de +10% de la consommation électrique à une hausse de l'activité des formes et écluses de Saint-Nazaire associée à celle de la manutention. En effet, ces deux activités représentent 65 % de la consommation annuelle du GPMNSN.

La consommation de gaz peut être considérée comme stable.

Suite à la remotorisation de la drague *Samuel de Champlain* au cours du projet stratégique 2015-2020, le GPMNSN a considérablement réduit ses consommations énergétiques liées au carburant de la drague. Les émissions liées aux carburants des véhicules et des autres engins nautiques ont également diminué durant la période 2015-2019, ce qui peut être notamment lié à l'achat de véhicules émettant moins d'émissions de gaz à effet de serre (véhicules électriques par exemple).

5.6.2 - Le bilan de la gestion des déchets

Le Grand Port Maritime de Nantes Saint-Nazaire a mis en place des solutions de gestion des déchets, qu'ils soient produits par les activités de maintenance et de bureaux, par l'entretien des zones portuaires et par l'accueil des navires.

Déchets issus de l'activité à terre

L'entretien des zones portuaires et les activités de maintenance et de bureaux ont généré un peu plus de 1 200 tonnes de déchets sur l'année 2019, dont 500 tonnes de déchets organiques issus des dépôts au sol lors

du déchargement des navires à quai (cf. tableau 36). En moyenne, sur la période 2015-2019, le tonnage collecté est voisin de 1 045 tonnes.

Pour favoriser le tri des déchets et répondre à la réglementation, les sites du GPMNSN sont équipés de bacs adaptés à leur activité.

Les déchets dangereux solides sont isolés des autres déchets et des filières adaptées ont été mises en place pour les Déchets d'Equipements Electriques et Electroniques, les piles, les tubes fluorescents et les cartouches d'impression usagées.

Le nettoyage et l'entretien des zones délaissées par les équipes du GPMNSN associé à une sécurisation des sites, ont permis également de limiter les dépôts sauvages.

Gage de réussite, le personnel est informé et sensibilisé sur la problématique des déchets.

Par filières, les déchets sont traités comme suit :

- déchets non dangereux mélangés : incinérateur, enfouissement – bioréacteur ;
- papiers, cartons, métaux et bois : recyclage de la matière ;
- DASRI, batteries au plomb, piles, chiffons et emballages souillés, lampes à tubes fluorescents : incinérateur et recyclage de la matière ;
- déchets dangereux liquides : incinérateur, recyclage de la matière et traitement physico-chimique ;
- déchets organiques et déchets verts : compostage.

Pratiques appliquées au stockage :

- sécurisé et abrité en extérieur ;
- sur rétention pour les produits liquides ;
- huiles séparées pour leur recyclage ;
- respect de la compatibilité des pictogrammes de danger ;
- alvéoles dédiées au stockage des déchets de balayage par filière de traitement.

L'organisation mise en place pour le tri permet de valoriser près de 70 % des déchets dont 54 % en compost.

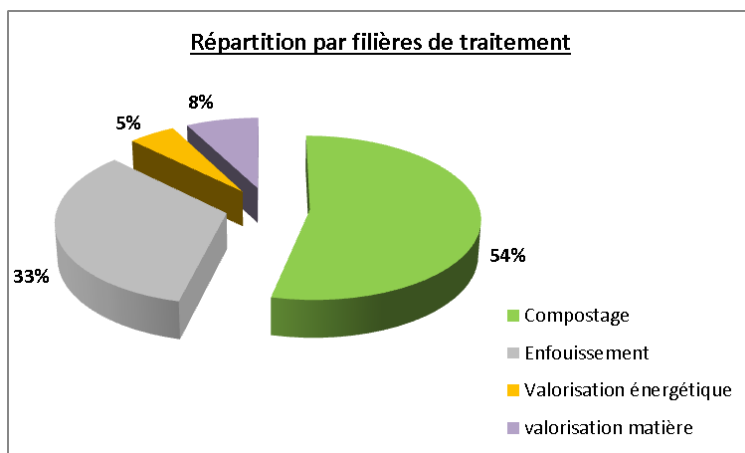


TABLEAU 36 : BILAN DES DECHETS ISSUS DE L'ACTIVITE PORTUAIRE TERRESTRE (SOURCE GPMNSN)

Type de déchets	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Déchets dangereux	25 T	29 T	9 T	12 T	15 T	54 T	46 T
Déchets non dangereux	429 T	293 T	214 T	240 T	400 T	444 T	374 T
Déchets organiques	1045 T	759 T	797 T	649 T	512 T	642 T	814 T
Total général	1499 T	1081 T	1020 T	901 T	927 T	1140 T	1234 T

Globalement, trois sources génèrent de grosses quantités de déchets :

- le balayage des dépôts au sol lors des déchargements des navires (déchets organiques) ;
- les opérations de nettoyage de zones (déchets non dangereux) ;
- les nettoyages de fonds de cales navire (déchets dangereux liquides).

La production des déchets des ateliers reste stable avec une moyenne de 90 t/an de déchets non dangereux et 25 t/an de déchets dangereux solides.

Déchets organiques (déchargement des navires)

- o La moyenne des tonnages collectés sur la période 2015-2019 est de 683 tonnes, nettement au-dessous du tonnage très élevé de 2013 qui intégrait notamment une grosse opération d'évacuation de tourbe à Cheviré (170 t).

Déchets non dangereux

- o En moyenne, le tonnage moyen collecté sur la période 2015-2019 est proche de 334 tonnes, mais la période est caractérisée par deux années (2015 et 2016) avec de faibles tonnages sur les opérations de nettoyage des zones portuaires, contrairement aux trois années les plus récentes.

Déchets dangereux

- o Alors que la moyenne des quantités collectées est d'environ 27 tonnes sur la période 2015-2019, on constate une très forte hausse des tonnages pour 2018 et 2019 imputable aux opérations de nettoyages des fonds de cales de navires (déchets dangereux liquides).

Déchets de navires

La gestion des déchets des navires relève de la directive européenne 2000/59/CE dite "Marpol". Tous les navires ont l'obligation de déposer leurs déchets d'exploitation avant de quitter un port communautaire. Le GPMNSN a donc mis en place, depuis 2004, un système de récupération des déchets par des éco-points sur les terminaux portuaires équipés de différents contenants afin de permettre le tri sélectif des déchets, notamment les déchets dangereux sensibles pour l'environnement.

Le tableau ci-dessous synthétise les quantités totales et par type des déchets issus des navires qui sont collectés par VEOLIA. Les données statistiques annuelles fournissent les quantités pour chaque mois, par type de déchets et par site.

TABLEAU 37 : QUANTITES DE DECHETS PRODUITS PAR LES NAVIRES (SOURCE GPMNSN)

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Quantités totales (tonnes)	531,44	440,23	400,62	490,85	528	573,89
Déchets industriels banals (tonnes)	478,11	383,15	357,701	440,56	478,19	507,37
Déchets industriels dangereux (tonnes)	53,33	57,07	42,92	50,29	49,81	66,52

Le tonnage moyen collecté sur la période 2015-2019 est d'environ 486 tonnes. On constate des variabilités interannuelles autour de cette valeur qui n'excèdent pas 20%.

5.6.3 - L'atteinte des objectifs fixés pour les consommations énergétiques et la gestion des déchets lors du projet stratégique 2015-2020

TABLEAU 38 : ATTEINTE DES OBJECTIFS FIXES POUR LES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES ET LA GESTION DES DECHETS LORS DU PROJET STRATEGIQUE 2015-2020

Objectifs fixés lors du projet stratégique 2015-2020		Atteinte des objectifs à fin 2019
Consommations énergétiques	Diminution des consommations d'électricité et de gaz	Augmentation des consommations d'électricité et de gaz (respectivement +10% et +2%).
	Consommation des différents types de carburant pour les véhicules : 128 000 L (-10%)	Diminution des consommations de carburant des véhicules allant de - 15% pour les engins nautiques à - 26% pour les véhicules (année 2019 non prise en compte car non représentative pour le carburant lié à la drague <i>Samuel de Champlain</i>).
Gestion des déchets	<i>Aucun objectif fixé pour le volume des déchets du GPM</i>	Sans objet.

Le GPMNSN génère 1200 tonnes de déchets par an dont 500 tonnes de déchets organiques issues des dépôts au sol générés lors de la manutention navires à quai.

Le nettoyage par les équipes du GPMNSN des zones délaissées associé à une sécurisation des sites, ont permis également de limiter les dépôts sauvages.

La production des déchets des ateliers reste stable (90 t/an de déchets non dangereux et 25 t/an de déchets dangereux solides).

5.7 - Conclusion

Nota Bene : Le bilan environnemental présenté, étant réalisé six mois avant son terme, l'avancement des actions entre Juin et Décembre 2020 a été estimé et n'est donc pas réel. En cas de décalage effectif identifié à fin 2020, une actualisation de ce bilan sera réalisée début 2021.

Une analyse des effets des activités du GPMNSN durant le projet stratégique 2015-2020 a été réalisée sur différentes thématiques environnementales.

Le tableau suivant récapitule, selon les thématiques environnementales et les activités, les objectifs fixés lors du projet stratégique 2015-2020 et l'atteinte ou non de ces objectifs.

Le bilan environnemental du projet stratégique 2015-2020 du GPMNSN est globalement positif, comme en atteste le tableau de synthèse ci-dessus. L'élaboration de la charte ville/port avec Nantes Métropole et la maîtrise des consommations d'électricité et de gaz du GPMNSN nécessitent d'être poursuivies.

TABLEAU 39 : ATTEINTE DES OBJECTIFS EN FONCTION DES DIFFERENTES THEMATIQUES ENVIRONNEMENTALES ET ACTIVITES DU GPMNSN

Thématiques environnementales	Activités	Objectifs / projections du projet stratégique 2015-2020	État à fin 2020
Qualité de l'eau	Dragages et immersions	Aucun objectif chiffré de volumes dragués ou immergés car le volume est trop dépendant des conditions hydro-météorologiques.	Volumes dragués et immergés depuis 2016 inférieurs aux scénarios tendanciels estimés à l'horizon 2020.
	Aménagements	<i>Aucun objectif fixé.</i>	Sans objet.
	Accidents nautiques	<i>Aucun objectif fixé.</i>	Sans objet.
Biodiversité marine et estuarienne	Dragages et immersions	Aucun objectif chiffré de volumes dragués ou immergés car le volume est trop dépendant des conditions hydro-météorologiques.	Volumes dragués et immergés depuis 2016 inférieurs aux scénarios tendanciels estimés à l'horizon 2020 en lien avec la remotorisation de la drague, les épisodes de canicule et les grèves.
	Aménagements	<i>Aucun objectif fixé.</i>	Sans objet.
Zones d'importance majeure pour la	Aménagements	Surface de roselières directement impactées : 3,3 ha	Surface réelle de roselières impactée : 0,09 ha

Thématiques environnementales	Activités	Objectifs / projections du projet stratégique 2015-2020	État à fin 2020
biodiversité		Surface d'espaces aménagés (Le Carnet + Cheviré aval) : 135 ha dont 63,9 ha de zones humides.	Surface réelle d'espaces aménagés : 17,9 ha
Sites Natura 2000	Dragages et immersions	Aucun objectif chiffré de volumes dragués ou immergés car le volume est trop dépendant des conditions hydro-météorologiques.	Volumes dragués et immergés depuis 2016 inférieurs aux scénarios tendanciels estimés à l'horizon 2020 en lien avec la remotorisation de la drague, les épisodes de canicule et les grèves.
	Aménagements	<i>Aucun objectif fixé.</i>	Sans objet.
Risques naturels	Sans objet.	<i>Aucun objectif fixé.</i>	Sans objet.
Risques technologiques	Sans objet.	<i>Aucun objectif fixé.</i>	Sans objet.
Bruit	Sans objet.	<i>Aucun objectif fixé.</i>	Sans objet.
Qualité de l'air et émissions de GES	Toutes activités	Réduction des émissions de GES de -2,5% par an	Diminution des émissions de GES de 2% entre 2017 et 2018 et de 47 % de 2018 à 2019 (à modérer avec les travaux générés sur la drague <i>Samuel de Champlain</i> , les deux épisodes de canicule vécus en 2019) et les grèves liées à la réforme des retraites.
Paysage	Sans objet.	<i>Aucun objectif fixé.</i>	Sans objet.
Interface ville-port	Aménagements	Construction d'un schéma spatial partagé (charte) avec Nantes Métropole et Saint-Nazaire Agglomération	Objectif atteint (signature de la ville de Nantes en cours).
		Surface de terrains requalifiés en interface ville/port : selon la charte définie	Objectif non atteint (en attente de la signature de la ville de Nantes).
Consommations énergétiques	Toutes activités	Diminution des consommations d'électricité et de gaz	Augmentation des consommations d'électricité et de gaz (respectivement +10% et +2%).

Thématiques environnementales	Activités	Objectifs / projections du projet stratégique 2015-2020	État à fin 2020
		Consommation des différents types de carburant pour les véhicules : 128 000 L (-10%)	Diminution des consommations de carburant des véhicules allant de - 15% pour les engins nautiques à - 26% pour les véhicules (année 2019 non prise en compte car non représentative pour le carburant lié à la drague <i>Samuel de Champlain</i>).
Gestion des déchets	Toutes activités	<i>Aucun objectif fixé pour le volume des déchets du GPM.</i>	Sans objet.

11.2 - Inventaire cartographique des habitats marins des sites Natura 2000 « Estuaire de la Loire Nord » (FR5202011) et « Estuaire de la Loire Sud – Baie de Bourgneuf » (FR5202012), HOCER, 2013

**Inventaire cartographique des habitats marins
des sites Natura 2000 « Estuaire de la Loire
Nord » (FR 5202011) et « Estuaire de la Loire
Sud – baie de Bourgneuf » (FR 5202012)**

Décembre 2013



SOMMAIRE

2.1.1 Moyens nautiques.....	6
2.1.2 Systèmes acoustiques.....	7
2.1.3 Outils d'imagerie vidéo.....	8
2.1.4 Engins de prélèvements sédimentaires et biologiques.....	8
2.1.5 Inventaires en plongée.....	11
2.2.1 Stratégie.....	13
2.2.2 Systèmes acoustiques.....	14
2.2.3 L'échantillonnage sédimentaire.....	15
2.4.1 Granulométrie, Matière organique et données hydrologiques.....	21
2.4.2 Tri et détermination.....	23
2.4.3 Traitement des données.....	23
2.4.4 Typologie des Habitats.....	28
3.1.1 Le substratum rocheux.....	32
3.1.2 Les substrats meubles.....	33
3.2.1 Caractéristiques granulométriques des stations échantillonnées.....	41
3.2.2 Matière organique.....	44
3.2.3. Stations semi-quantitatives.....	45
3.2.4. Stations quantitatives.....	55
3.3.1 Quadrats.....	66
3.3.2 Transects.....	73
3.4.1 Habitats inventoriés.....	75
3.3.2 Carte d'habitat.....	99

1. Introduction

La cartographie des habitats marins constitue un enjeu majeur pour la gestion des habitats benthiques côtiers, et plus généralement pour la définition des états de référence des écosystèmes marins. Les besoins d'inventaires et de suivis de ces habitats, notamment sur les sites protégés, conduisent à mettre en place des actions à différentes échelles d'observations spatiales et temporelles. Plusieurs programmes existent aujourd'hui. On peut citer le "Mapping European Seabed Habitats (MESH) projet » qui réunit depuis 2004 un ensemble de 12 partenaires provenant de Grande-Bretagne, Irlande, Pays-Bas, Belgique et France. Très récemment le programme UKSeaMap 2010 a été lancé à la suite d'un projet pilote en Mer d'Irlande, du projet UKSeaMap 2006 et du programme MESH. Ce projet doit produire des cartes des fonds marins pour les zones marines anglaises. Enfin des groupes de travail du International Council for the Exploration of the Sea (ICES) existent et permettent d'acquérir de nouvelles connaissances sur la cartographie des habitats. Ces groupes produisent des rapports de synthèse disponibles correspondant au ICES Working Group on Marine Habitat Mapping (WGMHM).

Pour les côtes françaises, l'inventaire du patrimoine biologique et l'étude des fonctionnalités des habitats marins s'inscrivent dans ces démarches et sont donc deux enjeux écologiques au cœur des préoccupations scientifiques actuelles. Les directives européennes Natura 2000 et DCSMM (Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin) et la convention OSPAR en sont d'ailleurs le récent reflet. De plus, comme les pressions sont de plus en plus grandes sur nos zones côtières mais également sur les zones du large la mise en place de méthodes et de technologie pour cartographier mais également permettre l'évaluation des différents sites sont maintenant fortement nécessaires. Ainsi, dans le cadre du marché « Inventaires biologiques et analyse écologique de l'existant - NATURA 2000 en mer - Lot n°5 Sites DFF Atlantique Bretagne Sud » de l'Agence des Aires Marines Protégées, des inventaires et des études sur les habitats marins ont été effectués.

Dans la même optique, l'acquisition de données biosédimentaires par imagerie acoustique et par prélèvements biologiques sur les sites Natura 2000 « Estuaire de la Loire Nord » (FR 5202011) et « Estuaire de la Loire Sud – baie de Bourgneuf » (FR 5202012) (Figure 1). Cette étude permettra d'une part, de faire le point sur les données existantes, et d'autre part, d'acquérir de nouvelles données. L'ensemble de ces données sera pris en compte pour apprécier la richesse du patrimoine naturel ainsi que l'état de conservation des habitats inventoriés.

Ce rapport détaille les méthodes et moyens mis en œuvre pour permettre de dresser une cartographie exhaustive des habitats Natura 2000 subtidaux. Les résultats sont présentés de détaillée. La cartographie des habitats marins intertidaux fait l'objet d'un rapport séparé.

Les cartographies établies devront permettre de :

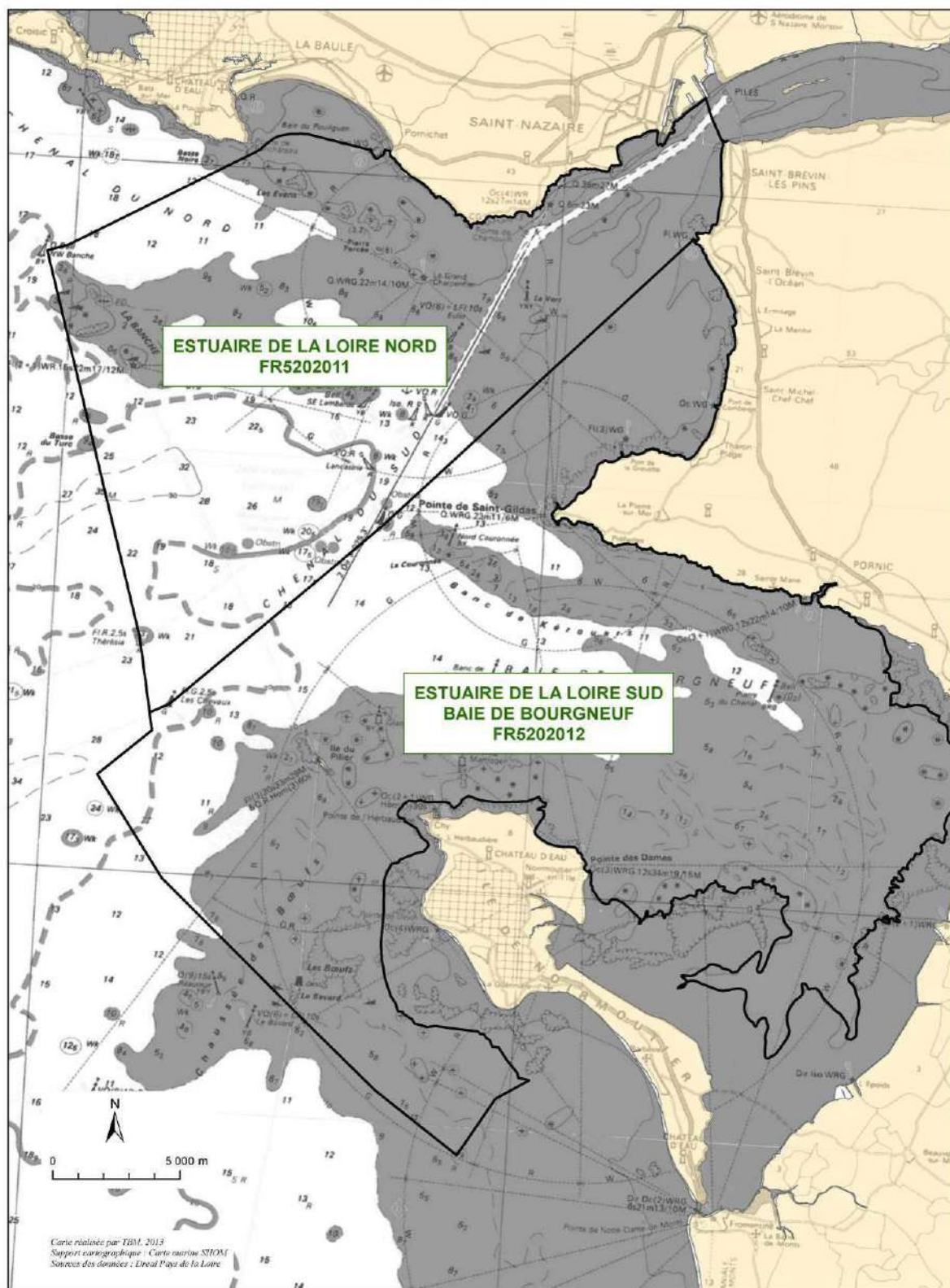
- caractériser les habitats et les peuplements associés,
- caractériser les zones d'intérêt écologique et d'aider à la définition des mesures de protection,
- établir des indicateurs pour la surveillance de la qualité écologique des milieux.

Cette étude vise aussi à constituer une référence précise permettant :

- d'établir l'état initial du site en terme d'habitats Natura 2000, d'espèces marines, patrimoniales, en déclin ou menacées (OSPAR, DHFF),
- d'évaluer leur état de conservation ainsi que les enjeux de conservation,
- de permettre la prise de décision en matière de gestion des sites et de suivre l'évolution des habitats et espèces Natura 2000 ; *in fine* d'apprécier l'efficacité des mesures de gestion.

LOCALISATION DES SITES NATURA 2000

Estuaire de la Loire



Carte 1 : Localisation de la zone d'étude

2. Acquisitions et analyse des données

2.1 Outils et techniques mis en œuvre

2.1.1 MOYENS NAUTIQUES

Les investigations d'imagerie au sonar latéral et les prélèvements ont été réalisés les 8 et 12 octobre 2012, du 22 au 26 octobre 2012, du 28 février au 02 mars 2013, du 15 au 17 avril 2013 à bord du navire « Tzigane 2 » (NA927050).



Figure 1: Tzigane 2

Les campagnes « plongées » se sont déroulées les 1 et 2 juillet 2013 depuis le port de Pornichet, à bord du navire « Marina II ».

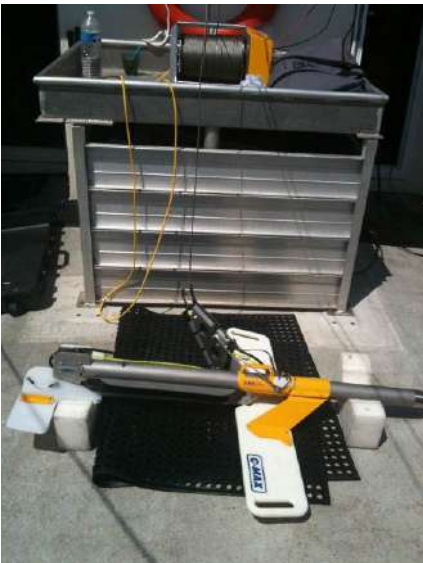
La position du navire est mesurée par un GPS en mode différentiel. Au cours des acquisitions acoustiques, un GPS mobile (embarqué) reçoit en temps réel des corrections venant du sémaphore le plus proche et/ou des satellites issus de la constellation EGNOS (Figure 2). Les données récoltées lors des campagnes effectuées sont positionnées en WGS84. La précision en xy est de l'ordre de 1 à 2 mètres.



Figure 2: Antenne GPS et récepteur radio positionnés à l'aplomb du sondeur.

2.1.2 SYSTÈMES ACOUSTIQUES

2.1.2.1 Sonar latéral



Le sonar utilisé pour cette étude est le sondeur CMAX (Figure 3). Il a été utilisé à une fréquence de 370 KHz avec une fauchée latérale de 150 m.

Ce sonar est constitué d'un poisson avec un capteur de pression permettant d'indiquer sa profondeur. Les données sont enregistrées directement sur l'ordinateur.

Figure 3: Sonar latéral CMAX. (Cliché Hocer)

2.1.2.2 Logiciels d'acquisition et de traitements (Figure 4)

Navigation

Le logiciel de navigation utilisé était HYPACK 2010. Ce dernier permet de visualiser en temps réel la trajectoire du navire. En complément, le logiciel ArcMap a permis de sauvegarder la navigation en cas de perte de signal.

Acquisition

L'enregistrement des données du sonar latéral et du sondeur bathymétrique a été réalisé via le logiciel Side Scan Survey (fenêtre HYPACK). Les données bathymétriques ont également été



enregistrées sur l'interface du sondeur Ceeducer Pro. Ce réplicat permet de doubler l'information en cas de dysfonctionnement du logiciel HYPACK.

Figure 4: Instrumentation à bord. (Cliché Hocer)

2.1.3 OUTILS D'IMAGERIE VIDÉO

Une caméra vidéo couleur a été utilisée avec ou sans les LEDS incorporées (matériel conforme à la norme AFNOR NF-EN16260, décembre 2012, Figure 5). Les LEDS n'ont pas



été utilisées lorsque la turbidité engendrait un effet de brillance. La caméra est fixée sur un bâti vertical (structure métallique conique) pour être utilisée en point fixe ou en dérive (suspendu au-dessus du fond). Les films sont sauvegardés sur support numérique (i.e. disque dur externe). La caméra sous-marine a été utilisée afin de valider les faciès et d'acquérir des informations complémentaires sous forme d'images (faune/flore).

Figure 5 : Caméra sous-marine. (Cliché TBM)

2.1.4 ENGINS DE PRÉLÈVEMENTS SÉDIMENTAIRES ET BIOLOGIQUES

Pour les prélèvements bio-sédimentaires, deux types d'engins ont été utilisés : drague et benne. La drague a servi à échantillonner des stations dites semi-quantitatives et à étudier à la fois l'endofaune et l'épifaune, alors que la benne a permis d'échantillonner des stations dites quantitatives permettant l'étude plus précise de l'endofaune.

- Données qualitatives : Drague Rallier du Baty (Figure 6)

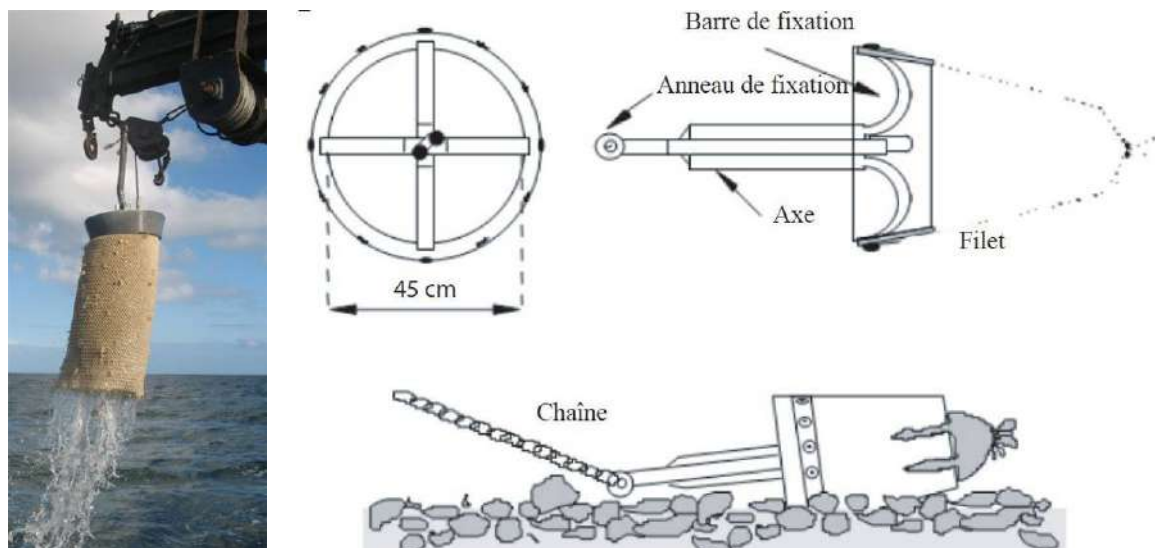


Figure 6 : Drague Rallier du Baty (Cliché TBM) et schéma descriptif de son mécanisme de fonctionnement (Trigui, 2009)

Cet engin trainant permet d'échantillonner sur une large variété de substrats et de déterminer dans de nombreuses situations les espèces indicatrices des principales unités de peuplement et

de leurs divers faciès ; il a été utilisé comme engin de prélèvements durant l'exploration des peuplements benthiques de la Manche (Cabioch, 1968) et le Golfe de Gascogne (Glémarec, 1969) et CARTHAM. Cette drague est constituée d'un cylindre métallique robuste de 45 cm de diamètre sur lequel est placé un filet qui permet la récolte du sédiment tout en permettant l'évacuation de l'eau. Le cylindre est relié par un axe central à un anneau métallique sur lequel est fixé le gréement. Simple d'utilisation, elle a été utilisée pour les prélèvements dits « qualitatifs » dans le but de préciser les habitats biosédimentaires et d'étudier la macro- et la mégafaune associées.

Dans cette intention, pour chaque station qualitative échantillonnée, un volume moyen de 30 litres de sédiment est tamisé, directement sur le bateau, sur des tamis de maille décroissante (10, 5 et 2 mm) (Figure 7). Seules les espèces présentes sur les deux premiers tamis sont déterminées et dénombrées à bord (tri exhaustif). Les données ainsi acquises sur l'ensemble du site d'étude fournissent une excellente représentation qualitative de la distribution des



espèces macrobenthiques et apportent parfois une information semi-quantitative sur le niveau d'abondance des espèces les plus communes. Ce protocole a été largement utilisé par Cabioch (1968), Glémarec (1969), Gentil (1976) ou Retière (1979) pour la cartographie et l'étude des peuplements en Manche-Atlantique. Le refus de 2 mm a été gardé et formolé pour des analyses en laboratoire.

Figure 7 : Table de tri (Cliché TBM)

Des photographies des sédiments avant le passage sur les tamis, ainsi que des prélèvements de sédiment pour l'analyse de la granulométrie et de la matière organique ont été faits pour chaque station.



- Données quantitatives : Benne Smith Mc-Intyre (Figure 8)
Cette benne a été utilisée pour l'échantillonnage quantitatif des peuplements benthiques (macrofaune des sédiments : sables, vases, graviers), aux stations dites « quantitatives ». Cet engin de prélèvement est très couramment employé pour prélever des sédiments de nature variée : depuis des sédiments vaseux jusqu'aux graviers.

Figure 8: Benne Smith Mc-Intyre et benne Hamon (Cliché TBM)

Les prélèvements « quantitatifs » réalisés pour une analyse précise de la faune et pour une évaluation de l'état de conservation des habitats, ont été effectués conformément à :

- la norme NF EN ISO 16 665 « Qualité de l'eau - Lignes directrices pour l'échantillonnage quantitatif et le traitement d'échantillons de la macrofaune marine des fonds meubles »,
la Fiche Contrôle de surveillance Eaux côtières Invertébrés Substrats meubles, « Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) : Etat des lieux et propositions, District Loire-Bretagne, REBENT, Ifremer ».

Ainsi, quatre répliqués ont été réalisés :

- trois pour déterminer et caractériser la faune benthique,
- un pour l'analyse granulométrique et des analyses physico-chimiques.

Chaque répliqué, destiné à l'analyse de la macrofaune, a été passé sur un tamis de maille carrée de 1 mm puis conditionné en flacon plastique étiqueté. La méthode de fixation s'est faite dans une solution formolée (solution d'eau de mer à 6-8 % de formol).

2.1.5 INVENTAIRES EN PLONGÉE

Pour les sessions de plongées, nous avons mis en œuvre les moyens techniques et humains nécessaires à la réalisation de cette mission (trois plongeurs scientifiques, une personne titulaire du permis côtier, des moyens nautiques adaptés, matériels, etc.). Les investigations ont été entreprises par TBM en association avec le LEMAR (Laboratoire des sciences de l'environnement marin, UMR-CNRS, Plouzané). L'objectif est double :

- informer les cartes d'habitats
- et disposer d'une référence précise permettant de décrire les fonds rocheux tant en terme de biodiversité que d'abondance.

De plus, ces éléments permettront une approche de la fonctionnalité du milieu (biomasse, production, etc.).

Ainsi, sur ces stations, plusieurs types de relevés ont été réalisés. La figure 9 synthétise les opérations :

- 5 quadrats de 0,1 m² (Figure 10) sont prélevés à la suceuse (Figure 10),
- 3 transects de 20 m (Figure 10) sont réalisés pour compter les échinodermes et les crustacés de grande taille et les laminaires et enfin quand elles sont présentes 5 laminaires sont prélevées.

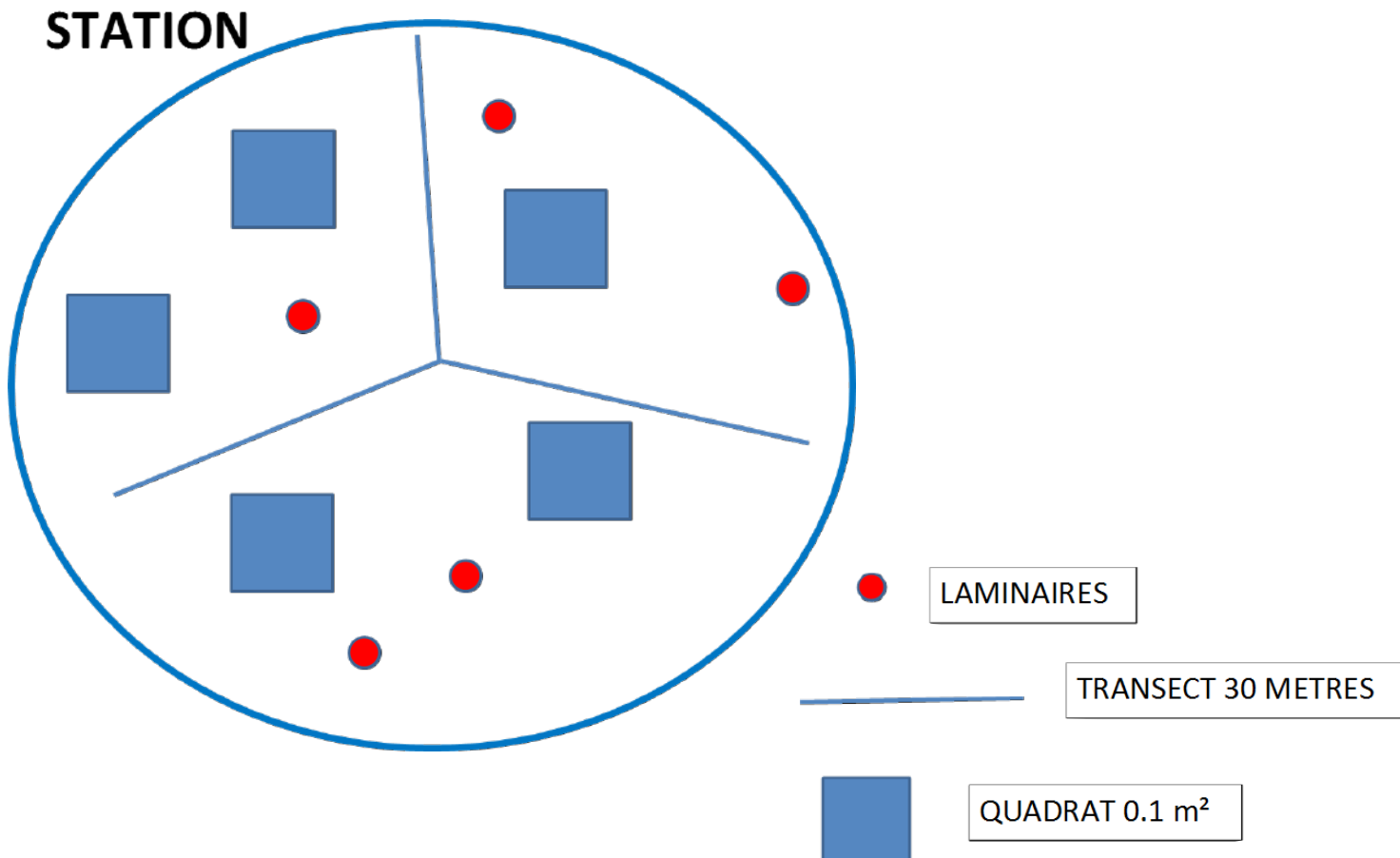


Figure 9 : Protocole entrepris sur chaque station

Pour les prélèvements à la suceuse, un opérateur décolle à l'aide d'un ciseau à bois l'ensemble de la faune et de la flore pendant qu'un second l'aspire avec la suceuse. La maille du filet de collecte est de 1 mm. Les algues de grande taille ont été récoltées à la main au préalable. Les échantillons sont individualisés, formolés et stockés à l'abri de la lumière. Au laboratoire, la faune et la flore ont été triées, déterminées à l'espèce et comptées.

De plus, des photographies de chaque quadrat ainsi que des photos « paysages » sont également réalisées.

Ce travail permet une description quantitative de la faune et de la flore de petite taille.



Figure 10 : Quadrat, suceuse et transect

2.2 Stratégie d'acquisition des données

2.2.1 STRATÉGIE

Le nombre de stations d'échantillonnage est défini en fonction de la surface du site étudié de façon à ce que le nombre de points de prélèvement assure un maillage et une couverture de la zone satisfaisants. De plus, des stations datant de la thèse de Glémarec (1969) ont été revisitées.

Les stations sont destinées à un échantillonnage semi-quantitatif et pour une partie d'entre elles, à un échantillonnage quantitatif. Le choix des stations quantitatives est arrêté lorsque l'analyse des stations semi-quantitatives permet d'obtenir une vue d'ensemble des habitats présents sur la zone. Les campagnes d'acquisition des données morphologiques, sédimentologiques et biologiques ont été dans un premier temps couplées puis découplées

pour acquérir des données complémentaires sur certains secteurs d'intérêt. Cette méthode permet de réduire les coûts et de travailler en complémentarité et en réactivité (Guyonnet et al., 2013).

2.2.2 SYSTÈMES ACOUSTIQUES

L'utilisation de techniques indirectes basées sur l'émission d'ondes acoustiques est essentielle car elle permet une vision globale et rapide de l'ensemble des fonds marins. On utilise pour ce faire un dispositif de sonar à balayage latéral qui se compose d'un « poisson », remorqué au-dessus du fond à une vitesse d'environ 5 nœuds, qui émet sous l'eau des ultrasons de très courte durée d'impulsion (Figure 11). Le signal acoustique se propage dans l'eau et est rétrodiffusé avec plus ou moins d'intensité suivant la nature et la morphologie du fond.

Le sonar restitue une image acoustique du fond en différentes teintes de gris selon l'intensité du signal rétrodiffusé. Sur ces images, les limites de faciès (roches, graviers, sables, vase, etc.) et la morphologie des fonds (rides de sable, dunes, etc.) y sont en général bien visibles. En revanche, l'interprétation de la nature précise des sédiments nécessite un calibrage des images obtenues à l'aide de prélèvements de sédiments et d'observations *in situ*. Les images obtenues, appelées sonogrammes, peuvent être assimilées à des photographies aériennes.

Après traitement, les profils d'imagerie acoustique géoréférencés sont intégrés dans un logiciel SIG pour y être interprété en termes de nature de fond.

Dans le cadre du levé sur le site Estuaire de la Loire Nord (FR 5202011), 113 profils ont été réalisés, ce qui représente une distance parcourue de 234 km (52 km avec une fauchée de 200m et de 182 km avec une fauchée de 300m). Les profils acquis ont donc permis de couvrir une surface d'environ 65 km², soit 21,2 % de la superficie totale.

Dans le cadre du levé sur le site Estuaire de la Loire Sud (FR 5202012), 133 profils d'imagerie acoustique ont été réalisés, ce qui représente une distance parcourue de 399 km (136 km avec une fauchée de 200m et de 263 km avec une fauchée de 300m). Les profils acquis ont donc permis de couvrir une surface d'environ 106,6 km², soit 21,6 % de la superficie totale.

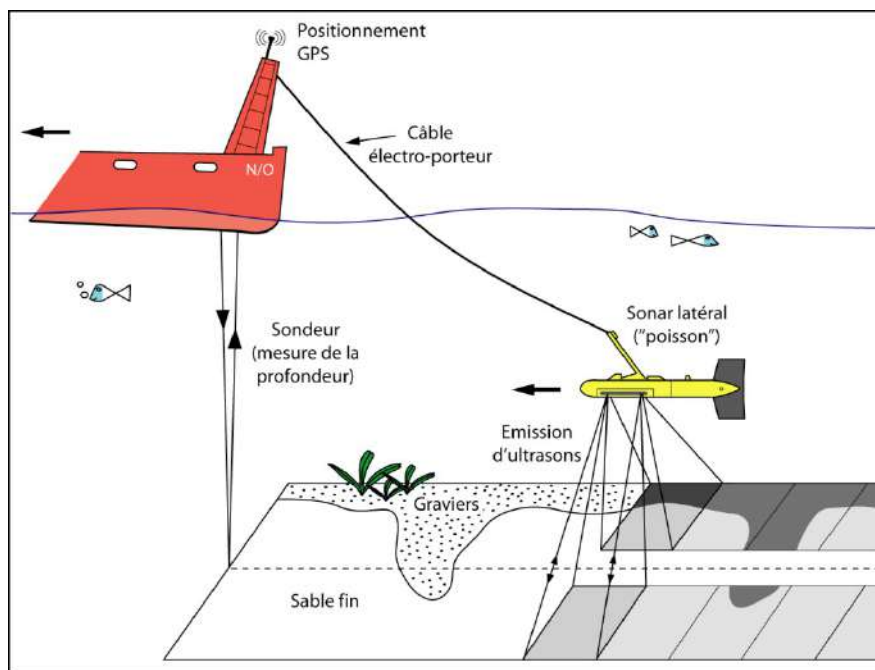


Figure 11 : Principe de mise en œuvre du sonar à balayage latéral (Pluquet, 2006)

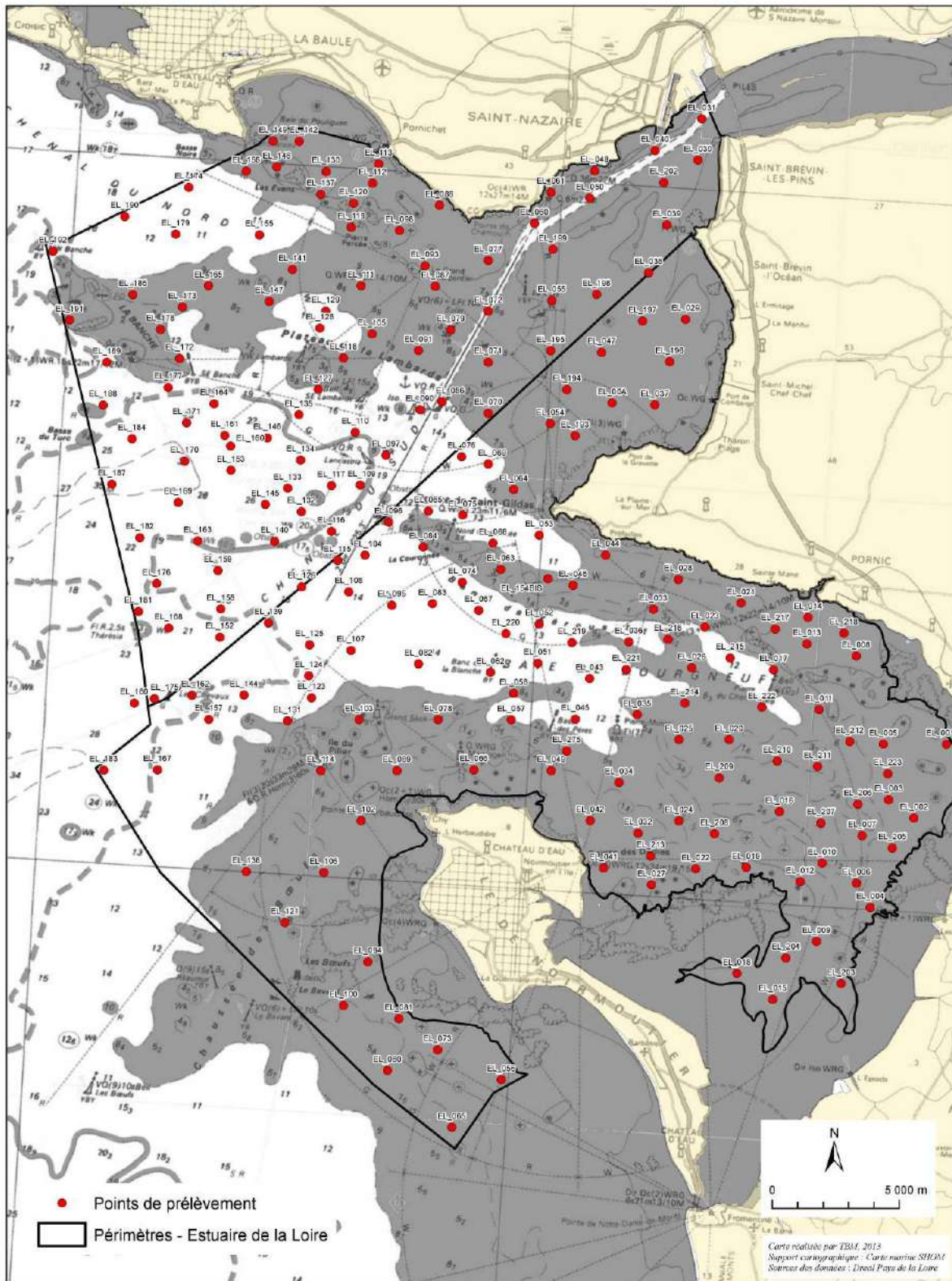
2.2.3 L'ÉCHANTILLONNAGE SÉDIMENTAIRE

La stratégie de calibration sédimentaire des faciès acoustiques a été conduite à la drague rallier du Baty. Cet engin de prélèvement permet à la fois de recueillir des informations concernant la granulométrie des fonds mais également sur la faune. De plus, des acquisitions vidéo ont été faites. Les séquences enregistrées durent entre 30 secondes et 2 minutes. Néanmoins, très peu de films ont pu être réalisés à cause d'une visibilité nulle à très faible.

Le plan d'échantillonnage comprend 225 stations (Carte 2). 194 stations semi-quantitatives ont été étudiées à la drague rallier du Baty, dont 58 ont également fait l'objet d'acquisitions vidéo (Carte 3 et 4). 14 stations ont fait l'objet de prélèvements quantitatifs, à raison de 4 réplicats par stations (Carte 5). Deux stations rocheuses ont été échantillonnées sur le plateau de la Banche (Carte 6). De plus, des stations ont été prospectées pour réaliser des photographies. Aucune plongée n'a été faite sur d'autres sites rocheux à cause en partie d'un manque de visibilité sur certains sites.

PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE

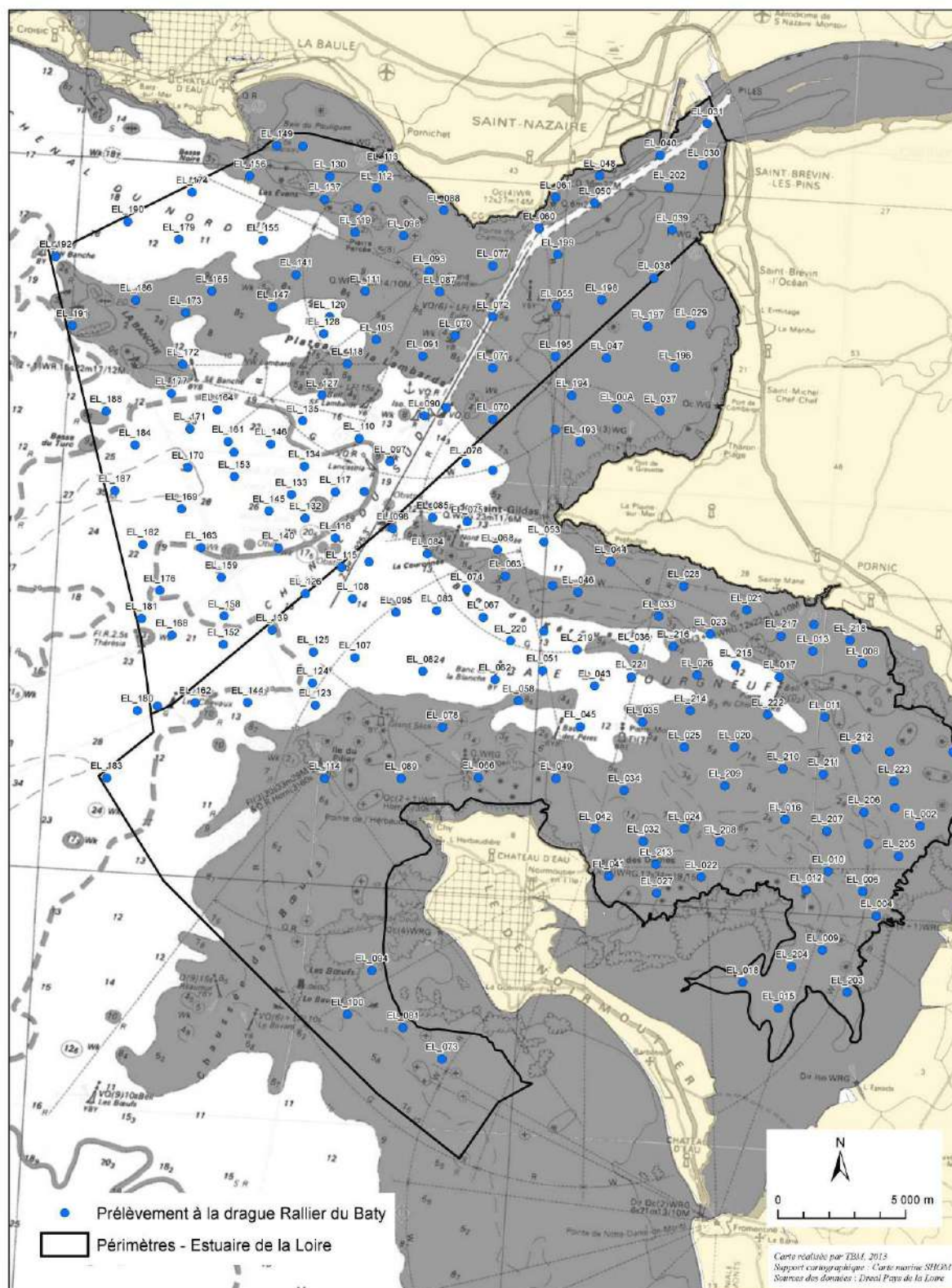
Estuaire de la Loire



Carte 2 : Plan d'échantillonnage.

INVENTAIRES QUALITATIFS

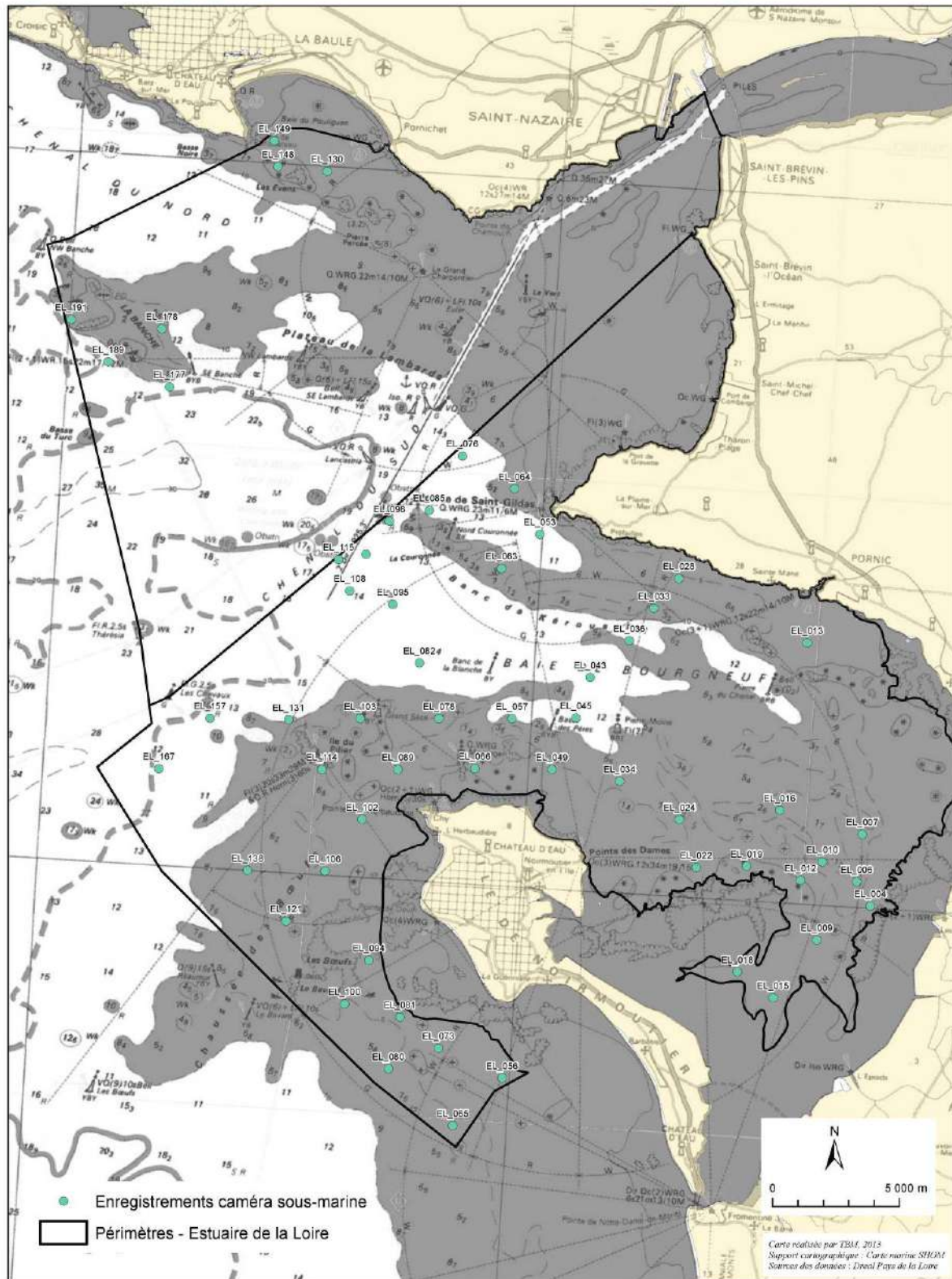
Estuaire de la Loire



Carte 3 : Plan d'échantillonnage inventaires semi-quantitatifs (drague Rallier du Baty).

ENREGISTREMENTS CAMÉRA SOUS-MARINE

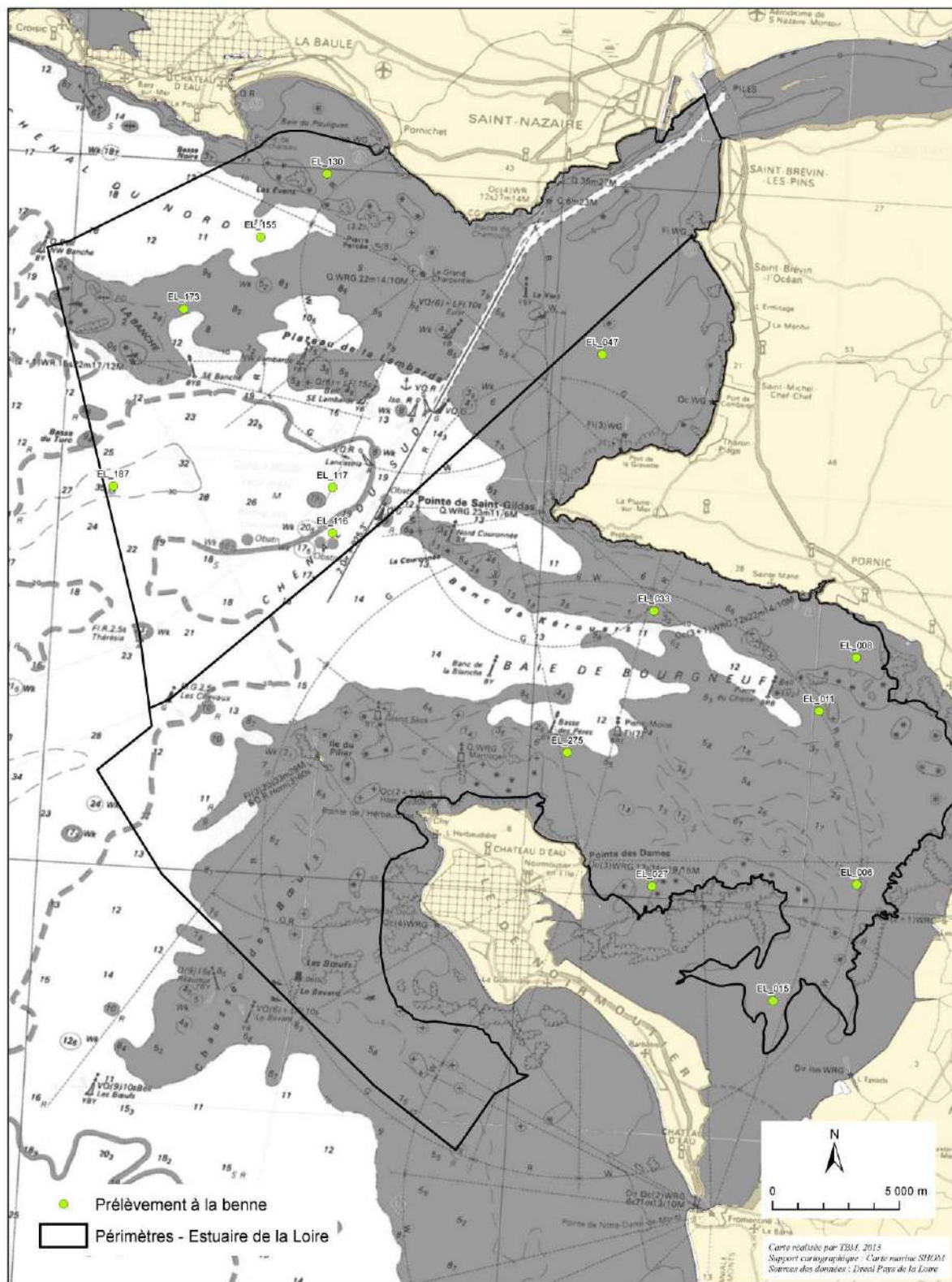
Estuaire de la Loire



Carte 4 : Plan d'échantillonnage inventaires vidéos sous-marines.

INVENTAIRES QUANTITATIFS

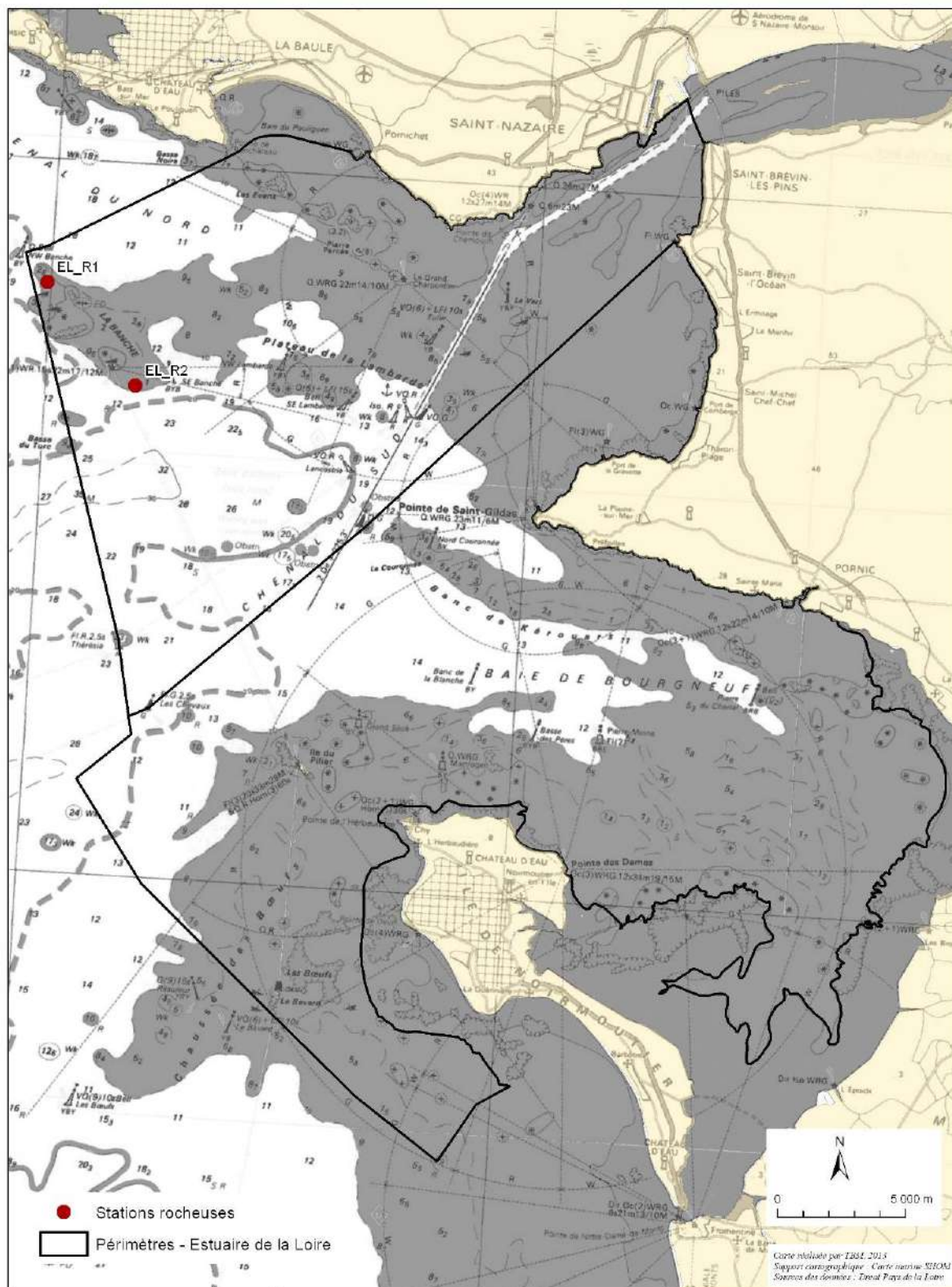
Estuaire de la Loire



Carte 5 : Localisation des prélèvements à la benne Smith Mc Intyre.

STATIONS ROCHEUSES

Estuaire de la Loire



Carte 6 : Localisation des stations rocheuses.

2.3 Analyses bathymétriques et morphosédimentaires

L'ensemble des données du sonar latéral a été traité avec HYPACK. Concernant l'interprétation de l'imagerie, elle a été réalisée avec le logiciel ArcMap.

2.4 Analyses sédimentaires et biologiques

2.4.1 GRANULOMÉTRIE, MATIÈRE ORGANIQUE ET DONNÉES HYDROLOGIQUES

L'analyse granulométrique a été réalisée par tamisage à sec (tamiseuse électrique). 16 tamis de maille carrée (Norme AFNOR) ont été utilisés (Figure 12) : 64 mm, 10 mm, 6,3 mm, 5 mm, 3,15 mm, 2 mm, 1 mm, 710 μm , 500 μm , 355 μm , , 250 μm , 180 μm , 125 μm , 90 μm , 63 μm , 45 μm .



Figure 12 : Colonne de tamis (Cliché TBM)

Le protocole appliqué suit plusieurs étapes standardisées bien distinctes :

- (1) Homogénéisation du prélèvement.
- (2) Séchage du sédiment (environ 300 g) : l'échantillon est mis à sécher dans une étuve à 60°C pendant 48h (Figure 13).



Figure 13 : Echantillons granulométriques à l'étuve (Cliché TBM)

- (3) Rinçage et tamisage du sédiment sur un tamis de 45 μm : le sédiment, pesé à la sortie de l'étuve, est passé sur un tamis de 45 μm . Cette étape permet l'élimination de la fraction pélitique et du sel.
- (4) Séchage du sédiment : l'échantillon est mis à sécher dans une étuve à 60°C pendant 48h.
- (5) Tamisage du sédiment : le sédiment, pesé à la sortie de l'étuve, est passé sur une tamiseuse électrique (Retsch AS200 basic, 15-20 minutes à 60%) comportant une série de 15 tamis aux normes AFNOR, couvrant une gamme comprise entre 0,04 et 63 mm de vide de maille carrée.

Les données brutes correspondant aux proportions des différentes classes granulométriques nous ont permis :

1) de calculer les pourcentages des cinq fractions granulométriques majeures, à savoir les galets, cailloutis et graviers (i.e. ≥ 2 mm), les sables grossiers ([500 μm à 2 mm []), les sables moyens ([250-500 μm []), les sables fins ([63-250 μm []) et les vases (i.e. < 63 μm). Le tableau 1 récapitule les échelles et dénominations granulométriques AFNOR (Chambley, 1995).

2) de calculer les moments de la distribution des différentes fractions granulométriques. Ces différents moments sont calculés selon la méthode géométrique de Folk & Ward (1957). Nous avons calculé la médiane (en μm) et l'indice de classement (σ). La médiane fournit une mesure de la tendance centrale de la distribution des différentes fractions qui composent un sédiment. L'indice de classement ou de tri, quant à lui, renseigne sur le degré d'homogénéité de la taille des particules d'un sédiment.

En fonction de la valeur de l'indice de classement, les sédiments sont définis comme :

- très bien classés si $\sigma < 1,27$;
- bien classés si σ est compris entre 1,27 et 1,41 ;
- modérément bien classés si σ est compris entre 1,41 et 1,62 ;
- modérément classés si σ est compris entre 1,62 et 2,00 ;
- pauvrement classés, si σ est compris entre 2,00 et 4,00 ;
- très pauvrement classés, si σ est compris entre 4,00 et 16,00 ;
- extrêmement pauvrement classés, si $\sigma \geq 16,00$.

3) d'identifier les différents habitats sédimentaires :

- les vases où le taux de vases est supérieur à 80%,
- les vases sableuses où le taux de vases est compris entre 30 et 80%,
- les sables fins ou envasés (15 à 30% de vase),
- les sables moyens où cette fraction est dominante,
- les sables grossiers où cette fraction est dominante,
- les graviers où la fraction gravier est supérieure à 20%.

La teneur en matière organique totale a été estimée par la méthode de la perte au feu.

Le protocole appliqué suit plusieurs étapes bien distinctes :

- (1) Homogénéisation du prélèvement.
- (2) Séchage du sédiment: l'échantillon est mis à sécher dans une étuve à 60°C pendant 48h.
- (3) Pesée numéro 1 (Masse échantillon sec).
- (4) Passage au four à moufle pendant 4 heures à 450°C.
- (5) Pesée numéro 2 (Masse échantillon sans cendre).



Trois répliquats ont été mesurés sur le même prélèvement de sédiment (Figure 14).

Figure 14 : Répliquats pour la Matière Organique (Cliché TBM)

2.4.2 TRI ET DÉTERMINATION

Au laboratoire, les échantillons « semi-quantitatifs » et « quantitatifs », conditionnés au cours de la campagne en mer, ont été triés et analysés selon un protocole standardisé.

Préalablement à l'étape du tri, chaque échantillon a été placé sur un tamis de maille 1 mm et rincé à l'eau pendant au moins une heure pour en extraire le formol. L'échantillon rincé est alors mis dans une cuvette, puis minutieusement trié à la pince fine afin de prélever tous les organismes de la macrofaune (>1 mm) qu'il contient. Ces organismes sont placés en pilulier avec de l'alcool à 70° en attendant l'étape de détermination.

La détermination taxonomique de chaque individu est réalisée à l'aide d'une loupe binoculaire et/ou d'un microscope jusqu'au niveau de l'espèce dans la majorité des cas et tant que l'état des individus le permet. Seuls les némerthes, les plathelminthes et les oligochètes ne sont mentionnés qu'au niveau de l'embranchement. Le référentiel taxonomique utilisé est l'European Register of Marine Species (ERMS) (Costello et *al.*, 2001).

2.4.3 TRAITEMENT DES DONNÉES

Pour chacune des stations, l'analyse des prélèvements permet de mesurer plusieurs paramètres. L'objectif de l'ensemble de ces analyses est de caractériser les habitats mais également leur état de conservation au travers d'indices comme :

- la **richesse spécifique, S** (nombre total ou moyen d'espèces recensées par unité de surface),
- l'**abondance totale et moyenne, A** (nombre d'individus d'une espèce),
- les **groupes taxonomiques** recensés,
- pour les substrats meubles, la détermination de l'**Indice d'Evaluation de l'Endofaune Côtière (I2EC)** et de l'**indice biotique (AMBI)** a été réalisée à partir des données quantitatives obtenues avec la benne Smith Mc-Intyre.

L'objectif du calcul de ce type d'indice est d'estimer l'état de santé du milieu et ses modifications éventuelles grâce à des groupes d'espèces dont la présence ou l'absence, et l'abondance relative témoignent de déséquilibres au sein des peuplements (Alzieu, 2003).

L'Indice d'Evaluation de l'Endofaune Côtière (I2EC) se fonde sur la distinction au sein de la macrofaune benthique de cinq groupes écologiques regroupant des espèces ayant en commun une sensibilité similaire vis-à-vis de la matière organique en excès et face au déficit éventuel d'oxygène résultant de sa dégradation. Cinq groupes écologiques de polluto-sensibilités différentes ont été identifiés par Hily (1984) et complétés par de nombreux auteurs (Grall et Glémarec, 1997, Borja et al., 2000, etc.). Ils sont définis comme suit :

- **groupe écologique I** : espèces sensibles à une hypertrophisation. Elles disparaissent les premières lorsqu'il y a hypertrophisation du milieu,
- **groupe écologique II** : espèces indifférentes à une hypertrophisation. Ce sont des espèces peu influencées par une augmentation de la quantité de la matière organique,
- **groupe écologique III** : espèces tolérantes à une hypertrophisation. Elles sont naturellement présentes dans les vases ; comme leur prolifération est stimulée par un enrichissement du milieu, elles sont alors un indice du déséquilibre du système,
- **groupe écologique IV** : espèces opportunistes de second ordre. Ce sont des petites espèces à cycle court (< 1an) abondantes dans les sédiments réduits des zones polluées,
- **groupe écologique V** : espèces opportunistes de premier ordre. Ce sont des dépositivores, proliférant dans les sédiments réduits.

La figure 15 ci-dessous illustre l'évolution des groupes écologiques en fonction d'une perturbation croissante liée à un enrichissement en matière organique.

Figure 15 : Modèle des indices biotiques (groupes écologiques notés en chiffres romains) (D'après Grall et Coïc, 2006).

Une fois les pourcentages des groupes écologiques définis, un indice est calculé par le biais d'une clef (Grall et Glémarec, 2003) afin de limiter la part de subjectivité.

Le modèle d'évaluation de l'I2EC reconnaît quatre grandes étapes d'enrichissement du milieu (indice I2EC pair de 0 à 6), (Tableau 1) et quatre étapes de transitions ou écotones (indice I2EC impair de 1 à 7).

Entre les quatre étapes présentées ci-dessus il existe des étapes de transition (ou écotone) qui correspondent aux chiffres 1, 3, 5 et 7. Ces phases de transition sont définies par une abondance et une richesse spécifique inférieures aux valeurs caractérisant un peuplement en équilibre.

- I2EC = 1 : Peuplement normal, groupes I et II dominants, appauvri en abondance mais pas nécessairement en richesse spécifique.
- I2EC = 3 : Stade de transition avec le milieu pollué. Il est peut être caractérisé par la dominance d'une espèce indifférente (Groupe II). Le groupe I est encore présent et le groupe IV fait son apparition.

- I2EC = 5 : Stade de transition avec le milieu fortement dégradé. Il peut être caractérisé par une espèce indifférente. Les groupes III et IV sont présents mais le groupe I a disparu.
- I2EC=7 : Milieu à pollution maximale, quasi azoïque ou présence de deux ou trois espèces du groupe V.

Tableau 1 : Pourcentage des différents groupes écologiques définissant les indices de valeur paire et l'état de santé du milieu. (Grall, 2003 in Alzieu, 2003)

Groupes écologiques	I2EC			
	0	2	4	6
I	>40	20-40	<20	-
III	20-40	>40	20-40	<20
IV	<20	<20	>40	20-40
V	-	-	+	>40
Etat de santé du milieu	Normal	Enrichi	Dégradé	Fortement dégradé

Tableau 2: Valeurs d'AMBI et état des communautés benthiques (selon Borja et al, 2000)

AMBI	Groupe Ecologique dominant	État de la Communauté benthique
0,0 < AMBI ≤ 0,2	I	Normal
0,2 < AMBI ≤ 1,2		Appauvrissement
1,2 < AMBI ≤ 3,3	III	Déséquilibré
3,3 < AMBI ≤ 4,3		Vers pollué
4,3 < AMBI ≤ 5,0	IV-V	Pollué
5,0 < AMBI ≤ 5,5		Vers très pollué
5,5 < AMBI ≤ 6	V	Très pollué
non calculable	Azoïque	Azoïque

Basé sur le modèle de l'I2EC, un second indice biotique est calculé, l'AMBI (Tableau 2). Le Coefficient Benthique (CB ou AMBI) a été créé par Borja et al. (2000). Il consiste à pondérer le pourcentage de chaque groupe écologique présent par le poids de sa contribution dans la représentation du niveau de perturbation :

Cette formule a l'avantage de transformer l'indice en variable continue, permettant l'utilisation de tests statistiques pour en vérifier la validité. De plus, il permet de s'affranchir de la subjectivité pour attribuer une valeur lorsque deux groupes écologiques sont en proportions équivalentes. Enfin, il permet de révéler d'infimes variations dans la composition faunistique du peuplement (Glémarec, 2003).

Néanmoins, en fonction des habitats et des perturbations, ces deux indices peuvent être complémentaires ; c'est pourquoi ils seront calculés tous les deux. De plus, pour certains habitats comme les estuaires, ces indices sont en cours de validation par les experts notamment dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau.

- **Analyses multivariées**

Des analyses multivariées ont été utilisées sur les données granulométriques, semi-quantitatives et quantitatives. Deux méthodes d'analyse et de représentation des entités sédimentaires et de la structure des peuplements à partir d'une matrice « espèces-stations » ont été mises en œuvre pour identifier des assemblages granulométriques et faunistiques correspondant respectivement à des groupements de stations « sédimentairement homogène » et « biologiquement homogènes » à un certain degré de similarité. Au préalable, nous avons transformé nos données semi-quantitatives en présence-absence. Le but de cette transformation est d'adapter le jeu de données de la manière la plus propice à l'identification des unités de peuplement. Pour les données quantitatives, les espèces ont subi une transformation $\log(x+1)$.

Une méthode de groupement hiérarchique, la Classification Ascendante Hiérarchique (C.A.H.) a été effectuée pour visualiser les regroupements de nature similaire. Les regroupements sont interprétés selon les caractéristiques de ces peuplements et les paramètres environnementaux connus dans les différentes stations. Les C.A.H. sont réalisées en prenant la distance euclidienne pour les données environnementales et l'indice de similitude de Bray-Curtis pour les données faunistiques. Le logiciel utilisé est PRIMER[®] (version 6). Une autre analyse utilisant une méthode d'ordination, la multidimensional scaling (MDS), a également été utilisée. Elle permet, à partir d'une matrice symétrique contenant des rangs de distances entre objets (dissimilarités), d'obtenir une représentation de ces objets dans un espace à n dimensions. Utilisée en complément de la méthode de groupement hiérarchique, cette

méthode d'ordination permet d'obtenir une visualisation très précise des groupes définis après l'analyse du dendrogramme.

Après la détermination des groupements d'échantillons issus des deux méthodes multivariées, la procédure SIMPER du logiciel PRIMER est utilisé pour identifier les espèces influentes en comparant les groupements d'échantillons deux à deux (Clark et Warwick, 2001). Cette procédure permet d'identifier plus précisément les espèces les plus discriminantes pour expliquer l'ordination et les regroupements observés. Cette procédure n'est pas une méthode statistique inférentielle (ANOVA, Kruskal-Wallis, etc.) mais au contraire une méthode exploratoire.

2.4.4 TYPOLOGIE DES HABITATS

Le référentiel retenu est celui du rapport du MNHN qui est paru en avril 2013 (Michez et al., 2013). En effet, plusieurs référentiels existent aujourd'hui comme les cahiers d'Habitats Natura 2000 (2004) ou la classification EUNIS. Cette dernière est la seule typologie couvrant les eaux marines européennes et qui est utilisée notamment dans les programmes européens comme MESH et UK SeaMap. Les spécialistes des Universités, des Stations marines et d'Ifremer ont proposé une typologie pour les eaux françaises, et plus particulièrement en Bretagne, en intégrant les derniers résultats des groupes de réflexions qui travaillent sur ce sujet. Cette nouvelle proposition de typologie des habitats marins benthiques en Bretagne a été utilisée (Bajjouk et al., 2010 ; Bajjouk, 2009 ; Guillaumont et al., 2008). C'est sur cette typologie que le MNHN s'est appuyé pour créer une nouvelle typologie, celle utilisée dans cette étude.

Cette nouvelle typologie repose sur trois grands ensembles de substrats (meubles, rocheux et habitats particuliers). En fonction de la précision recherchée, trois niveaux hiérarchiques peuvent être distingués pour chacun de ces trois ensembles. Le niveau 1 reste très général alors que les niveaux 2 et 3 apportent des précisions sur les populations animales et végétales, ou encore sur le taux de recouvrement.

Les documents de référence qui ont été utilisés pour la typologie des habitats sont récapitulés dans la bibliographie.

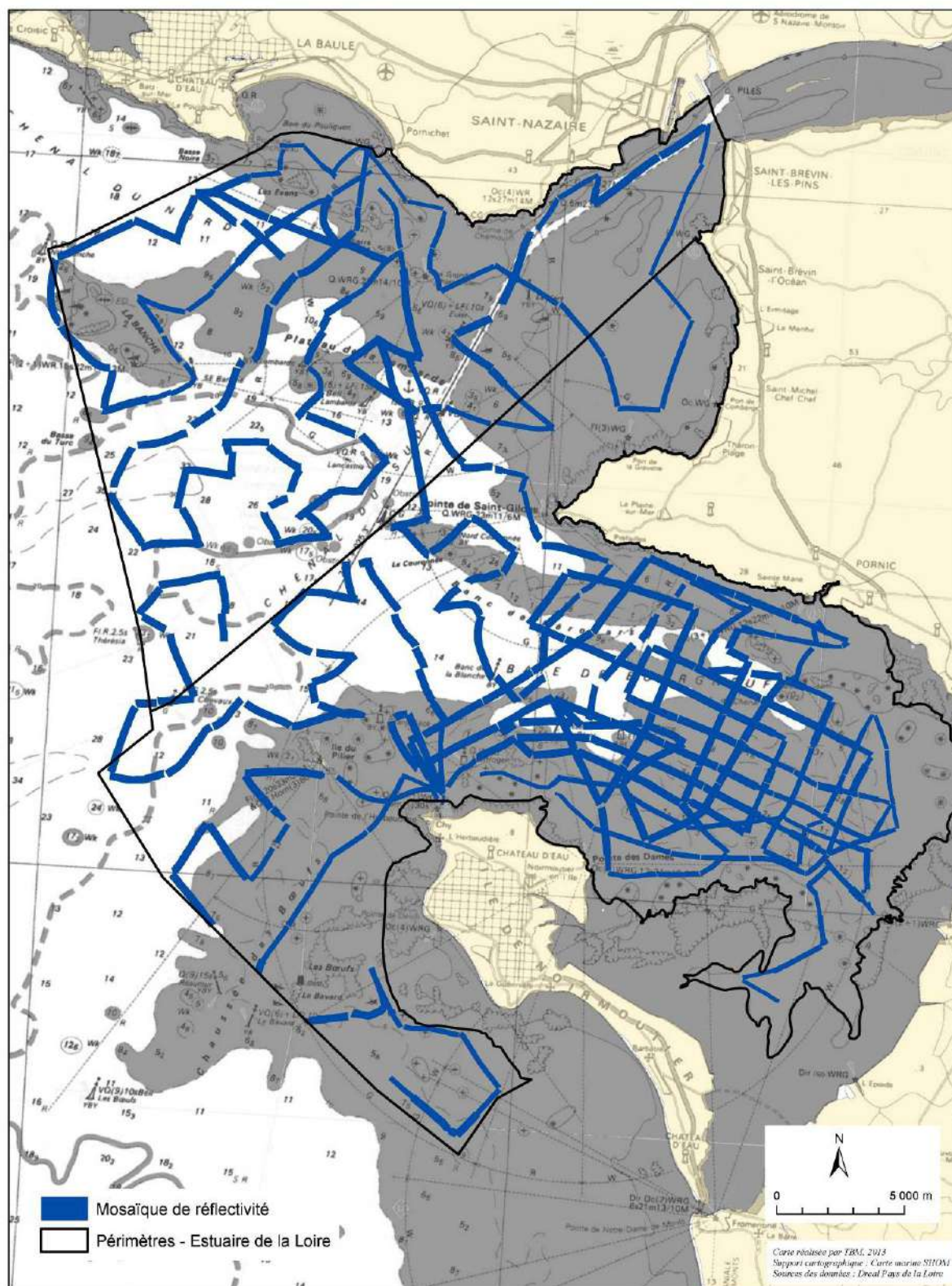
3. Résultats

3.1 Levé au sonar latéral : les principaux ensembles morphosédimentaires

La mosaïque de réflectivité (Carte 7), acquise au cours du levé du 22 au 25 octobre 2012, a servi de base à l'interprétation morphosédimentaire du site de l'estuaire de la Loire Nord. Les mosaïques de réflectivité (Carte 7) acquises au cours des levés du 8 au 11 octobre 2012 et du 28 février au 02 mars (baie de Bourgneuf) ont servi de base à l'interprétation morphosédimentaire du site de l'estuaire de la Loire Sud. La carte de répartition des formations superficielles est présentée sur la carte 8.

MOSAÏQUE DE RÉFLECTIVITÉ

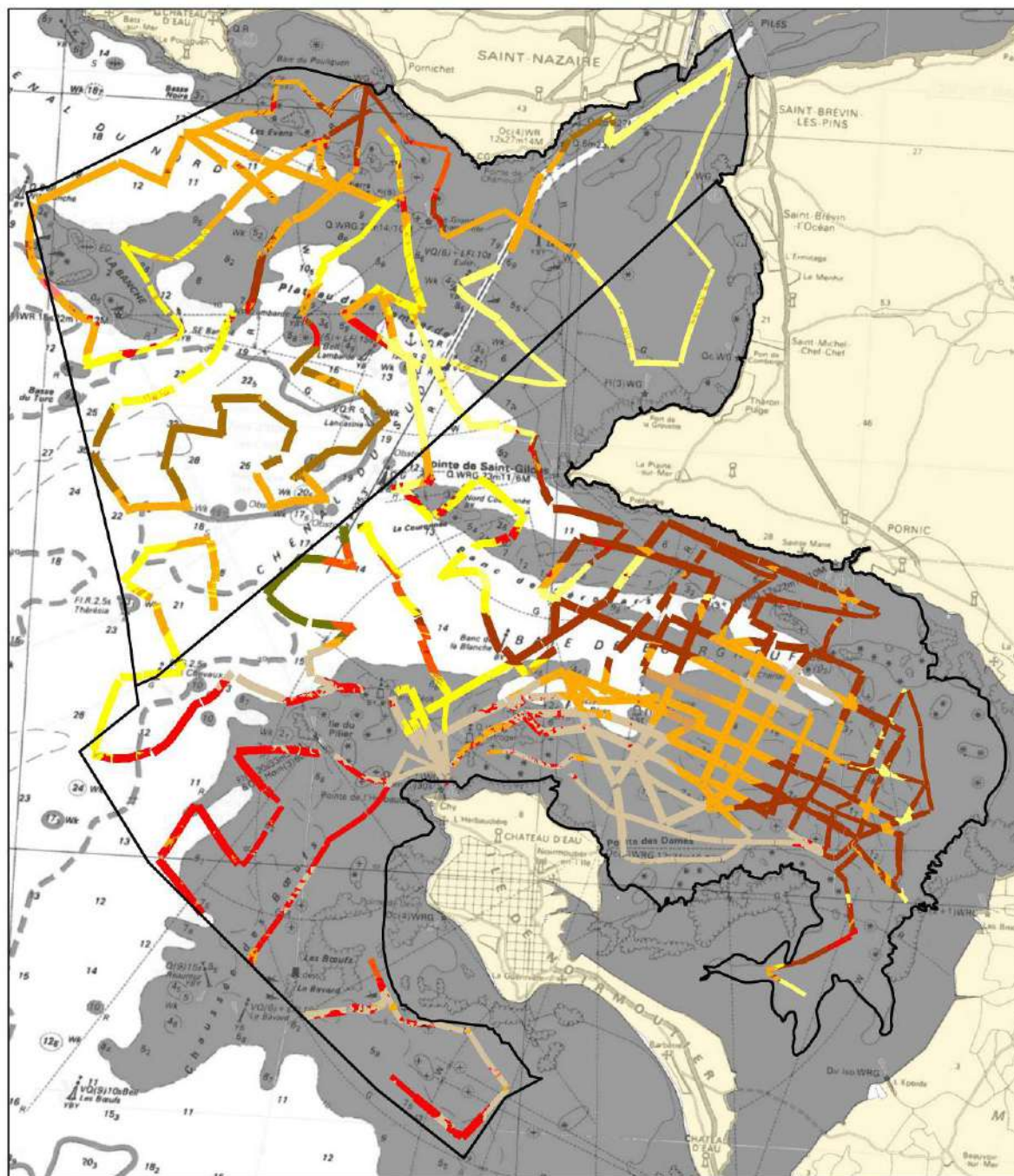
Estuaire de la Loire



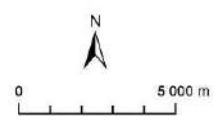
Carte 7 : Mosaïque de réflectivité sur les sites Loire Nord et Loire Sud

RÉPARTITION DES FORMATIONS SUPERFICIELLES

Estuaire de la Loire



- | | | |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| ■ Roche | ■ Sable fin vaseux | □ Périmètres - Estuaire de la Loire |
| ■ Fonds grossiers graviers et galets | ■ Vase | |
| ■ Sediments très grossiers | ■ Roche et sédiments grossiers | |
| ■ Sable moyen et graviers | ■ Galets | |
| ■ Sable moyen à grossier coquillier | ■ Hétérogène grossier envasé | |
| ■ Sable fin à moyen | ■ Dunes avec sables grossiers coquilliers | |



Carte révisée par IFREMER, 2013
 Support cartographique : Carte marine SHOM
 Sources des données : Local Pays de la Loire

Carte 8 : Répartition des formations superficielles sur les sites Loire Nord et Loire Sud

3.1.1 LE SUBSTRATUM ROCHEUX

Au nord de la Loire, l'imagerie acoustique montre que les affleurements rocheux sont présents en bordure des plateaux de la Banche et de la Lambarde, dans le secteur des Petits et Grand Charpentier, ainsi qu'en périphérie des îles et îlots qui ferment la baie de la Baule. Les roches sont de morphologie massive (granite) pour le Grand Charpentier (Figure 16). Ailleurs, elles se caractérisent en imagerie acoustique par une morphologie plutôt plane, affectée par une structuration marquée de nombreuses déformations métamorphiques (Figure 17).

Au sud de la Loire, la Chaussée des Bœuf (Sud-ouest de l'île de Noirmoutier) constitue un vaste plateau rocheux, recouvert localement de placages de sédiments grossiers peu épais. Le substratum rocheux qui constitue la pointe nord de l'île de Noirmoutier se prolonge en mer par des affleurements rocheux dans le secteur du Pilier et au large de la Pointe des Charniers.

A l'entrée de la Baie de Bourgneuf, le banc de Kerouars forme un plateau rocheux qui semble se prolonger vers le Sud-Est. Des pointements rocheux isolés sont parfois présents en baie de Bourgneuf (Figure 18).

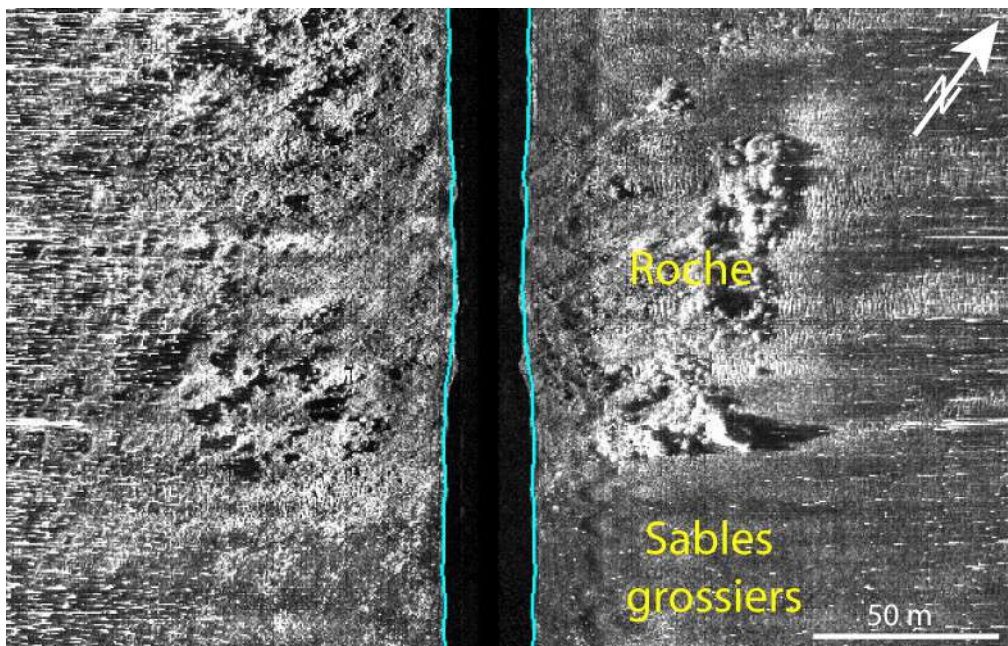


Figure 16. Sonogramme montrant une zone de roche à la morphologie massive (Grand Charpentier)

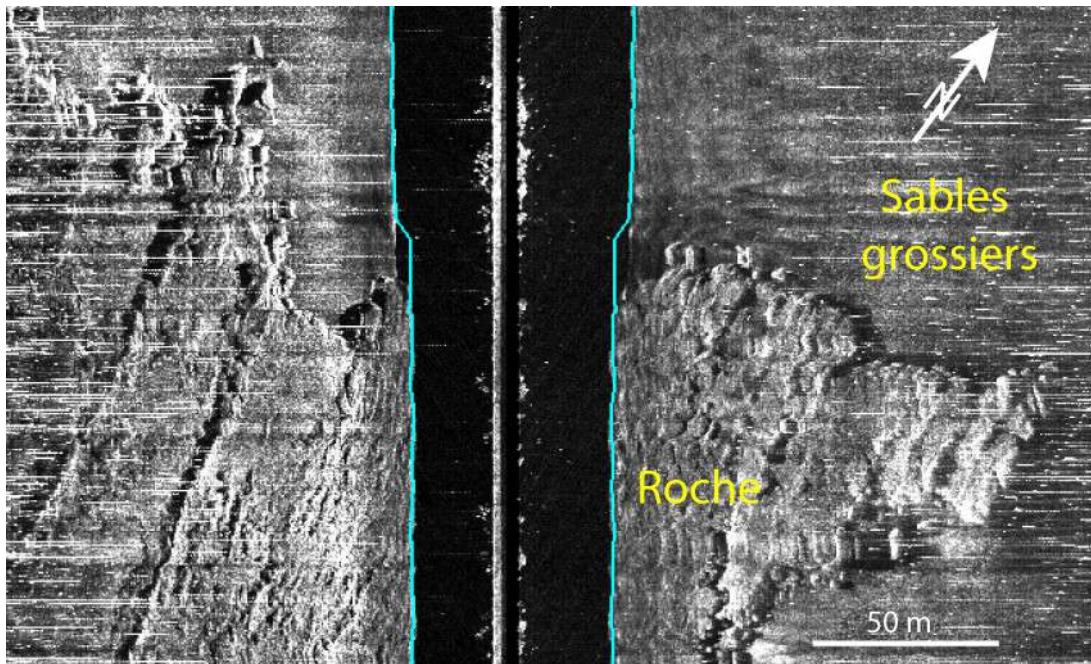


Figure 17 : Sonogramme montrant la morphologie plane des roches en bordure du plateau de la Banche

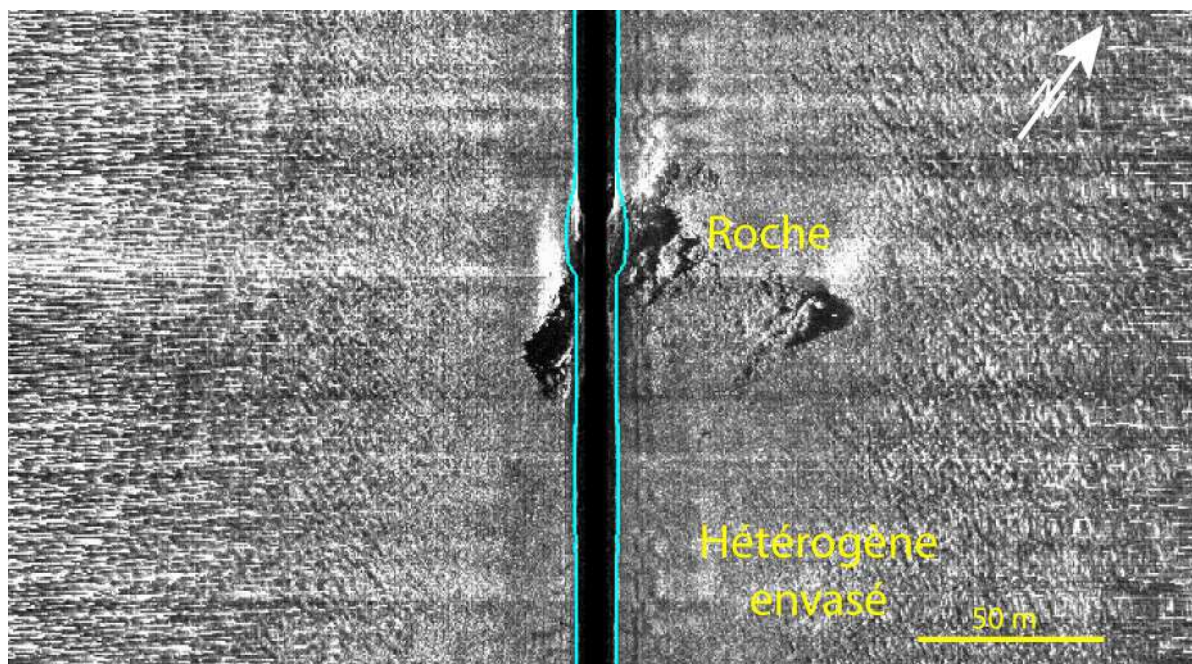


Figure 18 : Sonogramme montrant un pointement rocheux isolé en Baie de Bourgneuf

3.1.2 LES SUBSTRATS MEUBLES

L'analyse des faciès acoustiques combinée à celle des prélèvements a permis d'identifier différents principaux faciès de substrats meubles.

- Le faciès des sables grossiers graveleux, mélange de sable, graviers et cailloutis lithoclastiques d'origine terrigène, présente des teintes gris moyen à gris sombre en imagerie

acoustique. Parfois, des éléments plus grossiers (blocs, galets) y sont associés. Il se caractérise par la présence de mégarides bien marquées (Figure 19). On observe ce faciès très grossier en bordure du platier du Grand Charpentier, mais surtout au Nord de l'île de Noirmoutier (du Pilier à la Pointe de Saint-Pierre). Ce faciès grossier est également présent sous une forme plus envasée devant Pornichet.

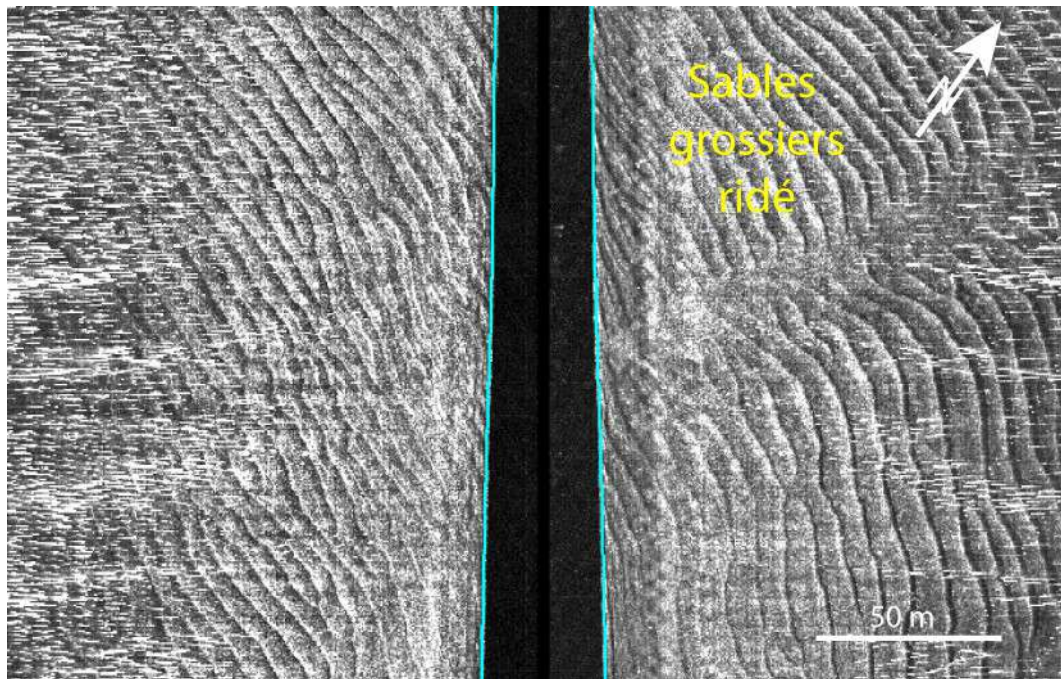


Figure 19 : Extrait de sonogramme montrant la présence de sédiments grossiers ridés

- Un faciès de sables moyens à grossiers coquillier est très présent au Nord de la Loire. Ce faciès de nature hétérogène, présente en imagerie acoustique des teintes gris moyen à gris clair. Il est souvent orné de petites mégarides, à peine perceptibles sur les sonogrammes. Cependant, la présence, localement, de mégarides plus importantes ($L \pm 50 \text{ cm}$) semblerait indiquer, d'après l'imagerie acoustique et en l'absence de prélèvements, une granulométrie plus importante du sédiment sur certains secteurs.

On retrouve ce même faciès sédimentaire au centre de la Baie de Bourgneuf. Les sables grossiers coquilliers y forment de grands champs de dunes hydrauliques (Figure 20). Localement, des dunes isolées (de type barkhane) ont été observées (Figure 21).

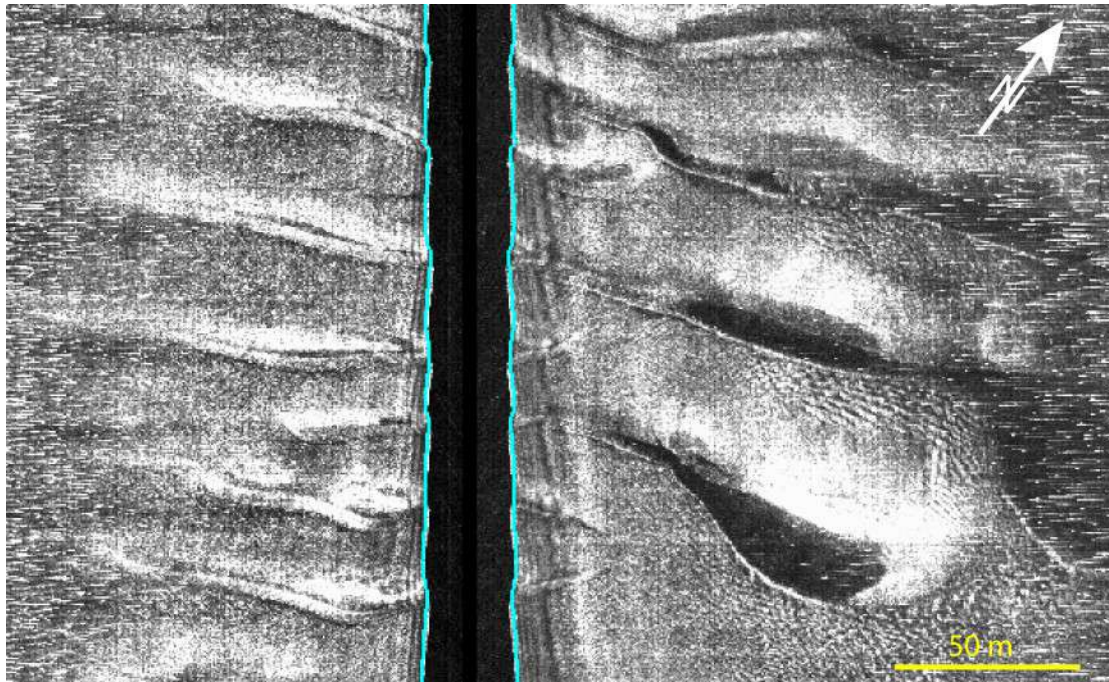


Figure 20 : Extrait de sonogramme montrant la présence de dunes hydrauliques en Baie de Bourgneuf

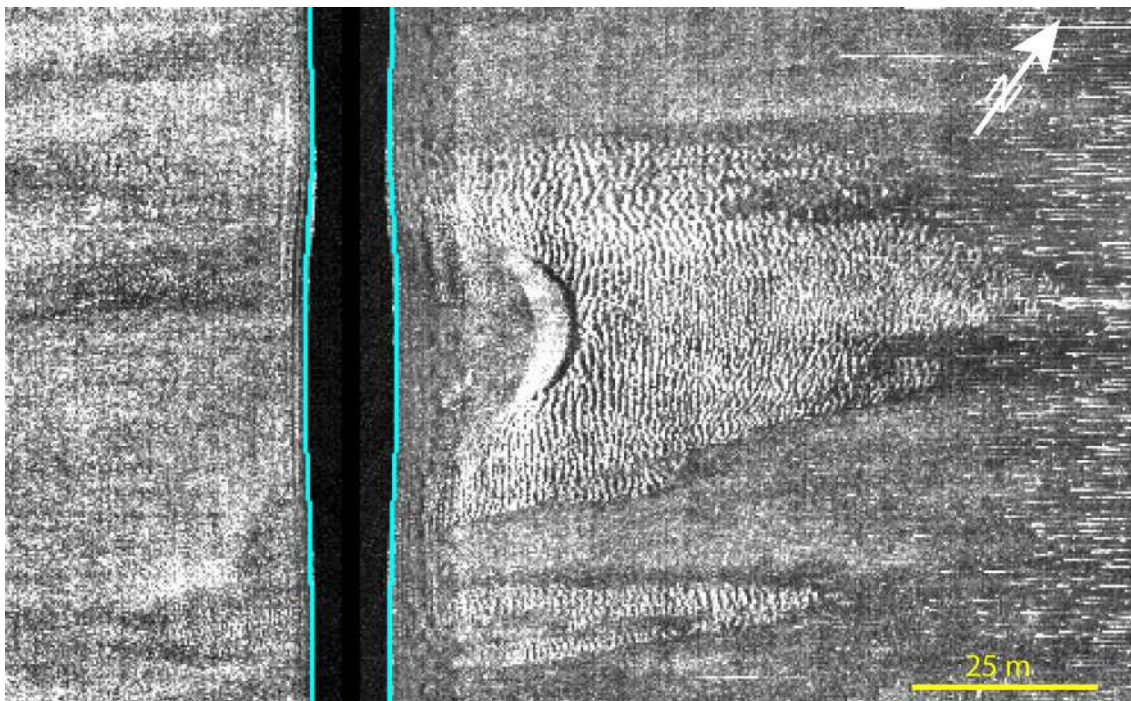


Figure 21. Extrait de sonogramme montrant la présence d'une dune isolée de type barchane en Baie de Bourgneuf

- Le faciès des sables fins à moyens est présent entre le Grand Charpentier et le plateau de la Lambarde, ainsi qu'au Sud et à l'Est du plateau de la Banche. En imagerie acoustique, ce faciès apparaît assez hétérogène, avec des teintes gris sombre à gris moyen. Il montre en général un contact net (et souvent complexe) avec les formations de sables moyens à grossiers (Figure 22), mais qui peut parfois s'avérer beaucoup plus diffus, ce qui traduit dans ce cas une transition plus progressive des sédiments fins vers les sédiments grossiers.

Ce faciès est localement modelé de ruban sableux (Figure 22) et de petites dunes hydrauliques d'amplitude de 1 à 2m, constitués d'éléments plus grossiers (faciès de sables moyens à grossiers).

Il est également présent à l'entrée de la Baie de Bourgneuf, entre la pointe Saint-Gildas et l'île du Pilier.

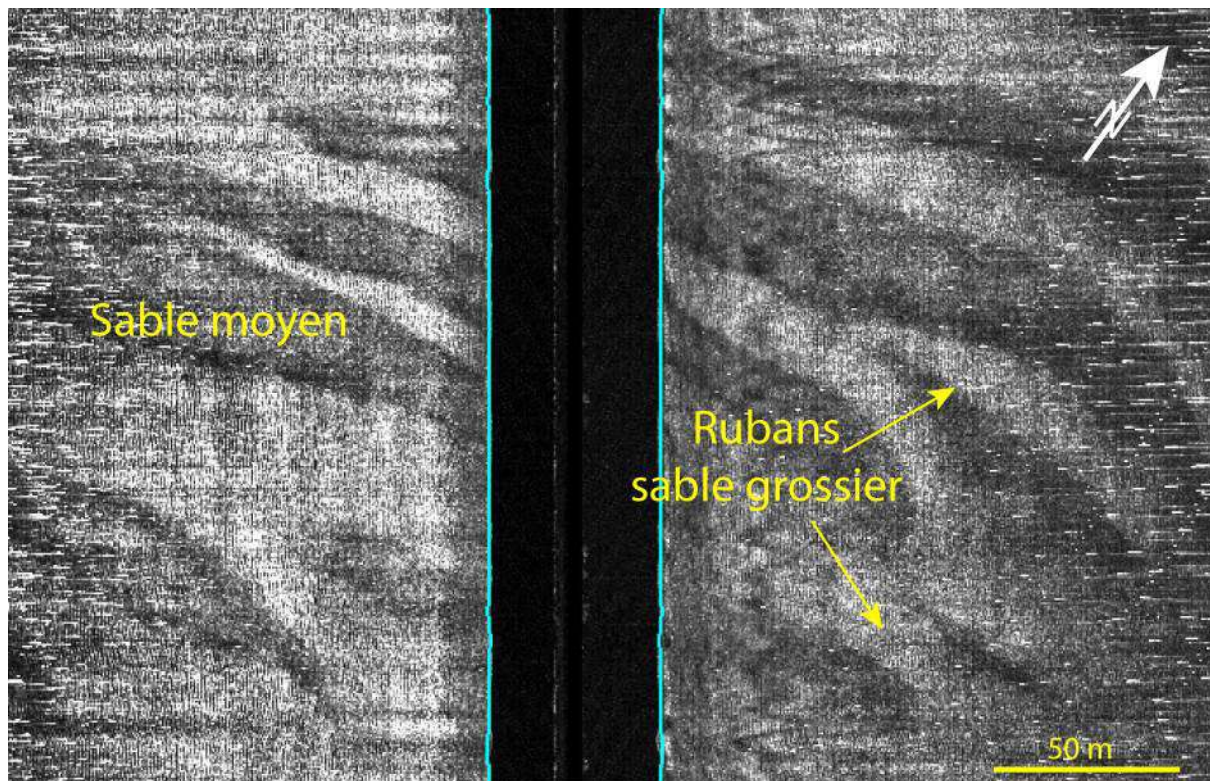


Figure 22 : extrait de sonogramme montrant la présence de rubans de sables grossiers sur un fond de sables moyens.

- Des sables fins ± vaseux ont été cartographiés dans l'estuaire, et en bordure sud du chenal de la Loire. Ils peuvent également être ponctuellement présents au sein des sables fins à moyens. Il s'agit alors de structures en « creux » et de taille plutôt restreinte à l'échelle de la zone d'étude. En imagerie acoustique, ce faciès est hétérogène et sombre.

- Des vases présentant un faciès acoustique sombre et homogène ont été observées entre le Sud de la Lambarde (zone de clapage) et le Grand Trou de Loire.
- Un faciès hétérogène très envasé caractéristique a été cartographié en Baie de Bourgneuf. Il présente en imagerie acoustique un aspect ondulant (Figure 23).

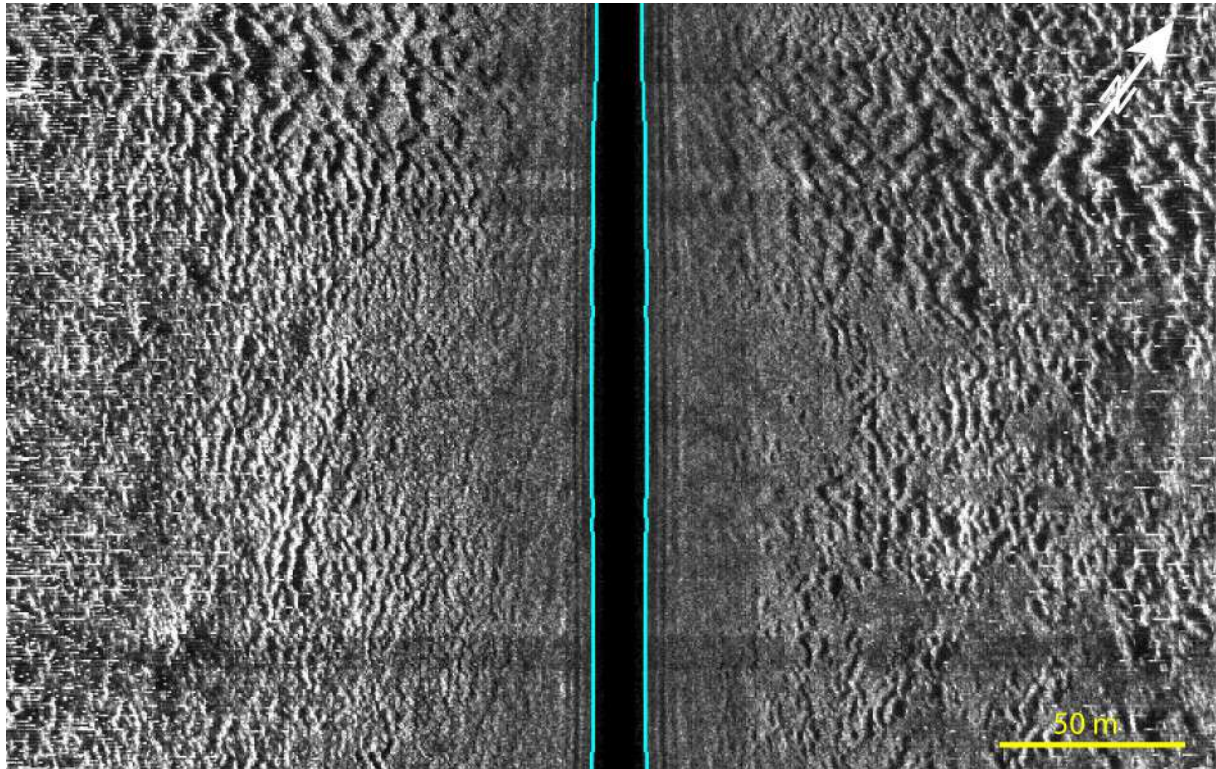


Figure 23 : extrait de sonogramme illustrant le faciès hétérogène envasé en Baie de Bourgneuf

Habitats remarquables et pression anthropique

Un faciès de type maërl a été observé en imagerie acoustique au Nord de l'île de Noirmoutier (secteur du bois de la Chaise). Il se caractérise par la présence de rides finement marquées au contact d'un fond de sédiments grossiers (Figure 24).

Par ailleurs la présence de crépidules a été reconnue en baie de Bourgneuf, en particulier au Nord-Est de l'île de Noirmoutier. La présence de crépidule est caractérisée en imagerie acoustique par un aspect rubanée caractéristique, due à la disposition des colonies de crépidules dans les creux des mégarides (Figure 25).

Les principales traces d'activités anthropiques observées sont de deux types : les traces liées à l'activité d'extraction de granulats, tel que sur le site du Pilier, où les traces de passage de la tête d'élingue de la drague aspiratrice sont bien visibles sur le fond (Figure 25) ; ainsi que les

traces liés à l'activité de pêche sur le fond (Figure 27). Enfin, quelques épaves ont été observées (Figure 28).

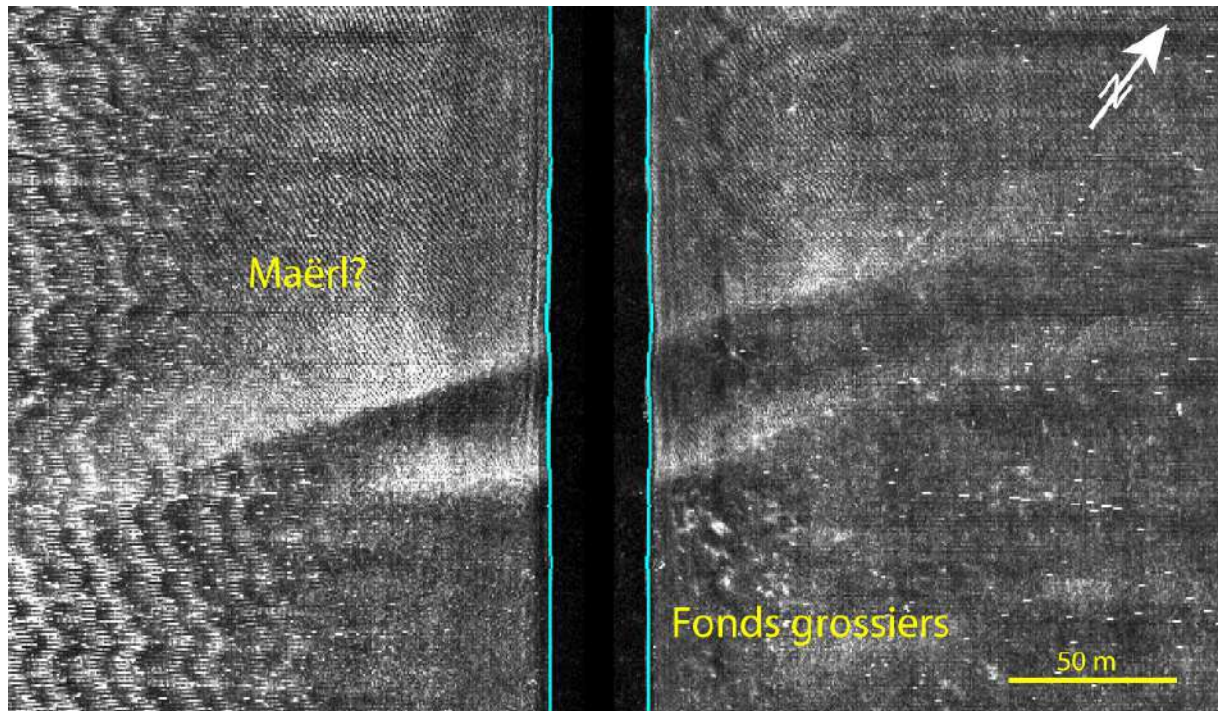


Figure 24 : extrait de sonogramme montrant la présence possible de maërl sur le secteur du bois de la Chaise (Noirmoutier).

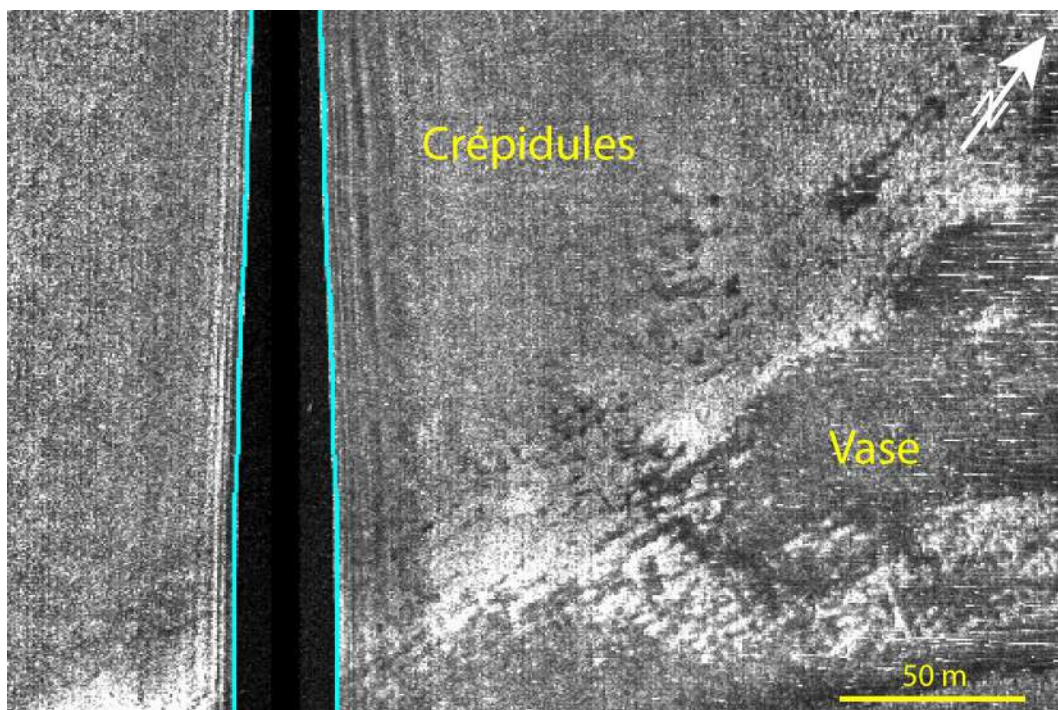


Figure 25 : extrait de sonogramme montrant la présence de crépidules à l'EST du bois de la Chaise (Noirmoutier).

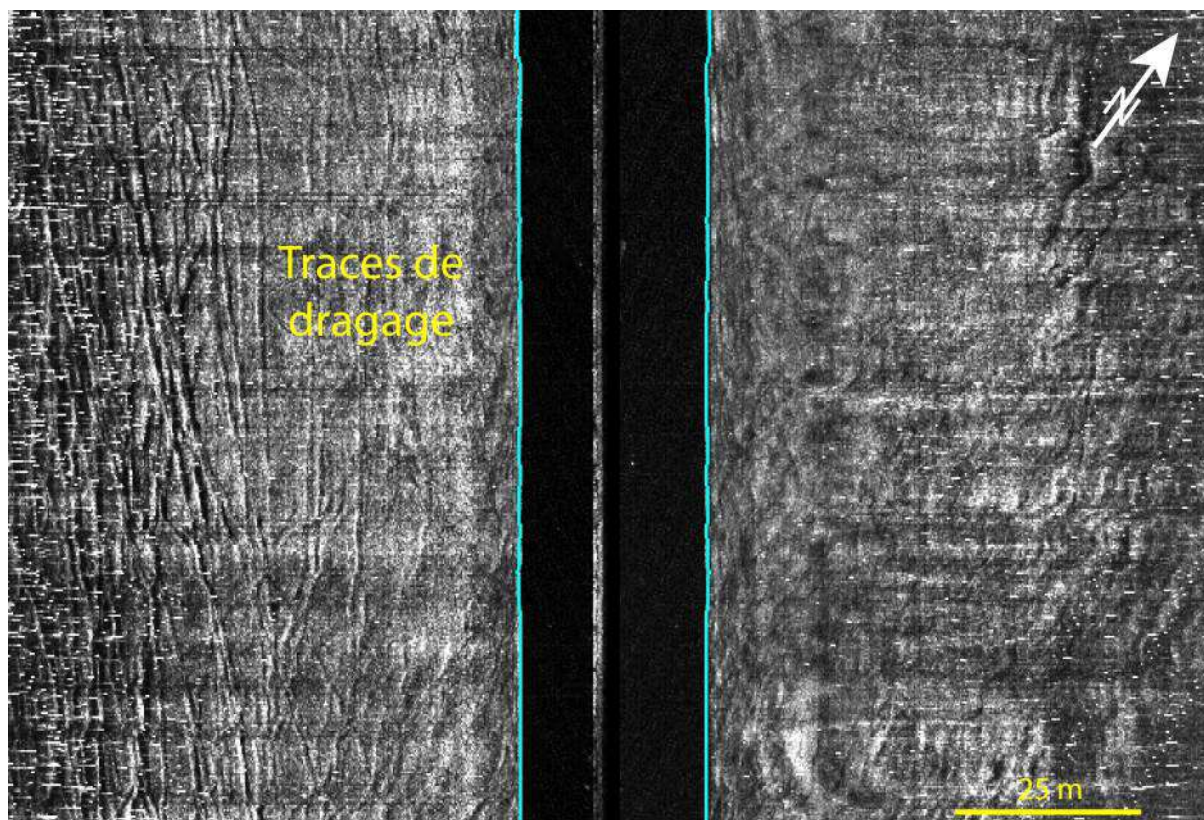


Figure 26 : extrait de sonogramme montrant la présence de traces de dragage sur la concession du Pilier.

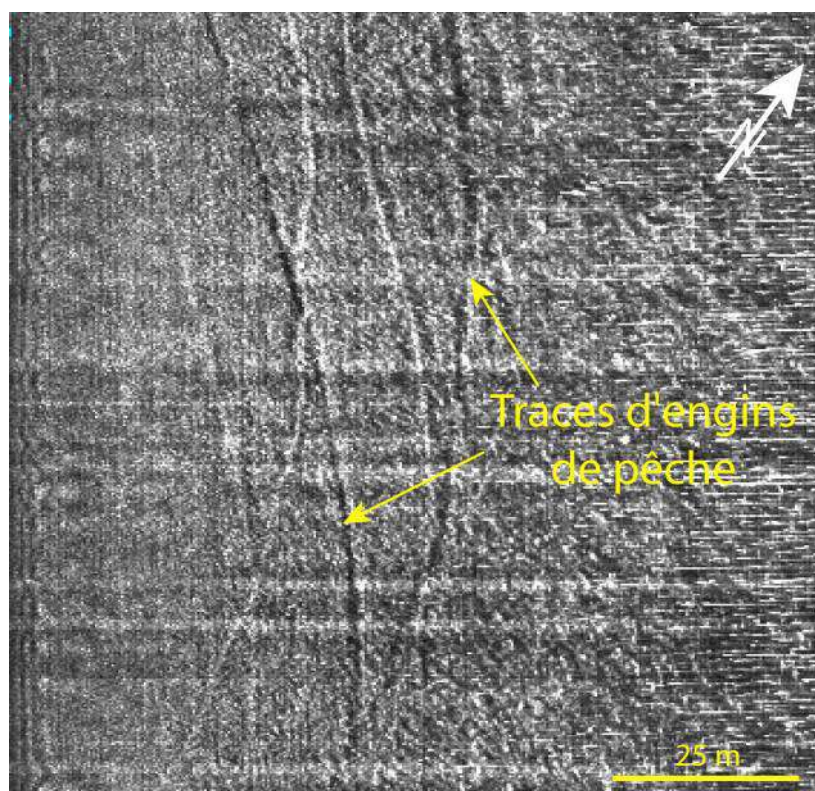


Figure 27 : extrait de sonogramme montrant la présence de traces d'engins de pêche sur le fond en Baie de Bourgneuf

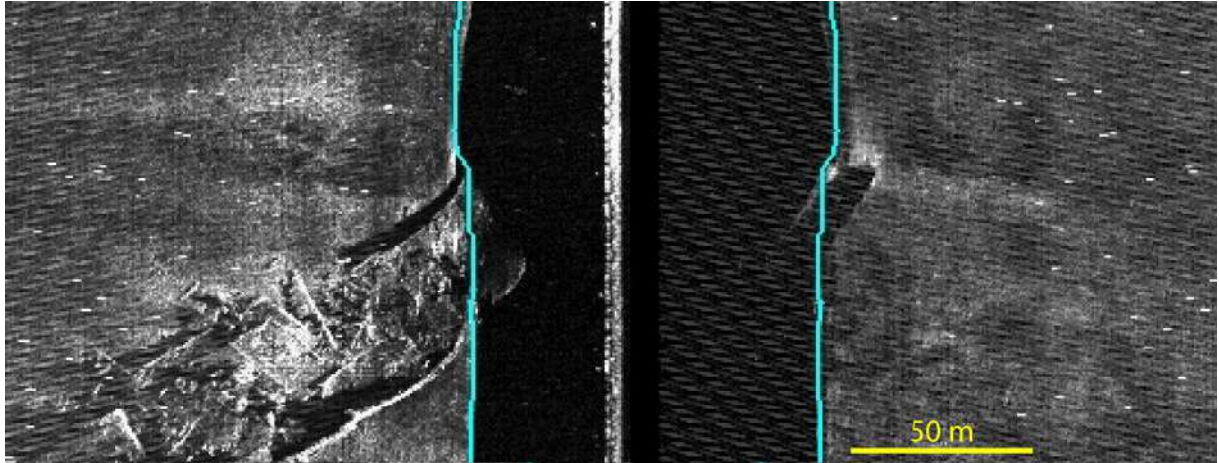


Figure 28 : extrait de sonogramme montrant l'épave du Lancastria.

3.2 Les principales unités de peuplements des substrats meubles

3.2.1 CARACTÉRISTIQUES GRANULOMÉTRIQUES DES STATIONS ÉCHANTILLONNÉES

191 analyses granulométriques ont été réalisées. Les photographies ainsi que les analyses granulométriques de tous ces points sont consultables en Annexe 1.

Le diagramme triangulaire de Sheppard illustre une hétérogénéité dans les échantillons (Figure 29). Un gradient des vases aux graviers est observé. La figure 30 illustre quelques sédiments échantillonnés.

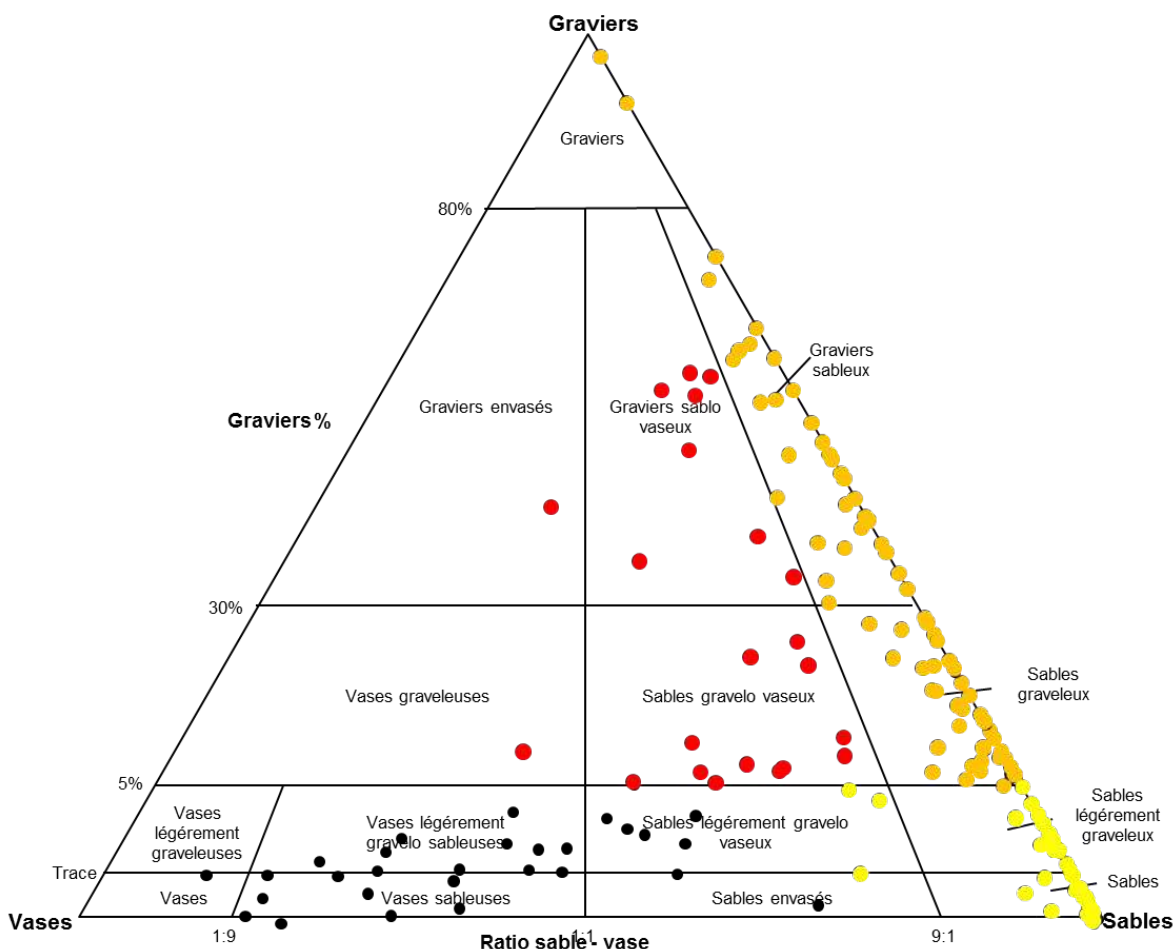


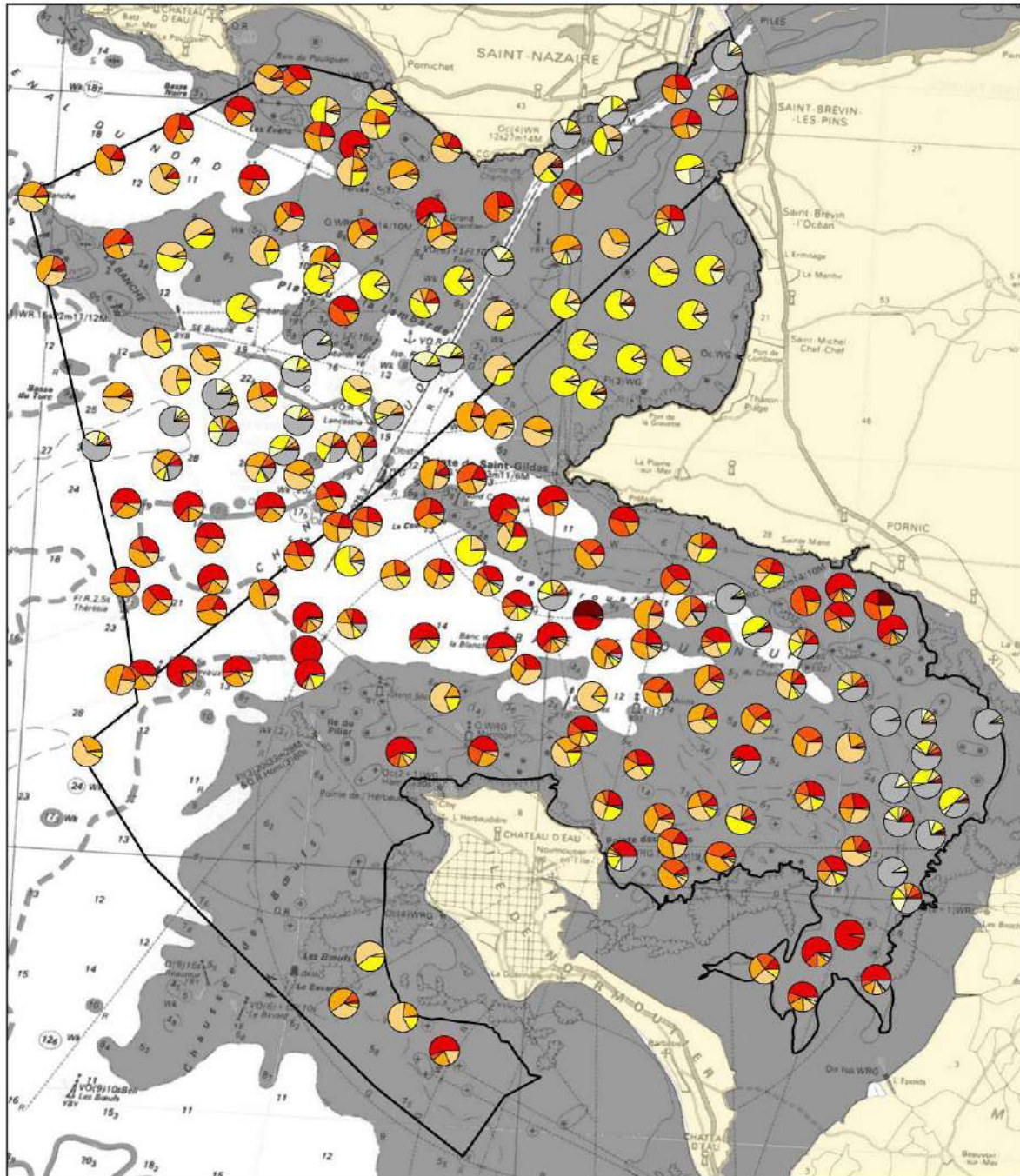
Figure 29 : Représentation graphique des stations échantillonnées selon le diagramme de Sheppard réalisé sur la base de trois systèmes de coordonnées granulométriques : les graviers (> 2mm), les sables (0,063 – 2 mm) et les vases (< 0,063 mm). En noir = les vases sableuses, en jaune = les sables fins à moyens, en Orange = les sédiments grossiers et en rouge = les sédiments hétérogènes, selon les correspondances EUNIS Niveau 1.



Figure 30 : Exemples de sédiments observés (de gauche à droite et de haut en bas : galets et cailloutis, sédiments grossiers, sables fins à moyens et vases).









FRACTIONS GRANULOMÉTRIQUES DES INVENTAIRES QUALITATIFS

Estuaire de la Loire

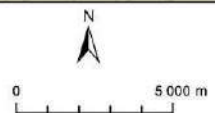


Fractions Granulométriques



- | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Galet |  Sable moyen |
|  Gravier |  Sable fin |
|  Sable très grossier |  Sable très fin |
|  Sable grossier |  Vase |

□ Périmètres - Estuaire de la Loire



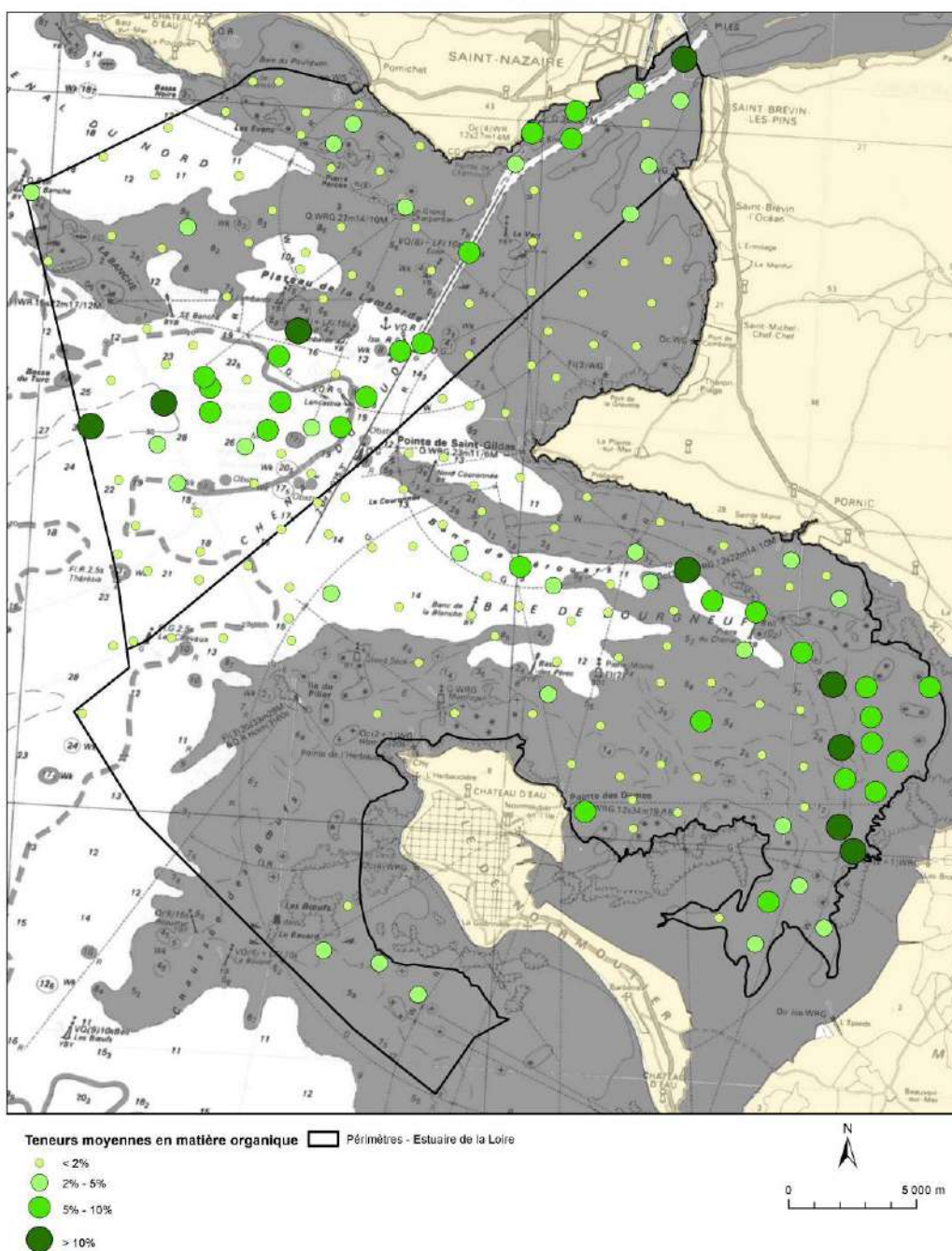
Carte réalisée par TRM, 2013
Support cartographique : Carte marine SHOM
Sources des données : Dreal Pays de la Loire

Carte 9 : Carte des fractions sédimentaires.

3.2.2 MATIÈRE ORGANIQUE

La teneur moyenne en matière organique est variable et est comprise entre 0,1 % et 13 % (Carte 10). Les stations avec de fortes valeurs sont caractérisées par des vases.

TENEURS EN MATIÈRE ORGANIQUE DES INVENTAIRES QUALITATIFS Estuaire de la Loire



Carte 10 : Teneurs moyennes en matière organique.

3.2.3. STATIONS SEMI-QUANTITATIVES

3.2.3.1. Traits dominants de la macrofaune

Sur 194 dragues Rallier du Baty, nous avons réalisé l'inventaire exhaustif de la faune sur les tamis de 10 et 5 mm. L'inventaire sur la maille de 2 mm n'a été réalisé sur 161 échantillons. En effet, certains prélèvements étaient en réalité des galets et cailloutis et certains n'ont pas été gardés à cause du temps nécessaire pour réaliser le tri et la détermination.

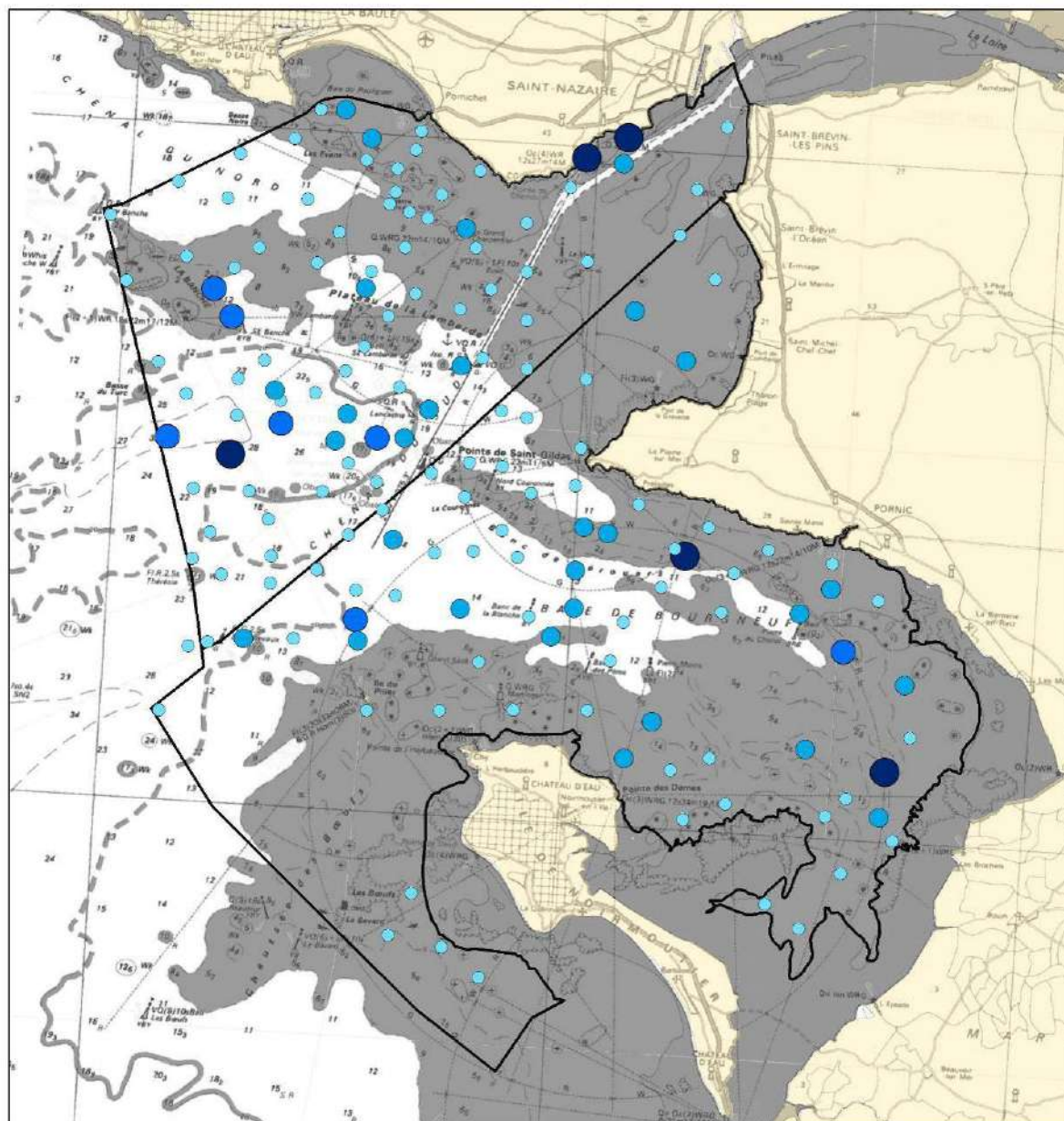
L'analyse de ces échantillons biologiques (correspondant à 30 litres de sédiment par station) a permis de recenser plus de 26905 individus, et d'identifier 231 taxons.

Les abondances sur les tamis de 10 et 5 mm sont comprises entre 0 et 4193 individus (carte 11) et entre 2 et 6301 individus sur les trois tamis (carte 12). Les valeurs minimales (égales à 0) sur les tamis de 10 et 5 mm sont observées sur un nombre restreint de stations correspondant à plusieurs types de sédiments à savoir des sédiments grossiers et des vases sableuses. La majorité des stations ont des abondances inférieures à 100 individus. 44 stations ont des abondances comprises entre 100 et 1000 individus et cinq ont des abondances supérieures à 1000.





En termes de richesse spécifique, les valeurs sur les mailles de 10 et 5 mm sont comprises entre 1 et 31 et entre 2 et 70 sur les trois mailles (carte 13 et carte 14).


ABONDANCES DES INVENTAIRES QUALITATIFS

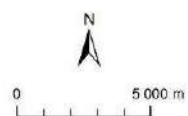
Estuaire de la Loire



Abondances

-  < 100
-  100 - 500
-  500 - 1 000
-  > 1 000

 Périmètres - Estuaire de la Loire

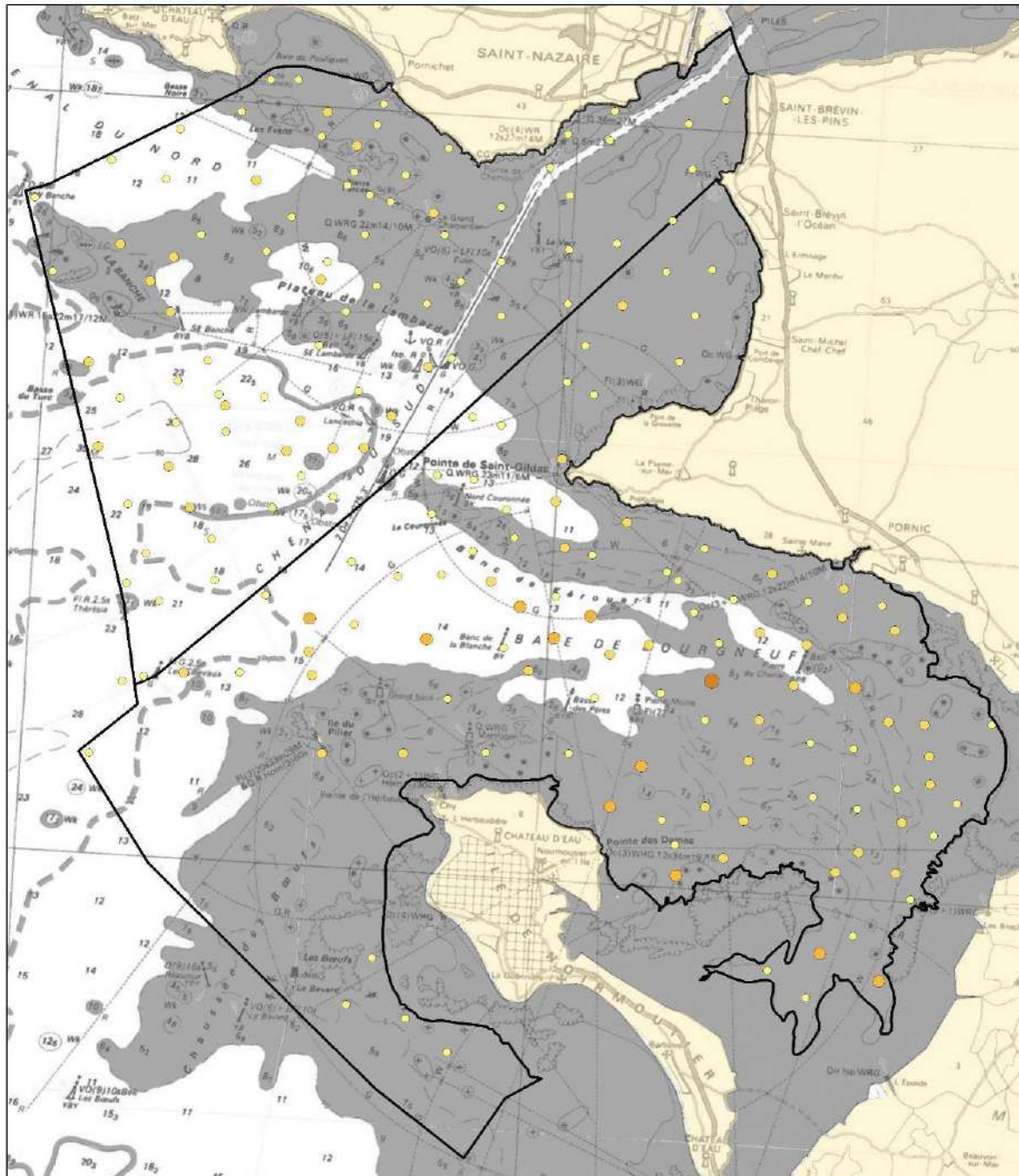


Carte réalisée par IISM, 2013
Support cartographique : Carte nautique SIOGM
Sources des données : DREAL Pays de la Loire

Carte 11 : Carte des abondances pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty sur les mailles de 10 et 5 mm.

RICHESSES SPÉCIFIQUES MOYENNES DES INVENTAIRES QUALITATIFS TAMIS 10 ET 5 MM

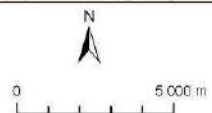
Estuaire de la Loire



Richesses spécifiques

- < 10
- 10 - 20
- 20 - 30
- 30 - 40
- 40 - 50
- > 50

Périmètres - Estuaire de la Loire



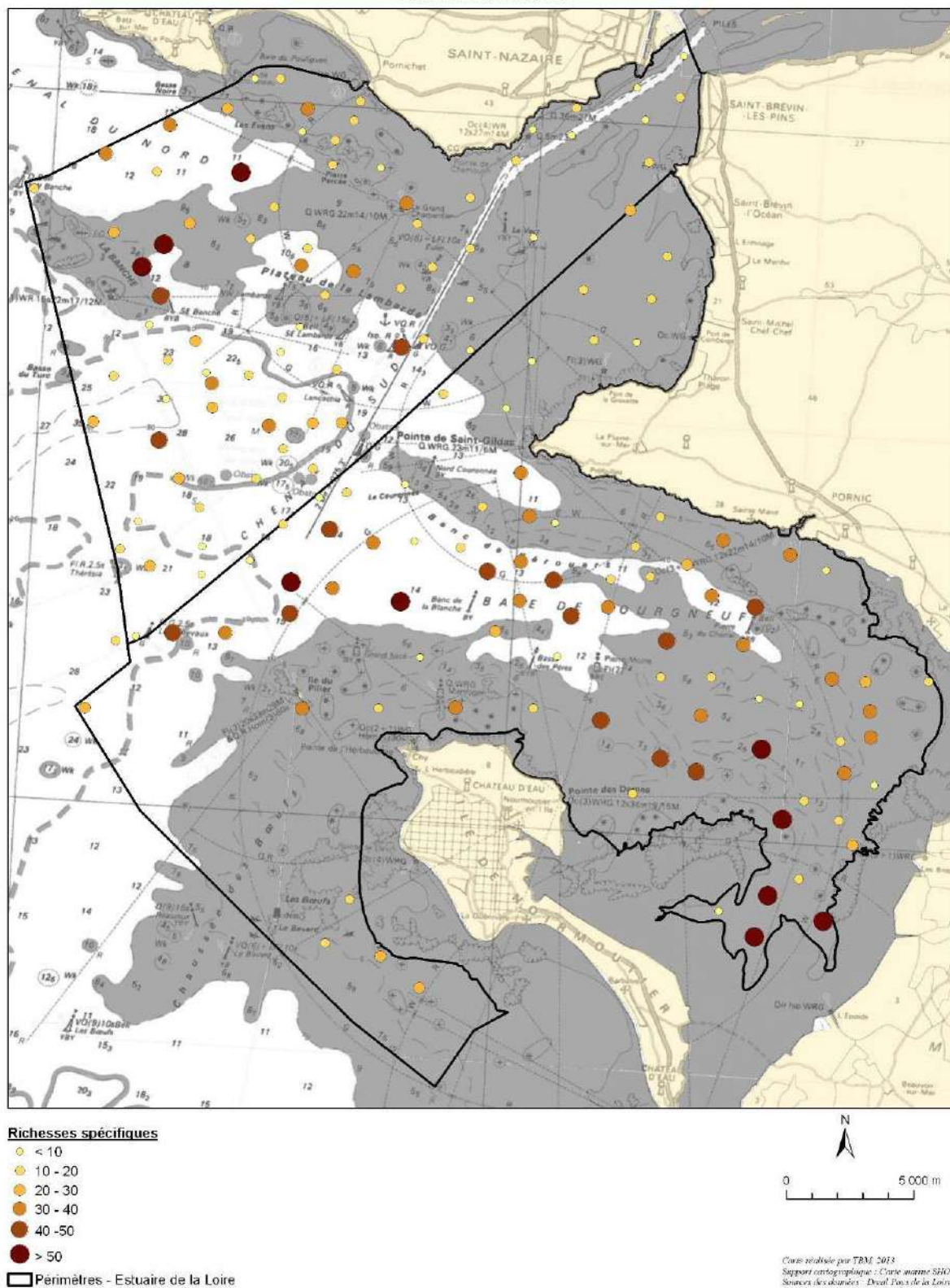
Créée et actualisée par TRM 2013
Support cartographique : Carte marine SHOM
Sources des données : Dreal, Fna de la Loire

Carte 12 : Carte des richesses spécifiques pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty sur les mailles de 10 et 5 mm.

Carte 13 : Carte des abondances pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty sur les mailles de 10, 5 et 2 mm.

RICHESSES SPÉCIFIQUES MOYENNES DES INVENTAIRES QUALITATIFS TAMIS 10, 5 ET 2 MM

Estuaire de la Loire

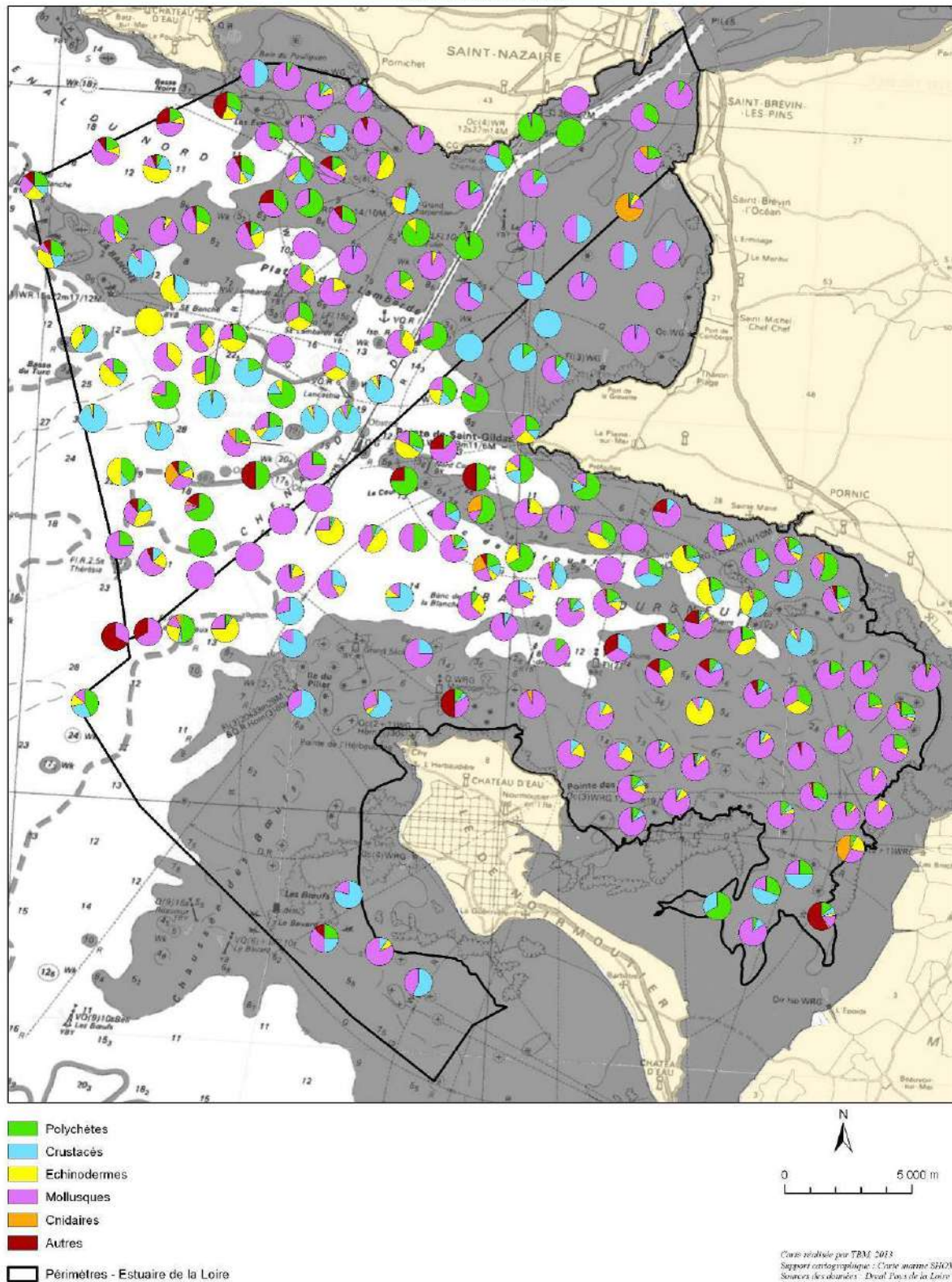


Carte 14 : Carte des richesses spécifiques pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty sur les mailles de 10, 5 et 2 mm.

Une grande variabilité est observée sur les groupes zoologiques entre les stations. L'abondance des individus récoltés peut être dominée par presque tous les groupes. Sur les mailles de 10 et 5 mm ce sont les crustacés, les mollusques et les échinodermes qui dominent dans la majorité des stations alors que sur les mailles de 10, 5 et 2 mm tous les groupes sont bien présents à savoir les annélides, les crustacés, les échinodermes et les mollusques (cartes 15 et 16). En termes de richesse spécifique (cartes 17 et 18), même si les proportions sont légèrement variables en fonction des stations, deux groupes sont dominants sur les mailles de 10 et 5 mm : les crustacés et les mollusques. Sur les mailles de 10, 5 et 2 mm, deux types de stations sont observées ; celles dominées par le groupe taxonomique des annélides et celles dominées par plusieurs groupes taxonomiques (annélides, mollusques et crustacés).

PROPORTIONS DES DIFFÉRENTS GROUPES ZOOLOGIQUES EN TERME D'ABONDANCES DES INVENTAIRES QUALITATIFS - TAMIS 10 ET 5 MM

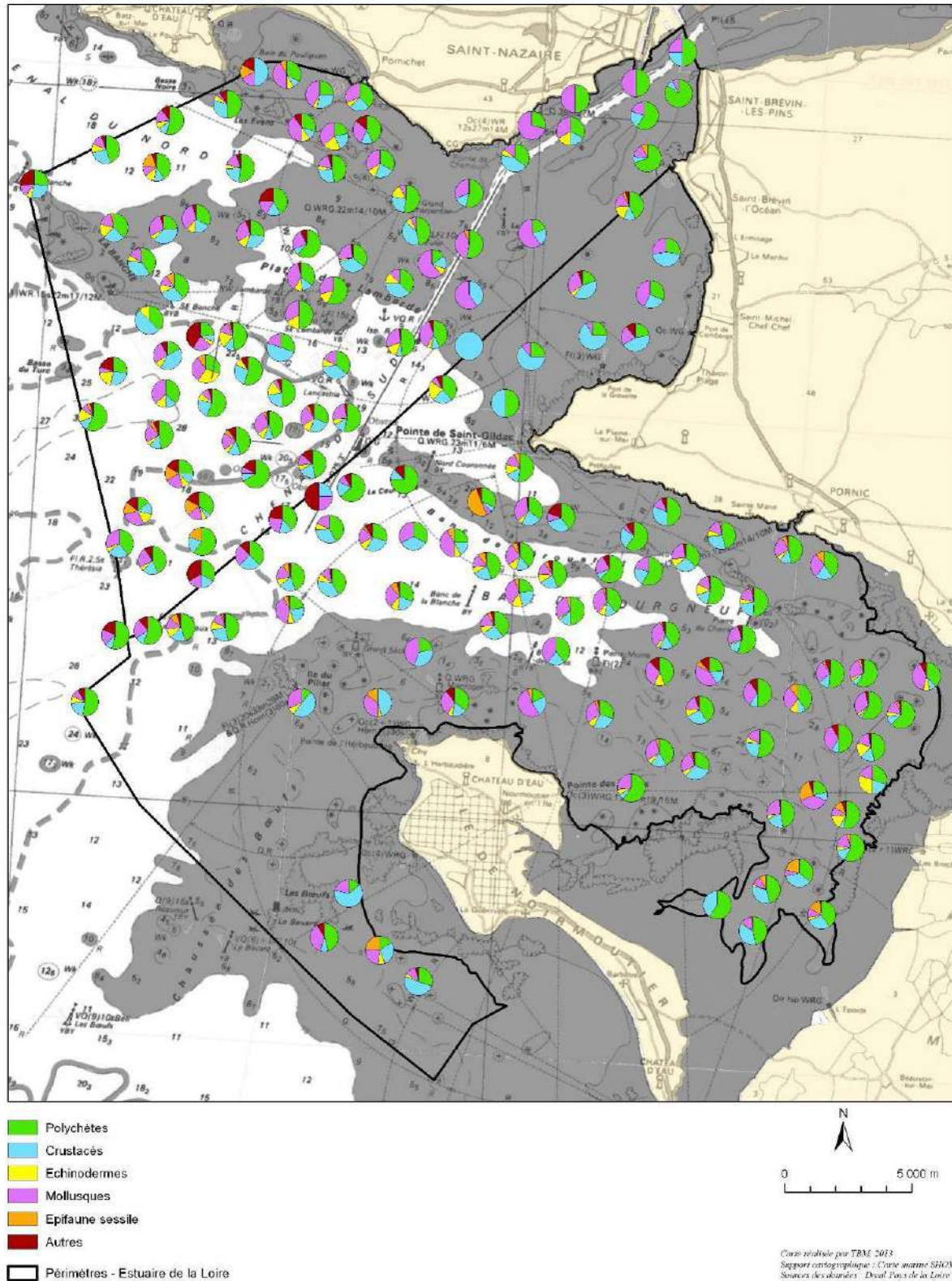
Estuaire de la Loire



Carte 15 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty sur les mailles de 10 et 5 mm.

PROPORTIONS DES DIFFÉRENTS GROUPES ZOOLOGIQUES EN TERME D'ABONDANCES DES INVENTAIRES QUALITATIFS - TAMIS 10, 5 ET 2 MM

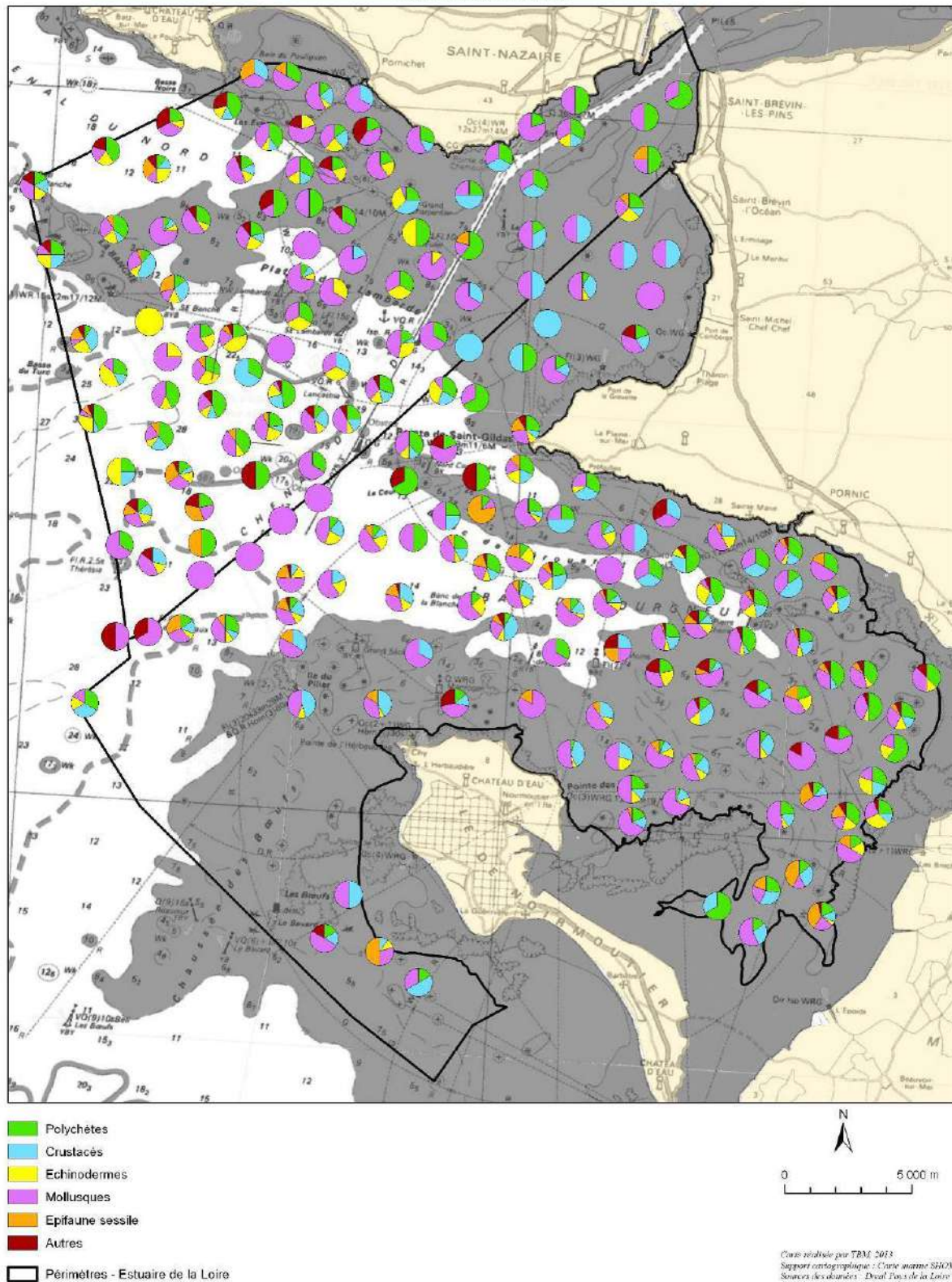
Estuaire de la Loire



Carte 16: Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty sur les mailles de 10, 5 et 2 mm.

PROPORTIONS DES DIFFÉRENTS GROUPES ZOOLOGIQUES EN TERME DE RICHESSES SPÉCIFIQUES DES INVENTAIRES QUALITATIFS - TAMIS 10 ET 5 MM

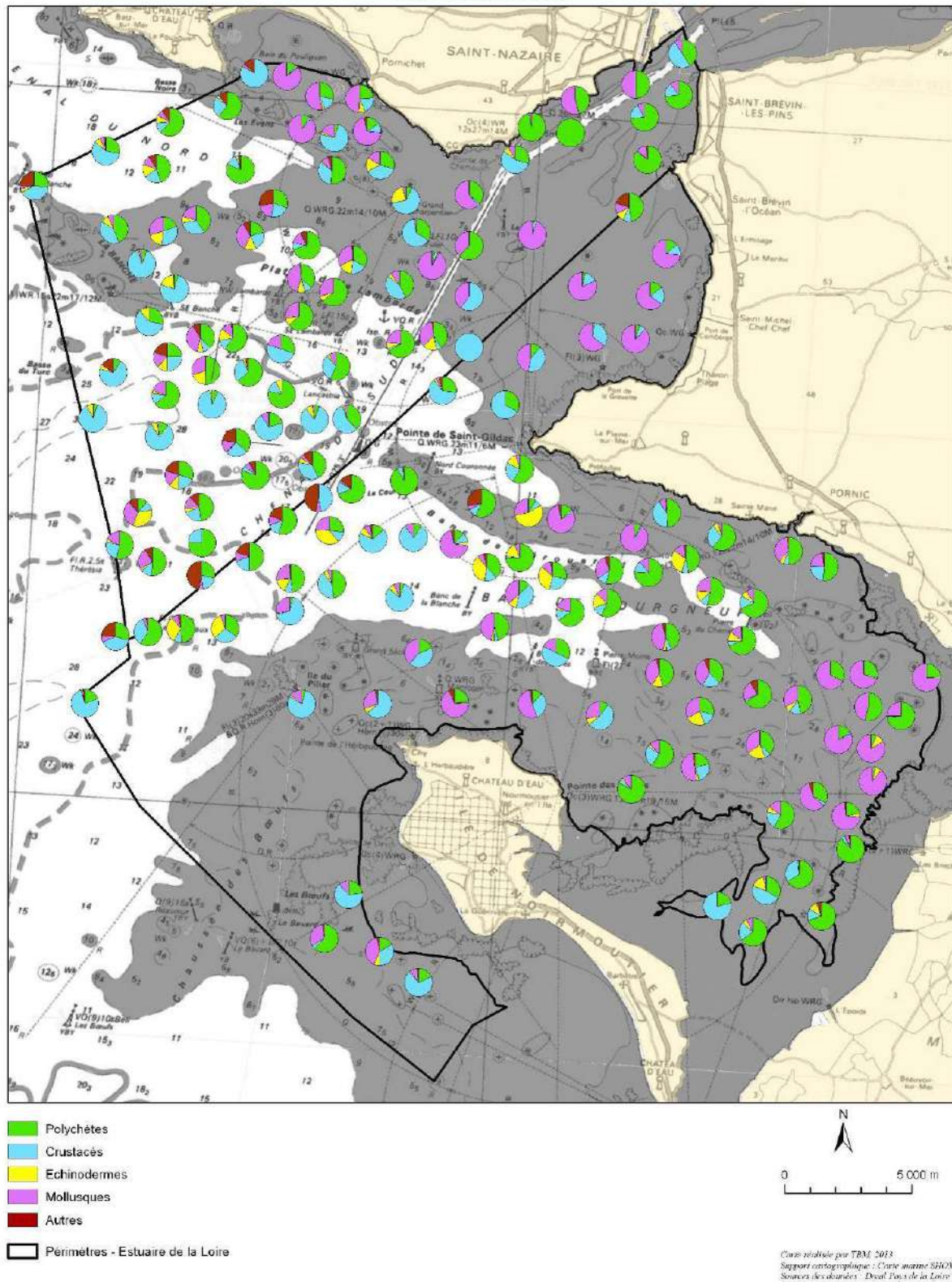
Estuaire de la Loire



Carte 17 : Proportions des différents groupes zoologique en termes de richesses spécifique pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty pour les mailles de 10 et 5 mm.

PROPORTIONS DES DIFFÉRENTS GROUPES ZOOLOGIQUES EN TERME DE RICHESSES SPÉCIFIQUES DES INVENTAIRES QUALITATIFS - TAMIS 10, 5 ET 2 MM

Estuaire de la Loire



Carte 18 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesses spécifique pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty pour les mailles de 10, 5 et 2 mm.

3.2.4. STATIONS QUANTITATIVES

Un total de 14 stations quantitatives a été échantillonné à la benne Smith Mc Intyre. Le choix des stations s'est fait en fonction de la granulométrie observée sur le terrain et des espèces associées. L'annexe 2 illustre les stations.

3.2.4.1. Paramètres structuraux et groupes taxonomiques de la macrofaune

Sur l'ensemble des échantillons analysés, 5366 individus ont été dénombrés et 263 taxons ont été identifiés (Annexe 4).

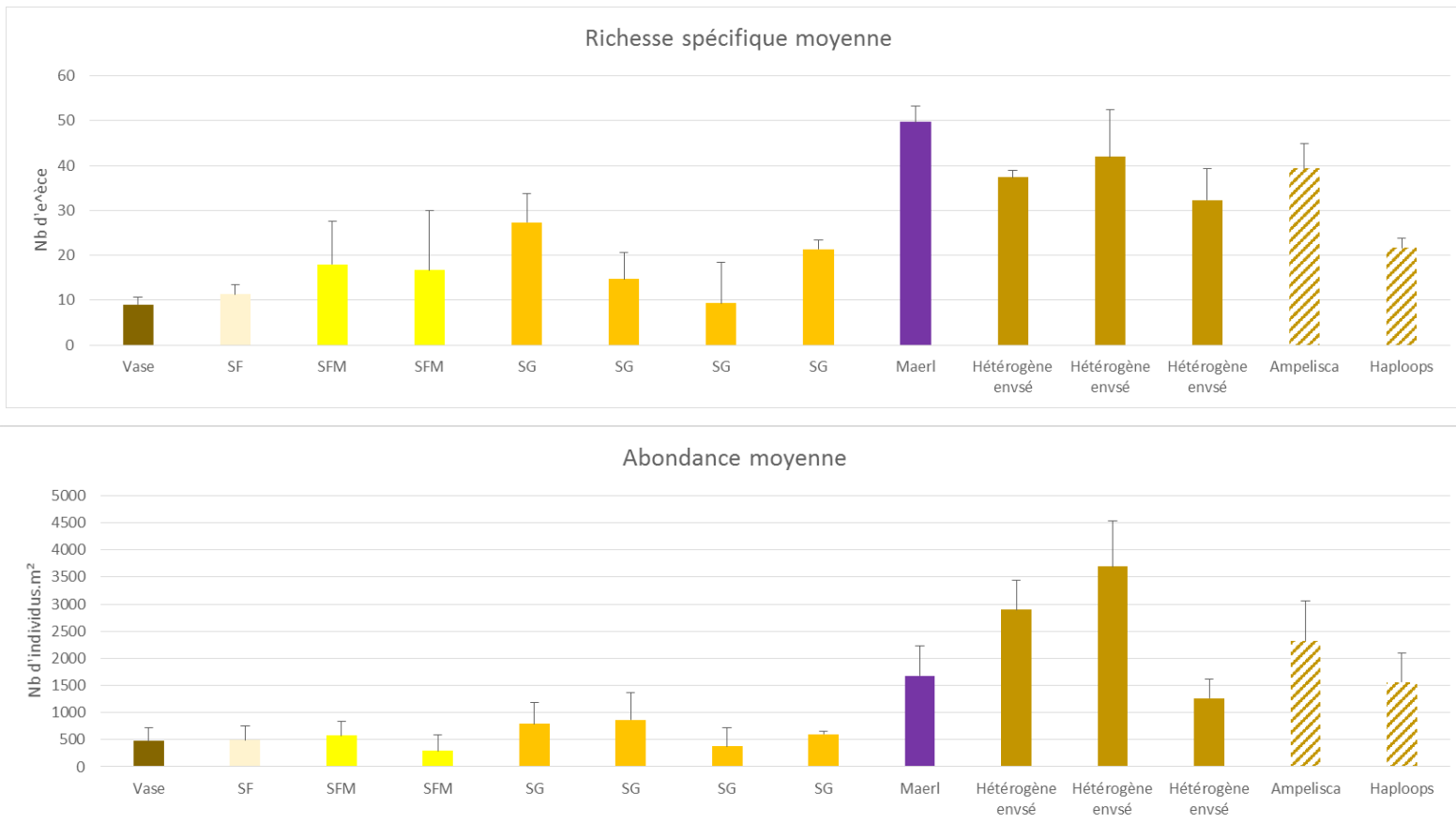


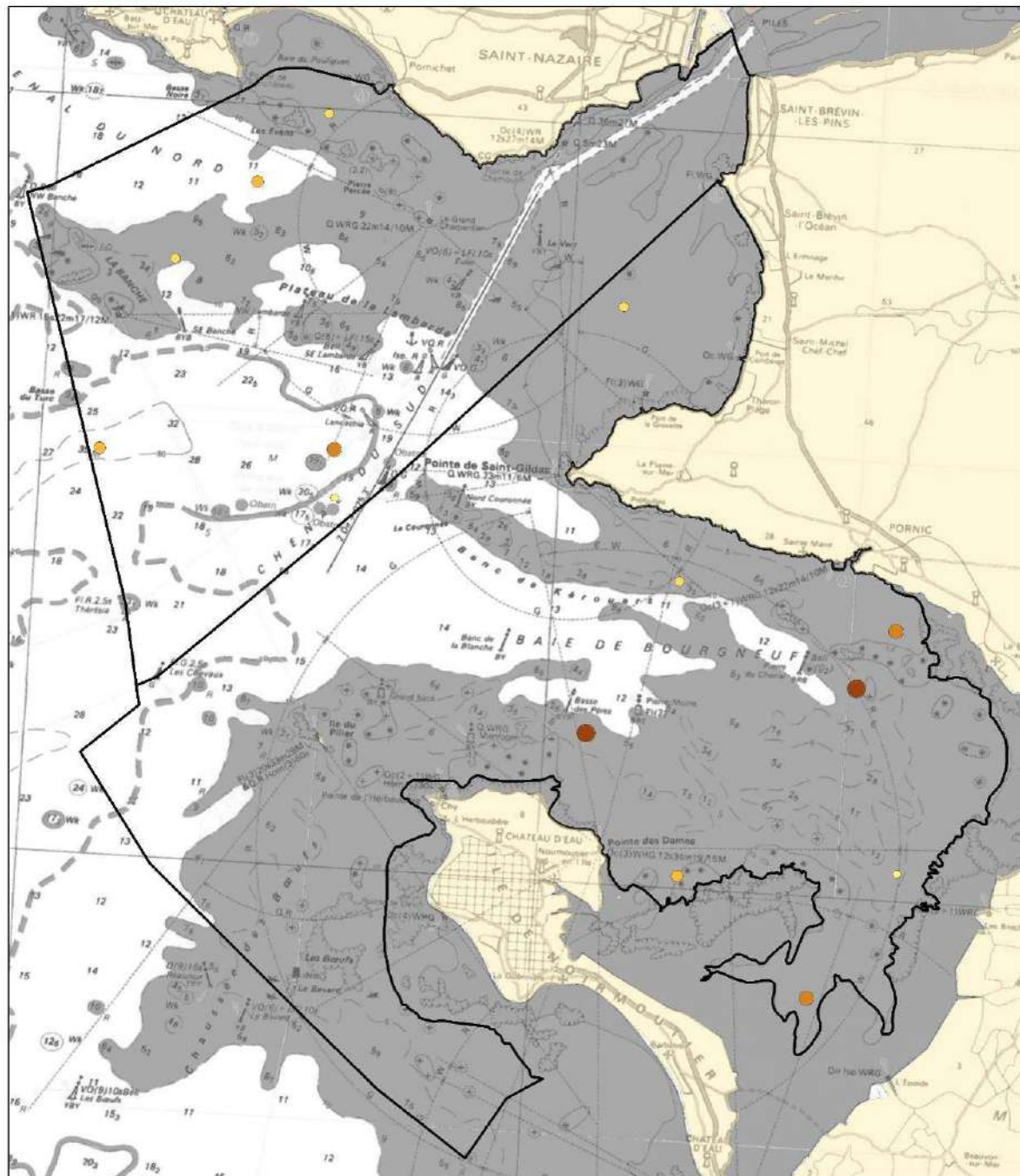
Figure 31 : Richesse spécifique moyenne et Abondance moyenne (nb d'individus par m²)

Les richesses spécifiques moyennes sont comprises entre 9 et 50 espèces (Figure 31, carte 19). Les valeurs minimales sont observées pour une station de Sable grossier et la station caractérisée par des vases. Les valeurs maximales sont obtenues dans l'habitat maerl et les sédiments hétérogènes. Les abondances moyennes varient de 300 individus par m² à 3700

individus par m² (Figure 31, carte 20). Ainsi, des variabilités entre les stations sont observées. Les habitats qui ont les plus fortes abondances sont les sédiments hétérogènes.

RICHESSES SPÉCIFIQUES MOYENNES DES INVENTAIRES QUANTITATIFS

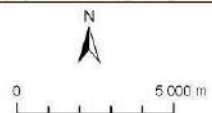
Estuaire de la Loire



Richesses spécifiques

- < 10
- 10 - 20
- 20 - 30
- 30 - 40
- 40 - 50
- > 50

▭ Périmètres - Estuaire de la Loire

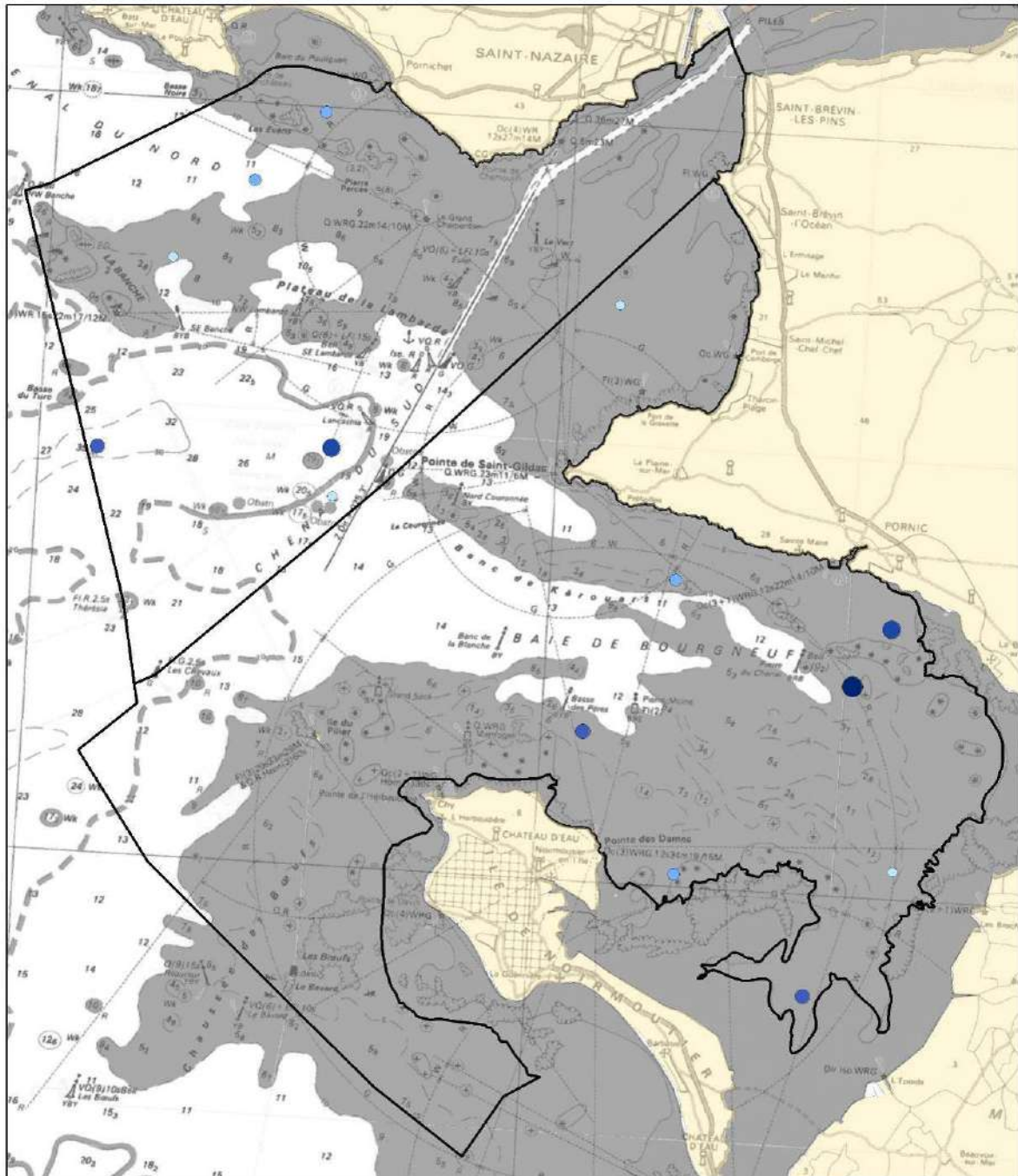


Carte réalisée par TRM 2013
Support cartographique : Carte marine SHOM
Sources des données : Deut. Foss. de la Loire

Carte 19 : Richesse moyenne pour les prélèvements à la benne Smith Mc Intyre.

ABONDANCES MOYENNES DES INVENTAIRES QUANTITATIFS

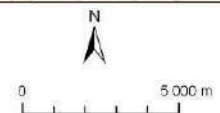
Estuaire de la Loire



Abondances moyennes

- < 100
- 100 - 500
- 500 - 1000
- 1000 - 2000
- 2000 - 3000
- > 3000

▭ Périmètres - Estuaire de la Loire



Carte réalisée par TEM 2014
Support cartographique : Carte marine SHOM
Sources des données : Dreal Pays de la Loire

Carte 20 : Abondance moyenne pour les prélèvements à la benne Smith Mc Intyre.

L'analyse des groupes taxonomiques en termes d'abondance (Figure 32, carte 21) révèle une composition taxonomique de plusieurs types. Dans la majorité des stations la dominance des polychètes est observée. Pour quelques stations, ce sont les mollusques et les crustacés qui contribuent le plus.

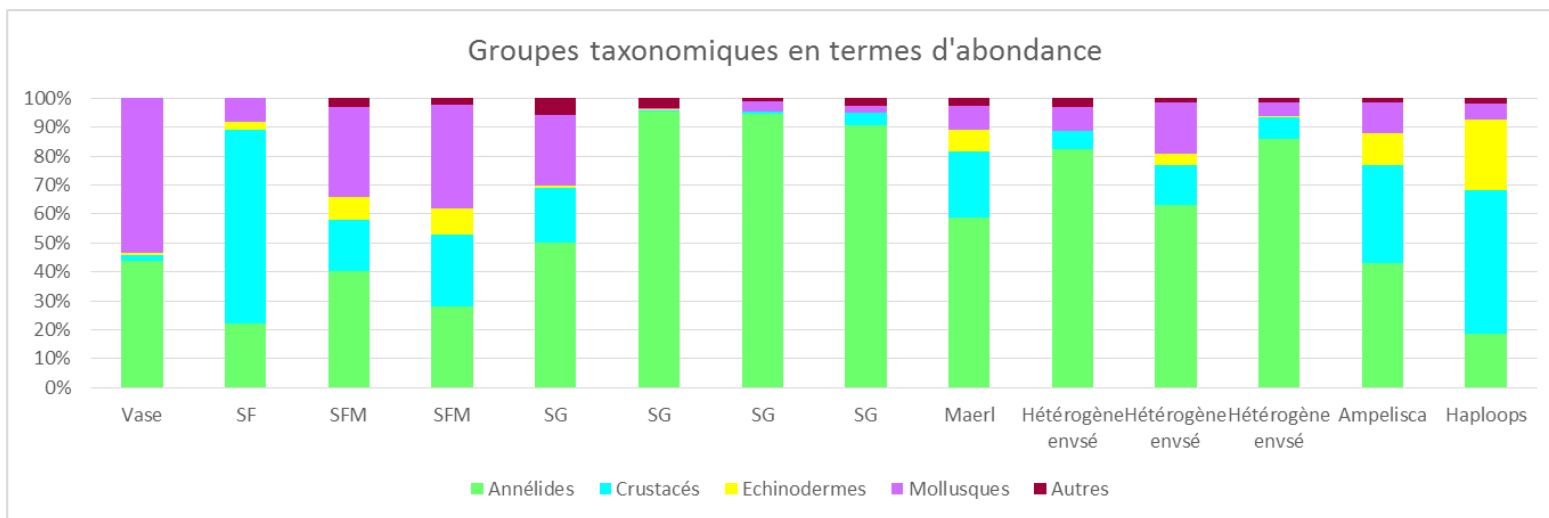


Figure 32 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance

Les proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique illustrent la plus grande diversité des polychètes (Figure 33, carte 22) par rapport aux autres groupes comme les crustacés et les mollusques.

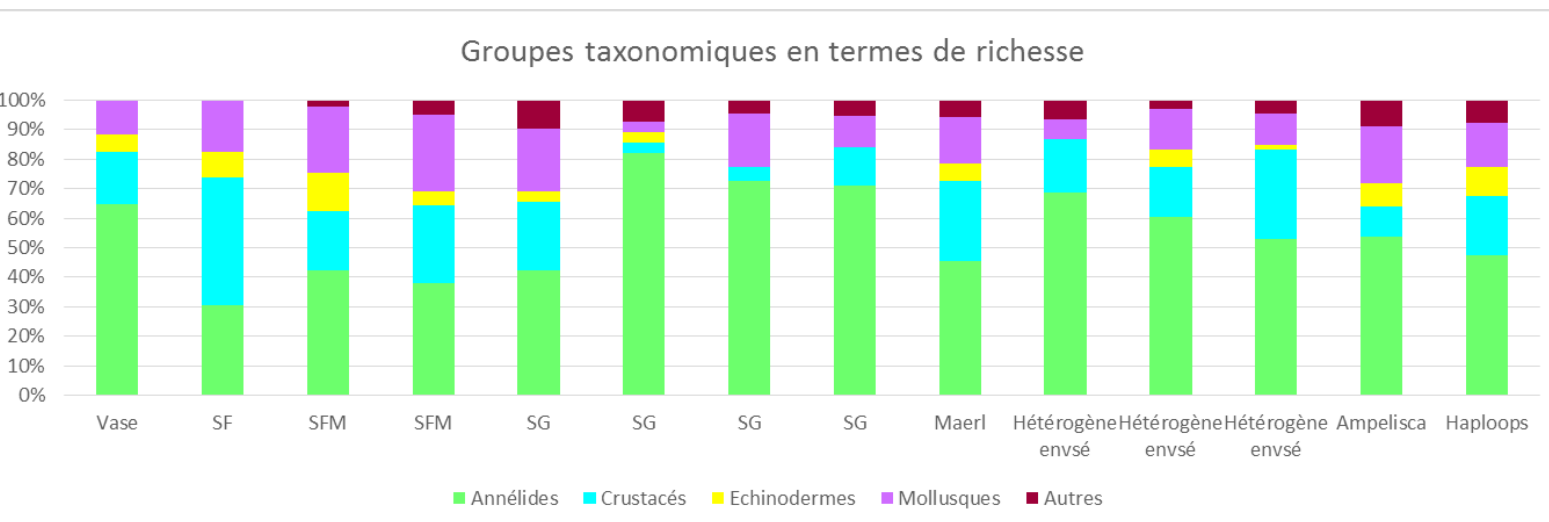
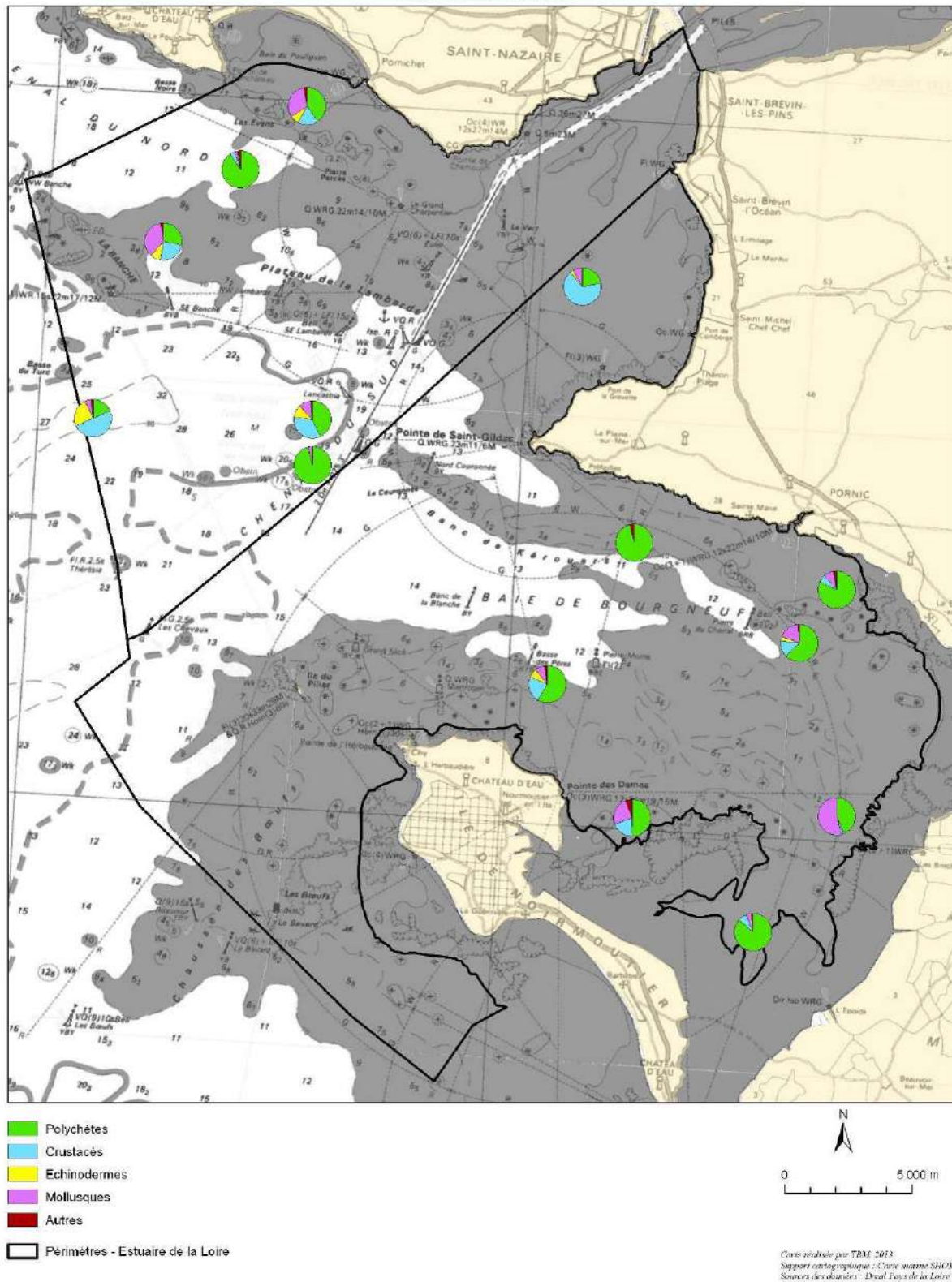


Figure 33: Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique

PROPORTIONS DES DIFFÉRENTS GROUPES ZOOLOGIQUES EN TERME D'ABONDANCES DES INVENTAIRES QUANTITATIFS

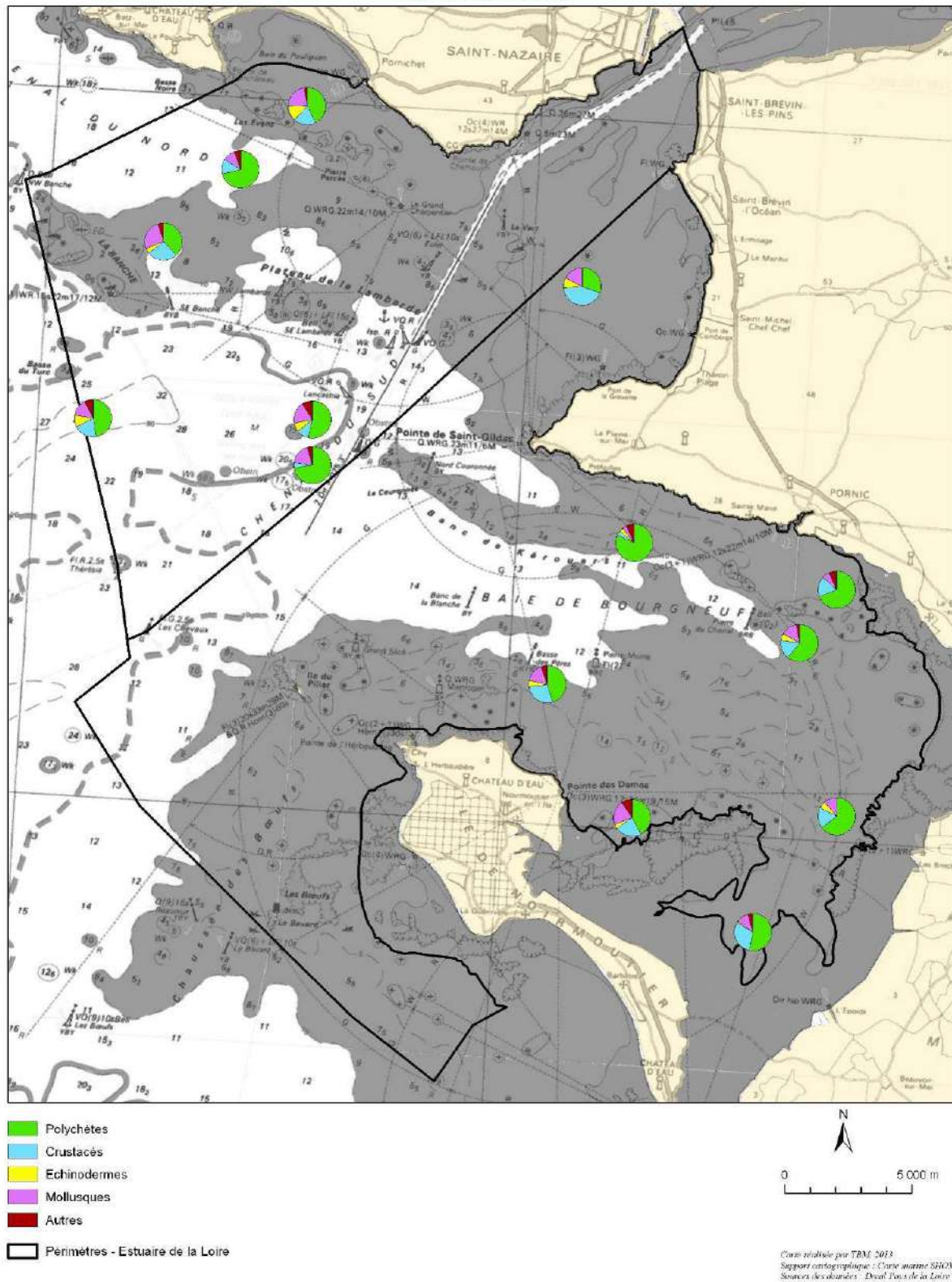
Estuaire de la Loire



Carte 21 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance pour les prélèvements à la benne Smith Mc Intyre.

PROPORTIONS DES DIFFÉRENTS GROUPES ZOOLOGIQUES EN TERME DE RICHESSES SPÉCIFIQUES DES INVENTAIRES QUANTITATIFS

Estuaire de la Loire



Carte 22 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique pour les prélèvements à la benne Smith Mc Intyre.

À l'aide de la CAH (figure 34), il est possible d'illustrer les regroupements entre les stations. Ces analyses ont été réalisées en considérant la totalité des espèces échantillonnées et les densités ont subi une transformation $\log(x+1)$, permettant de pondérer les fortes densités de certaines espèces.

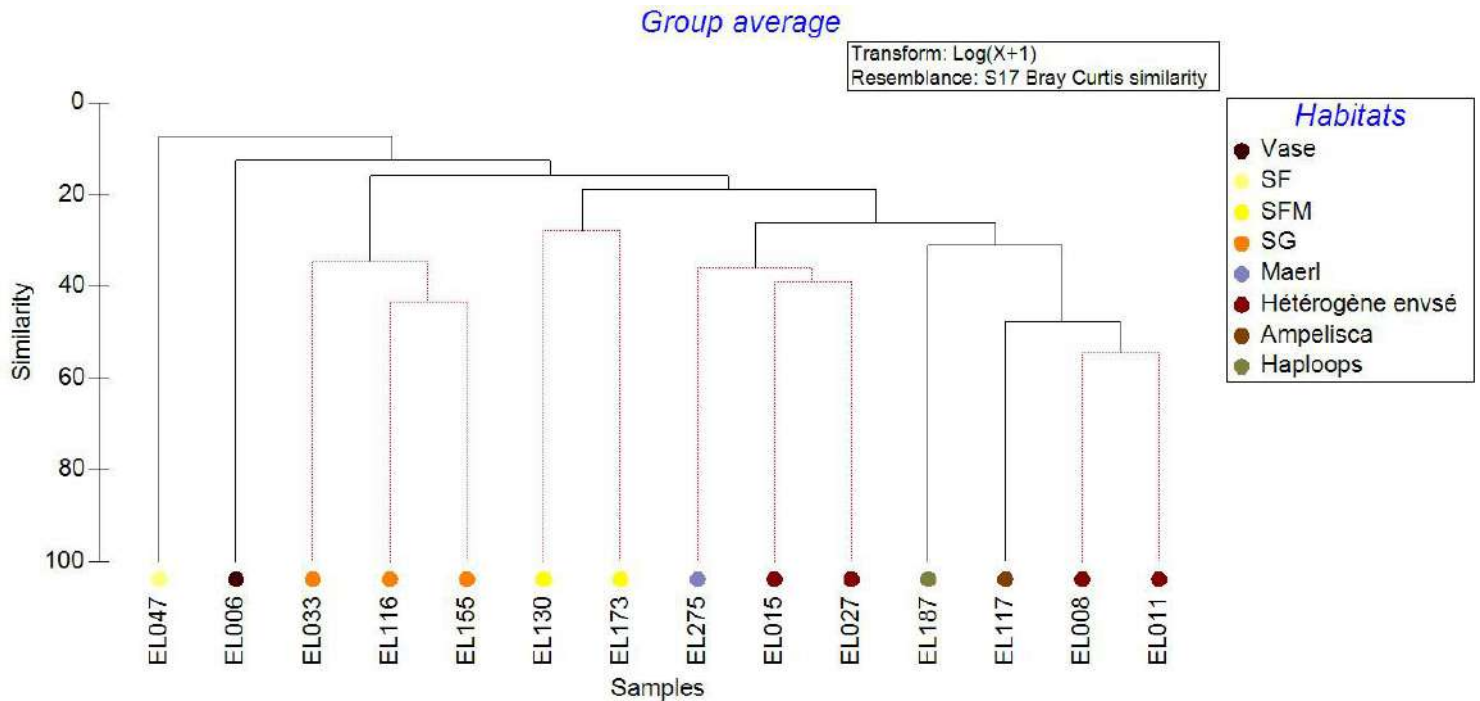


Figure 34 : CAH sur les abondances transformées en $\log(x + 1)$

Ces analyses permettent d'isoler statistiquement plusieurs stations (SIMPROFF test). Tout d'abord les stations de sables fins (SF) et de vases sont séparées des autres habitats. Ensuite, un groupe de stations correspondant aux stations de sables grossiers (SG) peut être isolé. Les espèces dominantes et discriminantes sont des annélides comme *Polygordius lacteus*, *Nephtys cirrosa*, *Goniadella gracilis*, *Aonides paucibranchiata*, *Pisione remota* et *Protodorvillea kefersteini* (procédure SIMPER). Enfin, le dernier assemblage peut être subdivisé en deux groupes. Le premier sous-assemblage isole les stations de sédiments sables fins à moyens (SFM) dont les espèces caractéristiques sont caractérisées les mollusques *Abra alba* et *Angulus fabula*, l'échinoderme *Amphipholis squamata* ou des annélides comme *Capitella minima* et *Chaetozone gibber*. Le deuxième sous-assemblage est plus hétérogène et regroupe les stations des sédiments hétérogènes envasés, des fonds à Ampéliscidés et du maerl. Le cortège des espèces caractéristiques des sédiments hétérogènes envasés est composé de plusieurs espèces d'annélides comme *Pholoe inornata*, *Glycera alba*, *Notomastus latericeus* ou encore deux espèces de cirratulidé *Caulleriella alata* et *Caulleriella bioculata*.

3.1.4.4 I2EC et AMBI

La figure 35 et la carte 23 détaillent les pourcentages des groupes écologiques représentés. L'AMBI de chaque station est ensuite calculé à partir de la liste des espèces, de l'abondance, de la richesse spécifique et de la diversité (Tableau 3). L'état écologique est également indiqué.

Trois groupes écologiques sont majoritaires les groupes I, II et III (Figure 35). La présence d'espèces du groupe écologique IV est à remarquer sur toutes les stations. Enfin, des espèces du groupe écologique V ont été inventoriées sur 10 stations mais en proportion faible. Les résultats pour l'AMBI indiquent des valeurs comprises entre 0,35 et 3,13. Ceci illustre un état écologique de bon à très bon.

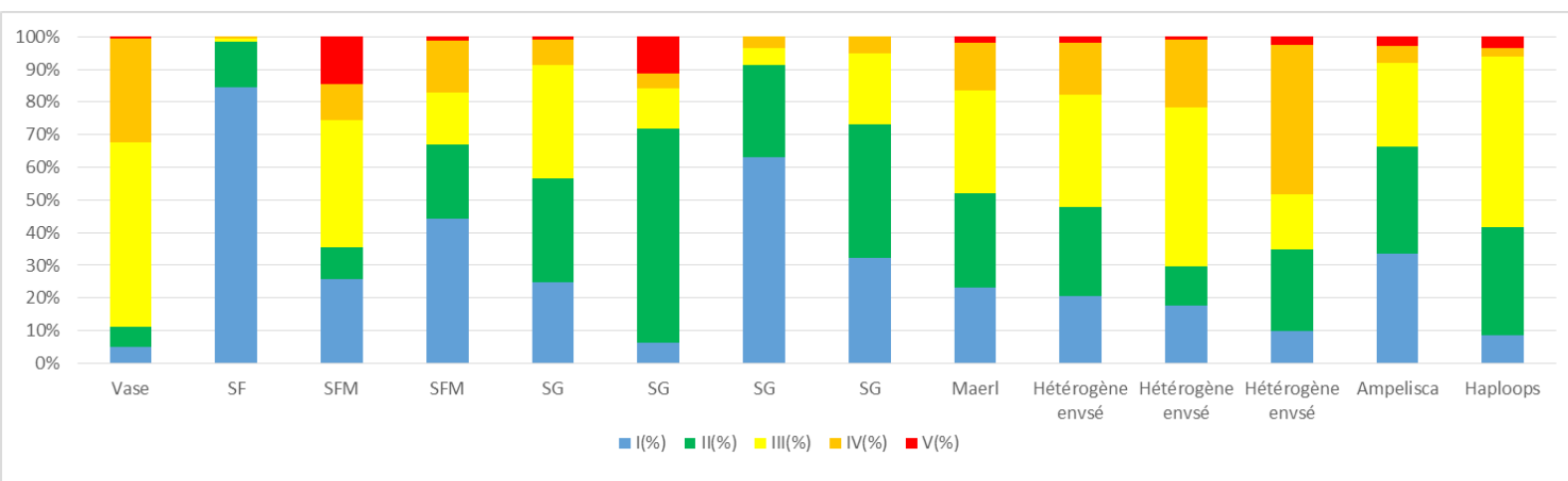


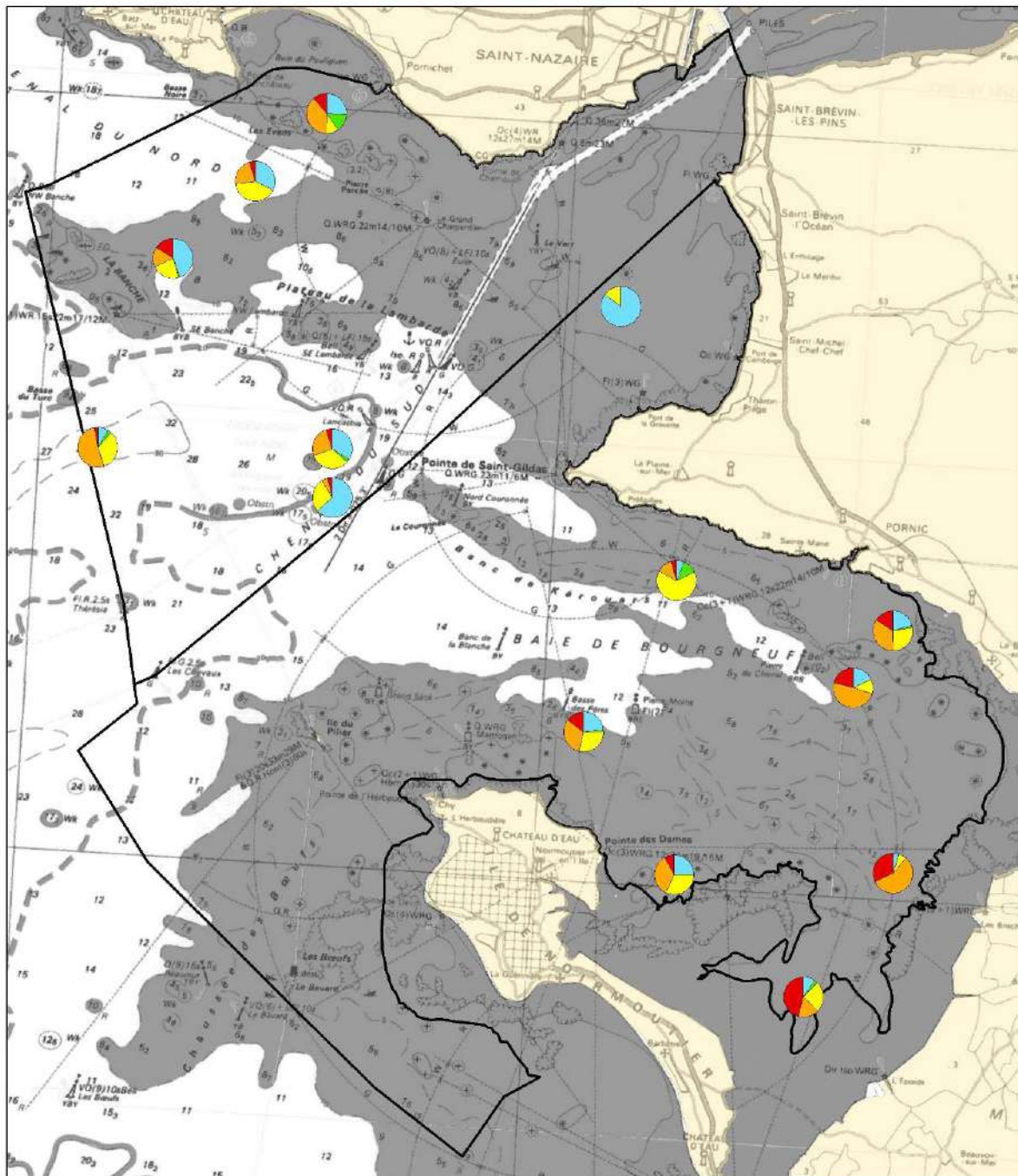
Figure 35 : Groupes écologiques

Tableau 3: AMBI et état écologique

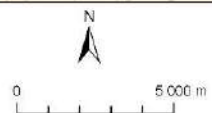
Habitats	AMBI	Etat écologique
Vase	3,13	BON
SF	0,35	TRES BON
SFM	2,67	BON
SFM	1,62	BON
SG	1,81	BON
SG	2,57	BON
SG	0,71	TRES BON
SG	1,49	BON
Maerl	2,12	BON
Hétérogène envasé	2,28	BON
Hétérogène envasé	2,63	BON
Hétérogène envasé	3,08	BON
Ampelisca	1,76	BON
Haploops	2,34	BON

GROUPES ÉCOLOGIQUES DES INVENTAIRES QUANTITATIFS

Estuaire de la Loire



- Groupe écologique I
- Groupe écologique II
- Groupe écologique III
- Groupe écologique IV
- Groupe écologique V
- Périmètres - Estuaire de la Loire



Carte actualisée par TRM 2013
Support cartographique : Carte marine SHOM
Sources des données : Dreal, Foy de la Loire

Carte 23 : Groupes écologiques des prélèvements à la benne Smith Mc Intyre.

3.3 Substrats rocheux

3.3.1 QUADRATS

Sur l'ensemble des échantillons analysés, 2266 individus ont été dénombrés et 141 taxons faunistiques ont été identifiés. Les résultats des prospections plongées sont récapitulés en Annexe 3.

3.3.1.1 Recouvrement

Le recouvrement dans les quadrats est indiqué sur la figure 36. Les résultats sont très similaires. Les laminaires sont observées sur les deux stations ainsi que les algues rouges et les algues calcaires.

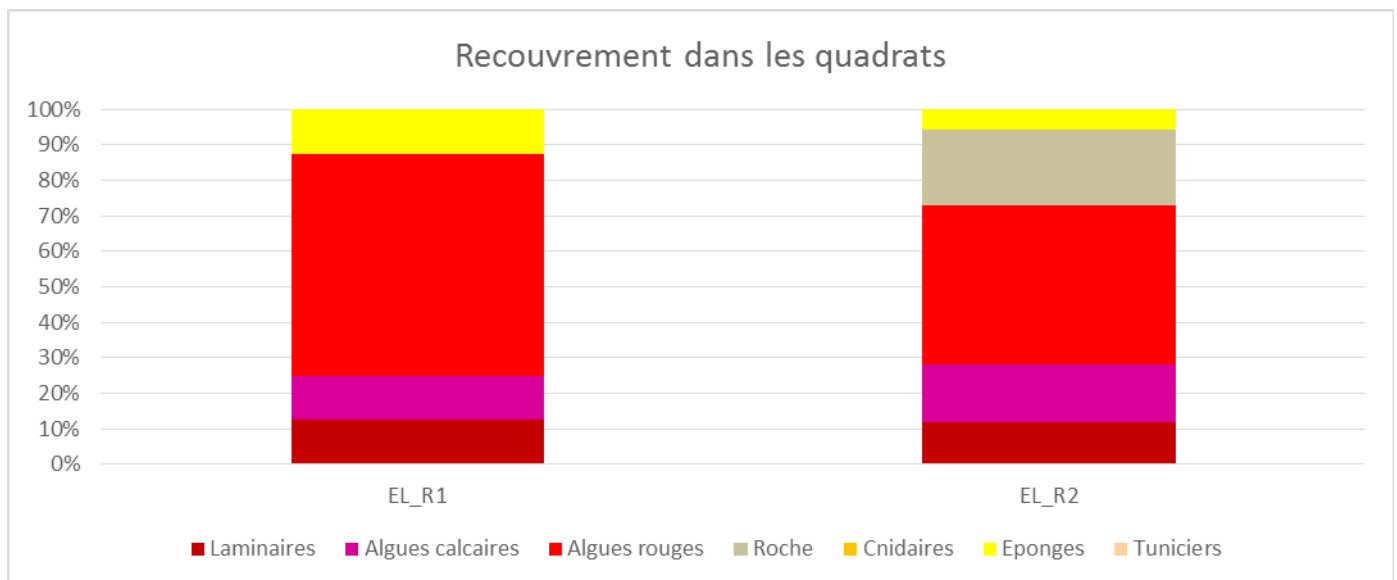


Figure 36 : Recouvrement dans les quadrats de 0.1 m²

3.3.1.2 Faune vagile

Les abondances moyennes sont de 2406 individus par m² et 3544 individus par m² pour respectivement EL_R2 et EL_R1 (Figure 37, carte 24). Les richesses spécifiques moyennes sont de 48 et 61 espèces (Figure 37, carte 25). Les valeurs sont minimales pour EL_R2 et maximales pour EL_R1.

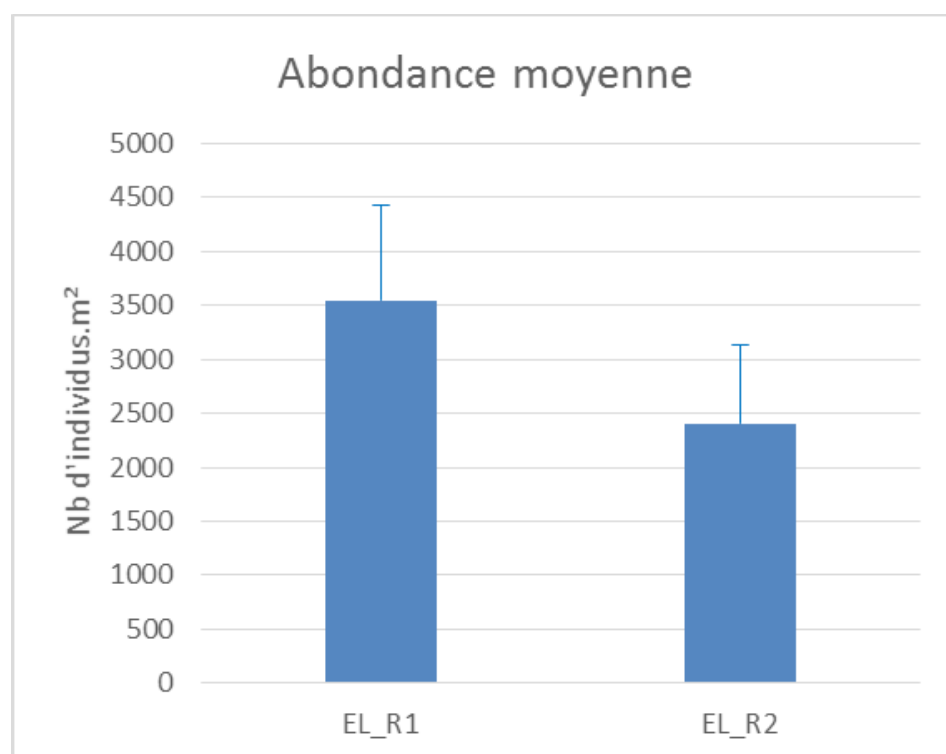
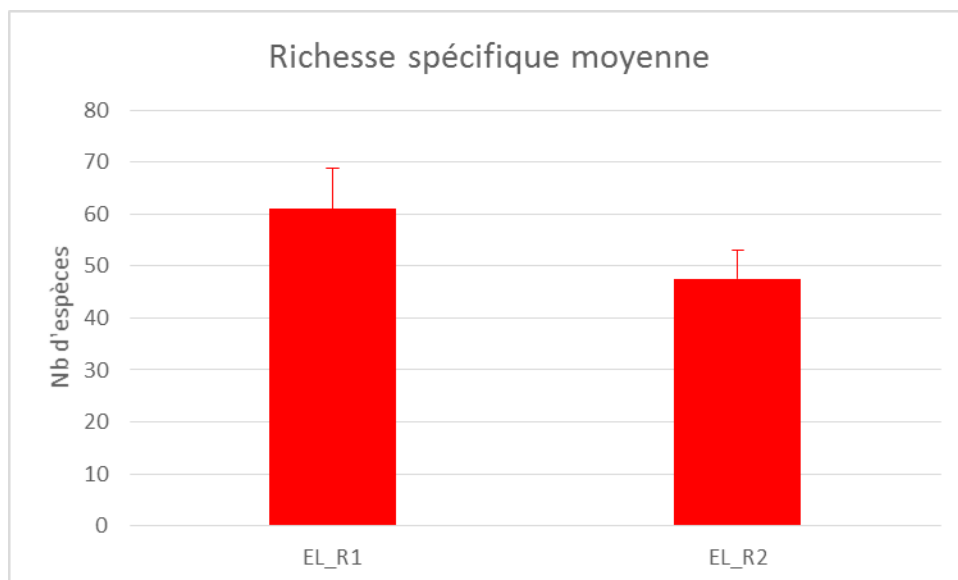
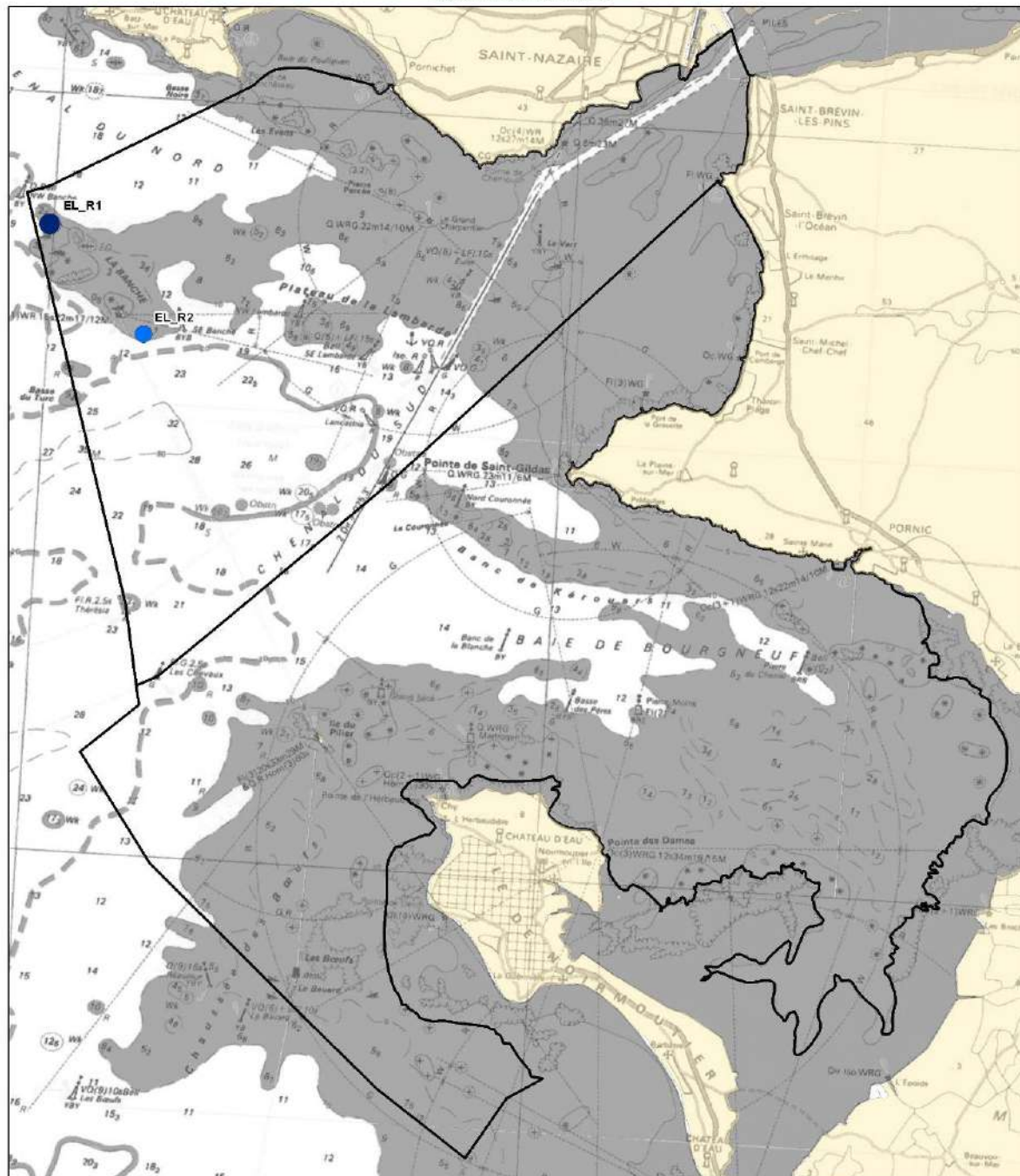


Figure 37 : Richesse et abondance moyenne pour la faune vagile dans les quadrats (0,1 m²)

ABONDANCES MOYENNES DES STATIONS ROCHEUSES

Estuaire de la Loire



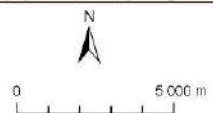
Abondances moyennes

● 1000 - 2000

● 2000 - 3000

● > 3000

▭ Périmètres - Estuaire de la Loire

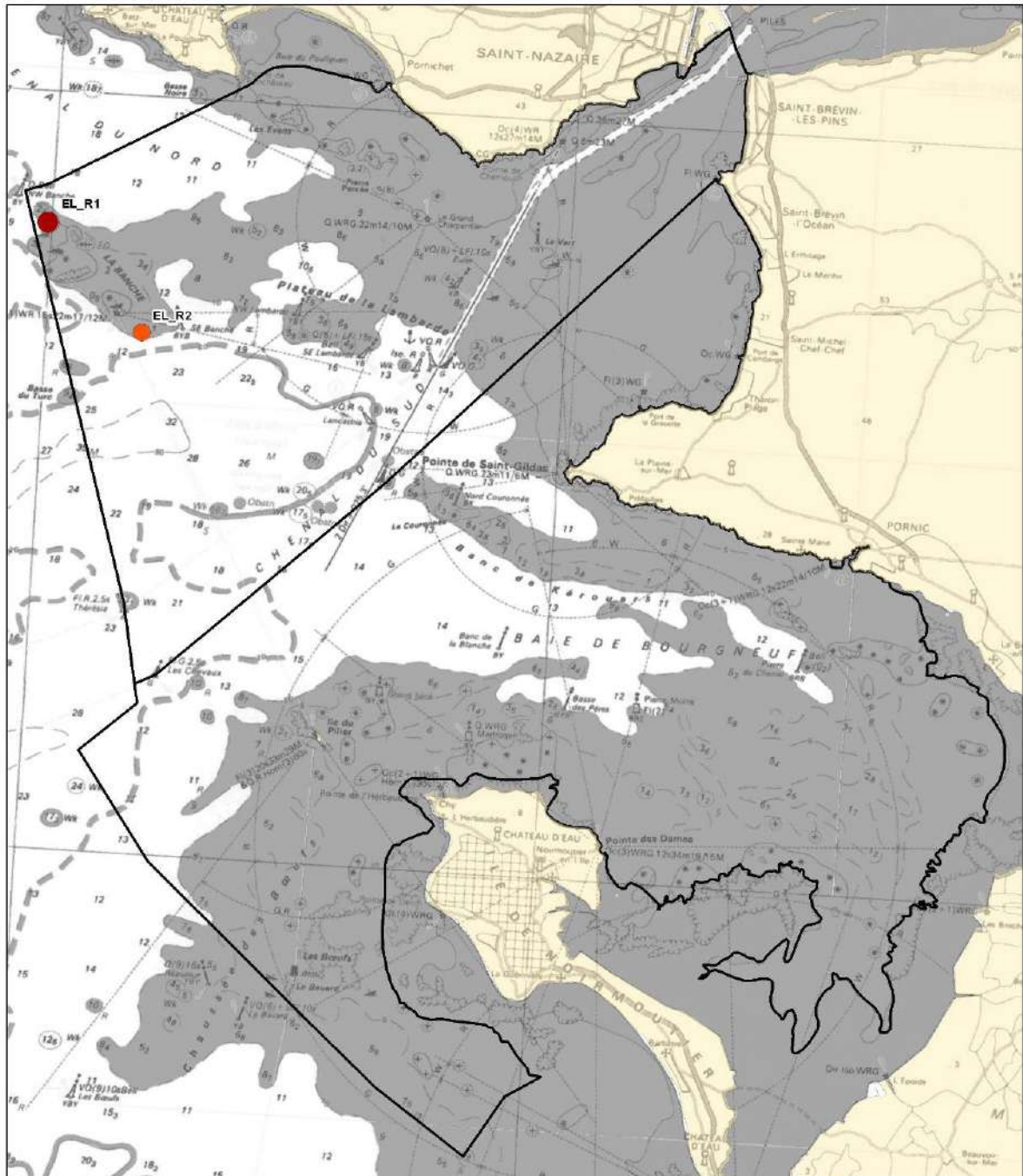


Carte actualisée par TRM 2013
Support cartographique : Carte marine SHOM
Sources des données : Dreal, Foy de la Loire

Carte 24 : Abondance moyenne pour les prélèvements à la suceuse.

RICHESSES SPÉCIFIQUES MOYENNES DES STATIONS ROCHEUSES

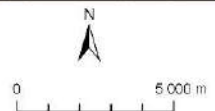
Estuaire de la Loire



Richesses spécifiques

- < 35
- 36 - 50
- > 50

Périmètres - Estuaire de la Loire



Carte actualisée par TRM 2013
Support cartographique : Carte marine SHOM
Sources des données : Dreal, Foy de la Loire

Carte 25 : Richesse spécifique moyenne pour les prélèvements à la suceuse.

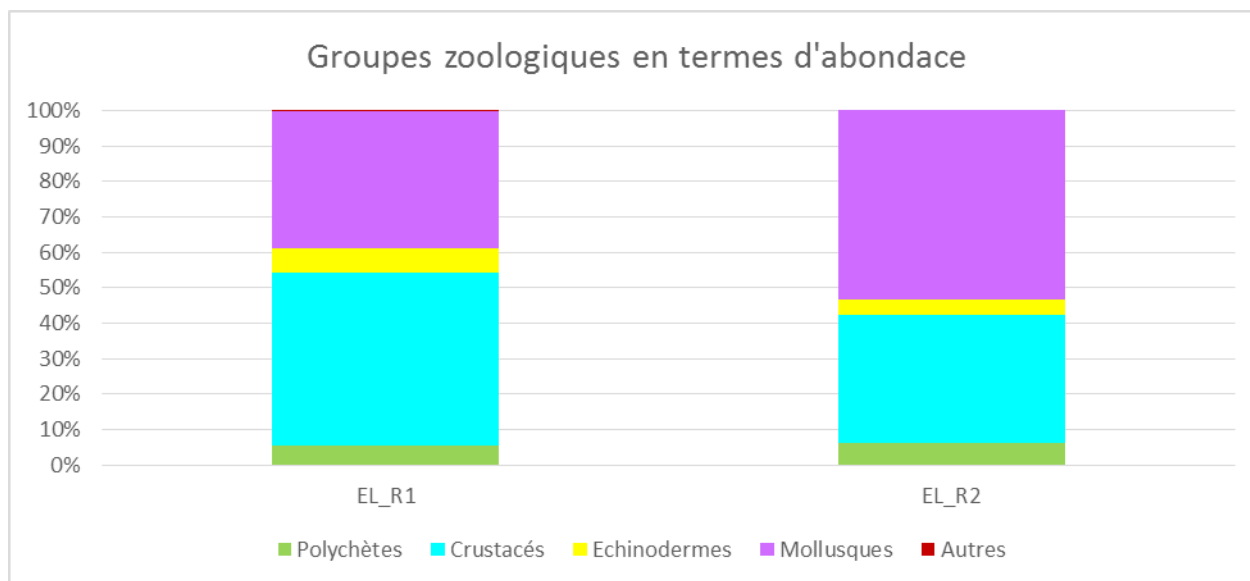


Figure 38 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance

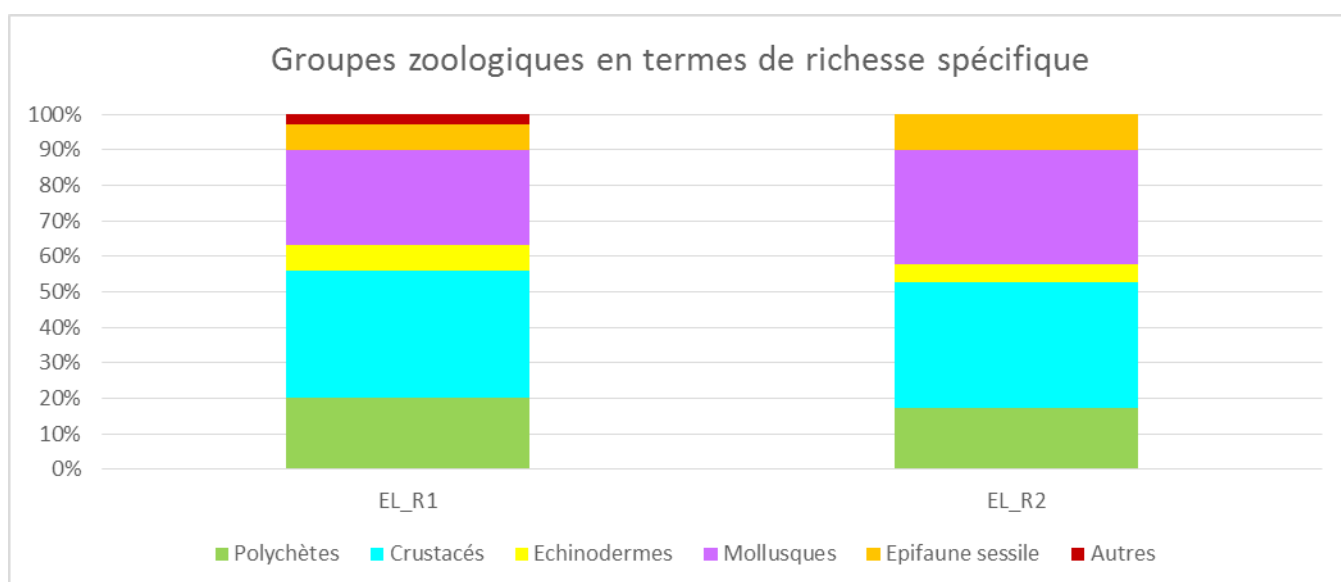
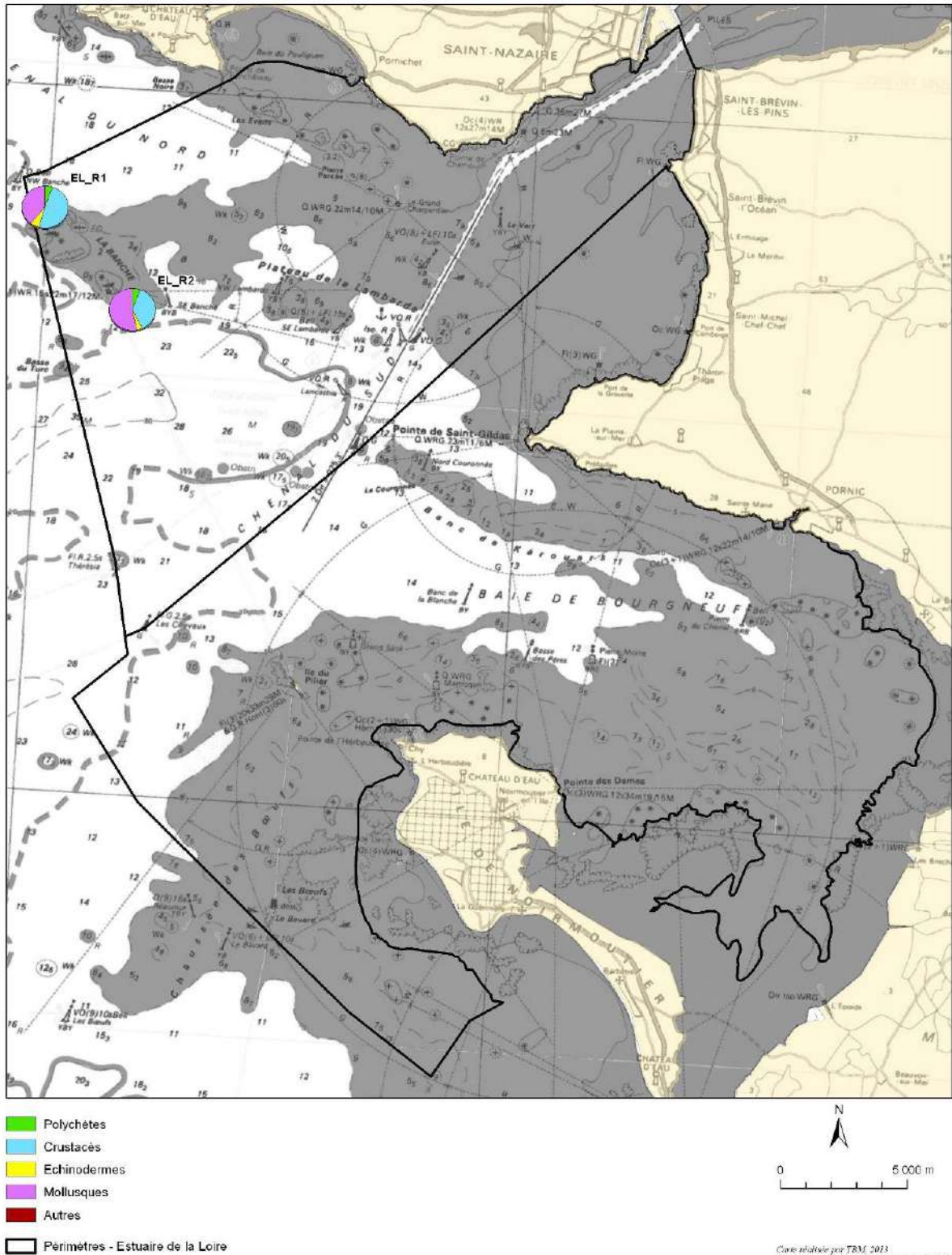


Figure 39: Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique

L'analyse des groupes taxonomiques en termes d'abondance (Figure 38, carte 26) révèle une composition taxonomique assez semblable avec la dominance des mollusques et des crustacés. Les autres groupes sont présents mais en faible proportion. Les proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique illustrent une homogénéité entre les stations et la plus grande diversité est observée pour les mollusques et les crustacés (Figure 39, carte 27). L'épifaune sessile et les polychètes ont des pourcentages non négligeables.

PROPORTIONS DES DIFFÉRENTS GROUPES ZOOLOGIQUES EN TERME D'ABONDANCES DES STATIONS ROCHEUSES

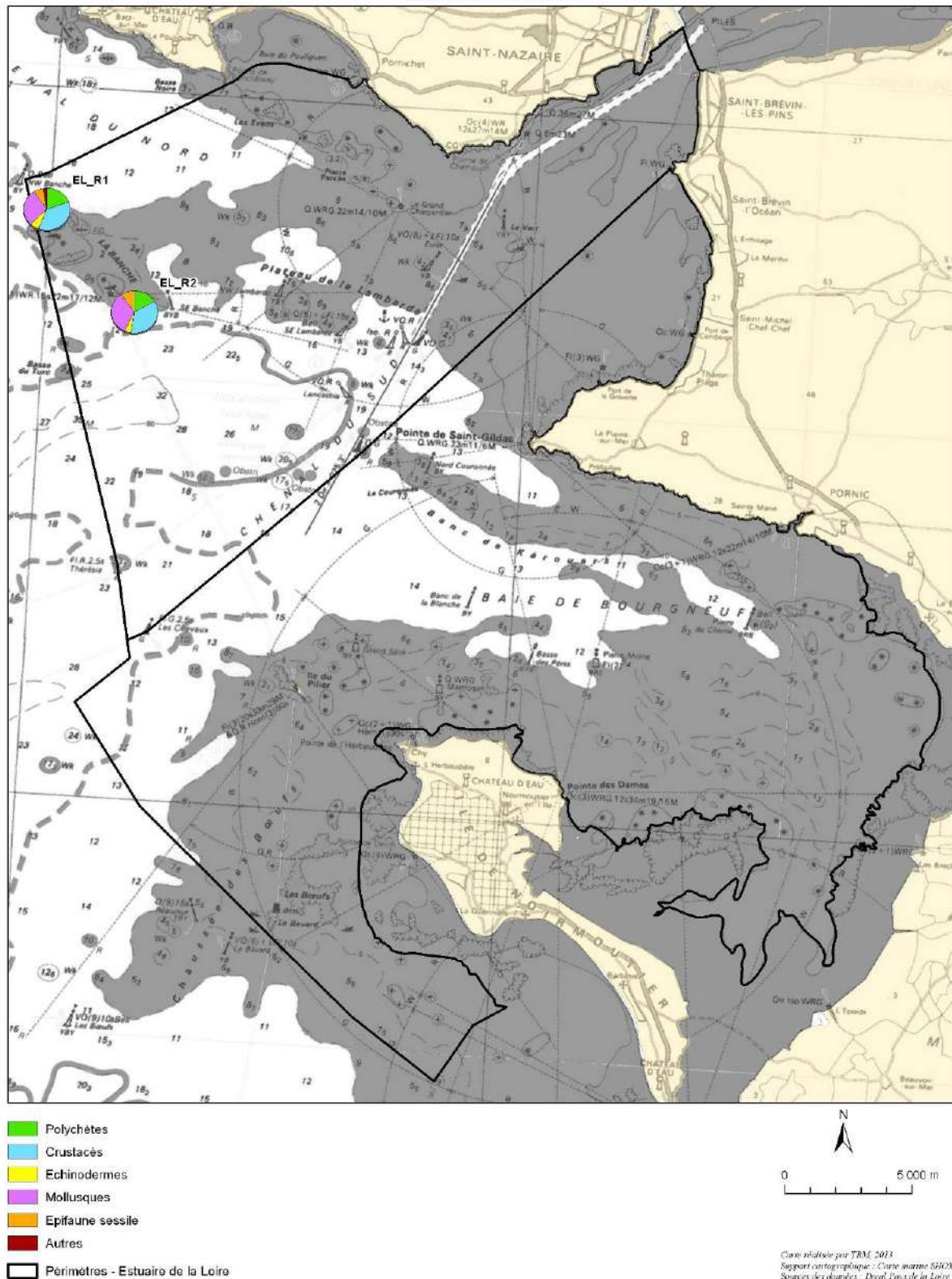
Estuaire de la Loire



Carte 26 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance pour les prélèvements à la suceuse.

PROPORTIONS DES DIFFÉRENTS GROUPES ZOOLOGIQUES EN TERME DE RICHESSES SPÉCIFIQUES DES STATIONS ROCHEUSES

Estuaire de la Loire



Carte 27 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique pour les prélèvements à la suceuse.

3.3.2 TRANSECTS

3.3.2.1 Algues

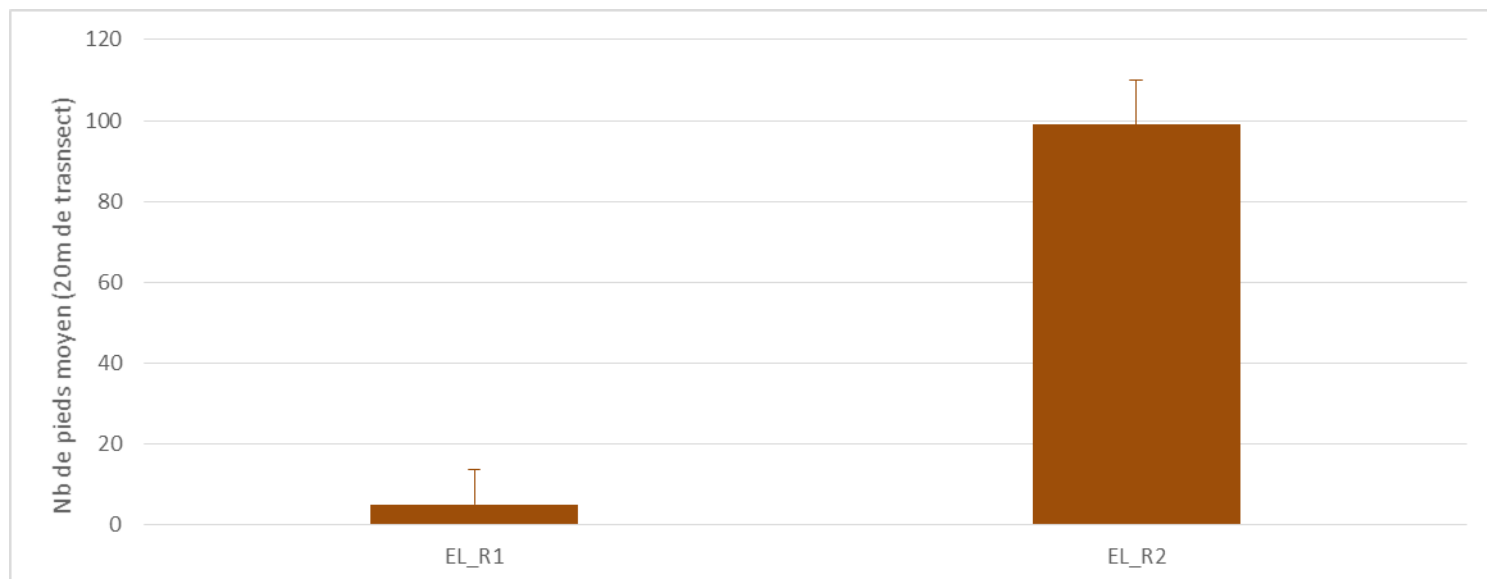


Figure 40 : Nombre de pieds moyen de *Laminaria hyperborea* dans les trois transects de 20 mètres

La figure 40 indique le nombre de pieds de *Laminaria hyperborea*. Les valeurs sont maximales sur la station EL_R2.

3.3.2.2 Echinodermes

Lors des transects, les échinodermes ont été dénombrés. L'abondance moyenne en échinodermes est variable en fonction des stations (Figure 41). Les valeurs sont comprises entre 79 et 132 individus en moyenne sur les transects de 20 m. Les valeurs sont maximales pour la station EL_R2. La figure 42 indique la variabilité de la composition spécifique en échinodermes. Deux espèces sont dominantes : les étoiles de mer *Asterias rubens* et *Marthasterias glacialis*. Ces deux espèces sont présentes sur la station EL_R2 alors que sur EL_R1 seul *Marthasterias glacialis* est inventorié et un individu de l'oursin *Echinus esculentus*.

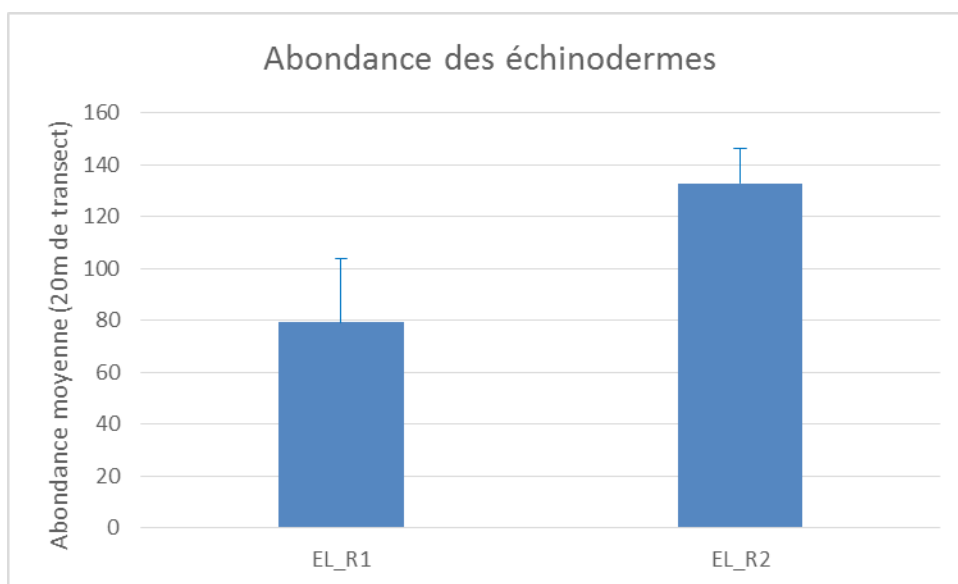
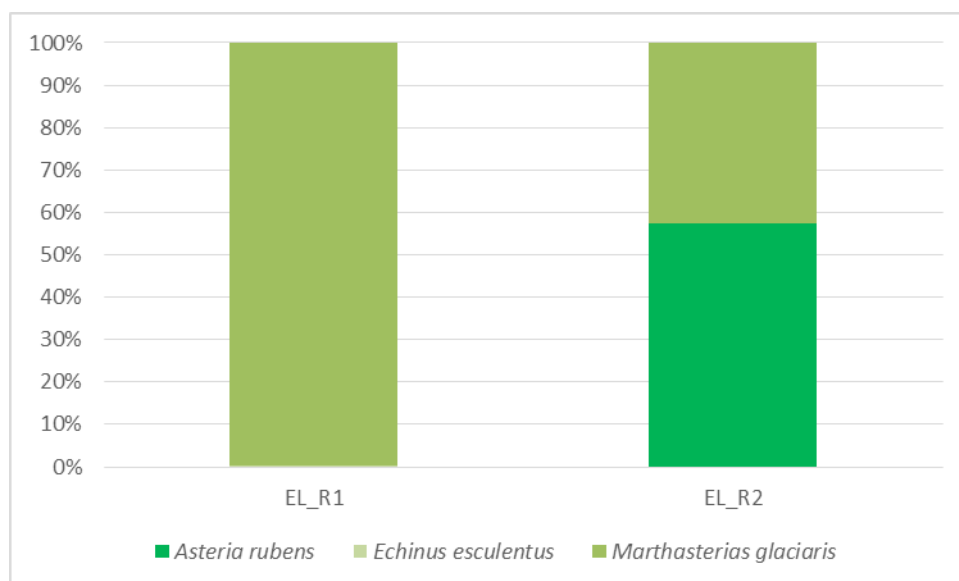


Figure 40 : Nombre d'individus moyen appartenant aux échinodermes dénombré dans les transects de 20 mètres

Figure



41 :

Pourcentage des différentes espèces d'échinodermes dénombré dans les transects de 20 mètres

3.4 Habitats inventoriés et espèces

Pour définir nos habitats, nous nous sommes appuyés sur plusieurs critères comme les analyses granulométriques et biologiques mais également sur les vidéos sous-marines et les photographies réalisées lors des prélèvements. Enfin, des recherches d'espèces « indicatrices » soit d'un peuplement soit d'un étage (infralittoral et circalittoral) ont également été entreprises. Cette dernière analyse est plus subjective que les analyses granulométriques et statistiques.

3.4.1 HABITATS INVENTORIÉS

Les résultats des analyses morpho-sédimentaires et biologiques ont permis de caractériser trois entités de substrats rocheux et six entités de substrats meubles. Les tableaux 4 et 5 synthétisent les noms et correspondances des différents habitats rocheux et meubles subtidaux.

Tableau 4 : Correspondance et intitulé des habitats subtidaux rocheux pour les habitats génériques de la directive « Habitats » selon l'interprétation EUR27, pour la typologie MNHN (Michez et al., 2013)

EUR27	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
1170	Roches et blocs infralittoraux	Laminaires de l'infralittoral inférieur	Zone à laminaires mixtes clairsemées Ceinture infralittorale à communautés autre que Laminaires,
1170	Roches et blocs infralittoraux	Roches et blocs infralittoraux côtier	Cystoseira, Halidrys et Sargassum
Code à créer	Roches et blocs circalittoraux	Roches et blocs circalittoraux côtier	

Tableau 5 : Correspondance et intitulé des habitats subtidaux meubles et les habitats particuliers pour les habitats génériques de la directive « Habitats » selon l'interprétation EUR27 et pour la typologie MNHN (Michez et al., 2013)

EUR27	Niveau 1	Niveau 2
Code à créer	Cailloutis sublittoraux à épibiose sessile	Cailloutis circalittoraux à épibiose sessile
Code à créer	Sables grossiers et graviers sublittoraux	Sables grossiers et graviers sublittoraux marins
1110	Sables fins à moyens sublittoraux	Sables fins à moyens sublittoraux mobiles marins
Code à créer	Sables fins à moyens sublittoraux	Sables fins à moyens sublittoraux mobiles marins
Code à créer	Sables fins à moyens sublittoraux	Sables fins propres ou légèrement envasés sublittoraux marins
Code à créer	Sédiments hétérogènes plus ou moins envasés sublittoraux	Sédiments hétérogènes sublittoraux marins
Code à créer	Vases sublittorales	Vases sableuses sublittorales marines
Code à créer	Vases sublittorales	Vases fines sublittorales marines
1110	Bancs de maerl	Bancs de maerl propre
1160	Fonds à Ampéliscidés	Fonds à <i>Ampelisca</i>
1160	Fonds à Ampéliscidés	Fonds à <i>Haploops</i>
1160	Bancs de crépidules	Bancs de crépidules sur vases
A créer	Sédiments dominés par les algues rouges	

A) Substrats rocheux

En milieu subtidal, l'étage infralittoral rocheux de la zone d'étude est caractérisé par des forêts à laminaires mixtes (*Laminaria hyperborea* et *Saccorhiza polyschides*) et par des zones à laminaires mixtes clairsemées. Les forêts de laminaires denses et les zones à laminaires clairsemées indiquent la présence d'une strate arbustive importante avec des laminaires de plusieurs mètres de hauteur. Les espèces de laminaires observées sont *Laminaria hyperborea* et *Saccorhiza polyschides*. La première espèce est la composante essentielle des forêts de laminaires alors que la seconde est une espèce opportuniste qui va coloniser les endroits où *Laminaria hyperborea* ne peut pas se maintenir.

Les codes MNHN sont : R08.04.01 Forêt de Laminaires dominée par *Laminaria hyperborea* (Figure 42) et R08.05.01 Zones à Laminaires clairsemées dominées par *Laminaria hyperborea* (Figure 43).

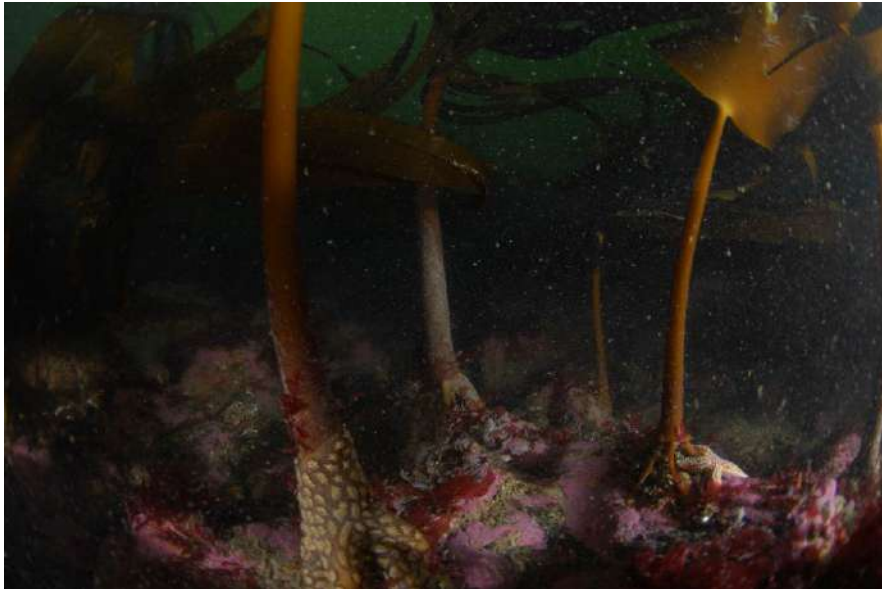


Figure 42 : *Laminaires denses*



Figure 43 : Laminaires clairsemées

Un autre habitat a été inventorié dans la zone infralittorale : les ceintures à *Halidrys siliquosa* (Figure 44). Cette habitat est surtout observé sur un substrat rocheux mobile avec des galets et des cailloutis et quand la turbidité peut être importante. Ces algues sont parmi les plus tolérantes à une perturbation physique.

Le code MNHN est : R08.06.01.01 Ceinture infralittorale à *Halidrys siliquosa*. (Figure 44).



Figure 44: Habitat Ceinture infralittorale à Halidrys siliquosa sur Groix (Clichés TBM-LEMAR)

Lorsque nous atteignons le circalittoral côtier, l'habitat : « Roches et blocs circalittoraux côtiers » est observé. Cet habitat est caractérisé par la présence de quelques algues sciaphiles et par une belle diversité de faune fixée. La dominance de la faune fixée sur les algues est croissante en fonction de la profondeur. La faune fixée est caractérisée par une grande variété 1) de cnidaires appartenant aux anthozoaires comme *Alcyonium digitatum* et *Corynactis viridis* et 2) d'éponges comme *Cliona celata*.

Le code MNHN est : R09.01 Roches et blocs circalittoraux côtiers (Figure 45).



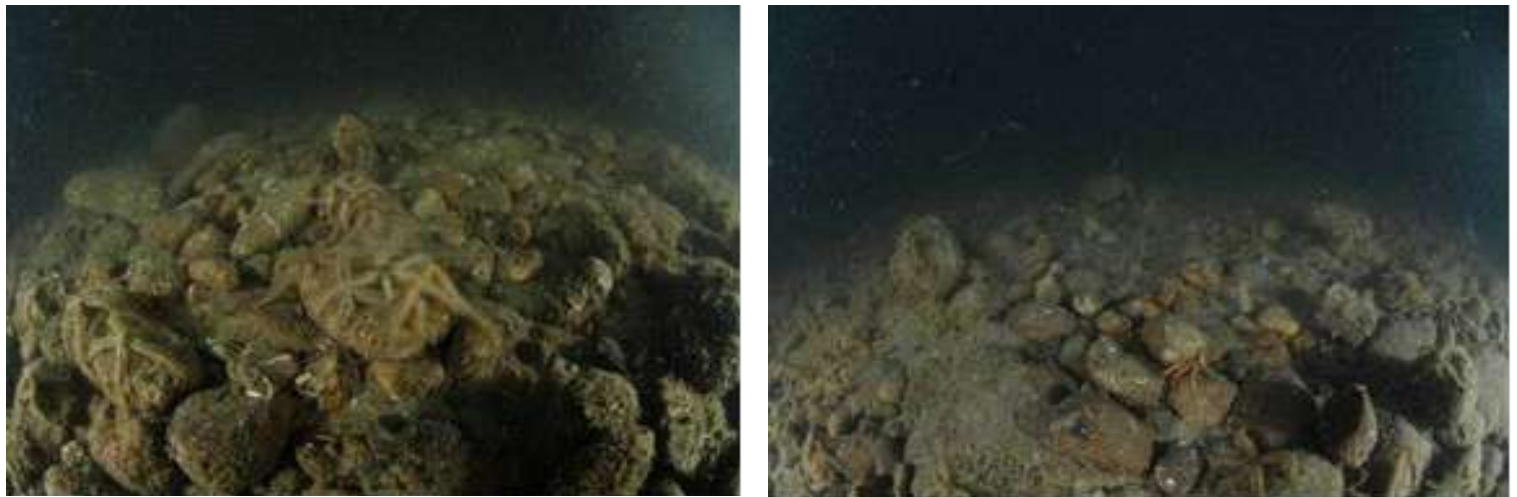
Figure 45 : Roches et blocs circalittoraux côtiers

B) Substrats meubles

Galets et Cailloutis circalittoraux

Deux types d'habitats sont observés : les Galets et cailloutis circalittoraux à épibiose sessile et Galets et cailloutis circalittoraux à *Ophiothrix fragilis*. Ces habitats ne peuvent être échantillonnés uniquement à la drague Rallier du Baty car la fraction de galets et cailloutis empêchent les bennes de fermer. De plus, la fraction de sédiment grossier et gravier est très variable, ce qui conditionne la présence d'espèce de l'endofaune. En effet, les galets et cailloutis et tous les micro-habitats vont être favorables à une multitude d'espèces sessiles et vagiles. De plus, il est typique que ce type d'habitat ne soit pas dominé par une ou deux espèces mais par une mosaïque d'espèces. En effet, plusieurs espèces d'éponges telle que *Dysidea fragilis*, *Halichondria sp.*, *Myxilla sp.*, d'hydres telle que *Halecium halecium*, *Sertularia cupressina*, *Tubularia indivisa* ou encore des bryozoaires telle que *Flustra foliacea* sont inventoriées. En termes d'abondance, on peut remarquer la prédominance de l'ophiure *Ophiothrix fragilis*.

Les codes MNHN sont : M07.01 Cailloutis circalittoraux à épibiose sessile et M07.01 Cailloutis circalittoraux à épibiose sessile et *Ophiothrix fragilis* (Figure 46).



*Figure 46 : Cailloutis circalittoraux à épibiose sessile et M07.01 Cailloutis circalittoraux à épibiose sessile et *Ophiothrix fragilis**

Sables grossiers et graviers sublittoraux marins du circalittoral côtier

Ce type d'habitat est très bien représenté sur les sites Natura 2000 et est couramment rencontré le long des côtes exposées. Il est composé de sables moyens à grossiers et de sables graveleux et se rencontre à des profondeurs de 15 à 25 mètres. La faune qui caractérise cet habitat est composée d'espèces sabulicoles et gravicoles tolérantes telles que des polychètes (*Glycera lapidum*, *Eulalia mustela*, *Notomastus latericeus*, *Goniadella gracilis*) et des bivalves (*Gari tellinella* et *Moerella donacina*).

Le code MNHN pour ce type de peuplement est M08.01.02 Sables grossiers et graviers du circalittoraux côtiers (Figure 47).



Figure 47 : Sables grossiers et graviers du circalittoraux côtiers

Sables fins à moyens sublittoraux mobiles marins

Ces sédiments sont moins riches et ont une abondance assez faible. En effet, ce peuplement est oligospécifique et la densité varie de 100 à 500 individus par m². Les habitats sédimentaires des sables fins et moyens côtiers sont des milieux ouverts soumis à un fort hydrodynamisme. Les espèces discriminantes identifiées sont le bivalve *Abra prismatica*, les polychètes *Ophelia borealis* et *Nephtys cirrosa* ou l'amphipode *Bathyporeia elegans*. D'autres communautés peuvent être observés comme les polychètes comme *Magelona mirabilis* et *Spiophanes bombyx*, de bivalves comme *Donax vittatus* et *Fabulina fabula* et *Chamelea gallina*. **Le code MNHN pour ce type de peuplement est M09.01 Sables fins à moyens sublittoraux mobiles marins (Figure 48).**



Figure 48 : Sables fins à moyens sublittoraux mobiles marins

Sables fins propres ou légèrement envasés

Ces sables envasés contiennent entre 5 et 20 % de vase. Cet habitat est généralement rencontré entre 10 et 20 mètres de profondeur. Les communautés contiennent une variété d'espèces de polychètes, (*Magelona mirabilis* (Figure 49), *Spiophanes bombyx*), de bivalves (*Angulus fabula* (Figure 49) et *Chamelea striatula*) et de l'oursin *Echinocardium cordatum*.

Le code MNHN pour ce type de peuplement est M09.02 Sables fins propres ou légèrement sublittoraux marins.



Figure 49: Angulus fabula et Magelona mirabilis

Sédiments hétérogènes plus ou moins envasés sublittoraux

Cet habitat abrite une grande variété de communautés animales (polychètes, bivalves, échinodermes et anémones). Les proportions en gravier, sable et vase est très variable. Des débris coquilliers peuvent aussi être observés ainsi que des cailloutis permettant l'installation de plusieurs espèces de l'épifaune sessile. C'est cette variabilité sédimentaire qui va entraîner une variété de communautés animales.

Le code MNHN pour ce type de peuplement est M11.01 Sédiments hétérogènes plus ou moins envasés sublittoraux marins.

Vases sableuses circalittorales côtières et Vases fines infralittorales

Ces habitats sont bien représentés dans l'estuaire et à proximité de la zone d'immersion. Le premier habitat observé est constitué de vase sableuse qui contient souvent plus de 20% de vase. Cet habitat est rencontré dans des zones où l'effet des vagues et de la houle est faible. Plusieurs espèces peuvent caractériser cet habitat. Une endofaune abondante est rencontrée avec de nombreuses espèces de polychètes comme *Lagis koreni* ou de mollusque *Abra* spp. Le second habitat possède des pourcentages de vase supérieurs à 80 %. L'espèce dominante est souvent la polychète *Lagis koreni*. On peut signaler que certaines stations sont azoïques et que d'autres n'ont pas pu être qualifiées biologiquement. **Les codes MNHN pour ces deux**

types de peuplement sont M10.01 Vases sableuses sublittoraux marines et M10.02 Vases fines sublittoraux marines.

C) Habitats particuliers

Bancs de maerl « sud Pierre Moine »

Un banc de maerl propre a été inventorié. Pour améliorer les connaissances sur sa répartition, des prospections spécifiques ont été menées (Carte 28). Sur les 64 stations, des prélèvements à la benne Smith ont été effectués. La présence de maerl est notée ainsi que le type sédimentaire. Nous avons noté 1) « présence » quand quelques brins sont observés, 2) maerl X sédiment et 3) maerl quand un véritable banc est observé (Figure 50). La carte 29 illustre les résultats obtenus. Ainsi une seule station peut être qualifiée de banc de maerl. La carte 30 indique la localisation du banc de maerl. Les points correspondant aux « maerl X sédiment » et à la station « maerl » ont été regroupé dans l’habitat « maerl » (Jacques Grall com. Pers.). En effet, en fonction des conditions des houles et des courants le banc se déplace.

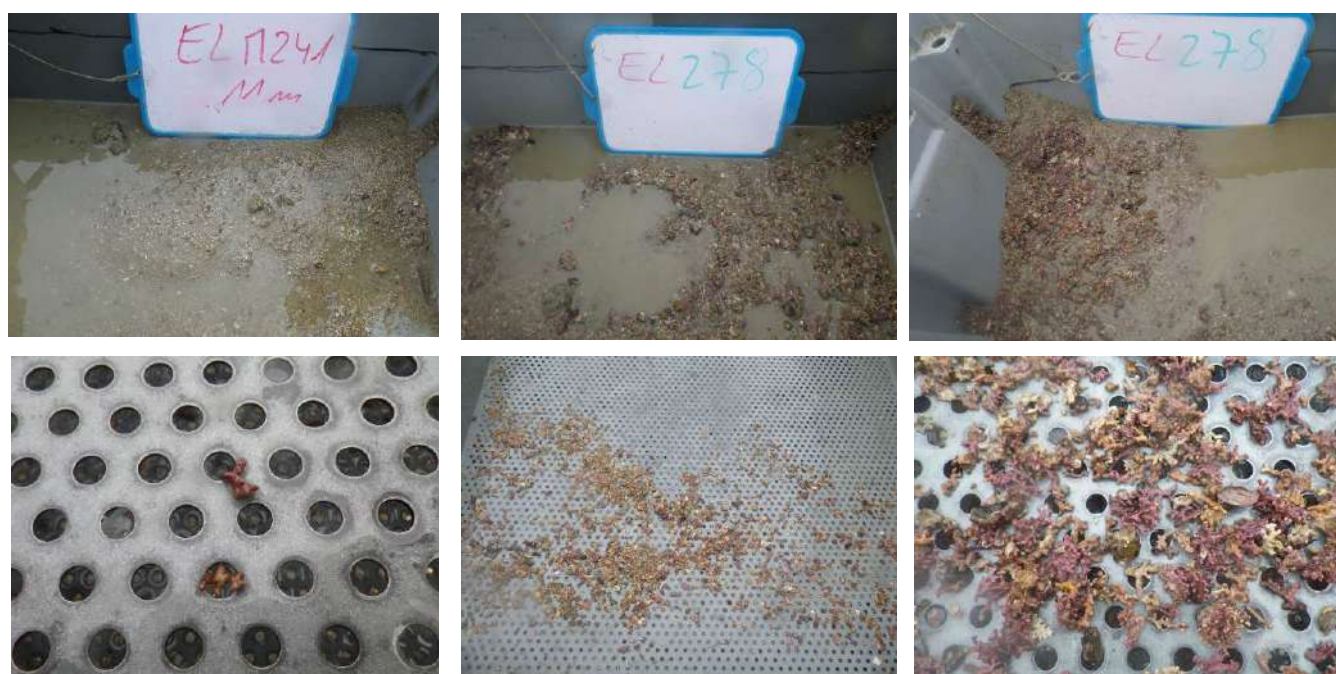


Figure 50 : Présence, maerl en mosaïque avec du sédiment et banc de maerl

Tableau 6 : Evolution de la surface du banc de maerl entre 1968 et 2013 (1968, données Vanney, 2009, données Biolittoral pour la DCE)

	1968	2009	2013
	Zone de maerl	Zone de maerl	Zone de maerl
Superficie (km ²)	4,2	4,56	4,91

Le tableau 6 illustre l'évolution surfacique du banc de maerl. Une légère augmentation est observée mais il faut relativiser ces surfaces car si l'on considère uniquement l'habitat

« maerl » et non la zone de mosaïque, une surface de 0,58 km² est observé. La figure 51 indique ces observations en 2009 et 2013. Une diminution de la fraction « vrai maerl » est observée.

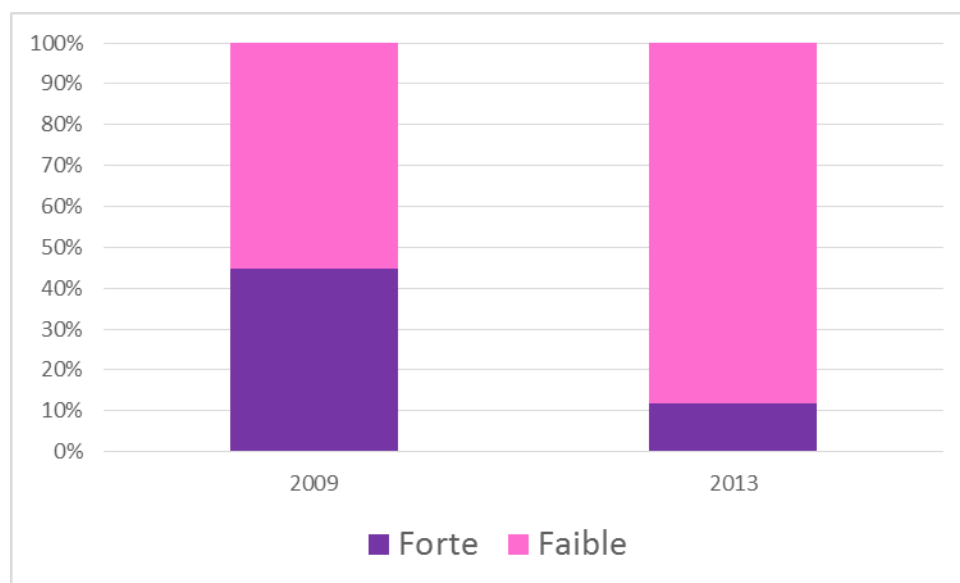


Figure 51 : Pourcentage de maerl en forte et faible quantité

En revanche, la station de maerl échantillonnée est riche en termes d'espèce et possède une abondance intéressante. La figure 52 représente les richesses spécifiques et les abondances moyennes observées en 2009 et en 2013. Même si ce ne sont pas les mêmes stations qui ont été échantillonnées en fonction des années, une augmentation des valeurs pour ces deux paramètres est à noter.

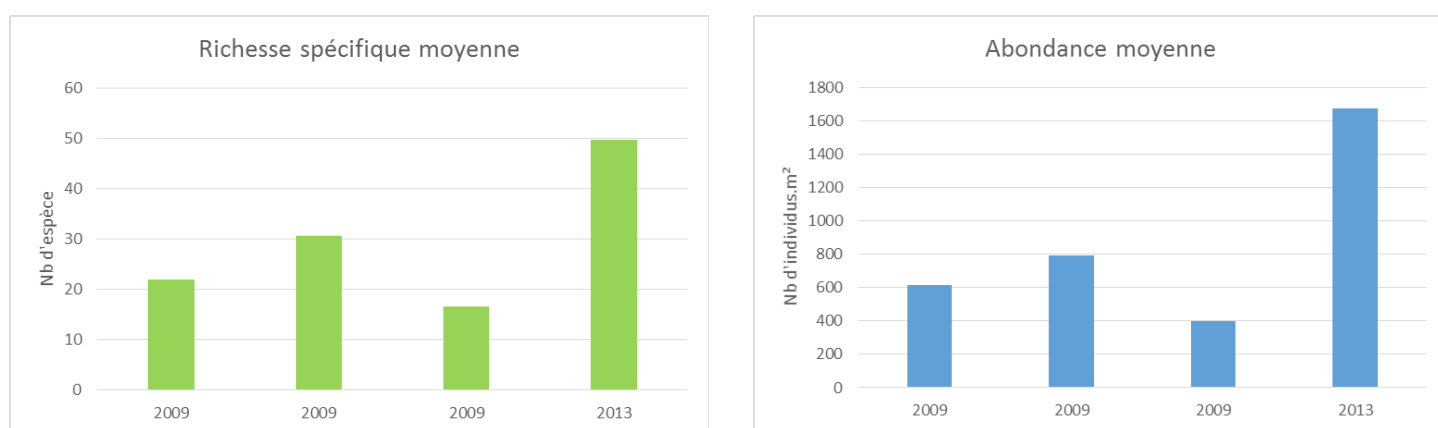
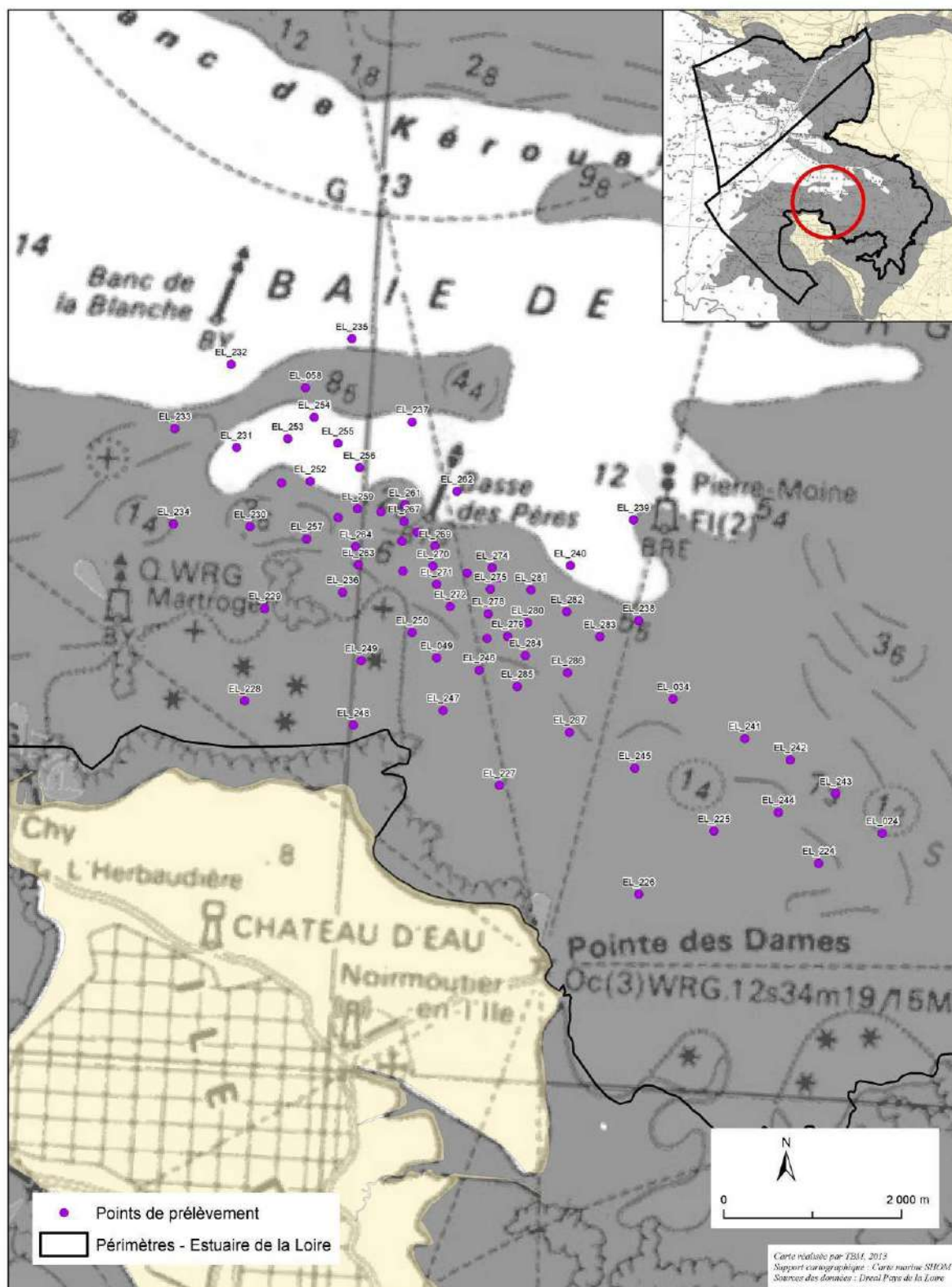


Figure 52 : Richesse spécifique et abondance moyenne sur des stations de maerl en 2009 (Données Biolittoral) et 2013

Ainsi, ce type de peuplement est à rapprocher des sables grossiers et graviers mais la diversité et l'abondance y est plus importante. La proportion de maerl vivant peut être localement importante et est comprise entre 10 et 80%. L'importance de la couche de maerl est également assez forte et la taille des brins est très correcte sur une surface de 0,58 km². Un véritable banc de maerl est donc présent sur le périmètre d'étude mais sur une surface réduite.

Le code MNHN pour ce type de peuplement est P03.01 Bancs de maerl sur sédiments propres.

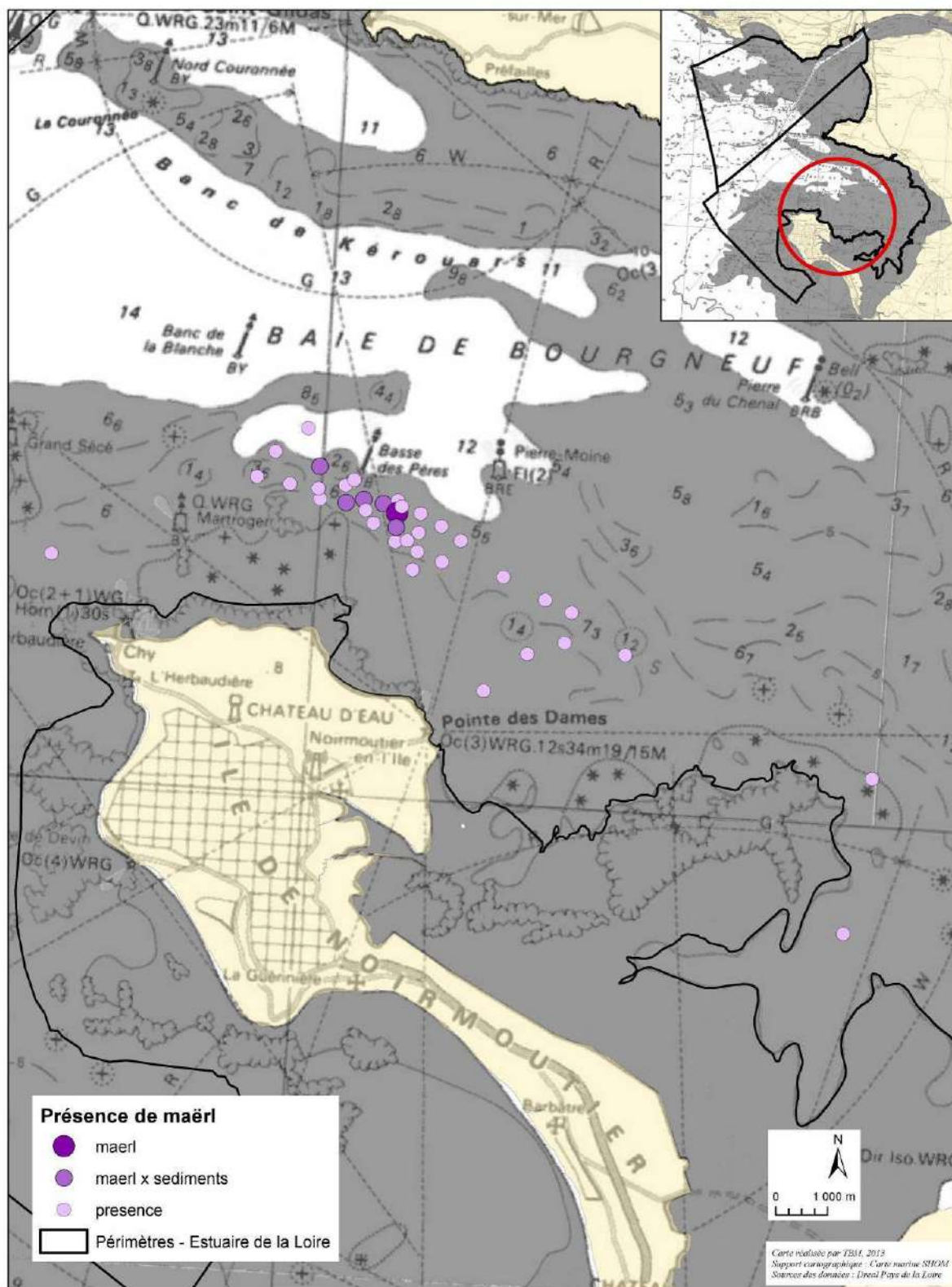
PROSPECTION DU BANC DE MAËRL Estuaire de la Loire



Carte 28 : Plan d'échantillonnage « prospection maërl »

PROSPECTION DU BANC DE MAËRL

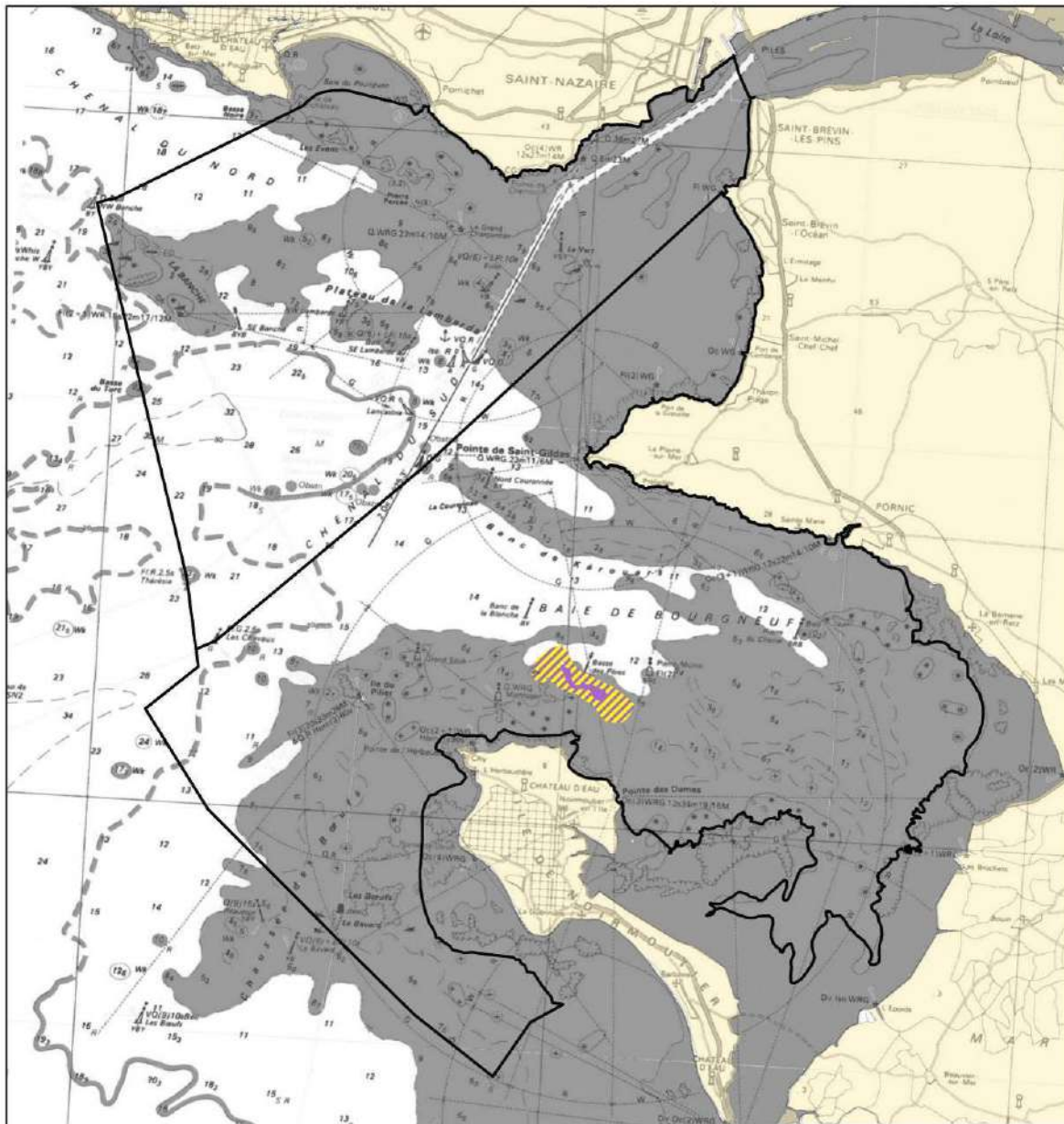
Estuaire de la Loire



Carte 29 : Présence de maerl

LOCALISATION DU BANC DE MAËRL

Estuaire de la Loire



- P03.01 - Bancs de maërl sur sédiments propres
- M09.01 Sables fins à moyens sublittoraux mobiles marins x P03.01 P03.01 Bacs de maërl sur sédiments propres

Périmètres - Estuaire de la Loire



0 5 000 m

Carte réalisée par IFREMER, 2013
Support cartographique : Carte marine SHOM
Sources des données : Produits numériques Ifremer

Carte 30 : Localisation du banc de maërl « sud Pierre Moine »

Fonds à Ampéliscidés

Deux sous-habitats peuvent être distingués les fonds à *Ampelisca* et les fonds à *Haploops*. Dans le premier ce sont les *Ampelisca*, crustacés amphipodes (Figure 53) qui vivent en colonies par milliers au mètre carré entre 15 et 25 mètres de fond, dans des tubes individuels constitués d'un mélange de mucus et de vase (Figure 53). Plusieurs espèces d'*Ampelisca* peuvent y être inventoriées. Dans les échantillons obtenus sur les deux sites Natura 2000, c'est l'espèce *Ampelisca spinipes* qui a été principalement observées.

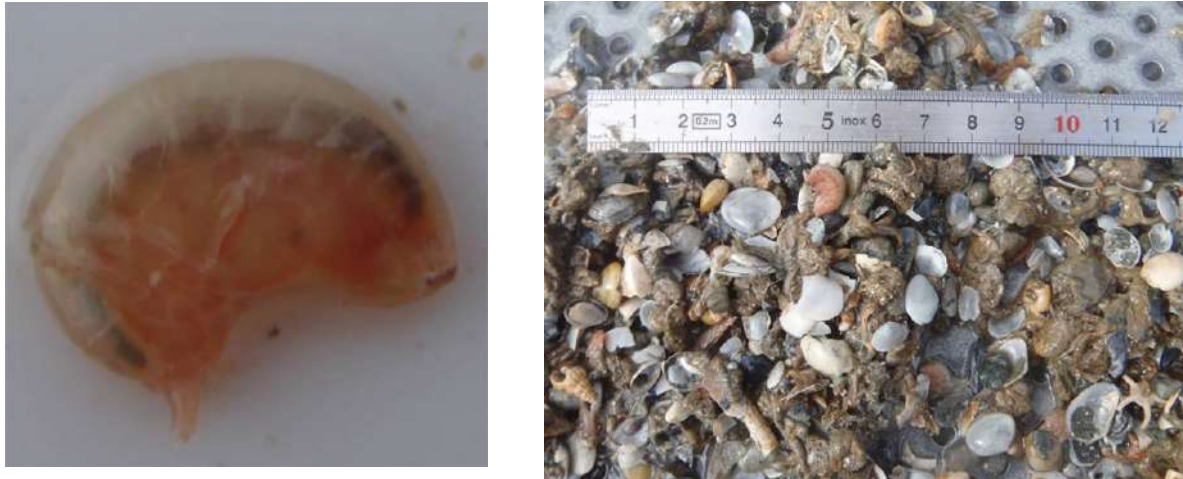


Figure 53 : *Ampelisca spinipes* et tubes d'*Ampelisca* Clichés TBM).

Dans le second, c'est une autre espèce de crustacé amphipode, les *Haploops* qui caractérisent cet habitat (Figure 54). Ces amphipodes vivent également en colonies par milliers au mètre carré dans des tubes individuels constitués d'un mélange de mucus et de vase (Figure 54).

Les codes MNHN pour ces types de peuplement sont P14.01 fons à Haploops et P14.02 fons à *Ampelisca*.

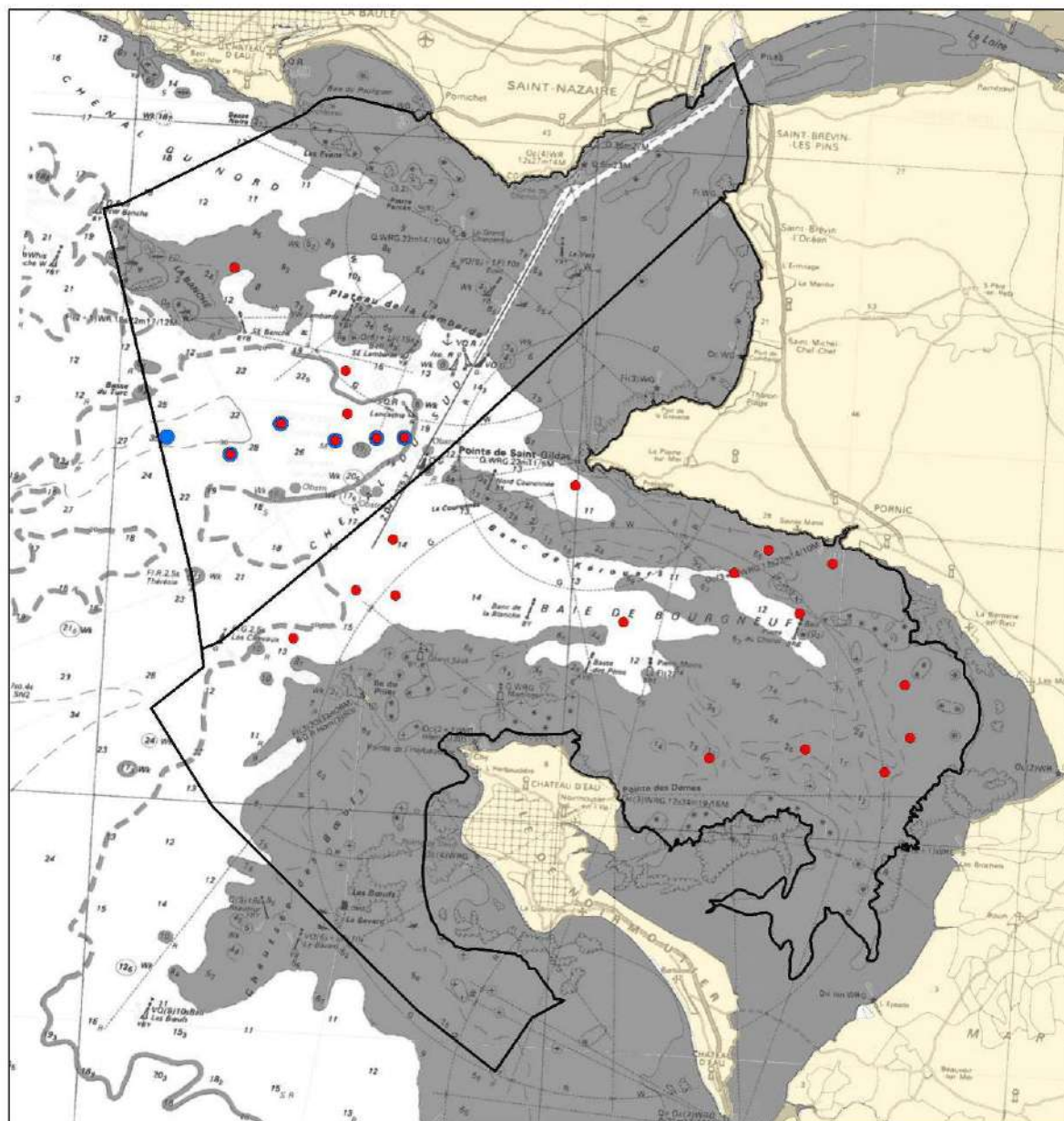
Dans les données anciennes datant de la thèse de Glémarec (1969), aucune observation d'*Haploops* n'a été faite. Hors depuis quelques années, cet habitat est en expansion notamment en Bretagne sud (Rigolet, 2013) ou bien encore sur le site Natura 2000 Plateau du four (TBM, 2012). La carte 31 indique les observations des *Ampelisca spinipes* et des *Haploops*. Une expansion vers l'est est donc observée. Les fonds à *Haploops* sont en train de coloniser les fonds à *Ampelisca*. La carte 32 illustre cette colonisation. Ce phénomène sera à surveiller car en plus d'engendrer des modifications physiques de l'habitat, les *Haploops* vont avoir des conséquences très importantes sur la composition des peuplements et la diversité spécifique (Rigolet, 2013). Des répercussions sur la pêche seront aussi possibles.



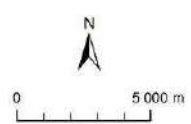
Figure 54 : Haploids et Fonds à Haploids (Clichés TBM et Lincoln, 1979)

LOCALISATION AMPELISCA ET HAPLOOPS

Estuaire de la Loire



- Présence d'*Ampelisca spinipes*
- Présence de *Haploops* spp.
- ▭ Périmètres - Estuaire de la Loire

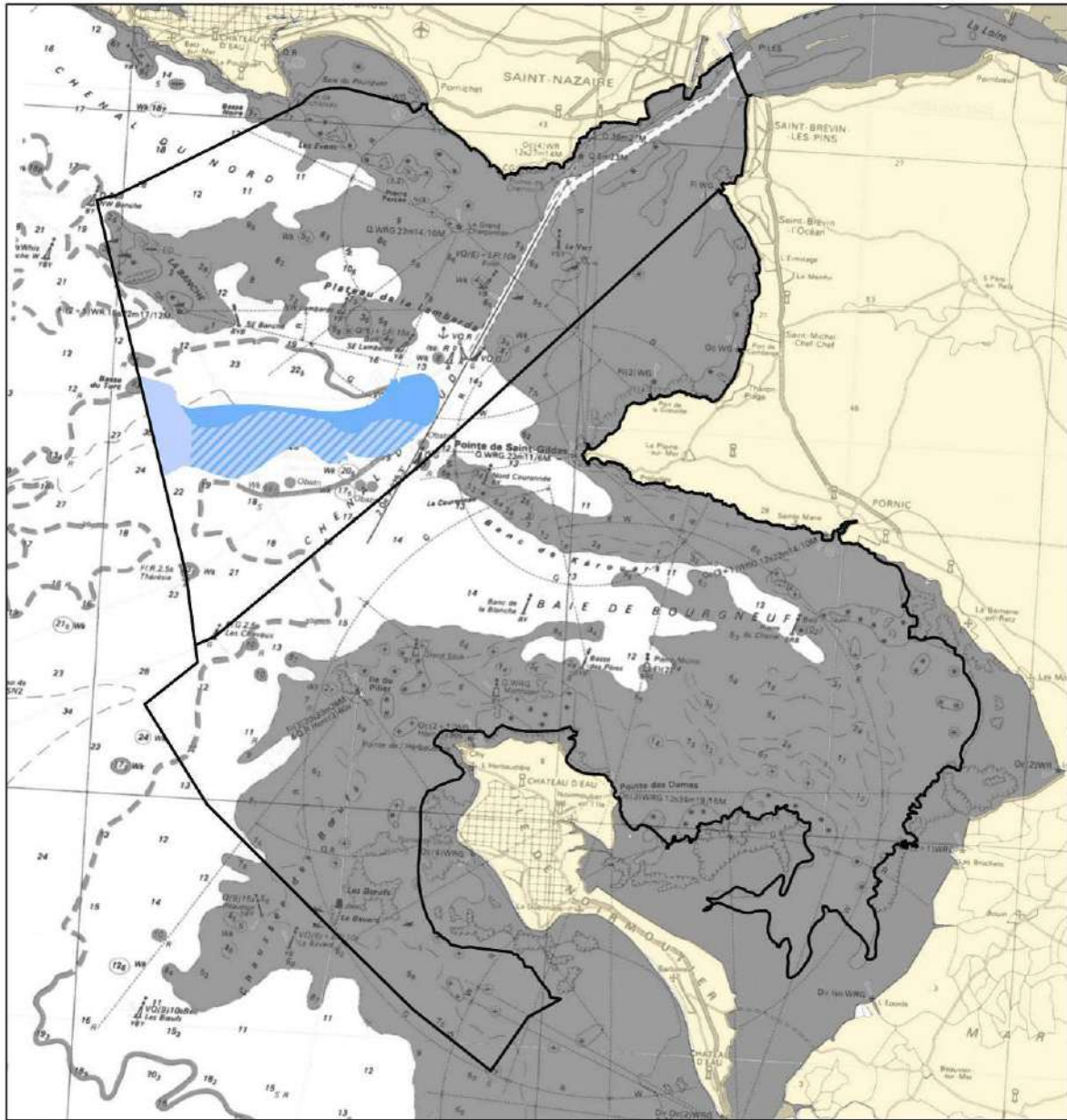


Carte réalisée par IZM, 2013
Support cartographique : Carte nautique SIOGM
Sources des données : DREAL Pays de la Loire

Carte 31 : Localisation des observations d'*Ampelisca spinipes* et *Haploops* spp.

LOCALISATION DES FONDS À AMPELISCA ET HAPLOOPS

Estuaire de la Loire



- P14.01 - Fonds à Haploops
- P14.02- Fonds à Ampelisca
- P14.02 - Fonds à Ampelisca x P14.01 Fonds à Haploops

Périmètres - Estuaire de la Loire



0 5 000 m

Carte réalisée par IFREMER, 2013
Support cartographique : Carte marine SHOM
Sources des données : Produits numériques Ifremer

Carte 32 : Localisation des fonds à *Ampelisca* et à *Haploops*

Sédiments subtidaux dominés par les algues rouges

Un autre habitat particulier est inventorié : ce sont les sédiments subtidaux dominés par les algues rouges. Cet habitat se caractérise par des sédiments subtidaux qui accueillent des communautés d'algues et dans notre cas une variété d'algues rouges. Le développement des algues se fait sur les coquilles mortes et sur des cailloutis. **Le code MNHN pour ce type de peuplement est P18 Sédiments subtidaux dominés par les algues rouges.**

Bancs de crépidules

La présence du gastéropode *Crepidula fornicata* a été observée dans la baie de Bourgneuf. Néanmoins, la majorité des individus échantillonnés à la drague était morte. Quelques jeunes individus ont été échantillonnés à la benne. La présence de cette espèce est associée à des sédiments vaseux (Figure 55). La crépidule, espèce invasive, est une espèce fortement structurante et engendre des modifications de l'habitat originel. Sa présence va par exemple créer un envasement progressif lié à la production de biodépôts. Cette espèce peut coloniser une grande diversité d'habitats comme les bancs de maërl ou les sédiments moyens à grossiers. **Le code MNHN pour ce type de peuplement est P04.01 Banc de crépidules sur**



vase.

Figure 55: Banc de crépidules sur vase

Récifs d'hermelles

Un autre habitat a été observé mais pas dans cette inventaire. En effet, Biolittoral a inventorié un habitat inscrit à la convention OSPAR, les récifs d'hermelles (*Sabellaria spinulosa*). Ce peuplement est très rarement observé. Dernièrement des observations ont été faites sur les sites Natura 2000 de l'île d'Yeu et de l'île de Groix (TBM, 2012). Cet habitat est observé lors de ce marché sous forme de placage sur la roche circalittorale. Il est caractérisé par la présence de la polychète *Sabellaria spinulosa* qui recouvre le substrat (Figure 56). Une riche

faune associée est observée comme des organismes sessiles tels que les bryozoaires *Flustra foliacea* et *Pentapora foliacea*, ou des organismes vagiles comme les galathés (*Galathea intermedia*, *Galathea strigosa*) ou d'autres petits crabes (*Inachus dorsettensis*, *Macropodia rostrata*).

Le code MNHN pour ce type de peuplement est P12.02 Récifs à *Sabellaria spinulosa* sur sédiments hétérogènes.

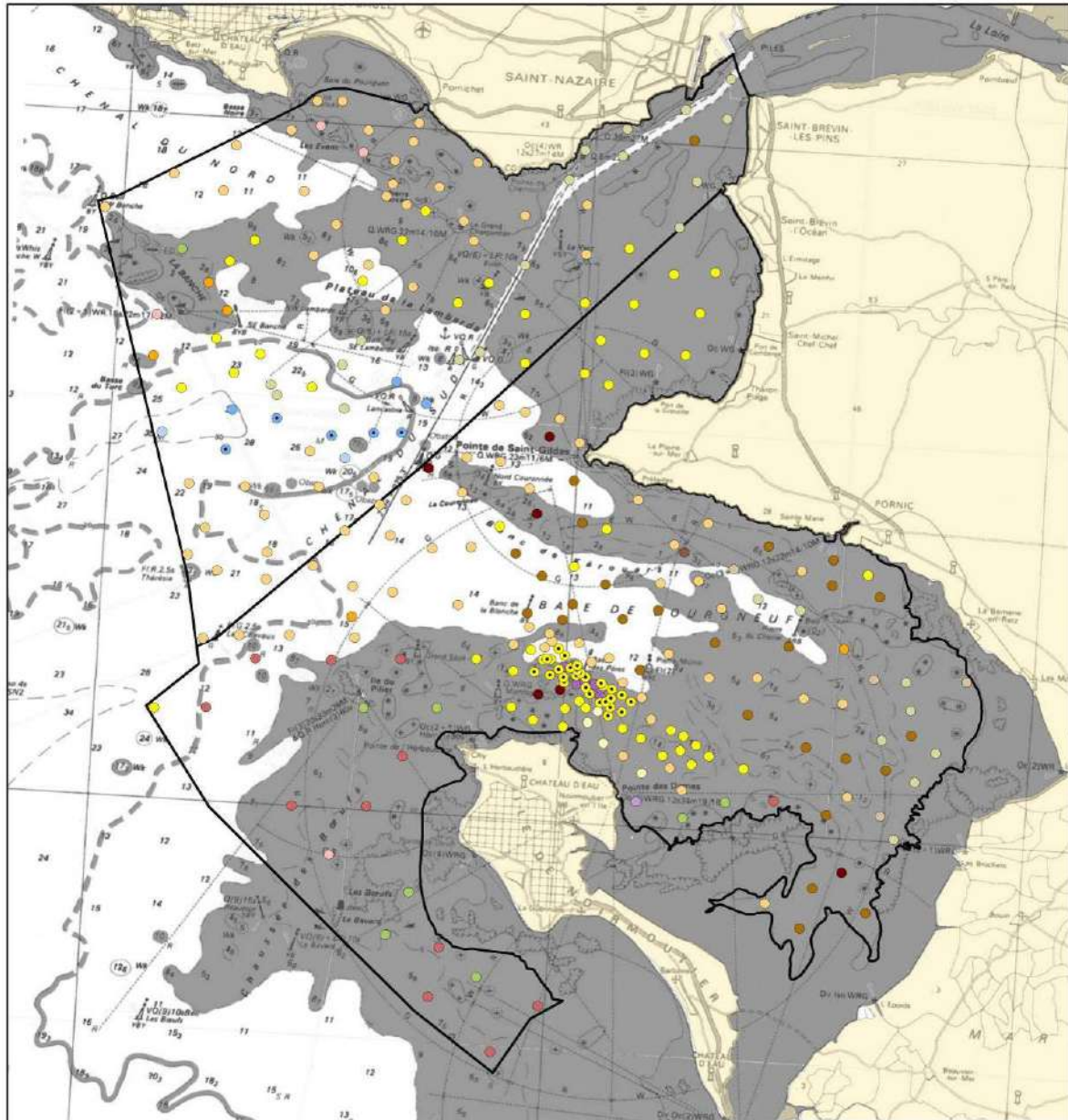


Figure 56 : Hermelles Sabellaria spinulosa. (Clichés TBM).

3.3.2 CARTE D'HABITAT

Sur les sites Natura 2000, la déclinaison des habitats en niveau 2 est toujours. Par contre pour le niveau 3 cela n'est pas toujours le cas. Les cartes 33 à 36 illustre la cartographie des habitats marins inventoriés avec la typologie MNHN (Michez et al., 2013). Ces différentes cartes indiquent les différentes étapes avant l'obtention de la carte globale. La carte 35 représente les données nouvelles acquises dans ce marché dont la fiabilité est comprise entre 90 et 100%. Pour le reste de la carte globale la fiabilité est plus faible et nous avons utilisé pour cette réalisation d'autres sources (Cartes 37 à 40). La carte 41 indique les habitats avec la typologie des cahiers d'habitats EUR 27. De plus, des données du Grand Port Maritime de Nantes Saint Nazaire obtenus sur la zone de clapage de la Lambarde ont également été traduites en habitat. Sur l'ensemble de la zone d'étude, des données cartographiques anciennes étaient disponibles.

HABITATS BENTHIQUES 2012 - 2013 STATIONS ÉCHANTILLONNÉES



Substrats meubles

- M07.01 Cailloutis circalittoraux à épibiose sessile
- M08.01 Sables grossiers et graviers sublittoraux marins
- M09.02 Sables fins propres ou légèrement envasés sublittoraux marins
- M09.01 Sables fins à moyens sublittoraux mobiles marins
- M09.01 x P03.01
- M10.01 Vases sableuses sublittorales marines
- M10.02 Vases fines sublittorales marines
- M11.01 Sédiments hétérogènes plus ou moins envasés sublittoraux

Substrats particuliers

- P03.01 Bancs de maëri sur sédiments propres
- P04.01 Bancs de crépidules sur vases
- P07.01 Bancs de Modiolus modiolus
- P14.02 Fonds à Ampelisca
- P14.02 Fonds à Ampelisca x P14.01 Fonds à Haploops
- P14.01 Fonds à Haploops
- P18 Sédiments subtidiaux dominés par les macroalgues

Substrats rocheux

- R08.05.03 Zones à Laminaires mixtes claisemées
- R08.06.01.01 Ceinture infralittorale à Halidrys siliquosa
- R09.01 Roches et blocs circalittoraux côtiers

Périmètres - Estuaire de la Loire

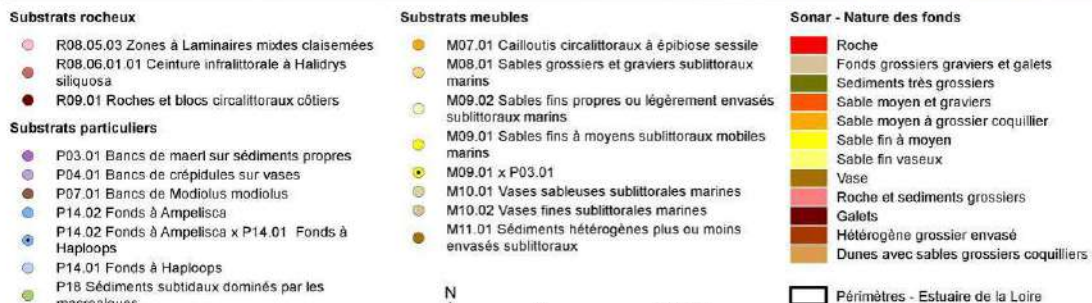
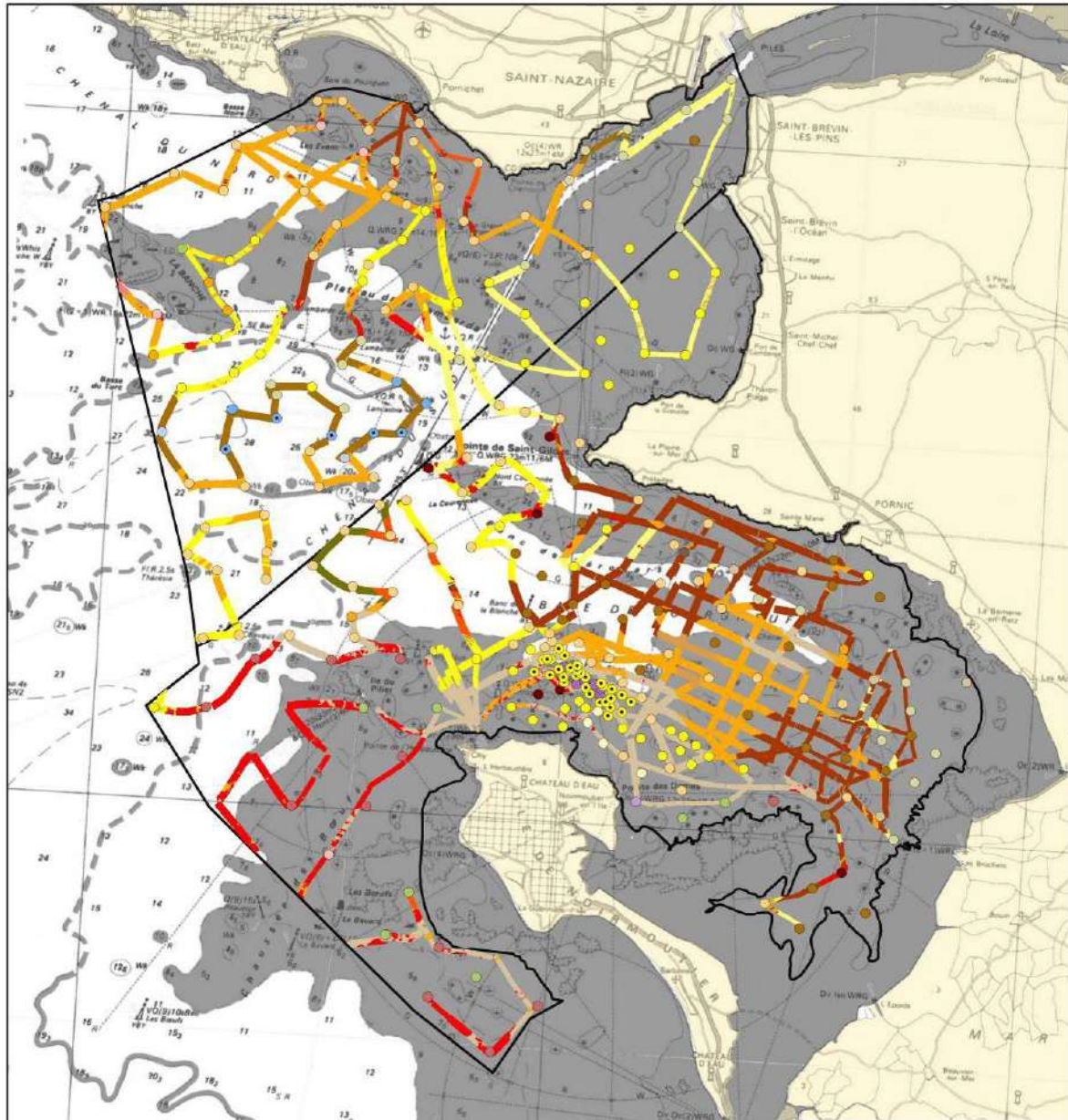


0 5 000 m

Carte réalisée par IFREMER, 2013
Support cartographique : Carte marine SHOM
Sources des données : Produits numériques Ifremer

Carte 33 : Carte des habitats benthiques sur les stations échantillonnées en 2012-2013

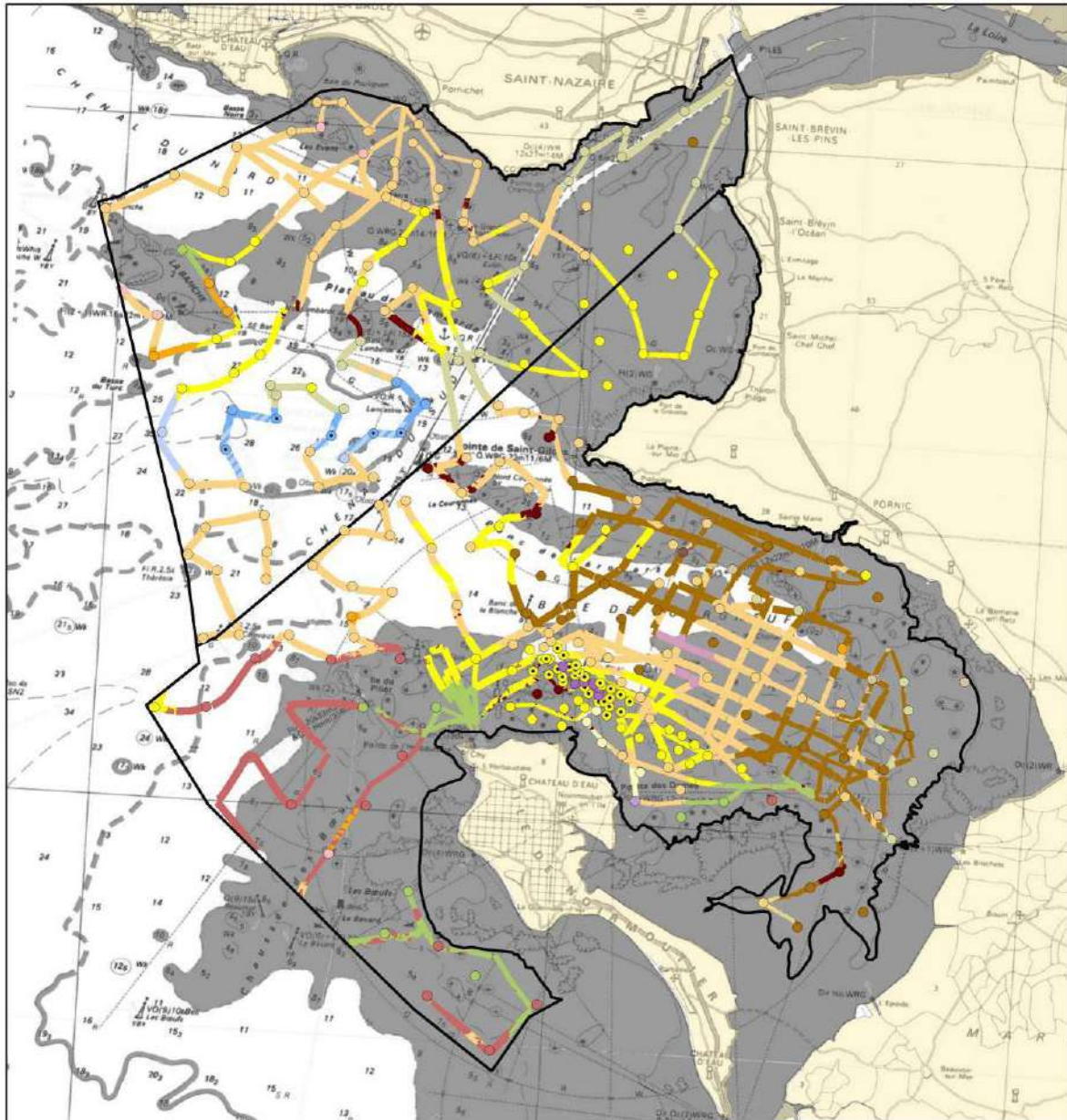
HABITATS BENTHIQUES 2012 - 2013 - STATIONS ÉCHANTILLONNÉES ET NATURE DES FONDS



Carte réalisée par IFREMER, 2013
Support cartographique : Carte marine SHOM
Sources des données : Produits acoustiques Ifremer

Carte 34 : Carte des habitats benthiques sur les stations échantillonnées et la nature des fonds acquis avec le sonar 2012-2013

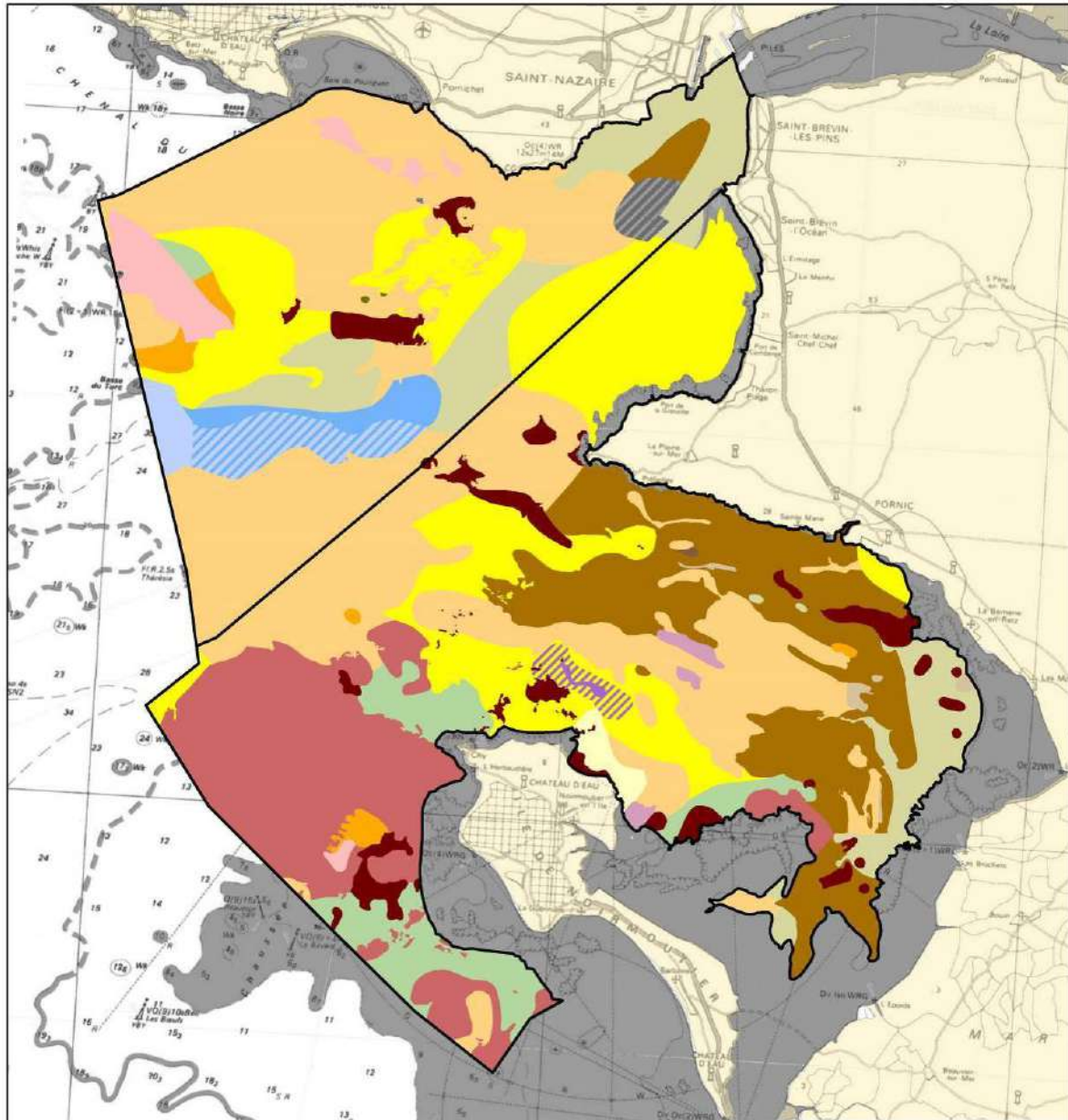
HABITATS BENTHIQUES 2012 - 2013 STATIONS ÉCHANTILLONNÉES ET TRACÉ SONAR



Carte 35 : Carte des habitats benthiques 2013.

HABITATS BENTHIQUES 2012 - 2013

Estuaire de la Loire



Substrats meubles

- M07.01 - Cailloutis circalittoraux à épibiose sessile
- M08.01 - Sables grossiers et graviers sublittoraux marins
- M09.01 - Sables fins à moyens sublittoraux mobiles marins
- M09.01 Sables fins à moyens sublittoraux mobiles marins x P03.01P03.01 Bancs de maerl sur sédiments propres
- M09.02 - Sables fins propres ou légèrement envasés sublittoraux marins
- M10.01 - Vases sableuses sublittorales marines
- M10.02 - Vases fines sublittorales marines
- M11.01 - Sédiments hétérogènes plus ou moins envasés sublittoraux

Substrats particuliers

- P03.01 - Bancs de maerl sur sédiments propres
- P04.01 - Bancs de crépidules sur vases
- P07.01 - Bancs de *Modiolus modiolus*
- P12.02 - Récifs à *Sabellaria spinulosa* sur sédiments hétérogènes
- P14.01 - Fonds à Haploops
- P14.02 - Fonds à *Ampelisca*
- P14.02 - Fonds à *Ampelisca* x P14.01 Fonds à Haploops
- P18 - Sédiments subtidiaux dominés par les macroalgues
- Parc à Bouchot

Substrats rocheux

- R09.01 - Roches et blocs circalittoraux côtiers
- R08.06.01.01 - Ceinture infralittorale à *Halidrys siliquosa*
- R08.05.03 - Zones à Laminaires mixtes claisémées

Périmètres - Estuaire de la Loire



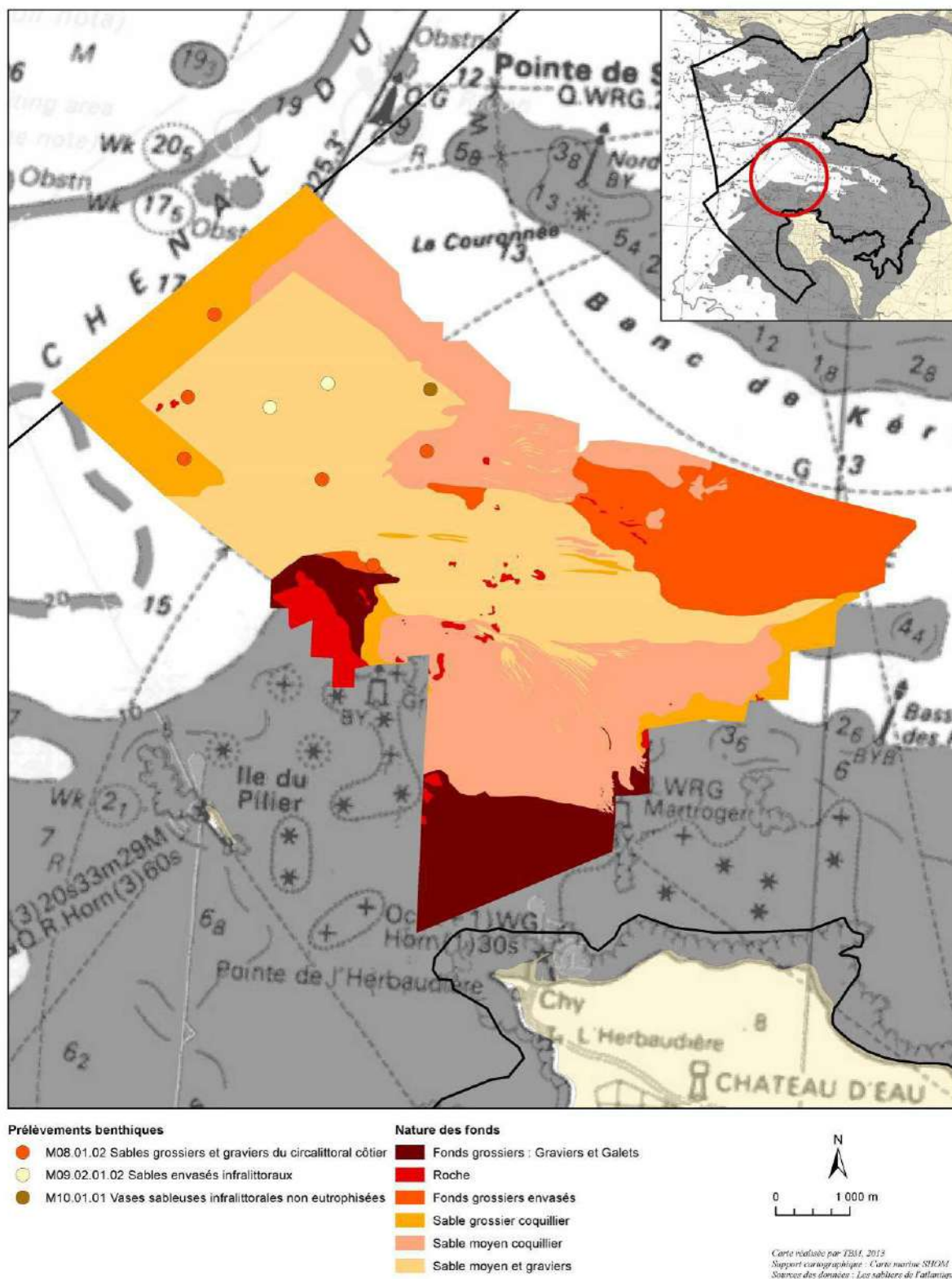
0 5 000 m

Carte réalisée par IFREMER, 2013
Support cartographique : Carte marine SHOM
Sources des données : Produits numériques Ifremer

Carte 36 : Carte des habitats benthiques avec extrapolation (2013)

RÉPARTITION DES FORMATIONS SUPERFICIELLES

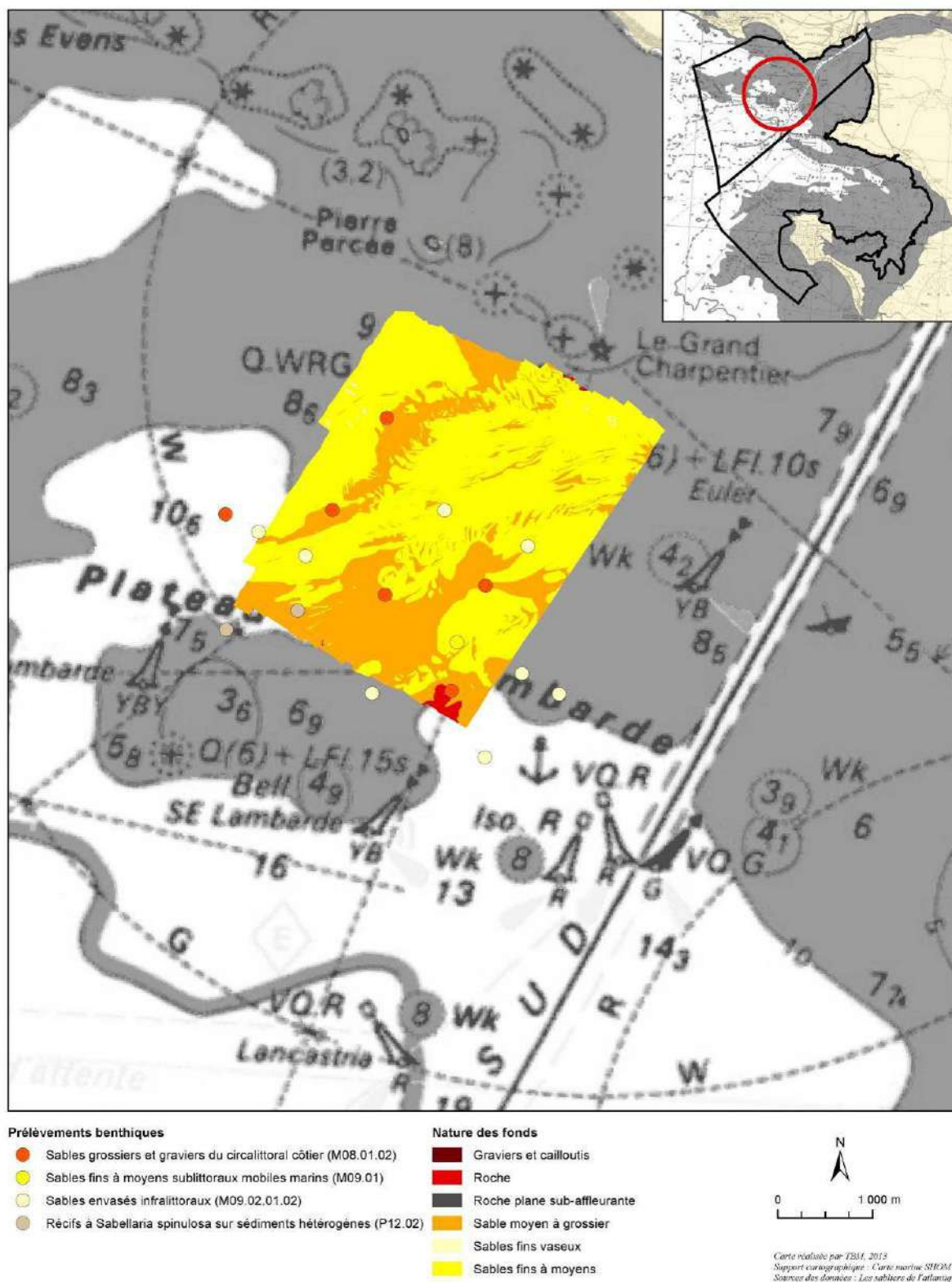
Estuaire de la Loire



Carte 37 : Carte des habitats benthiques sur le site d'extraction du Pilier (Données Sabliers de l'Atlantique)

RÉPARTITION DES FORMATIONS SUPERFICIELLES

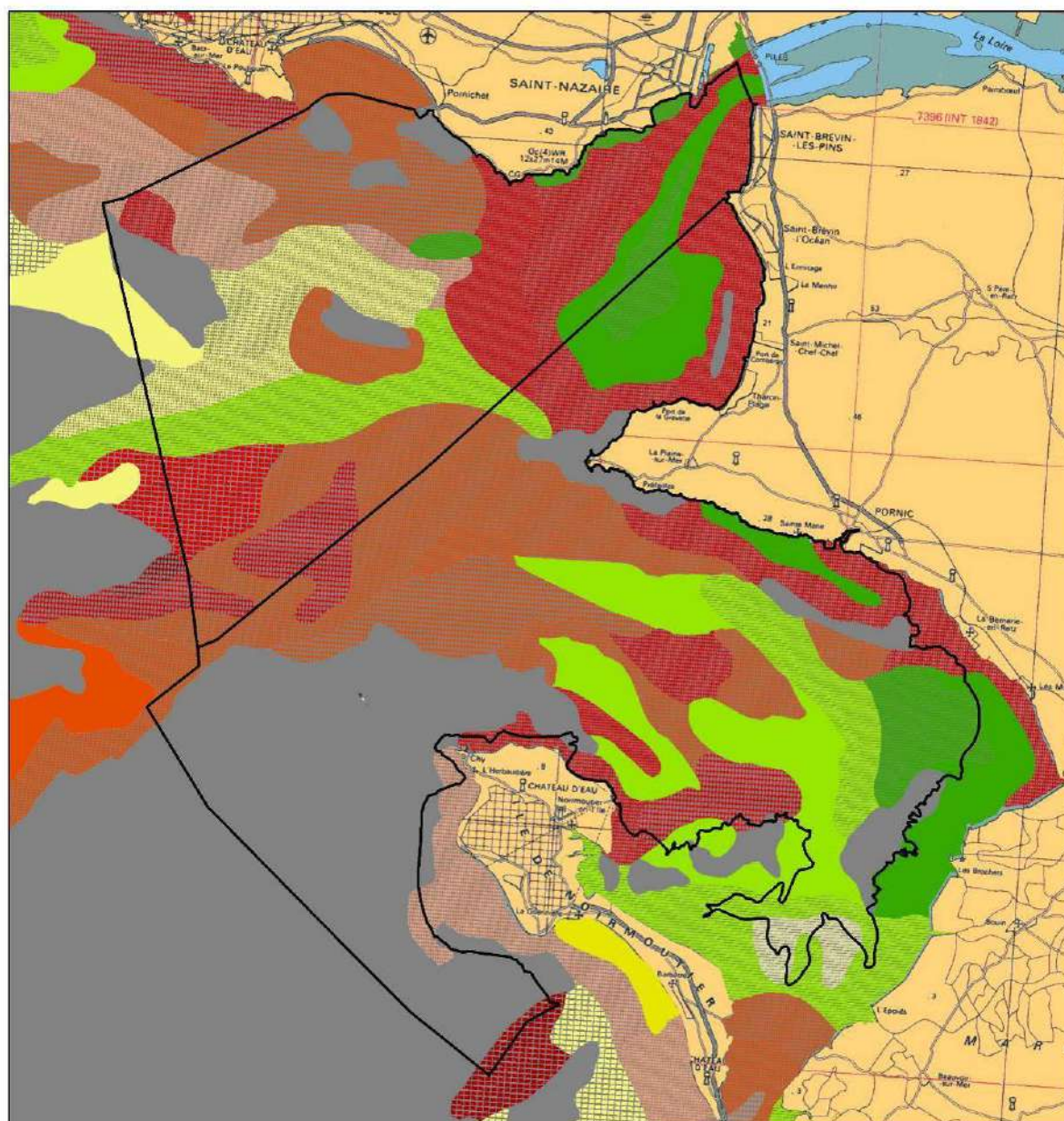
Estuaire de la Loire



Carte 38 : Carte des habitats benthiques sur le site d'extraction du Grand Charpentier (Données Sabliers de l'Atlantique)

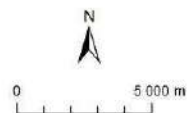
NATURE DES FONDS

Estuaire de la Loire



- | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> Cailloux calcaires ou coquilles Cailloux lithoclastiques non carbonatés Cailloux lithoclastiques peu carbonatés Cailloux litho-bioclásticos (coquilles) Gravier bioclastique Gravier lithoclastique non carbonaté Gravier lithoclastique peu carbonaté Gravier litho-bioclásticos (coquilles) Sable bioclastique calcaireux ou coquiller Sable bioclastique graveleux Sable bioclastique grossier Sable bioclastique fin Sable lithoclastique non carbonaté calcaireux Sable lithoclastique non carbonaté graveleux Sable lithoclastique non carbonaté grossier Sable lithoclastique non carbonaté fin Sable lithoclastique non carbonaté | <ul style="list-style-type: none"> Sable lithoclastique peu carbonaté calcaireux Sable lithoclastique peu carbonaté calcaireux Sable lithoclastique peu carbonaté grossier Sable lithoclastique peu carbonaté fin Sable litho-bioclásticos calcaireux ou coquiller Sable litho-bioclásticos graveleux Sable litho-bioclásticos grossier Sable litho-bioclásticos fin Sable litho-bioclásticos Sédiment (sable) lithoclastique vaseux non carbonaté Vase sableuse non carbonatée (graveleux ou calcaireux) Vase non carbonatée Sédiment (sable) lithoclastique vaseux peu carbonaté Vase sableuse peu carbonatée (graveleux ou calcaireux) Vase peu carbonatée Sédiment (sable) litho-bioclásticos vaseux Marné sableuse (graveleux ou calcaireux ou coquiller) | <ul style="list-style-type: none"> Marne Sédiment (sable) bioclastique vaseux Vase calcaire sableuse (graveleux ou coquiller) Vase calcaire Rocher |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

□ Périmètres - Estuaire de la Loire

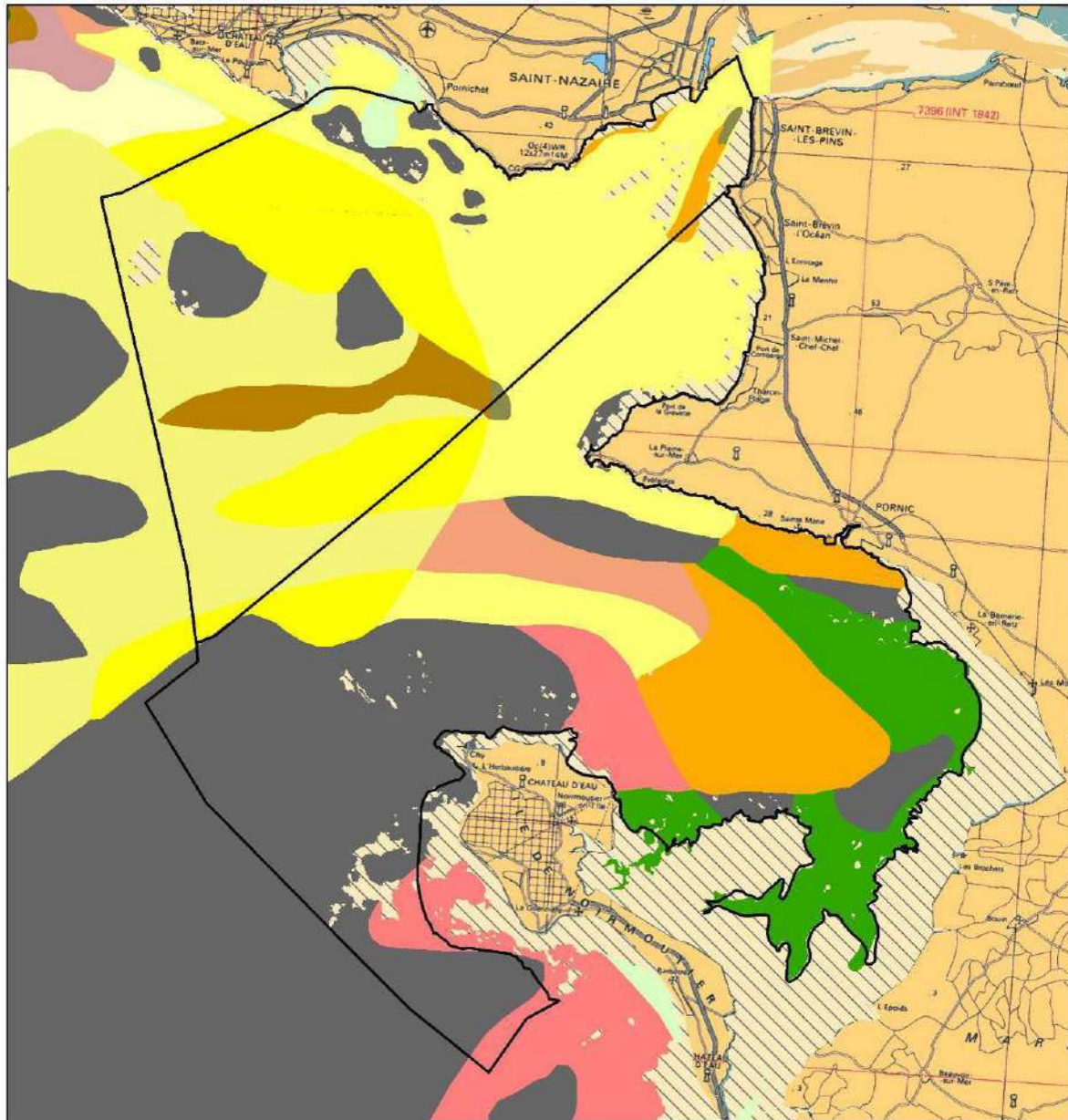


Carte réalisée par IFREMER, 2013
Support cartographique : Carte marine SHOM
Sources des données : Produit bathymétrique Ifremer

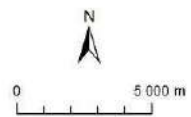
Carte 39 : Carte de nature de fonds (Source Ifremer)

PEUPELEMENTS BENTHIQUES

Estuaire de la Loire



- | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> Roche et autres substrats durs infralittoraux ou circalittoraux (A3 ou A4) Sédiment intertidal (A2) Sédiment et/ou Roche et autres substrats durs intertidaux (A2 x A1) Sédiment intertidal ou subtidal (A2 ou A5) Sédiment subtidal (A5) Gravier propre infralittoral à <i>Dosinia exoleta</i> (A5.12) Gravier envasé infralittoral à <i>Dosinia exoleta</i> et <i>Venus verrucosa</i> (A5.43) Gravier envasé circalittoral côtier à <i>Pista cristata</i> et <i>Timoclea ovata</i> (A5.44) Sable grossier infralittoral à <i>Donax politus</i> et <i>Callista chione</i> (A5.12) Sédiment grossier sablo-graveleux à <i>Clausinella fasciata</i> et <i>Branchiostoma lanceolatum</i> (A5.135) Hétérogène envasé infralittoral à <i>Nucula nucleus</i> (A5.43) | <ul style="list-style-type: none"> Sable fin à moyen mobile infralittoral à faune éparsse à <i>Abra prismatica</i> et <i>opheliidae</i> (A5.231) Sable fin mobile circalittoral à <i>Echinocyamus pusillus</i>, <i>Ophelia borealis</i> et <i>Abra prismatica</i> (A5.251) Sable fin circalittoral à <i>Chamelea striatula</i> et <i>Dosinia lupina</i> (A5.25) Sable fin envasé compact de l'infralittoral à <i>Fabulina fabula</i>, <i>Magelona mirabilis</i>, <i>bivalves vénérédés</i> et <i>amphipodes</i> (A5.242) Vase sableuse infralittorale à <i>Mysella bidentata</i> and <i>Abra</i> spp. (A5.333) Vase sableuse à <i>Maldane glebifex</i> et <i>Clymene modesta</i> (A5.35) Vase infralittorale à <i>Nucula nitidosa</i> et <i>Abra nitida</i> (A5.34) Vase circalittorale à pennatules et mégafaune fousseuse (A5.361) | <ul style="list-style-type: none"> Périmètres - Estuaire de la Loire |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

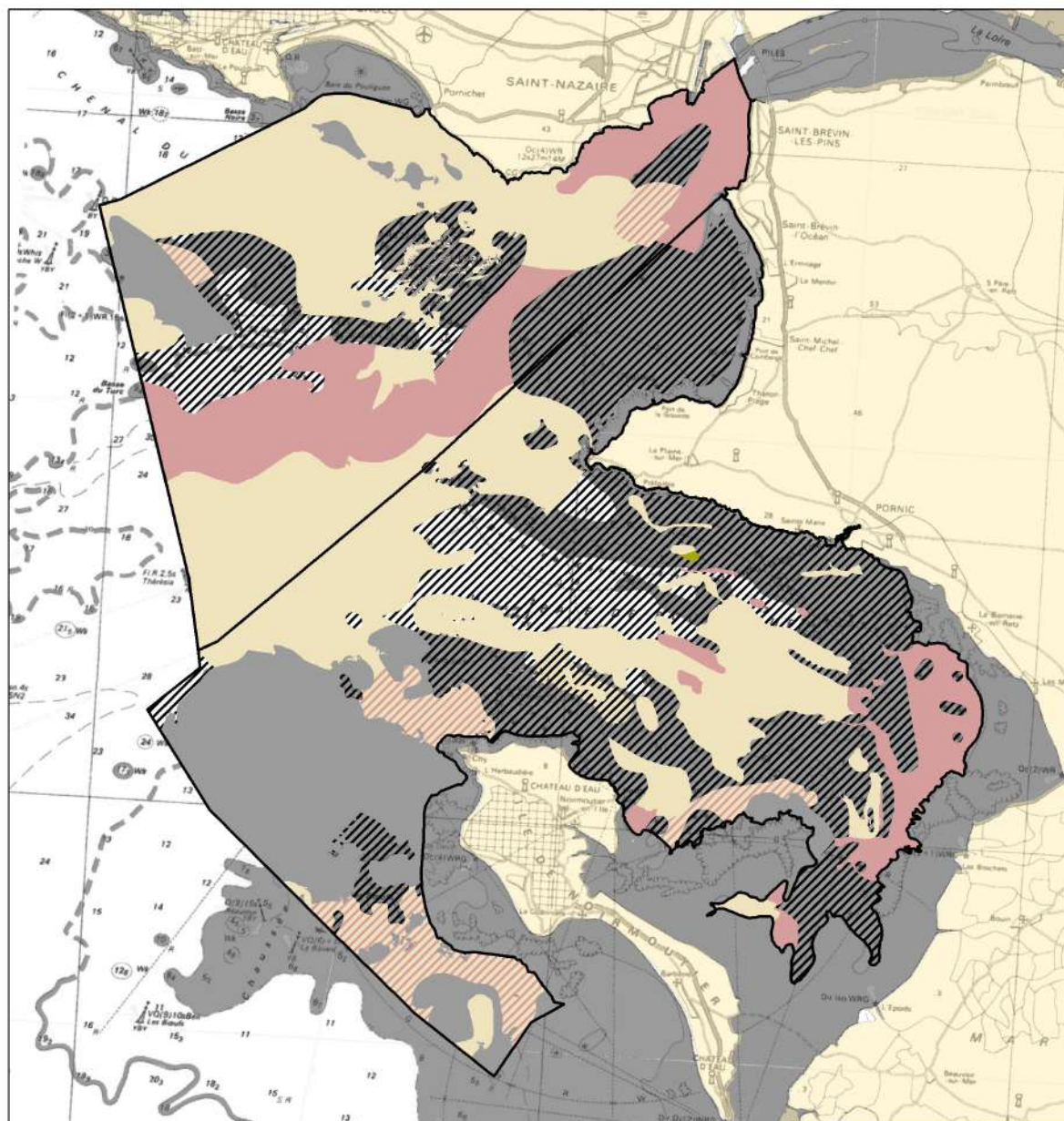


Carte réalisée par EBM, 2013
 Support cartographique : Carte marine SITOR
 Sources des données : Giennec, M., 1976.
 Fond de plan REBENT Ifremer-Université-CNRS, 2002

Carte 40 : Carte biosédimentaire des fonds meubles du plateau continental du Golfe de Gascogne (1976)

HABITATS BENTHIQUES 2012 - 2013

Estuaire de la Loire



TYPOLOGIE EUR27-CH2004

- 1110 : Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine
- 1110/1160 : Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine x Grandes criques et baies peu profondes
- 1140 : Replats boueux ou sableux exondés à marée basse
- 1160 : Grandes criques et baies peu profondes
- 1170 : Récifs
- Non mentionné
- Non mentionné x 1110 : Non mentionné x Bancs de sable à faible couverture permanente d'eau marine

Périmètres - Estuaire de la Loire



0 5 000 m

Carte réalisée par TRM, 2013
Support cartographique : Carte marine SHOM

Carte 41 : Carte des habitats benthiques selon la typologie des cahiers d'habitats EUR 27

Les figures 57 à 60 illustrent la répartition et la bonne diversité des habitats et le tableau 7 indique les surfaces respectives. La figure 57 indique les pourcentages en fonction des trois types d'habitats : meubles, rocheux et particuliers. Les habitats meubles sont largement majoritaires et l'habitat dominant est les sables grossiers et graviers sublittoraux marins (Figure 58). Pour les habitats rocheux représentés par trois habitats sont dominés la ceinture à *Halydris siliquosa*. Enfin, 7 habitats composent les habitats particuliers. Les sédiments subtidaux dominés par les algues rouges et les fonds à Ampéliscidés sont majoritaires.

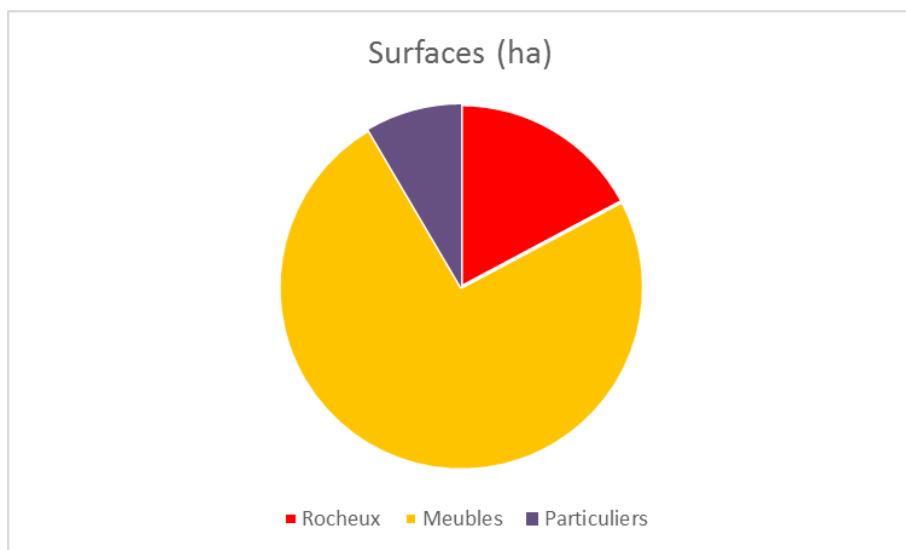


Figure 57 : Répartition des groupes d'habitats en fonction de leur type (meuble, rocheux et particulier)

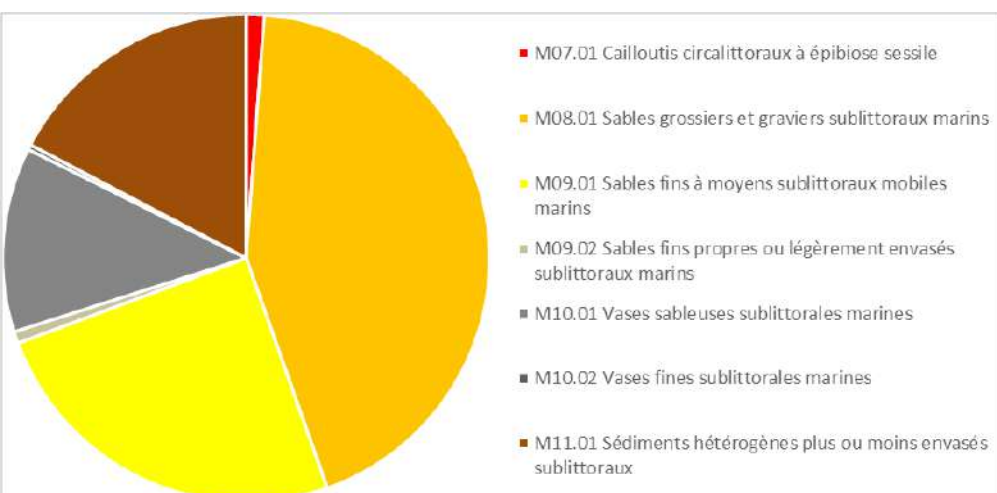


Figure 58 : Répartition des habitats de substrats meubles

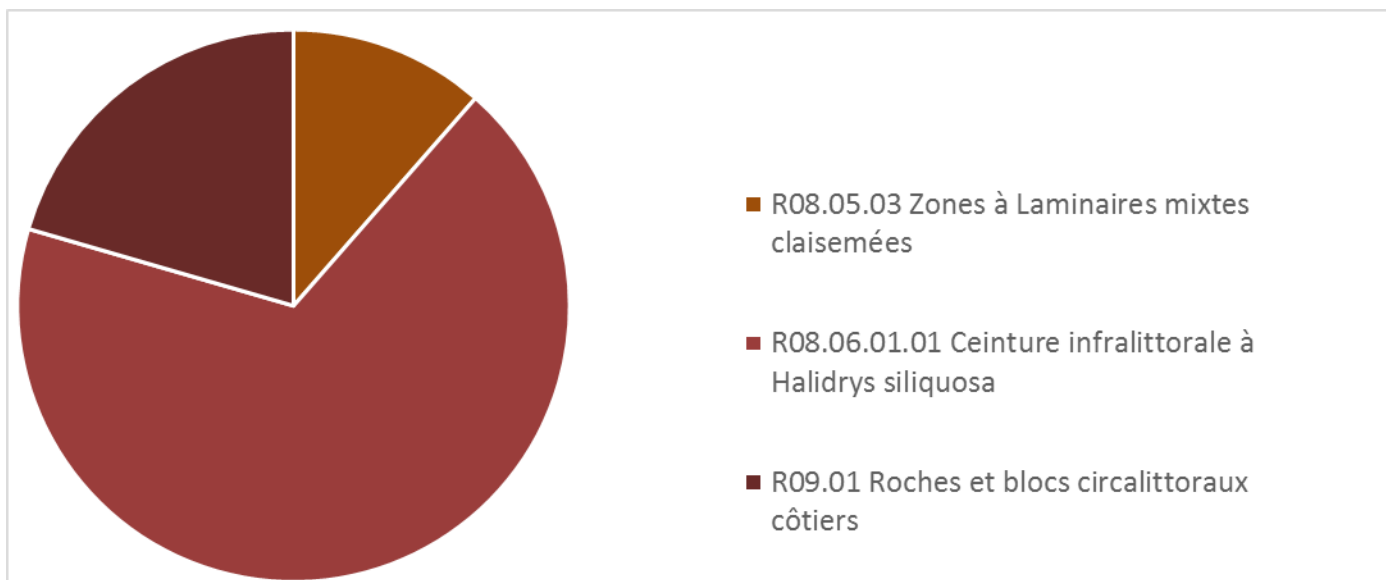


Figure 59 : Répartition des habitats de substrats rocheux

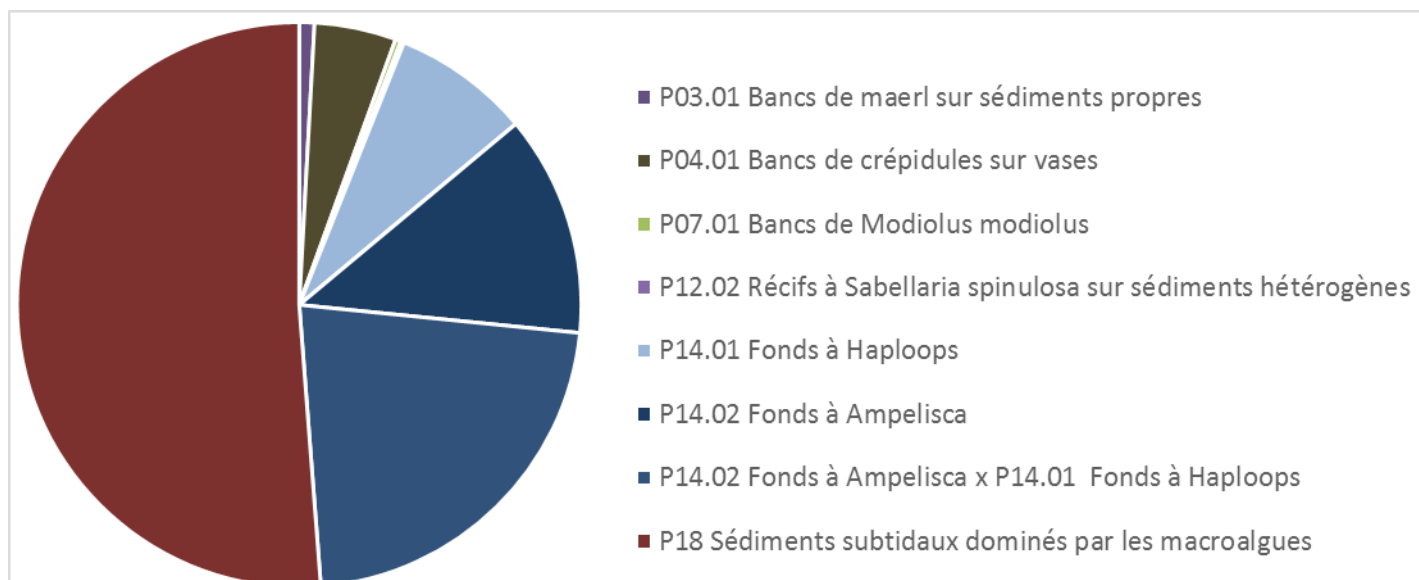


Figure 60 : Répartition des habitats particuliers

Tableau 7: Surfaces (ha) pour les habitats selon la typologie MNHN (Michez et al., 2013)

Habitats	Surface (ha)	Pourcentage
M07.01 Cailloutis circalittoraux à épibiose sessile	694,2	0,9%
M08.01 Sables grossiers et graviers sublittoraux marins	25158,4	31,8%
M09.01 Sables fins à moyens sublittoraux mobiles marins	14339,0	18,1%
M09.01 Sables fins à moyens sublittoraux mobiles marins x P03.01P03.01 Bancs de maerl sur sédiments propres	433,0	0,5%
M09.02 Sables fins propres ou légèrement envasés sublittoraux marins	452,9	0,6%
M10.01 Vases sableuses sublittorales marines	7097,0	9,0%
M10.02 Vases fines sublittorales marines	191,5	0,2%
M11.01 Sédiments hétérogènes plus ou moins envasés sublittoraux	10038,7	12,7%
P03.01 Bancs de maerl sur sédiments propres	58,0	0,1%
P04.01 Bancs de crépidules sur vases	312,6	0,4%
P07.01 Bancs de Modiolus modiolus	21,2	0,0%
P12.02 Récifs à Sabellaria spinulosa sur sédiments hétérogènes	12,4	0,0%
P14.01 Fonds à Haploops	525,3	0,7%
P14.02 Fonds à Ampelisca	843,9	1,1%
P14.02 Fonds à Ampelisca x P14.01 Fonds à Haploops	1479,9	1,9%
P18 Sédiments subtidiaux dominés par les macroalgues	3416,9	4,3%
Parc à Bouchot	465,8	0,6%
R08.05.03 Zones à Laminaires mixtes claisemées	1550,6	2,0%
R08.06.01.01 Ceinture infralittorale à Halidrys siliquosa	9213,2	11,7%
R09.01 Roches et blocs circalittoraux côtiers	2777,0	3,5%
Total	79081,4	

4. Conclusions

Le site d'étude est inclus dans la plateforme continentale nord-Gascogne (Glémarec, 1969) et est situé dans la bande côtière et plus précisément dans la région sud-armoricaine. L'approche cartographique sur les sites Natura 2000 Loire Nord et Loire Sud en combinant des moyens de prospection acoustique, des prélèvements et des observations biologiques pour caractériser les peuplements macrobenthiques montre que le site est très original et une belle diversité d'habitats a été inventoriée. Cette richesse est liée d'une part à des facteurs édaphiques (granulométrie) et d'autre à des facteurs climatiques (température) (Glémarec, 1969). Des habitats au sein desquels des espèces patrimoniales et remarquables sont notamment observées comme les laminaires, les bancs de maerl, les fonds à Ampéliscidés ou les récifs d'hermelles subtidiaux. Ainsi, 525 espèces ont été inventoriées au moyen de la drague Rallier du Baty (194 stations) et 243 espèces avec la benne Smith (14 stations). Une complémentarité des deux méthodes est bien mise en évidence pour l'échantillonnage des substrats meubles. En substrats rocheux, 141 espèces de faune mobile ont été observées (2 stations).

L'ensemble de la zone d'étude est constituée de deux ensembles sédimentaires: les substrats meubles et les substrats rocheux. Néanmoins, le site est dominé par les substrats meubles et les substrats rocheux sont localisés. Une plus grande diversité d'habitat est également observée pour les substrats meubles puisqu'un gradient entre les vases et les galets cailloutis est observé. Les conditions environnementales vont donc constituer le facteur prépondérant sur la répartition des habitats benthiques. Ainsi, le site d'étude va se traduire par des granulométries variées allant des vases aux galets. Les substrats meubles sont dominants mais la présence de substrats rocheux permet d'accroître la diversité algale et animale. Les trois habitats subtidiaux majeurs observés : les **sables grossiers et graviers sublittoraux marins**, les **sables fins à moyens sublittoraux mobiles marins** et les **sédiments hétérogènes plus ou moins envasés sublittoraux**.

La présence de deux habitats OSPAR est à noter : les bancs de maerl et les récifs d'hermelles. Sur le site d'étude, ces habitats représentent 0,1% de la surface du site. Cependant, la détection de l'habitat Récif d'hermelles est très difficile donc sûrement sous-estimé. Cet habitat n'est pas à négliger car il est en très forte régression en Europe, voire quasiment disparu comme en Mer de Wadden (Airoldi et Beck, 2007). Concernant le banc de maerl, une

faible surface est observée mais une richesse spécifique ainsi qu'une abondance importante sont inventoriées. Une nécessité de protection ainsi qu'un suivi est primordiale pour cet habitat car il est un des bancs de maerl les plus sud connus. Ainsi, une attention toute particulière doit être portée sur cet habitat notamment vis-à-vis des activités anthropiques.

L'état de conservation générale du site natura 2000 peut être jugé de bon à très bon (Carte 42) même si avec les données en notre possession et les indices en vigueur il est difficile de se prononcer sur toutes les perturbations. En effet, les indices de qualité du milieu utilisés indiquent pour la majorité des stations un milieu non perturbé vis-à-vis d'un enrichissement en matière organique. Or, sur le site d'étude, d'autres perturbations peuvent être observées : l'extraction des granulats sur deux sites (le pilier et le grand charpentier), le dragage et clapage sur la zone d'immersion de la Lambarde (Figure 61) ou encore la pêche.

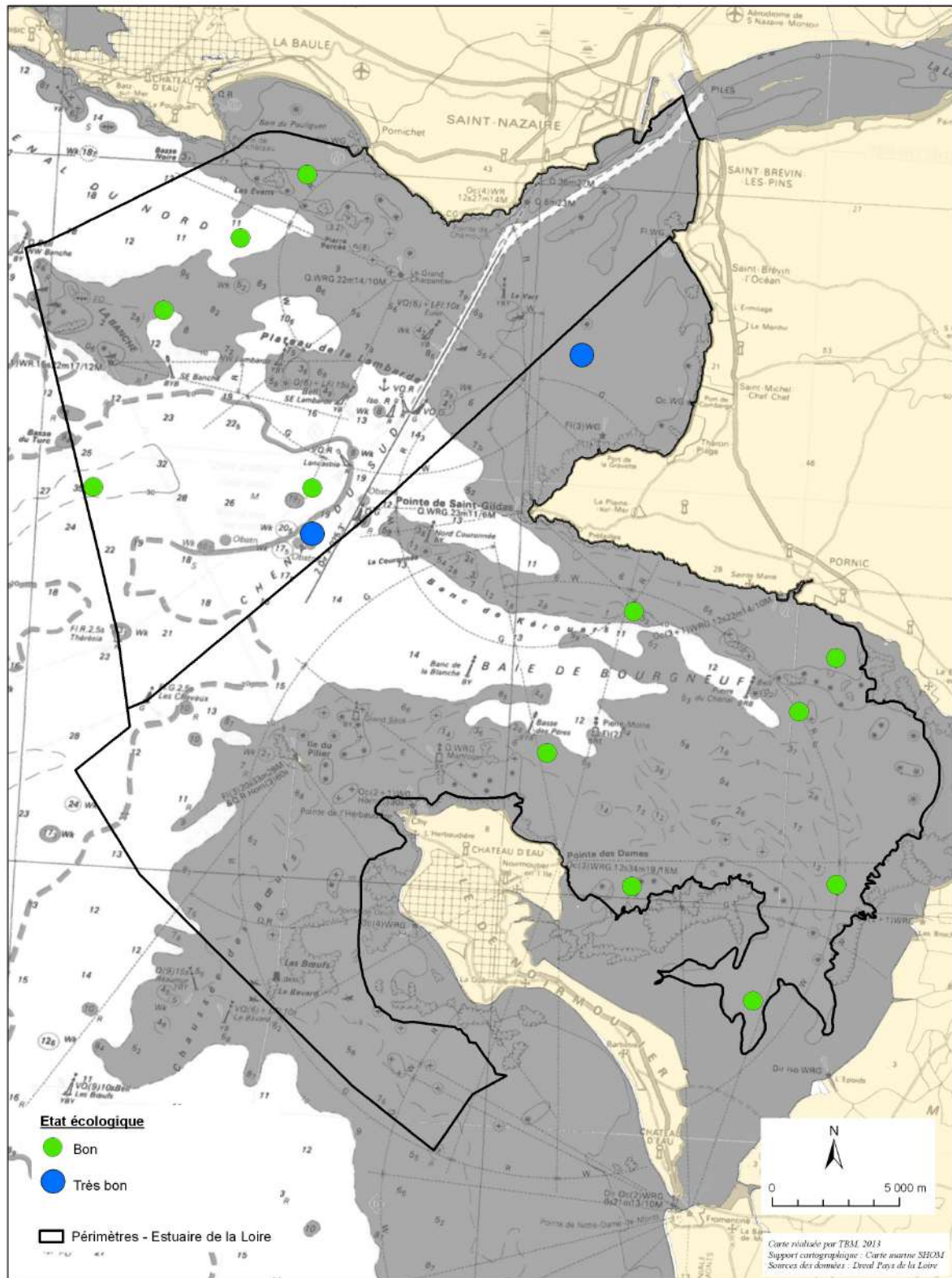
Concernant la zone d'immersion de la Lambarde, des dégradations du milieu sont observées en lien avec un enrichissement en matière organique. En effet, des stations vaseuses presque azoïques sont observées. De plus, la carte 43 indique des indices de clapages (boulette de vase, débris végétaux) que l'on a pu inventorier dans nos échantillons (Figure 62). Ceci illustre l'influence des clapages sur une surface importante.

De plus la présence du mollusque gastéropode invasif *Crepidula fornicata* est observée mais beaucoup d'individus morts sont inventoriés. La présence de cette espèce va modifier la répartition des habitats. Cette espèce, répandue de la Mer du Nord à la Méditerranée (Blanchard, 1995) entraîne une homogénéisation des fonds, même si elle tend à régresser, comme nous l'avons observé. Une surveillance semble vraiment indispensable pour cet habitat car le développement rapide de cette espèce entraîne la création d'un type d'habitat particulier. Une autre colonisation et expansion est à surveiller : les Haploops (Carte 32, page 97). En effet, si la dynamique actuelle se poursuit, il est primordial de suivre son développement et apprécier les modifications engendrées sur les habitats et la biodiversité.

Concernant les habitats rocheux, les résultats de 2011 (Biolittoral, 2011) indiquent différents états écologiques (EQR : Ecological Quality Ratio). Les deux sites du plateau de la Banche ont des états écologiques de bon à très bon. Le site du Pilier est également qualifié en très bon état écologique. En revanche, le site situé à Saint-Gildas est classé en état moyen. La répartition des habitats rocheux va être principalement en lien avec la turbidité liée au débit de la Loire (pluviométrie et activités anthropiques). Ainsi, la présence et les limites en profondeurs des laminaires est plus importantes plus on s'éloigne de l'estuaire de la Loire (ELV, 2011). Les crues vont aussi avoir des répercussions sur la répartition des habitats.

ETAT ÉCOLOGIQUE DES STATIONS QUANTITATIVES

Estuaire de la Loire



Carte 42 : Etat écologique vis-à-vis d'un enrichissement en matière organique (AMBI)



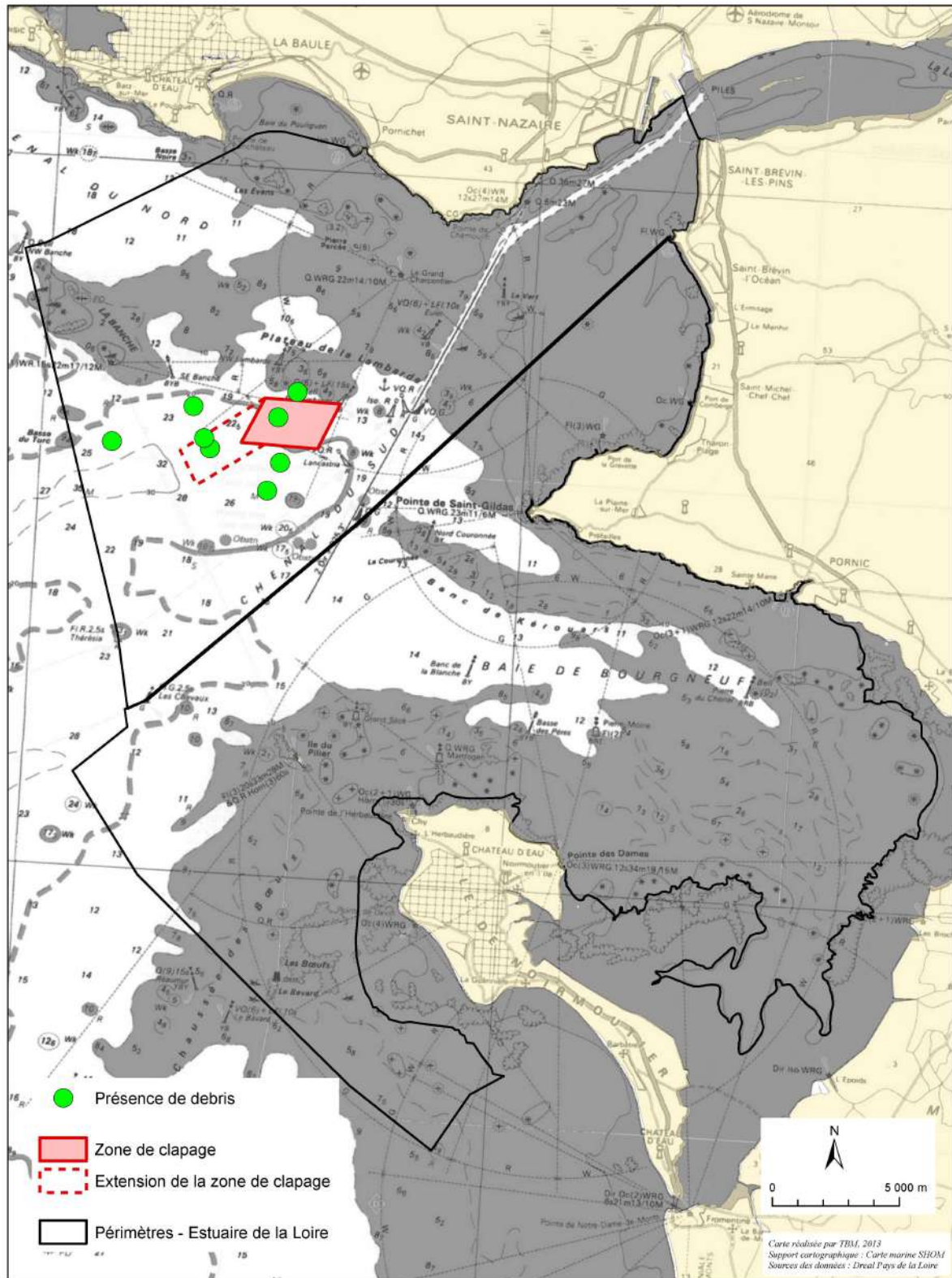
Figure 61 : Extracteur, drageuse



Figure 62 : Indices de clapage (débris végétaux et pectinaires)

INFLUENCE DE LA ZONE D'IMMERSION

Estuaire de la Loire



Carte 43 : Localisation des indices de clapage

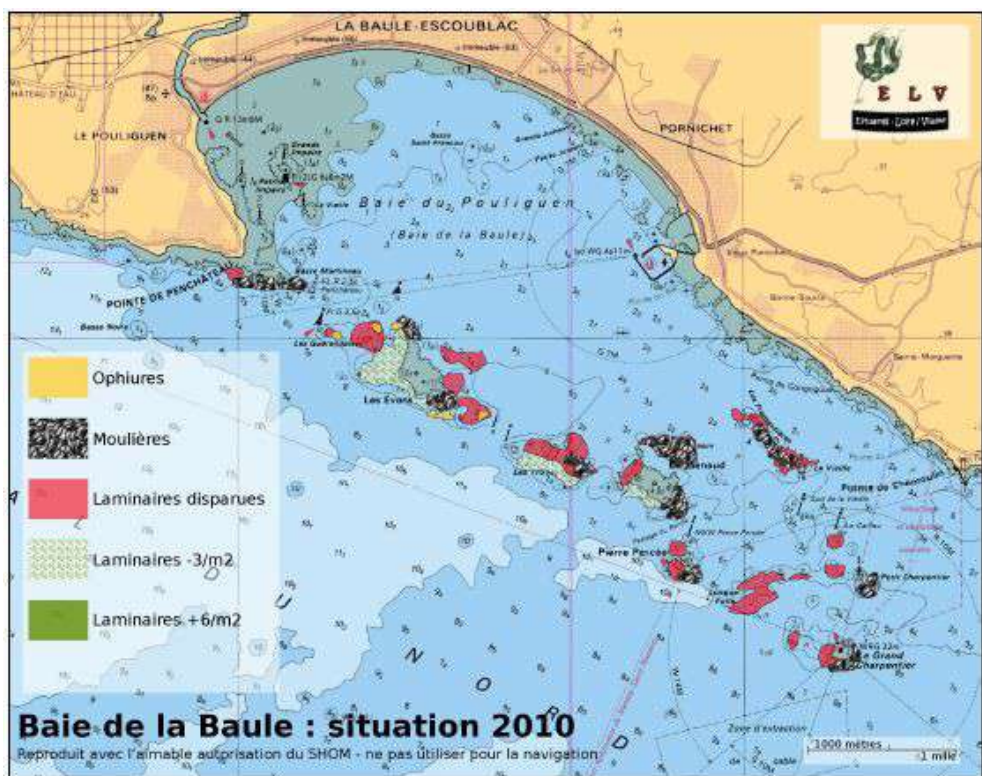
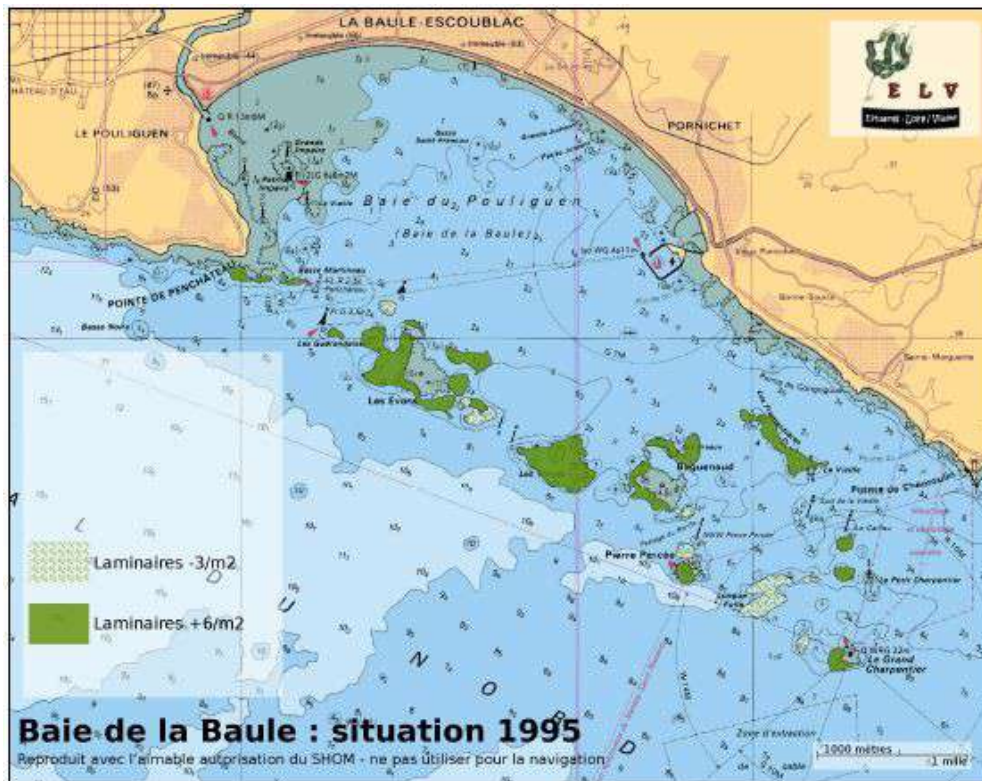


Figure 63 : Evolution des habitats rocheux dans la baie de la Baule entre 1995 et 2010 (Données ELV)

Sur certains secteurs comme la baie de la Baule, ELV a mis en évidence entre 1995 et 2010 des disparitions d'algues au profit de moulières (Figure 63). Des variations interannuelles fortes peuvent donc être observées. De plus, les régimes de vent vont avoir une influence sur le panache turbide. Concernant l'influence des extractions elle est jugée de faible (ELV, 2011). En revanche, les répercussions de la zone de clapage sont qualifiées de potentiellement impactant (ELV, 2011).

Dans l'état actuel des connaissances, les informations en notre possession permettent de statuer que l'état écologique est bon. Néanmoins, l'influence de l'estuaire de la Loire et de certaines activités anthropiques sont à surveiller. De plus, l'évolution de certains habitats est également à suivre comme le banc de maerl et l'extension des haploops. Pour les habitats rocheux, les récoltes d'algues quand elles existent sont à prendre en compte dans le cadre d'une gestion adaptée. Les champs de laminaires ont un rôle majeur dans la structure et le fonctionnement des écosystèmes et sont donc à préserver et à étudier.

5. Bibliographie

Bajjouk, T., Derrien, S., Gentil, F., Hily, C., Grall, J., 2010. Typologie d'habitats marins benthiques : analyses de l'existant et propositions pour la cartographie. Habitats côtiers de la région Bretagne-Note de synthèse n°2, Habitats du circalittoral. IFREMER. 39 pp.

Bajjouk, T., 2009. Cahier des charges pour la cartographie d'habitats des sites Natura 2000 littoraux. Guide méthodologique. IFREMER. 115 pp.

Borja, A., Franco, J., Perez, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. Marine Pollution Bulletin 40: 1100-1114.

Cabioch, L., 1968.. Contribution à la connaissance des peuplements benthiques de la Manche Occidentale. Université Pierre & Marie Curie, Paris.

CAHIERS D'HABITATS NATURA 2000 – 2004.- *Habitats côtiers*. La Documentation française. 399 pp.

Chassé, C., Glémarec, M., 1976. Principes généraux de la classification des fonds pour la cartographie biosédimentaire. J. Rech. Océanogr, 1:1-12.

Clarke, K.R., Warwick, R.M., 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, UK.

Costello, M. J., Emblow, C., White, R., 2001. European Register of Marine Species. A checklist of the marine species in Europe and a bibliography of guides of their identification, 463 pp.

Commission Européenne, 1999.- Manuel d'interprétation des habitats de l'Union Européenne. EUR15/2. 132 pp.

Davies, C.E., Moss, D., Hill, M.O., 2004. EUNIS Habitat Classification Revised 2004. Report to the European Topic Centre on Nature Protection and Biodiversity, Paris for European Environment Agency, Copenhagen. October 2004. 307 pp. (<http://eunis.eea.eu.int/habitats.jsp>).

European Commission, 2007a.- Interpretation manual of European Union Habitats. EUR 27.144 pp.

European Commission, 2007b.- Guidelines for the establishment of the Natura 2000 network in the marine environment. Application of the Habitats and Birds Directives. 112 pp.

EUSeaMap 2010.- Preparatory action for development and assessment of a European broad scale seabed habitat map. EC Contract MARE/2008/07 (JNCC Eds). 223 pp.

Folk, R.L., Ward, W.C., 1957. Brazos River Bar: A study in the significance of grain size parameters. Journal of Sedimentary and Petrology 27: 3-26.
Gentil 1976

Gentil, F., 1976. Distribution des peuplements benthiques en baie de Seine. Thèse de Doctorat, Université de Paris VI, Paris.

Glémarec, M., 2003. Les indices biotiques en milieu sédimentaire. *In Bioévaluation de la qualité environnementale des sédiments portuaires et des zones d'immersion*. Alzieu C. (coord.) Editions Ifremer : pp. 31-50

Glémarec, M., 1969. Les peuplements benthiques du plateau continental Nord-Gascogne. Thèse de doctorat d'État, Sciences Naturelles, Faculté des sciences de Paris, Brest, 167 pp.

Grall, J., Coïc, N., 2006. Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier. Editions Ifremer.

Grall, J., Glémarec, M., 2003. L'indice d'évaluation de l'endofaune côtière I2EC. *In Bioévaluation de la qualité environnementale des sédiments portuaires et des zones d'immersion* Alzieu C. (coord.). Editions Ifremer : pp. 51-86.

Grall, J., Glémarec, M., 1997. Using biotic indices to estimate macrobenthic community perturbations in the bay of Brest. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 44(Supplement A), 43-53.

Gray, J. S., McIntyre, A. D., Stirn, J., 1992. Manuel des méthodes de recherche sur l'environnement aquatique. Onzième partie. Evaluation biologique de la pollution marine, eu égard en particulier au benthos. *FAO Document technique sur les pêches*, N° 324, 53.

Guillaumont, B., Bajjouk, T., Rollet, C., Hily, C. et Gentil, F., 2008. Typologie d'habitats marins benthiques : analyse de l'existant et propositions pour la cartographie (habitats côtiers de la région Bretagne) – Note de synthèse, Projets Rebent-Bretagne et Natura-Bretagne. IFREMER.

ICES, 2006.- Report of the Working Group on Marine Habitat Mapping (WGMHM), 4–7 April, 2006, Galway, Ireland, ICES CM 2006/MHC:05, Ref. FTC, ACE 136 pp.

Michez et al., Typologie des habitats marins benthiques français de Manche, de Mer du Nord et d'Atlantique. Version 1. Rapport SPN 2013-9, MNHN, Paris, 32 pages.

Pearson, T., Rosenberg, R., 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*, 16: 229-311.

OSPAR, 2008.- List of threatened and/or declining species and habitats (2008). Reference number OSPAR 2008-07.

PROJET Mapping European Seabed Habitats (MESH), 2008.– Guide de cartographie des habitats marins. IFREMER.

Retière, C., 1979. Contribution à la connaissance des peuplements benthiques du Golfe Normanno-Breton. Thèse d'état, Université de Rennes, Rennes.

Trigui, R.J., 2009. Influence des facteurs environnementaux et anthropiques sur la structure et le fonctionnement des peuplements benthiques du Golfe Normano-Breton. Thèse de doctorat d'Océanologie Biologique, Muséum National d'Histoire Naturelle.

Typologie EUNIS version 102004 (European Environment Agency), 2004. 310 pp.

Typologie EUNIS version 2008.

Liste des figures

Figure 1: Tzigane 2.....	6
Figure 2: Antenne GPS et récepteur radio positionnés à l'aplomb du sondeur.....	6
Figure 3: Sonar latéral CMAX.(Cliché Hocer).....	7
Figure 4: Instrumentation à bord. (Cliché Hocer).....	7
Figure 5 : Caméra sous-marine. (Cliché TBM).....	8
Figure 6 : Drague Rallier du Baty (Cliché TBM) et schéma descriptif de son mécanisme de fonctionnement (Trigui, 2009).....	8
Figure 7 : Table de tri (Cliché TBM).....	9
Figure 8: Benne Smith Mc-Intyre et benne Hamon (Cliché TBM).....	10
Figure 9 : Protocole entrepris sur chaque station.....	12
Figure 10 : Quadrat, suceuse et transect.....	13
Figure 11 : Principe de mise en œuvre du sonar à balayage latéral (Pluquet, 2006).....	15
Figure 12 : Colonne de tamis (Cliché TBM).....	21
Figure 13 : Echantillons granulométriques à l'étuve (Cliché TBM).....	21
Figure 14 : Réplicats pour la Matière Organique (Cliché TBM).....	23
Figure 15 : Modèle des indices biotiques (groupes écologiques notés en chiffres romains) (D'après Grall et Coïc, 2006).....	25
Figure 16. Sonogramme montrant une zone de roche à la morphologie massive (Grand Chapentier)	32
Figure 17 : Sonogramme montrant la morphologie plane des roches en bordure du plateau de la Banche.....	33
Figure 18 : Sonogramme montrant un pointement rocheux isolé en Baie de Bourgneuf	33
Figure 19 : Extrait de sonogramme montrant la présence de sédiments grossiers ridé.....	34
Figure 20 : Extrait de sonogramme montrant la présence de dunes hydrauliques en Baie de Bourgneuf.....	35
Figure 21. Extrait de sonogramme montrant la présence d'une dune isolée de type barkhane en Baie de Bourgneuf.....	35
Figure 22 : extrait de sonogramme montrant la présence de rubans de sables grossiers sur un fond de sables moyens.....	36
Figure 23 : extrait de sonogramme illustrant le faciès hétérogène envasé en Baie de Bourgneuf	37
Figure 24 : extrait de sonogramme montrant la présence possible de maërl sur le secteur du bois de la Chaise (Noirmoutier).....	38
Figure 25 : extrait de sonogramme montrant la présence de crépidules à l'EST du bois de la Chaise (Noirmoutier).....	38

Figure 26 : extrait de sonogramme montrant la présence de traces de dragage sur la concession du Pilier.....	39
Figure 27 : extrait de sonogramme montrant la présence de traces d'engins de pêche sur le fond en Baie de Bourgneuf.....	39
Figure 28 : extrait de sonogramme montrant l'épave du Lancastria.....	40
Figure 29 : Représentation graphique des stations échantillonnées selon le diagramme de Sheppard réalisé sur la base de trois systèmes de coordonnées granulométriques : les graviers (> 2mm), les sables (0,063 – 2 mm) et les vases (< 0,063 mm). En noir = les vases sableuses, en jaune = les sables fins à moyens, en Orange = les sédiments grossiers et en rouge = les sédiments hétérogènes, selon les correspondances EUNIS Niveau 1.....	41
Figure 30 : Exemples de sédiments observés (de gauche à droite et de haut en bas : galets et cailloutis, sédiments grossiers, sables fins à moyens et vases).....	42
Figure 31 : Richesse spécifique moyenne et Abondance moyenne (nb d'individus par m ²)....	55
Figure 32 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance.....	59
Figure 33: Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique. 59	
Figure 34 : CAH sur les abondances transformées en log (x + 1).....	62
Figure 35 : Groupes écologiques.....	63
Figure 36 : Recouvrement dans les quadrats de 0.1 m ²	66
Figure 37 : Richesse et abondance moyenne pour la faune vagile dans les quadrats (0,1 m ²). 67	
Figure 38 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance.....	70
Figure 39: Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique. 70	
Figure 40 : Nombre de pieds moyen de <i>Laminaria hyperborea</i> dans les trois transects de 20 mètres.....	73
Figure 40 : Nombre d'individus moyen appartenant aux échinodermes dénombré dans les transects de 20 mètres.....	74
Figure 41 : Pourcentage des différentes espèces d'échinodermes dénombré dans les transects de 20 mètres.....	74
Figure 42 : Laminaires denses	78
Figure 43 : Laminaires clairsemées.....	79
Figure 44: Habitat Ceinture infralittorale à <i>Halidrys siliquosa</i> sur Groix (Clichés TBM-LEMAR).....	80
Figure 45 : Roches et blocs circalittoraux côtiers.....	81
Figure 46 : Cailloutis circalittoraux à épibiose sessile et M07.01 Cailloutis circalittoraux à épibiose sessile et <i>Ophiothrix fragilis</i>	82
Figure 47 : Sables grossiers et graviers du circalittoraux côtiers.....	83
Figure 48 : Sables fins à moyens sublittoraux mobiles marins.....	84

Figure 49: <i>Angulus fabula</i> et <i>Magelona mirabilis</i>	85
Figure 50 : Présence, maerl en mosaïque avec du sédiment et banc de maerl.....	87
Figure 51 : Pourcentage de maerl en forte et faible quantité.....	88
Figure 52 : Richesse spécifique et abondance moyenne sur des stations de maerl en 2009 (Données Biolittoral) et 2013.....	88
Figure 53 : <i>Ampelisca spinipes</i> et tubes d' <i>Ampelisca</i> Clichés TBM).....	93
Figure 54 : Haploops et Fonds à Haploops (Clichés TBM et Lincoln, 1979).....	94
Figure 55: Banc de crépidules sur vase.....	97
Figure 56 : Hermelles <i>Sabellaria spinulosa</i> .(Clichés TBM).....	98
Figure 57 : Répartition des groupes d'habitats en fonction de leur type (meuble, rocheux et particulier).....	109
Figure 58 : Répartition des habitats de substrats meubles.....	109
Figure 59 : Répartition des habitats de substrats rocheux.....	110
Figure 60 : Répartition des habitats particuliers.....	110
Figure 61 : Extracteur, drageuse.....	115
Figure 62 : Indices de clapage (débris végétaux et pectinaires).....	115
Figure 63 : Evolution des habitats rocheux dans la baie de la Baule entre 1995 et 2010 (Données ELV).....	117

Liste des tableaux

Tableau 1 : Pourcentage des différents groupes écologiques définissant les indices de valeur paire et l'état de santé du milieu.(Grall, 2003 in Alzieu, 2003).....	26
Tableau 2: Valeurs d'AMBI et état des communautés benthiques (selon Borja et al, 2000)..	26
Tableau 3: AMBI et état écologique.....	64
Tableau 4 : Correspondance et intitulé des habitats subtidaux rocheux pour les habitats génériques de la directive « Habitats » selon l'interprétation EUR27, pour la typologie MNHN (Michez et al., 2013).....	76
Tableau 5 : Correspondance et intitulé des habitats subtidaux meubles et les habitats particuliers pour les habitats génériques de la directive « Habitats » selon l'interprétation EUR27 et pour la typologie MNHN (Michez et al., 2013).....	77
Tableau 6 : Evolution de la surface du banc de maerl entre 1968 et 2013 (1968, données Vanney, 2009, données Biolittoral pour la DCE).....	87
Tableau 7: Surfaces (ha) pour les habitats selon la typologie MNHN (Michez et al., 2013). 111	

Liste des cartes

Carte 1 : Localisation de la zone d'étude.....	5
Carte 2 : Plan d'échantillonnage.....	16
Carte 3 : Plan d'échantillonnage inventaires semi-quantitatifs (drague Rallier du Baty).	17
Carte 4 : Plan d'échantillonnage inventaires vidéos sous-marines.....	18
Carte 5 : Localisation des prélèvements à la benne Smith Mc Intyre.....	19
Carte 6 : Localisation des stations rocheuses.....	20
Carte 7 : Mosaïque de réflectivité sur les sites Loire Nord et Loire Sud.....	30
Carte 8 : Répartition des formations superficielles sur les sites Loire Nord et Loire Sud.....	31
Carte 9 : Carte des fractions sédimentaires.....	43
Carte 10 : Teneurs moyennes en matière organique.	44
Carte 11 : Carte des abondances pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty sur les mailles de 10 et 5 mm.	46
Carte 12 : Carte des richesses spécifiques pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty sur les mailles de 10 et 5 mm.....	47
Carte 13 : Carte des abondances pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty sur les mailles de 10, 5 et 2 mm.....	48
Carte 14 : Carte des richesses spécifiques pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty sur les mailles de 10, 5 et 2 mm.....	49
Carte 15 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty sur les mailles de 10 et 5 mm.....	51
Carte 17 : Proportions des différents groupes zoologique en termes de richesse spécifique pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty pour les mailles de 10 et 5 mm.....	53
Carte 18 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique pour les prélèvements à la drague Rallier du Baty pour les mailles de 10, 5 et 2 mm.....	54
Carte 19 : Richesse moyenne pour les prélèvements à la benne Smith Mc Intyre.....	57
Carte 20 : Abondance moyenne pour les prélèvements à la benne Smith Mc Intyre.....	58
Carte 21 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance pour les prélèvements à la benne Smith Mc Intyre.....	60
Carte 22 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique pour les prélèvements à la benne Smith Mc Intyre.....	61
Carte 23 : Groupes écologiques des prélèvements à la benne Smith Mc Intyre.....	65
Carte 24 : Abondance moyenne pour les prélèvements à la suceuse.....	68
Carte 25 : Richesse spécifique moyenne pour les prélèvements à la suceuse.....	69
Carte 26 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes d'abondance pour les prélèvements à la suceuse.....	71

Carte 27 : Proportions des différents groupes zoologiques en termes de richesse spécifique pour les prélèvements à la suceuse.....	72
Carte 28 : Plan d'échantillonnage « prospection maerl ».....	90
Carte 29 : Présence de maerl.....	91
Carte 30 : Localisation du banc de maerl « sud Pierre Moine ».....	92
Carte 31 : Localisation des observations d'Ampelisca spinipes et Haploops spp.....	95
Carte 32 : Localisation des fonds à Ampelisca et à Haploops.....	96
Carte 33 : Carte des habitats benthiques sur les stations échantillonnées en 2012-2013.....	100
Carte 34 : Carte des habitats benthiques sur les stations échantillonnées et la nature des fonds acquis avec le sonar 2012-2013.....	101
Carte 35 : Carte des habitats benthiques 2013.....	102
Carte 36 : Carte des habitats benthiques avec extrapolation (2013).....	103
Carte 37 : Carte des habitats benthiques sur le site d'extraction du Pilier (Données Sabliers de l'Atlantique).....	104
Carte 38 : Carte des habitats benthiques sur le site d'extraction du Grand Charpentier (Données Sabliers de l'Atlantique).....	105
Carte 39 : Carte de nature de fonds (Source Ifremer).....	106
Carte 40 : Carte biosédimentaire des fonds meubles du plateau continental du Golfe de Gascogne (1976).....	107
Carte 41 : Carte des habitats benthiques selon la typologie des cahiers d'habitats EUR 27. .	108
Carte 42 : Etat écologique vis-à-vis d'un enrichissement en matière organique (AMBI).....	114
Carte 43 : Localisation des indices de clapage.....	116

11.3 - Inventaire 2019 de la faune benthique dans l'estuaire de la Loire, Bio-Littoral, 2020

Inventaire des peuplements benthiques sur les zones de dragage et sur le site d'immersion de la Lambarde

2019



Rapport final

2020



BIO-LITTORAL

Écologie en environnements marin et estuarien
Siret 479 506 404 000 17

Siège social

3 place du Patureau
44 240 La Chapelle sur Erdre

Tel : 09 82 43 12 85

Laboratoires

2, rue du Château de l'Eraudière
Immeuble Le Nevada CS 80693
44 306 Nantes Cedex 3

E-mail : al.barille@bio-littoral.fr





Titre :	
Inventaire des peuplements benthiques sur les zones de dragage et sur le site d'immersion de la Lambarde et son voisinage en 2019.	
Marché : 19045	Commande : 215321
Auteurs principaux : A.L. Barillé, A. Cocaud;	Organisme Bio-Littoral 
Collaborateurs : M. Delemarre ; N. Truhaus ; N. Harin ; T. Boudou; E. Trigodet	Organisme Bio-Littoral 
Résumé :	
<p>Le Port de Nantes Saint-Nazaire (PNSN) réalise des dragages d'entretien du chenal de la Loire, dans le but de garantir un accès sécurisé aux navires. La majeure partie des sédiments dragués en estuaire de Loire est immergée sur le site de la Lambarde situé à 20km au large de Saint Nazaire.</p> <p>Afin d'évaluer les incidences des opérations de dragage et d'immersion sur l'environnement, des inventaires de la faune benthique sont réalisés depuis 2004. Les derniers en date ont été réalisés en octobre 2019, dans l'estuaire de la Loire (23 stations, 82 espèces sur les 10 980 organismes récoltés) et sur la zone d'immersion comprenant son extension validée dans l'arrêté d'avril 2013, ainsi que sur les secteurs susceptibles d'être impactés par les immersions tels que définis dans les suivis antérieurs (31 stations, 362 espèces identifiées sur les 41 841 organismes récoltés). En 2015, la crue de mars avait certainement emporté une partie de la faune benthique du chenal ce qui explique que l'on n'ait récolté 10 fois moins d'organismes et seulement 55 espèces. La faible hydraulité de 2017 et 2019, explique les très fortes densités rencontrées dans le chenal. Les fortes abondances de faune rencontrées sur la Lambarde en 2017 et 2019 sont liées au développement des crustacés tubicoles (<i>Haploops</i> et <i>Ampelisca</i>).</p> <p>Une analyse des différents suivis antérieurs a mis en exergue une différence de protocole jusqu'en 2013 qui rend difficile l'interprétation de l'évolution de la faune benthique entre 2004 et 2013. Les suivis de 2013, 2015, 2017 et 2019, sont identiques et permettent de suivre une évolution à court terme des peuplements benthiques pour influence anthropique (dragage en Loire et immersion en mer).</p> <p>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 et 2019 dans le secteur de Paimboeuf pourraient être liées au ruisseau de l'Aomondière. Une tendance vers une granulométrie plus grosse est observée sur les sédiments du chenal.</p> <p>Concernant le secteur de la Lambarde, les grands habitats marins situés autour de la concession sont encore semblables à ceux décrits par Glémarec en 1969. Les suivis montrent cependant l'expansion des peuplements très denses de crustacés tubicoles (<i>Haploops</i> et <i>Ampelisca</i>) vers la côte, modifiant durablement les habitats et leur fonctionnalité écologique. Cette expansion ne semble pas liée à l'activité d'immersion.</p> <p>Les immersions ont un fort impact très localisé (généralement sur la station proche de la zone de dépôt où la faune est très réduite) et un impact moins important sur les stations dans un rayon de 1km tout autour avec une faune moins dense et une dominance du vers opportuniste <i>Lagis korenis</i>. Cette espèce se développe fortement dans un axe nord-ouest à partir de la zone de dépôt semblant indiquer l'impact du transport des particules fines par les houles dominantes.</p> <p>Le retour du peuplement initial à <i>Spisula solida</i>, sur l'ancienne zone d'immersion qui a retrouvé un sédiment de sable grossier est de nouveau observé en 2019 comme en 2015, mais ce peuplement reste instable (forte diminution en 2017). On ne peut donc pas encore parler de réelle résilience.</p>	
Mots-Clefs :	
Inventaire, Chenal Loire, Zone d'immersion, Invertébrés benthiques, Dragages, Clapage.	

Table des matières

I	CONTEXTE DE L'ETUDE	6
II	OBJECTIFS DE L'ETUDE.....	7
III	MATERIELS ET METHODES.....	8
III.1	Stratégie d'échantillonnage	8
III.2	Protocole 2019	12
III.2.1	Dates des prélèvements	12
III.2.2	Technique de prélèvement	12
III.2.3	Analyse des échantillons de faune benthique.....	14
III.2.4	Analyse sédimentaire en laboratoire	16
III.2.5	Evolution des protocoles d'échantillonnage de 2004 à 2019	18
IV	PARAMETRES EXTERNES	22
IV.1	Volumes clapés et zones d'immersion de la Lambarde.	22
IV.2	Influence des paramètres environnementaux	24
IV.2.1	Influence du débit de la Loire.....	24
IV.2.2	Influence de la marée et des vents	25
V	RESULTATS DES ANALYSES SEDIMENTAIRES	26
V.1	Analyse granulométrique	26
V.1.1	Chenal de la Loire	27
V.1.2	Secteur Lambarde.....	30
V.2	Teneur en matière organique	36
V.2.1	Chenal de la Loire	36
V.2.2	Secteur Lambarde.....	37
V.3	Synthèse de l'analyse sédimentaire	37
VI	RESULTATS FAUNISTIQUE.....	38
VI.1	Chenal de la Loire	38
VI.1.1	Synthèse globale.....	38
VI.1.2	Richesse spécifique.....	39
VI.1.3	Evolution de la richesse spécifique entre 2015 et 2019.....	41
VI.1.4	Densité d'organismes	42
VI.1.5	Evolution des densités d'organismes entre 2015 et 2019	43
VI.1.6	Biomasse d'organismes	46
VI.2	Secteur de la Lambarde.....	47
VI.2.1	Synthèse globale.....	47
VI.2.2	Richesse spécifique.....	47
VI.2.3	Densité faunistique.....	51



VI.2.4	Espèces caractéristiques du secteur de la Lambarde.....	54
VI.2.5	Biomasse de la faune benthique	70
VI.2.6	Synthèse de l'évolution de la faune benthique sur le secteur de la Lambarde	70
VI.3	Structure des peuplements benthiques.....	72
VI.3.1	Résultat sur le chenal de l'estuaire de la Loire.....	72
VI.3.2	Résultat sur la Lambarde.....	74
VI.4	Indices de qualité biologiques sur le secteur de la Lambarde	76
VI.4.1	M-Ambi.....	77
VII	CONCLUSIONS	80
VIII	ANNEXES	87
	Annexe 1 : Analyses sédimentaires.....	87
	Annexe 2 : Faune Lambarde 2019.....	89
	Annexe 3 : Résultats de la procédure SIMPER pour le calcul des espèces discriminantes en 2019.....	97

I Contexte de l'étude

Avec 32,5 millions de tonnes en 2018, Nantes Saint-Nazaire est le premier port de la façade atlantique française. Les navires fréquentant ses terminaux utilisent un chenal de navigation long de 69 km depuis la zone d'attente jusqu'à Nantes (Figure 1). Le Port de Nantes Saint-Nazaire (PNSN) réalise des dragages d'entretien du chenal de la Loire, des zones d'évitage et des souilles qui lui sont adjacentes dans le but de garantir un accès sécurisé aux navires. La majeure partie des sédiments dragués en estuaire de Loire est immergée sur le site de la Lambarde.

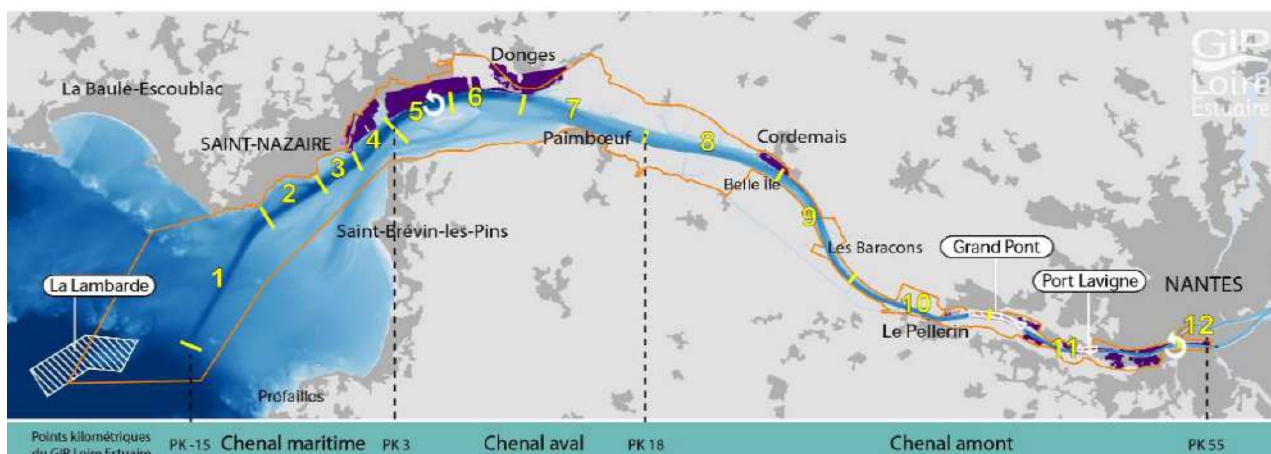


Figure 1 : Localisation des principaux sites portuaires (zones en violet) et des sections du chenal (source GIP Loire-Estuaire).

La zone d'immersion de la Lambarde, d'une surface de 1000 ha, est située à une vingtaine de kilomètres du port de Saint-Nazaire.

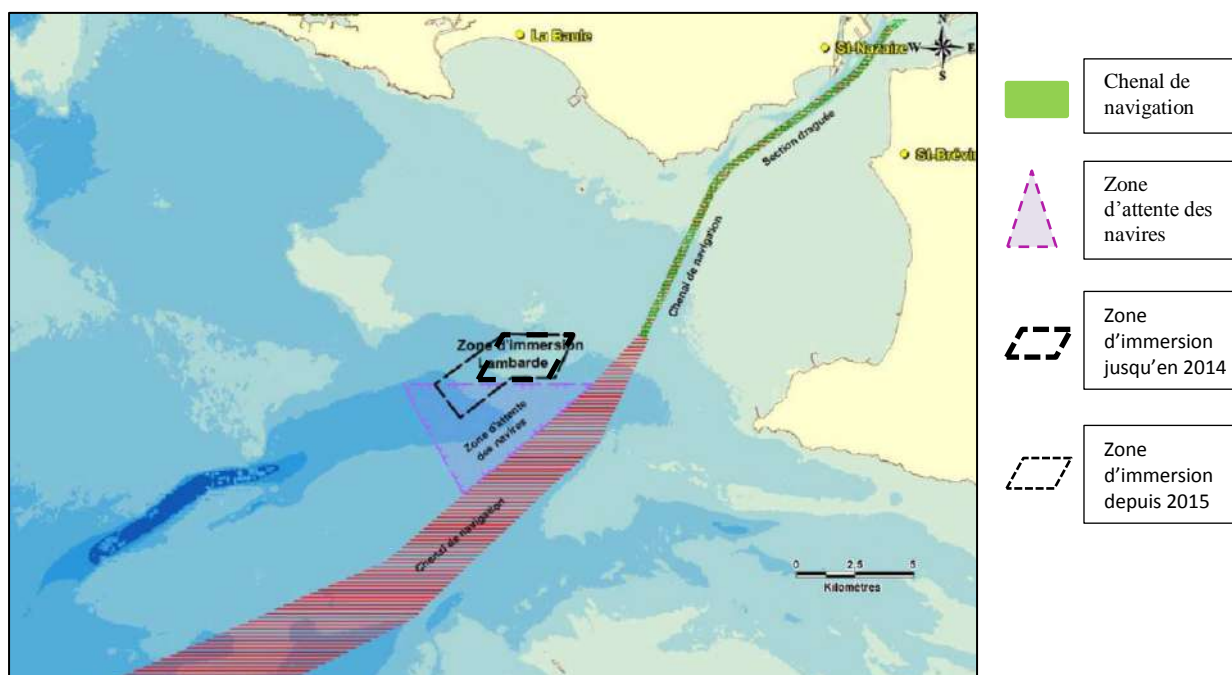


Figure 2 : Localisation de la zone d'immersion de sédiment de la Lambarde, du chenal de navigation et de la zone d'attente des navires.

Dans le cadre de l'autorisation inter-préfectorale du 24 avril 2013, le PNSN doit assurer, tous les deux ans, un suivi des peuplements benthiques sur les zones draguées et sur la zone d'immersion afin de contribuer à l'évaluation des incidences des opérations de dragage et d'immersion sur l'environnement.

Les inventaires de la faune benthique à réaliser dans ce cadre, couvrent les zones draguées, la zone d'immersion avec son extension validée dans l'arrêté d'avril 2013 et les secteurs potentiellement impactés par les immersions tels que définis dans les suivis antérieurs.

Ces suivis ont été initiés en 2004 et les trois derniers inventaires, réalisés en septembre-octobre 2013, 2015 et 2017, ont des protocoles identiques. Le plan d'échantillonnage de l'inventaire de 2019 est identique à celui des inventaires précédents afin de comparer leurs évolutions dans le temps.

II Objectifs de l'étude

Cette étude peut être déclinée en quatre objectifs.

- 1) Réaliser un inventaire des peuplements benthiques en 2019
 - a. du chenal de navigation c'est-à-dire des zones draguées de l'estuaire de la Loire,
 - b. de la zone d'immersion de la Lambarde et de son extension
 - c. des habitats marins de la zone périphérique susceptible d'être impactée par le panache de turbidité généré par les immersions de sédiments.

Le plan d'échantillonnage porte sur 54 stations échantillonnées conformément au protocole antérieur qui répond aux normes en vigueur et aux recommandations de la DCE (Directive Cadre sur l'Eau).

- 2) Réaliser une étude comparative avec les données antérieures afin d'estimer l'impact des opérations de dragage et d'immersion sur la faune benthique de l'estuaire
 - a. sur la zone d'immersion de la Lambarde et sa zone dite d'impact, en mars 2004, durant l'été 2007, en mai 2009 et en juin et septembre 2011,
 - b. sur les secteurs dragués, durant l'été 2007,
 - c. sur l'ensemble des zones draguées, sur la zone d'immersion actuellement exploitée et sa zone d'impact, en septembre-octobre 2013 et en septembre 2015 et 2017.
- 3) Analyser ces résultats d'un point de vue écologique à l'aide d'indicateurs biotiques pertinents.
- 4) Une attention particulière sera portée sur les habitats à crustacés tubicoles tels que les Haploops ou les Ampelisca, dont l'expansion est à surveiller. En effet, ces organismes qui ont des modes de vie très similaires, ont été retrouvés sur le site de suivi de la Directive Cadre sur l'Eau (proche de la station LB15). Ces suivis assurés depuis 2006 par Bio-Littoral révèlent la présence conjointe des deux espèces sur ce site, ce qui est assez inhabituel.

III Matériels et méthodes

III.1 Stratégie d'échantillonnage

Le plan d'échantillonnage des peuplements benthiques est identique à celui réalisé en 2013 2015 et 2017.

Le suivi 2019 a permis d'échantillonner **54** stations dont :

- **23** dans la zone de dragage du chenal de l'estuaire de la Loire + la zone située en amont de Paimboeuf sur la rive sud (Figure 3). Les coordonnées figurent dans le Tableau 1.
- **31** dans la zone d'immersion de la *Lambarde* et ses alentours (Figure 4). Les coordonnées figurent dans le Tableau 2.

Tableau 1 : Coordonnées en degrés et minutes décimales (WGS84) des 23 stations du chenal.

Station	Longitude	Latitude	sondeur (m)
C7	2°16,837' O	47°12,482' N	8,8
C13	2°14,619' O	47°14,474' N	8,59
C19	2°12,447' O	47°15,538' N	17,1
A2	2°12,088' O	47°16,082' N	18,7
A8	2°11,617' O	47°16,431' N	18,6
C26	2°10,572' O	47°16,655' N	7,48
C33	2°09,764' O	47°17,249' N	16,4
Z2	2°08,468' O	47°17,710' N	14,2
C52	2°07,785' O	47°18,002' N	12,1
C63	2°06,715' O	47°18,130' N	12,5
Z7	2°05,648' O	47°18,095' N	16,6
C80	2°04,620' O	47°18,167' N	4,7
C88	2°02,631' O	47°18,032' N	12,01
C99	1°53,240' O	47°16,539' N	8,92
C106	1°59,324' O	47°17,101' N	6,53
C98	1°59,104' O	47°17,165' N	7,51
C107	1°59,043' O	47°17,064' N	8,7
C108	1°58,666' O	47°17,021' N	9,8
C109	1°58,457' O	47°16,999' N	9,81
GP5	1°42,021' O	47°12,355' N	10,2
C102	1°36,124' O	47°11,535' N	8,9
C103	1°34,976' O	47°11,774' N	9,88
C105	1°34,064' O	47°11,886' N	9,39

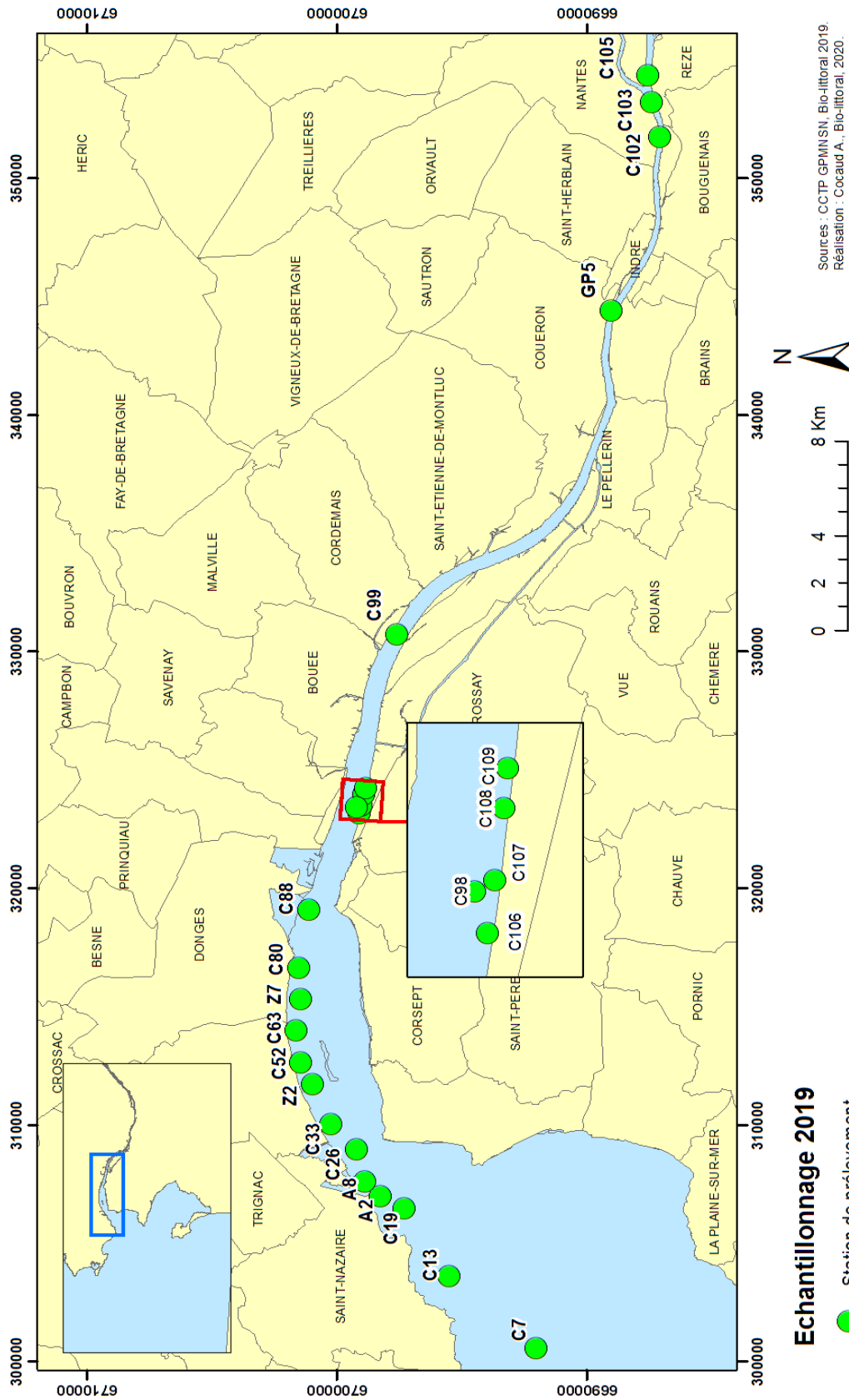
Les 23 stations de l'estuaire de la Loire sont réparties en 4 zones :

La zone externe : 3 stations

Le chenal qui dessert les installations industrielles, « zone intermédiaire » : 11 stations.

La zone située en amont de Paimboeuf, rive sud : 5 stations

Secteur endigué : 4 stations.



Sources : CCTP GPM/MSN, Bio-littoral 2019.
Réalisation : Cécile A., Bio-littoral, 2020.

Figure 3 : Localisation des 23 stations d'échantillonnage de la faune benthique dans les zones draguées : chenal de l'estuaire de la Loire et zone amont de Paimboeuf en 2019.

Tableau 2 : Coordonnées en degrés et minutes décimales (WGS84) des 31 stations et profondeurs en mètres au moment du prélèvement dans la zone de la Lambarde.

Station	Longitude	Latitude	Profondeur	Bennes utilisées
LB 1	2°29,104' O	47°8,134' N	32,2	Day Grab
LB 11	2°23,308' O	47°9,303' N	13,7	Day Grab
LB 12	2°28,077' O	47°6,920' N	24,7	Day Grab
LB 13	2°22,632' O	47°7,524' N	25	Van Veen
LB 14	2°20,024' O	47°9,746' N	20,6	Van Veen
LB 15	2°27,120' O	47°8,217' N	33,4	Day Grab
LB 16	2°23,322' O	47°9,610' N	15,7	Day Grab
LB 17	2°23,095' O	47°9,935' N	16,6	Day Grab
LB 2	2°26,005' O	47°8,094' N	32,6	Day Grab
LB 2ter	2°26,327' O	47°9,048' N	28,2	Van Veen
LB 3	2°22,344' O	47°9,704' N	16,8	Day Grab
LB 4	2°17,955' O	47°9,704' N	17,4	Van Veen
LB 5	2°16,244' O	47°10,014' N	11	Van Veen
LB 6	2°22,944' O	47°10,064' N	17,7	Day Grab
LB 7	2°22,245' O	47°8,304' N	28	Van Veen
LB 9	2°23,097' O	47°9,317' N	12,6	Day Grab
LB_18	2°25,264' O	47°8,903' N	29	Van Veen
LB_19	2°23,883' O	47°9,646' N	20,6	Day Grab
LB_20	2°23,370' O	47°9,066' N	19,5	Day Grab
LB_21	2°24,630' O	47°8,371' N	29,5	Van Veen
LB_22	2°24,282' O	47°8,943' N	27	Van Veen
LB_23	2°24,049' O	47°8,209' N	30	Van Veen
LB_24	2°25,128' O	47°7,134' N	25,7	Day Grab
LB_25	2°25,440' O	47°9,696' N	26,4	Day Grab
LB_26	2°25,350' O	47°10,500' N	17,7	Day Grab
LB_27	2°24,633' O	47°9,222' N	19,1	Van Veen
LB_28	2°24,018' O	47°8,675' N	27,1	Day Grab
LB_29	2°24,923' O	47°8,595' N	30	Van Veen
LB_30	2°23,617' O	47°9,350' N	15	Day Grab
LB_31	2°22,901' O	47°8,371' N	28	Van Veen
LB_32	2°24,203' O	47°10,048' N	19,9	Day Grab

Les 31 stations de la Lambarde peuvent être regroupées en 6 secteurs en fonction de leur situation vis-à-vis de la zone d'immersion:

Zone d'immersion :
7 stations

Zone d'extension :
8 stations

Secteur Nord de la zone d'immersion :
4 stations

Secteur Est de la zone d'immersion :
3 stations

Secteur Sud de la zone d'immersion :
5 stations

Secteur Ouest de la zone d'immersion :
4 stations

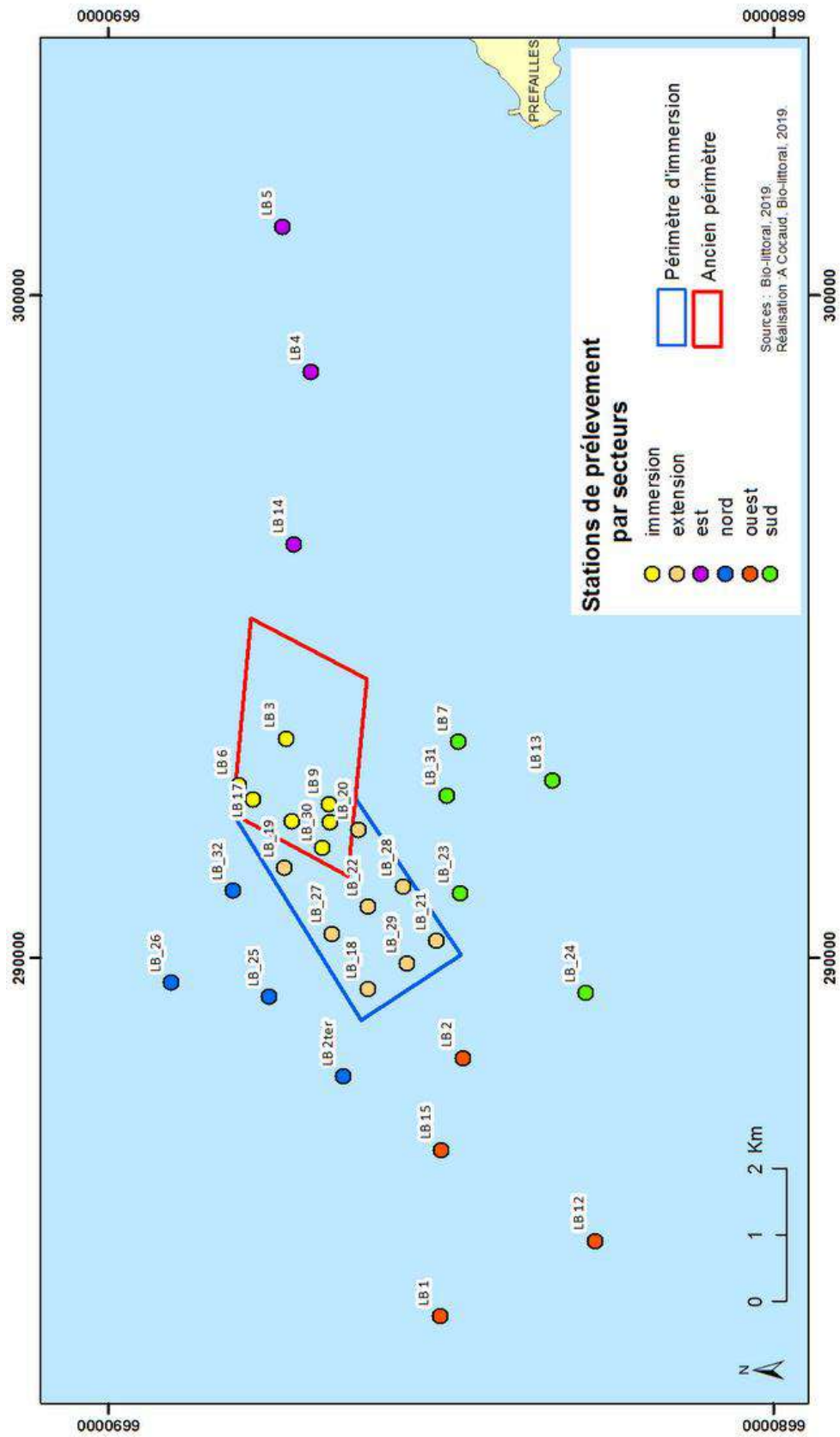


Figure 4 : Localisation des 31 stations de prélèvements dans la zone d'immersion de la Lambarde et ses alentours en 2019.

III.2 Protocole 2019

Le protocole est le même que celui mis en œuvre lors des inventaires d'invertébrés benthiques effectués dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) 2014. Il répond à la norme ISO 16 665 établie pour l'échantillonnage quantitatif et le traitement des échantillons de la macrofaune marine de fonds meubles.

III.2.1 Dates des prélèvements

Deux jours ont permis d'échantillonner les stations du secteur de la Loire et deux jours supplémentaires ont été nécessaires pour échantillonner les stations de la Lambarde (Tableau 3). Les prélèvements ont été réalisés à partir du bateau le Tzigane II.

Tableau 3 : Informations détaillées sur l'embarquement (lieu, personnel, conditions de marée).

	07/10/2019	08/10/2019	11/10/2019	14/10/2019
Personnel Bio-Littoral	AL. Barillé; E. Trigodet ; N. Truhaud	AL. Barillé; T. Boudou A. Cocaud N. Harin;	AL. Barillé; T. Boudou N. Harin; N. Truhaud;	AL. Barillé; T. Boudou ; M. Delemarre; E. Trigodet
Bateau	Tzigane II	Tzigane II	Tzigane II	Tzigane II
Secteur	Aval	Aval et Lambarde	Lambarde	Lambarde
Coeff marée	33	40	62	72
PM à St Nazaire	13h57	14h48	15h51	16h19

III.2.2 Technique de prélèvement

Le bateau utilisé est le TZIGANEII appartenant à la société TETIS (Figure 5). C'est un ponton de dragage en aluminium de 12 m de long et 5,5 m de large qui présente une grande stabilité en mer permettant de travailler dans de bonnes conditions. La grue hydraulique permet d'utiliser la benne en toute sécurité et sans effort. Le vaste dégagement du pont offre une grande surface de travail et de stockage des bennes. Le bateau est muni d'un sondeur et de deux GPS. Les coordonnées des stations sont enregistrées avec le GPS Mobil Mapper de Bio-Littoral (précision 1 m).

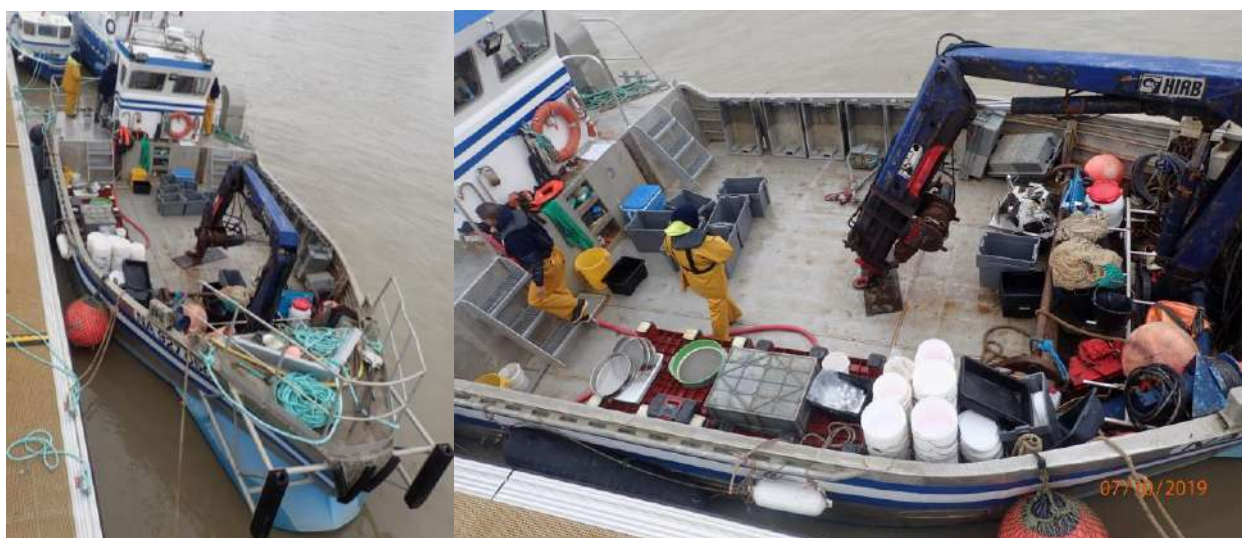


Figure 5. Ponton de dragage "Tzigane II"

En mer et en Loire, les stations ont été échantillonnées à l'aide des deux bennes de Bio-Littoral préconisées dans les suivis DCE qui ont une ouverture de 0,1 m² et prélèvent sur une profondeur

de 20 cm. La benne Van Veen de 45 kg est plus adaptée pour les petits fonds. La benne Day pouvant être lestée jusqu'à 150 kg, est préconisée, pour les milieux grossiers ou profonds. Les bennes sont manipulées à l'aide de la grue hydraulique en poste sur la barge (Figure 6). La benne Day remplace la benne Van Veen (plus maniable), dès que celle-ci rencontre des difficultés.



Figure 6 : Benne Van Veen (à gauche), benne Day (à droite) appartenant à Bio-Littoral.

III.2.2.1 Prélèvements de faune

Les 5 répliquats d'une même station sont effectués les uns après les autres après vérification du positionnement du bateau. Chaque réplikat est validé si sa composition sédimentaire est semblable à celle des 4 autres répliquats et son volume au moins égal à 10 L (en octobre 2019, 11 tentatives ont été nécessaires pour valider les 5 répliquats de la station LB2ter).

Chaque benne est photographiée avec une étiquette. Les répliquats sont ensuite tamisés sur une **maille carrée de 1 mm** après lavage à l'aide d'une manche à eau avec peu de pression dans une bassine pour ne pas détériorer les organismes. Le refus de chaque tamis est conservé dans des sacs plastiques ou des seaux avec une solution d'eau de salinité ambiante, formolée à 5%. Chaque réplikat est identifié par un code représentant la mission, le jour, la station et le numéro du réplikat (identifiant contrôle qualité → traçabilité). (Figure 7)



Figure 7 : A gauche, le poste de tamisage et de conditionnement des échantillons. A droite, réplikat n°5 de la station C109 avec son étiquette d'identification.

III.2.2.2 Prélèvements de sédiment

A chaque station, **une benne supplémentaire** est prélevée pour l'analyse granulométrique et l'estimation du taux de matière organique du sédiment. Ce prélèvement est conservé en glacière jusqu'au laboratoire où il est congelé en attendant d'être traité.

III.2.3 Analyse des échantillons de faune benthique

III.2.3.1 Prétraitement des échantillons de la faune benthique

Les échantillons formolés sont conservés dans des seaux étanches. Avant traitement chaque échantillon est rincé trois fois pour éliminer le formol et l'effluent de rinçage est récupéré dans des bidons pour retraitement par la société Suez basée à Saint-Nazaire (Figure 8). Ce traitement s'effectue dans une salle aérée avec tous les EPI nécessaires (gants, masque, lunette, blouse). La faune est colorée au Rose Bengal afin de faciliter la phase de tri.



Figure 8 : Stockage des échantillons formolés en seaux hermétiques dans les locaux de Bio-Littoral.

III.2.3.2 Tri et détermination de la faune benthique

Le tri a été effectué au laboratoire par le personnel de Bio-Littoral. Les invertébrés ont été classés par embranchement et stockés dans des piluliers dans une solution d'éthanol à 70 %. Les organismes ont ensuite été déterminés jusqu'à l'espèce par les experts Bio-Littoral de chaque embranchement (Fig. 11). Les déterminations font référence à la nomenclature WoRMS (World Register of Marine Species). Les ouvrages de référence pour la détermination sont régulièrement mis à jour.

- ❖ Annélides : N. TRUHAUD
- ❖ Crustacés : M. DELEMARRE
- ❖ Mollusques : M. DELEMARRE
- ❖ Echinodermes : N. HARIN
- ❖ Eponges/Bryozoaires : A. COCAUD

Les taxonomistes de Bio-Littoral suivent régulièrement des formations sur leur domaine de compétence et participent à tous les exercices d'inter-calibration entre les laboratoires (EIL) universitaires et institutionnels (Ifremer, MNHN) qui sont proposés. Ces tests portent sur des échantillons « aveugles » à déterminer dans un laps de temps donné par tous les laboratoires. Une semaine de séminaire suit la restitution des résultats avec une formation particulière sur les familles ayant posé le plus de problèmes à la détermination avec le spécialiste européen concerné.

- ❖ 2012 – EIL Aquaref/DCE intertidal rocheux (IFREMER Brest)
- ❖ 2013 – EIL Aquaref /DCE subtidal Rocheux (MMNHN Concarneau)
- ❖ 2013 – Mise à jour taxonomie spongiaires (MNHN Concarneau)
- ❖ 2014 – EIL Aquaref /DCE benthos substrat meuble (Roscoff MNHN-Ifremer)
- ❖ 2015 - Mise à jour taxonomie polychètes des milieux sédimentaires (MNHN)



Figure 9 : Tri du sédiment puis détermination des organismes à la loupe et au microscope, par les benthologues de Bio-Littoral.

Les individus en bon état sont conservés en vue des procédures de contrôle qualité. A terme, ils viennent enrichir la collection de référence pour la faune benthique des Pays de la Loire déjà constituée par Bio-Littoral.

III.2.3.3 Estimation de la densité de la faune benthique

Pour chaque réplicat, les organismes sont identifiés à l'espèce et dénombrés. Les organismes sont séparés en fonction de leur taille, **juvéniles ou adultes**, et différentes classes de taille pour les bivalves qui peuvent atteindre plusieurs cm. Cette séparation peut permettre de mettre en évidence le rôle de nurserie des stations pour certains invertébrés. Les résultats pour chacun des 5 réplicats sont donnés dans les fichiers Excell fournis. Dans le rapport, les densités sont présentées par station (moyenne des 5 réplicats) et ramenées au m². Les écart-types ne sont pas indiqués dans le rapport pour ne pas alourdir les graphiques et le texte.

III.2.3.4 Estimation de la biomasse de la faune benthique

Les poids « frais » d'organismes conservés plus ou moins longtemps dans l'alcool et plus ou moins égouttés sont un sujet à caution, en particulier pour des individus aussi petits et dont la plupart sont constitués d'eau (comme les annélides). Il faut lui préférer le poids de matière sèche sans cendre qui est très reproductible.

La biomasse, estimée en poids sec sans cendre, permet de comparer en terme trophique ou énergétique, des organismes aussi différents que des vers, des crustacés ou des bivalves. En effet, les coquilles de bivalves et les carapaces de crustacés n'influent pas dans cette biomasse, seul le poids de la chair de l'animal est pris en compte.

La biomasse de chaque espèce pour chacun des réplicats est déterminée en gramme de matière sèche sans cendre, après séchage en étuve à 55°C pendant 24h puis passage au four à moufle à 450°C pendant 4h (Figure 10) :

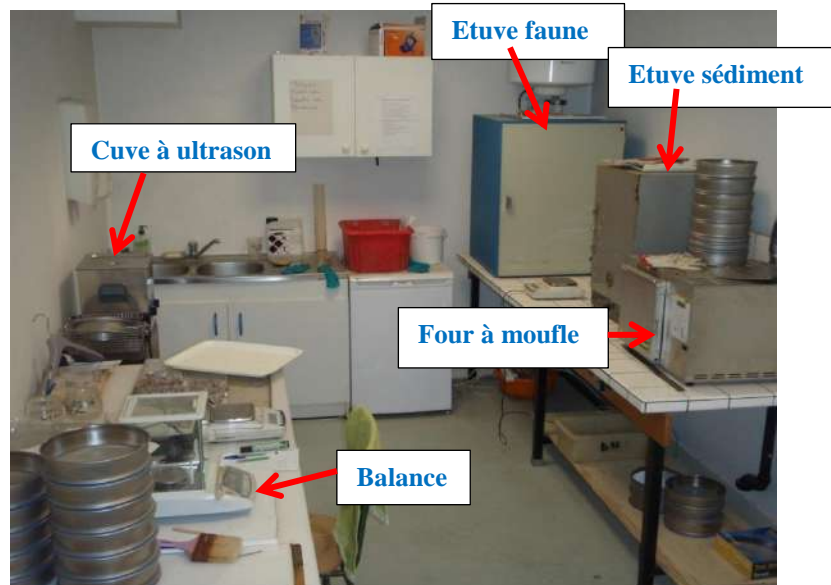


Figure 10 : Mesure de la biomasse des organismes benthiques. Séchage en étuve à 55°C (48 h minimum) puis pesée avant ignition à 450 °C pendant 4 heures.

- Pesée 1 : masse du récipient d'aluminium + biomasse séchée à 55 °C à l'étuve.
- Pesée 2 : masse du récipient d'aluminium + biomasse cramée à 450 °C au four.

Le calcul de la biomasse de matière sèche sans cendre correspond à la différence entre la pesée 1 et la pesée 2. Les pesées sont faites sur une balance Dhaus Pionner de précision 1/10000 g.

III.2.4 Analyse sédimentaire en laboratoire

Il s'agit de caractériser le milieu dans lequel vivent les organismes benthiques. L'analyse granulométrique et la mesure du taux de matière organique sont réalisées sur les échantillons de sédiments conservés au congélateur. Ces deux paramètres conditionnent les peuplements benthiques. En effet, certains organismes sont inféodés aux substrats sableux et d'autres préfèrent des sédiments plus fins. De plus, les organismes benthiques ont des niveaux de tolérance très différents vis-à-vis d'un enrichissement en matière organique.

III.2.4.1 Analyse granulométrique (norme ISO 16 665)

La masse de l'échantillon doit être suffisamment importante pour représenter la nature sédimentaire de la station dans toute son hétérogénéité, entre 100 et 200 g de poids sec (après étuve). Le tamisage se fait sur 18 tamis normés (de 2 mm à 40 µm) avec un protocole standardisé de 15 minutes de vibrations. Chaque refus de tamis est pesé à l'aide d'une balance de précision au centième de gramme (Denver Instrument).

Matériel utilisé : tamiseuse Retsch AS200 avec colonne à **18 tamis** (2 mm ; 1,6 mm ; 1,25 mm ; 1 mm ; 800 µm ; 630 µm ; 500 µm ; 400 µm ; 315 µm ; 250 µm ; 200 µm ; 160 µm ; 125 µm ; 100 µm ; 80 µm ; 63 µm ; 50 µm et 40 µm). La maille des tamis répond à la norme AFNOR 16 665, préconisée dans le protocole standardisé applicable par tous les opérateurs DCE en Manche et en Atlantique (protocole DCE 2014). Nettoyage des tamis par cuve à ultrasons BPAC.

Le protocole pour l'analyse granulométrique nécessite différentes phases :

- Homogénéisation du prélèvement
- Mise de l'échantillon à l'étuve à 60°C pendant 48 heures minimum
- Pesée N°1 : masse de l'échantillon sec
- Rinçage et tamisage humide (40 µm)
- Deuxième séchage à l'étuve 48 heures à 80°C
- Pesée N°2 : masse de l'échantillon sec moins la fraction < 40 µm
- Homogénéisation de l'échantillon
- Pesée N°3 : masse de chacun des tamis de la colonne à vide
- Tamisage de l'échantillon sur la colonne (15 minutes)
- Pesée N°4 : masse de chaque tamis de la colonne avec refus

L'analyse des résultats a été réalisée en utilisant la méthode de classification de Folk et Ward. La représentation des données en tableau permet de visualiser l'hétérogénéité des stations lorsque différents groupes sédimentaires apparaissent bien individualisés. Cette hétérogénéité sédimentaire correspond à un milieu non stabilisé, en phase de transition. Pour une meilleure visualisation spatiale de cette hétérogénéité, les granulométries sont représentées avec des camemberts représentant le pourcentage des différentes fractions sédimentaires.

III.2.4.2 Protocole pour la mesure du taux de matière organique

Le taux de matière organique dans le sédiment est obtenu par la technique de la perte au feu sur des sédiments décongelés.

- Pesée N°1 : masse du récipient vide
- Homogénéisation du prélèvement
- Mise à l'étuve pendant 48 heures à 60°C
- Pesée N°2 : masse de l'échantillon sec
- Passage au four à moufle pendant 4 heures à 450°C
- Pesée N°3 : masse des cendres de l'échantillon

La masse de matière organique est obtenue par différence entre les pesées N°2 et N°3. En effet, à 450°C, la matière organique s'est transformée en gaz CO₂ et en vapeur d'eau H₂O.

La teneur en matière organique est mesurée 3 fois sur le même échantillon. Si les valeurs obtenues sont homogènes, la valeur retenue est la moyenne des trois réplicats. Si les valeurs sont hétérogènes, la mesure est refaite.

III.2.5 Evolution des protocoles d'échantillonnage de 2004 à 2019

La PNSN souhaite avoir une étude comparative des résultats des différents inventaires réalisés sur la Lambarde depuis 2004. Différents opérateurs se sont succédés et les protocoles ont évolué tant en termes de surface prélevée que de nombres de stations échantillonnées.

III.2.5.1 Evolution des périodes d'échantillonnage

En 2004 (mai) et 2009 (mai), l'échantillonnage a eu lieu au printemps tandis qu'en 2007 (septembre), 2013 (septembre), 2015 (septembre), 2017 (octobre) ; 2019 (octobre) il a eu lieu en automne. En 2011, l'échantillonnage a été réalisé sur les deux périodes, en juin et en septembre (Figure 12).

La période d'échantillonnage a un impact important sur les densités des organismes. En effet, un échantillonnage automnal permet de prendre en compte le recrutement des juvéniles nés au printemps et qui ont eu l'été pour grandir. Cela permet de les récolter sur une maille de 1mm (limite de la « macrofaune » = maille du tamis), tandis qu'au printemps, soit les adultes ne se sont pas encore reproduits, soit les juvéniles sont encore trop petits et passent à travers la maille du tamis.

III.2.5.2 Evolution de la surface échantillonnée.

La surface échantillonnée n'était que de 0.3 m² en 2004 et 2007 (Figure 11). Cela a un impact non négligeable sur la richesse spécifique de la faune benthique. En effet, si les espèces caractéristiques d'un peuplement sont abondantes et généralement réparties de manière plus ou moins uniforme sur une surface de 25m² (taille minimale des habitats retenue dans la Directive Européenne sur l'Eau), la plupart des espèces qui contribuent à la richesse spécifique sont prélevées à moins de 5 individus et dans une seule benne. Donc plus la taille d'échantillonnage est importante, plus on a de chance d'augmenter le nombre d'espèces. La surface minimale d'échantillonnage préconisée dans les protocoles DCE est de 0.5m².



2004 et 2007

Surface = **0.3 m²**

3 * benne Smith 0.1m³

Profondeur 20 cm

2009 et 2011

Surface = **0.5 m²**

2 * benne Hamon 0.25m³

Profondeur 20 cm

2013 et 2015

Surface = **0.5 m²**

5 * benne Day 0.1m³

Profondeur 20 cm

2017 et 2019

Surface = **0.5 m²**

5 * VanVeen/Day 0.1m³

Profondeur 20 cm

Figure 11 : Evolution des protocoles de prélèvements pour la faune benthique à la Lambarde de 2004 à 2019.

Le nombre de répliquats aura un impact sur l'interprétation fine des données. En effet, une espèce dont les densités présentent un écart-type faible sur les différents répliquats d'une même station est répartie de manière uniforme sur la station. Une espèce qui présente de fortes densités mais avec un écart-type important entre les différents répliquats d'une même station est répartie en « patchs » et on a une plus grande probabilité de la sous-échantillonner.

La DCE recommande de traiter les 5 répliquats séparément pour avoir cette information sur la répartition des espèces.

Dans ce rapport, les résultats 2019 sont présentés sous forme de moyenne des 5 répliquats sans indiquer les écarts-types sur les graphiques pour une plus grande lisibilité mais toutes les données fournies dans la base de données transmise au PNSN sont traitées par réplikat.

III.2.5.3 Evolution des équipes de taxonomistes

Les déterminations des espèces de la faune benthique ont été confiées à différentes équipes au cours du temps : Lemar (2004), Centre d'Etudis Avancats de Blanes-Espagne (2007), Lemar (2009), Laboratoire de Wimereux (2011), TBM (2013) et Bio-Littoral (2015, 2017, 2019). Les compétences taxonomiques dans certains groupes, comme les annélides qui sont les espèces les plus nombreuses peuvent avoir une influence sur l'importance de la richesse spécifique. En effet, certaines espèces peuvent être regroupées en un seul genre.

III.2.5.4 Evolution du nombre de stations échantillonnées

Le nombre de stations échantillonnées est passé de 11 à 31 stations sur le secteur de la Lambarde entre 2004 et 2013. Le nombre des stations échantillonnées a augmenté au fur et à mesure des inventaires pour répondre à des problématiques plus précises. Les stations sont devenues plus nombreuses sur les zones extérieures à la zone d'immersion pour suivre les impacts potentiels du clapage. Ces stations sont globalement réparties selon un axe OSO / ENE qui correspond à la direction des principaux courants dans ce secteur.

En 2013, 8 stations ont été rajoutées dans la nouvelle zone d'immersion, de manière à suivre plus particulièrement son évolution, et comprends 31 stations depuis 2013.

Le nombre de stations aura un impact sur la biodiversité globale du secteur; c'est pourquoi il est recommandé de traiter l'évolution spatio-temporelle de la faune benthique sur les seules stations qui sont échantillonnées régulièrement depuis 2004 (Figure 13).

Les comparaisons sur du long terme de 2004 à 2019 pourront donc se faire sur 9 stations. Mais il faudra tenir compte des différences de protocole évoquées plus haut, dans l'interprétation de ces évolutions.

La station LB 26, rajoutée en 2013, indiquait des difficultés de prélèvement en raison du substrat dur constitué de galets qui bloquent en partie les mâchoires de la benne, laissant échappé le reste du sédiment. En 2015, ce substrat correspondait encore à de gros galets sur substrat rocheux, ce qui n'a pas permis de l'échantillonner correctement avec une benne. En 2017, cette station a été déplacée pour correspondre à un milieu meuble présentant un intérêt dans la problématique de suivi d'impact de l'immersion sur la Lambarde (Figure 13). Cette nouvelle station a été également échantillonnée en 2019.

Les comparaisons à court terme 2013-2015-2017-2019, porteront sur 30 stations avec des protocoles identiques.

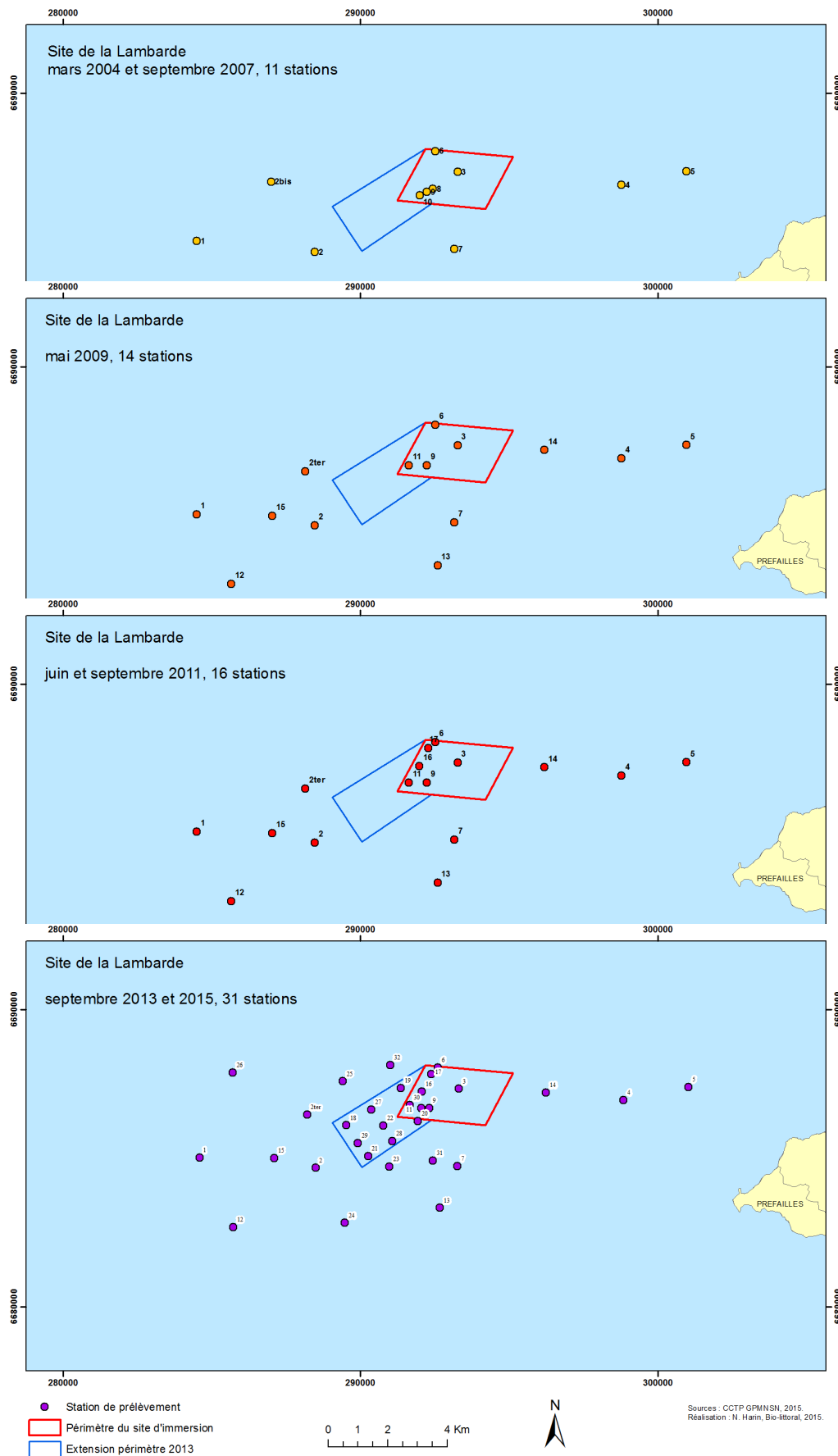


Figure 12 Evolution du nombre de stations échantillonnées entre 2004 et 2015.

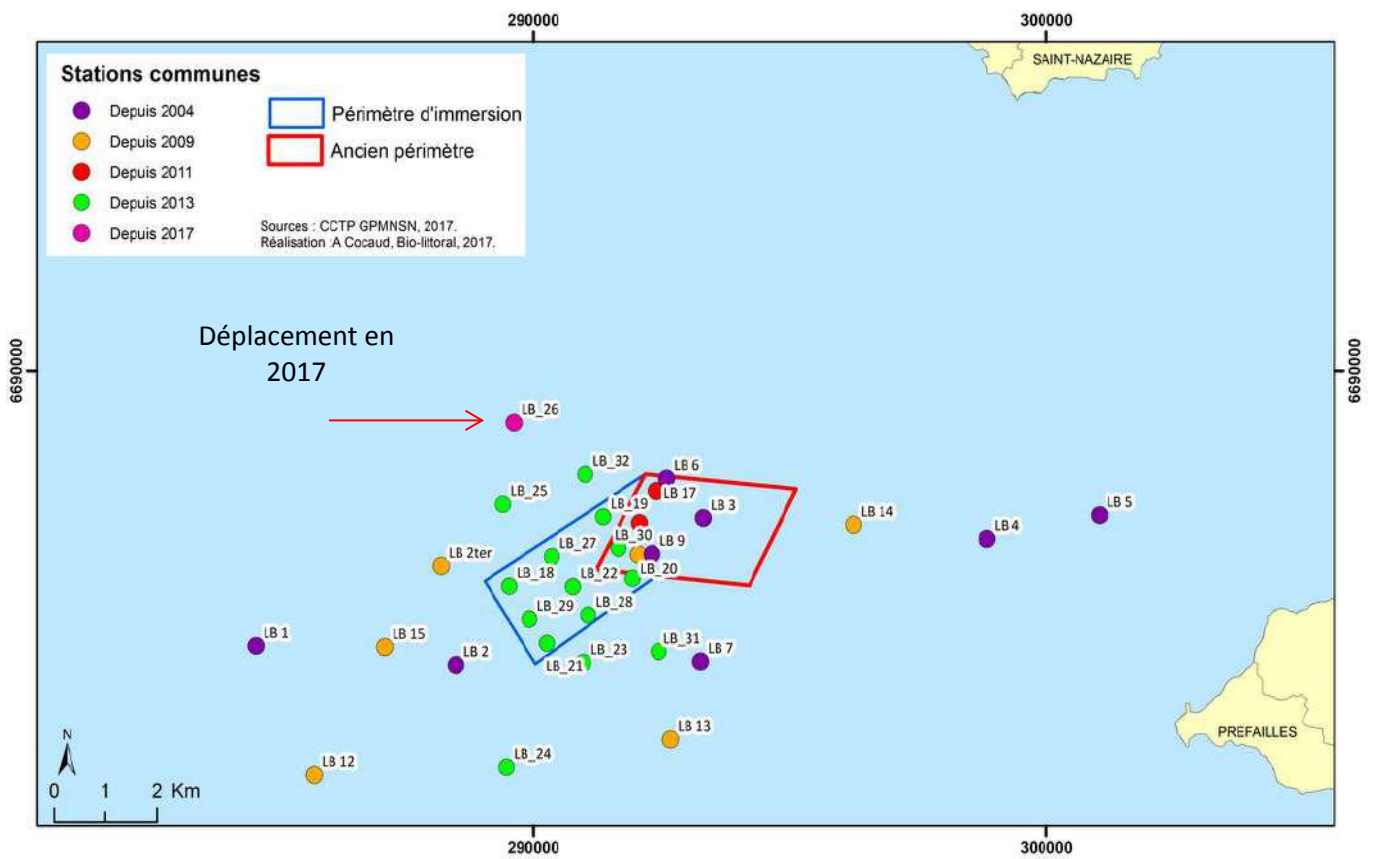


Figure 13 : Stations suivies à plus ou moins long terme.

IV Paramètres externes

IV.1 Volumes clapés et zones d'immersion de la Lambarde.

Le PNSN réalise des opérations régulières de dragage du chenal et des souilles de la Loire pour permettre aux navires l'accès des infrastructures industrielles situées sur la rive nord. Les volumes immergés à la Lambarde, ne correspondent pas à la totalité du volume dragué dans l'estuaire de la Loire qui atteint 7.51 Mm³ en 2015 et 5.89 Mm³ en 2016. Une partie du sédiment est clapé dans l'estuaire de la Loire. Les volumes annuels de sédiment clapés sur la zone d'immersion de la Lambarde évoluent entre 8 millions de m³ en 2004 et 1.54 millions de m³ en 2019. Depuis 2015 à 2017, les volumes immergés à la Lambarde sont compris entre 2.8 et 3.2 millions de m³ (Figure 14). En 2018, ces immersions atteignent 4.4 millions de m³.

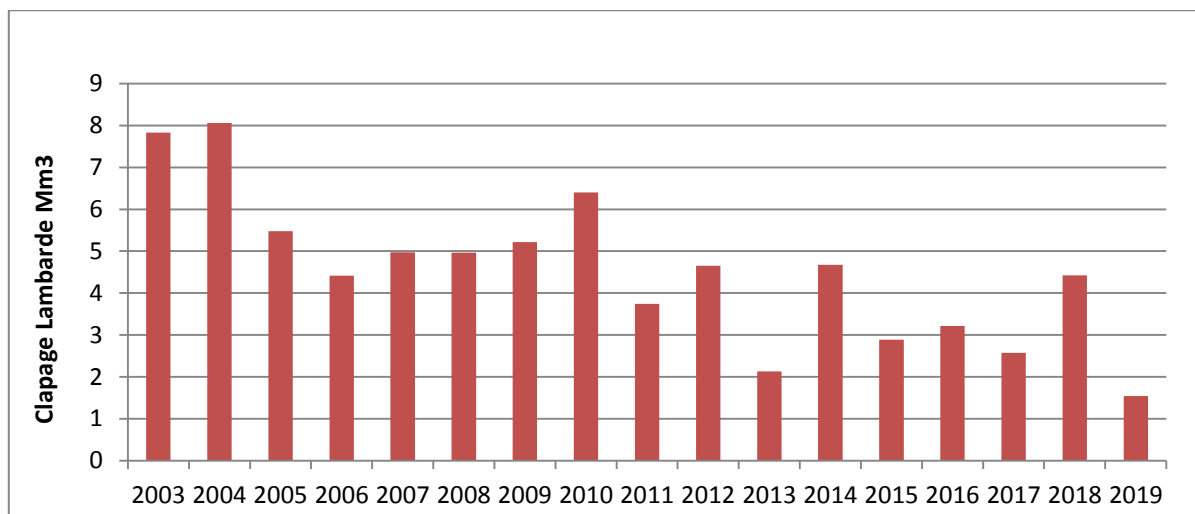


Figure 14 : Volumes annuels de sédiment immergés sur la zone de la Lambarde (données PNSN).

En 2019, la drague « Samuel de Champlain » a été re-motorisée à Dunkerque et n'a repris le dragage dans l'estuaire de la Loire que fin juin, ce qui explique le faible volume (1.5 millions de m³) immergé à la Lambarde en 2019. Pour rattraper le retard, le dragage a été entrepris de manière importante en juillet et août, contrairement aux autres années. Les immersions se sont ensuite déroulées du 2 au 14 octobre pendant la campagne de prélèvement qui a eu lieu du 7 au 14 octobre.

Tableau 4 : Volumes mensuels clapés sur la zone de la Lambarde et situation géographique des clapages

clapage m3	période d'échantillonnage benthos												Total Mm3	TOTAL ANNEE
	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE		
2003	317 278	1 536 987	2 077 470	1 681 812	188 041	456 618	0	186 250	4 686	0	759 854	620 685	7,83	7 829 681
2004	627 635	812 679	747 554	248 128	367 555	723 908	1 098 425	1 463 255	84 405	684 274	728 401	473 417	8,06	8 059 636
2005	874 809	792 589	848 386	747 187	250 621	551 838	141 345	0	154 138	0	589 552	528 286	5,48	5 478 751
2006	500 133	953 113	887 429	839 689	13 339	509 920	18 407	0	0	0	551 928	138 270	4,41	4 412 228
2007	744 820	762 911	1 042 047	979 832	179 903	397 029	0	0	0	0	641 138	224 713	4,97	4 972 393
2008	803 019	843 024	838 184	988 105	130 579	0	190 603	0	0	0	549 775	620 995	4,96	4 964 284
2009	417 753	769 886	681 091	911 813	221 444	163 712	90 696	0	344 515	223 454	623 564	772 957	5,22	5 220 885
2010	753 930	785 471	1 259 696	1 088 121	262 875	0	0	380 661	551 754	519 157	7 625	792 705	6,40	6 401 995
2011	781 551	661 713	622 932	903 526	185 852	127 102	0	55 853	26 399	0	348 956	30 913	3,74	3 744 797
2012	944 562	724 433	665 208	738 937	87 379	321 177	211 909	0	0	0	716 388	240 507	4,65	4 650 500
2013	0	458 848	351 135	602 732	181 335	365 383	0	0	0	0	173 208	0	2,13	2 132 641
2014	534 751	287 611	818 371	1 065 326	315 174	484 006	144 669	0	0	295 736	78 419	652 734	4,68	4 676 797
2015	537 958	126 984	455 613	451 765	123 567	123 162	87 768	0	539 614	200 206	70 530	171 480	2,89	2 888 647
2016	540 246	320 352	667 447	565 879	264 741	189 852	0	180 815	84 458	21 045	377 637	0	3,21	3 212 472
2017	0	232 865	348 754	623 377	185 868	150 065	0	8 287	257 556	646 136	118 679	0	2,57	2 571 587
2018	749 104	356 022	447 525	699 292	498 676	58 168	0	0	393 555	125 911	497 302	594 068	4,42	4 419 624
2019	0	0	0	0	0	86 427	420 394	691 565	0	345 394	0	0	1,54	1 543 780

Les zones d’immersions sont programmées par le port en fonction de l’évolution de la bathymétrie du site qui est régulièrement vérifiée. De 2004 jusqu’en 2014, les dépôts sont positionnés dans le secteur sud-ouest de l’ancienne zone d’immersion (sous-zones de 1 à 15) ce qui a généré un exhaussement des fonds dans cette zone (Figure 15). Depuis 2015, les dépôts ont été réalisés dans l’extension de la zone d’immersion (sous-zones 16 à 29) sur la sous-zone 18. Un exhaussement des fonds de 3m est observé entre janvier 2016 et mai 2017 sur cette sous-zone 18. En 2019, les dépôts ont eu lieu essentiellement sur la sous-zone 19.

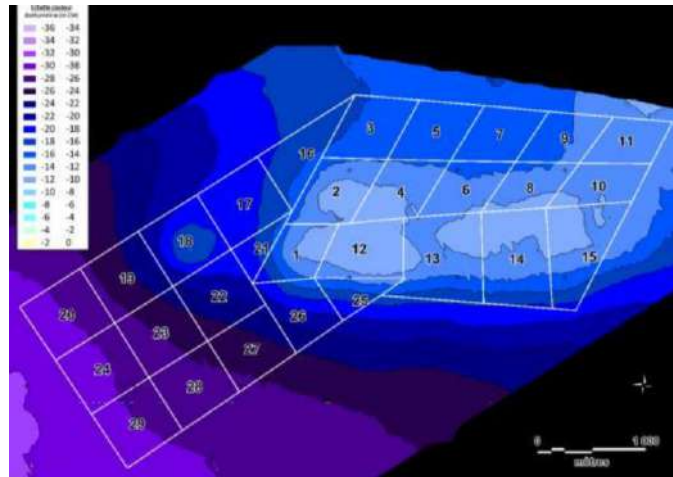


Figure 15 : Découpage en sous-zone de la zone d’immersion de la Lambarde sur carte bathymétrique de 2018 (source GPNSN).

La sous-zone d’immersion 19, actuellement en activité est donc encadrée par les deux stations de suivi benthiques LB27 et LB18 dans un rayon de moins de 400m (Figure 16). Ce sont donc ces deux stations qui devraient refléter les impacts les plus importants.

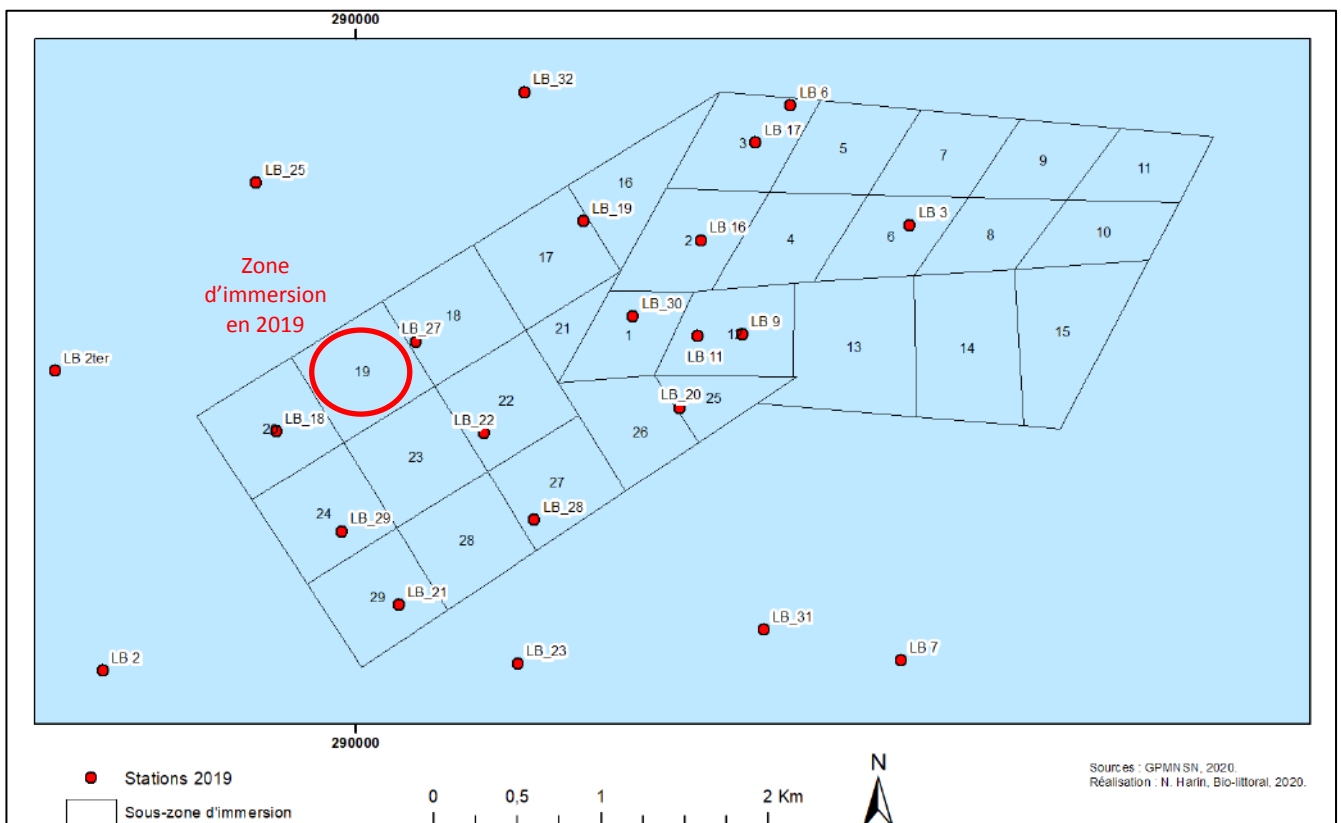


Figure 16 : Géolocalisation des sous-zones d’immersion et des stations de suivi benthique proches.

IV.2 Influence des paramètres environnementaux

IV.2.1 Influence du débit de la Loire

Les débits de la Loire sont mesurés à la station hydrométrique de Montjean-sur-Loire, située en amont de Nantes, en dehors de l'influence de la marée. Le débit de la Loire varie entre 100 et 6400 m³/s avec une moyenne de 825 m³/s. 2015, 2017, 2019 présentent une hydraullicité nettement inférieure à l'année 2013 :

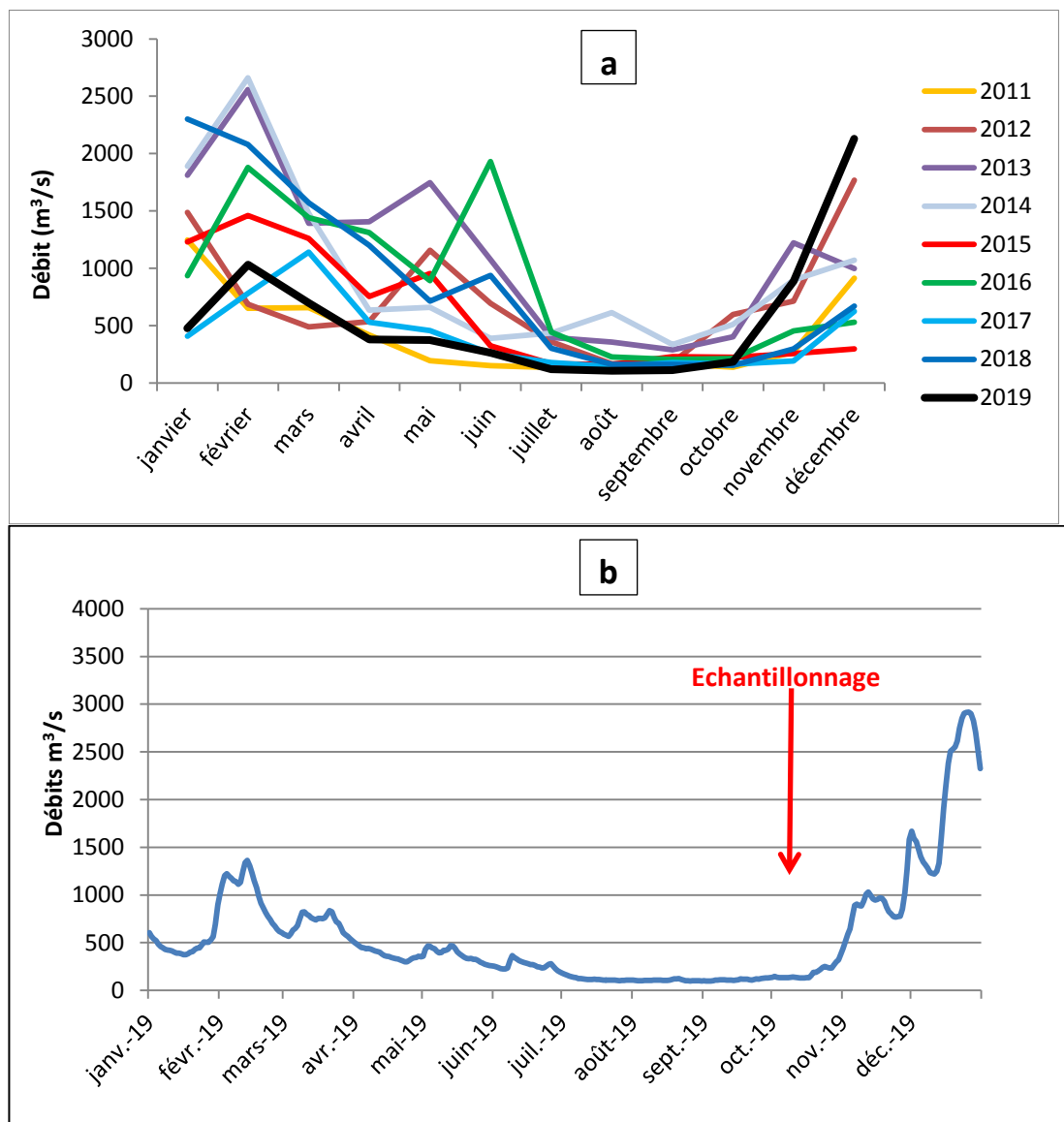


Figure 17 : a) Débits mensuels moyens de la Loire (m³/s) de 2001 à 2019 mesurés à la station de référence de Montjean sur Loire; b) débits journaliers mesurés en 2019 à la station de référence de Montjean sur Loire. (Données : Banque Hydro).

2013 était une année à forte hydraullicité avec une crue au mois de février de 2500 m³/s et une seconde au mois de mai, supérieure à 1500 m³/s.

En 2015, le débit hivernal n'excède pas 1500 m³/s et le débit printanier est inférieur à 1000 m³/s. Il faut noter la petite crue survenue du 4 au 10 mai 2015 à plus de 2000 m³/s susceptible d'avoir lessivé la couche superficielle des vasières de l'estuaire et généré un petit panache turbide.

2017, année de faible hydraullicité, le débit hivernal n'excède pas 1100 m³/s et le débit printanier est inférieur à 600 m³/s. Le plus fort débit, 1950 m³/s est enregistré le 11 mars.

2019, année de très faible hydraulicité, le débit hivernal n'excède pas $1100\text{m}^3/\text{s}$ et le débit printanier est inférieur à $500\text{m}^3/\text{s}$. Un très fort débit est enregistré en novembre et décembre (après la période l'échantillonnage). Le plus fort débit précédant l'étude est de $1362\text{m}^3/\text{s}$ enregistré le 13 février.

Le panache turbide de la Loire est moins concentré sur la zone de la Lambarde que sur les zones plus côtières, comme le montre les images satellitales du 12 mars 2017 même après 6 jours de débit $> 1600\text{m}^3/\text{s}$ (Figure 18). Les panaches générés par les activités d'immersion et d'extraction sont également visibles sur cette image, leur impact semble négligeable par rapport à celui du panache turbide de la Loire (Figure 18).

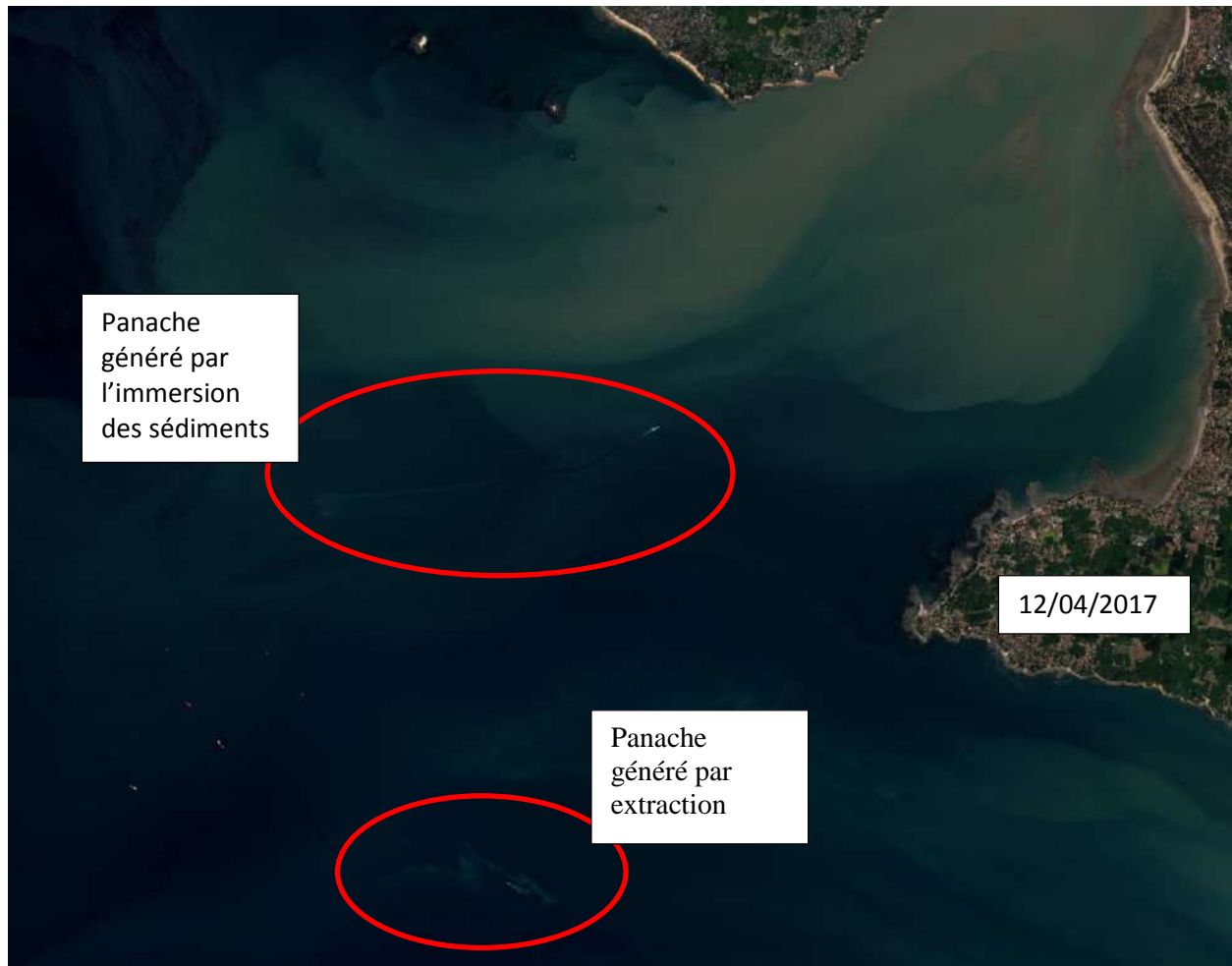


Figure 18 : Image satellitale montrant l'emprise spatiale du panache turbide de la Loire (Sentinel 12/04/2017).

Le débit de la Loire peut avoir également une autre influence sur le secteur d'étude. En effet, une forte stratification des masses d'eau est générée par le front thermohalin qui limite la dispersion des matières en suspension vers le large, mais cette thermocline se situerait vers les 20-40m de fond selon Tessier (2006). On peut donc considérer que la colonne d'eau est homogène dans le secteur des immersions.

IV.2.2 Influence de la marée et des vents



Dans la zone de la Lambarde, les courants résiduels de marée sont faibles en surface (< 1cm/s) et plus forts au fond (5cm/s). En moyenne, ils sont orientés vers le large avec une direction Sud-Ouest. Cependant, les courants générés par les vents sont plus importants que ceux induits par la marée. Les houles ont plus d'influence sur la remise en suspension des petits fonds que les courants (Tessier, 2006) comme le montre l'image du 17 avril 2018 (Figure 19).



Figure 19 : Illustration de la remise en suspension des particules fines par la houle (Sentinel 17/04/2018).

V Résultats des analyses sédimentaires

L'analyse du sédiment permet de caractériser le milieu dans lequel vivent les organismes benthiques. L'analyse granulométrique et la mesure du taux de matière organique sont réalisées sur les échantillons de sédiments conservés au congélateur. Ces deux paramètres conditionnent les peuplements benthiques. En effet, certains organismes sont inféodés aux substrats sableux et d'autres préfèrent des sédiments plus fins. De plus, les organismes benthiques ont des niveaux de tolérance très différents vis-à-vis d'un enrichissement en matière organique.

V.1 Analyse granulométrique

L'analyse des fractions granulométriques du sédiment a été réalisée sur une colonne de 18 tamis (2 mm à 40 µm), dont les résultats complets sont fournis dans la base de données. Le pourcentage de la fraction fine (< 63 µm), correspondant aux pélites, est une des variables qui permet de caractériser le sédiment dans le cadre d'une étude de la macrofaune benthique. Comme dans les études précédentes, le taux de pélites est utilisé pour la classification du sédiment, dont les bornes sont définies par Grall & Glémarec (2003) : Les résultats bruts sont présentés en Annexe1.

- 0-15 % de pélites = Sables, moyens ou grossiers (Sm ou Sg) selon dominance, ou Graviers si fraction graviers > 20 % (G)

- 15-30 % de pélites = Sables fins ou envasés (Sv) ;
- 30-80 % de pélites = Vases sableuses (Vs) ;
- 80-100 % de pélites = Vases (V)

V.1.1 Chenal de la Loire

Les stations du chenal de la Loire présentent un substrat très vaseux avec des taux de pélites (fraction < 63µm) supérieurs à 50 % sauf dans le cas de 9 stations sur un total de 23 (Figure 20).

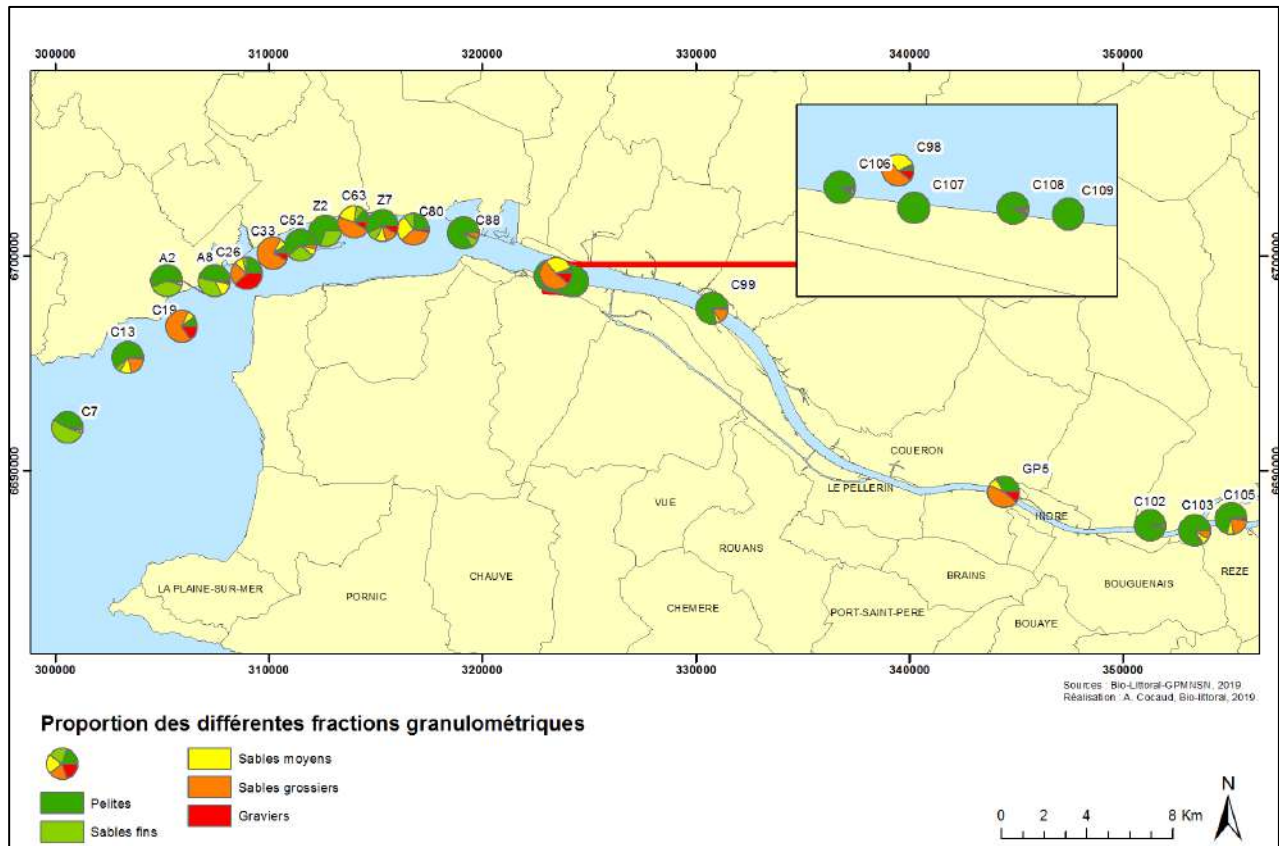


Figure 20 : Proportion des différentes fractions sédimentaires des stations échantillonnées dans le chenal de la Loire en 2019.

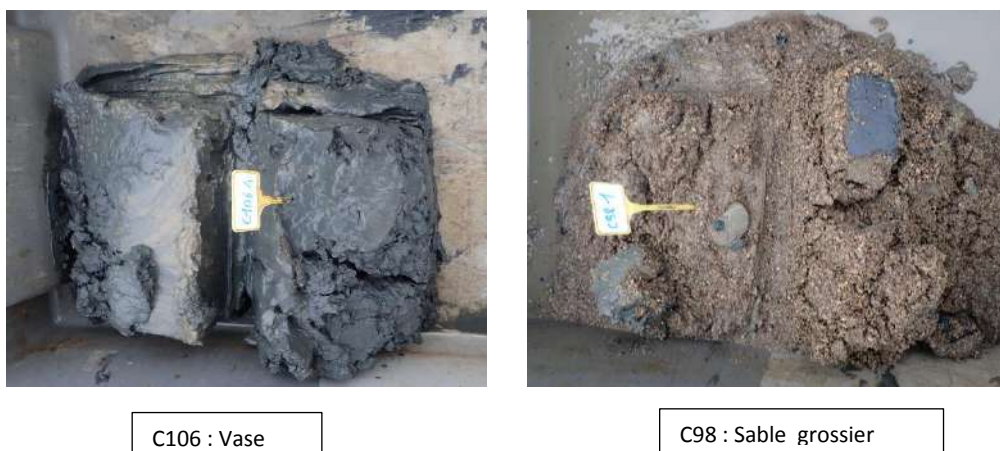


Figure 21 : Photographie des différents types de sédiments rencontrés dans le chenal de la Loire en 2017.

V.1.1.1 Evolution de la nature sédimentaire dans le chenal de la Loire

Une augmentation de la granulométrie est observée entre 2017 et 2019, sur plusieurs stations situées dans la zone externe (C13), intermédiaire (A2, A8, Z2, C52, C26, C63, C80), et dans le secteur endigué (GP5). Aucune station ne s'est ensavée.

- Les stations situées dans l'estuaire externe présentent une granulométrie plus importante. Depuis 2015, la proportion de sable dans les trois stations a augmenté en particulier en C19 en 2017 et en C13 en 2019.
- La station C33 située en amont de la vasière de Méan reste un sable grossier depuis 2013.
- Sur les stations A2, A8, C26 situées en amont de la vasière de Donges, le sédiment vaseux s'ensable. En C26, la proportion de sable grossier a largement augmenté (>20% en 2019)
- Les stations C63, C80, Z7 situées en aval de la vasière de Donges caractérisé comme des vases sableuses en 2017, s'ensablent. En particulier, la station C63 qui passe d'un taux de pélites supérieur à 30% en 2017 à un taux inférieur à 15% en 2019. Sur cette station la granulométrie a considérablement changé passant de vase sableuse a un sédiment grossier.
- Peu de variations sédimentaires sont observées en aval de Paimboeuf excepté à la station GP5 ou la granulométrie augmente.









L'augmentation de la fraction sableuse observée entre 2015 et 2017 se poursuit en 2019. De plus en plus de sable semble arriver par l'amont, mais il ne fait que transiter au niveau de Nantes (D. Lehay, comm. pers.).

Tableau 5 : Evolution sédimentaire des stations du chenal de la Loire entre 2013 et 2019. S sable, (f : fin ; m : moyen ; g : grossier), V vase; G : sédiment hétérogène grossier (Exp : SMG, sable moyen grossier, Vs vase sableuse, Sv Sablo-vaseux)

	Station	2013	2015	2017	2019
externe	C7	Vs	V	Vs	Vs
externe	C13	V	V	V	Vs
externe	C19	V	V	Sg	Sg
Intermédiaire	A2	V	V	V	Vs
Intermédiaire	A8	Vs	Vs	V	Vs
Intermédiaire	Z2	Vs	V	V	Vs
Intermédiaire	C33	Sg	Sg	Sg	Sg
Intermédiaire	C52	V	V	V	Vs
Intermédiaire	C88	V	V	V	V
Intermédiaire	Z7	Smg	V	Vs	Vs
Intermédiaire	C26	V	V	V	Sv
Intermédiaire	C63	V	Vs	Vs	Sg
Intermédiaire	C80	Sg	Vs	Vs	Sv
Intermédiaire	C99	V	V	V	Vs
Paimboeuf	C106	V	V	V	V
Paimboeuf	C107	V	V	V	V
Paimboeuf	C98	V	Sv	Sg	Sg
Paimboeuf	C108	V	V	V	V
Paimboeuf	C109	V	V	V	V
Endigué	C105	Smg	Vs	Vs	Vs
Endigué	C103	V	V	V	V
Endigué	C102	V	V	V	V
Endigué	GP5	Sg	V	V	Vs

L'évolution sédimentaire est illustrée dans le Tableau 6.

Tableau 6 : Photographie des différents types de sédiments rencontrés sur les stations en 2017 puis en 2019.

Station	2017	2019
C13		
C26		
C63		
C80		

V.1.2 Secteur Lambarde

L'analyse granulométrique des stations du secteur de la Lambarde en 2019 montre une forte zonation (Figure 22), avec une bande de sédiment grossier au sud de la zone de suivi et une bande sableuse au nord-ouest. L'ancienne zone d'immersion se différencie avec un sédiment plus grossier. La nouvelle zone d'immersion et les stations proches sont caractérisées par un sédiment vaso-sableux, que l'on retrouve également dans les stations situées vers la Loire.

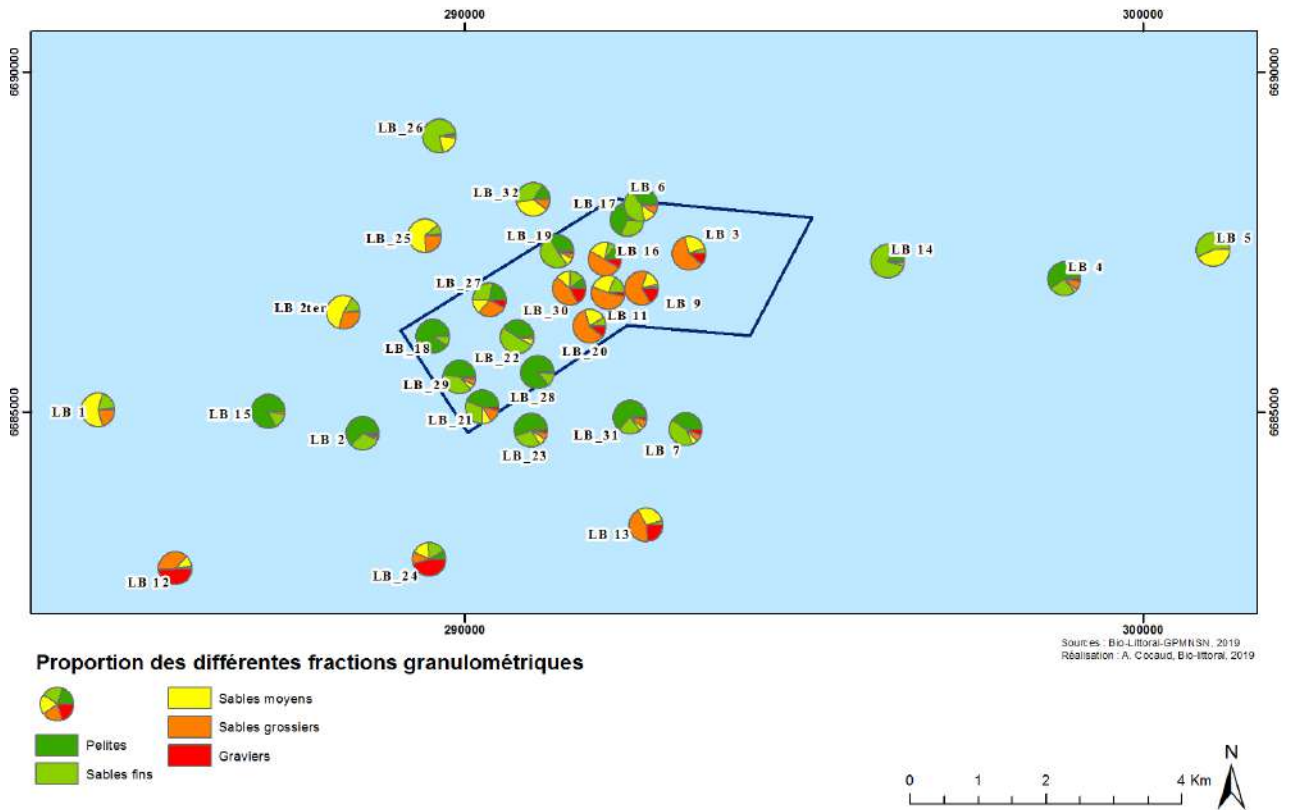


Figure 22 : Proportion des différentes fractions sédimentaires de chaque station échantillonnée dans le secteur de la Lambarde en 2019.

La Figure 23 illustre les différents types sédimentaires rencontrés sur la Lambarde



Figure 23 : Illustration des différents types sédimentaires rencontrés sur le secteur de la Lambarde en 2019.

V.1.2.1 Evolution secteur Lambarde entre 2013 et 2019

Depuis 2013, la nature sédimentaire des stations évolue peu dans les zones situées à l'est et au sud des zones d'immersion (Tableau 7).

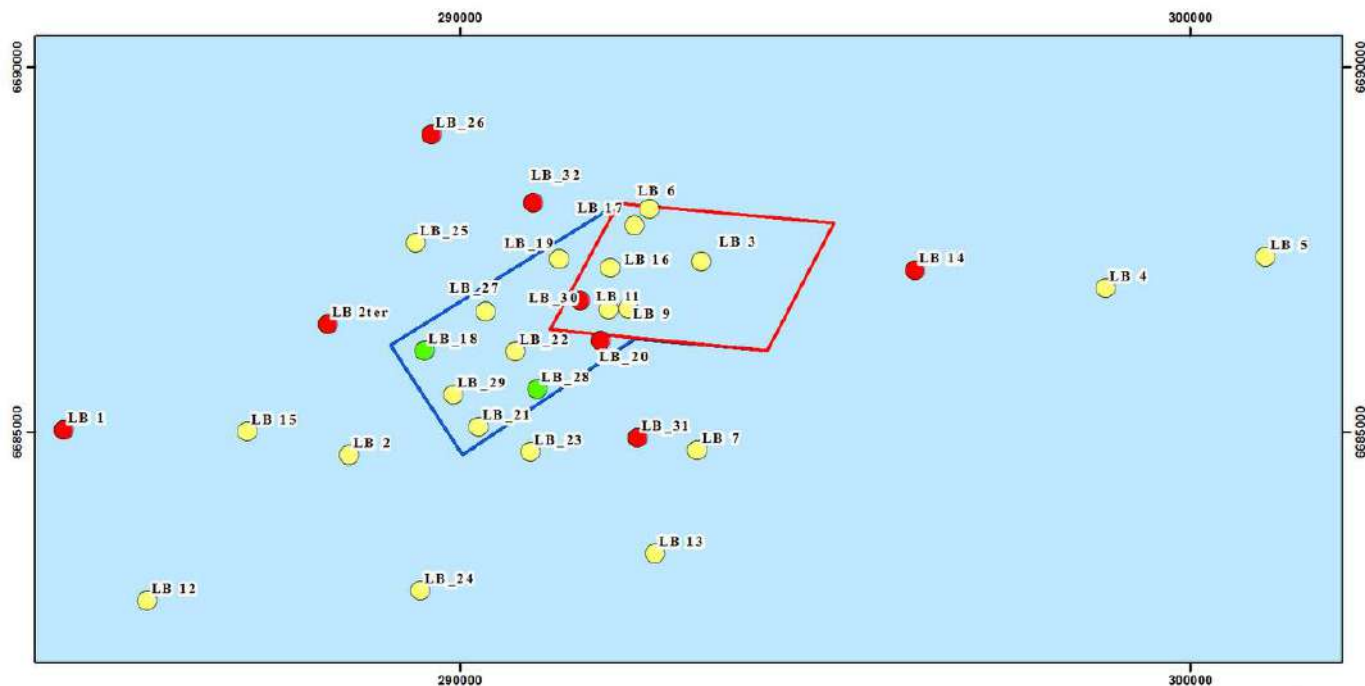
Sur l'ancienne zone d'immersion, qui n'est plus utilisée depuis 2015, une augmentation de la granulométrie est observée depuis 2017.

En 2015, les premières immersions dans la nouvelle zone d'extension (LB27) ont eu un impact localisé avec une augmentation de la fraction fine sur les stations situées dans la zone d'immersion et sur celles situées juste au nord hors périmètre d'immersion. Cela correspondait au dépôt de la vase en provenance du chenal de la Loire. En 2017, la fraction de sable grossier a fortement augmenté sur cette station en raison du dépôt de sédiment plus grossier en provenance du chenal de la Loire. Ce sédiment grossier, ne se disperse pas avec les courants et reste sur place générant une forte accrétion du site, +3.6m entre janvier 2016 et mai 2017.

Entre 2017 et 2019, la granulométrie augmente sur les stations situées autour de la zone en exploitation. En particulier au Nord (LB32, LB26, LB 2ter) ainsi qu'en LB1 ou le taux de pélites diminue.

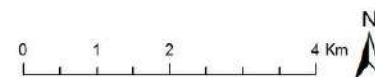
Tableau 7 : Evolution sédimentaire des stations du secteur de la Lambarde entre 2013 et 2019. S sable, (f : fin ; m : moyen ; g : grossier), V vase; G : sédiment hétérogène grossier (Exp : SMG, sable moyen grossier, Vs vase sableuse, Sv Sablo-vaseux).

	Station	2013	2015	2017	2019
Zone d'immersion	LB 11	Sg	Sg	Sg	Sg
Zone d'immersion	LB 16	Sv	Sg	Sg	Sg
Zone d'immersion	LB 17	Vs	V	Vs	Vs
Zone d'immersion	LB 3	Sg	Sm	Sg	Sg
Zone d'immersion	LB 6	Vs	Vs	Vs	Vs
Zone d'immersion	LB 9	Smg	Sg	Sg	Sg
Zone d'immersion	LB_30	G	G	Sv	Sg
Zone d'extension	LB_18	Vs	Vs	Vs	V
Zone d'extension	LB_19	G	Sf	Vs	Vs
Zone d'extension	LB_20	Sv	Sf	Sv	Sg
Zone d'extension	LB_21	Vs	Sv	Vs	Vs
Zone d'extension	LB_22	G	Vs	Vs	Vs
Zone d'extension	LB_27	Vs	Vs	Sv	Sv
Zone d'extension	LB_28	Vs	Vs	Vs	V
Zone d'extension	LB_29	Vs	Vs	Vs	Vs
Est Z.immersion	LB 14	Sv	Sv	Vs	Sv
Est Z.immersion	LB 4	Vs	Vs	Vs	Vs
Est Z.immersion	LB 5	Sf	Sf	Sf	Sf
Ouest Z.immersion	LB 1	Smg	Sm	Sv	Sm
Ouest Z.immersion	LB 12	G	G	G	G
Ouest Z.immersion	LB 15	V	Vs	V	V
Ouest Z.immersion	LB 2	V	Vs	Vs	Vs
Nord Z.immersion	LB 2ter	G	Sm	Sv	Sm
Nord Z.immersion	LB_25	Sm	Sm	Sm	Sm
Nord Z.immersion	LB_26			Sf	Sf
Nord Z.immersion	LB_32	G	Sv	Vs	Sv
Sud Z.immersion	LB 13	Smg	G	G	G
Sud Z.immersion	LB 7	V	Vs	Vs	Vs
Sud Z.immersion	LB_23	Vs	Sv	Vs	Vs
Sud Z.immersion	LB_24	G	G	G	G
Sud Z.immersion	LB_31	Vs	Vs	V	Vs


Evolution de la granulométrie entre 2017 et 2019

 Sources : Bio-Littoral-GPMNSN, 2019
Réalisation : A. Cocaud, Bio-littoral, 2020

- Diminution de la granulométrie
- Aucune modification
- Augmentation de la granulométrie
- Périmètre d'immersion
- Ancien périmètre


Figure 24: Evolution de la Granulométrie entre 2017 et 2019

La station LB18 située à proximité du site de dépôt voit sa fraction fine augmentée certainement en relation avec un dépôt récent de vase en provenance de l'estuaire de la Loire. La station LB 28 est passé de 44% de fraction < 63µm en 2017 à 85% en 2019.

V.1.2.2 Evolution de 2004 à 2019

L'évolution de la nature sédimentaire du secteur de la Lambarde porte sur les stations échantillonnées depuis 2004 au cours des inventaires benthiques réalisés par le PNSN (Tableau 8).

Il est à noter que les différences de protocole mises en évidence dans le chapitre V.1 n'influent pas sur les analyses sédimentaires globales ; en effet, quel que soit le nombre de tamis utilisés, les seuillages entre fractions sédimentaires restent les mêmes.

Tableau 8 : Evolution de la nature sédimentaire des stations échantillonnées entre 2004 et 2019 dans le secteur de la Lambarde.

	Station	2004	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2019
Ancienne zone d'immersion Nord	LB 6	VS	VS	VS	VS	VS	VS	VS	VS
	LB 17				VS	VS	V	VS	VS
Ancienne zone d'immersion Sud	LB 9	VS	VS	VS	VS	SMG	SG	SG	SG
	LB 11			VS	VS	SG	SG	SG	SG
	LB 16				VS	SV	SG	SG	SG
	LB 3	SM	SM	SM	SM	SG	SM	SG	SG
Sud de la nouvelle zone d'immersion	LB 15			V	V	V	VS	V	V
	LB 2	VS	VS	V	V	V	VS	VS	VS
	LB 7	VS	VS	VS	VS	V	VS	VS	VS
Est de la nouvelle zone d'immersion	LB 14			VS	VS	SV	SV	VS	SV
	LB 4	SG	VS	V	V	VS	VS	VS	VS
	LB 5	SMF	SM	SM	SM	SF	SF	SF	SF
Nord-ouest de la nouvelle zone d'immersion	LB 1	SMG	SME	SME	SM	SMG	SM	SV	SM
	LB 2ter	SMG	SM	SM	SM	G	SM	SV	SM
Grand Sud de la nouvelle zone d'immersion	LB 12			SG	SG	G	G	G	G
	LB 13			SG	SG	SMG	G	G	G

- Les stations (LB6 et LB17) situées au nord de l'ancienne zone d'immersion, ne montrent pas d'évolution remarquable entre 2004 et 2019. Elles ont toujours été caractérisées par un sédiment vaso-sableux, avec cependant une augmentation temporaire de la part de vase à la station LB17, en 2015.
- La zone sud-ouest de l'ancienne zone d'immersion (LB9, LB11, LB16) a fortement évolué entre 2011 et 2013. Jusqu'en 2011, c'est un sédiment vaso-sableux qui est présent, induit par le dépôt récent de vases de Loire sur ces stations. Effectivement, les campagnes de prélèvements pour la faune benthique et la granulométrie ont eu lieu pendant la période de dépôt qui se situait essentiellement dans ce secteur (cf chap. V.1). L'échantillonnage de 2013 s'est déroulé le 24 septembre, soit 3 mois après le dernier dépôt (Tableau 4). L'important hydrodynamisme de ce secteur, qui joue sur ce promontoire exhaussé, a eu le temps de disperser plus loin les particules les plus fines de cette vase non stabilisée ; ainsi, il ne reste que les particules les plus grossières et les plus lourdes. Depuis 2015 aucun nouveau dépôt n'a pu modifier la nature sédimentaire de ce secteur, car le dépôt se fait désormais dans la nouvelle zone (cf. chap. V.1).
- La station LB3, présente un sédiment plus grossier depuis 2004 car elle se situe à l'est de la zone d'immersion dans une zone où il n'y a plus de dépôt depuis longtemps.
- Les stations LB2, LB7 et LB15, situées justes au sud de la zone d'immersion n'évoluent quasiment pas et conservent un sédiment vaseux à vaso-sableux depuis 2004.
- Les stations LB12 et LB13, situées à plus de 2 km au sud de la zone d'immersion conservent leur sédiment de sable grossier à grossier tout au long des différents inventaires.

V.1.2.3 Evolution à long terme

Une synthèse cartographique de l'évolution de la nature sédimentaire entre 1965, carte de Vanney (Figure 25) et 2019 est présentée dans la Figure 26.

- Au nord de la zone d'immersion (LB2-Ter, LB25, LB32), la frange de sable moyen présente en 1965 s'est envasée.
- Au centre, dans le périmètre de la nouvelle extension, l'ancien chenal (période glaciaire) de la Loire, plus profond, piège les particules fines. En 2019, sa nature sédimentaire est essentiellement vaseuse, comme en 1965.
- Le sédiment de l'ancienne zone d'immersion qui était majoritairement des sables moyens en 1965, s'est envasé partiellement pendant la période de dépôt. Depuis l'arrêt (fin 2014) de l'exploitation de cette zone, le sédiment est plus grossier. En effet, dans les sédiments dragués dans l'estuaire de la Loire qui sont clapés sur la Lambarde, il peut y avoir des éléments sableux ou même des cailloux qui ne seront pas dispersés par les courants. A terme, seuls ces éléments vont rester sur place, ce qui explique qu'on ait un sédiment plus grossier sur le site de dépôt que le sédiment initial de 1965.
- Le sédiment fin clapé se disperse selon le régime de houle dominant SO-NE- entraînant les particules fines vers les roches de la Lambarde où une partie se fait piéger, ce qui explique le fort envasement des stations LB6, LB17 et dans une moindre mesure LB32 constaté en 2019 par rapport à 1965.
- Au sud de la zone d'extension, le sédiment grossier qui s'étend vers le sud (LB12, LB24, LB13) reste inchangé depuis 1965.
- Vers la côte, les trois stations LB14, LB4, LB5 repositionnées sur la carte de 1965 sont situées sur des limites d'habitats sédimentaires, ce qui expliquerait leur importante variation au cours du temps.

La cartographie des fonds sédimentaires réalisée en 2019 montre (comme en 2017) une zonation sédimentaire globale similaire à celle observée en 1965, hormis la zone de sable moyen située au nord qui s'envase.

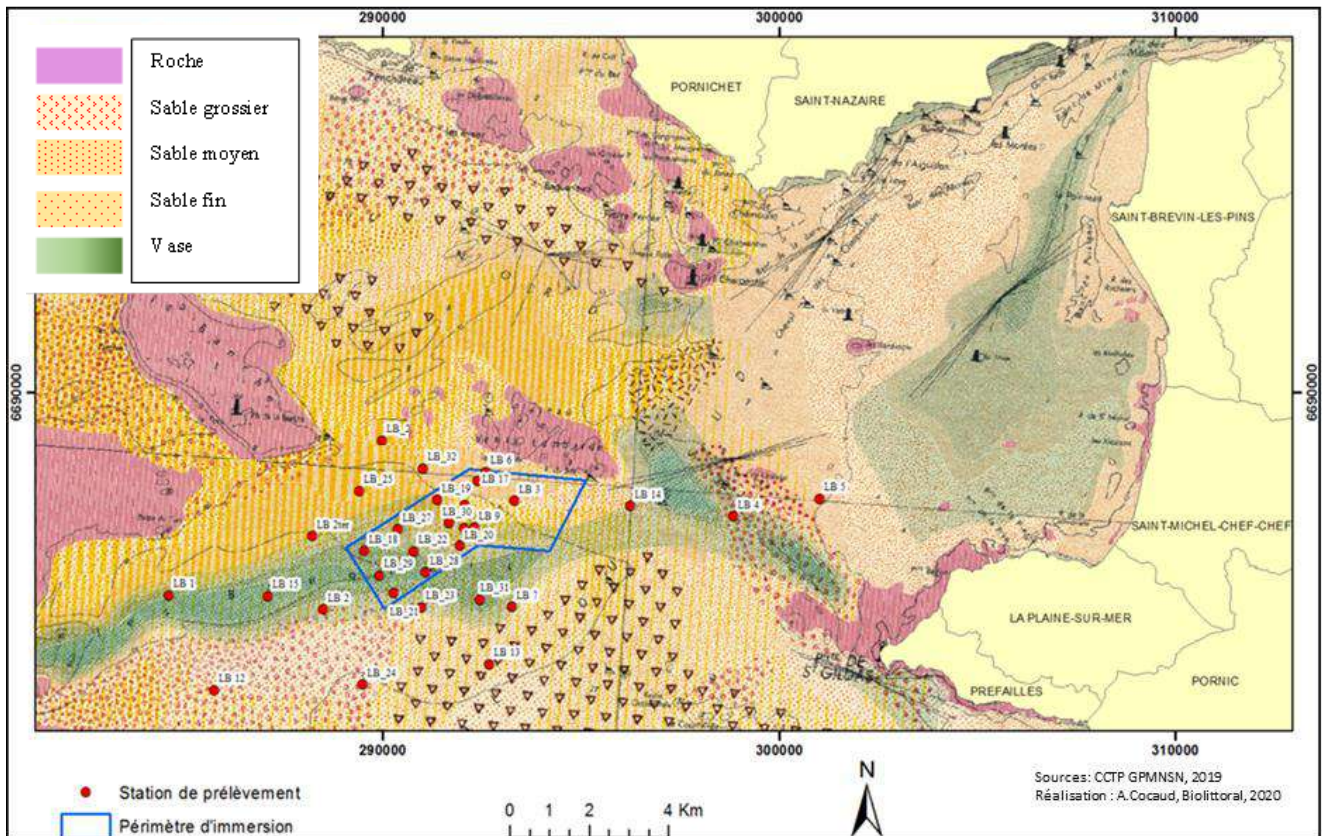


Figure 25 : Cartographie des fonds sédimentaires réalisée par Vanney, en 1965, dans le secteur de la Lambarde.

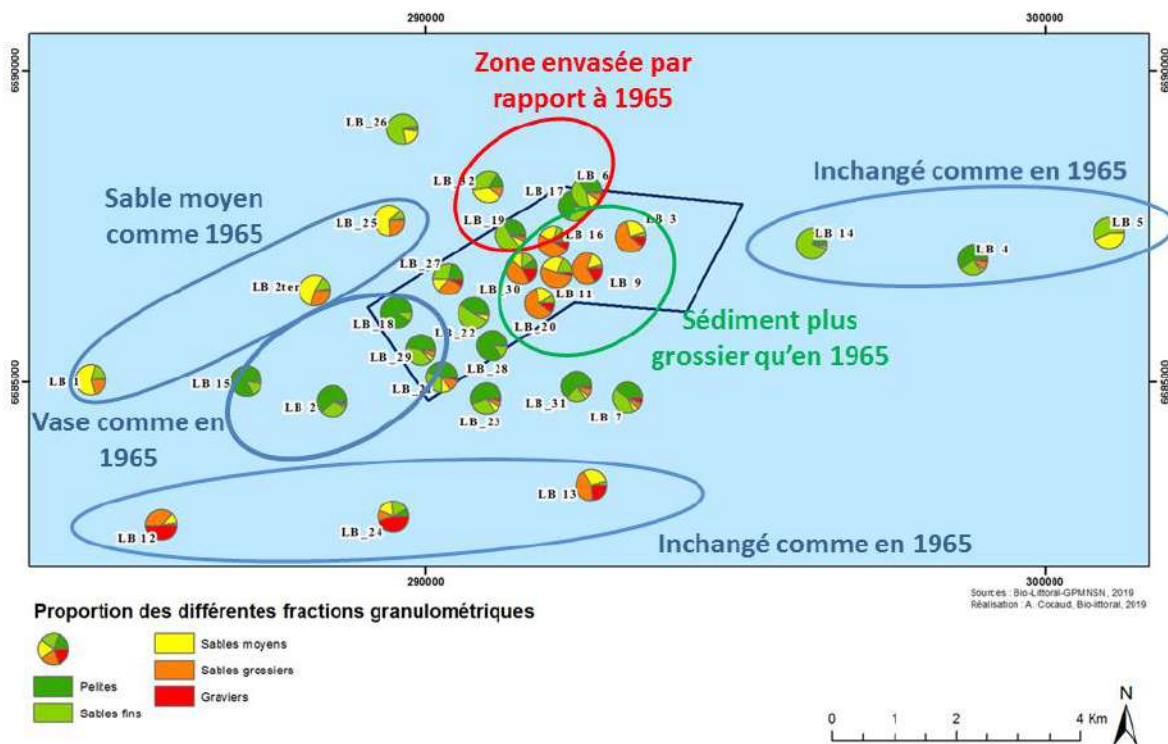


Figure 26 : Synthèse cartographique de l'évolution de la nature sédimentaire entre 1965 et 2019

V.2 Teneur en matière organique

La teneur en matière organique du sédiment est un paramètre à prendre en considération pour l'étude des peuplements benthiques car de nombreux invertébrés sont des consommateurs de matière organique (MO). Cependant, un trop fort enrichissement en MO peut entraîner la mortalité des invertébrés. La MO est constituée de matières détritiques, de bactéries et de la méiofaune (organismes < 1mm). Différents niveaux de pollution caractérisés par leurs teneurs en MO, ont été définis par Schaan et Marchand (1994) pour l'estuaire de la Loire à la suite de plusieurs campagnes. En effet, les densités de macrofaune benthique maximales étaient obtenues pour une valeur proche de 6% de MO et les stations étaient azoïques pour des valeurs supérieures à 12%. Ces seuils sont confirmés par les différentes études menées en estuaire de Loire par Bio-Littoral.

V.2.1 Chenal de la Loire

Dans le chenal de la Loire, les sédiments sont riches en matière organique qui se fait piéger par les vases. Comme en 2015 et 2017, les zones qui desservent les installations industrielles, entre Saint-Nazaire et Donges présentent moins de matière organique (Figure 27). En effet les sédiments sont plus grossiers car ces zones sont régulièrement draguées pour permettre aux navires d'accoster. Sur les 23 stations échantillonnées dans le chenal de la Loire en 2019, les teneurs en MO évoluent de 0,75 % (C33) à 11 % (C108-C109) en 2019. Ces mêmes stations C108-C109 avaient des taux de MO supérieurs à 10% en 2017. Les stations C106 à C109 sont sous l'influence du ruisseau de l'Aumondière chargé en matière organique (Figure 27) mais la C106 est régulièrement draguée pour permettre aux bateaux d'atteindre la grue du port à sec.

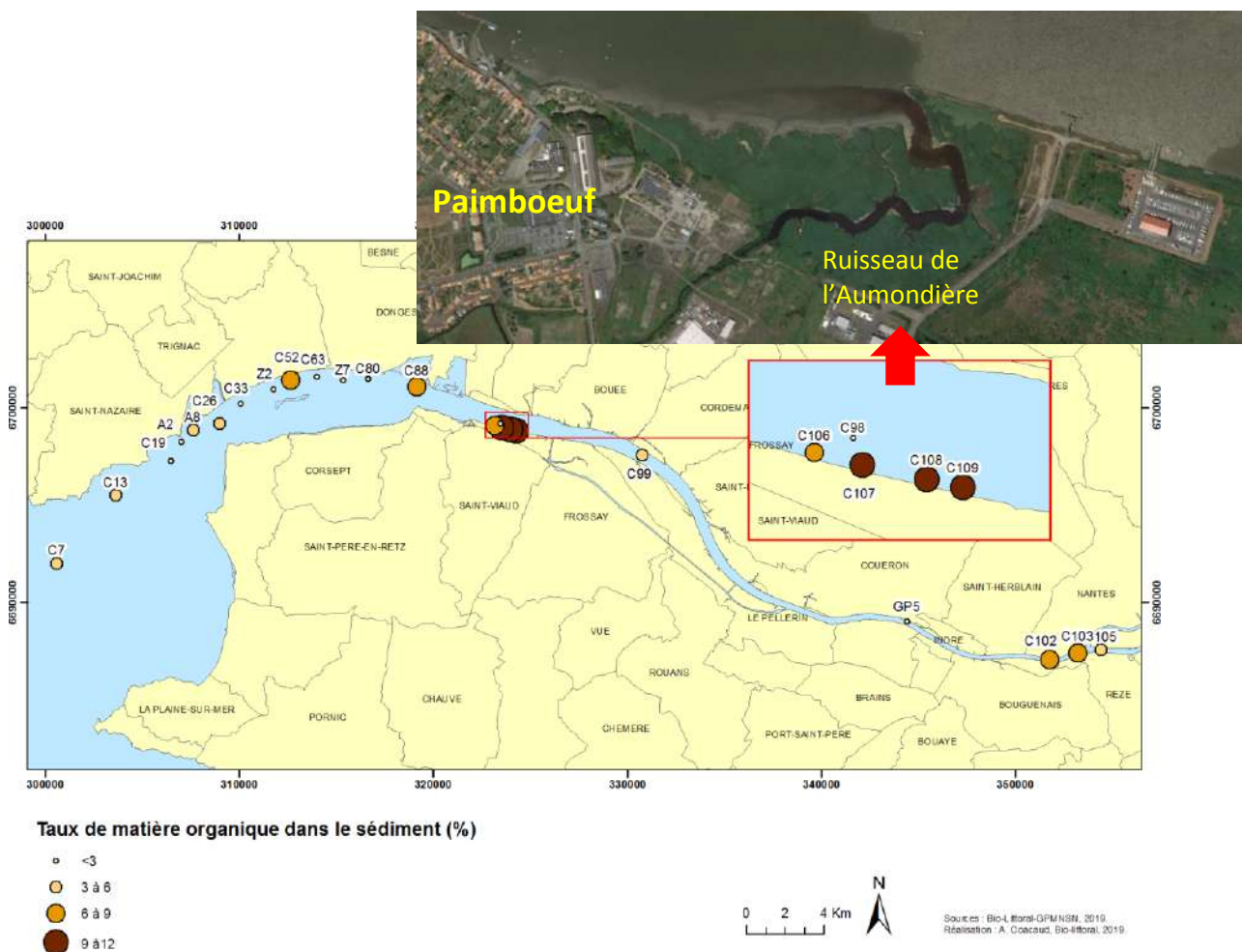


Figure 27 : Taux de matière organique dans les sédiments du chenal de la Loire en 2019.

V.2.2 Secteur Lambarde

Sur les 31 stations échantillonnées dans le secteur de la Lambarde en 2019, le taux de matière organique varie de 0.59 à 7% sauf à la station LB18 où le taux de matière organique est de 10.18% (Figure 28), ce qui s'explique par la proximité de cette station avec la zone de dépôt des vases de Loire

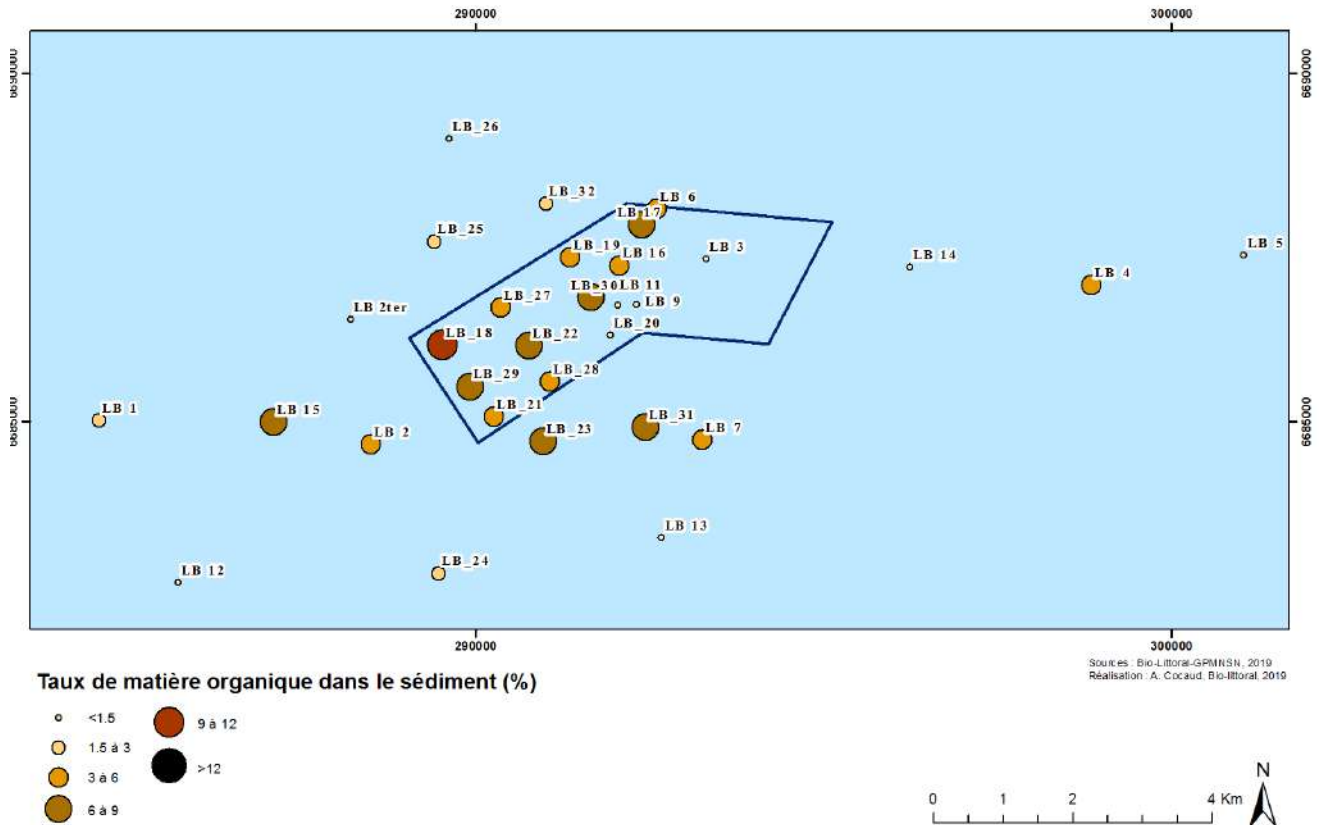


Figure 28 : Taux de matière organique dans les sédiments du secteur de la Lambarde en 2019.

V.3 Synthèse de l'analyse sédimentaire

En 1965, le secteur d'étude était constitué par une bande centrale de nature vaseuse qui s'étirait d'est en ouest, bordée au nord par une frange de sable moyen et au sud par une large zone de sable très grossier.

La partie de la zone d'immersion exploitée jusqu'en 2015, située au sud du plateau rocheux de la Lambarde, a connu un envasement important pendant la période de dépôt de vase en provenance de l'estuaire (entre 2 et 8 Mm³/an), mais l'arrêt des immersions sur cette zone, fin 2014, permet une évolution rapide vers un sédiment plus grossier qui correspond à celui observé en 1965. En effet, les particules fines entraînées par les houles dominantes de SO-NE, ont été piégées au pied du plateau rocheux de la Lambarde, ce qui explique le fort envasement observé depuis 2015 sur ce secteur (stations LB6 et LB17).

Depuis le changement de zone de d'immersion en 2015, sur une zone initialement vaseuse, des impacts localisés avec une modification de la nature sédimentaire sont enregistrés sur les stations situées dans un rayon de 500m autour de la zone de dépôt et une augmentation de la fraction fine dans les stations situées en périphérie nord de la zone de dépôt. En 2019, cet envasement des stations périphériques est moins important qu'en 2017, certainement en raison du faible volume de sédiment immergé en 2019.

Hormis l'accumulation de fraction fine au pied des roches de la Lambarde, les couvertures sédimentaires du secteur sont semblables à celles cartographiées en 1965 par Vanney sur l'ensemble de la zone de suivi.

VI Résultats faunistique

La macrofaune benthique ou macrobenthos est constituée de tous les organismes vivant près ou dans le sédiment, et dont la taille est supérieure à 1 mm. Peu d'études portent sur la méiofaune (faune < 1 mm, qui vit dans les sédiments), très complexe à déterminer. Ce compartiment ne sera pas abordé 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. Cette source primaire varie selon les écosystèmes étudiés.

- En estuaire de la Loire, il s'agit de micro-algues (principalement microphytobenthos) et matière organique véhiculées par le fleuve qui viennent s'accumuler dans les sédiments vaseux de l'estuaire.
- Dans le milieu côtier de plus de 5m de profondeur, il s'agit du phytoplancton qui se développe dans la colonne d'eau grâce aux apports de sels nutritifs par les fleuves.

VI.1 Chenal de la Loire

VI.1.1 Synthèse globale

Une synthèse des résultats pour le chenal de la Loire est présentée sous forme d'un tableau (Tableau 9). Ces résultats sont ensuite discutés dans les chapitres suivants.

Tableau 9 : Synthèse des résultats obtenus sur la faune benthique du chenal de la Loire en 2019.
(nb d'espèces de cirripèdes).

	Station	2019	Densité ind/m ²	Richesse spécifique	biomasse g/m ²
externe	C7	Vs	13490	37	10,60
	C13	Vs	220	16 (1)	0,91
	C19	Sg	264	10	0,09
Intermédiaire	A2	Vs	70	14	1,73
	A8	Vs	250	18	2,82
	Z2	Vs	248	12	4,38
	C33	Sg	258	10 (1)	0,48
	C52	Vs	58	10	0,66
	C88	V	428	7	0,18
	Z7	Vs	616	20 (1)	5,85
	C26	SV	200	15	0,71
	C63	Sg	52	9	0,45
	C80	SV	30	4	0,35
	C99	V	4	2	0,00
	Paimboeuf	C98	Sg	10	2
C106		V	2076	7 (1)	0,93
C107		V	2172	8 (1)	1,26
C108		V	652	5 (1)	0,75
C109		V	574	1 (1)	0,19
Endigué	C105	Vs	16	4	0,00
	C103	V	2	1	0,00
	C102	V	10	4	0,04
	GP5	Vs	4	1	0,00

VI.1.2 Richesse spécifique

La richesse spécifique correspond au nombre d'espèces trouvées, dans la totalité des 5 réplicats d'une même station. Cette richesse spécifique dépend de la surface échantillonnée. Depuis 2009, cette surface est de 0,5m².

En 2019, sur les 23 stations échantillonnées dans le chenal de l'estuaire de la Loire, l'analyse de 10986 organismes a permis d'identifier 82 espèces ou taxons, dont 35 annélides, 20 mollusques, 23 crustacés, 1 cnidaire, 2 échinodermes et 1 némerte (Tableau 10).

En raison des nombreux supports de substrats durs (cailloux, morceaux de bois...) prélevés avec la benne, des cirripèdes ont été inventoriés. Leur richesse spécifique est indiquée entre parenthèse dans le Tableau 9 à titre indicatif, car les bennes ne sont pas un bon outil pour échantillonner les substrats durs.

Trois espèces contribuent aux fortes densités observées en 2019 : il s'agit de l'annélide *Lagis koreni* (2130 individus), du petit crustacé *Corophium volutator* (2971 individus) et un petit bivalve *Kurtiella bidentata* (4161 individus).

Tableau 10 : Richesse spécifique et densité des organismes benthiques dans le chenal de la Loire en 2019. Les stations sont rangées de l'aval vers l'amont.

Densité ind/m2	C7	C13	C19	A2	A8	C26	C33	Z2	C52	C63	Z7	C80	C88	C106	C107	C108	C109	C98	C99	GP5	C102	C103	C105	May
Total Annelides	4520	112	214	50	198	94	210	156	18	30	434	26	12	30	6	2	0	2	4	4	6	2	4	266,70
<i>Alitta succinea</i>	2		2								26		4	8	2	2								2,00
<i>Ampharete</i>																	2							0,09
<i>Arenicola marina</i>	6																							0,26
<i>Boccardiella ligerica</i>														12										0,52
<i>Capitella capitata</i>				2						2	6													0,43
<i>Capitellidae</i>										2														0,09
<i>Caulerella alata</i>								2																0,09
<i>Chaetopteridae</i>	2																							0,09
<i>Diopatra biscayensis</i>	4	2			6			2																0,61
<i>Eteone</i>	2										8													0,43
<i>Eumida bahusensis</i>	2																							0,09
<i>Glycera</i>	2					2																		0,17
<i>Glycera fallax</i>	8																							0,35
<i>Goniadella</i>		2	30				40			4									2					3,39
<i>Goniadella bobrezkii</i>			28			4	30																2	2,78
<i>Heteromastus filiformis</i>		8		2	52	14		116	2	24	242	20	4	4										21,22
<i>Lagis koreni</i>	4234	22			2								2											185,22
<i>Lepidonotus squamatus</i>																					2			0,09
<i>Malmgrenia andreapolis</i>	4																							0,17
<i>Mediomastus fragilis</i>		10			4																			0,61
<i>Nephtys</i>									2															0,09
<i>Nephtys hombergii</i>	154	54		22	96			18	8		8													15,65
<i>Notomastus latericeus</i>	2																							0,09
<i>Oligochaeta</i>			2	2	4			4	4	2	10		2	6						4	4	2		2,00
<i>Owenia fusiformis</i>	50																							2,17
<i>Pholoe</i>											2													0,09
<i>Pholoe baltica</i>	6																							0,26
<i>Pisone remota</i>			144		2		66								2								2	9,39
<i>Podarkeopsis capensis</i>	4																							0,17
<i>Polydora</i>	16					22					30													2,96
<i>Polygordius</i>			2				14																	0,70
<i>Polygordius appendiculat</i>			2												2									0,17
<i>Prionospio</i>	14	2				2																		0,78
<i>Sabellaria spinulosa</i>					2	14																		0,70
<i>Saccocirrus papilocercus</i>						8	60											2						3,04
<i>Spio</i>					8																			0,35
<i>Spiophanes bombyx</i>	8																							0,35
<i>Streblospio</i>		2		2				2			14													0,87
<i>Syllidae</i>				4																				0,17
<i>Tharyx</i>		10		20	22	28		12	2		90													8,00
Total Cnidaires	0	0	0	0	6	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,70
<i>Actiniaria</i>					6	10																		0,70

Densité ind/m2	C7	C13	C19	A2	A8	C26	C33	Z2	C52	C63	Z7	C80	C88	C106	C107	C108	C109	C98	C99	GP5	C102	C103	C105	Moy		
Total Crustacés	80	4	0	2	2	6	10	24	14	4	130	4	416	2046	2166	650	574	8	0	0	4	0	10	279,22		
<i>Abludomelita obtusata</i>	34																							1,48		
<i>Ampelisca brevicornis</i>	2																								0,09	
<i>Ampelisca spinimana</i>	18																								0,78	
Aoridae	10																								0,43	
<i>Asthenagnathus atlantica</i>	4																								0,17	
<i>Carcinus maenas</i>				2							2				2	2									0,35	
Copepoda		2						8																	0,43	
<i>Corophium volutator</i>		2				6		14	8		108	2	410	2034	2142	634	572						10		258,35	
<i>Crangon crangon</i>								8	2	2	4	2	4	8	12	12	2								2,43	
<i>Cyathura carinata</i>											8														0,35	
<i>Diastylis bradyi</i>	8																								0,35	
<i>Diastylis laevis</i>									2																0,09	
<i>Gammarus zaddachi</i>									2		2			4								2			0,43	
<i>Gastrosaccus spinifer</i>							2																		0,09	
<i>Hemigrapsus takanoi</i>											2														0,09	
<i>Liocarcinus vernalis</i>	2																								0,09	
<i>Melita palmata</i>					2						4														0,26	
<i>Mesopodopsis slabberi</i>													2		8	2		8							0,87	
Mysida								2																	0,09	
<i>Nototropis guttatus</i>	2																								0,09	
<i>Palaemon longirostris</i>																						2			0,09	
<i>Pisidia longicornis</i>								2																	0,09	
<i>Schistomysis spiritus</i>															2										0,09	
Total Echinodermes	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,35	
Amphiuridae				4																						0,17
<i>Asterias rubens</i>	4																								0,17	
Total Mollusques	8882	104	48	14	44	80	32	68	26	14	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	407,04	
<i>Abra alba</i>	614																									26,70
Aeolidioidea	4																									0,17
<i>Barnea candida</i>				2																						0,09
Bivalvia	2																									0,09
<i>Cerastoderma edule</i>				4																						0,17
<i>Corbula gibba</i>	8	2																								0,43
<i>Donax vittatus</i>	2																									0,09
<i>Kurtiella bidentata</i>	8220	80	2	2	6	8		2	2																	361,83
<i>Limecola balthica</i>					22	6	12	66	24	8	48															8,09
<i>Macoma tenuis</i>	6	2			6																					0,61
Mastridae				2																						0,09
<i>Mytilus edulis</i>		16	20		6	44	6			2													2		4,17	
<i>Peringia ulvae</i>										4																0,17
<i>Phaxas pellucidus</i>	2																									0,09
<i>Philine quadripartita</i>	8																									0,35
<i>Ruditapes philippinarum</i>		2			2	22	12																			1,65
<i>Spisula solida</i>		2	26				2																			1,30
<i>Spisula subtruncata</i>	16																									0,70
<i>Steromphala cineraria</i>				2																						0,09
<i>Tritia incrassata</i>				2																						0,09
<i>Tritia reticulata</i>					2																					0,09
Total Nemertes	4	0	2	0	0	10	6	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,30	
Nemertea	4		2			10	6			4	4															1,30
Densité total	13490	220	264	70	250	200	258	248	58	52	616	30	428	2076	2172	652	574	10	4	4	10	2	16		955,30	
Rs (+nb Cirripèdes)	37	16 (1)	10	14	18	15	10 (1)	12	10	9	20 (1)	4	7	7 (1)	8 (1)	5 (1)	1 (1)	2	2	1	4	1	4		81 (1)	

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 (Figure 29).

Les stations les plus riches en termes de biodiversité sont celles du chenal externe : C7 (37 esp), Z7 (20 esp), A8 (18esp.), C26 (15 esp.) et C13 (16 esp.). Les autres stations abritent moins de 15 espèces et 2 stations ne présentent qu'une seule espèce (C103 et GP5).

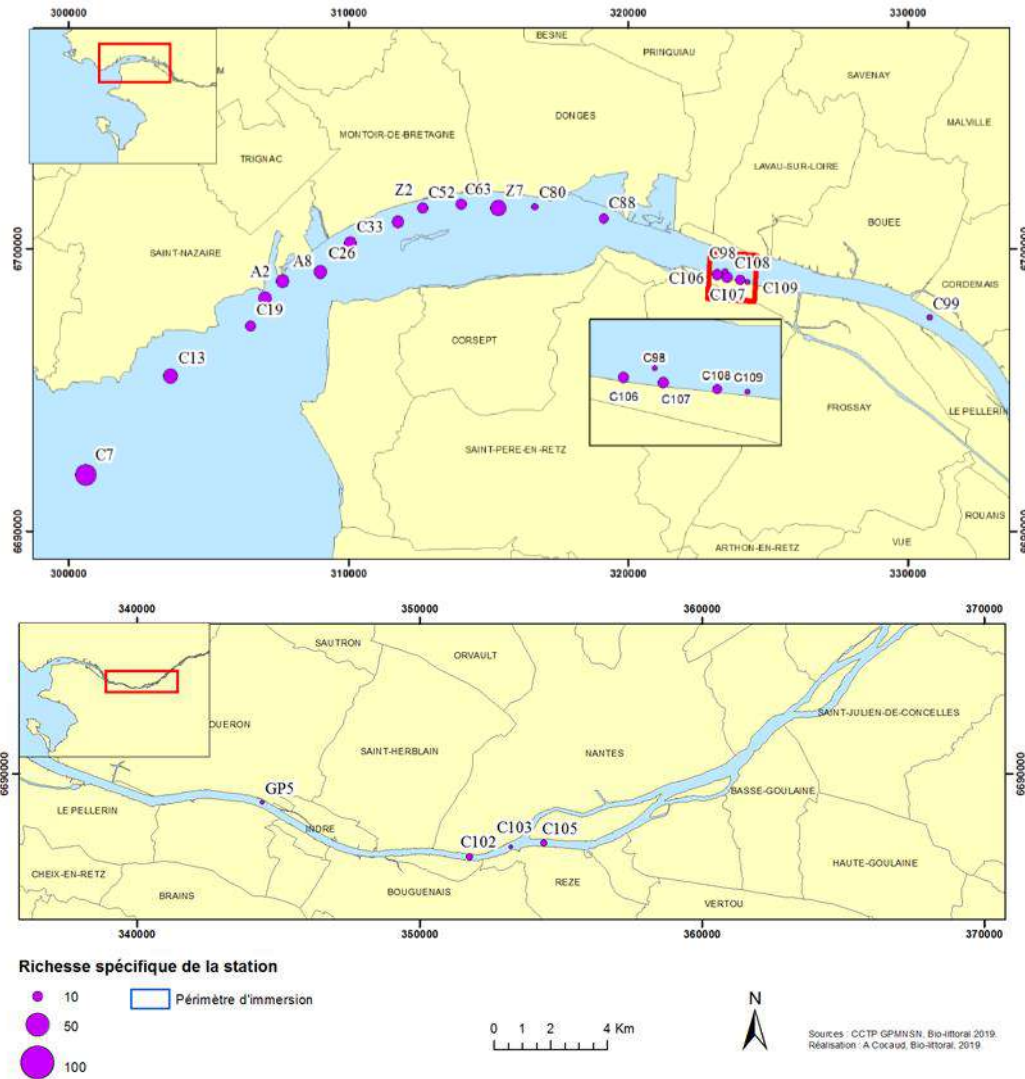


Figure 29 : Répartition spatiale des richesses spécifiques des stations du chenal de la Loire en 2019.

VI.1.3 Evolution de la richesse spécifique entre 2015 et 2019

La biodiversité a diminué entre 2017 (95 espèces) et 2019 (82 espèces). Il s'agit surtout d'espèces de crustacés qui étaient en faible effectif en 2017 (32 espèces de crustacés) et qui n'ont pas été retrouvés en 2019 (23 espèces de crustacés). En 2015, seules 55 espèces avaient été répertoriées sur l'ensemble des groupes faunistiques. En 2017, 21 nouvelles espèces de crustacés avaient été répertoriées par rapport à 2015. Il semble donc que le groupe des crustacés montre une forte variabilité spécifique car leurs représentants, en très faible effectif ne sont pas toujours échantillonnés.

13 nouvelles espèces inventoriées en 2019 non pas été observées en 2017. Il s'agit de 5 annélides (*Capitella capitata*, *Caulleriella alata*, *Eumida bahusiensis*, *Lepidonotus squamatus*, *Mediomastus fragilis*), 1 crustacé (*Ampelisca spinimana*), 1 échinoderme (*Asterias rubens*), 5 mollusques (*Macomangulus tenuis*, *Peringia ulvae*, *Phaxas pellucidus*, *Steromphala cineraria*, *Tritia reticulata*).

Bien que les richesses spécifiques montrent une certaine variabilité annuelle, les stations abritant une plus forte biodiversité restent les mêmes depuis 2015 (Figure 30).

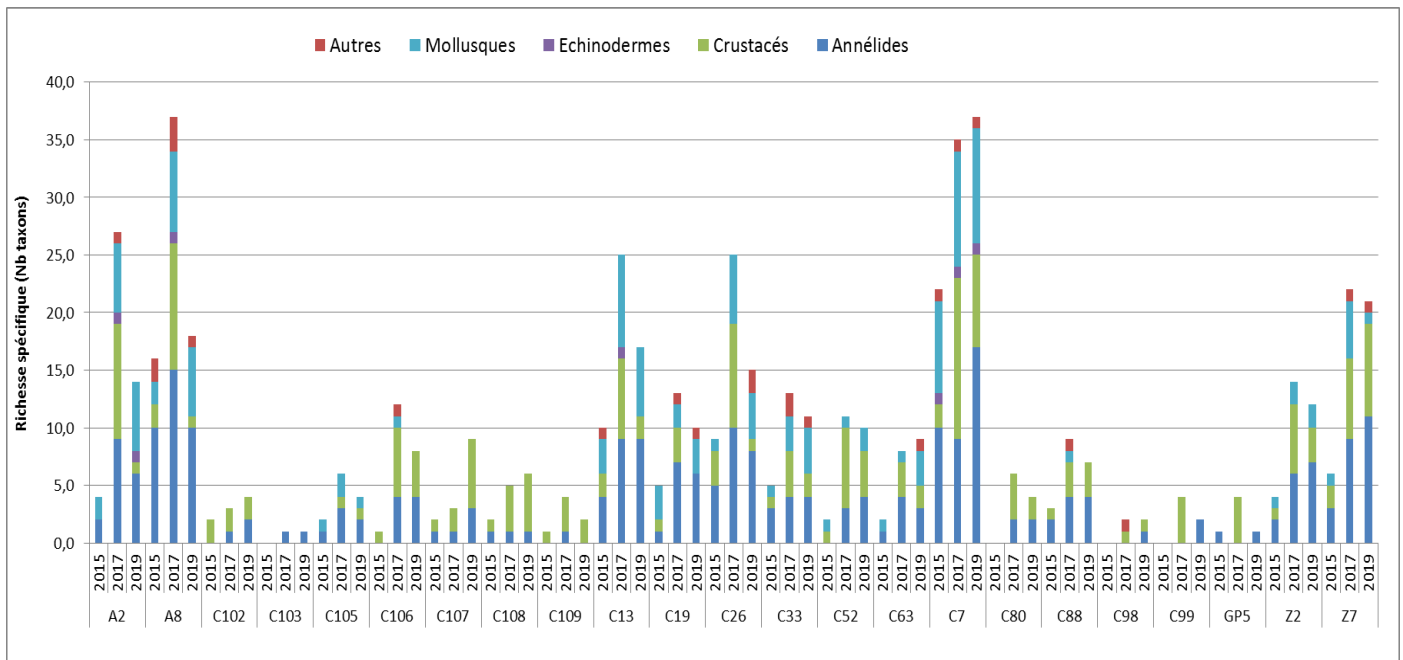


Figure 30 : Evolution de la richesse spécifique dans chaque station entre 2015 et 2019

VI.1.4 Densité d'organismes

Les densités d'organismes du chenal de l'estuaire de la Loire sont importantes aux stations situées dans l'estuaire externe (C7 (13490 ind/m²), C13 (220 ind/m²), C19 (264 ind/m²) (Tableau 10).

En moyenne, la densité d'organismes diminue de l'aval vers l'amont (Figure 31). De fortes abondances de *Corophium volutator* sont observées en C106 (2142 ind/m²) et C107 (2142 ind/m²) d'où les fortes densités sur ces sites (respectivement 2076 ind/m², 2172 ind/m²). En amont de Cordemais, les densités sont inférieures à 20 ind/m².

Comme en 2017, *Lagis koreni* colonise les deux stations les plus externes. Il est très abondant en C7 (4234 ind/m²) mais diminue rapidement, seulement 22 ind/m² à la station C13.

Le petit mollusque *kurtiella bidentata* se retrouve aux côtés des *Lagis koreni*, sur les mêmes stations C7 (8220 ind/m²), C13 (80 ind/m²). Ces deux espèces sont caractéristiques de petits fonds marins côtiers envasés.

L'annélide *Heteromastus filiformis* est observé dans les vasières intertidales de l'estuaire de la Loire avec des densités moyennes de 360 ind/m² dans le domaine externe et de 730 ind/m² dans le domaine polyhalin ; il est donc normal de le retrouver dans le chenal dans la zone intermédiaire (116 ind/m² en Z2 ; 242 ind/m² en Z7).

Le bivalve *Limecola balthica* (anciennement *Macoma baltica*), très commun dans les vasières intertidales côtières et estuariennes, est retrouvé dans les vases du chenal dans la zone intermédiaire (de A8 à Z7). Les faibles densités observées indiquent que ce n'est une bathymétrie favorable. Comme en 2015 et 2017, des densités les plus importantes de *Limecola balthica* sont mesurées à la station Z7 (48 ind/m²) qui est proche de la berge. En 2019 une forte densité est aussi observée en Z2 (66 ind/m²).

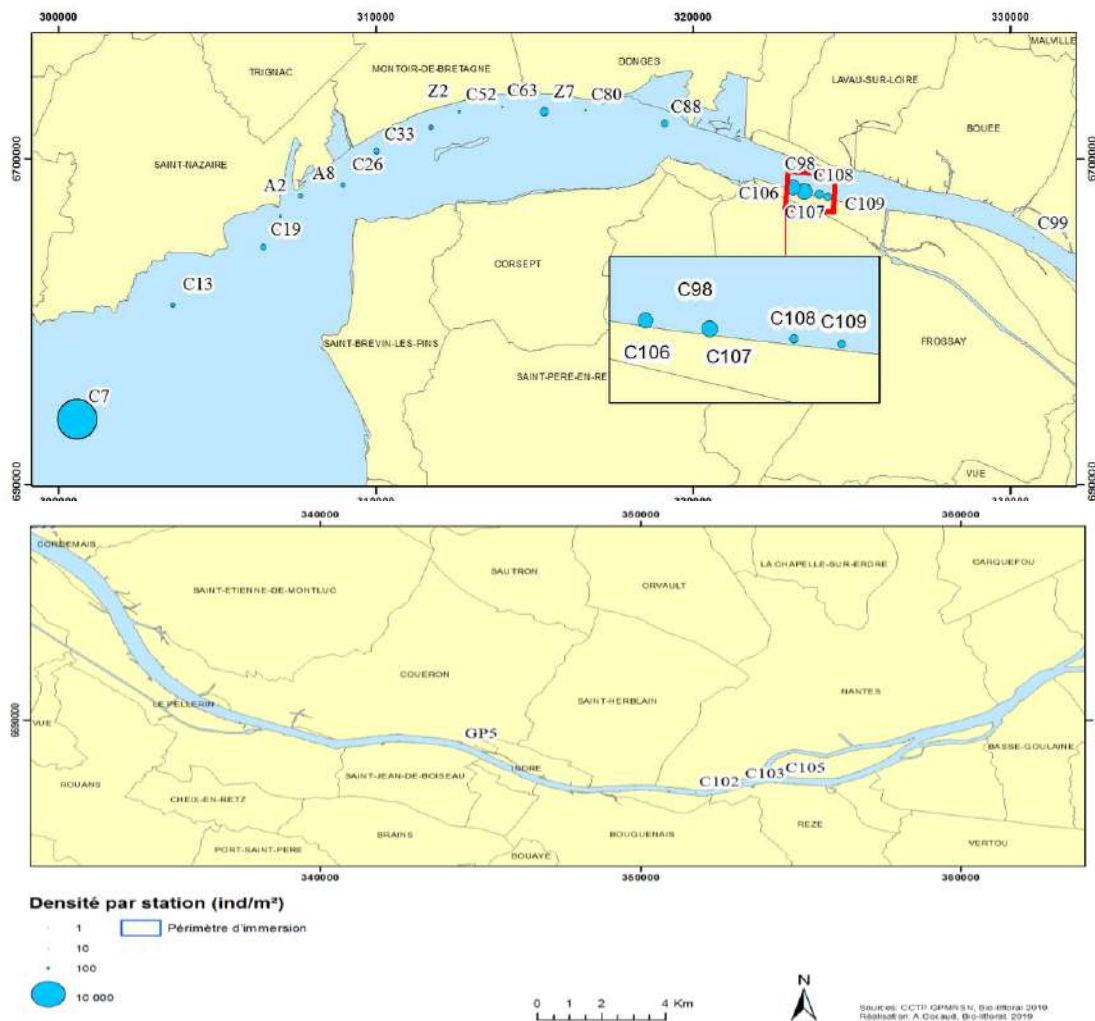


Figure 31 : Répartition spatiale des densités d'organismes des stations du chenal de la Loire en 2019.

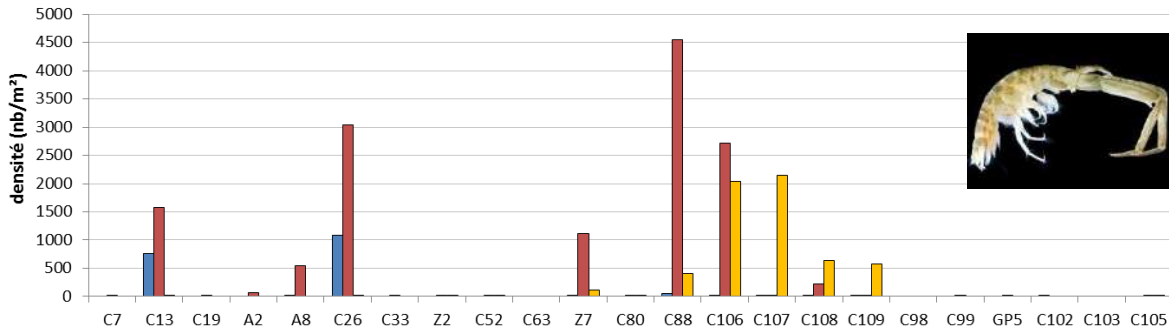
VI.1.5 Evolution des densités d'organismes entre 2015 et 2019

En 2019, 11 espèces ont des densités supérieures à 50 ind/m² dans le chenal contre 10 en 2017 et 5 en 2015. Il s'agit du crustacé *Corophium volutator*, des annélides, *Lagis koreni*, *Nephtys hombergii*, *Heteromastus filiformis*, *Tharyx sp.*, *Owenia fusiformis*; *Pisione remota* et *Saccocirrus papillocercus* et des mollusques *Kurtiella bidentata*, *Limecola balthica* et *Abra alba*. Ces espèces sont caractéristiques de l'estuaire de la Loire. Il y manque cependant *Boccardiella ligERICA* en 2019.

En 2015, 2176 organismes avaient été récoltés sur les 23 stations du chenal, en 2017, 29880 organismes et en 2019 ce sont 10986 individus qui ont été identifiés. La différence entre 2017 et 2019 provient essentiellement des densités de deux espèces ; les *Boccardiella ligERICA* de la station 106 (20116 ind/m² en 2017 et seulement 12 ind/m² en 2019) et les *Lagis koreni* de la station C7 (14042 ind/m² en 2017 et seulement 4234 ind/m² en 2019). La très forte diminution des effectifs de *Boccardiella ligERICA* sur cette station pourrait être liée au dragage du port à sec. Il est important de noter la quasi disparition du *Corophium volutator* des stations C13 et C26 en raison de la forte diminution de la fraction fine des sédiments en 2019. En effet, ce crustacé construit ses tubes avec de la vase.

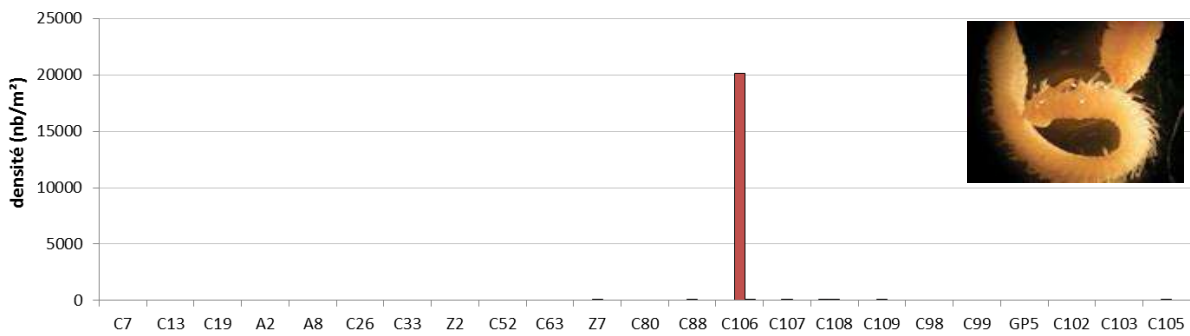
Corophium volutator

■ 2015 ■ 2017 ■ 2019



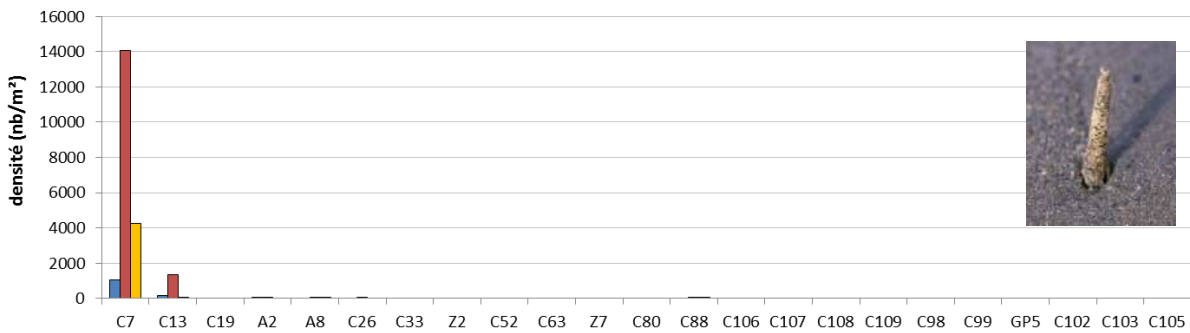
Boccardiella ligERICA

■ 2015 ■ 2017 ■ 2019



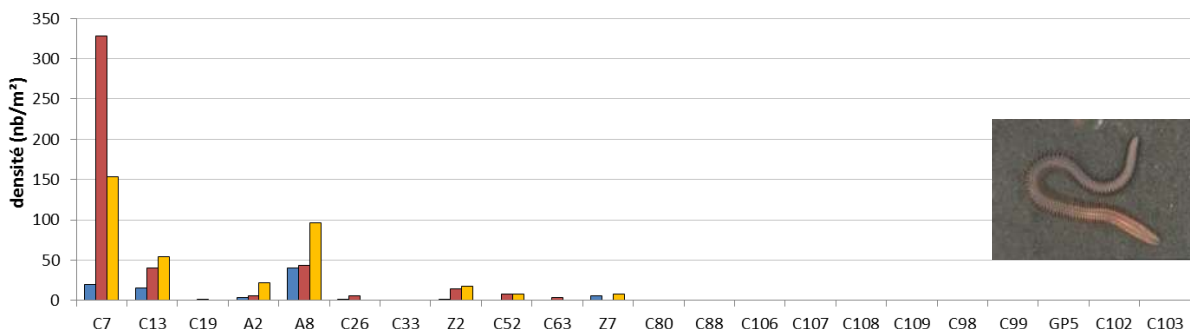
Lagis koreni

■ 2015 ■ 2017 ■ 2019



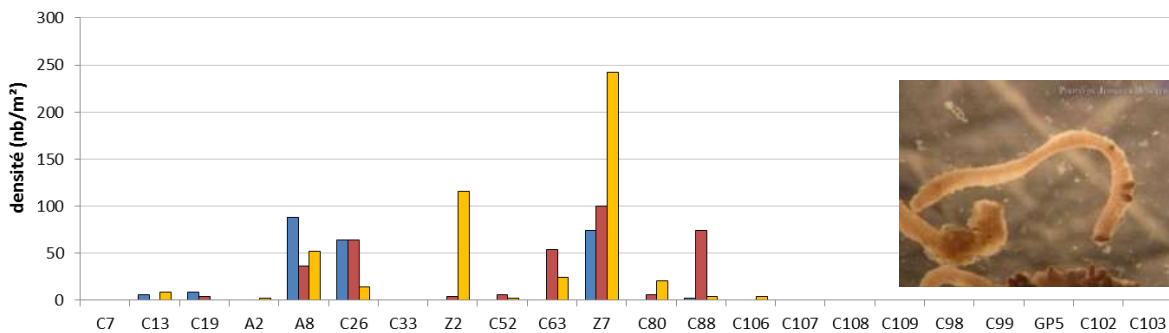
Nephtys hombergii

■ 2015 ■ 2017 ■ 2019



Heteromastus filiformis

■ 2015 ■ 2017 ■ 2019



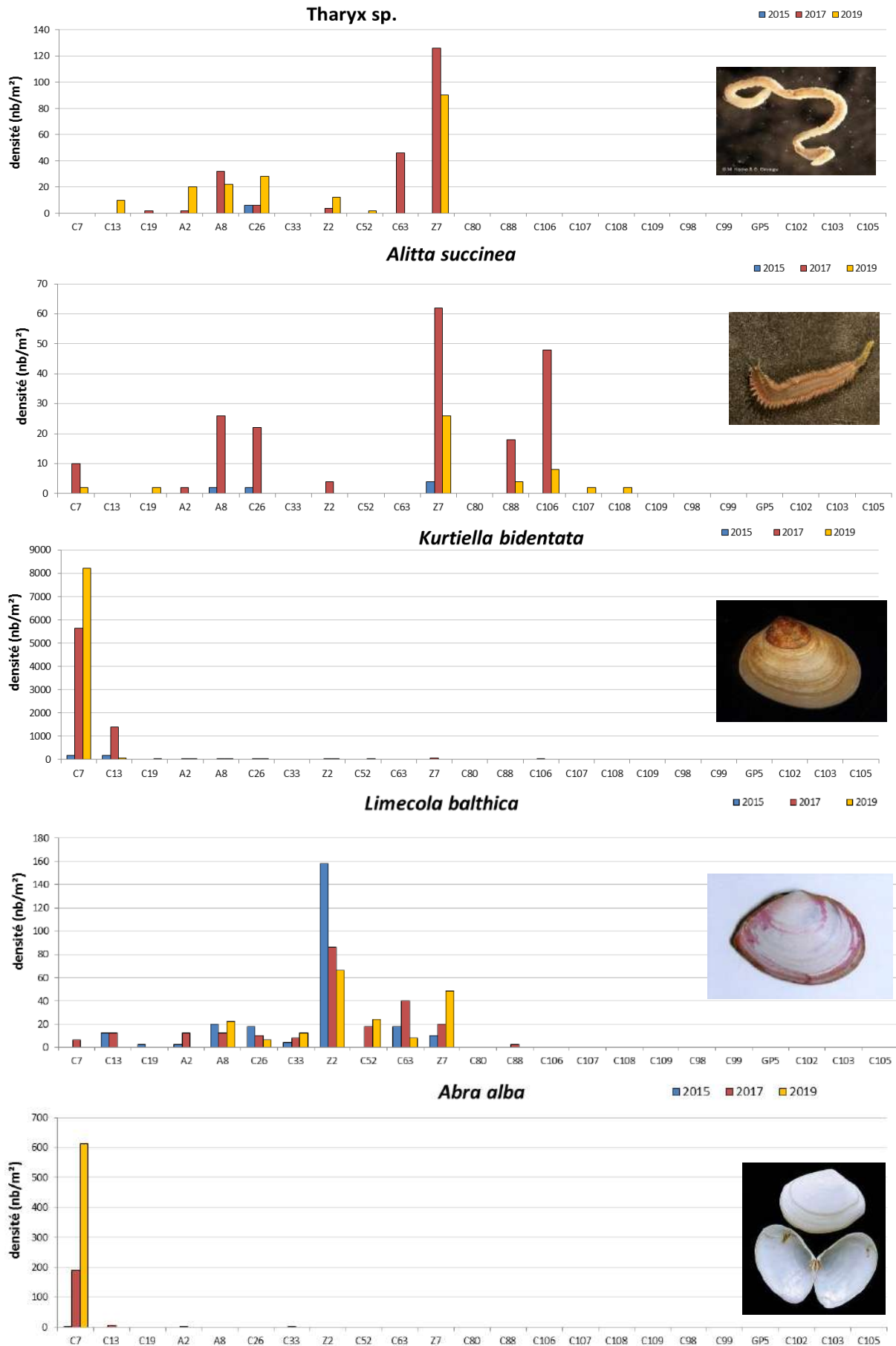


Figure 32 : Evolution des densités des principales espèces du chenal de la Loire entre 2015 et 2019.

Les espèces sont réparties selon le domaine de salinité. La section marine (C7) est dominée par les bivalves *Abra alba*, *Kurtiella bidentata* ainsi que par les annélides *Lagis koreni* et *Nephtys hombergii*. Le secteur polyhalin en aval de Donges, est dominé par les annélides *Heteromastus filiformis*, *Alitta succinea* et *Tharyx sp.* et le bivalve *Limecola baltica*. *Corophium volutator* et *Boccardiella ligERICA* sont caractéristiques du domaine mésohalin. Le domaine oligohalin, pauvre en faune sont caractérisés par des oligochaetes.

VI.1.6 Biomasse d'organismes

La répartition spatiale des biomasses d'organismes, mesurées en poids sec sans cendre, montre des valeurs qui diminuent de l'aval vers l'amont (Figure 33). Ce gradient est plus marqué que celui des densités car les organismes marins sont généralement plus gros que les organismes d'eau douce.

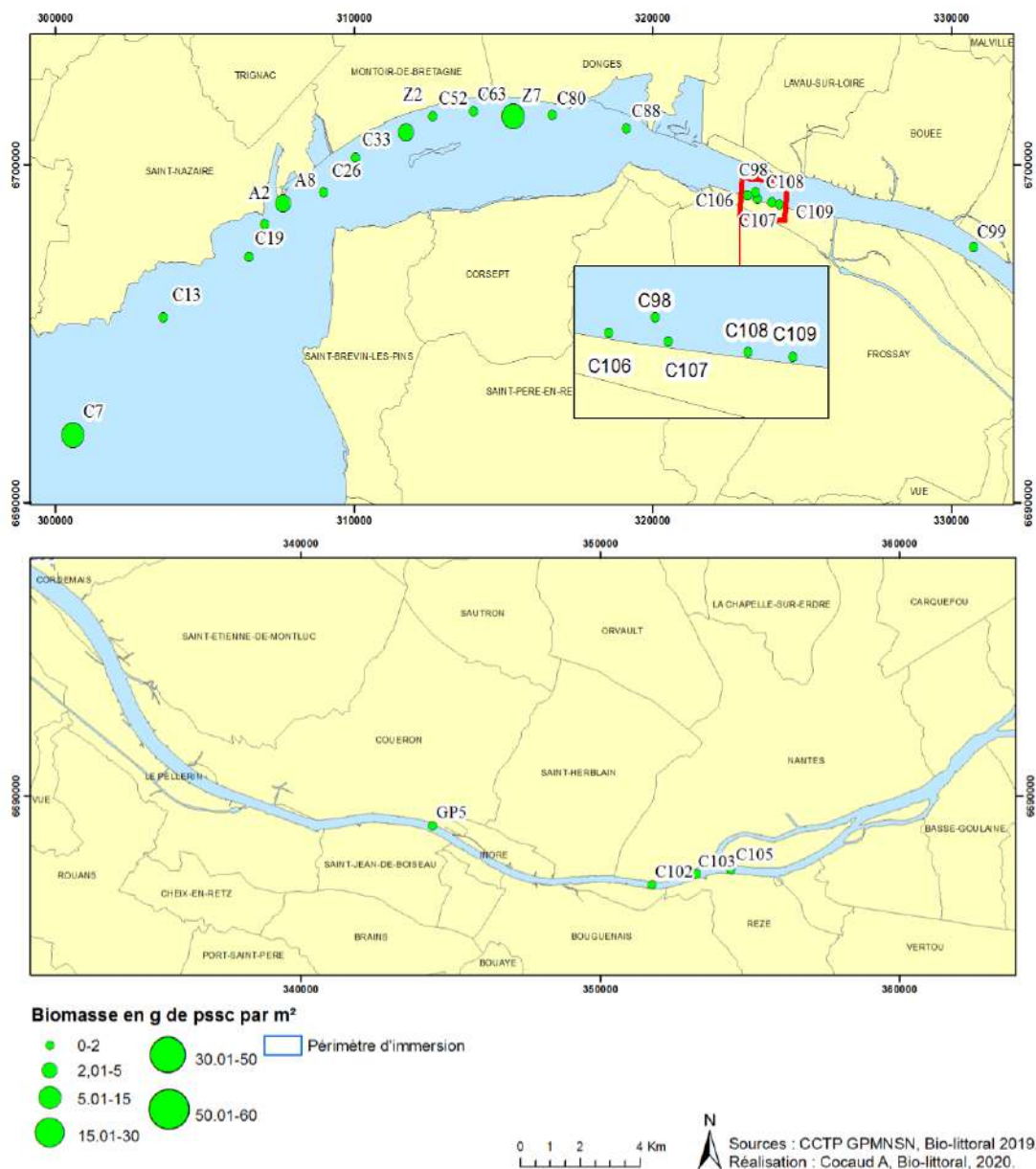


Figure 33 : Répartition spatiale des biomasses d'organismes des stations du chenal de la Loire en 2019.

VI.2 Secteur de la Lambarde

VI.2.1 Synthèse globale

L'analyse des 41 841 organismes récoltés sur les 31 stations (dans 5 bennes de 0.1m²) du secteur de la Lambarde, a permis d'identifier 362 espèces ou taxons.

Les densités par espèces et par station sont données en Annexe2.

Les stations montrent une grande hétérogénéité dans leurs paramètres faunistiques qui semblent liée à leur différente nature sédimentaire (Tableau 11).

Tableau 11 : Synthèse des résultats obtenus sur la faune benthique dans le secteur de la Lambarde en 2019.

Secteur	Station	2019	Richesse spécifique	Densité ind/m ²	Biomasse g(pssc)/m ²
Ancienne Zone d'immersion	LB 11	Sg	32	152	1,95
	LB 16	Sg	22	242	3,20
	LB 17	Vs	72	1314	11,06
	LB 3	Sg	27	326	2,82
	LB 6	Vs	87	2352	17,05
	LB 9	Sg	40	472	6,33
	LB 30	Sg	26	238	8,09
Zone d'extension d'immersions	LB 18	V	34	1476	3,60
	LB 19	Vs	101	1504	7,00
	LB 20	Sg	42	332	0,71
	LB 21	Vs	112	6344	17,30
	LB 22	Vs	65	1170	5,84
	LB 27	Sv	67	3650	5,60
	LB 28	V	91	3864	12,867
	LB 29	Vs	103	4368	12,83
Est Hors Zone.immersion	LB 14	Sv	122	10424	58,22
	LB 4	Vs	93	1310	8,27
	LB 5	Sf	27	306	4,15
Ouest Hors Zone.immersion	LB 1	Sm	64	564	3,26
	LB 12	G	86	672	2,03
	LB 15	V	78	4526	10,22
	LB 2	Vs	97	4638	14,28
Nord Hors Zone.immersion	LB 2ter	Sm	56(+1)	410	1,03
	LB 25	Sm	61	616	2,55
	LB 26	Sf	68	862	21,61
	LB 32	Sv	91	8910	20,01
Sud Hors Zone.immersion	LB 13	G	80	818	3,72
	LB 7	Vs	113(+1)	4612	13,96
	LB 23	Vs	119	8468	24,99
	LB 24	G	160 (+1)	6370	23,07
	LB 31	Vs	95	2366	8,63

VI.2.2 Richesse spécifique

VI.2.2.1 Résultats richesse spécifique de 2019

Les plus faibles richesses spécifiques sont enregistrées sur l'ancienne zone d'immersion (LB3, LB9, LB16, LB30) qui correspondent à des sédiments grossiers. La plus faible biodiversité (22 espèces) est observée sur la station LB16.

Un maximum de 161 espèces ou taxons est mesuré en LB24 (Figure 34). A noter la faible biodiversité de la station LB18 (34 espèces) au cœur de la nouvelle zone d'immersion.

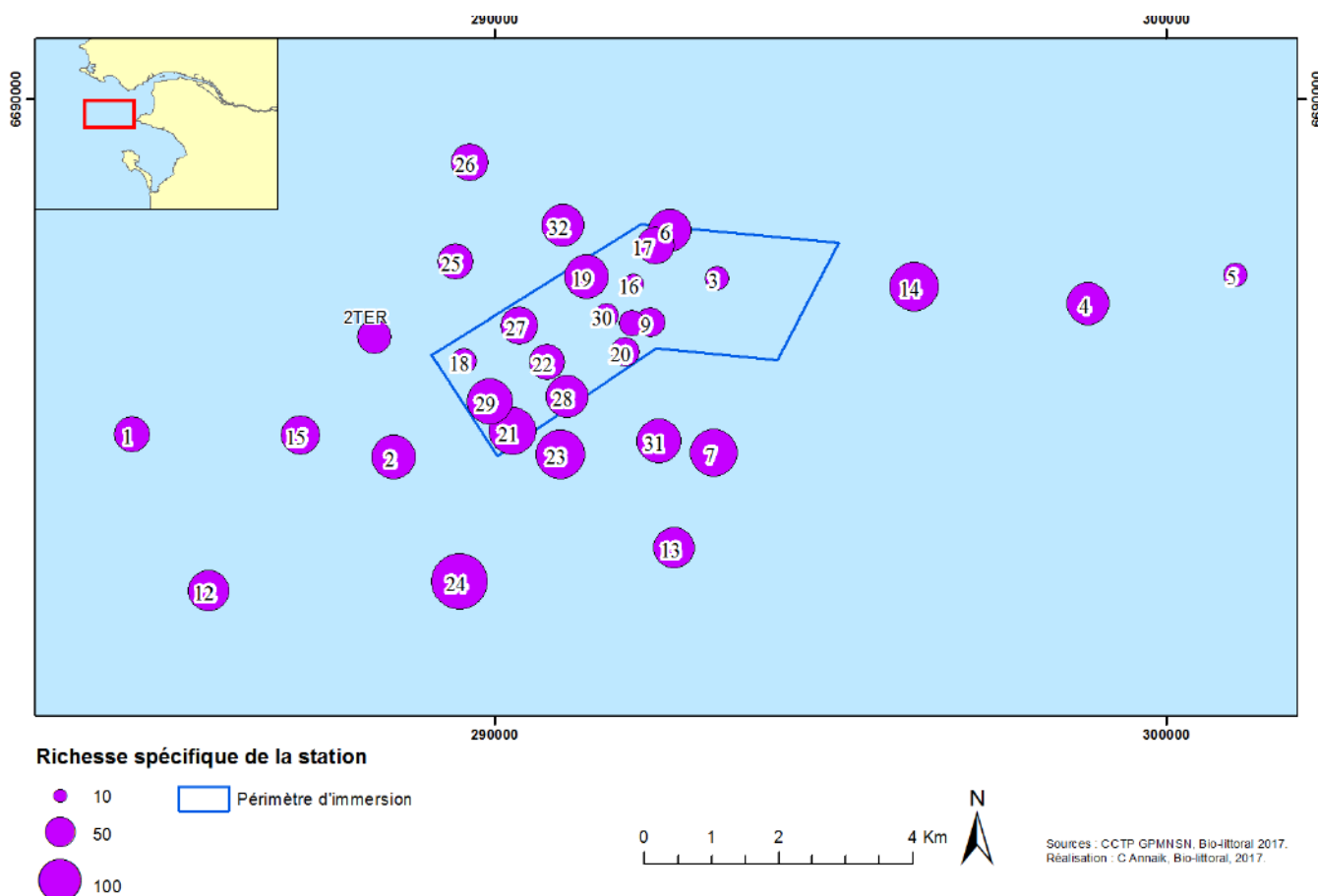


Figure 34 : Répartition spatiale des richesses spécifiques des stations du secteur de la Lambarde en 2019.

Les annélides (154 taxons) et les crustacés (102 taxons) sont les espèces majoritaires. Viennent ensuite les mollusques (79 taxons) puis les échinodermes (15 taxons), les cnidaires (2 taxons), les Sipuncula (4 taxons). Les autres groupes (Chordata, Chaetognathes, Nematodes, Nemertes, Phoronidiens, Platyhelminthes) sont regroupés en un seul taxon car ils n'ont pas été déterminés jusqu'à l'espèce.

Evolution de la richesse spécifique entre 2004 et 2019

L'analyse de l'évolution de la richesse spécifique de 2004 à 2019 ne peut se faire que sur les 14 stations suivies depuis 2004 (Figure 35).

Les résultats obtenus en 2013, 2015, 2017, 2019 sont très comparables, car les protocoles sont identiques (5 bennes de 0.1m²), bien que les opérateurs qui ont réalisé les déterminations d'espèces aient été différents : TBM en 2013 et Bio-Littoral en 2015, 2017 et 2019.

La richesse spécifique augmente rapidement avec les espèces rares qui ne sont représentées que par quelques individus. Ceci pourrait expliquer l'augmentation de la richesse spécifique observée entre 2004-2007 (prélèvement de 3 bennes de 0.1m²) et 2013-2015-2017 (5 bennes de 0.1m²). Cependant, les prélèvements de 2009 et 2011, réalisés par Creocéan avec deux bennes Hamon de 0.25m², montrent peu de différence avec les résultats de 2004-2007, bien que les surfaces et les périodes d'échantillonnage soient différentes. En raison de toutes ces différences de protocole, il serait hasardeux de conclure que la forte augmentation de biodiversité observée sur tout le secteur de la Lambarde depuis 2013, soit le fait d'une amélioration du milieu entre 2009 et 2013.

Malgré ces différences de protocoles, certaines observations peuvent être faites sur le long terme :

- La biodiversité de l'ancienne zone d'immersion (LB3, LB11, LB9) est toujours faible en raison de la nature sédimentaire de ces stations (sable grossier).
- La station LB4 et LB5 connaissent une forte augmentation de leur richesse spécifique en 2019 (LB4 93 taxons LB5 27 taxons) par rapport à 2017 (LB4 30 taxons, LB5 8 taxons) et retrouvent environs les valeurs observées en 2015 (LB4 85 taxons, LB5 36 taxons). Cette zone subit de fréquente modification de faune.
- La station de vase sableuse LB6, située en limite nord de l'ancienne zone d'immersion a connu un fort accroissement de sa richesse spécifique en 2017 (97 taxons contre 39 taxons en 2015). Cette forte diversité se maintient en 2019 (87 taxons).
- Les plus fortes richesses spécifiques observées entre 2013 et 2017 sont sur les stations situées à l'ouest (LB1, LB2ter et LB12) de la zone d'immersion. En 2019, la diversité de ces stations (LB1, LB12) a largement diminué, contrairement aux stations LB7 et LB14 où les densités ont augmenté. C'est sur ces deux dernières stations situées à l'ouest que sont observées les plus fortes diversités (114 et 122 taxons).

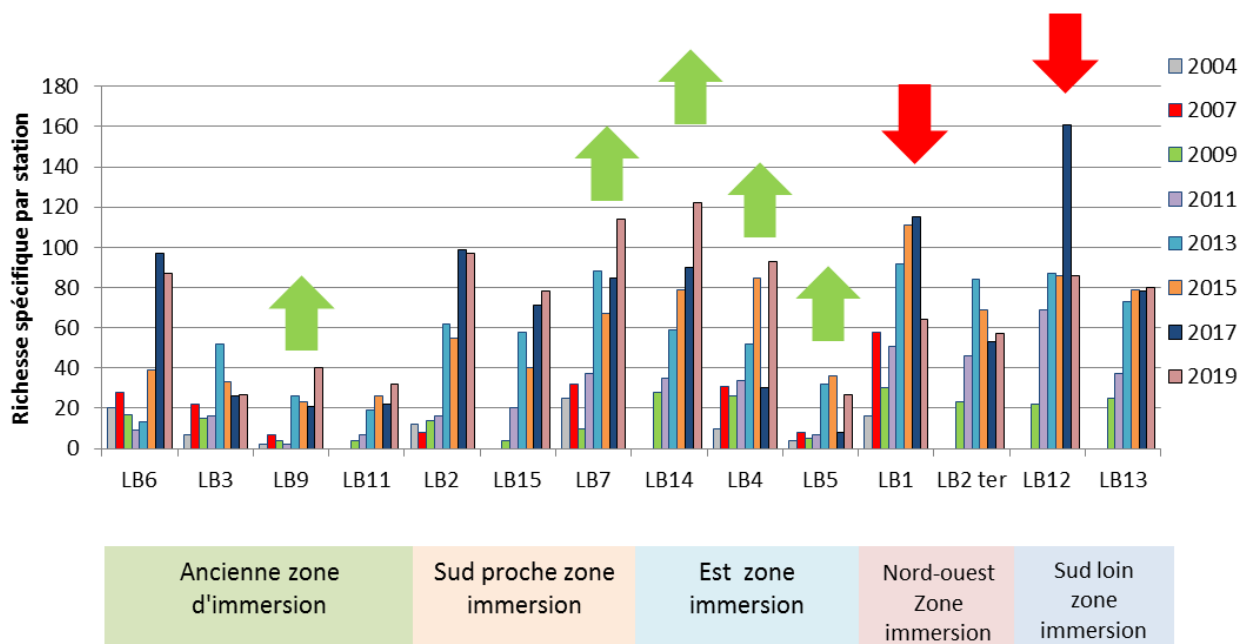


Figure 35 : Evolution de la richesse spécifique dans les stations suivies de 2004 à 2019

Evolution de 2013 à 2019

La comparaison des richesses spécifiques sur toutes les stations entre 2013, 2015, 2017 et 2019 permet de prendre en compte l'évolution récente de la zone d'extension avec un bilan initial établi en 2013 (sans dépôt au préalable) (Figure 36).

Dans l'ancienne zone de dépôt, seules les stations LB17 et LB6 ont vu leur biodiversité augmenter significativement après l'arrêt des immersions. Ces deux stations ont un sédiment sablo-vaseux alors que les autres stations de ce secteur ont un sédiment de sable grossier.

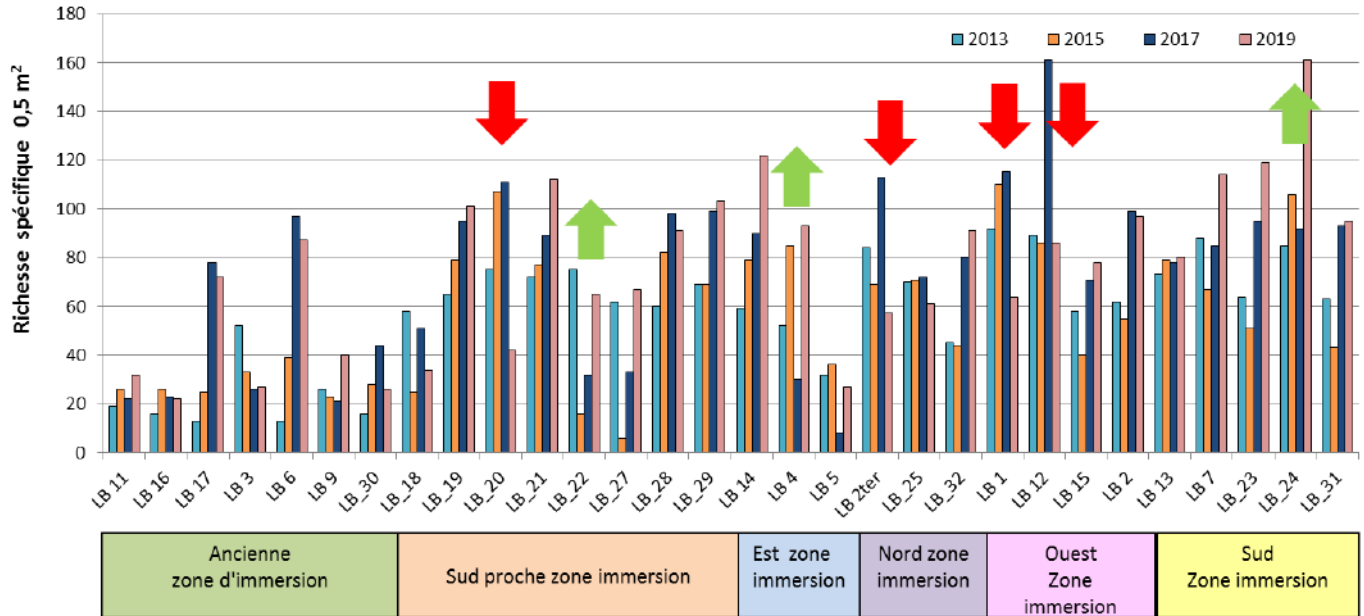


Figure 36 : Comparaison de la biodiversité en organismes entre 2013 et 2019 sur les stations de la Lambarde.

Il existe une relation entre la biodiversité de la faune benthique et la granulométrie du sédiment (Figure 37). Les sédiments hétérogènes grossiers abritent la plus importante richesse faunistique. Les substrats de sable grossier présentent la plus faible richesse spécifique, car peu d'espèces sont capables de résister à un fort hydrodynamisme.

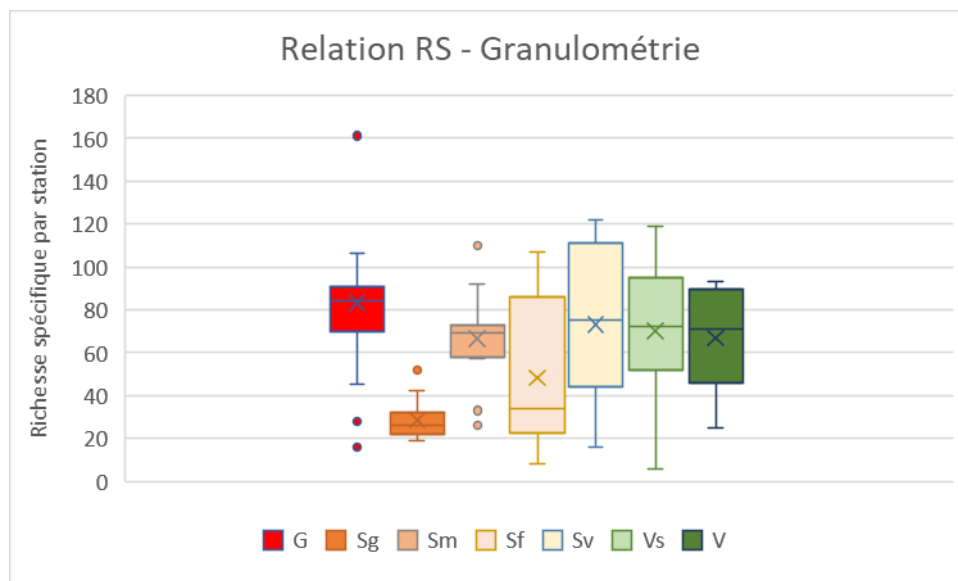


Figure 37 : Relation entre la richesse spécifique en faune benthique et la granulométrie (relation établie 31 stations de 2013, 2015, 2017 et 2019)



VI.2.3 Densité faunistique

Parmi les 360 espèces inventoriées en 2019 sur le secteur de la Lambarde seules quelques espèces présentent de fortes densités capables de caractériser des peuplements benthiques (Tableau 12).

Ces résultats sont détaillés dans les chapitres suivants.

Tableau 12 : Principales espèces de la faune benthique inventoriée à la Lambarde en 2019 (densité ind/m²)

Densité (ind/m ²)	LB 11	LB 16	LB 17	LB 3	LB 30	LB 6	LB 9	LB 18	LB 19	LB 20	LB 21	LB 22	LB 27	LB 28	LB 29	LB 14	LB 4	LB 5	LB 1	LB 12	LB 15	LB 2	LB 25	LB 26	LB 2ter	LB 32	LB 13	LB 23	LB 24	LB 31	LB 7	Moyenne			
Annélida	92	138	686	206	80	1284	202	1058	830	136	1688	618	2202	1262	1766	2656	572	134	152	428	744	980	326	272	160	4978	380	1896	4150	952	1576	1051,7			
<i>Lagis koreni</i>			242			338	12	922	18		6	146	1314	20	12	108	22		2	2		12	10	4	6	3248		4	4	4	6	208,5			
<i>Mediomastus fragilis</i>	2		2	4	26	6		48	2	84	18	368	178	130	116	94			4	8	50	78	30	16	4	44	26	678	176	140	322	85,6			
<i>Heteromastus filiformis</i>			86		202	2	28	56		92	36	244	130	58	8						110	176				292	232	12	182	320	73,1				
<i>Ampharete</i>			20	2	40	2		16		88	14	2	220	86	632	36					12	172	4	4		106	178	296	76	122	68,6				
<i>Paradoneis lyra</i>			4		2			10	2	2	198	24	2	74	376		4				60	102				6		152	38	136	206	45,1			
<i>Spirobranchus lamarcki</i>			2					2								8	16				4	2					2		1222				40,6		
<i>Pholoe baltica</i>			6		48		30	4		4	72	2	26	42	80						6	14	6				722	8	50	8	8	36,6			
<i>Notomastus latericeus</i>	4	14	14	24	6	18	20		8		10	56	26	28	26	506	30			10	40	6	32	10		56	42	12	36	56	42	50	36,3		
<i>Euclymene droebachiensis</i>			2		2			2			102		84	250	4							82	40						74	56	88	156	30,4		
<i>Aponuphis bilineata</i>	2	2	2	4	2				6	4	2	2	4			10	42			22	54			8	18	2		10		66			27,8		
<i>Lumbrineris latreilli</i>			12	2	34				10		68			56	22	16	52				12	20	14				8	2	4	4	54	302	16	14	23,3
<i>Spiophanes bambyx</i>	14		120		130	4	2	88	6		6	2	2		190	8				16			4	54	24	40	2							23,0	
<i>Euclymene oerstedii</i>			8		8						172			44	94	226						2	14					4	14	2	16	10	19,8		
<i>Prionospio</i>			4		14	6	26		18	84	290	2	6	18													48	6	6	6	6	17,4			
<i>Magelona</i>			2		40	4	4			38	4	12	40	106	14	10						12	2		2		2	46	4	20	24	12,5			
<i>Terebellides stroemii</i>											208			2	52	2	4				2	44	30	2				32	10	12	2	12	12,3		
<i>Gallardoneris iberica</i>											50			8	72							68	60						32	20	52	11,7			
<i>Nephtys cirrosa</i>	22	10		32	2			20	2	14	22			4			6	48	22	18			12	2	20		6	2	10	4			9,0		
<i>Caulerella alata</i>			2		2	2		2		2	4			2	2	4	20									2	76			150				8,7	
<i>Pisonea remota</i>	6	44		86	24		38	4	22			2								2	24			2				16					8,7		
<i>Sabellaria spinulosa</i>					2						6			4							6									216	18	2		8,2	
<i>Glycinde nordmanni</i>			2		20	4		2	2	12			18	10	50	22					6	6	18	4	10	4	20	8	12	4	10		7,9		
<i>Nephtys hombergii</i>			10		8	4	10					24	30		68	2				2		6	6	8	70	6							7,8		
<i>Chaetopteridae</i>			20		54		26			14	6		18	4	24	16					2	4	24	2	4	8		4	2	6	2		7,7		
<i>Dipolydora</i>			6		12		4			14		8	2	24	12	16	66			4	10	8		2	2	2	2	4	26	4	6	7,4			
<i>Magelona alleni</i>			16		72		38				4		4			22							16	6		2		42					7,2		
<i>Pherusa plumosa</i>											28	2	6	48								32	24					36		6	40		7,2		
<i>Polycirrus</i>	2	2	2	2	24	2		18	2	2	4	2	4	2					2	10		4	6			8	92	2	8	2	10		6,8		
<i>Podarkeopsis capensis</i>			16		26		2	4	4	14	14	6	22	12	6						2	2	4		2	20	22	6	8	10			6,5		
<i>Glycera tridactyla</i>			14		6		56	2	4	4	40	2	12	6	6							8	30	2									6,1		
<i>Magelona johnstoni</i>	8		2		4		90				14			6	2							48					8						5,9		
<i>Melinna palmata</i>			12		12		2	2	4		28	2	82									4					12	6	8	4	2		5,8		
<i>Lanice conchilega</i>			4		16		26			8	2	4		94	2							2	2		2	6	2		6	2			5,7		
<i>Paecilochaetus serpens</i>	2				14		24			2	2				18	2				2			22	2	2	62		12					5,4		
<i>Spiophanes kroyeri</i>										78			34	4						2		6	14					12		6	2		5,1		
<i>Glycera alba</i>	2		6		6					4			16	6	4	4				2		16	6		4		4	16	22	8	18		4,5		
<i>Glycera lapidum</i>		14		2	10		14			20			2								38			8	4	4		8		10			4,3		
<i>Laonice bahusiensis</i>										16			4	16	2						6	14	16					32	4	10	14		4,3		
<i>Schistomerinus rudolphi</i>										20	2		8	32								16	4					20	6	16	8		4,3		
<i>Hydroides norvegica</i>								2		12										2	2	4						8	80	2	14	4,1		4,1	
<i>Praxillella affinis</i>										18			12	18								4	2					6	60	4			4,0		
<i>Trichobranchus glacialis</i>										64												32	20				2	2	2	2			3,9		
<i>Harmothoe</i>										14			4	10								2	18	6				8	44	2	10		3,8		
<i>Oligochaeta</i>																																		3,7	
<i>Spio</i>	10	20		22	12		8		4	2			16				4			2	4			2	12								3,7		
<i>Magelona filiformis</i>	2						2	96				4				4									6									3,7	
<i>Sternaspis scutata</i>			8		4		30				16		8	2	6							4	4				2		6		4	14		3,5	
<i>Diplocirrus glaucus</i>			4		8		16							26	12									20	2	12		2	2				3,4		
<i>Glycera unicornis</i>			4		10		4			8	12	2	4	8	6	2						2	6				10	10	2	8	4		3,3		
Crustacea (sans cirripedes)	30	16	130	30	34	132	66	20	212	156	4120	88	158	2160	1984	4726	224	32	264	120	3222	3228	110	204	88	146	136	6028	830	1070	2546	1042,3			
<i>Haploopsis nira</i>											3788			196	1606							3132	1234					2502	2	338	1516	461,8			
<i>Ampelisca spinipes</i>			40		26		2			62	26		1838	194	4498	4						1804					22		3320	24	612	756	426,7		
<i>Pisidia longicornis</i>	4	4			2	8	12	12	6	68	18	42	10	22	4	16				24	36	26	10			12	2	10	52	424	4	74	29,4		
<i>Gastrosaccus spinifer</i>	20	6	2	24	16		36		16	120		2	18							108	8			48	12	38		34					16,4		
<i>Ampelisca diadema</i>										42			60	34	42							32						66	30	40	54		12,9		
<i>Photis longicaudata</i>			8		6			4		64	4		26																						

Densité (ind/m²)	LB 11	LB 16	LB 17	LB 3	LB 30	LB 6	LB 9	LB 18	LB 19	LB 20	LB 21	LB 22	LB 27	LB 28	LB 29	LB 14	LB 4	LB 5	LB 1	LB 12	LB 15	LB 2	LB 25	LB 26	LB 2ter	LB 32	LB 13	LB 23	LB 24	LB 31	LB 7	Moyenne	
Mollusca	22	76	388	72	114	778	192	370	332	36	158	348	1238	248	208	2620	402	128	62	86	68	136	108	172	76	3174	254	230	988	182	196	434,3	
<i>Kurtiella bidentata</i>				2	290			210	84		2	68	64	56	14	936	28					8	12	6	6	2	2634	14	6	24	10	145,7	
<i>Spisula subtruncata</i>			158		162			12	6			26	840	10		224	14						2	2	4							47,1	
<i>Corbula gibba</i>	2	2	60	10	80			16	46	10	50	18	164	64	28	192	28		8	6	16	34	34	12	34	8	104	66	144	56	42	43,0	
<i>Abra alba</i>			6					8	2	2	6	34	82	8		630			4					18	14	8	94	6	2	10	2	30,5	
<i>Nucula nitidosa</i>			28		114			68	2		10	96		18	2	238	38								2	180	6	4	2	4	26,2		
<i>Spisula solidula</i>	14	72		60	106		182			2								4								2					14,3		
<i>Cylichna cylindracea</i>			10		24		6	16		16	12	2	20	8	32	18					8	4	2	4	2	134		18		18	36	12,6	
<i>Heteranomia squamula</i>										4					2								12					4	312	4	10	11,2	
<i>Tritia varicosa</i>			6		14		26	6		6	50	32	24	88	22	6					2		14			2		18	6	2	10,5		
<i>Turritellina tricolorata</i>			2							12			4	4	32	128						12	12					16	56	36	10	10,5	
<i>Phaxos pellucidus</i>			38		50			18			4	4	2		118	24			2				10	24	2	14						10,0	
<i>Fabulina fabula</i>	2				2		4	72					8			56							2	54		6						6,6	
<i>Thyasira flexuosa</i>			4		2		8	2		12	8		12	14	22							6	22				6	8	2	8	18	5,0	
<i>Gibbula tumida</i>																					12							4		136		4,9	
<i>Hyala vitrea</i>								4		4	18		16	22	4						12	10						22		14	26	4,9	
<i>Tritia reticulata</i>				2	4				2	6	2	24		6	14	28	6	2					6	4			8	2	8	4	2	4,5	
<i>Parvicardium pinnulatum</i>										12			2		8							2						16	64	2	18	4,0	
<i>Chamelea striolata</i>	2		20		6			48	2								26	2					4	10								3,9	
<i>Diplodonta rotundata</i>																			32	20			12		12		16	2	18			3,6	
<i>Spisula elliptica</i>						2				10						2					8				2		60					2,7	
<i>Pollitapes rhomboides</i>											2				6	8						2	2					4	52		4	2,6	
<i>Macomangulus tenuis</i>																			78													2,5	
<i>Philine quadripartita</i>				2	4					2	2	6	2	4	12	4												28				2,1	
<i>Mangella costata</i>				2						2	6		6	4														4	14	4	4	2,1	
<i>Acteon tornatilis</i>			2					6					4		8	2								16			20					1,9	
<i>Tritia incrossata</i>										4																		4	50			1,9	
<i>Tellima ferruginosa</i>			8		8			10	4				2			14		6	2								2					1,8	
<i>Eulima glabra</i>						10						4				12											28					1,7	
<i>Antalis vulgaris</i>																8			8	4				8		6		10		8		1,7	
<i>Danax vittatus</i>						2							2						26													1,0	
<i>Thracia phaseolina</i>													2	2								14			2		2	8				1,0	
Nematoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	8	0	0	0	8	0	12	0	4	6	0	0	2	2,1	
<i>Nemertea</i>	4	10	30	10	2	50	12	4	36	4	140	66	50	106	214	68	36	0	14	6	88	106	28	32	18	60	14	102	64	70	112	50,2	
<i>Phoronida</i>	0	0	2	0	0	12	0	0	4	0	2	8	0	4	2	58	8	0	0	0	2	2	18	0	6	0	2	12	4	2	4,8		
Platyhelminthes	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	2	0,5
<i>Sipuncula</i>	0	0	6	0	0	4	0	0	4	0	18	2	0	0	16	0	4	0	2	0	4	34	10	0	0	0	2	2	14	0	2	4,0	
<i>Chaetognatha</i>	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	
<i>Chordata</i>	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	4	6	16	2	0	1,3	
<i>Cnidaria</i>	0	0	0	0	6	4	0	2	0	0	4	2	0	0	12	0	2	0	4	0	0	2	0	8	4	2	0	20	2	6	2,6		

VI.2.3.1 Résultats 2019

De faibles densités d'organismes sont mesurées sur l'ancienne zone de dépôt (LB11, LB16, LB3, LB9) de 150 à 326 ind/m² en 2019 (Figure 38). Ce phénomène était déjà observé en 2015 et 2017. Au sud de la zone de suivi, les stations LB12 et LB13 composées de sédiment grossier, présentent de faibles densités qui n'excèdent pas 1000 ind./m². La station LB24 qui montrait des densités similaires en 2017, a fortement augmenté en 2019 avec des densités qui atteignent 6370 ind/m². Les stations LB4 et LB5 (situées à l'est) et LB26, LB25, LB2ter (situées au nord), ont également des densités faibles en 2019. Les plus fortes densités sont observées en LB 14 (10424 ind/m²) et en LB32 (8910 ind/m²).

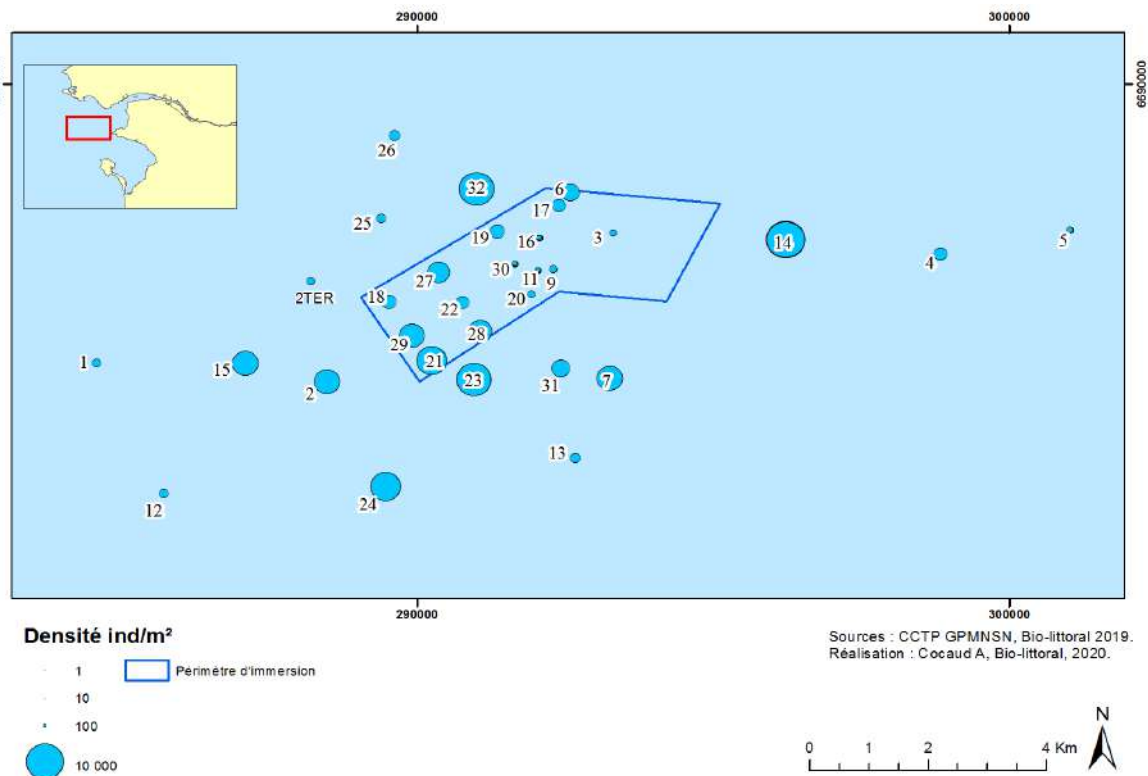


Figure 38 : Répartition spatiale des densités d'organismes des stations du secteur de la Lambarde en 2019.

Evolution de 2004 à 2019

L'évolution à long termes, des densités entre 2004 et 2019, montre les mêmes tendances que la richesse spécifique avec l'ancienne zone d'immersion moins dense que les autres secteurs (Figure 39). Les stations situées dans un périmètre éloigné de la zone d'immersion ont toujours montré des densités plus importantes que celles des zones d'immersion sauf pour les stations proches du chenal LB4 et LB5 qui sont également faibles en densité.

A noter en 2007, un peuplement très important d'un annélide opportuniste *Lagis koreni* de 11 907 ind/m² sur la station LB6 qui a disparu depuis.

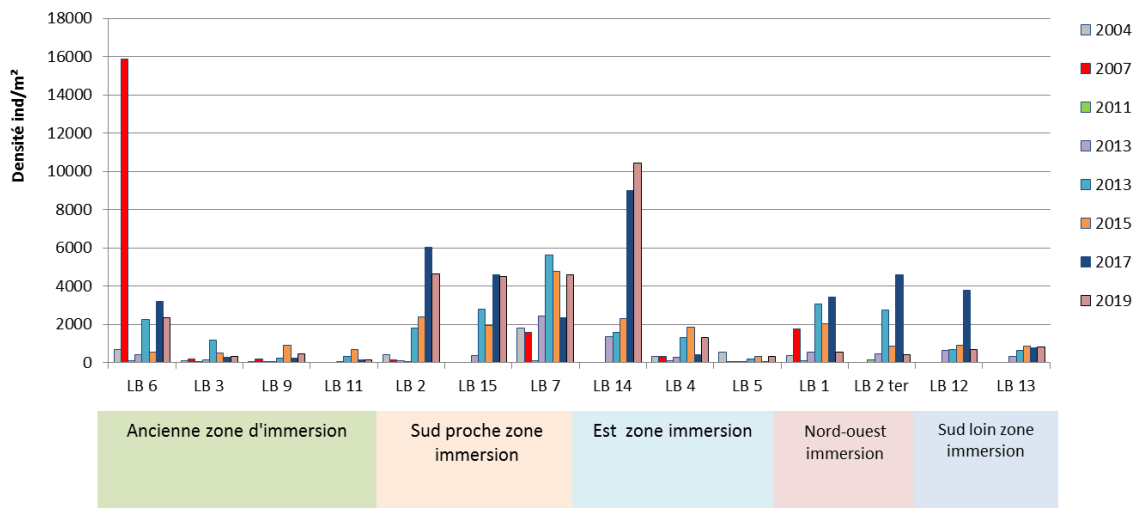


Figure 39 : Evolution de la densité dans les stations suivies de 2004 à 2019

Evolution de 2013 à 2019

L'évolution à court terme sur le secteur de la Lambarde, montre une forte augmentation des densités d'organismes en 2019 pour les stations situées au sud de la nouvelle zone d'immersion (LB21, LB23, LB24). Ces fortes augmentations sont souvent dues à une seule espèce par station.

LB23 et LB21 : Augmentation des densités du crustacé tubicole *Haploops nirae* (LB23 : 2502 ind/m² en 2019 contre 210 ind/m² en 2017 ; LB 21 : 3788 ind/m² en 2019 contre 150 ind/m² en 2017).

LB24 : abrite toujours une forte densité de *Spirobranchus lamarcki* qui vivent dans des tubes de calcaires fixés sur la roche.

A l'inverse sur les stations situées à l'ouest de la zone d'immersion (LB1, LB2ter, LB12), les densités diminuent entre 2017 et 2019. En LB1 et LB2ter cette baisse est essentiellement liée à une diminution des densités d'*Ampelisca* en 2019. A la station LB12, les densités importantes de *Sabelaria spinulosa* observées en 2017 (844 ind/m²) ont largement diminuée, elles n'atteignent que 6 ind/m² en 2019. Il est possible que les bennes ne soient pas tombées sur les galets qui servent de support aux tubes de sable. Ces faibles densités ne signifient donc pas la disparition de l'espèce dans ce secteur.

Sur les stations LB14 et LB32 situées au nord et à l'ouest de l'ancienne zone d'immersion, des densités comparables à celles de 2017 sont mesurées, alors qu'elles étaient très faibles en 2015.

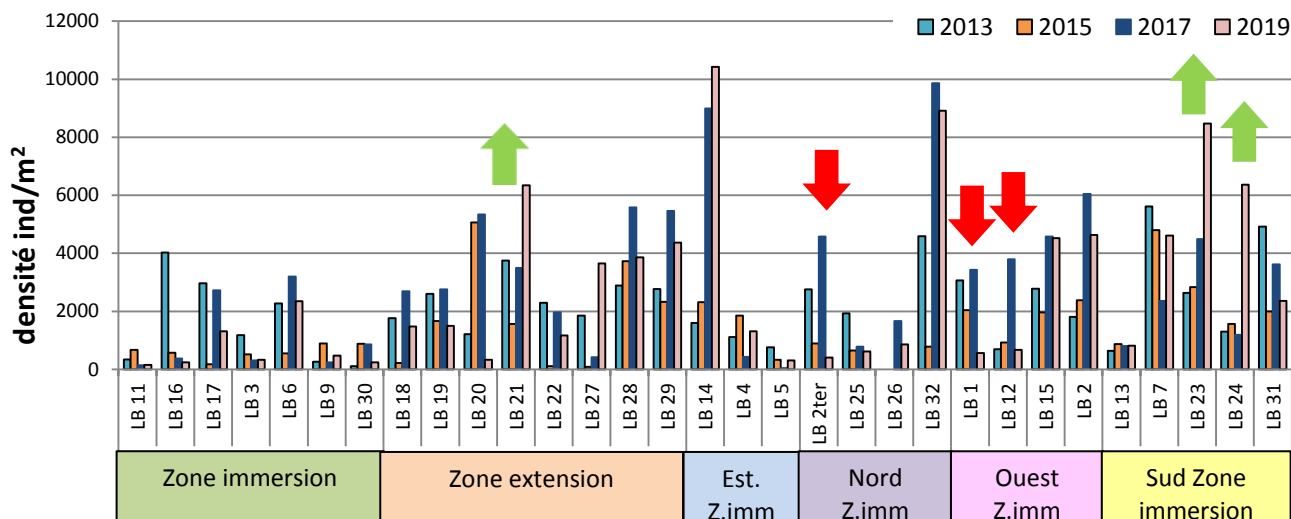


Figure 40 : Comparaison des densités d’organismes entre 2013 et 2019 sur les stations de la Lambarde.

VI.2.4 Espèces caractéristiques du secteur de la Lambarde

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.

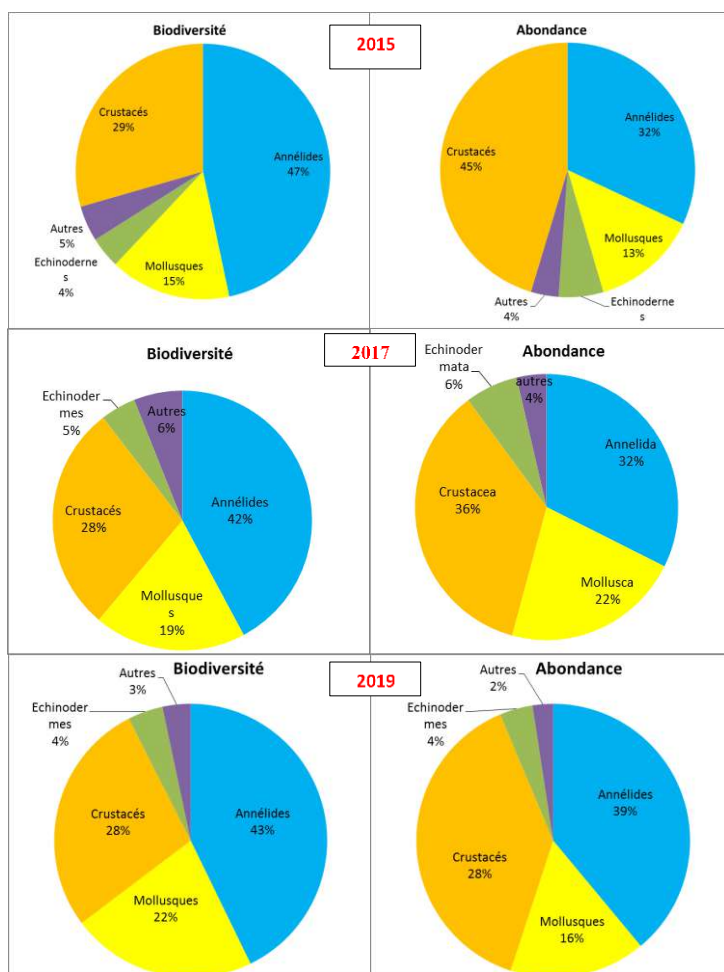


Figure 41 : Représentativité des différents groupes faunistiques au sein de la faune benthique de la Lambarde en 2015, 2017, 2019, en termes de richesse spécifique et de densité d’organismes.

Dans les chapitres suivants, les principales espèces qui constituent les peuplements de faune benthiques de la Lambarde sont présentées selon leur groupe zoologique. Pour plus de lisibilité, la plupart des espèces d'un même genre sont regroupées ensembles sur les graphiques.

VI.2.4.1 Annélides

15 espèces d'annélides sont caractéristiques des peuplements benthiques du secteur de la Lambarde en 2019 (densité total > 900 ind ou > 50% des effectifs sur une station). Les peuplements d'annélides ont fortement évolué entre 2013 (Figure 42), 2015 (Figure 43) 2017 (Figure 44) et 2019 (Figure 45)

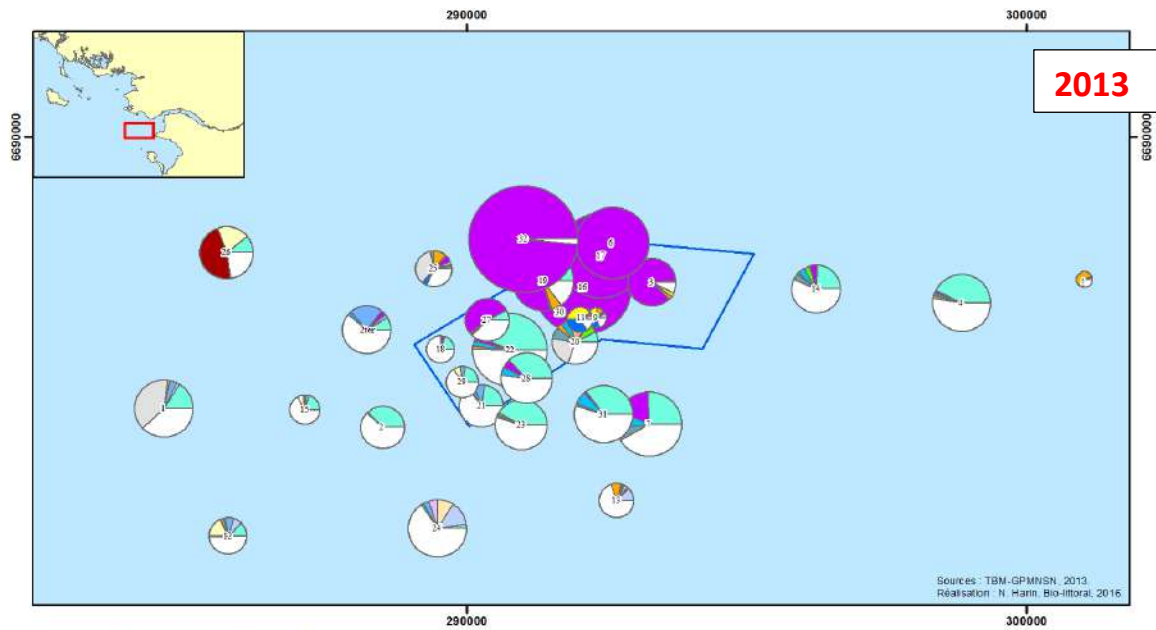
En 2013, l'ancienne zone de dépôt, était encore dominée par l'annélide opportuniste *Lagis koreni*. Ce petit vers sédentaire qui vit dans des tubes de sables coniques est un détritivore de sub-surface qui fouille les premiers millimètres du sédiment (Olivier et al., 1996). C'est une espèce qui est capable de supporter des augmentations soudaines de dépôt de sédiment et son mode de reproduction opportuniste lui permet de coloniser rapidement des substrats vierges. Depuis l'arrêt du dépôt dans l'ancienne zone, le milieu devient plus stable et d'autres espèces viennent s'installer (augmentation de la richesse spécifique) au détriment des *Lagis koreni*. L'évolution entre 2015 et 2019, montre que *Lagis koreni* se développe actuellement dans secteur orienté nord-ouest (direction de la houle dominante) depuis la nouvelle zone d'immersion, ce qui semble indiquer la zone de dépôt majoritaire des particules fines lors des immersions.

Avec l'arrêt des immersions en 2014, un nouveau peuplement d'annélides dominé par *Pisione remota* en association avec *Nephtys spp.* (*N. Cirrosa* et *N. Hombergii*), s'était fortement développé sur l'ancienne zone de dépôt. Depuis 2015, leur densité ne cesse de décroître (maximum en 2015, 364 ind/m² en LB9 ; maximum en 2017, 312 ind/m² en LB30 ; maximum en 2019, 86 ind./m² en LB3).

En 2015, des populations denses de *Lanice conchilega* se trouvaient autour de l'ancienne zone de dépôt (776 ind/m² en LB20). Cet annélide filtreur qui érige des tubes de sable, se développe généralement à proximité des zones de dépôt ou d'extraction pour profiter de l'apport de nourriture généré par le panache turbide, mais il reste à l'écart car il ne supporte pas l'envasement (Ware et al., 2009, Cooper et al., 2007). Leur densité diminue en 2017 puis en 2019. Il n'est présent en forte densité qu'à la station LB14, (94 ind/m² contre 143 ind/m² en 2017).

En 2013 *Ampharete sp.* et plus particulièrement *Ampharete acutifrons* colonisent les stations de sédiment plus fins autour du secteur de la Lambarde. En 2015, ces stations étaient dominées par l'annélide *Heteromastus filiformis*. En 2017, ces deux espèces sont en fort effectifs sur ces stations et en 2019 ils sont accompagnés de *Mediomastus fragilis*.

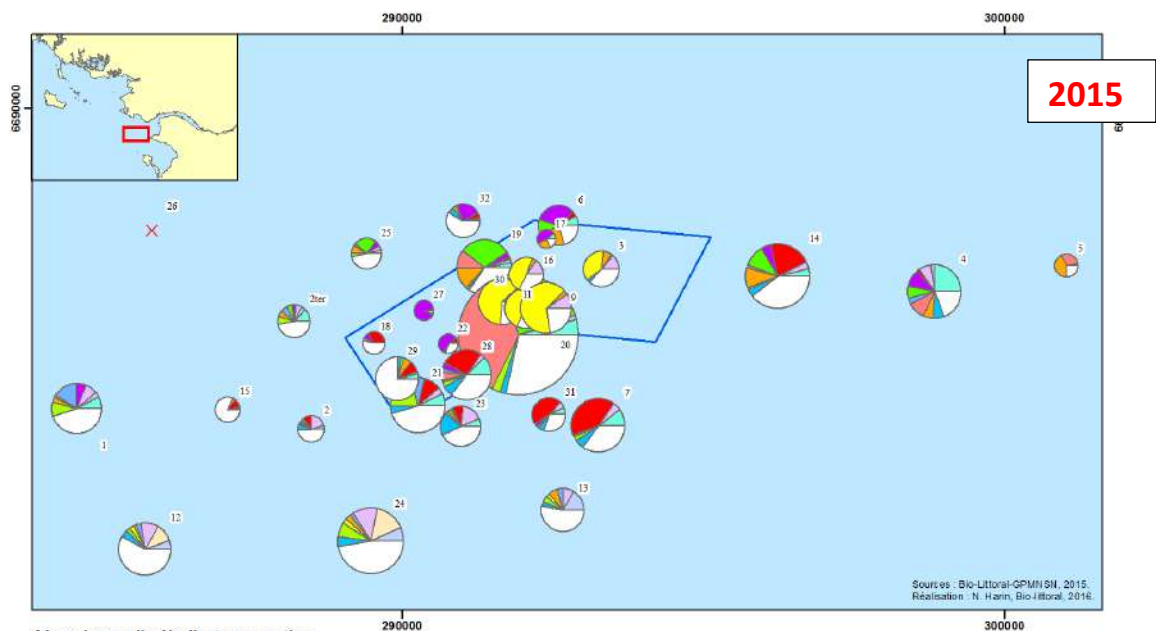
Dans la station LB12 située au sud-ouest du secteur d'étude, une population de *Sabellaria spinulosa*, déjà présente en 2013 s'est bien développée en 2017 avec 844 ind/m². Ces annélides bio-constructeurs peuvent former des récifs de plus de 50 cm de haut qui sont protégés par la convention OSPAR. Les populations identifiées en 2017 correspondent à des placages de tubes sur de gros galets (Figure 46) 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 (6ind/m²), mais s'est développée autour (LB 24 216 ind/m² en 2019, alors qu'elle en était absente en 2017).



Abondance (ind/m²) et proportion des principales espèces d'Annélides



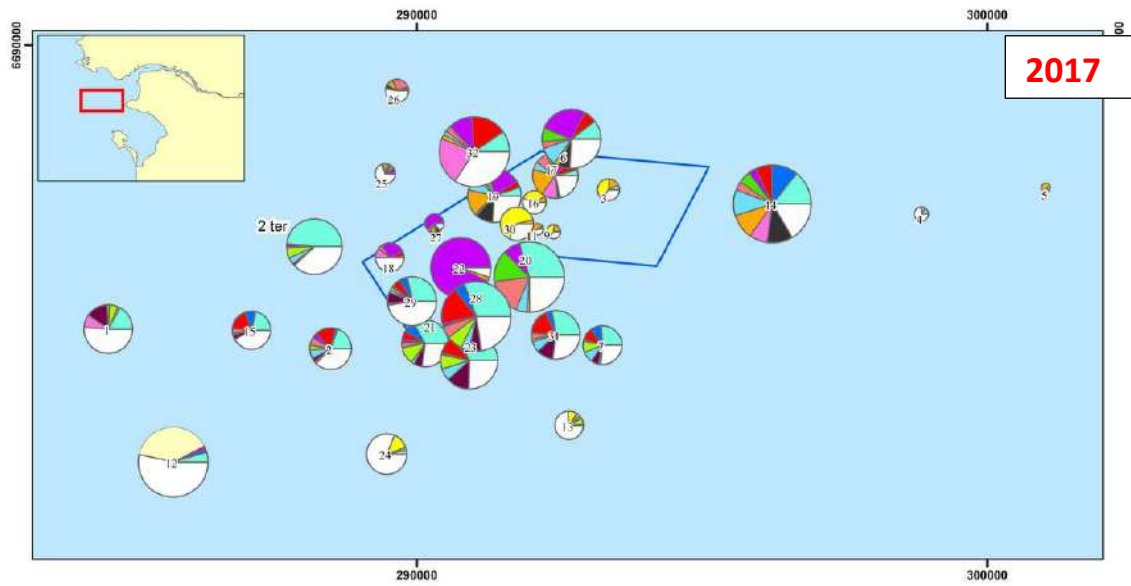
Figure 42 : Répartition spatiale des densités d'annélides des stations du secteur de la Lambarde en 2013.



Abondance (ind/m²) et proportion des principales espèces d'Annélides



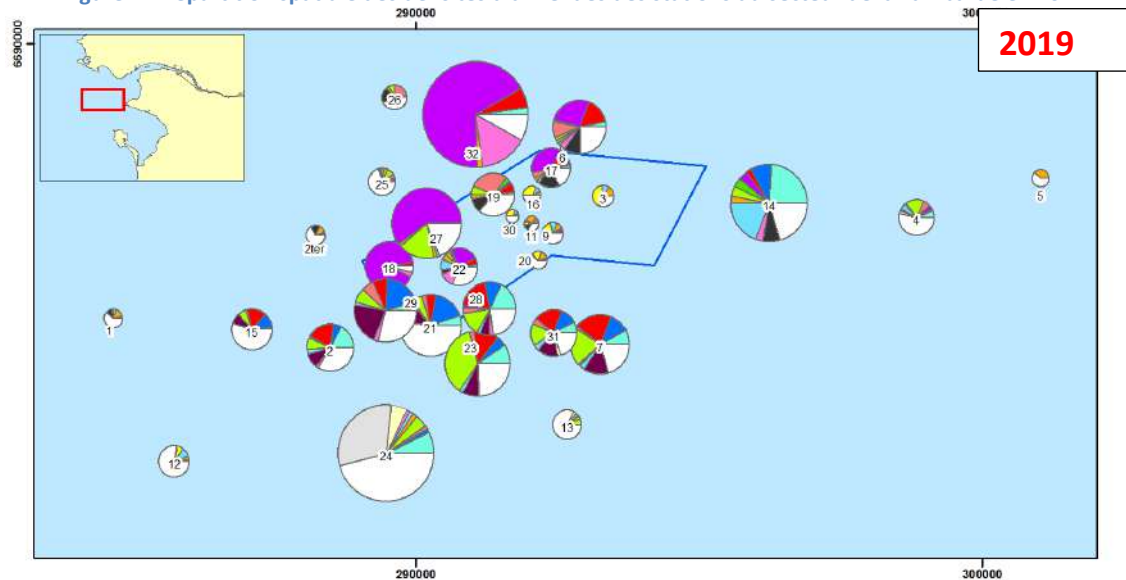
Figure 43 : Répartition spatiale des densités d'annélides des stations du secteur de la Lambarde en 2015.



Densité (ind/m²) et proportion des principales espèces d'annélides



Figure 44: Répartition spatiale des densités d'annélides des stations du secteur de la Lambarde en 2017.



Densité (ind/m²) et proportion des principales espèces d'annélides

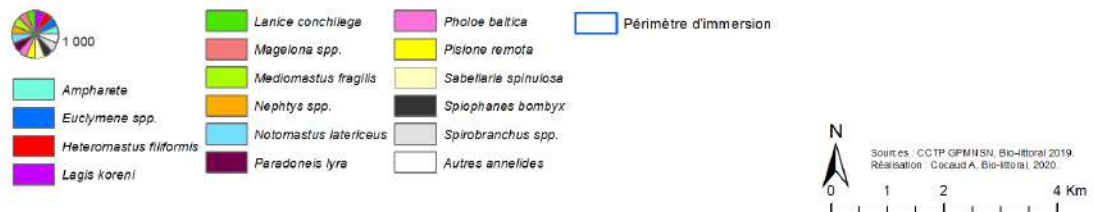


Figure 45: Répartition spatiale des densités d'annélides des stations du secteur de la Lambarde en 2019.

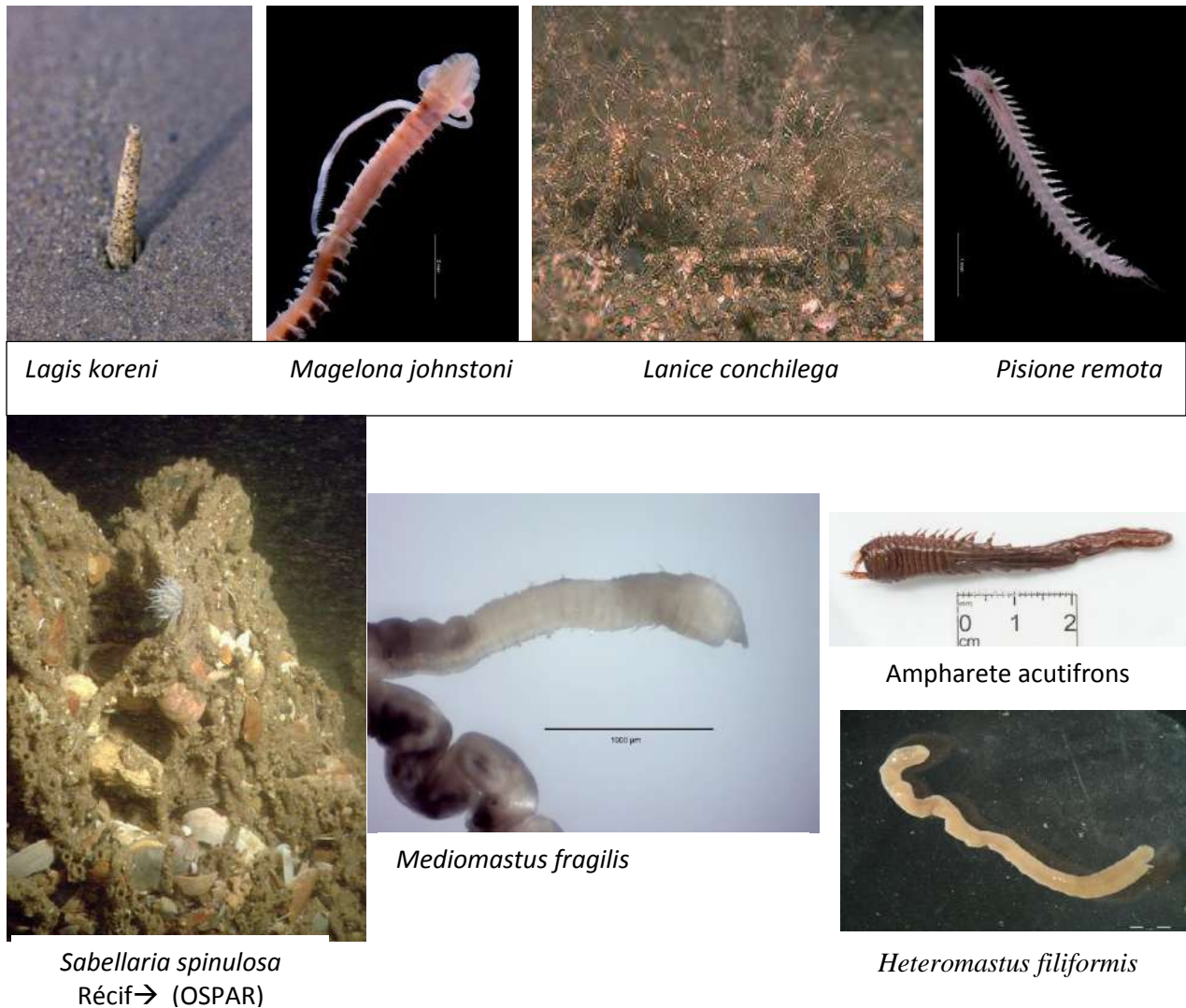


Figure 46 : Illustration des principales espèces d'annélides rencontrées dans le secteur de la Lambarde en 2019

VI.2.4.2 Crustacés

Haploops et *Ampelisca* sont des petits crustacés, morphologiquement très semblables qui érigent des tubes de vases compactes sur de très grandes surfaces et avec de telles densités qu'ils diminuent l'hydrodynamisme du milieu et augmentent la fraction de particules fines dans le milieu. Du haut de leur tube, ils filtrent l'eau (Figure 47).

Les stations de sédiment fin situées au sud des zones de clapage, donc en dehors de la zone d'impact du panache turbide, sont largement colonisées par les *Ampelisca spp.* Plusieurs espèces sont présentes sur ce secteur : 94% *Ampelisca spinipes*, 3% *Ampelisca diadema*, 2% *Ampelisca spinimana*, 1% *Ampelisca brevicornis*, <1% *Ampelisca sarsi*, <1% *Ampelisca typica*; <1% *Ampelisca pectenata*, <1% *Ampelisca tenuicornis*) avec des densités atteignant 4616 ind/m² en 2019 (contre 3320 ind/m² en 2017).

Les *Haploops* dont la population avait diminué entre 2013 et 2015, au profit des *Ampelisca spp.*, sont plus abondants en 2017 et 2019 au sud de la zone de la Lambarde. L'évolution spatiale entre 2013 et 2019, montre une colonisation des *Ampelisca* vers la côte avec des densités de plus en plus importantes sur la station LB14 (1720 ind/m² en 2017 et 4538 ind/m² en 2019). Cette expansion

sera à surveiller, car ces crustacés tubicoles modifient considérablement les habitats qu'ils colonisent et les fonctionnalités écologiques qui leur sont associées.



Figure 47 : Haplooids filtrant l'eau, du haut de son tube. Habitats formés par les Haplooids et les Ampelisca (photo S. Dubois).

Les peuplements d'Ampelisca ou d'Haplooids sont toujours accompagnés par le petit crustacé *Photis longicaudata*.

Les Bodotria qui formaient d'importantes populations en 2013 (Figure 49), dans la zone sableuse située au nord de la zone d'immersion (LB25 et LB32) ont quasiment disparu en 2015, 2017 et 2019. La turbidité générée par la nouvelle zone de dépôt ne semble pas leur être favorable. En 2015, avec la disparition des Bodotria, les stations du secteur nord, abritaient très peu de crustacés (Figure 50). Depuis 2017, ces stations sont colonisées par les Ampelisca sp., accompagnés par le mysidacé, *Gastrosaccus spinifer* en 2019 (Figure 51).

Les *Pisidia longicornis* vivent sous les galets récoltés dans les trois stations les plus sud de la zone de suivi. En 2019 leur densité atteint 424 ind/m² à la station LB24.

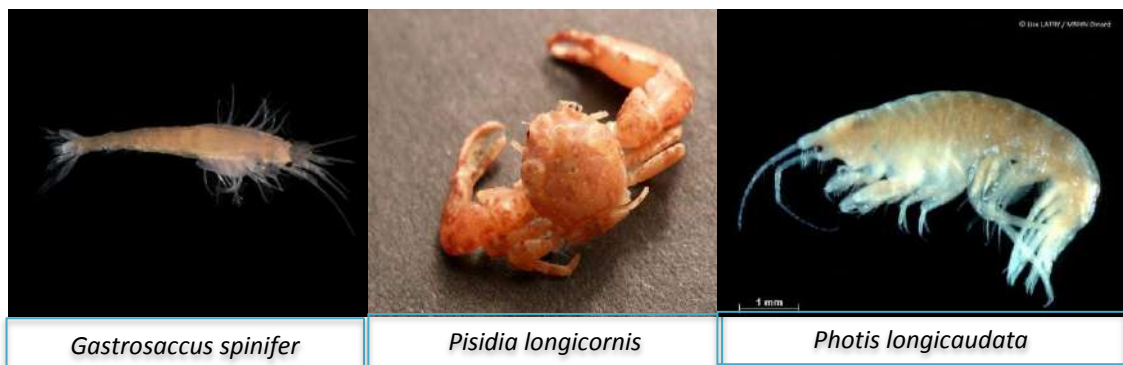


Figure 48 : Illustration des principales espèces de crustacés récoltés sur la Lambarde.

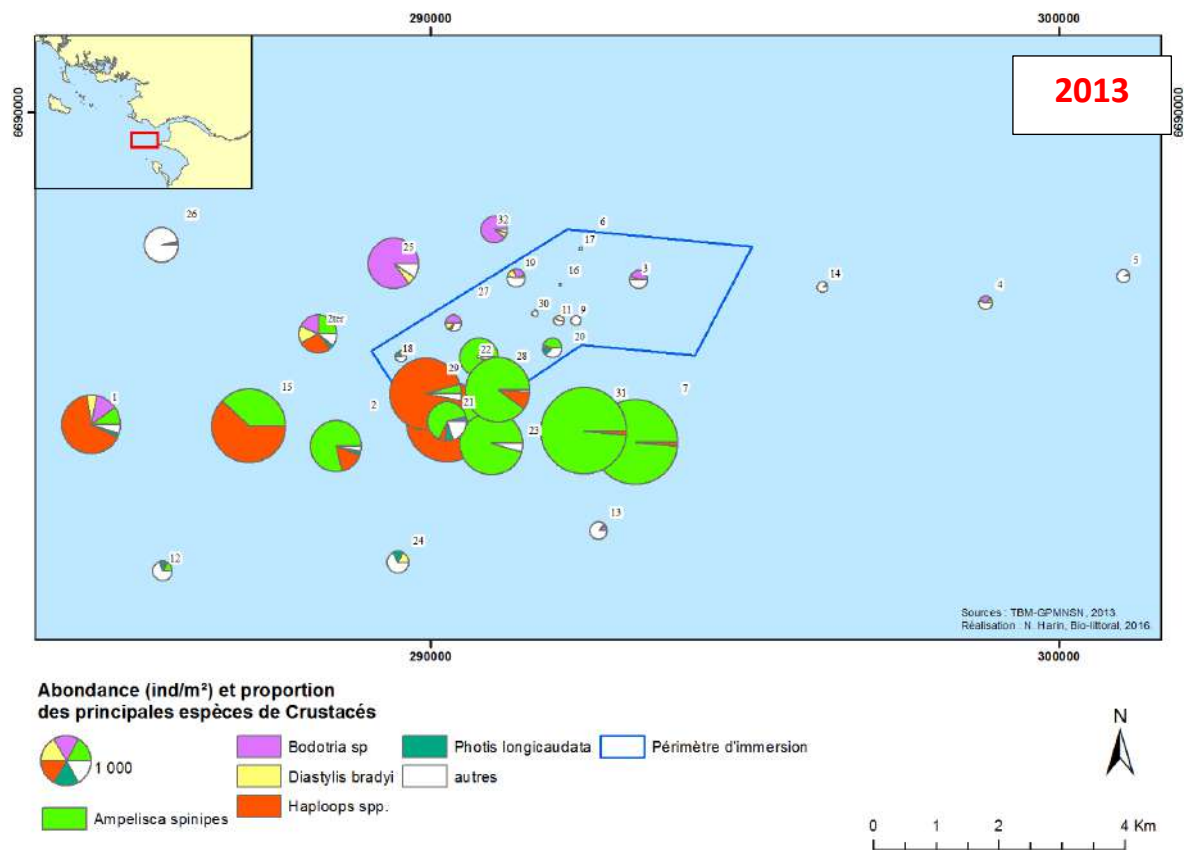


Figure 49 : Répartition spatiale des densités de crustacés des stations du secteur de la Lambarde en 2013.

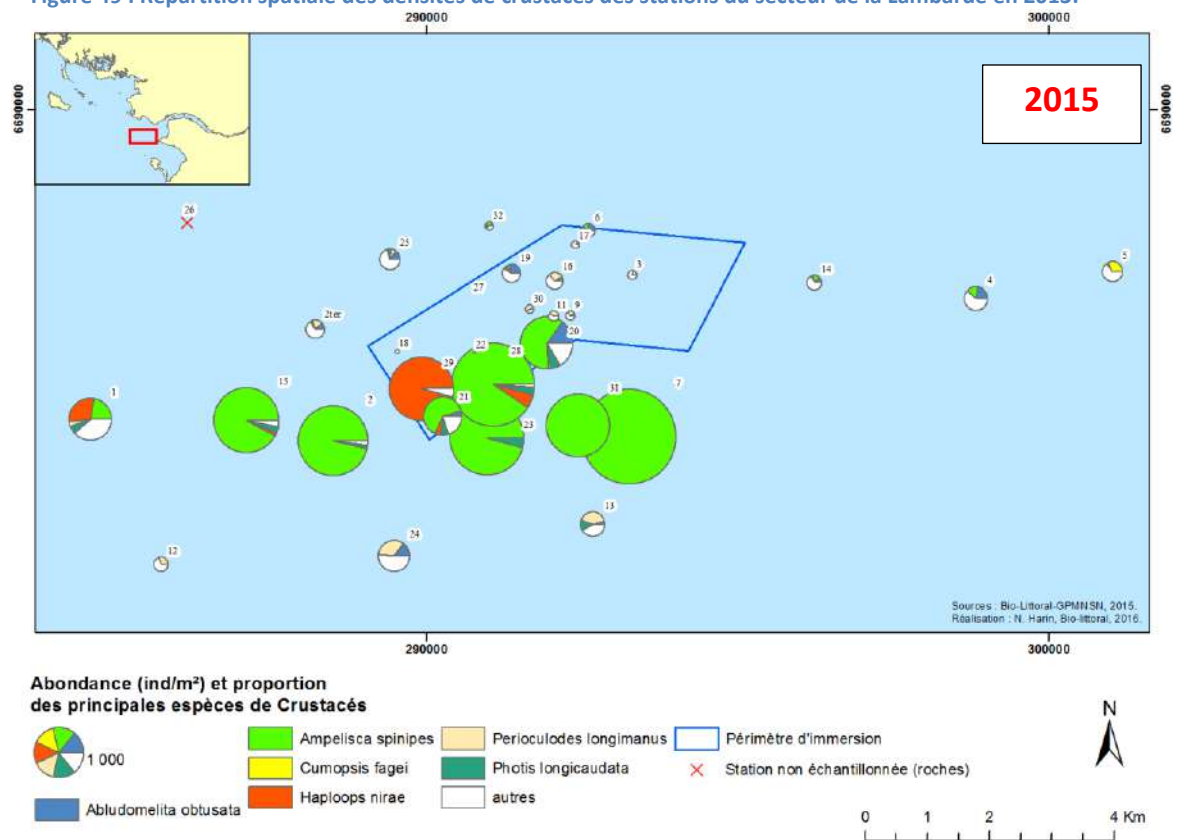


Figure 50 : Répartition spatiale des densités de crustacés des stations du secteur de la Lambarde en 2015.

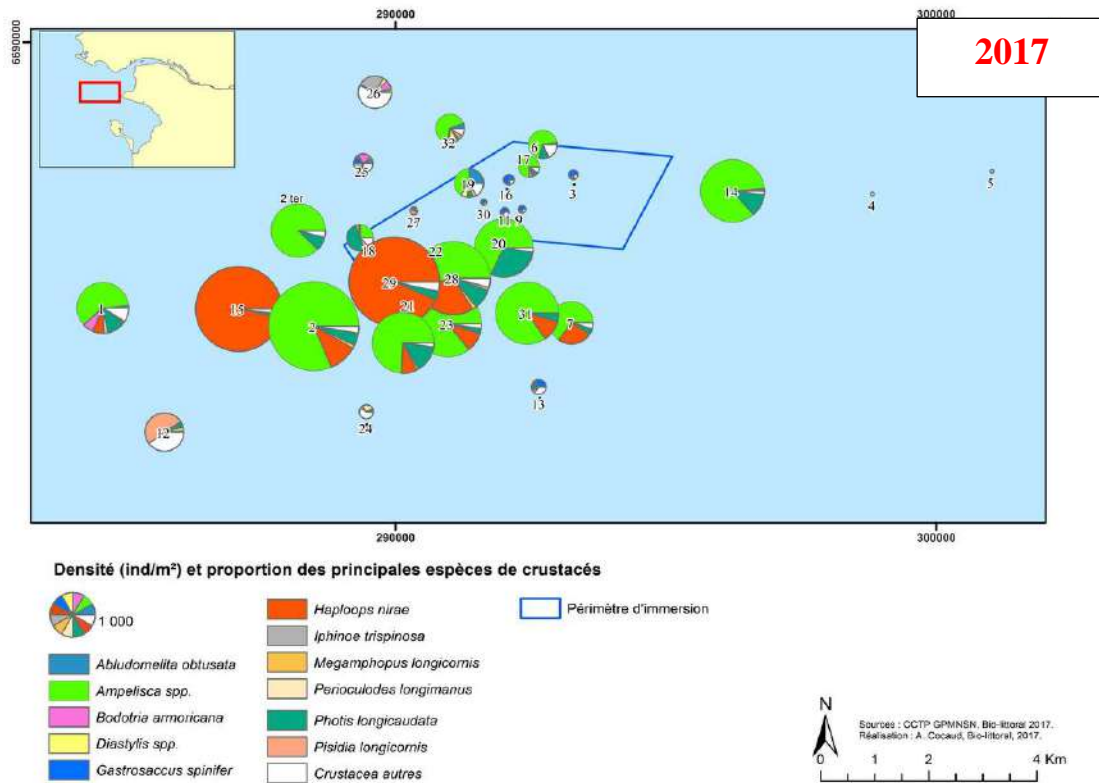


Figure 51: Répartition spatiale des densités de crustacés des stations du secteur de la Lambarde en 2017

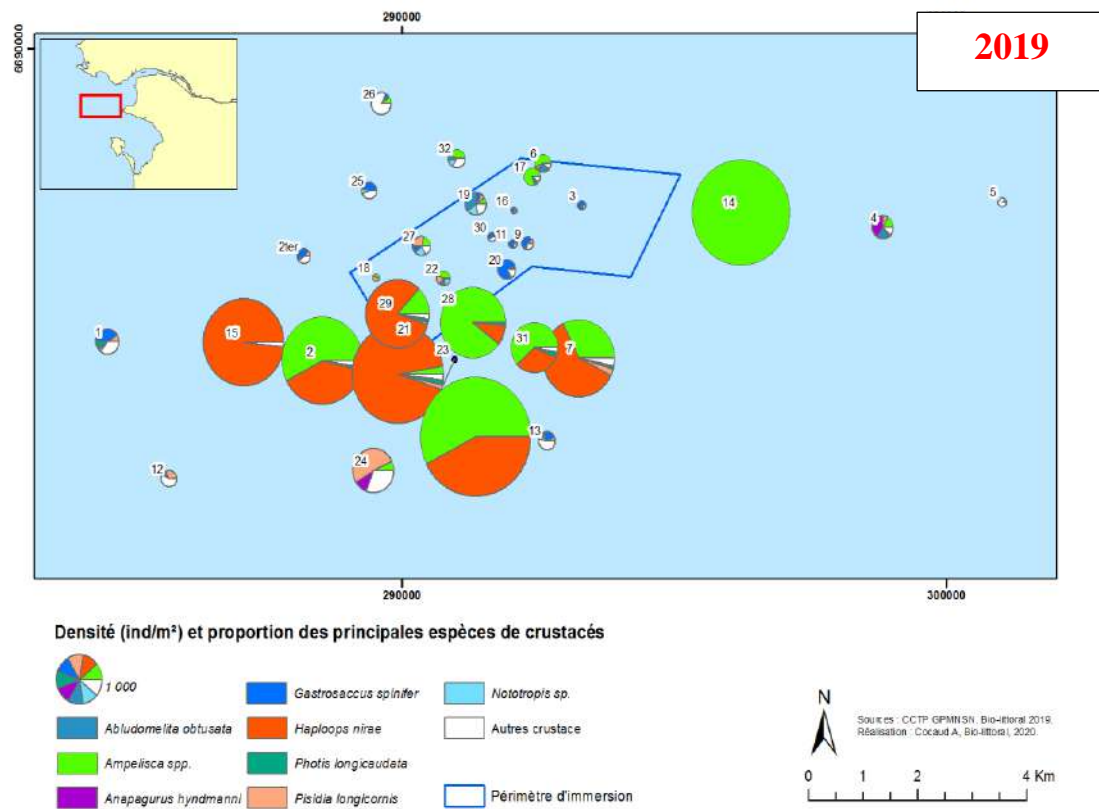


Figure 52: Répartition spatiale des densités de crustacés (Espèces >100 ind/m²) des stations du secteur de la Lambarde en 2019.

VI.2.4.3 Mollusques

Entre 2013, 2015, 2017 et 2019 de nombreux changements sont observés dans la communauté des mollusques (Figure 53, Figure 54, Figure 55, Figure 56).

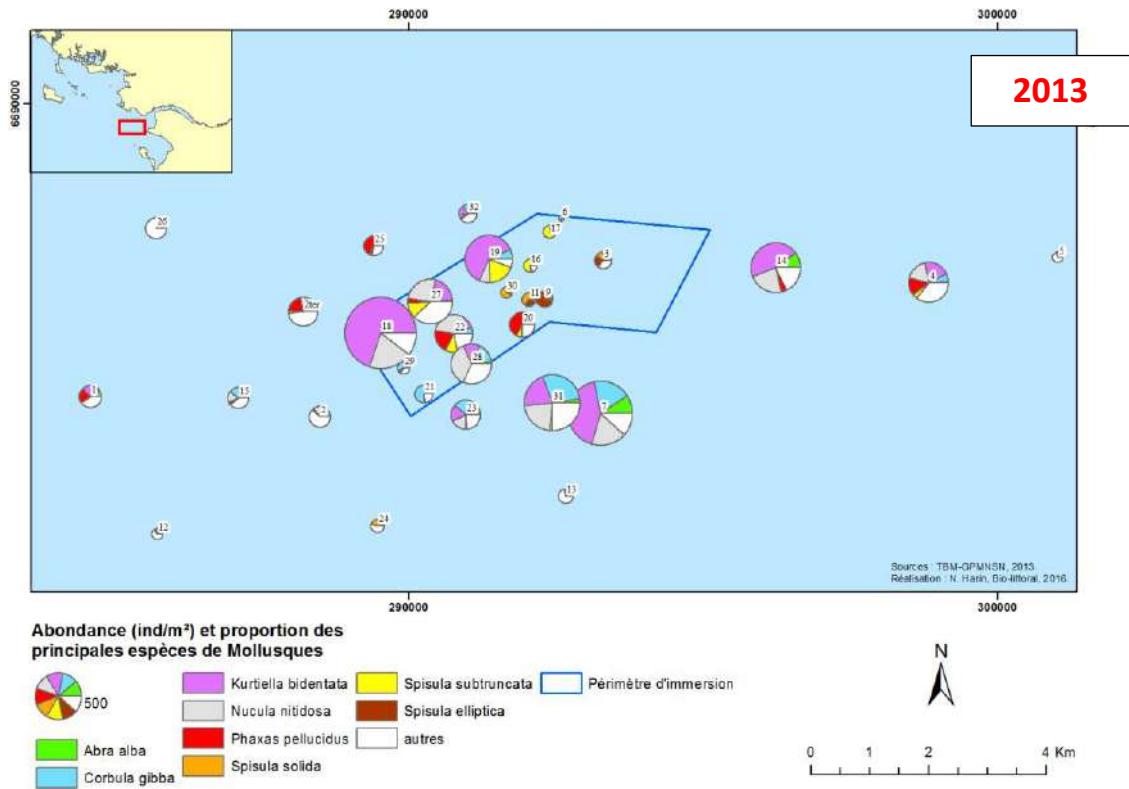


Figure 53 : Répartition spatiale des densités de mollusques des stations du secteur de la Lambarde en 2013.

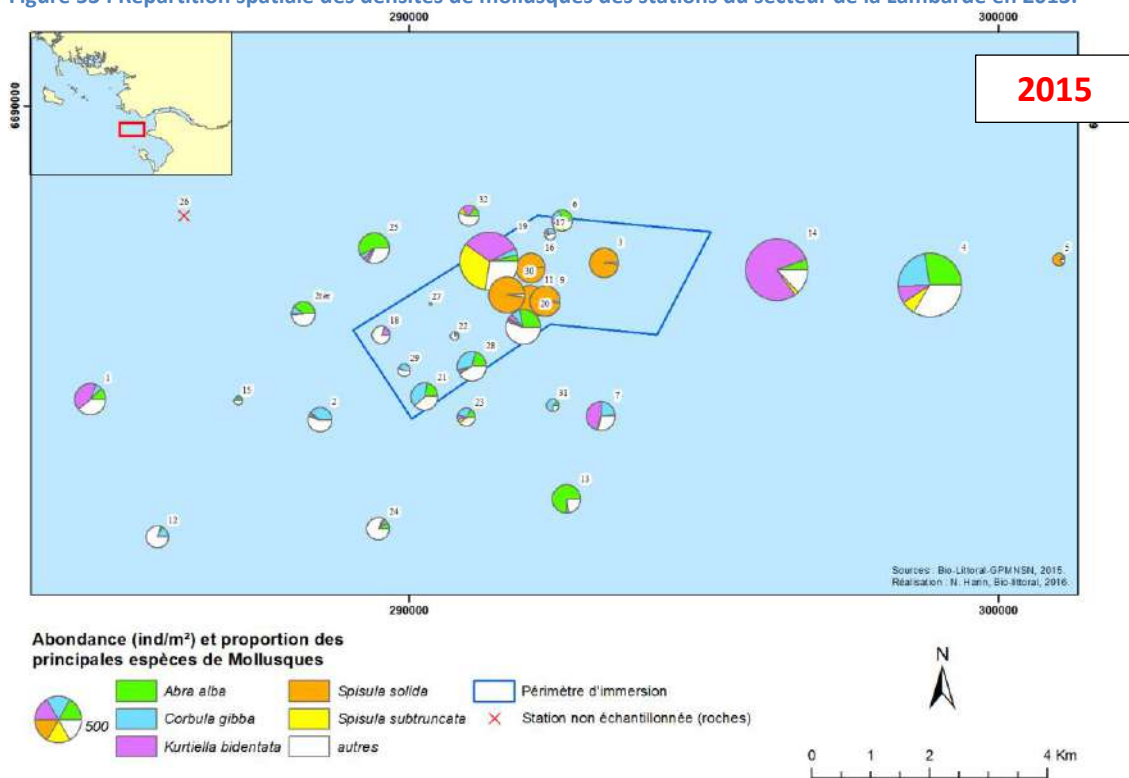


Figure 54 : Répartition spatiale des densités de mollusques des stations du secteur de la Lambarde en 2015.

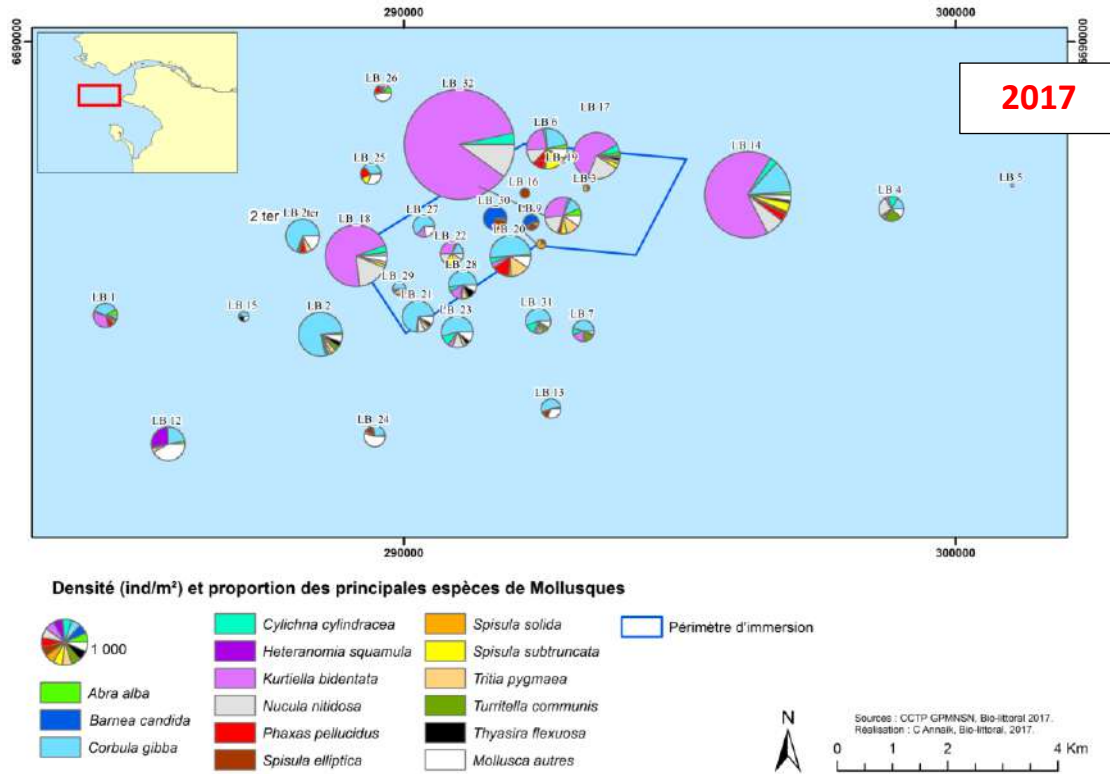


Figure 55: Répartition spatiale des densités de mollusques des stations du secteur de la Lambarde en 2017.

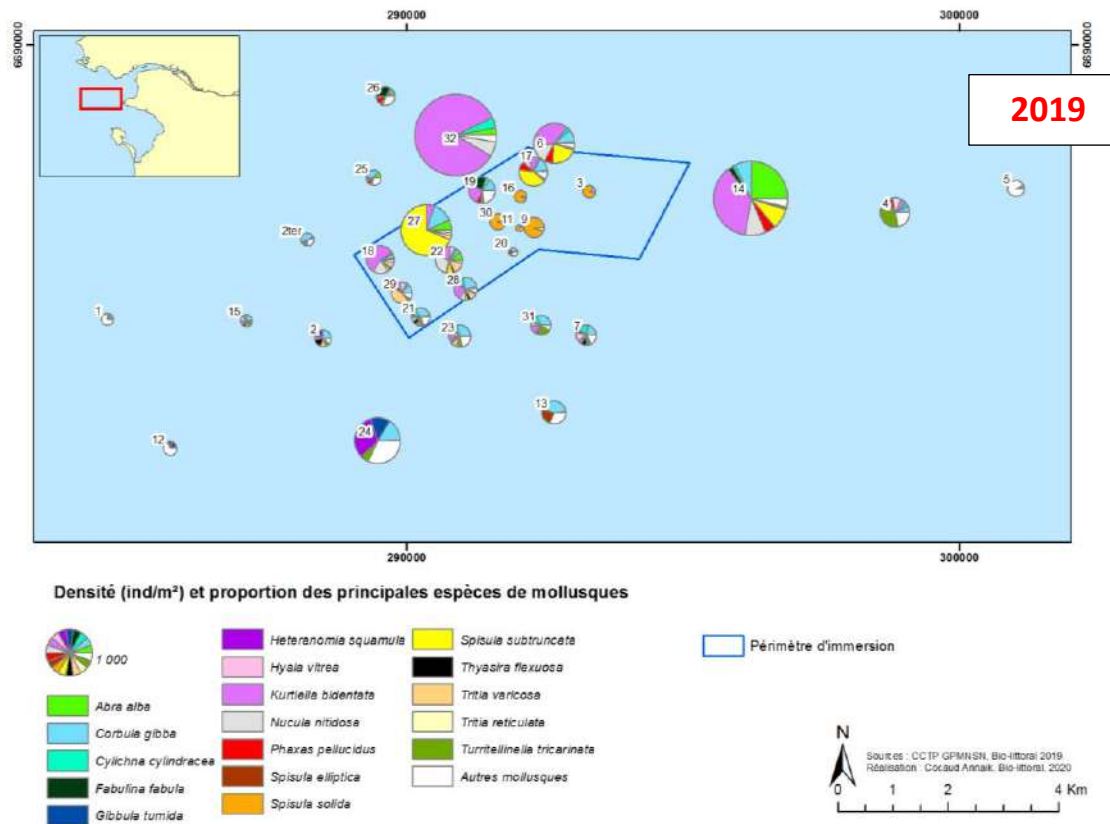
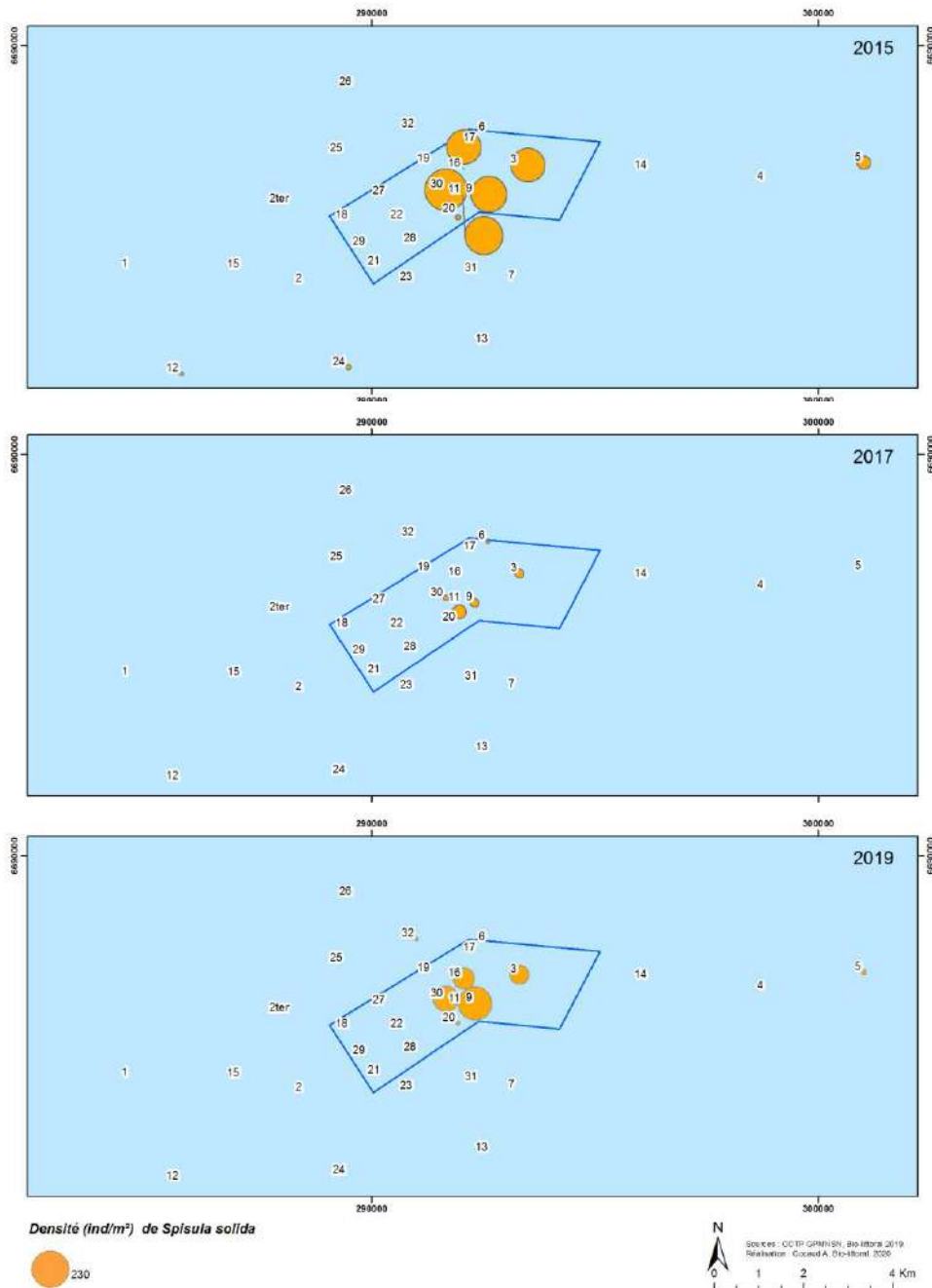


Figure 56: Répartition spatiale des densités de mollusques des stations du secteur de la Lambarde en 2019.

Lors des inventaires de Glémarec réalisés en 1969, toute la zone sableuse autour des roches de la Lambarde était définie comme un habitat à Spisules. En 2013 elles ont quasiment disparu de cette

zone en raison de l'immersion des vases issues du chenal de la Loire. En effet, les *Spisules* ont un système de filtration qui colmate rapidement en présence d'une trop forte turbidité. En 2015, l'arrêt du dépôt de vase sur l'ancienne zone d'immersion et un hydrodynamisme important ont permis de retrouver un sédiment plus grossier favorable au développement des *spisules* qui sont abondantes en 2015, en LB9, LB11, LB16, LB3 et LB30 (Figure 54). Cependant, cette espèce a très fortement diminué 2017 sur ce secteur. Même si la granulométrie du sédiment ne semble pas fortement modifiée, la présence des crustacés *Ampelisca* sur cette zone traduit un envasement du milieu néfaste aux *spisules* (Figure 53, Figure 57).

En 2019, elle n'est présente qu'en faible densité (2 à 182 ind/m²)(Figure 57).

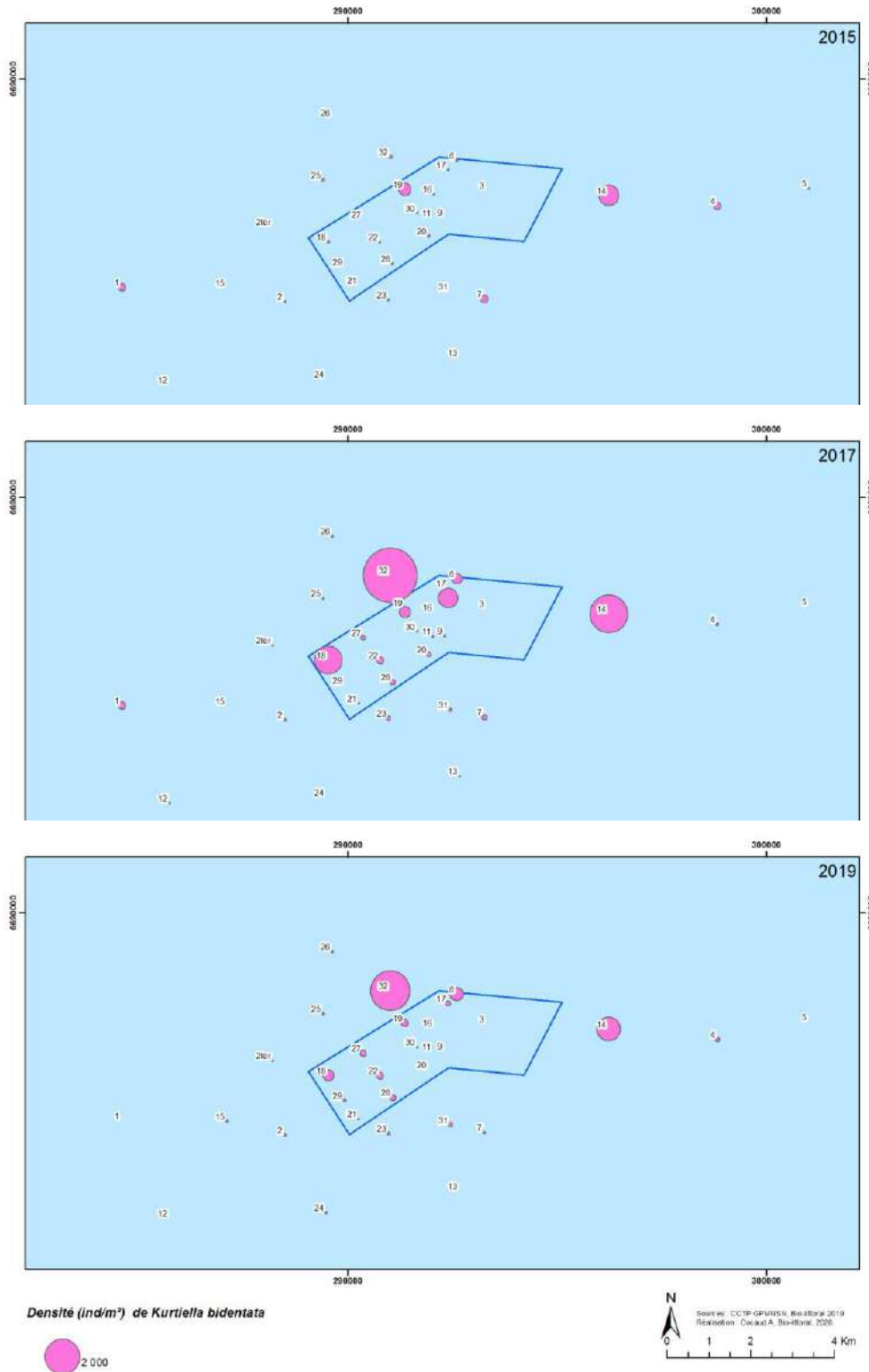


Evolution :

Après une forte diminution des densités entre 2015 et 2017., une plus forte abondance est observée sur les stations LB9, LB30, LB16, LB3, LB5 en 2019.

Figure 57: Evolution de la population de *Spisula solida* entre 2015 et 2019

Kurtiella bidentata est un bivalve de moins de 1cm qui se reproduit rapidement et colonise les sédiments fins. En 2013, il colonisait l'ensemble des stations de sédiment fin peu profond, hormis la zone de dépôt (Figure 53). En 2015, *Kurtiella bidentata* ne se retrouve que sur les stations LB19, LB14, LB1 et LB7 (Figure 54). En 2017, il est de nouveau abondant sur les stations (Figure 58, Figure 55) situées autour de la zone de clapage. En 2019, l'espèce *Kurtiella bidentata* (Figure 58) est beaucoup plus abondante sur les sites du nord de la zone d'immersion avec un maximum de 2634 ind/m² en LB32.



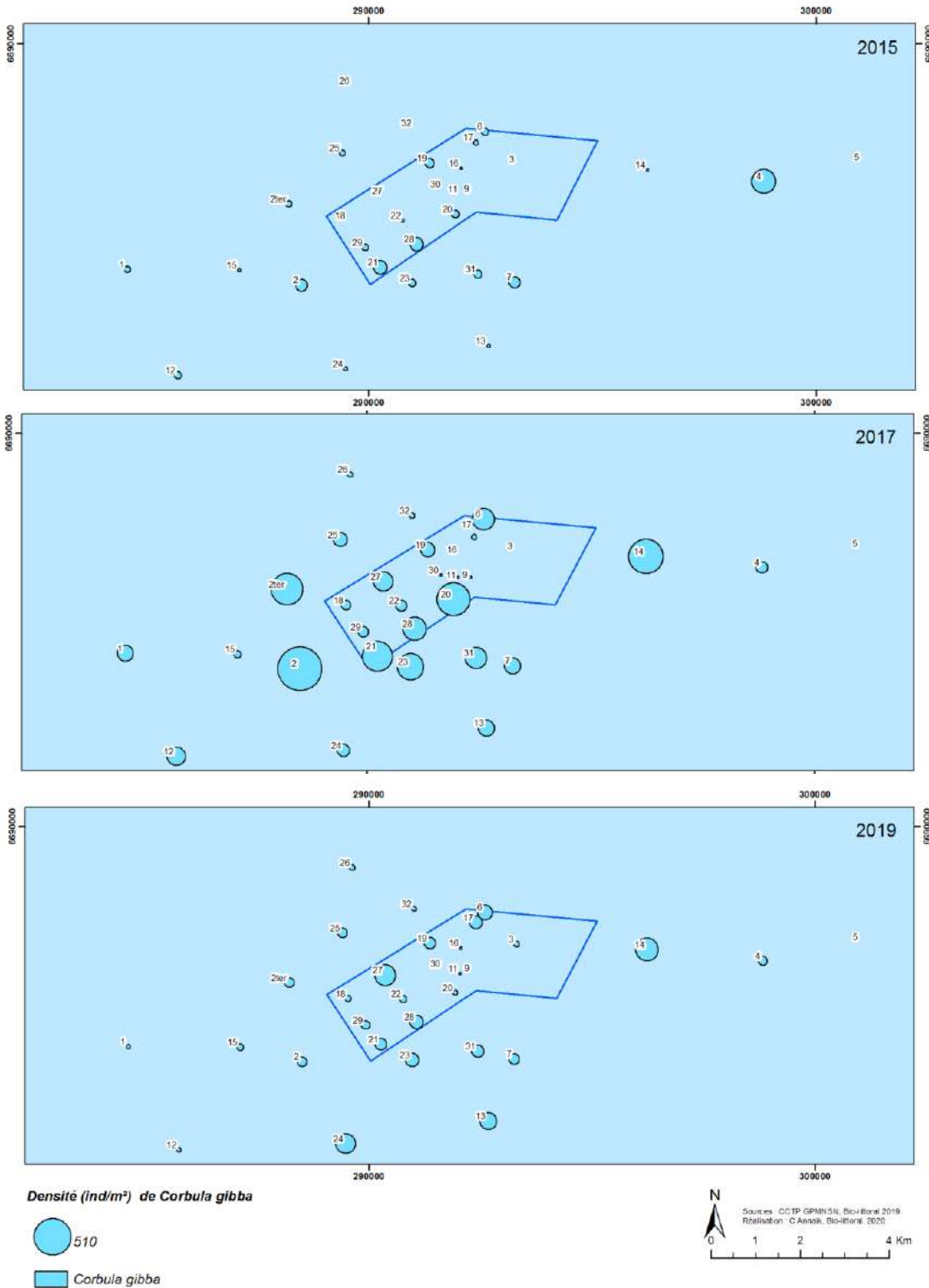
Evolution :

Après une forte augmentation de densité entre 2015 et 2017, sur la station LB32, LB17, LB6, LB19, LB32 ainsi qu'à l'est de la zone LB18 et à l'ouest LB14. Une légère diminution est observée sur LB32, LB18, LB14 et L17

Figure 58: Evolution de la population de *Kurtiella bidentata* entre 2015 et 2019.

En 2019, *Corbula gibba* (Figure 59) est plus dense au nord avec : 192 ind/m² en LB14.

Corbula gibba est également un petit bivalve de moins de 2cm, qui peut former des peuplements très denses dans les zones eutrophisées (Pearson & Rosenberg, 1978). *Corbula gibba* vit dans le sédiment, mais il est lent à s'enfouir, ce qui en fait une proie plus facile pour les prédateurs. La forte densité observée en LB2 en 2017, a fortement diminuée en 2019 34 ind/m² contre 722 ind/m² en 2017 et 52ind/m² en 2015.



Evolution :
Après une forte augmentation entre 2015 et 2017 les densités diminuent en 2019. Un maximum de 192 ind/m² a été observé en LB14.

Figure 59 : Evolution de la population de *Corbula gibba* entre 2015-2019

VI.2.4.4 Echinodermes

Les quatre espèces d'échinodermes qui forment les plus fortes populations sur la Lambarde en 2019, sont des ophiures :

Acrocrida brachiata et *Amphiura filiformis* sont des filtreurs qui vivent enfouis dans le sédiment tendant leurs « bras » pour capturer les particules (détritiques ou phytoplancton) de la colonne d'eau (Figure 60). Il semble que le clapage perturbe ces espèces, car elles ont tendance à fuir les zones d'immersion en activité. En effet, si une légère turbidité favorise les filtreurs en augmentant la nourriture potentielle, une trop forte turbidité colmate leurs systèmes de filtration avec des particules minérales.

Acrocrida brachiata vit dans des sables propres entre 0 et 40m de profondeur, ce qui explique sa répartition sur les stations sableuses les moins profondes du secteur d'étude.

Amphiura filiformis vit dans des substrats sableux envasés, à des profondeurs comprises entre 15 et 100 m. Elle est donc présente sur l'ensemble du secteur sauf dans les sédiments trop grossiers (stations situées au sud et ancienne zone de clapage).

Ophiura albida (représentant 98% des *ophiura*) est une ophiure qui supporte différents types de sédiments, du sable fin envasé jusqu'à un sédiment plus grossier, dans des profondeurs allant de 10 à 200m. Contrairement aux précédentes ophiures, *Ophiura albida* est un charognard voire un prédateur de petits invertébrés. L'évolution de sa répartition suit celle des *Ampelisca* et *Haploopsis*, qui modifient fortement le substrat avec leurs tubes de vase, créant ainsi de nombreux microhabitats favorables à une importante biodiversité d'organismes. Cette prolifération de proies pourrait expliquer l'association des ophiures avec les crustacés tubicoles (Figure 61).

En 2013, un important peuplement d'*Amphipholis squamata*, occupait les stations LB 19, LB25, LB27 et LB32 situées au nord-est de la zone de dépôt (Figure 61). En 2015, ces peuplements avaient disparu, à l'exception de quelques individus en LB4 et LB12, dans les stations les plus éloignées. En 2017 et 2019, cette espèce est de nouveau observée dans le secteur nord. *Amphipholis squamata* est une petite ophiure donc le disque central ne dépasse pas 5mm et ses bras 20mm de long. Cette ophiure colonise les milieux rocheux, grossiers ou sableux, depuis la zone intertidale jusqu'à -250m. Elle ne s'enfouit pas dans le sédiment, mais se cache dans les anfractuosités de roche ou sous les cailloux, sous les débris coquillés et capture les particules avec ses bras enduits de mucus collant. Elle est connue pour sa robustesse, car elle est assez tolérante aux eaux polluées pour un échinoderme.

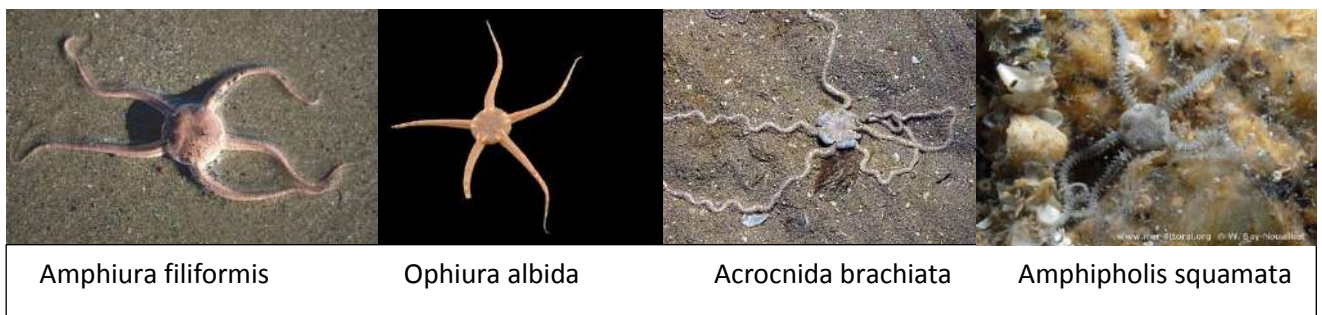


Figure 60 : Illustration des principales espèces d'échinodermes rencontrées dans le secteur de la Lambarde en 2015.

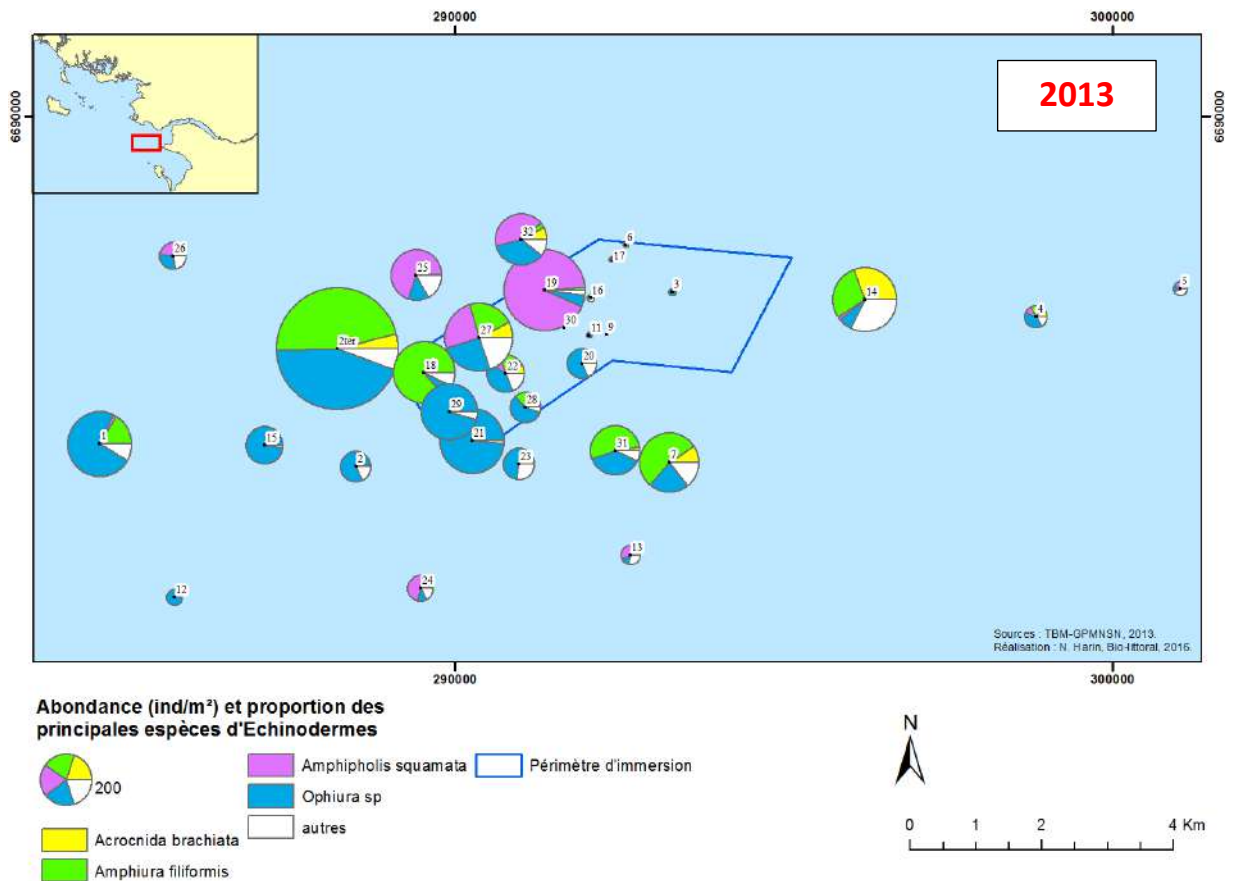


Figure 61 : Répartition spatiale des densités d'échinodermes des stations du secteur de la Lambarde en 2013.

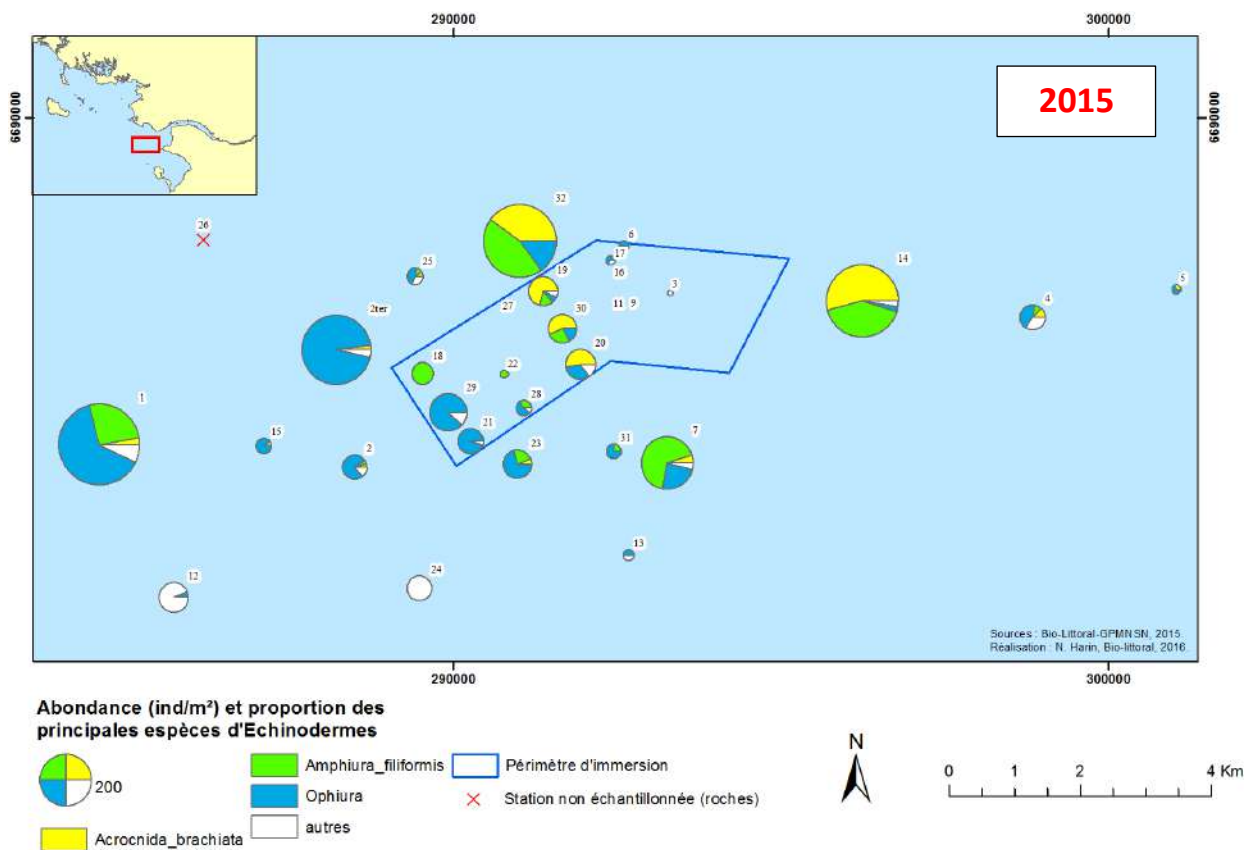


Figure 62 : Répartition spatiale des densités d'échinodermes des stations du secteur de la Lambarde en 2015.

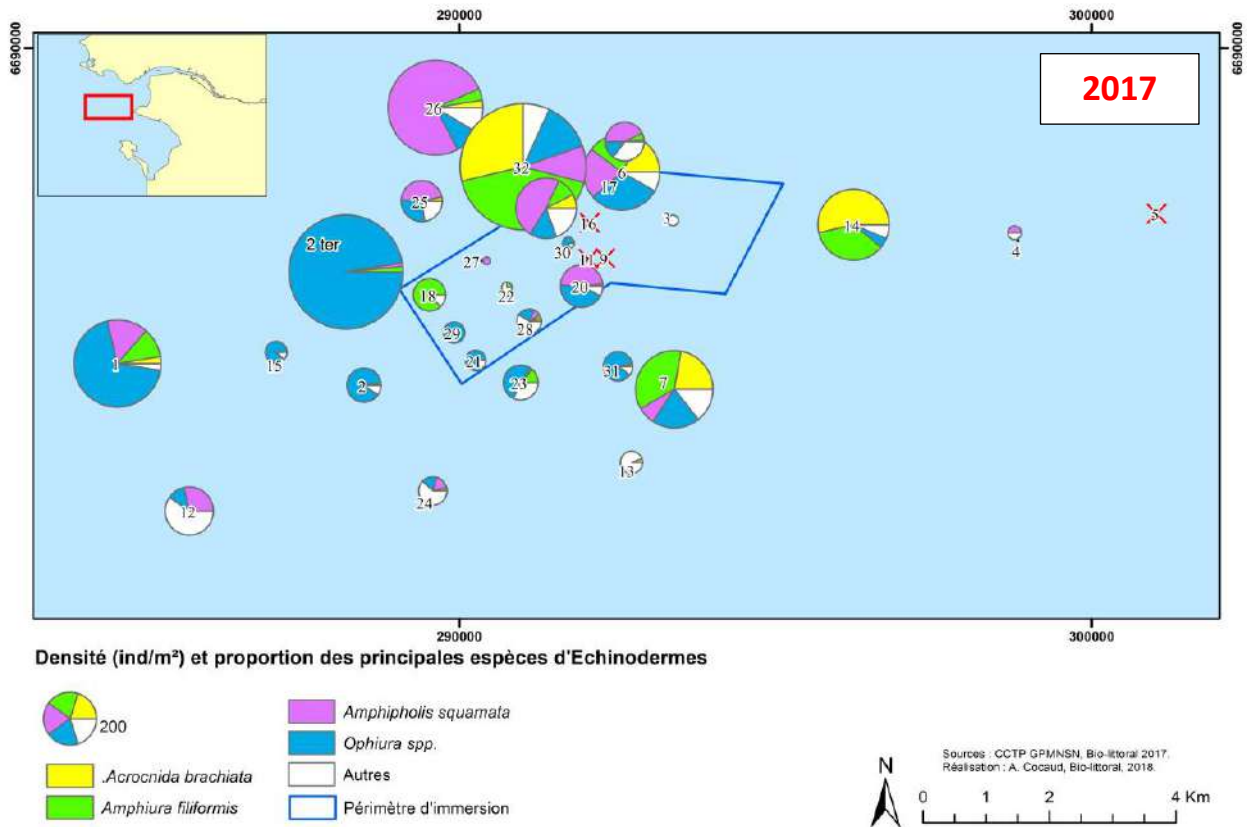


Figure 63: Répartition spatiale des densités d'échinodermes des stations du secteur de la Lambarde en 2017.

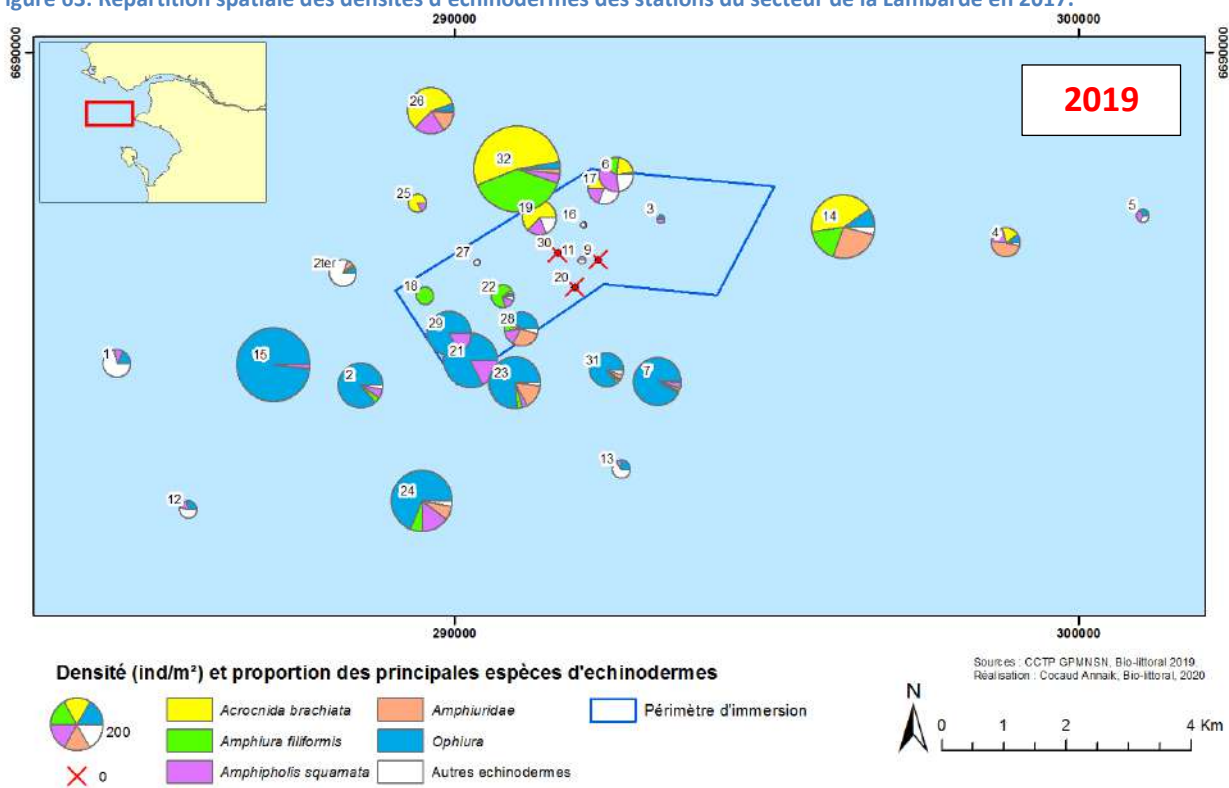


Figure 64: Répartition spatiale des densités d'échinodermes des stations du secteur de la Lambarde en 2019.

VI.2.5 Biomasse de la faune benthique

La biomasse de la faune benthique est exprimée en poids de matière sèche sans cendre, ce qui permet de ne prendre en compte que la masse de chair, qui joue un rôle important dans un réseau trophique et non pas le poids de coquille ou de carapace.

En 2017, les biomasses maximales sont atteintes en LB14 (58.2 g PSSC), LB23. (25.0 g PSSC). En 2019, LB24 (23.1 g PSSC) et 10 autres stations ont des biomasses qui excèdent 10 gPSSC.

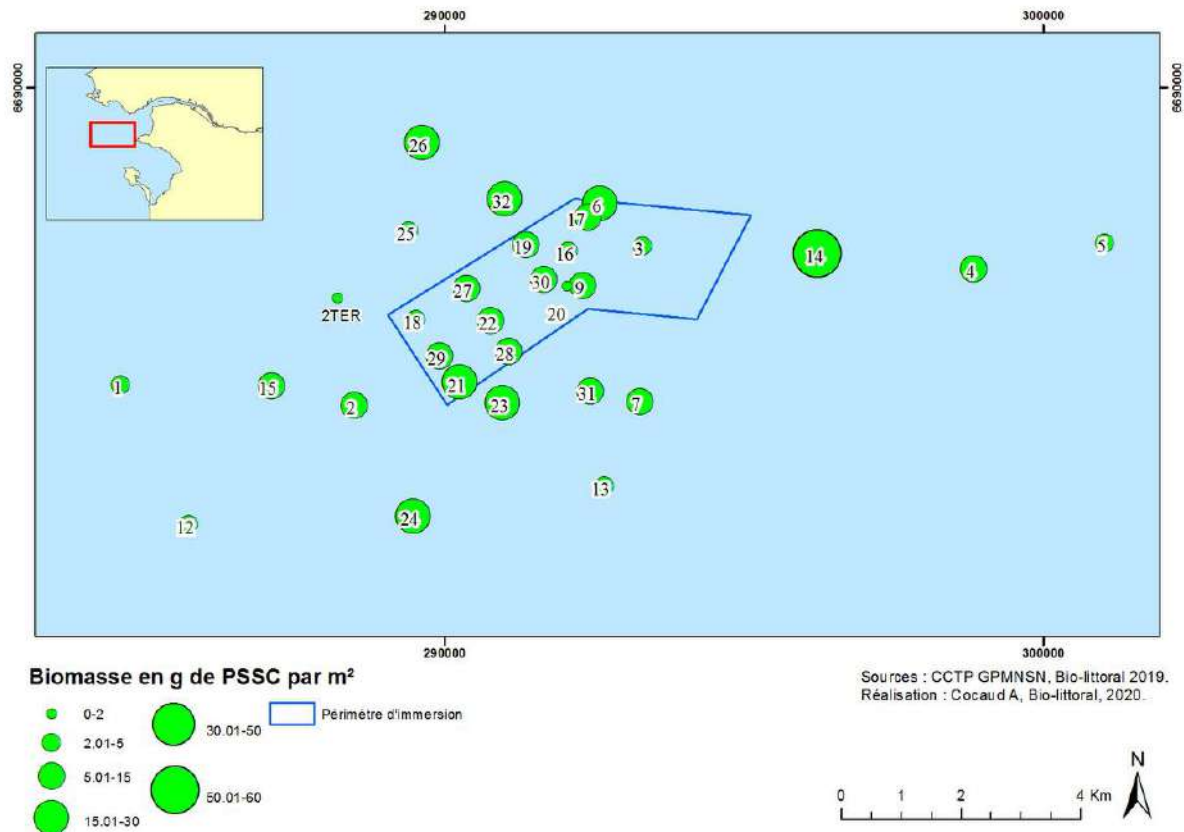


Figure 65 : Répartition spatiale des biomasses d'organismes des stations du secteur de la Lambarde en 2019.

VI.2.6 Synthèse de l'évolution de la faune benthique sur le secteur de la Lambarde

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 2019.

- Les zones d'immersion (LB27 correspondant à la sous-zone 18 exploitée en 2017 et LB 18 correspondant à la sous-zone 19 exploitée en 2019) présentent toujours une biodiversité et une densité plus faibles que les autres stations, témoignant ainsi d'un impact direct des immersions sur le site.
- 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.
- Les échinodermes est le groupe faunistique le plus sensible aux activités d'immersion.

Une analyse plus fine sur les trois derniers suivis réalisés en 2013, 2015, 2017 et 2019 selon un protocole identique, permet de mieux comprendre la dynamique de la faune benthique face à une pression de clapage.

2013

En 2013, le dépôt des vases estuariennes 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 du Charpentier (Bio-Littoral, 2011).

2015

Les immersions sur l'ancienne zone sont arrêtées 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 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 des dépôts 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 dépôt qui est devenue presque azoïque en 2015.

2017

La nouvelle zone d'immersion est toujours très pauvre en faune avec notamment une disparition des échinodermes depuis 2015. L'impact de la nouvelle zone de clapage est assez étendu puisqu'il intervient sur l'ensemble de la nouvelle extension et plus particulièrement sur les stations situées au nord. L'annélide *Lagis koreni* domine ce peuplement, comme il l'avait fait en 2013 sur l'ancienne zone d'immersion. L'ancienne zone d'immersion qui semblait montrer un début de résilience avec le développement des peuplements à *Spisula solida* qui est le peuplement initial de cette zone, ne s'est pas confirmée en 2017. Les *Spisules* ont quasiment disparu et les échinodermes ne sont toujours pas revenus sur l'ancienne zone d'immersion. Les crustacés tubicoles tels que les *Ampelisca* et les *Haploops* qui colonisaient les stations situées au sud-est, se développent de plus en plus en 2015 puis en 2017, vers l'est et vers le nord, modifiant la nature du substrat et les peuplements qui y sont inféodés. Les stations de sables grossiers, situées au sud, présentent toujours une forte biodiversité en annélides.

2019

L'impact direct des immersions est visible très localement sur la station LB18 qui est la plus proche du site d'immersion (sous-zone 19 en activité en 2019) avec une faible densité et une faible biodiversité faunistique.

Le développement des *Lagis koreni* (annélide opportuniste) depuis la station LB18 (zone de dépôt) vers une direction nord-ouest (houle dominante), semble indiquer l'impact du panache de turbidité sur les habitats environnants.

L'ancienne zone d'immersion montre un début de résilience avec le développement des peuplements à *Spisula solida* qui est le peuplement initial de cette zone. Cependant les échinodermes ne sont toujours pas revenus. Et la présence d'*Ampelisca* (crustacés qui vivent dans des tubes de vase), même en faible effectif sur ce sédiment grossier traduit un engorgement fluctuant qui explique les évolutions des peuplements de *Spisules* au cours du temps (forte densité en 2015, faible en 2017 et retour en 2019) et leur difficulté à s'implanter durablement.

Les crustacés tubicoles *Ampelisca* et les *Haploops* occupent toute la zone sud du suivi (hormis la zone de sable hétérogène grossier) et se développent vers la côte.

VI.3 Structure des peuplements benthiques

Un peuplement benthique est caractérisé par la densité de chacune des espèces qui le compose et qui permet de mettre en évidence des dominances. Ces assemblages d'espèces traduisent un biotope particulier qui intègre les paramètres physico-chimiques tels que le domaine halin, la bathymétrie, l'hydrodynamisme, la granulométrie du sédiment mais qui prend également en compte les relations entre les espèces (compétition spatiale ou trophique, ou relation de prédation entre les espèces).

Les données de faune benthique récoltées en 2019 ont été analysées statistiquement en utilisant le logiciel PRIMER 6 afin de proposer une répartition spatiale des différents peuplements benthiques dans l'estuaire de la Loire et du secteur de la Lambarde.

Traitement appliqué aux données

L'analyse statistique porte sur la densité de chacune des espèces qui compose le peuplement benthique sur une station. La transformation en racine carrée des densités (nb ind/m²) permet donner autant de poids aux petits échantillons qu'aux gros échantillons. La matrice de données ainsi obtenue a permis de générer une matrice de ressemblance de Bray-Curtis à partir de laquelle ont été réalisées des analyses statistiques multivariées (Cluster, MDS) permettant de regrouper les stations qui ont statistiquement des peuplements similaires. Cette technique a l'avantage de ne pas prendre en compte les double-absences, c'est-à-dire que l'absence d'une espèce sur deux stations distinctes n'est pas considérée comme une ressemblance entre ces deux stations.

VI.3.1 Résultat sur le chenal de l'estuaire de la Loire

L'analyse de similarité regroupant les stations en fonction de la ressemblance de leur peuplement en termes d'espèces et de densités par espèce (Figure 66) a porté sur les 23 stations du chenal échantillonnées en 2019.

La procédure SIMPROF permet de déterminer, (représenté en pointillés rouges sur les figures), le niveau maximal de similarité permettant de regrouper les stations au sein d'un même type de peuplement benthique.

La faible similarité (< 20%) observée entre les 23 stations est probablement due aux faibles densités mesurées à chaque station. Toutefois, l'analyse regroupe les stations en 6 groupes répartis le long du chenal en fonction du gradient de salinité (Figure 67).

La station C7 (vert) se démarque car son peuplement benthique, dominé par les annélides *Lagis koreni*, *Nephtys hombergii* et les bivalves *Abra alba* et *Kurtiella bidentata* est caractéristique d'un milieu marin.

Les stations C19, C33, C99 et C105 (gris) se différencient car elles présentent un peuplement pauvre en faune.

Les stations C13 à C80 (bleu), abritent des peuplements d'annélides *Tharyx* et *Heteromastus filiformis* et de bivalve *Limecola baltica* caractéristiques de milieu polyhalin.

Les stations C88 à C109 (rouge), sont dominées par le crustacé *Corophium volutator*, caractéristique du milieu mésohalin.

La station C98 (bleu foncé) est quasiment azoïque avec seulement 4 mysidacés et un annelide.

Les stations Gp5, C102 et C103 (rose) sont quasiment azoïques avec de rares oligochaetes.

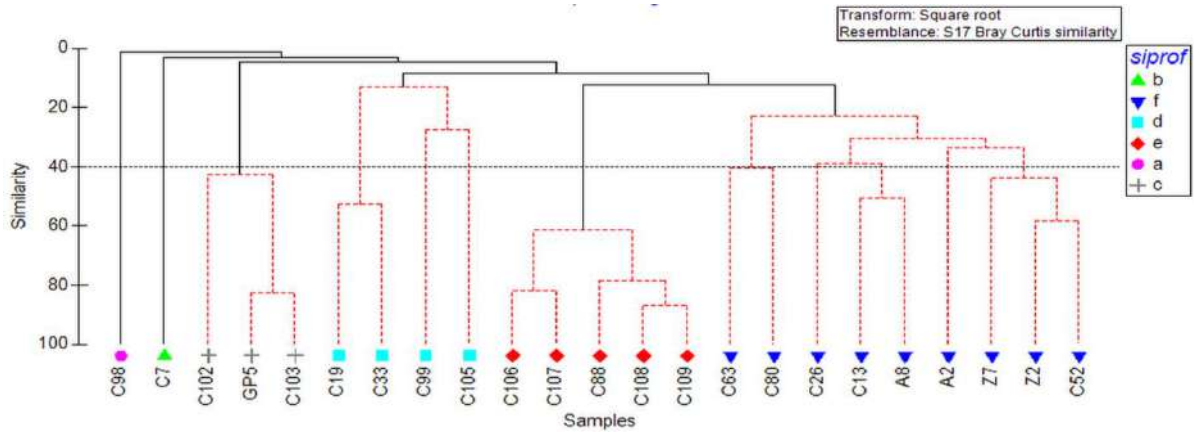


Figure 66: Analyses multivariées montrant le regroupement des stations du chenal en fonction des densités des espèces macrobenthiques. Seuil minimal de similarité fixé à 20 %.

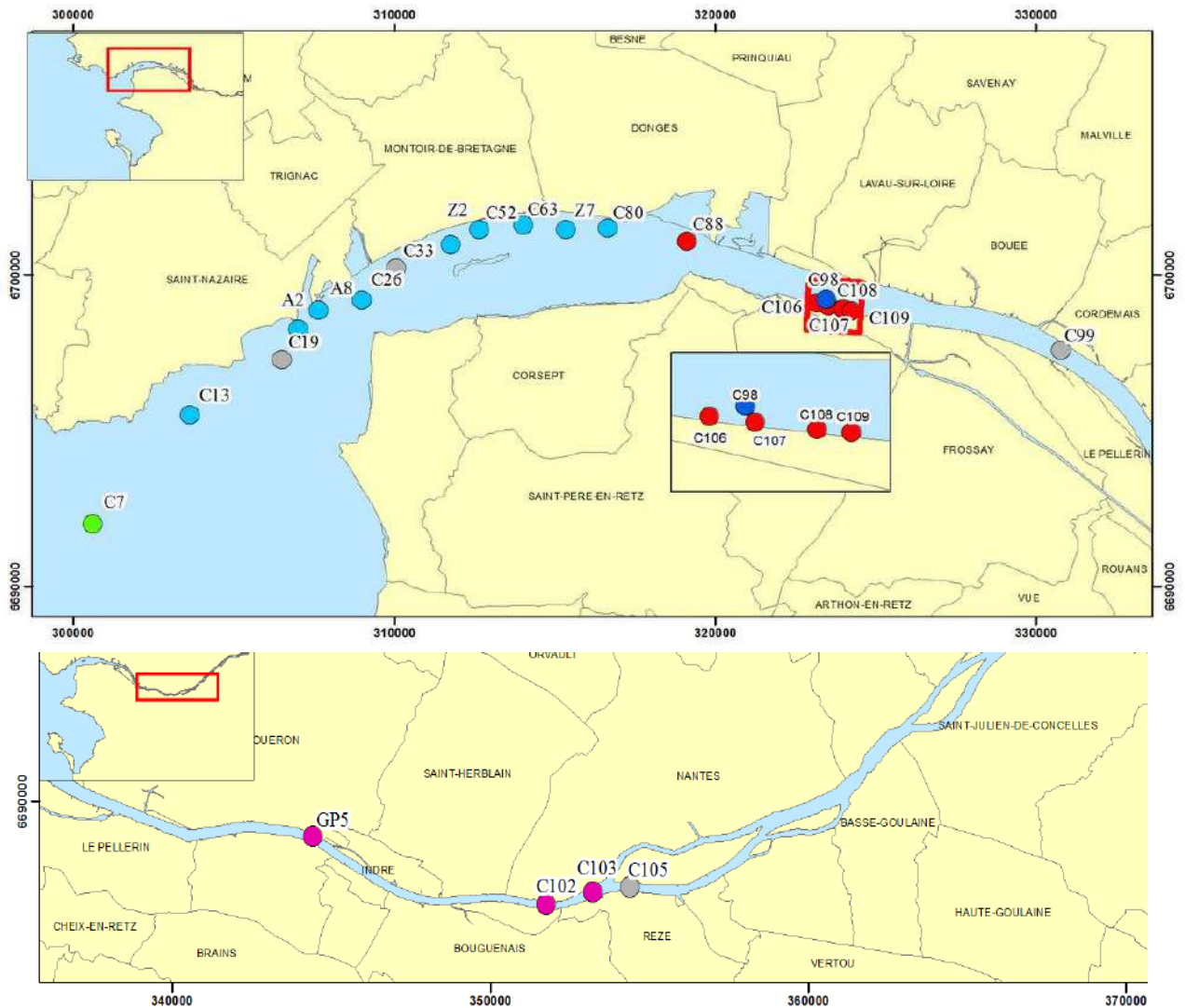


Figure 67: Représentation géographique des différents assemblages faunistiques identifiés par analyse statistique (CAH sur PRIMER) dans le chenal de l'estuaire de la Loire en 2019.

VI.3.2 Résultat sur la Lambarde

L'analyse de similarité a porté sur les densités par espèce des 31 stations de la Lambarde échantillonnées en 2019 (Figure 68). Les assemblages sont spatialisés et les principales espèces discriminantes sont indiquées (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Les analyses complètes ont données en Annexe3. L'analyse statistique identifie neuf regroupements de faune benthique sur le secteur de la Lambarde, qui sont en adéquation avec les analyses benthiques du chapitre VI.

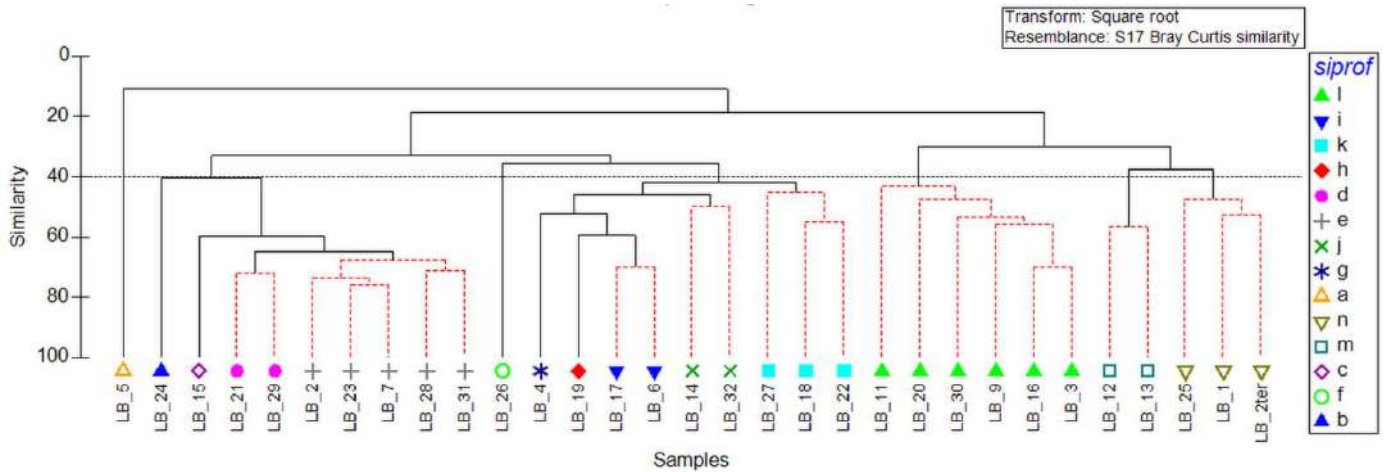


Figure 68 : Analyses multivariées montrant le regroupement des stations de la Lambarde en fonction des densités des espèces macrobenthiques. Résultat de la procédure SIMPROF 1% (pointillés rouges). Seuil minimal de similarité fixé à 40 %.

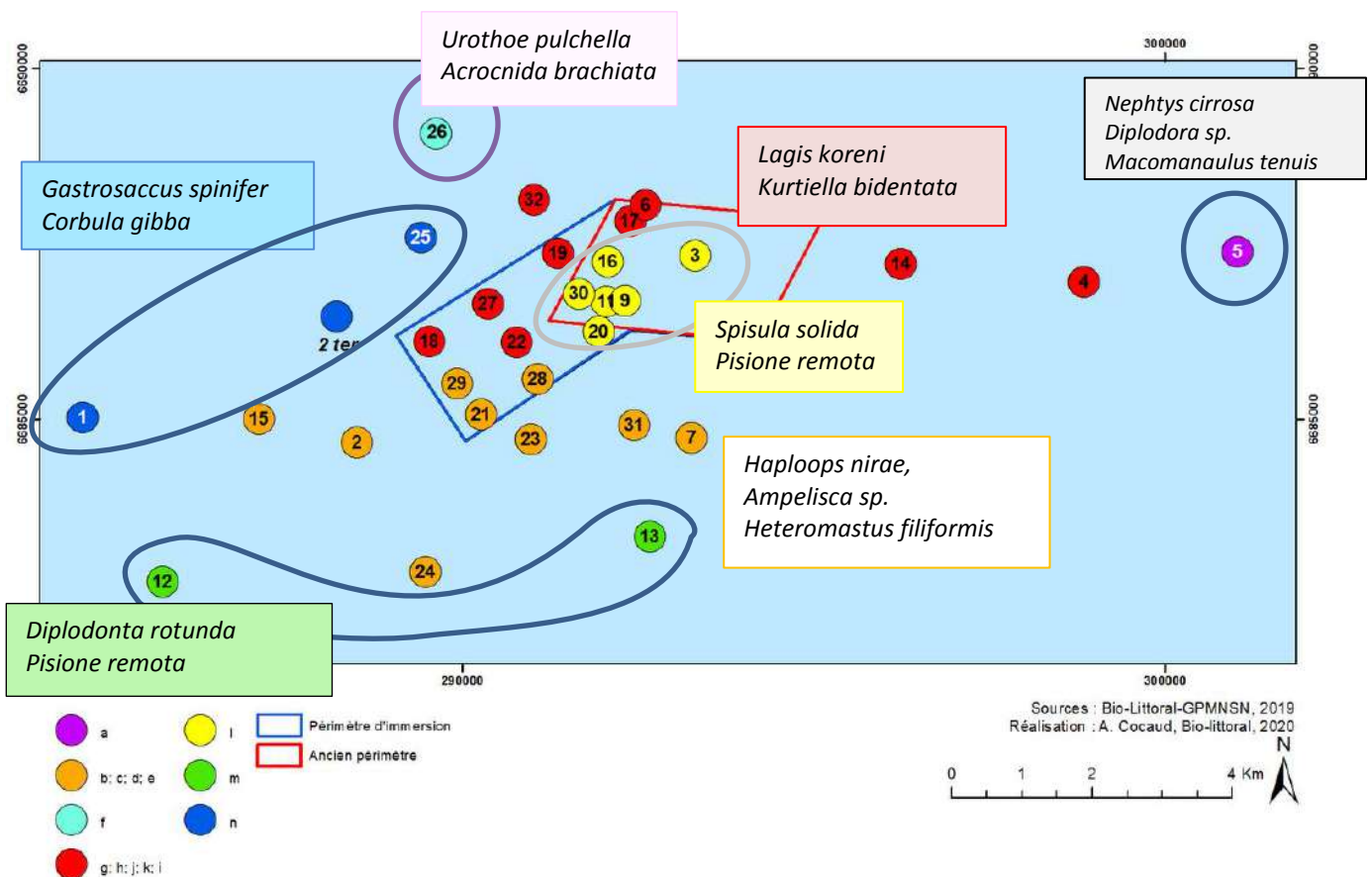


Figure 69 : Représentation géographique des différents assemblages faunistiques identifiés par analyse statistique (CAH sur PRIMER). Chaque assemblage est caractérisé par une couleur et les principales espèces discriminantes sont données par la procédure SIMPER.

Habitats typologie Eunis

Les stations LB 12 et LB13 Situées au sud de la zone d'immersion, ces 2 stations présentent un sédiment grossier qui abrite une importante biodiversité d'annélides caractérisés par les *Pisione remota* et *Corbula gibba* mais avec de faibles densités d'organismes. Cet habitat correspond à l'habitat **Eunis A5.135 Sable grossiers et gravelles mobiles soumis à un fort hydrodynamisme**.

Les stations LB 2, LB 7, LB 15, LB 21, LB 23, LB 28, LB 29, LB 31 Situées au sud-est de la zone d'immersion, ces stations forment une bande est-ouest, qui correspond à l'ancien habitat à *Ampelisca spinipes* décrit par Glémarec en 1969 au même endroit (Figure 70). Cet habitat observé depuis 2015, est défini dans la typologie **Eunis** comme **A5.335 Sables envasés cohésifs sublittoraux** qui abritent des populations très denses d'amphipodes tubicoles (notamment des Haploops) et de polychaetes, caractérisées par une dominance des *Ampelisca spinipes* et de *Photis longicaudata*.

La station LB24, avec son sable grossier hétérogène, fait également partie de cet habitat **A5.136** mais la présence d'*Ampelisca* qui lui confère une importante densité d'organismes la rapproche statistiquement des stations de sédiment vaseux plus au nord **A5.335**. La station LB24 est constituée d'une mosaïque des deux habitats.

Les stations LB1, LB 2ter, LB 25 sont caractérisées par un sable moyen dominé par les populations de *Gastrosaccus spinifer*, *Nephtys sp.*, *Nemerta*, *Corbula gibba*. Les populations d'*Ampelisca* importantes en 2017 ont fortement régressé sur ces stations en 2019. Il correspond à l'habitat **Eunis A5.231 Sable propre mobile infralittoral à faune clairsemée**. Sédiments de sables moyens à fins en eau peu profonde, formant souvent des dunes, sur des côtes exposées ou soumises aux courants de marée, contenant une endofaune très réduite en raison de la mobilité du substrat. Il peut y avoir certaines populations opportunistes d'amphipodes de l'endofaune, en particulier dans les conditions moins mobiles de cet habitat, ainsi qu'un petit nombre de mysidacés tels que *Gastrosaccus spinifer*, les polychètes *Nephtys cirrosa* et l'isopode *Eurydice pulchra*.

Les stations LB 4, LB 6, LB 14, LB 17, LB18, LB 19, LB 22, LB 27, LB 32 Ces stations de sédiment vaseux à sablo-vaseux abritant de fortes populations d'annélides *Lagis koreni*, de bivalves *Kurtiella bidentata*, et les ophiures *Amphiura filiformis* et *Acrocnida brachiata* correspondent à l'habitat **Eunis A5.355 – Lagis koreni et Phaxas pellucidus dans de la vase sableuse circalittorale**. Vase sableuse stable circalittorale, hébergeant des populations denses du polychète tubicole *Lagis koreni*. Les autres espèces présentes dans cet habitat comprennent typiquement des bivalves tels que *Phaxas pellucidus*, *Kurtiella bidentata* et *Abra alba*, ainsi que des polychètes tels que *Mediomastus fragilis*.

Les stations LB3, LB9, LB11, LB16, LB30 : Regroupement à *Spisula solida* et *Pisione remota*. Il s'agit des stations situées sur la partie de la zone de clapage qui n'est plus exploitée depuis début 2015. Le sédiment a rapidement évolué vers une granulométrie plus grossière en raison du fort hydrodynamisme qui emmène les particules fines vers les roches de la Lambarde. L'habitat qui s'en rapproche le plus est **Eunis A5.244 Spisula subtruncata et Nephtys hombergii dans du sable moyen qui contient moins de 20% de fraction fine**. Dans les milieux peu profonds, les *Spisula subtruncata* sont remplacées par *Spisula solida* lorsque le sédiment est un peu plus grossier, ce qui est le cas sur ces stations et *Nephtys hombergii* est remplacé par *Nephtys cirrosa*.

Station LB 26 regroupement à *Acrocnida brachiata*, *Urothoe pulchella* sur du sable fin correspond à l'habitat **Eunis A5.262 – Acrocnida brachiata, et autres échinodermes dans du sable envasé circalittoral**.

La station LB5 est située près de la côte, à plus de 2 km au sud du prolongement du chenal de navigation. Composé d'un sable moyen peu profond (5m de profondeur), non envasé, qui abrite une faible biodiversité (27 espèces seulement en 2019) et une faible densité (306 ind/m²) dominé par *Macomangulus tenuis*, *Donax vittatus*, *Dipolydora* et *Nephtys cirrosa*. Cette station a toujours été pauvre en faune benthique. Cela se rapproche de l'habitat **Eunis A5.222, sables infralittoraux à salinité variable à Nephtys cirrosa et Macoma balthica**. Sable mobile en milieu à salinité variable, où les courants de marée créent un habitat instable et changeant. Il est caractérisé par une faible richesse spécifique ainsi que par de faible densité d'espèces caractéristiques comme le

polychète *Nephtys cirrosa*. Le bivalve *Macoma balthica* peut être présent dans les occurrences plus stables de cet habitat.

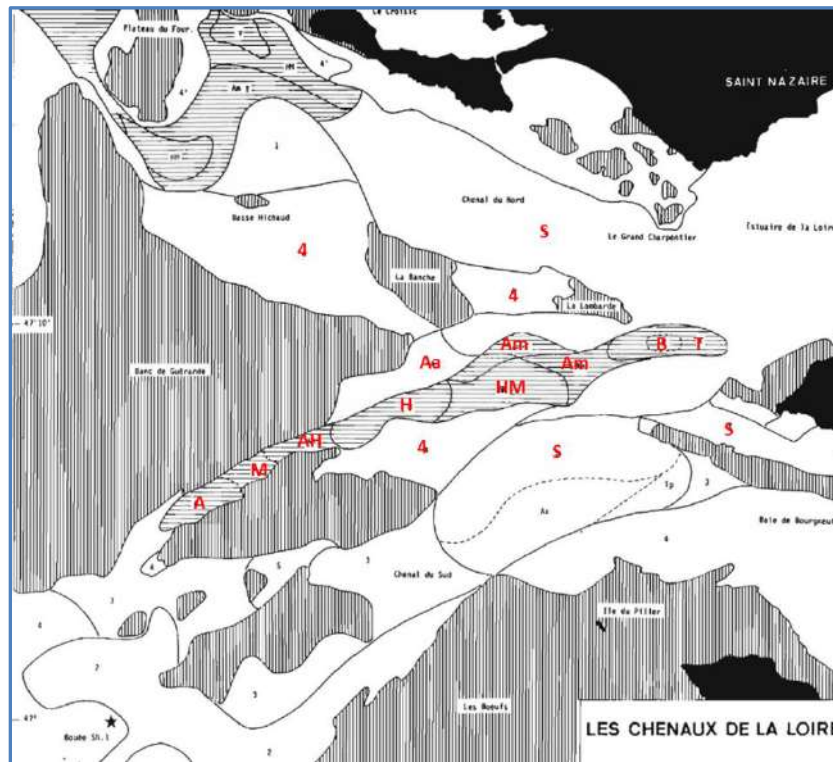


Figure 70 : Cartographie des habitats marins dressée par Glemarec en 1969

VI.4 Indices de qualité biologiques sur le secteur de la Lambarde

Les pressions exercées par l'homme sur l'environnement marin sont nombreuses. A cela, il faut ajouter les effets encore peu connus du changement climatique. Les mesures de gestion entreprises pour protéger cet environnement visent à maintenir le « bon état écologique » qui passe, notamment, par le maintien de la biodiversité écologique. Etant donné la complexité des peuplements benthiques, il est courant d'utiliser des indicateurs permettant de réduire le nombre de paramètres à mesurer, tout en maintenant une information pertinente sur la structure et le fonctionnement de l'écosystème. Un indice représente une mesure agrégée ou un calcul dérivé de plusieurs paramètres.

La plupart des indices repose sur le modèle développé par Pearson et Rosenberg (1978) qui associe une structure du peuplement en fonction du degré de pollution calculé selon le taux d'enrichissement en matière organique.

1. Lorsque le milieu est très perturbé, le peuplement est caractérisé par un pic d'espèces opportunistes (petits organismes ayant une vie courte), avec un petit nombre d'espèces mais de fortes densités.
2. La perturbation se réduisant, l'abondance diminue tandis que la richesse spécifique augmente.
3. Lorsque le milieu n'est plus perturbé, le peuplement se stabilise petit à petit et est caractérisé par des espèces peu abondantes mais avec des tailles d'organismes plus importantes ayant des durées de vie plus longues.

Plusieurs indices ont été définis pour la faune benthique de milieu meuble. Dans l'étude de Bio-Littoral réalisée sur les résultats de 2015, une analyse comparative et critique avait été faite sur les

indices les plus utilisés : ITI Infaunal Trophic Index ; I2EC, Ambi, MAmbi. Ces indicateurs appliqués aux résultats obtenus en 2015 sur les 30 stations étudiées à la Lambarde, ont montré que l'indice M-Ambi donnait les résultats les plus cohérents, même si il reste inadapté pour les stations de substrat grossier.

L'indicateur M-Ambi adopté pour la Directive cadre Eau (DCE marine) sur tout le littoral européen, a été calculé pour les 31 peuplements de la Lambarde en 2019 comme en 2017.

VI.4.1 M-Ambi

L'AMBI (AZTI Marine Biotic Index) est un indice biotique développé dans le cadre de la DCE pour permettre d'évaluer la qualité des eaux côtières à partir de la macrofaune benthique (Borja *et al.*, 2003 ; Muxika *et al.*, 2007).

Pour le calcul de l'AMBI, les espèces macrobenthiques sont réparties dans cinq groupes écologiques (GI, GII, GIII, GIV, GV) en fonction de leur sensibilité aux perturbations (essentiellement basée sur leur sensibilité à l'enrichissement en matière organique), les espèces du groupe I étant les plus sensibles et les espèces du groupe V étant très opportunistes et peu sensibles à ce facteur.

Pour chaque station, le pourcentage de chaque groupe écologique est ensuite pondéré par le poids de sa contribution dans la représentation du niveau de perturbation

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

Étant fortement influencé par la sensibilité des espèces à la concentration en matière organique, l'AMBI est peu performant dans les milieux sous influence estuarienne. Le M-AMBI repose sur une analyse factorielle en fonction de l'AMBI, de l'indice de biodiversité de Shannon (H') et de la richesse spécifique. Le M-AMBI est plus performant que l'AMBI pour détecter les perturbations dans les zones côtières, excepté celles affectant les sédiments grossiers non envasés.

- **Indice de Shannon** : l'indice de Shannon (H') permet de quantifier l'hétérogénéité de la biodiversité au sein d'un peuplement en tenant compte du nombre d'espèces et de leur abondance. Il se calcule avec la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^S ((Ni / N) \times \log_2 (Ni / N))$$

dans laquelle N est l'effectif total de l'échantillon et Ni l'effectif de l'espèce i dans l'échantillon. L'indice de Shannon varie entre 0, valeur obtenue si tous les individus du peuplement appartiennent à la même espèce, et $\log_2 S$ (= H' max), valeur obtenue lorsque tous les individus sont répartis de façon égale au sein des différentes espèces.

L'indice M-Ambi permet d'avoir un gradient continu de valeurs. Les seuils définissant les états écologiques des habitats sont donnés dans le tableau suivant. Pour chaque station, cet indice est calculé en utilisant le logiciel AMBI 5.0 développé par AZTI-Tecnalia.

Cette formule permet d'avoir un gradient continu de valeurs. Les seuils définissant les états écologiques des habitats sont donnés dans le tableau suivant.

Tableau 13 : Valeurs de référence de l'indice biotique M-AMBI permettant de définir l'état écologique des habitats benthiques.

État écologique	M-AMBI
Très bon	0,83 – 1
Bon	0,62 – 0,82
Moyen	0,4 – 0,61
Médiocre	0,2 – 0,4
Très mauvais	0 – 0,2

L'évolution de l'indice M-Ambi sur le secteur de la Lambarde est présentée de 2015 à 2019.

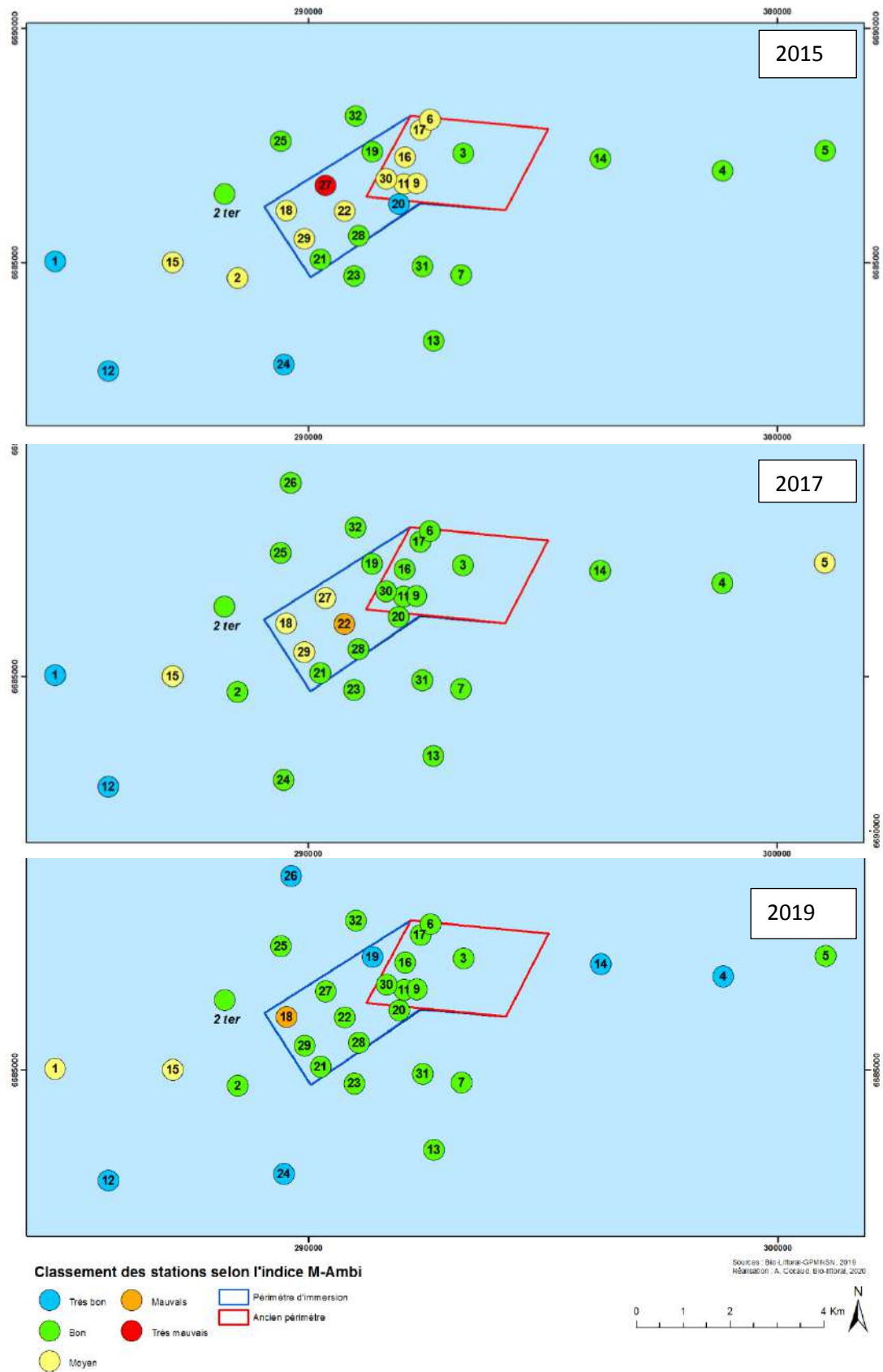


Figure 71 : Classification des stations du secteur de la Lambarde selon l'indice (M-AMBI) en 2015, 2017 et 2019.

En 2015, l'indice M-AMBI montrait une bonne discrimination des stations sur le secteur de la Lambarde avec la station LB27, site d'immersion utilisé depuis 2015, en « très mauvais état » avec les stations proches de LB27, qui subissent l'influence du panache turbide classées en « état moyen ». L'ancienne zone d'immersion était également classée en état moyen (Figure 71).

En 2017, la station LB27, s'améliore et devient un « état moyen », car cette station passe de 6 espèces en 2015 à 30 espèces en 2017, mais l'impact est plus important sur la station LB22 située au sud de la zone de dépôt. Les 4 stations situées autour de la zone d'immersion restent en état moyen ou mauvais ce qui traduit une bonne sensibilité de l'indicateur M-Ambi. L'ancienne zone d'immersion abandonnée depuis 2015, donne des stations en bon état ce qui paraît cohérent. La station LB5 vers le chenal, est indiquée en mauvais état car elle offre une faune pauvre (8 espèces seulement). La station LB15 est classée en état moyen en raison des très fortes densités du petit crustacé tubicole, *Haploops nirae* (3576 ind/m²) qui constitue plus des ¾ du peuplement de cette station (total de 4580 ind/m²), même si la biodiversité est de 71 espèces.

En 2019, dans la concession, seule la station LB18 est identifiée en mauvais état, ce qui paraît cohérent étant donné que la zone de dépôt s'est rapprochée de cette station. Les faibles volumes immergés en 2019 (1.5 millions de m³) peuvent expliquer que seuls cette station soit impactée. A noter que l'indice M-Ambi ne traduit pas l'impact potentiel du panache turbide qui peut être identifié grâce au développement du vers opportuniste *Lagis koreni* sur les stations situées dans un axe nord-ouest à partir de la zone de dépôt. En 2019, la station LB15 est encore classée en état moyen en raison des très fortes densités du petit crustacé tubicole, *Haploops nirae* (3132 ind/m²) qui constitue plus des ¾ du peuplement de cette station (total de 4526 ind/m²), même si la biodiversité est de 78 espèces. La station LB1 est également décrite en état moyen en raison de la prédominance des *Gastrosaccus spinifer* 108 ind/m² sur les 564 du peuplement qui comprend pourtant 64 espèces. La pertinence de cette classification semble discutable.

L'indice M-Ambi, ne présente pas de résultats incohérents cependant il ne permet pas une analyse fine du processus d'impact des immersions sur la faune benthique. En effet, il est incapable de prendre en compte l'impact du panache turbide sur les peuplements alors que l'analyse de la faune benthique le démontre clairement avec le développement d'espèce opportuniste. D'autre part, cet indice peut mettre en exergue des stations qui ne sont pas sous influence du phénomène étudié et il pourrait y avoir des confusions.

VII Conclusions

Le suivi mené entre 2004 et 2019 sur la faune benthique du chenal de la Loire et du secteur de la Lambarde permet de suivre l'évolution conjointe de ces deux secteurs afin de mieux comprendre les mécanismes mis en jeu dans ces évolutions.

Au niveau méthodologie

Il est toujours pertinent de reprendre les conclusions énoncées dans le rapport d'étude de 2015, dans lequel avait été faite une étude comparative sur les différentes techniques employées pour le suivi de la Lambarde et du chenal de l'estuaire de la Loire depuis 2004.

Il est indispensable de **traiter le chenal de la Loire et la zone de clapage de la Lambarde simultanément** car il y a une continuité géographique, qui permet de prendre en compte un éventuel gradient comme l'ont montré les analyses statistiques réalisées sur les données de 2015 entre l'estuaire et la zone de la Lambarde. Avec notamment la station C7 la plus aval qui est caractérisée par un peuplement marin.

La **stratégie d'échantillonnage adoptée en 2013 est pertinente** et il est nécessaire de la conserver car elle permet de prendre en compte les phénomènes importants :

- les stations situées dans le chenal de la Loire permettent de suivre le gradient d'appauvrissement de la faune benthique de l'aval vers l'amont ;
- les 31 stations du secteur de la Lambarde ont permis de mettre en évidence un gradient d'impacts de l'activité d'immersion que ce soit sur l'ancienne zone d'immersion ou sur la nouvelle zone en activité depuis le début 2015. La densité des stations permet une analyse fine et une meilleure compréhension des phénomènes écologiques. Il est impératif de suivre toutes ces stations. La station LB26 qui était située sur du substrat rocheux en 2015 a été déplacée vers un substrat meuble au nord de la zone. Elle a été correctement échantillonnée en 2017 et en 2019.

Le pas de temps de **2 années entre les suivis est pertinent** car il permet de prendre en compte les évolutions des communautés benthiques, depuis la phase d'impact initial, puis lors de la phase de transition qui voit un peuplement d'espèces opportunistes se développer jusqu'à une phase de stabilisation du peuplement en prenant en compte l'importance des volumes immergés sur la Lambarde.

Afin de pouvoir suivre ces évolutions, avec le moins de biais possible, il est **impératif de respecter le protocole d'échantillonnage** mis en œuvre en 2013, 2015, 2017 et 2019 à savoir 31 stations échantillonnées en octobre avec 5 réplicats de 0.1m² tamisés sur une maille de 1mm à chaque station. De plus il est important que les compétences des taxonomistes restent au même niveau. En effet, les différences de protocoles observées entre 2004 et 2015, n'ont pas permis une analyse fine de l'évolution de la faune benthique sur du long terme car la surface échantillonnée et la période d'échantillonnage jouent un rôle déterminant sur les paramètres de la faune benthique (biodiversité, et densité des organismes).

Le **traitement des données à l'aide d'indices biotiques est 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).

Activité de dragage

L'année 2019 se caractérise par une faible activité en estuaire de Loire en raison de l'entretien de la drague Samuel de Champlain qui n'a repris ses dragages qu'en juin 2019 ce qui explique le faible volume (1.5 millions de m³) de sédiment immergé à la Lambarde en 2019.

La sous-zone 18 exploitée (proche de la station LB27) depuis 2015 ayant atteint un certain seuil bathymétrique en 2018, le GPNSN a décalé la zone d'immersion sur la sous-zone 19 (proche de la station LB18) qui est en activité en 2019.

Evolution sédimentaire

Chenal de la Loire

En 2019 comme en 2017, l'hydraulicité de la Loire reste faible toute l'année avec un débit inférieur à 500 m³/s dès le mois d'avril. Aucune crue n'est venue emporter les fractions fines hors de l'estuaire. Ce régime est favorable au dépôt de vase dans le chenal, pourtant l'analyse sédimentaire de 2017 montre une augmentation générale de la fraction sableuse sur l'ensemble des stations du chenal même si la plupart restent avec une dominante vaseuse. Cette tendance est confirmée par l'évolution de la granulométrie des stations de Loire observée en 2019. Cette évolution va dans le sens des observations du GPMNSN, qui constate qu'il y a de plus en plus de

sable qui arrive par l'amont, mais ce sable ne ferait que transiter au niveau de Nantes (D. Lehay, comm. pers.).

Le suivi réalisé en 2015 sur 85 stations échantillonnées sur les vasières de l'estuaire de la Loire indique que les teneurs en matière organique excèdent très rarement les 9% (étude Bio-littoral pour le GPMNSN et GIP LE). En général, la matière organique est moins importante sur les stations situées au niveau des terminaux portuaires qui sont dragués plus régulièrement. Comme en 2017, la matière organique mesurée en 2019 est généralement inférieure à 9% sur l'ensemble de l'estuaire sauf dans le secteur de Paimboeuf. La station C106 qui a un taux de matière organique de 8% tandis que les autres stations situées tout autour et de même granulométrie présentent un taux de matière organique > 10.5%. Cette accumulation de matière organique pourrait être liée au ruisseau de l'Aumondière. Ces taux de matière organique compris entre 10 et 11% ne semblent pas perturber les populations de *Corophium volutator* qui sont observées en C106 et C107 avec des densités (> 2000 ind/m²).

Secteur de La Lambarde

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 et 2019. 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.

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 mais une tendance vers un retour aux sédiments initiaux plus sableux est visible en 2017 et se maintient en 2019.

En 2015, les **clapages dans la partie étendue de la zone d'immersion ont un fort impact localisé**, avec une diminution de la granulométrie sur les stations situées dans la zone de dépôt et sur celles situées tout autour y compris celles situées hors périmètre d'immersion, qui témoignent du transport des particules vers le nord. En 2017, la granulométrie de ces stations n'a pas évolué, même si très ponctuellement le sédiment de la zone d'immersion (LB27) est plus grossier qu'en 2015 en raison de la fraction sableuse plus importante dans l'estuaire de la Loire. 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.

Bien que cette étude ne prenne pas en compte les évolutions bathymétriques qui sont traitées dans une étude plus spécifique, soulignons l'important accroissement généré par ces immersions de matériel plus grossier qui a donc tendance à rester sur site (+3.5m sur LB27 en 1 an).

Les teneurs en matières organiques sur la Lambarde n'excèdent jamais 7,5 %, sauf sur la station LB18 qui est très proche de la zone de dépôt. A noter que les immersions ont eu lieu au cours de la campagne de suivi en octobre 2019. .

Evolution de la faune benthique

Chenal de la Loire

Comme en 2015 et 2017, le chenal en 2019, présente un gradient de biodiversité depuis l'aval vers l'amont. Les stations du chenal externe présentent une bonne biodiversité (maximum 37 espèces) et les plus fortes densités rencontrées (13490 ind/m²) tandis que les stations amont du secteur endigué ne dépassent pas 6 espèces avec des densités faibles (< 30 ind/m²). Les stations situées autour de Paimboeuf ne suivent pas ce gradient en raison d'un important peuplement de *Corophium volutator* (2034 ind/m² en C106 et 2142 ind/m² en C107).

Pour rappel, la comparaison des caractéristiques de la faune benthique (richesse spécifique, densité et biomasse de PSSC) entre les prélèvements réalisés dans le chenal et ceux réalisés sur les vasières en automne 2015, montrait que pour un même secteur géographique, la biodiversité et les densités observées dans le chenal étaient très nettement inférieures à celles mesurées sur les vasières intertidales (Bio-Littoral, 2016).

L'année 2017, est particulièrement riche en termes de biodiversité (95 espèces) et d'abondance faunistiques (29880 organismes récoltés). La faune est 10 fois plus abondante en 2017 qu'en 2015. En 2019, la biodiversité est encore de 82 espèces et 10986 organismes ont été identifiés. Ce résultat semble confirmer l'hypothèse émise en 2015 sur l'influence de la crue survenue en mai 2015 avec plus de 2000m³/s qui aurait lessivé une partie de la faune de l'estuaire de la Loire. La très faible hydraulité de 2017 et 2019, permet aux différents peuplements de faune benthique de se développer sans être emporté par les courants.

La différence d'abondance entre 2017 et 2019 provient essentiellement des densités de deux espèces ; les *Boccardiella ligERICA* de la station C106 (20116 ind/m² en 2017 et seulement 12 ind/m² en 2019) et les *Lagis koreni* de la station C7 (14042 ind/m² en 2017 et seulement 4234 ind/m² en 2019). La très forte diminution des effectifs de *Boccardiella ligERICA* sur cette station pourrait être liée au dragage du port à sec. Il est important de noter la quasi disparition du *Corophium volutator* des stations C13 et C26 en raison de la forte diminution de la fraction fine des sédiments en 2019. En effet, ce crustacé construit ses tubes avec de la vase.

En 2019, la station C7 très au large et les stations C106 et C107 situées sur les vasières de Paimboeuf, sont les seules stations à présenter faune benthique suffisamment abondante pour jouer un rôle trophique potentiel dans le fonctionnement écologique de l'estuaire de la Loire. La faune benthique du chenal exportée à la Lambarde ne représente donc pas une perte importante pour l'écosystème estuaire de Loire.

Secteur de La Lambarde

En 2019, 41 841 organismes ont 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 trois années avec 377 espèces en 2015, 367 espèces en 2017 et 362 espèces en 2019. La répartition entre les groupes faunistique est également semblable sur les trois 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** 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 *Corbula gibba* ou *Kurtiella bidentata*.
- 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*.
- les sables plus grossiers proches des roches de la Lambarde qui étaient colonisés par un (peuplement initiaux de 1965),.
- 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.
- 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.

Un impact localisé de l'immersion des sédiments sur les peuplements benthiques.

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.

Une analyse plus fine sur les quatre suivis réalisés selon un protocole identique en 2013, 2015, 2017 et 2019, permet de mieux comprendre la dynamique de la faune benthique face à une pression de dépôt.

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* dans ce secteur. 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.

Les immersions nouvelles sur cette zone, perturbent les populations qui s'étaient installées depuis de nombreuses années et plus particulièrement les échinodermes qui sont des organismes sensibles. Ce groupe a perdu plus de 50% de ses individus et certaines espèces qui étaient abondantes en 2013 ont quasiment disparu en 2015, comme les *Amphipholis squamata*.

De même, les populations de petits bivalves *Kurtiella bidentata* et *Nucula nitidosa*, qui étaient dominants en 2013, ont fortement régressé sur tout le secteur en 2015. Seules les stations vers la côte sont épargnées.

L'impact de la nouvelle zone de clapage est donc assez étendu puisqu'il intervient sur l'ensemble de la nouvelle extension et sur les stations situées au nord témoignant la direction résiduelle du transport sédimentaire dans ce secteur. L'année 2015 montre des peuplements perturbés. Cette année reste une phase de transition en attente d'un nouvel équilibre.

Concernant les peuplements à crustacés situés en limite sud de la zone d'extension, ils ne semblent pas affectés par le changement de zone d'immersion. En effet, leurs densités restent sensiblement les mêmes entre 2013 et 2015, mais il semble que les *Ampelisca* tendent à remplacer les *Haploops*.

Les stations de sable grossier situées au sud de la zone de suivi, présentent toujours une forte biodiversité en annélides mais sans espèce dominante ni forte densité, ce qui est caractéristique de ce biotope. La zone sud ne semble donc pas être perturbée par la nouvelle zone d'immersion.

2017

La nouvelle zone d'immersion (station LB27) et les stations proches (LB19 et LB22) qui subissent son influence montrent encore de très faible abondance et une faible biodiversité. Les échinodermes, qui forment un groupe d'espèces sensibles, en sont absents. L'espèce dominante est l'annélide opportuniste *Lagis koreni* qui occupait l'ancienne zone d'immersion lorsqu'elle était encore en activité, ce qui démontre encore une fois la relation entre zone d'immersion et cette espèce.

L'impact des immersions sur la faune benthique est occulté par un autre phénomène qui vient perturber l'écologie en place. Il s'agit de l'expansion des crustacés tubicoles *Ampelisca* et *Haploops* qui viennent coloniser des stations sous influence du clapage comme la station LB18.

2019

Les résultats du suivi de 2019 confirment les tendances déjà observées.

Les immersions ont un impact fort très localisé dans un rayon de 500m autour de la zone de dépôt car cela n'affecte fortement qu'une seule station : la station en 2017 lorsque les dépôts sont sur la sous-zone 18 et la station LB18 en 2019 lorsque les dépôts se font sur la sous-zone 19. Les impacts sont liés à l'ensevelissement des espèces sous les sédiments avec une importante régression de la biodiversité et de la densité de la faune benthique.

Les stations situées dans un rayon de 1km autour de la zone d'immersion subissent également des diminutions de faune notamment avec la quasi absence des échinodermes qui sont sensibles aux perturbations.

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.

Parallèlement le peuplement des crustacés tubicoles (*Haploops* et *Ampelisca*) continue de se développer vers la côte sans occuper la zone d'immersion ni celui du secteur nord-est. Cette expansion sera à surveiller car cela entraîne une modification durable des habitats marins et des fonctionnalités écologiques qui leur sont associées.



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.

Au-delà de l'aspect réglementaire de ce suivi, l'importance de la stratégie d'échantillonnage a permis de mieux comprendre les mécanismes d'impact de dépôt de dragage sur les peuplements benthiques.

Cette étude vient compléter les connaissances acquises sur l'évolution des habitats marins dans la région des Pays de la Loire, et présente un intérêt scientifique certain.

VIII Annexes

Annexe 1 : Analyses sédimentaires.

Station	Station Chenal de la Loire																		%MO
	4 mm	2 mm	1,6 mm	1,25 mm	1 mm	800 µm	630 µm	500 µm	400 µm	315 µm	250 µm	200 µm	160 µm	125 µm	100 µm	80 µm	63 µm	<63µm	
A2	0,34%	0,29%	0,26%	0,33%	0,34%	0,12%	0,22%	0,30%	0,35%	0,63%	1,55%	2,50%	5,02%	11,38%	8,36%	8,63%	4,59%	55,62%	2,28
A8	1,27%	0,84%	0,27%	0,30%	0,23%	0,30%	0,30%	0,47%	0,73%	2,70%	10,47%	12,36%	12,44%	6,34%	1,55%	1,37%	1,34%	46,92%	3,17
Z2	0,13%	0,39%	0,44%	0,51%	0,54%	0,63%	0,70%	0,98%	1,04%	1,64%	4,90%	7,94%	7,18%	4,77%	2,14%	2,72%	2,61%	60,44%	1,96
C7	0,39%	0,45%	0,13%	0,29%	0,47%	0,45%	0,50%	0,67%	0,63%	0,82%	1,32%	1,05%	3,96%	20,28%	13,43%	9,93%	3,61%	41,67%	4,39
C13	0,13%	1,42%	1,50%	2,51%	2,99%	3,71%	4,49%	4,80%	3,82%	3,76%	4,41%	1,22%	0,59%	0,81%	0,81%	1,15%	1,09%	61,39%	3,73
C19	2,67%	12,80%	8,53%	11,40%	11,20%	12,48%	12,15%	10,35%	4,98%	1,62%	0,42%	0,06%	0,08%	0,12%	0,13%	0,18%	0,25%	10,64%	2,57
C33	0,67%	7,09%	6,96%	11,84%	13,13%	16,18%	15,80%	11,37%	4,80%	2,07%	1,12%	0,42%	0,28%	0,28%	0,20%	0,28%	0,27%	7,36%	0,75
C52	-0,03%	0,13%	0,08%	0,09%	0,12%	0,11%	0,14%	0,18%	0,13%	0,12%	0,26%	0,51%	1,76%	7,77%	7,25%	7,98%	4,59%	68,96%	7,63
C88	-0,03%	0,15%	0,48%	0,79%	0,77%	0,84%	0,89%	0,95%	0,80%	0,87%	0,89%	0,54%	0,71%	1,36%	1,32%	2,03%	2,50%	83,56%	6,86
C106	0,37%	1,29%	0,55%	0,48%	0,37%	0,30%	0,30%	0,41%	0,41%	0,75%	1,19%	0,46%	0,29%	0,26%	0,18%	0,41%	0,63%	91,51%	8,18
Z7	4,78%	3,71%	1,56%	1,84%	1,77%	2,08%	2,58%	3,27%	3,15%	3,23%	4,19%	2,33%	1,69%	1,63%	1,35%	1,86%	1,78%	57,28%	2,65
C26	18,36%	20,13%	4,79%	4,32%	3,56%	3,42%	3,74%	3,95%	3,17%	2,55%	2,98%	0,85%	0,83%	0,71%	0,54%	0,79%	0,88%	24,91%	3,22
C63	2,71%	6,02%	3,80%	5,12%	6,34%	8,36%	10,54%	12,65%	10,67%	7,44%	3,74%	0,98%	0,55%	1,19%	1,62%	2,31%	1,55%	14,45%	1,51
C80	0,59%	2,49%	1,49%	2,44%	3,12%	5,05%	9,59%	13,81%	9,40%	6,42%	10,26%	7,04%	1,89%	0,58%	0,33%	0,57%	0,69%	24,45%	1,55
C98	1,13%	9,87%	7,84%	10,93%	10,15%	9,55%	8,39%	6,11%	5,22%	15,04%	9,45%	0,78%	0,37%	0,18%	0,07%	0,09%	0,13%	4,51%	0,88
C99	0,11%	1,86%	1,50%	2,10%	2,31%	2,69%	2,81%	2,76%	2,40%	1,47%	0,37%	0,07%	0,02%	0,05%	0,05%	0,26%	0,52%	78,42%	4,89
C103	0,00%	0,25%	0,45%	0,61%	1,03%	1,72%	2,18%	2,80%	2,72%	2,63%	1,78%	0,43%	0,17%	0,13%	0,15%	0,34%	0,92%	81,87%	6,13
C105	0,35%	1,40%	1,21%	1,97%	2,57%	3,89%	5,28%	5,81%	3,94%	2,45%	0,84%	0,15%	0,08%	0,08%	0,05%	0,06%	0,16%	69,87%	4,21
C108	0,82%	0,66%	0,45%	0,51%	0,61%	0,53%	0,51%	0,46%	0,38%	0,36%	0,48%	0,33%	0,23%	0,13%	0,10%	0,22%	0,48%	91,99%	10,98
C109	0,00%	-0,05%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%	0,03%	0,00%	0,02%	0,05%	0,14%	99,44%	10,98
C102	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%	0,01%	0,02%	0,08%	0,28%	1,17%	98,72%	6,81
C107	-0,06%	0,06%	-0,02%	0,14%	0,10%	0,10%	0,05%	0,10%	0,06%	0,11%	0,19%	0,06%	0,03%	0,05%	0,00%	0,10%	0,19%	98,12%	10,22
GP5	3,70%	6,75%	3,79%	5,70%	6,69%	9,54%	11,04%	10,11%	4,97%	2,94%	1,29%	0,36%	0,16%	0,09%	0,06%	0,14%	0,29%	32,38%	2,34

Station de la lambarde

Station	MO	4 mm	2 mm	1,6 mm	1,25 mm	1 mm	800 µm	630 µm	500 µm	400 µm	315 µm	250 µm	200 µm	160 µm	125 µm	100 µm	80 µm	63 µm	>63 µm
LB_1	1,76%	0,02%	0,26%	0,17%	0,43%	1,07%	1,87%	4,72%	12,32%	23,68%	27,84%	6,45%	9,93%	4,71%	2,85%	0,57%	0,31%	0,22%	2,62%
LB_2	4,78%	0,73%	0,83%	0,49%	0,50%	0,40%	0,26%	0,34%	0,55%	0,52%	0,50%	0,87%	0,92%	2,09%	6,83%	7,46%	9,00%	5,63%	62,07%
LB_2tier	1,40%	0,35%	0,63%	0,62%	1,17%	1,86%	3,49%	6,77%	14,80%	17,87%	18,02%	18,69%	8,46%	3,31%	1,75%	0,24%	0,14%	0,12%	1,77%
LB_3	0,59%	3,05%	8,62%	5,57%	8,53%	8,77%	9,97%	12,85%	12,51%	9,31%	7,87%	7,20%	2,83%	0,91%	0,89%	0,24%	0,10%	0,03%	0,82%
LB_4	3,40%	2,00%	1,09%	0,52%	1,02%	1,56%	1,83%	1,70%	1,53%	1,00%	0,96%	1,26%	1,21%	2,68%	10,74%	4,60%	3,52%	2,76%	59,82%
LB_5	0,54%	0,01%	0,05%	0,04%	0,07%	0,08%	0,09%	0,17%	0,56%	2,09%	9,74%	30,82%	26,84%	19,17%	8,77%	0,72%	0,23%	0,07%	1,12%
LB_6	4,81%	0,19%	1,40%	0,74%	0,89%	1,03%	1,38%	1,81%	2,17%	2,25%	3,30%	6,84%	5,72%	5,20%	14,33%	7,99%	5,98%	4,09%	35,04%
LB_7	4,40%	2,19%	3,86%	0,90%	1,16%	1,00%	0,91%	1,10%	1,49%	1,64%	1,67%	2,47%	3,05%	7,17%	17,34%	4,77%	4,57%	4,76%	40,54%
LB_9	0,41%	1,87%	14,69%	8,37%	10,71%	10,80%	12,22%	12,35%	9,33%	5,75%	4,92%	5,05%	1,51%	0,53%	0,36%	0,16%	0,12%	0,08%	1,17%
LB_11	0,33%	0,19%	3,32%	4,03%	7,34%	8,75%	10,36%	10,52%	10,18%	8,36%	7,82%	9,96%	6,11%	5,02%	5,54%	0,99%	0,29%	0,08%	0,81%
LB_12	0,60%	30,99%	17,69%	6,74%	6,35%	7,19%	7,47%	5,14%	4,36%	4,41%	3,52%	2,90%	1,26%	0,65%	0,34%	0,06%	0,04%	0,05%	0,87%
LB_13	1,09%	9,65%	13,89%	4,40%	4,44%	4,01%	5,47%	10,59%	14,27%	12,07%	9,91%	6,66%	2,38%	1,18%	0,54%	0,07%	0,04%	0,03%	0,72%
LB_14	0,80%	0,00%	0,07%	0,12%	0,11%	0,14%	0,48%	0,55%	0,63%	0,63%	0,81%	1,43%	2,07%	5,87%	30,08%	18,54%	14,22%	5,05%	19,82%
LB_15	6,93%	0,00%	0,25%	0,32%	0,48%	0,44%	0,33%	0,34%	0,40%	0,41%	0,29%	0,28%	0,20%	0,27%	1,41%	2,83%	5,55%	5,36%	81,62%
LB_16	4,65%	1,50%	7,37%	4,68%	6,73%	7,43%	9,13%	10,39%	10,65%	7,64%	6,19%	6,64%	2,62%	1,13%	1,12%	0,74%	0,85%	0,70%	14,66%
LB_17	7,54%	0,19%	0,15%	0,07%	0,11%	0,13%	0,14%	0,20%	0,24%	0,22%	0,25%	0,62%	0,95%	2,17%	7,15%	5,94%	7,37%	6,15%	68,17%
LB_18	10,16%	0,00%	0,04%	0,08%	0,10%	0,12%	0,06%	0,10%	0,16%	0,26%	0,22%	0,22%	0,16%	0,32%	1,04%	1,38%	2,64%	3,52%	88,56%
LB_19	4,27%	0,78%	1,47%	0,58%	0,66%	0,80%	0,89%	0,95%	1,05%	1,04%	1,67%	4,67%	5,99%	7,70%	19,01%	9,06%	6,82%	4,12%	33,22%
LB_20	0,91%	1,15%	9,39%	7,78%	10,89%	11,20%	11,07%	10,13%	8,22%	6,24%	6,76%	8,32%	3,71%	1,79%	1,79%	0,42%	0,21%	0,07%	0,90%
LB_21	5,90%	1,00%	2,97%	1,51%	2,00%	2,01%	2,35%	2,21%	2,24%	2,20%	2,92%	4,73%	3,79%	2,59%	5,75%	5,17%	6,60%	6,13%	44,27%
LB_22	7,25%	0,65%	0,25%	0,16%	0,21%	0,24%	0,28%	0,42%	0,56%	0,88%	1,96%	3,27%	1,93%	1,83%	6,57%	9,90%	15,82%	14,98%	40,21%
LB_23	6,55%	0,64%	1,82%	0,78%	0,91%	0,76%	0,93%	1,23%	1,64%	1,41%	1,84%	3,58%	2,73%	2,23%	7,55%	5,20%	7,54%	3,62%	55,47%
LB_24	1,88%	41,40%	4,19%	0,73%	0,89%	1,00%	1,62%	2,60%	4,32%	5,45%	5,75%	5,72%	3,77%	5,07%	6,33%	1,09%	0,64%	0,55%	8,83%
LB_25	1,53%	0,02%	0,12%	0,19%	0,54%	0,92%	2,26%	5,60%	13,76%	20,76%	26,40%	18,20%	4,56%	2,49%	1,75%	0,30%	0,24%	0,23%	2,08%
LB_26	0,94%	0,00%	0,14%	0,06%	0,17%	0,17%	0,22%	0,37%	1,01%	1,99%	5,12%	12,44%	15,11%	22,93%	32,13%	3,76%	1,19%	0,42%	2,89%
LB_27	4,01%	1,39%	5,93%	2,83%	3,63%	4,13%	5,54%	6,44%	6,85%	4,79%	4,34%	5,20%	3,39%	2,79%	6,43%	4,83%	5,71%	4,07%	22,14%
LB_28	5,85%	0,00%	0,04%	0,13%	0,18%	0,24%	0,17%	0,30%	0,35%	0,35%	0,01%	0,26%	0,21%	0,30%	1,06%	2,36%	4,23%	4,11%	85,41%
LB_29	6,60%	0,28%	1,28%	1,00%	1,28%	1,06%	0,93%	0,91%	1,23%	1,34%	1,31%	2,17%	2,01%	2,48%	7,58%	8,84%	11,67%	7,55%	47,06%
LB_30	6,19%	4,42%	12,41%	5,55%	7,17%	7,70%	8,58%	8,39%	7,64%	4,90%	4,28%	4,72%	2,30%	1,59%	3,07%	2,16%	2,37%	1,78%	11,11%
LB_31	6,31%	0,96%	2,00%	1,00%	1,39%	1,18%	1,10%	1,16%	1,87%	1,57%	1,23%	1,46%	1,24%	2,31%	7,19%	3,33%	3,66%	4,40%	63,05%
LB_32	2,23%	0,04%	0,37%	0,23%	0,32%	0,45%	0,80%	2,30%	6,22%	8,19%	11,00%	17,22%	11,44%	10,71%	10,68%	1,94%	1,47%	1,09%	15,85%

Densité (ind/m²)	LB_11	LB_16	LB_17	LB_3	LB_30	LB_6	LB_9	LB_18	LB_19	LB_20	LB_21	LB_22	LB_27	LB_28	LB_29	LB_14	LB_4	LB_5	LB_1	LB_12	LB_15	LB_2	LB_25	LB_26	LB_26_2ter	LB_32	LB_13	LB_23	LB_24	LB_31	LB_7						
<i>Lagus koreni</i>			242,0		338,0	12,0	922,0		18,0	6,0	146,0	1314,0	2,0	4,0	12,0	108,0	22,0		2,0	2,0		12,0	10,0	4,0	6,0	3248,0		4,0	4,0	6,0							
<i>Lance conchilega</i>			4,0		16,0				2,0											6,0	14,0	16,0					32,0	4,0	10,0	14,0							
<i>Loonice babusiensis</i>																																					
<i>Leiochoane johnstoni</i>									4,0																2,0												
<i>Leiochoane leboygosi</i>																																					
<i>Lepidonotus</i>																																					
<i>Lepidonotus squamatus</i>																																					
<i>Lumbinerides amoureuxi</i>				2,0																																	
<i>Lumbineropsis paradoxo</i>									2,0																												
<i>Lumbineris</i>						6,0	4,0		2,0	12,0					4,0					6,0	4,0	4,0															
<i>Lumbineris brevifilis</i>									10,0	68,0				56,0	22,0	16,0	52,0			12,0	20,0	14,0	8,0	2,0	4,0	2,0	4,0	4,0	54,0	302,0	16,0	14,0					
<i>Lysidice unicornis</i>									4,0	4,0				2,0	3,0	4,0	4,0								4,0												
<i>Magelona</i>						40,0	4,0	4,0	4,0	38,0	4,0	12,0	40,0	106,0	14,0	10,0	10,0				12,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	46,0	4,0	20,0	4,0							
<i>Magelona allenii</i>						72,0		38,0	96,0		4,0	4,0	4,0	4,0		22,0	4,0					16,0	6,0	6,0	6,0	6,0											
<i>Magelona filiformis</i>	2,0						2,0	90,0									4,0																				
<i>Magelona johnstoni</i>	8,0					4,0	4,0	10,0	10,0		4,0	14,0			2,0	6,0	2,0				6,0																
<i>Magelona minuta</i>						6,0	4,0	10,0	2,0								2,0							48,0											20,0		
<i>Magelona mirabilis</i>	2,0									2,0																											
<i>Maldane sarsi</i>										2,0					12,0						20,0	4,0	2,0					2,0						2,0	2,0		
<i>Maldanidae</i>																																					
<i>Malmgrenia</i>						6,0																															
<i>Malmgrenia andreaeopolis</i>																																					
<i>Malmgrenia arenicola</i>						4,0			4,0													4,0															
<i>Malmgrenia darbouki</i>						4,0			2,0																												
<i>Malmgrenia lilianae</i>						2,0																															
<i>Malmgrenia lungmani</i>																																					
<i>Mediomastus fragilis</i>	2,0					4,0	26,0	6,0	48,0	2,0	84,0	18,0	368,0	128,0	130,0	116,0	94,0			4,0	8,0	50,0	78,0	30,0	16,0	4,0	44,0	26,0	678,0	176,0	140,0	322,0					
<i>Melania palmaria</i>	12,0					12,0			2,0		2,0	4,0	28,0	2,0	82,0							4,0															
<i>Microdymene intricata</i>																																					
<i>Mysta plicata</i>																																					
<i>Nephtyidae</i>																																					
<i>Nephtys</i>	2,0					6,0	2,0	2,0	2,0	2,0	6,0																										
<i>Nephtys ossimilis</i>	2,0					8,0			4,0																												
<i>Nephtys arrosa</i>	22,0	10,0				20,0	2,0	14,0	22,0			4,0											2,0	2,0	2,0	2,0	6,0	2,0	20,0	6,0	2,0	10,0	4,0				
<i>Nephtys hombergii</i>						8,0	4,0	10,0			24,0	30,0			2,0	68,0	2,0							8,0					70,0	6,0							
<i>Nephtys incisa</i>																																					
<i>Nephtys kersivalensis</i>													2,0	2,0	2,0		4,0	2,0																			
<i>Nereididae</i>																																					
<i>Nereis</i>						2,0	2,0		2,0	2,0	14,0																										
<i>Nathria conchylega</i>						2,0																															
<i>Notomastus latericus</i>	4,0	14,0	14,0	24,0	6,0	18,0	20,0		8,0	10,0	56,0	26,0	28,0	26,0	56,0	30,0	30,0							32,0			42,0	12,0	36,0	56,0	42,0	50,0					
<i>Oligochaeta</i>						4,0			4,0		10,0	2,0																									
<i>Onuphiidae</i>																																					
<i>Ophelia celtica</i>																																					
<i>Owenia fusiformis</i>	2,0																																				
<i>Oweniidae</i>																																					
<i>Oxidromus flexuosus</i>																																					
<i>Panopaeus lyra</i>	4,0					2,0	10,0	2,0	2,0	198,0	24,0	2,0	74,0	376,0																							
<i>Panopaeus lyra</i>									2,0																												
<i>Panopaeus kosteriensis</i>	2,0																																				
<i>Panopaeidae</i>																																					
<i>Pareuxagone hebes</i>																																					
<i>Paucibranchia bellii</i>																																					
<i>Pterisa plumosa</i>																																					
<i>Pholoe baifca</i>	6,0					48,0																															

	LB_11	LB_16	LB_17	LB_3	LB_30	LB_6	LB_9	LB_18	LB_19	LB_20	LB_21	LB_22	LB_27	LB_28	LB_29	LB_14	LB_4	LB_5	LB_12	LB_15	LB_2	LB_25	LB_26	LB_27ter	LB_32	LB_13	LB_23	LB_24	LB_31	LB_7										
<i>Podarkeopsis capensis</i>			16,0			26,0	2,0	4,0	4,0	4,0	14,0	14,0	6,0	22,0	12,0	6,0	2,0			2,0	2,0	4,0	2,0	2,0	20,0		22,0	6,0	8,0	10,0										
<i>Pocillochaetus serpens</i>	2,0					14,0		24,0				2,0	2,0		2,0	18,0	2,0					22,0	2,0	2,0	62,0		4,0	12,0												
<i>Polychaeta</i>																																								
<i>Polycirrus</i>		2,0	2,0	2,0	2,0	24,0	2,0	18,0	2,0	2,0	2,0	4,0	2,0	4,0	2,0						4,0	6,0			8,0	92,0	2,0	8,0	2,0	10,0										
<i>Polygorolus</i>		10,0	8,0	2,0	2,0	20,0	2,0		6,0											10,0	2,0					2,0														
<i>Polygorolus appendiculatus</i>		4,0	4,0	2,0	2,0	14,0	2,0												2,0			2,0				4,0														
<i>Polygorolus lacteus</i>							2,0													10,0						2,0														
<i>Polynoidae</i>																					2,0	2,0																		
<i>Proxilella affinis</i>											18,0		12,0	18,0		2,0					4,0	2,0					6,0	60,0	4,0											
<i>Prianoaspia</i>		8,0	4,0	2,0	4,0	14,0	6,0	26,0	4,0		18,0	84,0	290,0	2,0	6,0	18,0	4,0			14,0	2,0				48,0		6,0	60,0	4,0											
<i>Protodrivillea kefersteini</i>							4,0					2,0	4,0							12,0																				
<i>Psamathe fusca</i>																																								
<i>Pseudopolydora pulchra</i>							4,0		4,0		6,0			4,0																										
<i>Sabellaria spinulosa</i>						2,0					18,0				2,0					6,0	4,0	12,0						14,0	30,0	4,0	4,0									
<i>Sabellidae</i>																																								
<i>Scalibregma</i>																																								
<i>Scalibregma celicum</i>											2,0		2,0							4,0						2,0														
<i>Scalibregma inflatum</i>											2,0		6,0	2,0						4,0		2,0						2,0	4,0	18,0										
<i>Schistomeringos neglecta</i>											2,0		6,0	2,0						4,0		2,0							2,0	6,0										
<i>Schistomeringos rudolphi</i>											20,0	2,0	8,0	32,0						16,0	4,0																			
<i>Scolelepis (Scolelepis) squamat</i>																																								
<i>Scolelepis (Scolelepis) squamat</i>																																								
<i>Scalopis armiger</i>						2,0		12,0														2,0																		
<i>Serpula vermicularis</i>																																								
<i>Serpulidae</i>																																								
<i>Sigalion mathildae</i>																																								
<i>Sigalion squamosus</i>								4,0																																
<i>Sigalionidae</i>												2,0																												
<i>Spio</i>	10,0	20,0	22,0	12,0			8,0	4,0	2,0			16,0														2,0														
<i>Spio multioculata</i>																																								
<i>Spionidae</i>											2,0																													
<i>Spionophanes</i>																																								
<i>Spionophanes bombyx</i>	14,0		120,0			130,0	4,0	2,0	88,0	6,0		6,0	2,0	2,0	190,0	8,0						4,0	54,0	24,0	40,0															
<i>Spionophanes kroyeri</i>											78,0		34,0		4,0							6,0	14,0																	
<i>Spirobranchus lamarki</i>															8,0	16,0						2,0																		
<i>Spirobranchus triquetter</i>																																								
<i>Sternaspis scutata</i>						4,0		30,0				16,0		8,0	2,0	6,0						4,0	4,0																	
<i>Sthenelais boa</i>														2,0	4,0	14,0	8,0																							
<i>Sthenelais limicola</i>																																								
<i>Streblospio intestinale</i>																																								
<i>Syllidae</i>						2,0					16,0		2,0		8,0							6,0	2,0																	
<i>Syllis</i>																																								
<i>Terebellides stroemii</i>																																								
<i>Terebellinae</i>						4,0								2,0	2,0	2,0																								
<i>Thalassoma thalassema</i>																																								
<i>Travisia forbesii</i>																																								
<i>Trichobranchus glacialis</i>																																								
<i>Websteriopsis glauca</i>																																								
Chaetognatha	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
<i>Chaetognatha</i>								2,0																																
Chordata	0,0	0,0	0,0	2,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
<i>Ascidacea</i>																																								
<i>Branchiostoma lanceolatum</i>																																								
<i>Chonata</i>																																								
<i>Gymnammodontes semisquamis</i>																																								
Enidaria	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	2,0	0,0	0,0	4,0	2,0	0,0	0,0	12,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	8,0	4,0	2,0	0,0	0,0	20,0	2,0	6,0	2,0	2,0	6,0	2,0	6,0	6,0			
<i>Actinia</i>																																								
<i>Actinaria</i>						6,0	4,0				2,0		6,0				2,0																							
<i>Enidaria</i>																																								
<i>Edwardsiidae</i>																																								

Densité (ind/m ²)	LB 11	LB 16	LB 17	LB 3	LB 30	LB 6	LB 9	LB 18	LB 19	LB 20	LB 21	LB 22	LB 27	LB 28	LB 29	LB 14	LB 4	LB 5	LB 1	LB 12	LB 15	LB 2	LB 25	LB 26	LB 2Terf	LB 32	LB 13	LB 23	LB 24	LB 31	LB 7							
Crustacea (sans cirripedes)	30,0	16,0	130,0	30,0	34,0	132,0	66,0	20,0	212,0	156,0	4120,0	88,0	158,0	2160,0	1984,0	4726,0	224,0	32,0	264,0	120,0	3222,0	3228,0	110,0	204,0	88,0	146,0	136,0	6028,0	850,0	1070,0	2546,0							
<i>Abildomella obtusata</i>						26,0			72,0			8,0	4,0	2,0	2,0	18,0	42,0		4,0							14,0	2,0	2,0		2,0								
<i>Acidostoma neglectum</i>																																						
<i>Ampelisca</i>						16,0			20,0			14,0				36,0	20,0						2,0															
<i>Ampelisca brevicornis</i>											42,0			60,0	34,0	42,0							2,0					66,0	30,0	40,0	54,0							
<i>Ampelisca diadema</i>																																						
<i>Ampelisca pectenata</i>																																						
<i>Ampelisca sarsi</i>						2,0		2,0																														
<i>Ampelisca spirintrana</i>			48,0			30,0		6,0			4,0	12,0	20,0	12,0	30,0	40,0	14,0							22,0		40,0					2,0	6,0						
<i>Ampelisca spinipes</i>			40,0			26,0			2,0		62,0	26,0		1838,0	194,0	4498,0	4,0					1804,0				22,0		3320,0	24,0	612,0	756,0							
<i>Ampelisca tenuicornis</i>																																						
<i>Ampelisca typica</i>																																						
<i>Amphilocheia</i>																																						
<i>Amphipoda</i>		2,0																																				
<i>Anagagurus hyndmanni</i>									2,0		10,0	2,0			14,0	4,0	92,0										2,0	8,0	86,0	4,0	16,0							
<i>Aora gracilis</i>																2,0																						
<i>Aoridae</i>																																						
<i>Apherusa</i>																																						
<i>Asthenognathus atlanticus</i>						10,0									4,0	6,0							2,0				10,0		4,0	4,0								
<i>Ateleyclus</i>																																						
<i>Ateleyclus undecimdentatus</i>																																						
<i>Bathyporeia</i>																		2,0																				
<i>Bathyporeia elegans</i>																		4,0																				
<i>Bathyporeia tenuipes</i>																																						
<i>Bodotria</i>																																						
<i>Bodotria amaricana</i>																																						
<i>Bodotria scapioides</i>																																						
<i>Brachyura</i>																																						
<i>Caridea</i>							2,0						2,0																									
<i>Cheilocratus</i>																																						
<i>Cheilocratus assimilis</i>																																						
<i>Cheilocratus sundevallii</i>																																						
<i>Conilera cylindracea</i>																																						
<i>Copepoda</i>																																						
<i>Coryztes cassivebaunus</i>																																						
<i>Crangon crangon</i>														2,0																								
<i>Crangonidae</i>																																						
<i>Cumopis</i>																																						
<i>Cumopis fagei</i>																																						
<i>Decapoda</i>																																						
<i>Diasyllis laevis</i>																																						
<i>Diasyllis bradyi</i>													4,0		4,0		14,0	4,0																				
<i>Diasyllis rugosa</i>																																						
<i>Diogenes pugillator</i>																																						
<i>Eocuma dollfusii</i>																																						
<i>Erichthonius punctatus</i>																																						
<i>Eualus cranchii</i>																																						
<i>Eurydice spinigera</i>											18,0																											
<i>Eurydice truncata</i>																																						

	LB.11	LB.16	LB.17	LB.3	LB.30	LB.6	LB.9	LB.18	LB.19	LB.20	LB.21	LB.22	LB.27	LB.28	LB.29	LB.14	LB.4	LB.5	LB.1	LB.12	LB.15	LB.2	LB.25	LB.26	LB.2ter	LB.32	LB.13	LB.23	LB.24	LB.31	LB.7						
Densité (ind/m²)	22,0	76,0	388,0	72,0	114,0	778,0	192,0	370,0	332,0	36,0	158,0	348,0	1238,0	248,0	208,0	2620,0	402,0	128,0	62,0	86,0	68,0	136,0	108,0	172,0	76,0	3174,0	254,0	230,0	988,0	182,0	196,0						
<i>Mullusca</i>																																					
<i>Abra alba</i>			6,0			8,0	2,0	8,0	2,0	2,0	6,0	34,0	82,0	8,0		630,0			4,0				18,0	14,0	8,0	94,0	6,0	2,0	10,0	2,0	2,0						
<i>Acanthochitona crinita</i>																																					
<i>Acteon tornatilis</i>			2,0				6,0						4,0			8,0	2,0							16,0		20,0											
<i>Aeolidioides</i>																																					
<i>Aequipecten opercularis</i>						2,0					2,0																										
<i>Antalis vulgaris</i>																																					
<i>Arcopagia crassa</i>																																					
<i>Asbjornsenia pygmaea</i>																																					
<i>Barnesia canalicata</i>																																					
<i>Bela nebulosa</i>						6,0			4,0							6,0										2,0											
<i>Bivalvia</i>											2,0					4,0																					
<i>Brachyostomia eulimnoides</i>																																					
<i>Buccinum undatum</i>																2,0																					
<i>Chamelea striatula</i>	2,0					6,0										2,0																					
<i>Clausenella fasciata</i>																2,0																					
<i>Corbula gibba</i>	2,0	2,0	60,0	10,0	80,0	16,0	46,0	16,0	46,0	10,0	50,0	18,0	164,0	64,0	28,0	192,0	28,0		8,0	6,0	16,0	34,0	34,0	12,0	34,0	8,0	104,0	66,0	144,0	56,0	42,0						
<i>Crepidula fornicata</i>									2,0							2,0																					
<i>Cylichna cylindracea</i>						24,0		6,0	16,0		16,0	12,0	2,0	20,0	8,0	32,0	18,0																				
<i>Diplodonta rotundata</i>																																					
<i>Donax vittatus</i>													2,0																								
<i>Doris verrucosa</i>																																					
<i>Dosinia exoleta</i>																																					
<i>Ensis ensis</i>																																					
<i>Ensis siliqua</i>																																					
<i>Epitonium clathratulum</i>																																					
<i>Epitonium clathrus</i>																																					
<i>Eulima glabra</i>												4,0				12,0																					
<i>Eulimidae</i>																																					
<i>Euspira catena</i>																																					
<i>Euspira nitida</i>																																					
<i>Fabulina fabula</i>	2,0					2,0		4,0	72,0				8,0			56,0																					
<i>Gari tellinella</i>																																					
<i>Gibbula tumida</i>																																					
<i>Goniadaris nodosa</i>																																					
<i>Goodella triangularis</i>																																					
<i>Heteranomia squamula</i>																																					
<i>Heterobranchia</i>																																					
<i>Hiattella arctica</i>																																					
<i>Hyala vitrea</i>																																					
<i>Jujubinus montagui</i>																																					
<i>Kurtiella bidentata</i>																																					
<i>Leptochiton canalicatus</i>																																					
<i>Loripes orbiculatus</i>																																					
<i>Lutraria</i>																																					
<i>Lutraria lutraria</i>																																					
<i>Macoma angulus tenuis</i>																																					
<i>Macra stultorum</i>																																					
<i>Mangelia costata</i>	2,0					2,0																															
<i>Megastomia conoidea</i>																																					
<i>Megastomia conspiciua</i>																																					
<i>Melanella alba</i>																																					
<i>Modiolus adriaticus</i>																																					
<i>Montacuta substriata</i>																																					

	LB_11	LB_16	LB_17	LB_3	LB_30	LB_6	LB_9	LB_18	LB_19	LB_20	LB_21	LB_22	LB_27	LB_28	LB_29	LB_14	LB_4	LB_5	LB_1	LB_12	LB_15	LB_2	LB_25	LB_26	LB_26e	LB_32	LB_13	LB_23	LB_24	LB_31	LB_7									
Densité (ind/m²)																																								
<i>Musculus subpectus</i>																																								
<i>Nucula nitidosa</i>			28,0			114,0		68,0	2,0		10,0	96,0		18,0	2,0	238,0	38,0						2,0			2,0	180,0		6,0	4,0	2,0	4,0								
<i>Nudibranchia</i>													2,0										2,0																	
<i>Odosomia</i>																																								
<i>Odosomia turgida</i>																						2,0																		
<i>Odosomia turrita</i>											2,0											2,0																		
<i>Odosomia unidentata</i>																						4,0																		
<i>Ondina perezi</i>																																								
<i>Parthenina suturalis</i>																																								
<i>Parvicardium pinnulatum</i>											12,0			2,0	4,0	8,0						2,0																		
<i>Parvicardium scabrum</i>																						2,0																		
<i>Pharus legumen</i>																																								
<i>Phaxos pellicidus</i>						50,0		18,0				4,0	4,0	2,0	2,0	118,0	24,0					10,0	24,0	2,0	20,0															
<i>Philine quadripartita</i>						2,0	4,0				2,0	2,0	6,0	2,0	4,0	12,0	4,0																							
<i>Pyritapes rhomboides</i>											2,0				6,0	8,0																								
<i>Pyramidellidae</i>											2,0																													
<i>Solecurtus scapula</i>																																								
<i>Solen marginatus</i>						2,0																																		
<i>Spisula elliptica</i>							2,0			10,0							2,0																							
<i>Spisula solida</i>	14,0	72,0				60,0	106,0		2,0	2,0							4,0																							
<i>Spisula subtruncata</i>			158,0			162,0		12,0	6,0			26,0	840,0	10,0		224,0	14,0																							
<i>Steromphala cineraria</i>																	4,0																							
<i>Tellinoya ferruginosa</i>						8,0				4,0						14,0																								
<i>Thracia phaseolina</i>																																								
<i>Thyasira flexuosa</i>						2,0		8,0	2,0		12,0	8,0				22,0						6,0	22,0																	
<i>Timoclea ovata</i>																																								
<i>Tricola pullus</i>																																								
<i>Tritia incrassata</i>																																								
<i>Tritia reticulata</i>						2,0	4,0				6,0	2,0	24,0		6,0	14,0	28,0	6,0	2,0																					
<i>Tritia varicosa</i>						14,0		26,0	6,0		6,0	50,0	32,0	24,0	88,0	22,0	6,0					14,0																		
<i>Turritelletta tricarinata</i>											12,0				4,0	32,0	128,0																							
<i>Venerupis corrugata</i>																																								
Nematoda	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Nematoda																																								
<i>Nemertea</i>	4,0	10,0	30,0	10,0	2,0	50,0	12,0	4,0	36,0	4,0	140,0	66,0	50,0	106,0	214,0	68,0	36,0	0,0	14,0	6,0	88,0	106,0	106,0	28,0	32,0	18,0	60,0	14,0	102,0	64,0	70,0	112,0	70,0	112,0	70,0	112,0	70,0	112,0	70,0	112,0
<i>Nemertea</i>	4,0	10,0	30,0	10,0	2,0	50,0	12,0	4,0	36,0	4,0	140,0	66,0	50,0	106,0	214,0	68,0	36,0	0,0	14,0	6,0	88,0	106,0	106,0	28,0	32,0	18,0	60,0	14,0	102,0	64,0	70,0	112,0	70,0	112,0	70,0	112,0	70,0	112,0	70,0	112,0
<i>Phoronida</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0	0,0	0,0	4,0	0,0	2,0	8,0	0,0	4,0	2,0	58,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,0	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Phoronida</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0	0,0	0,0	4,0	0,0	2,0	8,0	0,0	4,0	2,0	58,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,0	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Platyhelminthes</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Platyhelminthes</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Sipuncula</i>	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	4,0	0,0	18,0	2,0	0,0	0,0	16,0	0,0	4,0	0,0	2,0	0,0	4,0	34,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	2,0	14,0	0,0	2,0	14,0	0,0	2,0	14,0	0,0	2,0	
<i>Aspidosiphon (Aspidosiphon) n</i>											12,0				14,0																									
<i>Golfingidae</i>																																								
<i>Phascolion (Phascolion) stram</i>						4,0					4,0	2,0																												
<i>Spioncula</i>			6,0								2,0				2,0																									

Annexe 3 : Résultats de la procédure SIMPER pour le calcul des espèces discriminantes en 2019.

SIMPER

Similarity Percentages - species contributions

One-Way Analysis

Data worksheet

Name: Data4

Data type: Other

Sample selection: All

Variable selection: All

Parameters

Resemblance: S17 Bray Curtis similarity

Cut off for low contributions: 90,00%

Factor Groups

Sample 40%

LB_11	5
LB_16	5
LB_3	5
LB_30	5
LB_9	5
LB_20	5
LB_17	4
LB_6	4
LB_18	4
LB_19	4
LB_22	4
LB_27	4
LB_14	4
LB_4	4
LB_32	4
LB_21	2
LB_28	2
LB_29	2
LB_15	2
LB_2	2
LB_23	2
LB_24	2
LB_31	2
LB_7	2
LB_5	1
LB_1	7
LB_25	7
LB_2ter	7
LB_12	6
LB_13	6
LB_26	3

Group 5

Average similarity: 49,98

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Spisula solida	7,53	6,61	1,51	13,23	13,23

Pisione remota	5,69	5,74	2,99	11,48	24,71
Gastrosaccus spinifer	5,46	5,08	4,17	10,16	34,87
Malmgrenia	4,05	4,18	2,35	8,37	43,24
Glycera	3,63	3,85	4,32	7,70	50,93
Spio	3,34	3,65	2,20	7,30	58,23
Nemertea	2,53	2,73	3,30	5,46	63,69
Notomastus latericeus	2,93	2,51	1,25	5,03	68,72
Polygordius	3,01	2,32	1,26	4,64	73,36
Pisidia longicornis	1,78	1,62	1,30	3,24	76,60
Aponuphis bilineata	1,37	1,41	1,35	2,83	79,43
Polycirrus	1,18	1,22	1,34	2,44	81,87
Corbula gibba	1,53	0,94	0,74	1,89	83,75
Periculodes longimanus	1,47	0,85	0,72	1,71	85,46
Pontocrates arenarius	1,04	0,79	0,78	1,57	87,04
Mediomastus fragilis	1,21	0,78	0,77	1,56	88,59
Protodorvillea kefersteini	1,28	0,75	0,76	1,50	90,09

Group 4

Average similarity: 46,30

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Lagis koreni	20,99	3,98	1,22	8,59	8,59
Kurtiella bidentata	16,74	2,93	2,40	6,34	14,93
Ampelisca	13,37	1,80	3,34	3,88	18,81
Nemertea	6,42	1,74	2,96	3,77	22,57
Corbula gibba	7,39	1,73	2,43	3,74	26,32
Spisula subtruncata	9,56	1,60	1,32	3,45	29,77
Nucula nitidosa	7,83	1,56	1,19	3,37	33,14
Heteromastus filiformis	7,75	1,54	1,39	3,32	36,46
Magelona	6,52	1,49	2,40	3,22	39,67
Malmgrenia	5,44	1,39	3,91	2,99	42,67
Spiophanes	6,68	1,18	1,26	2,55	45,22
Mediomastus fragilis	7,11	1,15	1,27	2,47	47,69
Glycera	4,54	1,05	1,57	2,27	49,96
Notomastus latericeus	6,43	1,04	1,57	2,24	52,20
Cylichna cylindracea	4,54	1,00	2,99	2,16	54,36
Prionospio	5,63	0,95	1,24	2,04	56,40
Pholoe baltica	6,95	0,93	1,09	2,00	58,41
Ampharete	6,82	0,93	1,39	2,00	60,41
Tritia varicosa	3,73	0,91	1,30	1,97	62,38
Podarkeopsis capensis	3,38	0,88	2,66	1,91	64,29
Abra alba	6,58	0,84	1,21	1,82	66,11
Phaxas pellucidus	4,55	0,81	1,36	1,76	67,87
Pisidia longicornis	3,10	0,73	1,17	1,57	69,44
Acrocnida brachiata	5,56	0,67	0,95	1,45	70,89
Chaetopteridae	3,46	0,62	1,03	1,34	72,24
Abludomelita obtusata	3,65	0,58	0,98	1,25	73,49
Paraonidae	2,08	0,51	1,36	1,11	74,59
Lanice conchilega	3,21	0,51	1,43	1,10	75,69
Nototropis	2,82	0,49	0,90	1,07	76,76
Amphipholis squamata	2,62	0,47	0,81	1,01	77,77
Lumbrineris	2,97	0,41	0,71	0,88	78,65
Amphiura filiformis	3,90	0,40	0,57	0,87	79,52
Dipolydora	2,18	0,40	1,01	0,86	80,37
Phoronida	2,51	0,38	1,06	0,83	81,20
Thyasira flexuosa	1,96	0,37	0,95	0,81	82,01
Tritia reticulata	2,40	0,36	0,93	0,78	82,78

Poecilochaetus serpens	2,78	0,36	0,95	0,77	83,56
Diplocirrus glaucus	2,32	0,33	0,80	0,72	84,27
Sternaspis scutata	2,02	0,33	0,62	0,71	84,98
Fabulina fabula	2,74	0,29	0,71	0,63	85,61
Melinna palmata	2,54	0,29	0,75	0,62	86,23
Polycirrus	1,87	0,27	0,75	0,58	86,81
Echinocardium cordatum	1,97	0,26	0,67	0,57	87,38
Photis	1,89	0,26	0,78	0,56	87,94
Nereididae	1,62	0,26	0,75	0,55	88,49
Glycinde nordmanni	2,34	0,25	0,69	0,54	89,03
Tellimya ferruginosa	1,71	0,24	0,72	0,53	89,55
Aponuphis bilineata	1,88	0,24	0,80	0,52	90,08

Group 2

Average similarity: 60,17

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Haploops niraes	35,05	5,83	1,42	9,69	9,69
Ampelisca	26,07	3,61	1,12	6,01	15,70
Heteromastus filiformis	12,27	2,51	2,24	4,17	19,87
Mediomastus fragilis	13,21	2,42	4,25	4,03	23,90
Ophiura albida	11,95	2,35	3,81	3,91	27,81
Paraonidae	11,68	2,30	3,37	3,83	31,64
Nemertea	10,39	2,28	5,02	3,79	35,43
Ampharete	11,16	2,09	2,88	3,47	38,90
Euclymene droebachiensis	9,82	2,03	3,94	3,38	42,28
Corbula gibba	7,14	1,41	4,69	2,35	44,63
Lumbrineris	7,07	1,16	4,31	1,93	46,56
Magelona	6,03	1,15	3,28	1,91	48,47
Photis	5,34	1,08	2,69	1,79	50,27
Notomastus latericeus	5,41	1,07	3,00	1,77	52,04
Gallardonneris iberica	5,75	1,07	1,49	1,77	53,81
Pisidia longicornis	6,97	0,96	2,57	1,60	55,41
Glycera	4,50	0,93	3,86	1,55	56,96
Pherusa plumosa	4,44	0,80	1,49	1,33	58,29
Euclymene oerstedii	5,21	0,75	1,62	1,24	59,53
Laonice bahusiensis	3,59	0,73	2,89	1,22	60,75
Terebellinae	5,22	0,73	1,65	1,22	61,97
Schistomeringos rudolphi	3,63	0,72	2,90	1,20	63,17
Turritellinella tricarinata	3,89	0,70	3,23	1,17	64,34
Pholoe baltica	3,93	0,70	3,25	1,16	65,50
Kurtiella bidentata	3,69	0,68	2,44	1,14	66,64
Thyasira flexuosa	3,24	0,67	2,78	1,11	67,74
Hyalia vitrea	3,43	0,66	1,59	1,10	68,84
Glycinde nordmanni	3,02	0,63	6,20	1,05	69,90
Cylichna cylindracea	3,40	0,62	1,59	1,04	70,93
Amphipholis squamata	3,62	0,62	3,07	1,04	71,97
Dipolydora	3,07	0,55	3,23	0,92	72,89
Piromis eruca	2,92	0,54	3,04	0,90	73,79
Malmgrenia	3,19	0,52	3,81	0,87	74,66
Anapagurus hyndmanni	3,64	0,52	1,66	0,87	75,52
Podarkeopsis capensis	2,79	0,50	2,94	0,83	76,36
Spiophanes	3,32	0,46	1,38	0,77	77,12
Harmothoe	2,97	0,44	1,53	0,73	77,85
Phyllodoce	2,06	0,43	6,00	0,72	78,57
Praxillella affinis	3,06	0,43	1,53	0,71	79,28
Chaetopteridae	2,30	0,43	2,96	0,71	79,99

Lagis koreni	2,48	0,42	1,57	0,70	80,69
Megamphopus	2,60	0,41	1,47	0,68	81,37
Abyssoninoe	2,47	0,36	1,05	0,60	81,97
Tritia varicosa	3,18	0,35	0,94	0,58	82,55
Mangelia costata	1,96	0,34	1,68	0,57	83,12
Eualus cranchii	2,09	0,34	1,60	0,57	83,69
Sabellidae	2,55	0,34	1,10	0,56	84,25
Inachus	1,79	0,32	1,69	0,54	84,79
Melinna palmata	2,09	0,31	1,62	0,51	85,30
Sternaspis scutata	1,83	0,30	1,11	0,50	85,79
Polycirrus	1,74	0,29	1,68	0,47	86,27
Hydroides norvegica	2,65	0,27	1,07	0,45	86,72
Parvicardium pinnulatum	2,66	0,27	0,99	0,45	87,17
Phoronida	1,62	0,27	1,70	0,45	87,62
Eumida	2,30	0,26	1,03	0,43	88,05
Pandalina brevisrostris	1,64	0,26	1,07	0,43	88,48
Amphiura filiformis	1,82	0,26	1,11	0,43	88,91
Tritia reticulata	1,68	0,26	1,12	0,43	89,34
Maldanidae	1,80	0,25	1,03	0,41	89,75
Syllis	2,10	0,25	0,98	0,41	90,17

Group 1

Less than 2 samples in group

Group 7

Average similarity: 49,29

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Gastrosaccus spinifer	7,83	4,30	55,62	8,73	8,73
Malmgrenia	4,44	2,69	6,40	5,45	14,18
Nemertea	4,43	2,63	9,50	5,33	19,51
Corbula gibba	4,83	2,58	2,12	5,24	24,76
Diplodonta rotundata	4,20	2,33	16,63	4,72	29,48
Lepidepcreum longicornis	3,60	2,11	5,22	4,28	33,76
Glycera	3,73	2,05	6,82	4,15	37,91
Nematoda	3,04	1,90	16,63	3,86	41,77
Spiophanes	3,78	1,87	1,92	3,80	45,57
Antalis vulgaris	2,70	1,73	34,56	3,50	49,07
Abra alba	3,02	1,53	4,31	3,11	52,18
Siphonoecetes	2,90	1,44	16,38	2,92	55,09
Mediomastus fragilis	3,16	1,34	16,63	2,73	57,82
Haplostylus	2,15	1,34	16,63	2,73	60,55
Aponuphis bilineata	2,98	1,25	2,72	2,53	63,08
Nototropis	2,57	1,25	2,72	2,53	65,61
Echinocyamus pusillus	3,87	1,24	0,58	2,52	68,13
Lagis koreni	2,34	1,19	2,78	2,41	70,54
Pista	2,70	1,19	2,78	2,41	72,94
Oweniidae	2,29	1,09	3,85	2,21	75,15
Phaxas pellucidus	2,00	0,95	16,63	1,93	77,08
Pisidia longicornis	2,79	0,81	0,58	1,65	78,73
Glycinde nordmanni	2,47	0,72	0,58	1,46	80,20
Nothria conchylega	2,83	0,67	0,58	1,35	81,55
Notomastus latericeus	2,11	0,66	0,58	1,34	82,89
Iphinoe trispinosa	2,06	0,56	0,58	1,13	84,02
Lumbrineris	1,48	0,47	0,58	0,95	84,97
Lysidice unicornis	1,48	0,47	0,58	0,95	85,93
Ophiura albida	1,72	0,47	0,58	0,95	86,88

Chaetopteridae	2,30	0,46	0,58	0,92	87,81
Amphipholis squamata	1,48	0,42	0,58	0,85	88,65
Diplocirrus glaucus	0,94	0,33	0,58	0,67	89,33
Tryphosites longipes	1,29	0,33	0,58	0,67	90,00

Group 6

Average similarity: 56,73

Species	Av.Abund	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Pisione remota	4,45	1,91	#####	3,37	3,37
Diplodonta rotundata	4,24	1,91	#####	3,37	6,73
Lumbrineris	3,99	1,79	#####	3,15	9,88
Malmgrenia	3,99	1,79	#####	3,15	13,03
Glycera	5,05	1,65	#####	2,91	15,94
Notomastus latericeus	4,89	1,65	#####	2,91	18,85
Protodorvillea kefersteini	3,60	1,65	#####	2,91	21,77
Echinocyamus pusillus	3,73	1,65	#####	2,91	24,68
Aponuphis bilineata	5,26	1,51	#####	2,66	27,34
Polycirrus	6,38	1,51	#####	2,66	30,00
Syllis	4,13	1,51	#####	2,66	32,66
Pisidia longicornis	4,58	1,51	#####	2,66	35,32
Eulalia	3,29	1,35	#####	2,38	37,70
Mediomastus fragilis	3,96	1,35	#####	2,38	40,08
Polygordius	4,58	1,35	#####	2,38	42,46
Gastrosaccus spinifer	4,33	1,35	#####	2,38	44,84
Spisula elliptica	5,29	1,35	#####	2,38	47,22
Thracia phaseolina	3,29	1,35	#####	2,38	49,60
Chaetozone	2,64	1,17	#####	2,06	51,66
Kroyera carinata	3,10	1,17	#####	2,06	53,72
Pontocrates arenarius	2,45	1,17	#####	2,06	55,78
Ophiura albida	2,45	1,17	#####	2,06	57,84
Corbula gibba	6,32	1,17	#####	2,06	59,90
Nemertea	3,10	1,17	#####	2,06	61,96
Caulleriella bioculata	3,35	0,95	#####	1,68	63,65
Goniadella bobrezkii	2,22	0,95	#####	1,68	65,33
Malmgrenia	2,00	0,95	#####	1,68	67,01
Paucibranchia bellii	2,41	0,95	#####	1,68	68,69
Psamathe fusca	2,73	0,95	#####	1,68	70,38
Spio	2,73	0,95	#####	1,68	72,06
Lumbrinerides amoureuksi	2,22	0,95	#####	1,68	73,74
Cheirocratus	2,87	0,95	#####	1,68	75,42
Haplostylus	2,73	0,95	#####	1,68	77,11
Antalis vulgaris	2,58	0,95	#####	1,68	78,79
Dosinia exoleta	2,22	0,95	#####	1,68	80,47
Gibbula tumida	2,73	0,95	#####	1,68	82,15
Aonides paucibranchiata	2,94	0,67	#####	1,19	83,34
Clymenura	1,93	0,67	#####	1,19	84,53
Eunicidae	1,41	0,67	#####	1,19	85,72
Phyllodocidae	1,71	0,67	#####	1,19	86,91
Pista	1,93	0,67	#####	1,19	88,10
Scalibregma	1,71	0,67	#####	1,19	89,29
Spirobranchus lamarcki	1,71	0,67	#####	1,19	90,48

Group 3

Less than 2 samples in group

11.4 - Diagnostic préliminaire des services rendus par la nature sur le territoire du Grand Port, Egis, 2020

RAPPORT

Diagnostic préliminaire des services rendus par la nature sur le territoire du Grand Port

4 septembre 2020



Informations relatives au document

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Auteur(s) Véronique Brillant
Volume du document Rapport
Version V4

HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

Version	Date	Rédigé par	Visé par	Modifications
V1	25-Oct-2019	Véronique Brillant	Labarraque Dorothée	
V2	06-Dec-2019	Véronique Brillant	Labarraque Dorothée	
V3	30-Janv-2020	Véronique Brillant	Labarraque Dorothée	
V4	11-Mai-2020	Véronique Brillant	Labarraque Dorothée	
V5	03-sept-2020	Labarraque Dorothée		

SOMMAIRE

1 - SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE	4
2 - CONTEXTE	5
3 - LES SERVICES ECOSYSTEMIQUES	6
3.1 - Définition	6
3.2 - L'EFESE	6
4 - LA METHODOLOGIE	7
4.1.1 - Les biens	10
4.1.2 - Les services de régulation	11
4.1.3 - Les services culturels	12
5 - RESULTATS	14
5.1 - Analyse globale du territoire	14
5.2 - Analyse du foncier du Port	17
5.2.1 - Foncier à vocation naturelle	17
5.2.2 - La réserve foncière	19
5.2.3 - Le foncier en exploitation	21
5.2.4 - Cas particulier des vasières	23
5.2.5 - Approche spatiale	25
5.2.6 - Approche quantitative – Stockage et séquestration du carbone	31
5.3 - Synthèse et conclusions	34
6 - ANNEXE	36
6.1 - Cohérence MEA-EFESE	36
6.2 - Pratiques séquestrantes – extrait du THEMA "La séquestration de carbone par les écosystèmes en France" (mars 2019)	37

1 - SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE

L'objectif de cette étude est de réaliser un diagnostic préliminaire des services rendus par les espaces à vocation naturelle du GPMNSN. Ce diagnostic est réalisé sur une aire d'étude élargie, de l'ordre de 15 km, centrée sur le foncier du Port.

Les principaux services rendus sont mis en évidence à partir d'une approche spatiale simplifiée basée sur :

- l'occupation du sol ;
- la présence de facteurs influençant la production de certains services : topographie, accessibilité... ;
- le niveau d'importance du service.

La présence et l'importance des services rendus dans l'aire d'étude permet de fournir une première impression de l'importance de l'offre de services écosystémiques au sein de cette dernière.

Le territoire étudié est assez contrasté, avec des zones qui présentent un très fort niveau de service (espaces forestiers, zones humides et marais, et la zone estuarienne), et des zones à plus faible niveau de service (zones agricoles au sud de la Loire).

Les espaces à vocation naturelle du GPMNSN, qui représentent plus de 1000 ha, fournissent de nombreux services, comme le stockage de carbone, la régulation du climat local, le contrôle biologique vis-à-vis des cultures adjacentes...

Le rôle de ces espaces à l'interface avec les zones urbaines et/industrialisées permet l'apport de services (régulation de la qualité de l'eau, du climat local, régulation des nuisances) et de la durabilité du territoire de Nantes à St-Nazaire au travers les fonctions de régulation.

La compréhension de ces services, ne serait-ce que la (re)connaissance de leur existence, constitue une 1^{ère} étape et vise à offrir au GPMNSN une opportunité pour valoriser son foncier et ses actions en matière de Responsabilité Sociale et Environnementale.

Une analyse plus fine des bénéfices pour le territoire estuarien, associant les acteurs et gestionnaires (conservatoire du littoral, conseil départemental Loire-Atlantique, EPCI, Etat) serait pertinente, notamment en matière :

- de stockage de carbone ;
- de régulation des nuisances ;
- de régulation du climat local ;
- de services de récréation et d'éducation à l'environnement.

Cette meilleure connaissance des services écosystémiques permettrait leur prise en compte dans l'élaboration des plans de gestion des espaces à vocation naturelle et dans les modalités d'aménagement des espaces notamment à vocation industrialio-portuaire, favorisant ainsi une augmentation des bénéfices pour le territoire.

2 - CONTEXTE

Le Grand Port Maritime de Nantes Saint Nazaire (GPMNSN) est gestionnaire de 1 055 ha d'espaces naturels sur un domaine portuaire de 2 700 ha. Ces espaces sont répartis le long de l'estuaire, avec des sites majeurs comme ceux de Bouguenais, du Carnet, de Donges-Est ou, à Montoir-de-Bretagne, du nord du terminal multivrac et du site du Priory.



Source site internet <http://www.nantes.port.fr/>

L'objectif de cette étude est de réaliser un diagnostic préliminaire des services rendus par les espaces à vocation naturelle du GPMNSN. Ce diagnostic est réalisé sur une aire d'étude élargie, de l'ordre de 15 km, centrée sur le foncier du Port.

3 - LES SERVICES ECOSYSTEMIQUES

3.1 - Définition

Dans le cadre de l'Évaluation Française des Écosystèmes et des Services Écosystémiques (EFESE), les biens et services écosystémiques sont définis comme des « *avantages socio-économiques retirés par l'homme de son utilisation durable des fonctions écologiques des écosystèmes* ». Un service écosystémique peut donc être décrit par un avantage ou par une fonction écologique.

3.2 - L'EFESE

L'EFESE a élaboré un cadre conceptuel qui repose sur une démarche d'opérationnalisation du cadre conceptuel de l'Évaluation des écosystèmes pour le Millénaire (MEA, 2005).

Il a été conçu avec la volonté de prendre en compte les spécificités nationales tout en restant cohérent avec les approches européennes (MAES : Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services) et internationales (CICES : Common International Classification of Ecosystem Services, IPBES : Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services). La correspondance entre le cadre conceptuel de l'EFESE et du MEA est présentée en annexe 5.1.

L'EFESE retient donc trois grands types de biens et services écosystémiques :

- **1. les biens issus des écosystèmes** : ils conduisent à des **biens appropriables** (aliments, matériaux et fibres, eau douce, bioénergies), que ces biens soient autoconsommés, troqués ou mis sur le marché ;
- **2. les services de régulation**, c'est-à-dire la capacité à moduler, dans un sens favorable à l'Homme, des phénomènes comme le **climat**, l'occurrence et l'ampleur des **maladies** (humaines mais aussi animales et végétales) ou différents aspects du **cycle de l'eau** (crues, étiages, qualité physico-chimique), ou à protéger **d'événements catastrophiques** (cyclones, tsunamis, pluies diluviennes) ; contrairement aux services d'approvisionnement, ces services de régulation sont généralement non appropriables et ont plutôt un statut de biens publics ;
- **3. les services culturels**, couvrent un spectre assez large de **services matériels ou immatériels** que sont les pratiques récréatives, les usages esthétiques et culturels, et les usages éducatifs. Ces différents usages font intervenir à la fois des préoccupations individuelles et sociales qui peuvent être plus ou moins spécifiques à chaque territoire ou société.

Nous retenons ce classement en trois grands types de services tel que proposé par l'EFESE. Les fonctions écologiques qui correspondent aux fonctions support ne sont pas traitées dans cette étude qui se focalise sur les services rendus par la nature à l'Homme.

4 - LA METHODOLOGIE

Les principaux services rendus par les ensembles éco-paysagers d'un territoire sont mis en évidence à partir d'une approche spatiale simplifiée.

Cette méthodologie a été mise au point suite à un travail de recherche mené par EGIS en collaboration avec le LAMETA (Laboratoire Montpellierain d'Économie Théorique et Appliquée) entre 2010 et 2014. Cette méthodologie est ajustée dans le cadre de cette étude pour correspondre au cadre conceptuel et aux définitions de l'EFESE.

Dans le cadre de cette approche préliminaire, les services sont parfois regroupés et certains ne sont pas évalués par manque de données suffisamment précises pour justifier leur intégration.

Le diagnostic préliminaire des services produits par les écosystèmes est basé sur :

- l'occupation du sol à partir des classes définies par le référentiel Corine Land Cover ;
- la présence de facteurs influençant la production de certains services : topographie, accessibilité.... ;
- le niveau d'importance du service.

Pour chaque classe d'occupation du sol, un service pourra soit :

- être présent ;
- être présent sous condition de présence ^{*},
- être absent.

Le « score » global de chaque service, par grande classe d'occupation du sol, sera ainsi évalué de la façon suivante :

$$\text{Score} = \sum (\text{psai} \times \text{Surf relative } i)$$

où :

psai : indice de présence du service pour l'occupation du sol a (0 : service absent et 1 : service présent, valeurs intermédiaires pour certains cas particuliers)

Surf relative i : surface relative de l'occupation du sol i par rapport à la surface totale du territoire étudié

*** Qu'est-ce qu'un service présent sous condition de présence ?** Il s'agit d'un service qui est présent sous certaines conditions spatiales. À titre d'exemple, une forêt de pente ne fournira pas le même service de protection contre l'érosion qu'une forêt de plaine.

Le tableau suivant présente les services considérés et présents pour chaque grande classe d'occupation du sol.

Le détail des hypothèses prises est présenté dans les chapitres suivants.

Fonction	Division	Classe	Exemples de services associés	Eaux douces	Prairies	Forêts feuillus	Forêts mixtes	espaces verts urbains	Zones humides et marais	Cultures	Landes	zone urbaine et anthropisée	côte sableuse, dunes	eaux marines	estuaire et espace intertidal sableux/vaseux		
Biens	Alimentation	Plantes, algues et animaux sauvages et leurs produits destinés à l'alimentation, l'agriculture ou l'aquaculture	végétaux issus de la cueillette ou du ramassage (algues, champignons...)		1	1									1		
			produits de la pêche (poissons, crustacés)											1		1	
			fourrages		1					sous condition							
		Plantes cultivées, animaux d'élevage et leurs produits destinés à l'alimentation	biens agricoles		sous condition							1					
			produits issus de l'aquaculture												sous condition		
	Eau potable ou destinées aux usages agricoles/industriels	eau de surface et souterraine	1	1	1	1				1		1					
Matériaux	Matériaux biosourcés	bois d'œuvre et bois d'industrie, liège, fibres végétales (lin, chanvre...), bois énergie				forêt de production	forêt de production		sous condition	sous condition							
Services de régulation	Régulation des flux	régulation de l'érosion	régulation de l'érosion du trait de côte										1		1		
			prévention de l'érosion éolienne et hydrique des sols		sous condition	sous condition	sous condition			sous condition	sous condition						
		protection contre les risques naturels	régulation des débits de crue				1	1		Si zone humide reliée à un réseau hydrographique							
			protection contre les submersions marines	1						si zone humide située sur le littoral				1			1
	régulation du cycle de l'eau	régulation des débits d'étiage							Si zone humide reliée à un réseau hydrographique								
	Régulation de l'environnement physico-chimique	régulation du climat mondial	séquestration du carbone		0,3	0,6	0,6	0,3		1	0,2	0,2				sous condition	
		régulation du climat local	atténuation de l'îlot de chaleur urbain	en zone urbaine seulement	en zone urbaine seulement	forêt urbaine uniquement	forêt urbaine uniquement	1				en zone urbaine seulement				sous condition	
		régulation de la qualité de l'air	régulation des concentrations en particules			forêts urbaines / périurbaines	forêts urbaines / périurbaines										
régulation de la qualité de l'eau		réduction des coûts de		1	1	1			1		1						

Fonction	Division	Classe	Exemples de services associés	Eaux douces	Prairies	Forêts feuillus	Forêts mixtes	espaces verts urbains	Zones humides et marais	Cultures	Landes	zone urbaine et anthropisée
	Régulation de l'environnement biotique	régulation des conditions de culture et d'élevage	traitement de l'eau									
			régulation des graines d'adventices, des insectes ravageurs, des maladies animales		1	1	1		1		1	
			pollinisation des cultures		sous condition	sous condition	sous condition	sous condition			sous condition	
	Régulation des nuisances associées aux activités humaines	régulation des déchets et des sources de pollution	décomposition des déchets	1		1	1		1		1	
			épuration des eaux usées	1					1			
		réduction des nuisances olfactives, sonores et visuelles	réduction des niveaux de bruit		sous condition	sous condition	sous condition	sous condition				
Services culturels	récréation sans prélèvement	activités récréatives de loisirs	1		forêts publiques uniquement	forêts publiques uniquement	1					
		sports de nature, tourisme vert et écotourisme	1		forêts publiques uniquement	forêts publiques uniquement						
	récréation avec prélèvement	chasse	1	1	1	1		1		1		
		pêche de loisir	1						Si zone humide située reliée à un réseau hydrographique			
	Education et connaissance	expérimentation, science et éducation	1		1	1		1		1		
	Aménités paysagères	attractivité touristique	1		1	1		1				
		qualité du cadre de vie	sous condition		forêts urbaines / périurbaine	forêts urbaines / périurbaine	1	1				

4.1.1 - Les biens

Les **services d’approvisionnement** conduisent à des biens appropriables (aliments, matériaux et fibres, eau douce, bioénergies), que ces biens soient auto-consommés, troqués ou mis sur le marché.

Le tableau ci-dessous récapitule, pour chaque service identifié par EFESE, l’adaptation à notre projet, les hypothèses de travail, les unités écologiques support et les conditions de l’obtention du service.

SERVICES		PROJET	HYPOTHESE	UNITES ECOLOGIQUES SUPPORT	
Alimentation	Plantes, algues et animaux sauvages et leurs produits destinés à l'alimentation, l'agriculture ou l'aquaculture	Végétaux issus de la cueillette ou du ramassage (algues, champignons...)		Cueillette de champignons en forêt, d'algues sur la côte	Forêts et estran vaseux
		Produits de la pêche (poissons, crustacés)		Ramassage de crustacés au niveau de la côte	Estran vaseux
		Venaison	Peu concerné en France métropolitaine, considéré dans la chasse récréative		
		Fourrages			Cultures (fourragères) et prairies
	Plantes cultivées, animaux d'élevage et leurs produits destinés à l'alimentation	Biens agricoles			Cultures et prairies utilisées à des fins agricoles
		Produits issus de l'aquaculture			Eaux marines sous conditions de présence de ferme aquacole, ostréiculture....
	Eau potable ou destinée aux usages agricoles	Eau de surface	Regroupés	Présence de captages d'eaux	Eaux douces et milieux présents sur des nappes d'eau souterraine
Eaux souterraines					
Matériaux	Matériaux biosourcés	Bois d'œuvre et bois d'industrie, liège, fibres végétales (lin, chanvre...)	Regroupé avec bois-énergie car pas de distinction possible en analyse préliminaire		Forêts de production et potentiellement les cultures selon leur composition, ainsi que les marais avec la récolte du roseau, roselières
	Eau destinée aux usages industriels	Eau de surface	Non concerné, redondant avec l'eau potable en analyse préliminaire, sans avoir d'information supplémentaire		
Eaux souterraines					
Énergie	Biomasse végétale	Bois-énergie	Regroupé avec bois-énergie car pas de distinction possible en analyse préliminaire		Forêts de production L'énergie potentiellement fournie par les fleuves et marées non considérée car non liée au fonctionnement des écosystèmes
Autres biens	Molécules et substances naturelles	Enzymes, huiles, substances médicinales	Pas d'information suffisante en analyse préliminaire		
	Autres biens	Peaux, objets décoratifs	Pas d'information suffisante en analyse préliminaire		

4.1.2 - Les services de régulation

Les services de régulation ont plutôt un statut de **biens publics**, c'est-à-dire la capacité à moduler, dans un sens favorable à l'Homme, des phénomènes comme le climat, l'occurrence et l'ampleur des maladies (humaines mais aussi animales et végétales) ou différents aspects du cycle de l'eau (crues, étiages, qualité physico-chimique) ou à protéger d'événements catastrophiques.

Le tableau ci-dessous récapitule, pour chaque service identifié par EFESE, l'adaptation à notre projet, les hypothèses de travail, les unités écologiques support et les conditions de l'obtention du service.

SERVICES DE REGULATION		PROJET	HYPOTHESES	UNITES ECOLOGIQUES SUPPORT	
Régulation des flux	Régulation de l'érosion	Régulation de l'érosion du trait de côte		Étude Conservatoire du Littoral (Bénéfices de la protection-Delta de la Leyre)	Côte sableuse et dunes, estuaire et espace intertidal sableux/vaseux
		Prévention de l'érosion éolienne et hydrique des sols		Tout couvert végétal prévient l'érosion des sols, notamment en cas de terrain en pente	Prairies, forêts, landes et cultures en pente et cultures avec une faible rotation pour conserver le couvert végétal
	Protection contre les risques naturels	Protection contre les risques en montagne	Non concerné		
		Régulation des débits de crue		Service rendu par les milieux ayant la capacité de « stocker » temporairement les eaux de crue	Zones humides reliées à un réseau hydrographique, forêts
		Protection contre les submersions marines		Étude CEL	Zones humides situées sur le littoral, eaux douces, côte sableuse et dunes, estuaire et espace intertidal
		Réduction des dommages de tempêtes	Non concerné : cyclones, tsunamis		
Régulation du cycle de l'eau	Régulation des débits d'étiage			Zones humides reliées au réseau hydrographique	
Régulation de l'environnement physico-chimique	Régulation du climat mondial	Séquestration du carbone		Sur la base de l'étude EFESE sur la séquestration du carbone, un ratio est exprimé par rapport au stock actuel de carbone par milieu et extrapolé pour obtenir un ratio (0,3 pour les espaces verts urbains en estimant que ce sont, en partie, des prairies et des milieux arborés/arbustifs)	Zones humides, forêts, prairies, espaces verts urbains, cultures et landes, zones estuariennes (vasières)
	Régulation du climat local	Atténuation de l'îlot de chaleur urbain par piégeage de particules notamment		La présence d'eau et d'arbres tend à atténuer les îlots de chaleur urbains, sous condition d'être en milieu urbain ou périurbain	Eaux douces et estuaire en zone urbaine ou péri-urbaine, forêts et prairies urbaines, espaces verts urbains
	Régulation de la qualité de l'air	Régulation des concentrations en particules		Piégeage des particules par les formations arborées essentiellement	Forêts urbaines et péri-urbaines
	Régulation de la qualité de l'eau	Réduction des coûts de traitement de l'eau		fonctions de filtration des milieux	Zones humides et marais, forêts, prairies et landes (on a considéré ici que les estuaires contribuaient à l'épuration des eaux usées mais non à la filtration des eaux avec réutilisation possible de celles-ci...)
	Qualité du sol et fertilité	Fourniture en azote assimilable par les	Service ne pouvant être analysé en étude		

SERVICES DE REGULATION			PROJET	HYPOTHESES	UNITES ECOLOGIQUES SUPPORT
		plantes cultivées	préliminaire		
Régulation de l'environnement biotique	Régulation des conditions de culture et d'élevage	Régulation des graines d'adventices	Regroupement des services en analyse préliminaire	Milieux qui servent de refuge (reproduction/alimentation) pour les prédateurs des ravageurs, adventices et des organismes responsables de maladies animales	Forêts, prairies, zones humides et marais, landes
		Régulation des insectes ravageurs			
		Régulation des maladies animales			
		Pollinisation des cultures		Tous les milieux terrestres sous réserve de la présence de ressources intéressantes pour les pollinisateurs (habitat de reproduction ou d'alimentation) La côte sableuse et les dunes sont exclues au regard du faible rôle potentiel Les espaces verts urbains sont conservés malgré la probabilité d'une présence plus ou moins forte d'espèces ornementales, moins propices à la pollinisation	Forêts, prairies, landes, cultures, espaces verts urbains
	Régulation des risques de santé	Régulation des maladies infectieuses	Pas d'information sur des enjeux sanitaires justifiant leur intégration dans l'analyse préliminaire		
Régulation des espèces dangereuses					
Régulation des nuisances associées aux activités humaines	Régulation des déchets et des sources de pollution	Décomposition des déchets		Décomposition grâce notamment aux plantes et à la flore microbienne : sous conditions d'un sol vivant (litière avec cycle biologique) ou de milieux humides	Eaux douces et marines, estuaire, zones humides et marais Forêts avec la faune du sol pour la décomposition de déchets organiques
		Épuration des eaux usées		Milieux aquatiques ou humides grâce à l'action des microorganismes et des plantes	Eaux douces et marines, estuaire, zones humides et marais
	Réduction des nuisances olfactives, sonores et visuelles	Réduction des niveaux de bruit		Rôle d'écran végétal des milieux arborés et des haies, sous condition de présence en milieu où sont les nuisances : milieu urbain ou bordure routes à fort trafic	Forêts à proximité d'habitation et de sources sonores Espaces verts urbains sous conditions de superficie et de présence d'arbres/haies

4.1.3 - Les services culturels

Les services culturels couvrent un spectre assez large de services matériels ou immatériels que sont les pratiques récréatives, les usages esthétiques et culturels ou les usages éducatifs.

SERVICES CULTURELS		PROJET	HYPOTHESES	UNITES ECOLOGIQUES SUPPORT
Récréation sans prélèvement	Activités récréatives de loisirs		Milieux naturels accessibles pour des activités : ballade, détente	Forêts publiques car accessibles, espaces verts urbains, eaux douces et marines, la côte sableuse et les dunes et l'estuaire avec l'espace intertidal vaseux/sableux
	Sports de nature tourisme vert et écotourisme	Regroupés	Milieux favorables à la randonnée, au VTT, à la randonnée à cheval, au char à voile...	Forêts publiques car accessibles, eaux douces et marines, la côte sableuse et les dunes et l'estuaire avec l'espace intertidal vaseux/sableux
Récréation avec prélèvement	Chasse		Milieux favorables pour la chasse de mammifères et d'oiseaux essentiellement	Forêts, eaux douces, zones humides et marais, prairies, landes
	Pêche de loisir		Pêche en cours d'eau piscicole autorisé (non connu en étude préliminaire) et sur la côte	Eaux douces et marines, estuaire et espace intertidal sableux/vaseux
Éducation et connaissance	Expérimentation, science,	Regroupés	Ensemble des milieux pouvant être le support d'éducation à la nature et d'expérimentations	Eaux douces et marines, zones humides et marais, forêts, landes, côte sableuse et estuaire avec zone intertidale sableuse/vaseuse
	Education			
Aménités paysagères	Attractivité touristique			Eaux douces et marines, zones humides et marais, forêts, côte sableuse (on a considéré que l'écosystème estuarien et zone intertidale en dehors des activités récréatives n'étaient pas inclus)
	Qualité du cadre de vie		Milieux à proximité des habitants donc des zones urbaines	Forêts urbaines ou péri-urbaines Eaux douces et marines, zones humides et marais, côte sableuse sous condition d'accès facile et rapide pour les habitants

5 - RESULTATS

Comme présenté dans la méthodologie, les résultats sont basés sur le niveau des services potentiellement fournis par écosystèmes. Les facteurs influençant la fourniture de ces services ne sont pas pris en compte, notamment la demande, la présence de substitut ou divers paramètres spatiaux.

Précautions

Il s'agit donc d'une étude bibliographique et de niveau « pré-diagnostic ». Les informations qui sont fournies sont avant tout qualitatives et ont pour objectif de donner un éclairage inédit sur la valeur des espaces naturels gérés par le GPMNSN et leurs interactions possibles avec le territoire nantais et de l'estuaire (Saint Nazaire).

5.1 - Analyse globale du territoire

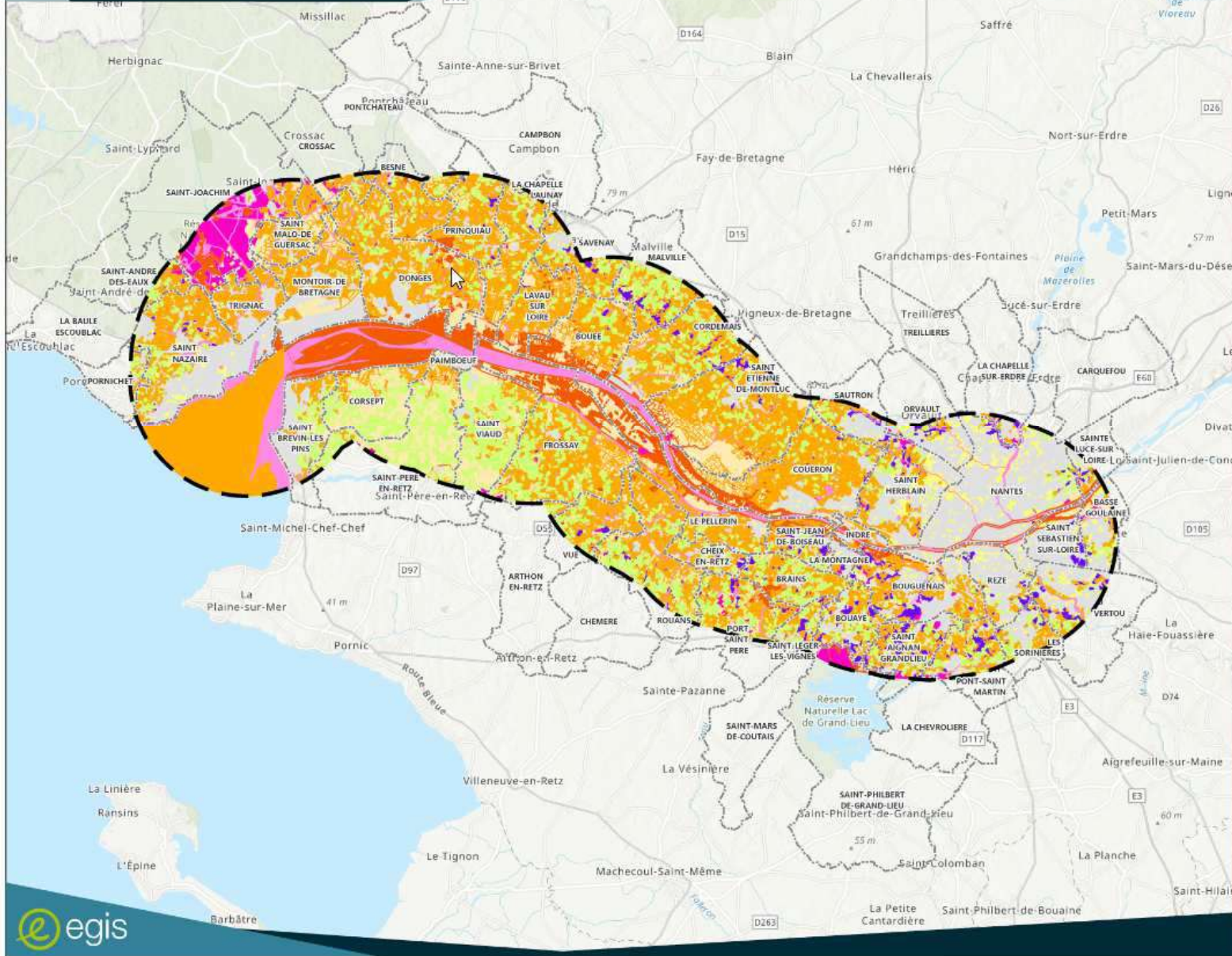
Le territoire (aire d'étude élargie de 15 km) qui entoure le foncier du Port se caractérise par :

- des zones à très faible niveau global de service : ce sont les espaces urbanisés et industriels au sein desquels les espaces de nature sont rares ;
- des zones à niveau global de service moyen : il s'agit notamment des zones agricoles de Corsept et Saint-Viaud. Sur ce territoire, les prairies rehaussent localement le niveau de service global et il est probable que celles-ci jouent un rôle important dans la productivité agricole du secteur (régulation des ravageurs, ...) ;
- des zones à fort et très fort niveau global de service : il s'agit des espaces forestiers, des zones humides et des marais ainsi que de la zone estuarienne.

On peut noter que toute la zone urbaine qui entoure la zone estuarienne est à un niveau global de service faible à moyen, du fait de la forte urbanisation et de l'industrialisation de l'estuaire. Ce sont des secteurs à haut potentiel si une renaturation des espaces non encore imperméabilisés était possible en lien avec les besoins d'aménagement de la zone industrielle. Même si les espaces disponibles sont limités, les actions de renaturation ponctuelle peuvent être intéressants au regard du potentiel du territoire.

SERVICES RENDUS PAR LES ECOSYSTEMES TERRESTRES

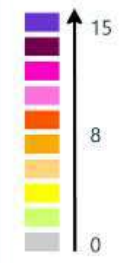
Niveau de service cumulé global



Légende

- Aire d'étude de 15km
- - - Limite communale

Niveau de service global

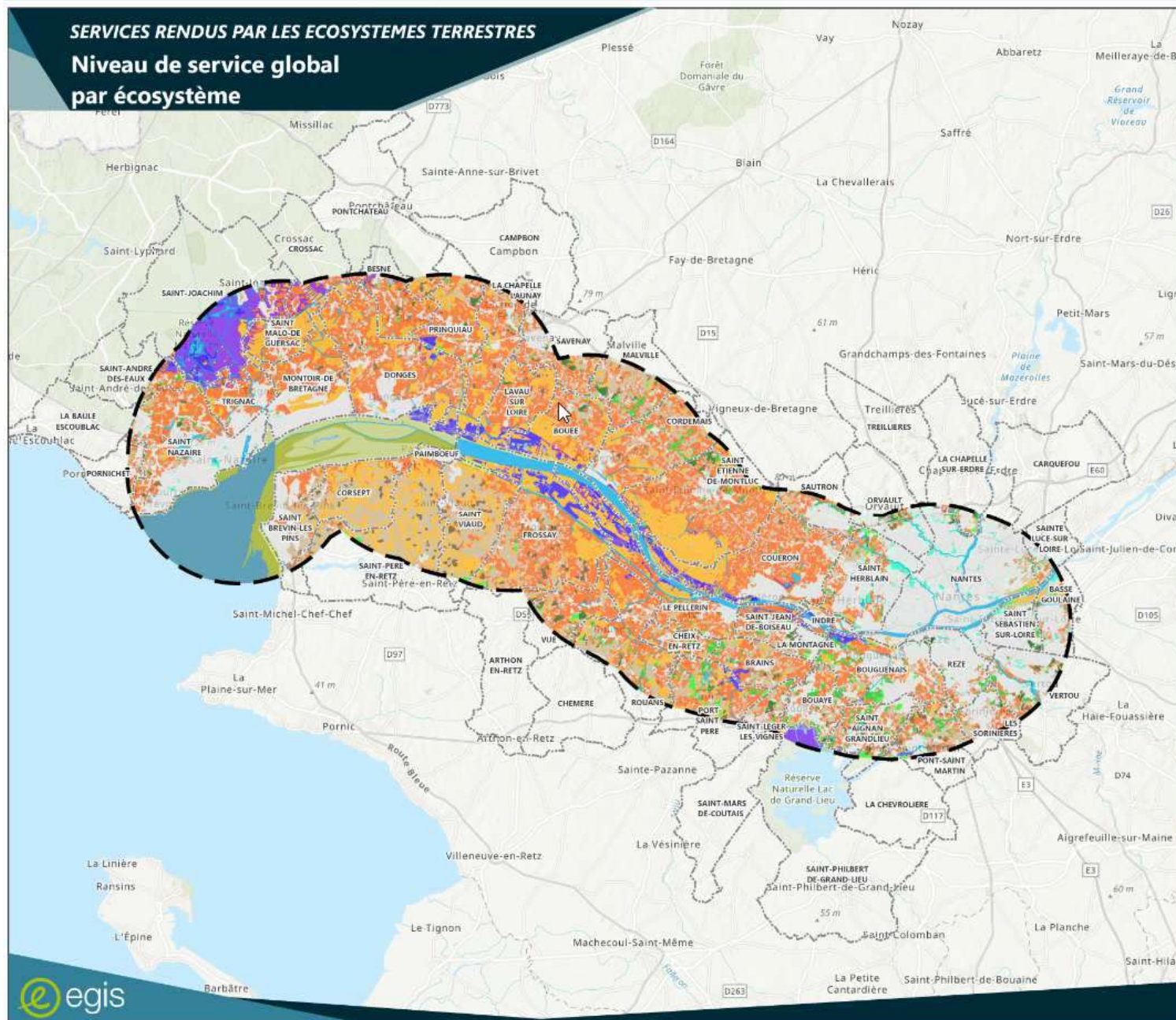


Date : mars 2020
Sources : Corine Land Cover
Fond de plan : ©ESRI - World Topographic Map



SERVICES RENDUS PAR LES ECOSYSTEMES TERRESTRES

Niveau de service global par écosystème



Légende

- Aire d'étude de 15km
- - - Limite communale

Niveau de service par écosystème



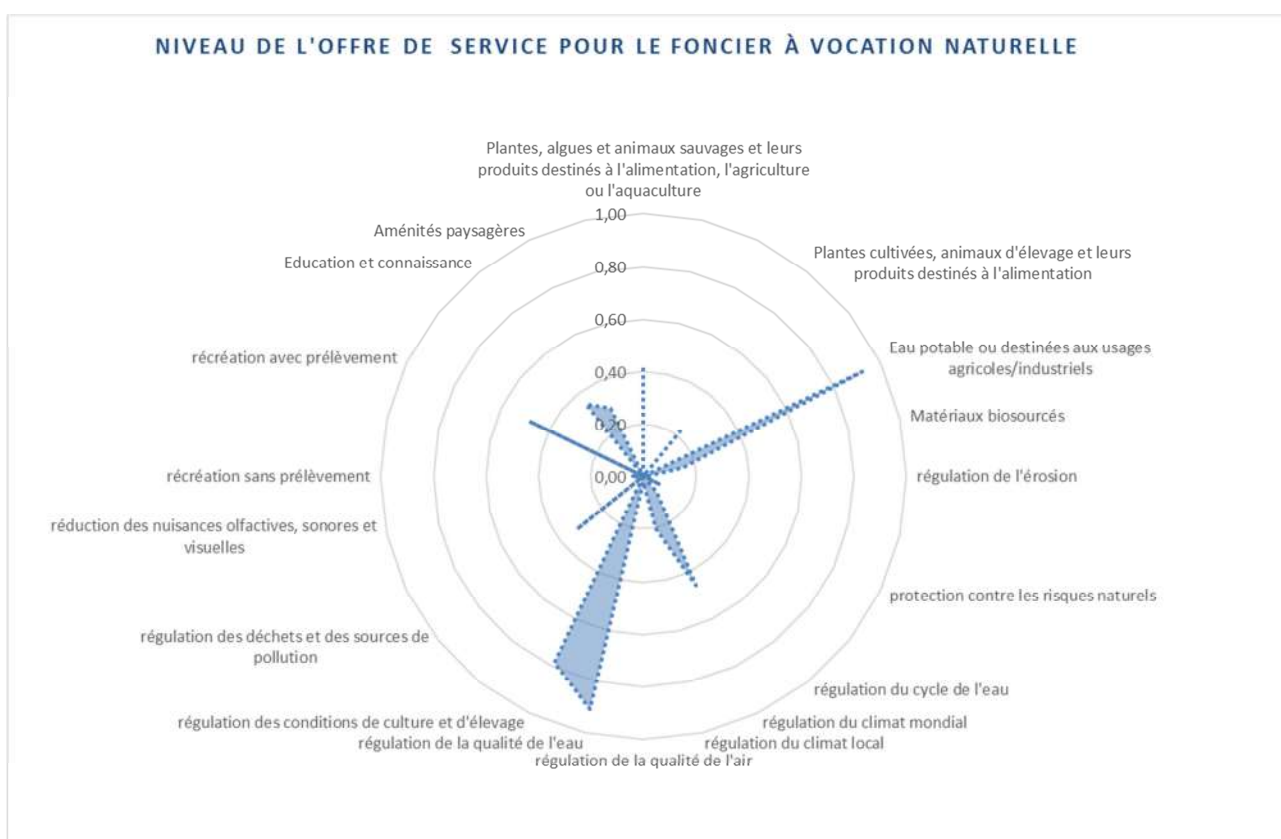
Date : mars 2020
 Sources : Corine Land Cover
 Fond de plan : ©ESRI - World Topographic Map



5.2 - Analyse du foncier du Port

5.2.1 - Foncier à vocation naturelle

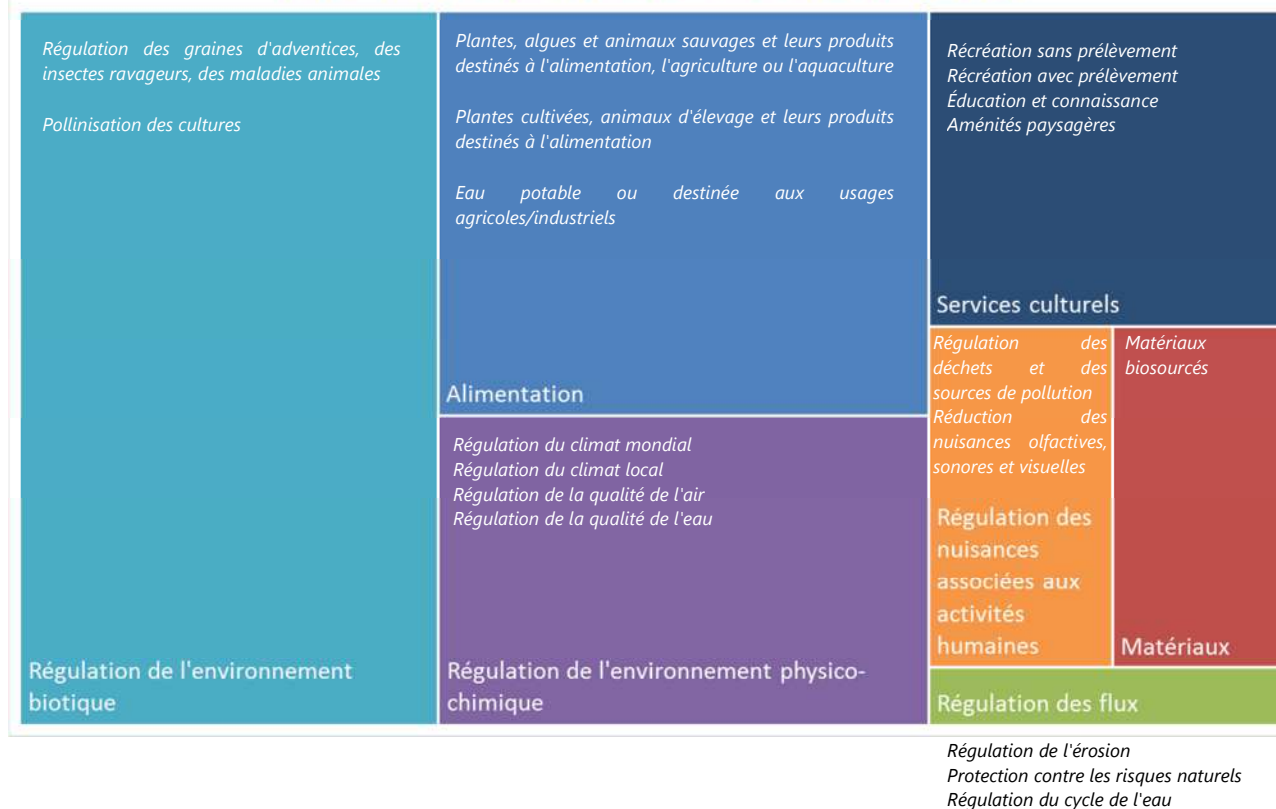
Ces espaces à vocation naturelle (environ 990 ha) offrent, pour certains, un niveau de service important. **Il conviendrait d'étudier plus finement l'apport de services de ces espaces pour les systèmes agricoles proches.** On note également le rôle de ces espaces pour le **stockage du carbone** mais aussi en matière de **régulation de la qualité de l'eau, du climat local et de régulation des nuisances** : en effet, leur positionnement (pour certaines parcelles) à l'interface avec les zones urbaines et industrialisées permet l'apport de services à la zone urbaine de Nantes/ Saint Nazaire (notamment en matière de cadre de vie et de résilience vis-à-vis d'évènements climatiques extrêmes). Ces parcelles apportent donc un véritable bénéfice à l'agglomération. **Ces bénéfices peuvent encore être améliorés au travers des services de récréation et d'éducation à l'environnement apportés par des zones naturelles gérées.**



Ce graphique radar est basé sur un « score » global de chaque service par grande classe d'occupation du sol au sein du périmètre considéré : $\text{Score} = \sum (\text{psai} \times \text{Surf relative } i)$, où :

- psai : indice de présence du service pour l'occupation du sol a (0 : service absent et 1 : service présent, valeurs intermédiaires pour certains cas particuliers)
- Surf relative i : surface relative de l'occupation du sol i par rapport à la surface totale du territoire étudié

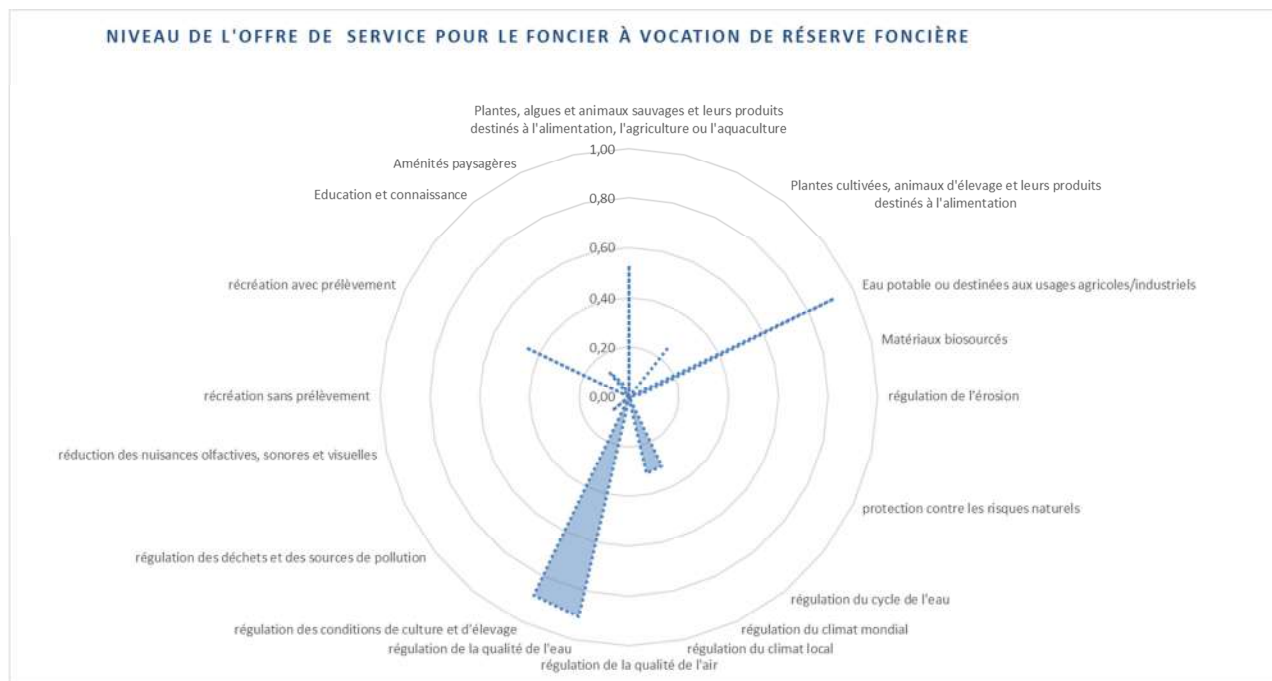
Foncier à vocation naturelle - Classes de service



Pour la représentation graphique ci-dessus, le regroupement des services a été fait selon le cadre conceptuel EFESÉ présenté dans le chapitre 4. Cette représentation permet d'appréhender l'importance relative de chaque classe de service pour l'ensemble du foncier à vocation naturelle.

5.2.2 - La réserve foncière

Le foncier en réserve foncière à vocation portuaire (environ 480 ha) présente un profil proche du foncier à vocation naturelle avec néanmoins un niveau de service un peu plus faible et certains services plus faiblement représentés : services culturels, régulation des nuisances.



Ce graphique radar est basé sur un « score » global de chaque service par grande classe d'occupation du sol au sein du périmètre considéré : $\text{Score} = \sum (\text{psai} \times \text{Surf relative } i)$, où :

- psai : indice de présence du service pour l'occupation du sol a (0 : service absent et 1 : service présent, valeurs intermédiaires pour certains cas particuliers)
- Surf relative i : surface relative de l'occupation du sol i par rapport à la surface totale du territoire étudié

Foncier en réserve foncière - Classes de service



Régulation des déchets et des sources de pollution
 Réduction des nuisances olfactives, sonores et visuelles

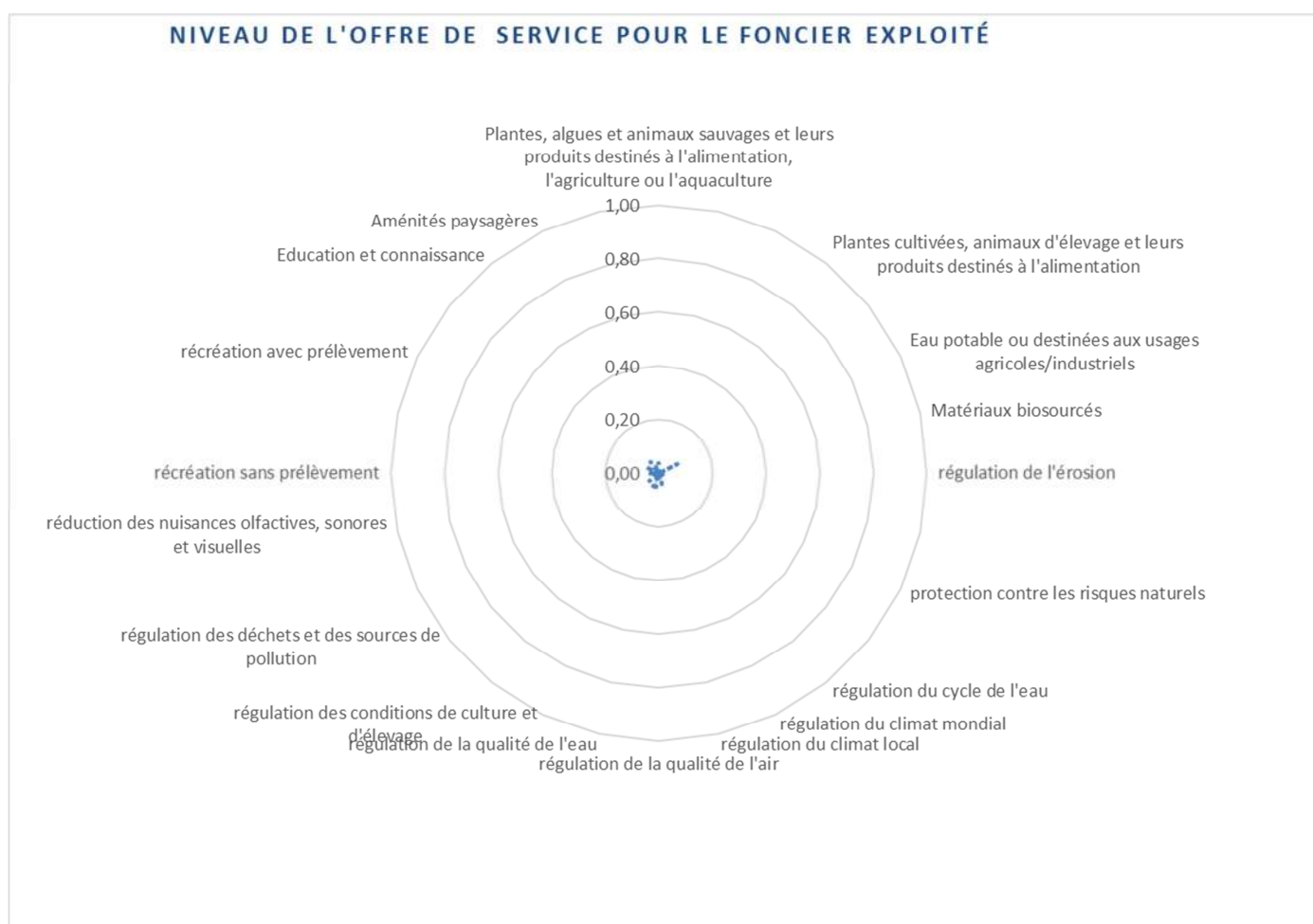
Pour la représentation graphique ci-dessus, le regroupement des services a été fait selon le cadre conceptuel EFESE présenté dans le chapitre 4. Cette représentation permet d'appréhender l'importance relative de chaque classe de service pour l'ensemble du foncier en réserve.

5.2.3 - Le foncier en exploitation

Le foncier exploité (environ 1310 ha) présente très peu d'espaces naturels (11% de la surface totale du foncier en exploitation), d'où le faible niveau de service relatif.

Ces espaces sont cependant porteurs de services, principalement liés aux espaces aquatiques et humides. Il s'agit notamment des services liés à la régulation de l'environnement biotique (pollinisation, régulation des ravageurs...), services culturels, en lien avec la zone estuarienne, services d'alimentation (fourrage), services de régulation de l'environnement physico-chimique (stockage de carbone, régulation du climat global, régulation de la qualité des eaux), services de régulation des nuisances (épuration des eaux, réduction des nuisances sonores, ...).

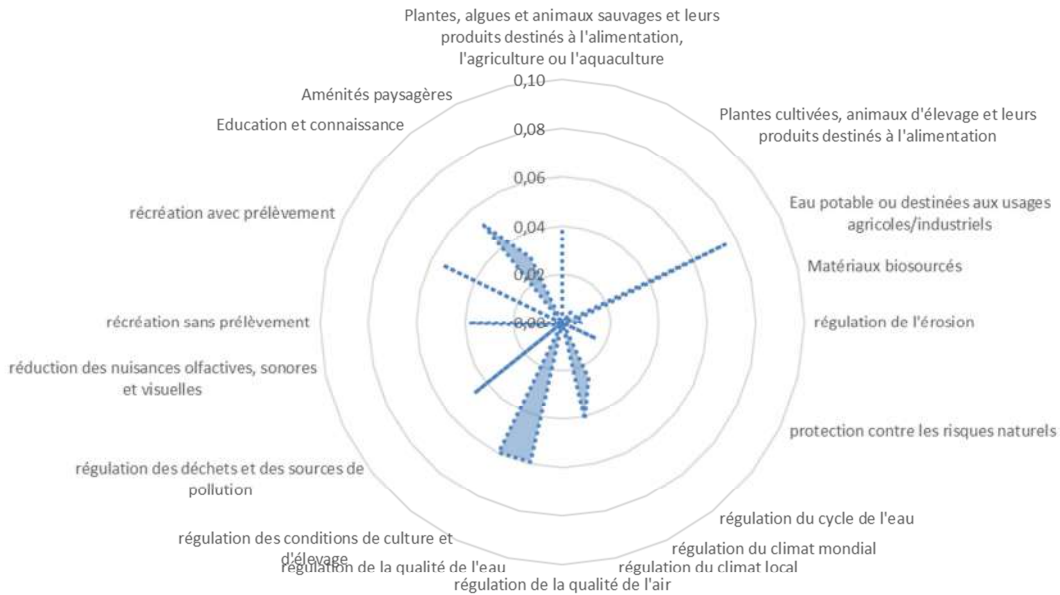
Leur préservation dans le cadre de l'activité du Port est importante : ces services sont autant de liens positifs vis-à-vis du territoire environnant mais aussi pour le confort du site.



Ce graphique radar est basé sur un « score » global de chaque service par grande classe d'occupation du sol au sein du périmètre considéré : Score = $\sum (\text{psai} \times \text{Surf relative } i)$, où :

- psai : indice de présence du service pour l'occupation du sol a (0 : service absent et 1 : service présent, valeurs intermédiaires pour certains cas particuliers)
- Surf relative i : surface relative de l'occupation du sol i par rapport à la surface totale du territoire étudié

NIVEAU DE L'OFFRE DE SERVICE POUR LE FONCIER EXPLOITÉ - ZOOM



Foncier exploité - Classes de service

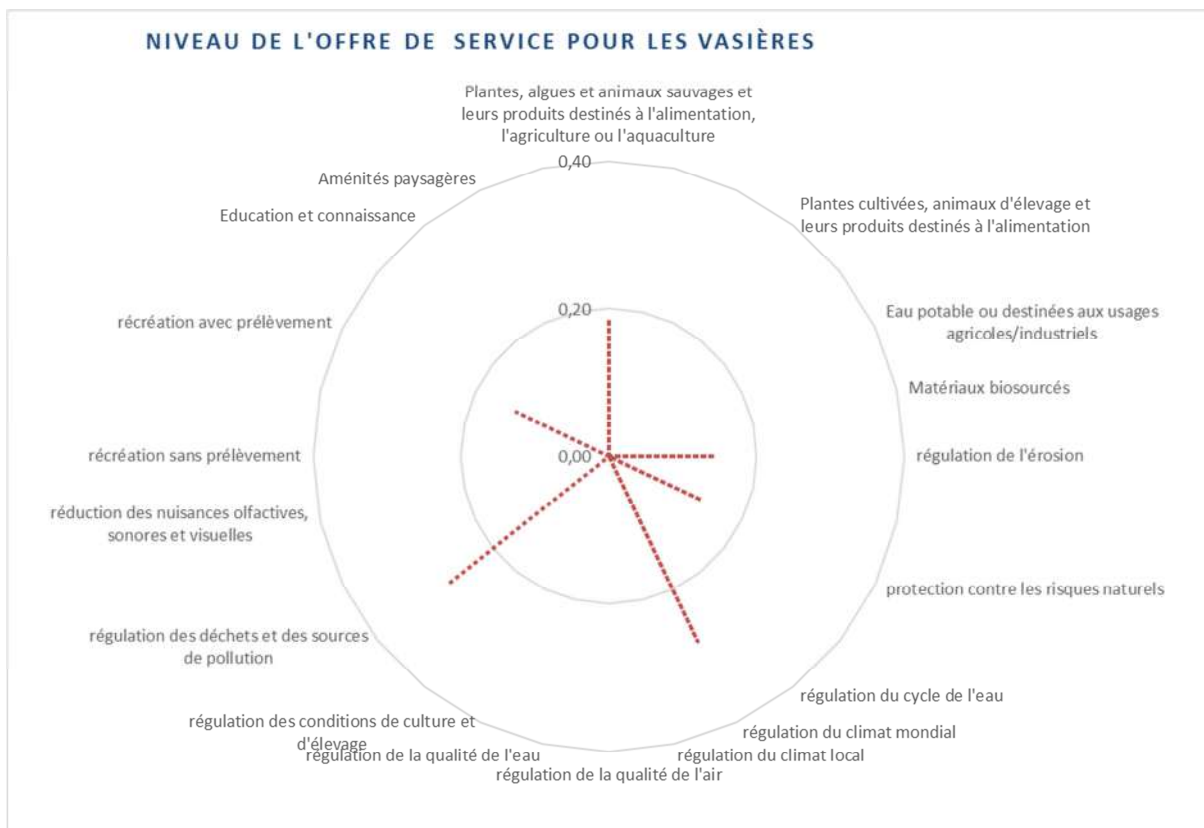
<p>Régulation des graines d'adventices, des insectes ravageurs, des maladies animales</p> <p>Pollinisation des cultures</p> <p>Régulation de l'environnement biotique</p>	<p>Récréation sans prélèvement</p> <p>Récréation avec prélèvement</p> <p>Éducation et connaissance</p> <p>Aménités paysagères</p> <p>Services culturels</p>	<p>Régulation du climat mondial</p> <p>Régulation du climat local</p> <p>Régulation de la qualité de l'air</p> <p>Régulation de la qualité de l'eau</p> <p>Régulation de l'environnement physico-chimique</p>	
	<p>Plantes, algues et animaux sauvages et leurs produits destinés à l'alimentation, l'agriculture ou l'aquaculture</p> <p>Plantes cultivées, animaux d'élevage et leurs produits destinés à l'alimentation</p> <p>Eau potable ou destinées aux usages agricoles/industriels</p> <p>Alimentation</p>	<p>Régulation des déchets et des sources de pollution</p> <p>Réduction des nuisances olfactives, sonores et visuelles</p> <p>Régulation des nuisances associées aux activités humaines</p>	<p>Régulation de l'érosion, du cycle de l'eau</p> <p>Protection contre les risques naturels</p> <p>Régulation des flux</p>

Pour la représentation graphique ci-dessus, le regroupement des services a été fait selon le cadre conceptuel EFESÉ présenté dans le chapitre 4. Cette représentation permet d'appréhender l'importance relative de chaque classe de service pour l'ensemble du foncier exploité.

5.2.4 - Cas particulier des vasières

Ces espaces n'appartiennent pas au Grand Port mais les vasières font partie du domaine d'intervention du Grand Port.

Ces vasières sont des espaces naturels fragiles qui offrent aussi des services au territoire, notamment en matière de traitement polluants et sont également des milieux séquestreurs de carbone, même si ce rôle est encore mal connu.



Ce graphique radar est basé sur un « score » global de chaque service par grande classe d'occupation du sol au sein du périmètre considéré : $\text{Score} = \sum (\text{psai} \times \text{Surf relative } i)$, où :

- psai : indice de présence du service pour l'occupation du sol a (0 : service absent et 1 : service présent, valeurs intermédiaires pour certains cas particuliers)
- Surf relative i : surface relative de l'occupation du sol i par rapport à la surface totale du territoire étudié

Les vasières - Classes de service

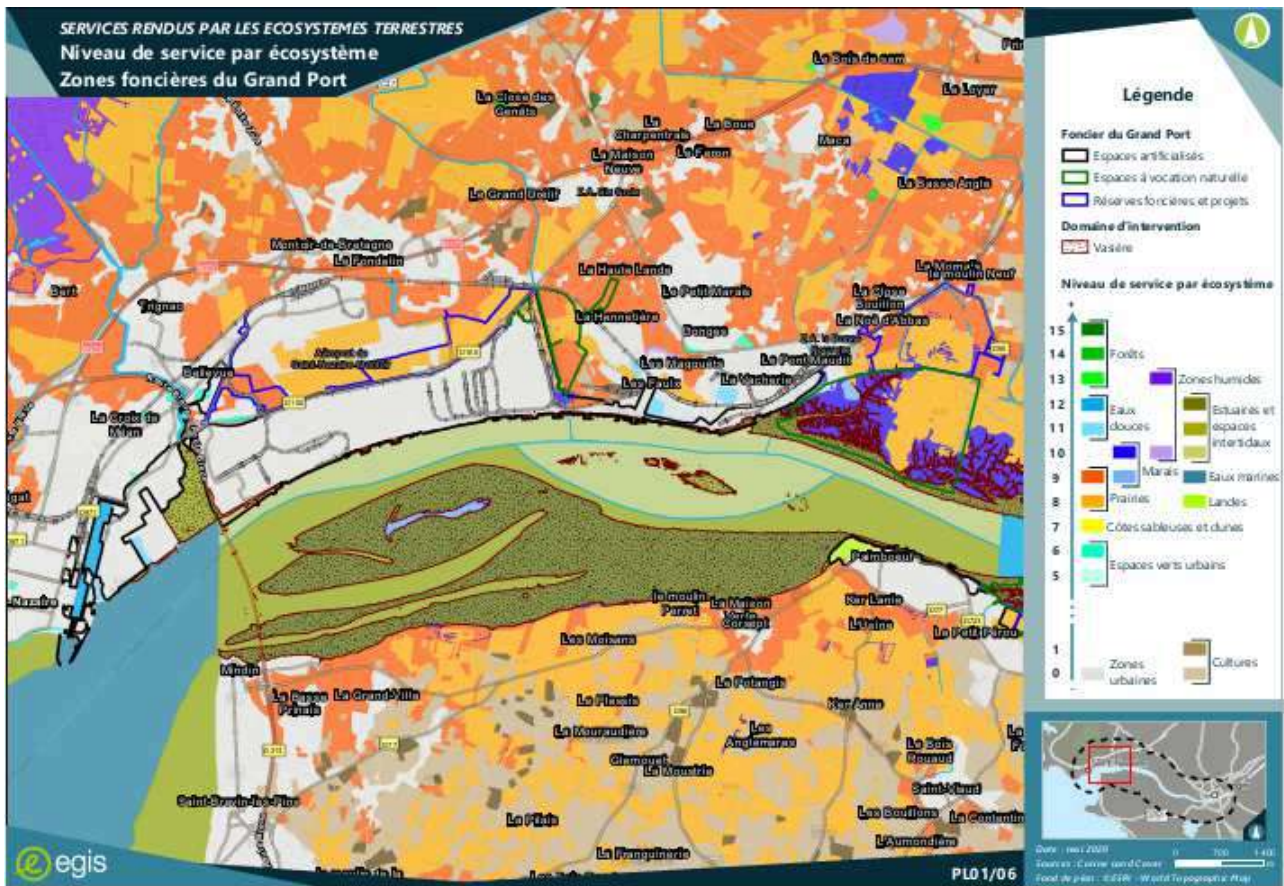


Pour la représentation graphique ci-dessus, le regroupement des services a été fait selon le cadre conceptuel EFESÉ présenté dans le chapitre 4. Cette représentation permet d'appréhender l'importance relative de chaque classe de service pour l'ensemble du foncier exploité.

5.2.5 - Approche spatiale

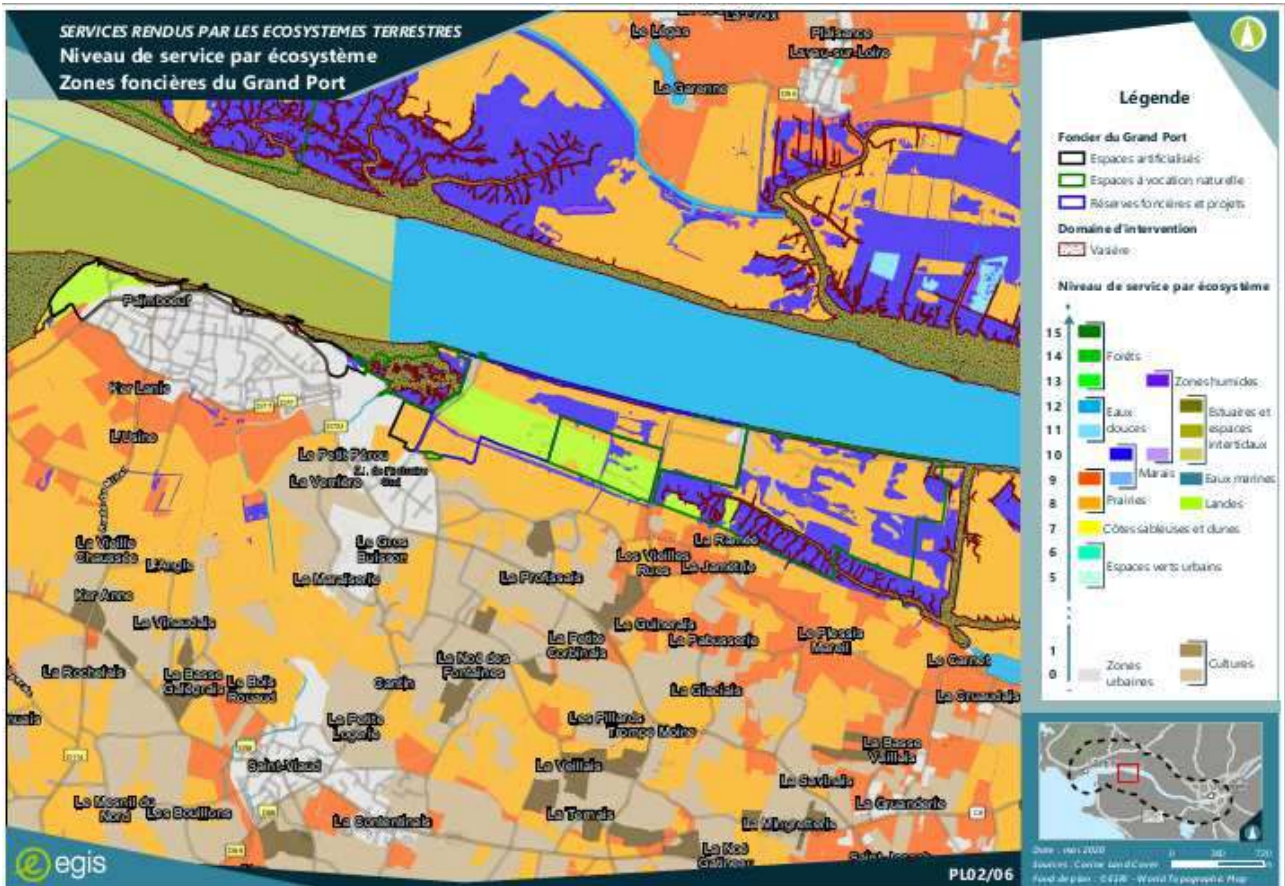
La zone estuarienne a été découpée en 6 tronçons, et sont présentés de l'aval vers l'amont.

- 1^{er} secteur (Saint-Nazaire-Paimboeuf)
 - ▶ Zones humides et prairies apportent un maximum de services.
 - ▶ Le niveau de service est comparable au sein du foncier du GPMNSN à vocation naturelle et à l'extérieur.
 - ▶ La zone estuarienne apporte un niveau de service important



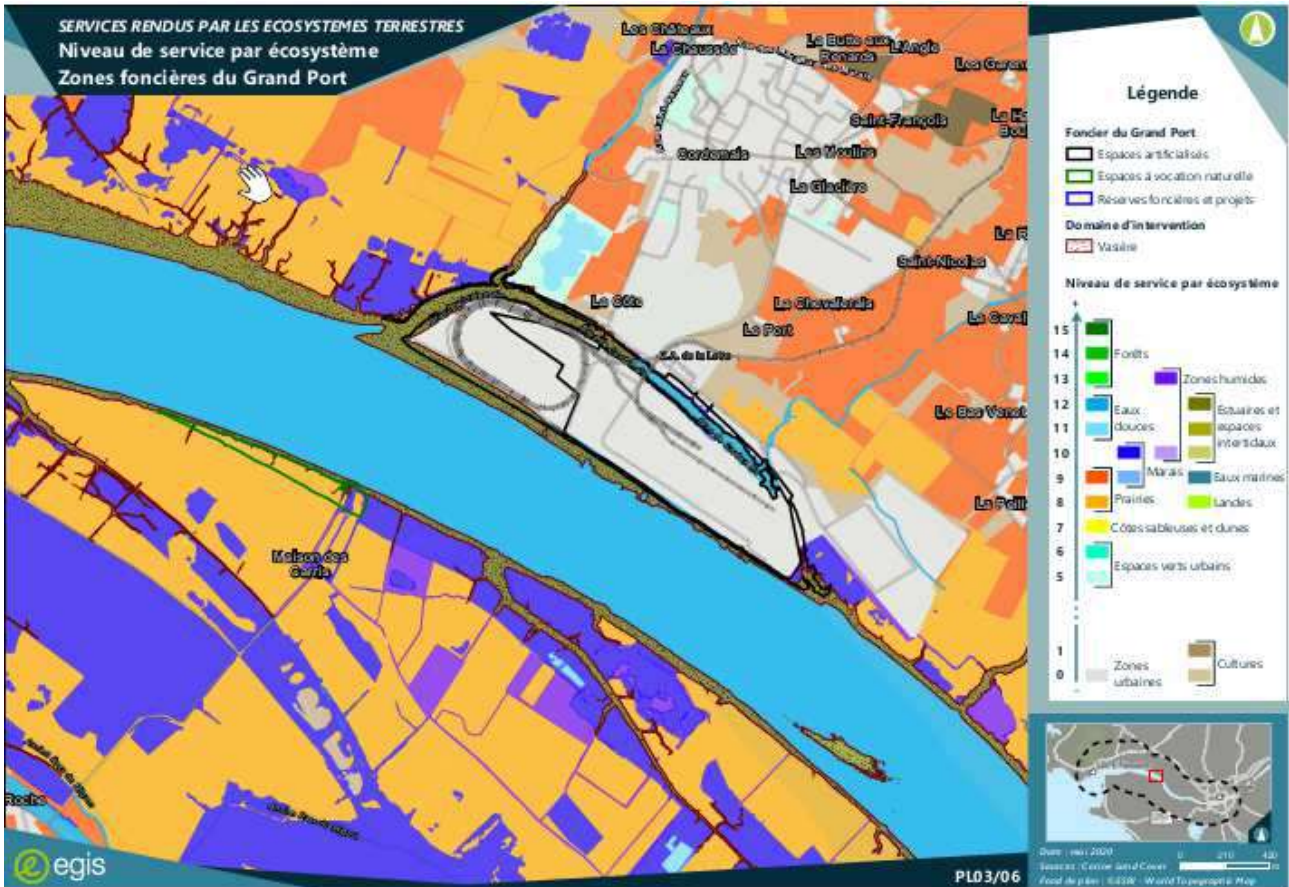
■ 2^{ème} secteur (Donges-Est - Le Carnet)

- ▶ Les zones humides apportent un maximum de services.
- ▶ Landes et marais diversifient les milieux et ont probablement des interactions positives avec les prairies et cultures alentours.
- ▶ La gestion des prairies au sein des espaces à vocation naturelle est à intégrer dans les plans de gestion de ces espaces pour une fourniture maximale des services.
- ▶ La valorisation récréative du site du Carnet par un sentier découverte (baludik) qui est réalisée confirme la valeur culturelle de ces espaces.

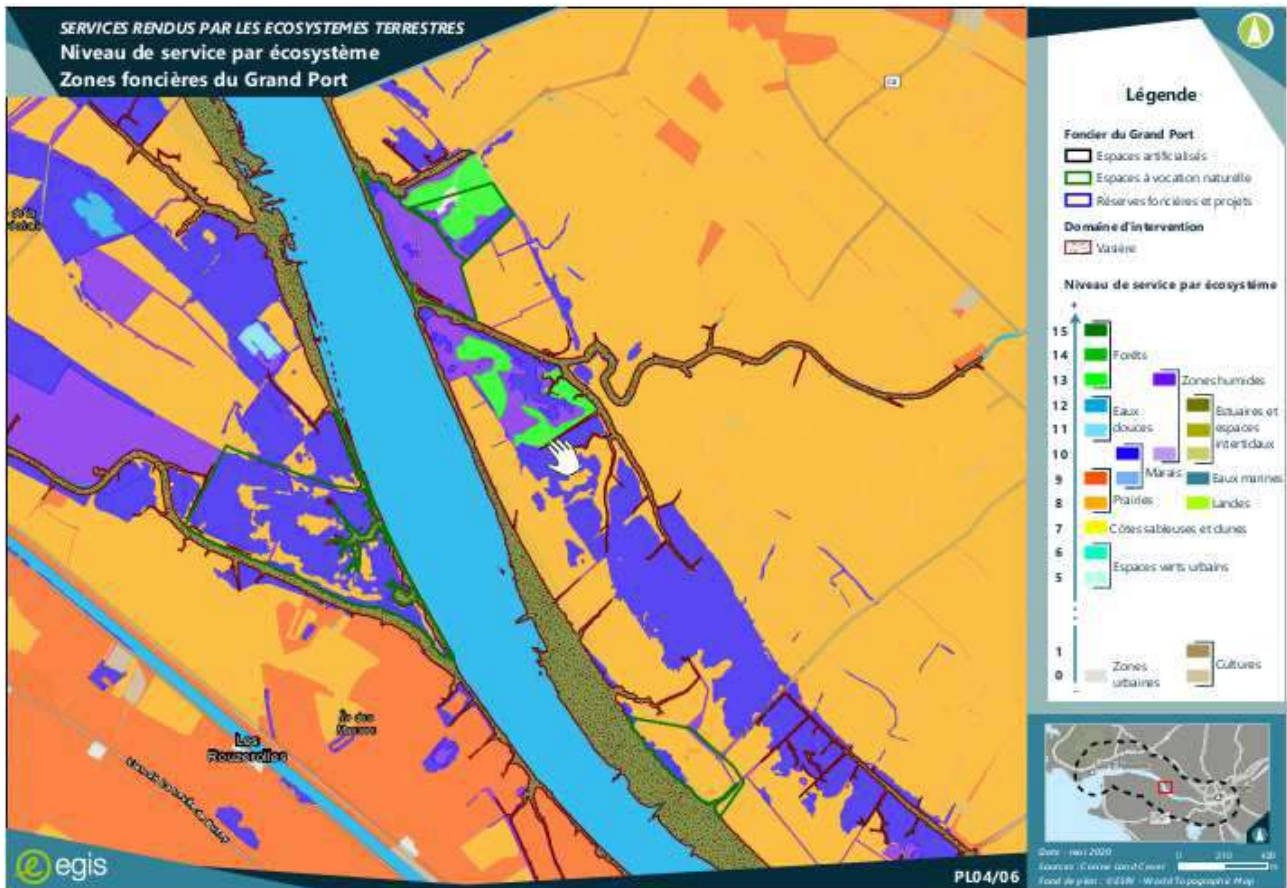


■ 3^{ème} secteur (Cordemais)

- ▶ Le site exploité par EDF Cordemais est bordé d'espaces à fort enjeu. Ces derniers doivent être pris en compte dans la gestion du site industriel.
- ▶ En rive gauche, la gestion du site peut être orientée de manière à renforcer certains services (lesquels à citer) et une diversification des milieux (point prévu dans le PG du Carnet en élaboration).

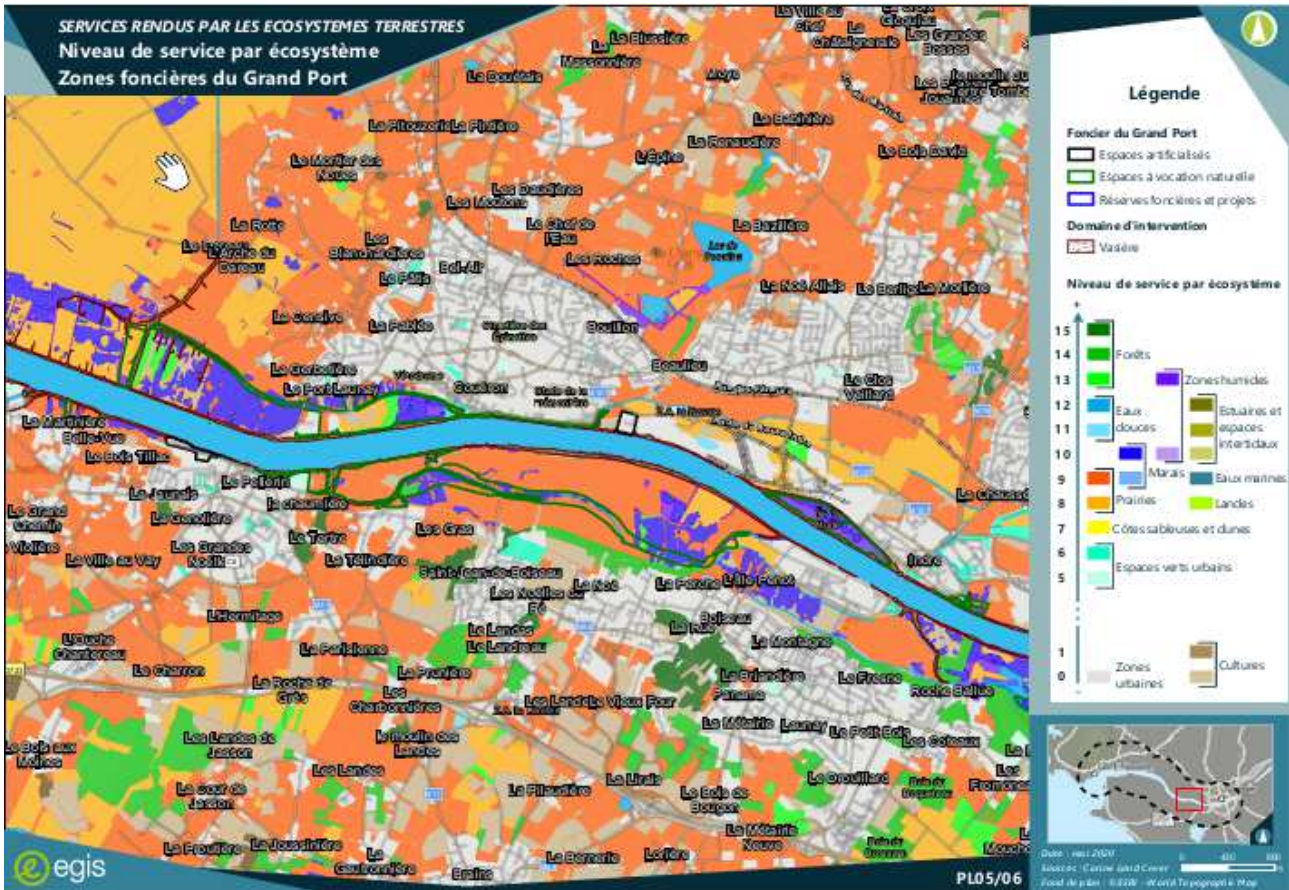


- 4^{ème} secteur (Cordemais – Le Pellerin)
 - ▶ Les zones humides et les espaces boisés apportent un haut niveau de service.
 - ▶ Les espaces à vocation naturelle du Port participent à la qualité des espaces situés en bord de Loire qui apportent au territoire de nombreux services (notamment de régulation).

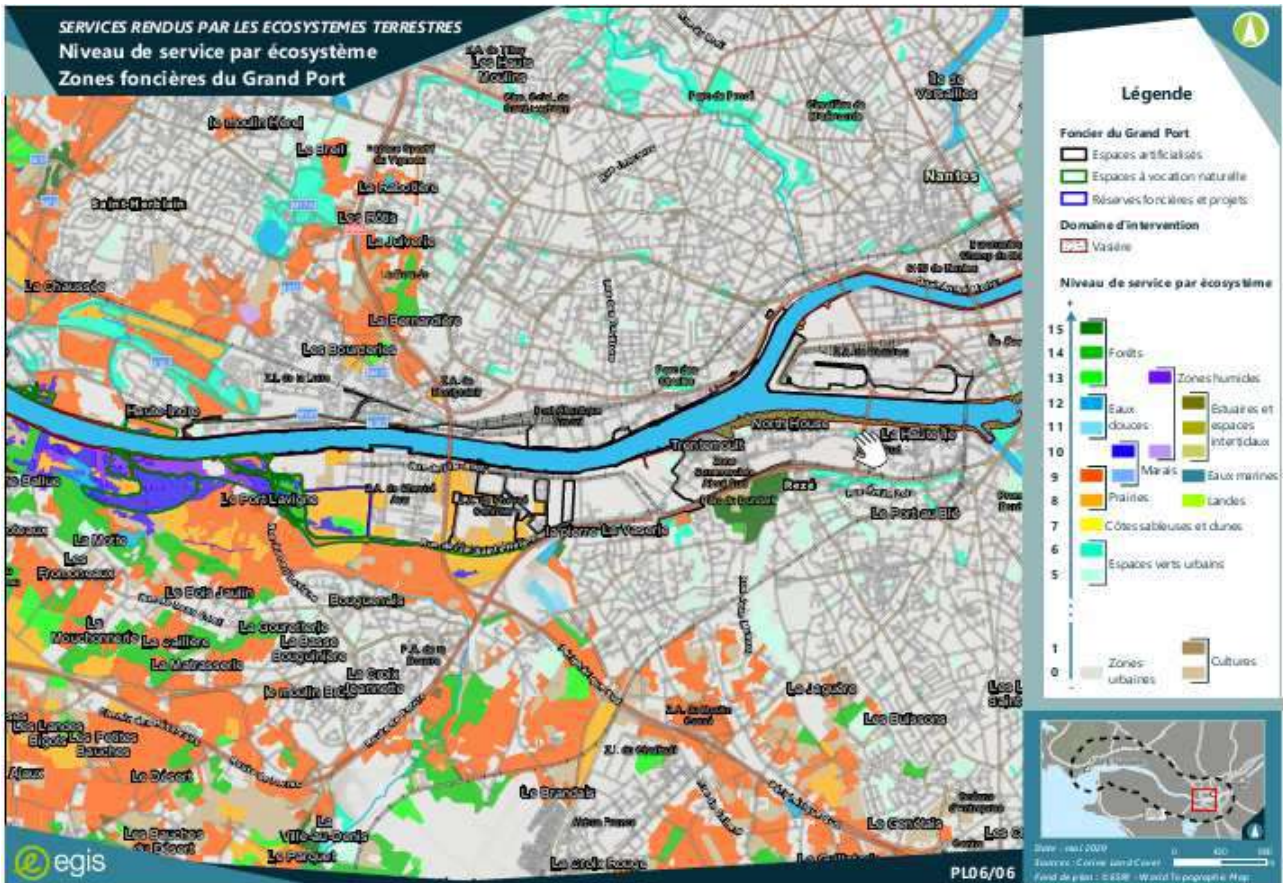


■ 5^{ème} secteur (Le Pellerin – Bouguenais)

- ▶ Tous les espaces à vocation naturelle présentent un fort niveau de service, en lien avec les types d'écosystèmes présents et gérés.
- ▶ En rive droite, les espaces diversifiés jouent un rôle tampon entre la Loire et les espaces urbanisés.



- 6^{ème} secteur (Bouguenais – Nantes)
 - ▶ Les espaces naturels ou à vocation naturelle sont de plus en plus rares en se rapprochant du centre de Nantes. Les quelques espaces résiduels présentent un fort niveau de service.
 - ▶ Certains des espaces diversifiés jouent un rôle tampon entre la Loire et la ville.



5.2.6 - Approche quantitative – Stockage et séquestration du carbone

■ Quelques définitions pour une bonne lecture des résultats...

■ Stock de Carbone (Source : FAO Département des forêts Termes et définitions)

Le stock de carbone est la quantité de carbone présente dans un « bassin », à savoir un réservoir ou un système pouvant accumuler ou libérer le carbone. Ainsi les espaces naturels, l'estuaire constituent des stocks de carbone dont la valeur peut varier au cours du temps en fonction du flux de séquestration mais aussi des pratiques de gestion, des variations climatiques...

Le stock de carbone s'exprime en tonne CO_{2eq.} / ha.

■ Séquestration de Carbone (source : <https://www.supagro.fr/ress-pepites/processusecologiques/co/RegSequestrationC.html>)

La séquestration du carbone est le processus correspondant à un stockage de carbone dans le système sol-plante et va donc atténuer les émissions de gaz à effet de serre responsables du changement climatique.

La séquestration du carbone dans les sols est possible à travers une restauration des pratiques d'utilisation des terres : agriculture de conservation, agroforesterie, utilisation de plantes de couverture ou de mulch, utilisation de composts et de fumiers.

Les techniques agroécologiques sont censées permettre une séquestration de carbone dans les sols et lutter ainsi contre le réchauffement climatique. Ces formes d'agriculture sont également connues sous le nom de « Climate-smart agriculture ».

La séquestration carbone s'exprime en tonne CO_{2eq.} / ha / an.

■ Bilan carbone / bilan d'émission GES

Le bilan carbone est un outil de diagnostic inventé par l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) pour comprendre et analyser l'activité des particuliers, des entreprises, des collectivités et des administrations en termes d'émissions directes et indirectes de gaz à effet de serre. Il comptabilise 6 gaz selon une méthode dont les règles sont publiques et reconnues officiellement par des accords internationaux.

■ Stock de carbone sur le foncier du GPMNSN

Sur la base des milieux présents sur le foncier du GPMNSN, une 1^{ère} estimation du stock de carbone peut être calculée : **on peut estimer à environ 680 000 tonnes éq. CO2 le stock de carbone**. Seuls 5% de ce stock sont présents au niveau du foncier exploité, alors que celui-ci représente près de 50 % de la surface totale.

■ Hypothèses – stockage de carbone par grand type d'écosystème

L'EFESE a publié, en mars 2019¹, des quantifications de stocks de carbone par écosystèmes en France. Les valeurs proposées en matière de stockage sont les suivantes :

	STOCK DE REFERENCE (TCO _{2EQ} /HA)	COMMENTAIRES
Eaux douces	0	
Prairies	303	Hyp. Pelouses et pâturages naturels de la région océanique sous tout type de gestion
Forêts feuillus	636	Hyp – Forêt fermée de feuillus de la région océanique sous tout type de région Nota : valeur sans doute surestimée dans notre cas – forêt « ouverte » présente un stock de 144, donc probablement qu'au niveau du foncier du Grand port, les deux types soient rencontrés
Forêts mixtes	593	Hyp – Forêt fermée mixte de la région océanique sous tout type de région Même commentaire que ci-dessus
Espaces verts urbains	177	Hyp/ espace vert urbain de la région océanique sous tout type de gestion
Zones humides, marais et roselières	593	Hyp. Zones humides littorales de la région métropolitaine sous tout type de gestion Hyp. Lagunes/lagons de la région métropolitaine sous tout type de gestion
Cultures	223	Hyp. Cultures annuelles de la région océanique sans pratique séquestrante
Landes	288	Hyp. Landes, garrigues et maquis de la région océanique sous tout type de gestion
Zone urbaine et anthropisée	110	Hyp. Terre imperméabilisée de la région océanique sous tout type de gestion
côte sableuse, dunes	0	Hyp. Plages, dunes, et zones sableuses sous tout type de gestion
Eaux marines	0	Hyp. Eaux du large de la région métropole sous tout type de gestion
Estuaire et espace intertidal sableux/vaseux	Non renseigné	

¹ La séquestration de carbone par les écosystèmes en France – rapport THEMA mars 2019, EFESÉ

■ Stockage de carbone sur le foncier du GPMNSN

OCCUPATION DU SOL	FONCIER DU GPMNSN						681360
	VOCATION NATURELLE		RESERVE FONCIERE		FONCIER EXPLOITE		
	SURFACE (HA)	STOCK DE CARBONE (TEQ.CO2)	DE	SURFACE (HA)	STOCK DE CARBONE (TEQ.CO2)	DE	
Eaux douces	4	0	0	2	0	11	0
Prairies	424	128517		369	111854	53	16174
Forêts feuillus	0	0		0	0	0	0
Forêts mixtes	17	9849		4	2076	0	30
espaces verts urbains	3	508		1	144	10	1820
Zones humides, marais et roselières	381	225870		32	18784	11	6431
Cultures	16	3578		8	1763	9	1906
Landes	28	8046		29	8404	13	3810
Zone urbaine et anthropisée	17	1908		33	3614	1148	126276
côte sableuse, dunes	0	0		0	0	0	0
eaux marines	0	0		0	0	3	0
estuaire et espace intertidal sableux/vaseux	102	<i>pas de valeur de référence</i>		4	<i>pas de valeur de référence</i>	53	<i>pas de valeur de référence</i>
Total	992	378 275		481	146 639	1311	156 446

Cette évaluation donne un ordre de grandeur du stock "contenu" dans les espaces à vocation naturelle qui représente un volume important au regard du bilan des émissions générées par le Port et ses activités (près de 23 000 tonnes en 2011). **Cela signifie qu'une mauvaise gestion pourrait venir dégrader significativement le bilan par déséquestration du carbone.**

■ Séquestration de carbone sur le foncier du GPMNSN

L'évaluation du service de séquestration in situ du carbone fait encore l'objet de fortes incertitudes. En terme d'intensité du puits actuel, l'EFESE propose de retenir les valeurs suivantes (odres de grandeur à l'échelle nationale) :

	INTENSITE DU PUIIS ACTUEL (EN TC02EQ/AN/HA)
Prairies	0,37
Forêts	5,06
Autres écosystèmes naturels (dont Zones humides)	0,42
Territoires agricoles	-0,06
Marin métropolitain	0.01
Urbain	0

OCCUPATION DU SOL	VALEUR DE REFERENCE INTENSITE DU PUIITS	VOCATION NATURELLE		RESERVE FONCIERE		FONCIER EXPLOITE		
	TEQ CO2/HA/AN	SURFACE (HA)	INTENSITE DU PUIITS ACTUEL (EN TC02EQ/AN/HA)	SURFACE (HA)	INTENSITE DU PUIITS ACTUEL (EN TC02EQ/AN/HA)	SURFACE (HA)	INTENSITE DU PUIITS ACTUEL (EN TC02EQ/AN/HA)	
Eaux douces	NR	4	NR	2	NR	11	NR	
Prairies	0,37	424	157	369	137	53	20	
Forêts feuillus	5,06	0	0	0	0	0	0	
Forêts mixtes	5,06	17	84	4	18	0	0	
espaces verts urbains	NR	3	NR	1	NR	10	NR	
Zones humides, marais et roselières	0,42	381	160	32	13	11	5	
Cultures	-0,06	16	-1	8	0	9	-1	
Landes	0,42	28	12	29	12	13	6	
zone urbaine et anthropisée	0	17	0	33	0	1148	0	
côte sableuse, dunes	0	0	0	0	0	0	0	
eaux marines	0,01	0	0	0	0	3	0	
estuaire et espace intertidal sableux/vaseux	0,01	102	1	4	0	53	1	
Total		992	413	481	179	1311	30	
TOTAL								622

NR: non renseigné, pas de valeur

On peut dire qu'à minima, tous les ans, au moins 622 t eq. CO2 sont séquestrés au sein du foncier du Grand Port.

5.3 - Synthèse et conclusions

■ Synthèse

Le pré-diagnostic qui a été réalisé met en exergue l'intérêt du foncier naturel, d'une part vis-à-vis des zones urbaines et d'autre part, pour les zones agricoles (régulation biotique). Ce foncier à vocation naturelle est ainsi en forte relation avec le territoire de l'agglomération de Nantes / Saint Nazaire à travers les services qu'il lui apporte :

- Services de régulation importants:
 - ▶ Stockage de carbone
 - ▶ Épuration des eaux, de l'air
 - ▶ Régulation du climat local
 - ▶ Régulation des conditions de culture
- Services culturels significatifs en raison de la proximité des espaces avec la ville

Cela signifie que toute action qui conduit à un changement d'affectation du sol ou des pratiques de gestion peut faire varier ces services, en positif ou en négatif. Ce critère d'impact sur les services écosystémiques pourrait être intégré dans les analyses coûts/bénéfices qui accompagnent probablement les projets / actions engagés par le Grand Port.

■ Pistes d'action

Pour chaque foncier naturel géré, il serait intéressant d'examiner les objectifs de gestion au long terme de ces espaces au regard de ces services. Selon les secteurs, certains services pourraient être privilégiés.

Le pré-diagnostic met également en évidence le stock de carbone que constituent ces zones naturelles, mais aussi, même si dans une Moindre mesure, l'ensemble du foncier.

Deux enjeux se présentent sur ce sujet :

- Maintenir le stock existant en évitant des pratiques ou des actions qui conduisent à déstocker le carbone
- Chercher à augmenter la séquestration sur le foncier

Un diagnostic plus fin du stockage de carbone sur chaque parcelle permettrait d'un côté de mieux connaître le capital carbone du Grand Port et de l'autre, d'évaluer son potentiel d'augmentation et les risques de déstockage.

Le guide THEMA² propose des exemples de pratiques séquestrantes. Elles sont présentées en annexe.

Ces pratiques séquestrantes peuvent être associées à des co-bénéfices, en lien avec les autres services écosystémiques : renforcement d'une trame verte locale, valorisation Bois-énergie, ...Ainsi, dans une approche territoriale plus large, les actions en faveur de la biodiversité par exemple pourraient également être valorisées par une augmentation de la séquestration.

L'évaluation de certains services de régulation pourrait également être affinée (climat local, épuration des eaux, épuration de l'air, soutien à la production agricole), en lien aussi avec des actions de concertation territoriale ou à l'occasion des projets portés par le Port dans le cadre de mesures d'accompagnement.

Egis, avec des partenaires scientifiques, développe actuellement une approche innovante, CARBON-SMART SOILS, visant à accompagner les entreprises françaises pour une meilleure performance environnementale et sociale. CARBON-SMART SOILS s'appuie sur plusieurs outils techniques innovants permettant de :

- *développer une méthodologie de calcul rapide du potentiel de séquestration carbone d'un sol, ainsi que de son potentiel en termes de fonctions écosystémiques ;*
- *formuler des recommandations stratégiques pour permettre une gestion plus durable des sols ;*
- *proposer des moyens de valoriser une réduction des émissions de GES liées à l'exploitation de sols, de permettre une augmentation de la séquestration carbone du sol et des co-bénéfices liés à une meilleure gestion des sols.*

² La séquestration de carbone par les écosystèmes en France – rapport THEMA mars 2019, EFSE

6 - ANNEXE

6.1 - Cohérence MEA-EFESE

Les services de support définis dans le MEA (2005) correspondent aux fonctions écologiques dans l'EFESE¹⁷. Par ailleurs, les « services d'approvisionnement » du MEA sont approchés par la quantification et la valorisation des « biens » marchands (biens, céréales, etc.) ou non marchands (auto-consommation de bois de chauffage ou de fruits et légumes par exemple) qui en sont issus.

Tableau 1.2 - Tableau de correspondance entre les typologies du MEA (2005) et de l'EFESE

Typologie de l'EFESE	Typologie du MEA
Fonctions écologiques	Services de support
Biens produits par les écosystèmes	Services d'approvisionnement ou de prélèvement
Services écosystémiques de régulation	Services de régulation
Services écosystémiques culturels	Services culturels et spirituels
Patrimoine naturel	

6.2 - Pratiques séquestrantes – extrait du THEMA "La séquestration de carbone par les écosystèmes en France" (mars 2019)

■ Exemples de pratiques séquestrantes

PRATIQUE	TYPE D'EFFET	ELEMENTS D'ÉVALUATION DU POTENTIEL DE SEQUESTRATION ADDITIONNEL (EN MOYENNE A L'ÉCHELLE NATIONALE)	COUT UNITAIRE MOYEN (EN €/T _{CO2EQ})	ECOSYSTEMES CONCERNES	PRINCIPAUX ANTAGONISMES, SYNERGIES ET AUTRES EFFETS INDIRECTS ASSOCIES	SOURCES
Développer les techniques culturales sans labour (semi direct ou labour occasionnel)	Séquestration nette	~ 4MtCO ₂ eq/an (sur deux décennies environ, pour le labour occasionnel)	1610 (4 à 233)	Agricoles	<ul style="list-style-type: none"> ■ Production agricole (-) ■ Augmentation de besoin d'intrants (herbicides) (-) ■ Diminution des besoins de carburant et de travail (+) 	Pellerin et coll, 2013 (action 4)
Introduire davantage de cultures intermédiaires et de bandes enherbées	Séquestration nette	~ 1MtCO ₂ eq/an (sur deux décennies environ)	160 (115 à 260)	Agricoles	<ul style="list-style-type: none"> ■ Production agricole (-) pour les bandes enherbées 	Pellerin et coll, 2013 (action 4)
Introduire davantage de cultures intercalaires dans les cultures pérennes	Séquestration nette	~ 0,5MtCO ₂ eq/an (sur deux décennies environ)	14 (10 à 34)	Agricoles	<ul style="list-style-type: none"> ■ Production agricole (-) 	Pellerin et coll, 2013 (action 4)
Développer l'agroforesterie à faible densité d'arbres et les haies en périphérie des parcelles agricoles	Séquestration nette	~ 3MtCO ₂ eq/an (sur deux décennies environ)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Agroforesterie 14 (13 à 118) ■ Haies 107 (63 à 332) 	Agricoles	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bois et effets de substitutions (+) ■ Production agricole (-) 	Pellerin et coll, 2013 (action 5)
Optimiser la gestion des prairies pour favoriser le stockage de carbone	Séquestration nette	~ 2,5MtCO ₂ eq/an (sur deux décennies environ)	Négatif	Agricoles	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diminution des besoins d'intrants et de travail (+) 	Pellerin et coll, 2013 (action 6) Dolle, 2015 ; Soussana, 2004, 2014
Convertir des terres cultivées en prairies permanentes	Séquestration nette	<i>Non évalué</i>	n.d.	Agricoles	<ul style="list-style-type: none"> ■ Production agricole (-) 	-
Réduire l'artificialisation des terres	Séquestration nette	10MtCO ₂ eq/an (si arrêt de l'artificialisation nette)	n.d.	Forestiers Agricoles Milieux humides	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bois et effets de substitutions (+) ■ Récréation (+) ■ Paysages (+) 	Citepa, 2017

PRATIQUE	TYPE D'EFFET	ELEMENTS D'ÉVALUATION DU POTENTIEL DE SEQUESTRATION ADDITIONNEL (EN MOYENNE A L'ÉCHELLE NATIONALE)	COUT UNITAIRE MOYEN (EN €/tCO2EQ)	ECOSYSTEMES CONCERNES	PRINCIPAUX ANTAGONISMES, SYNERGIES ET AUTRES EFFETS INDIRECTS ASSOCIES	SOURCES
Boisement et reboisement	Séquestration nette	~ 5MtCO2eq/an (sur deux décennies)	<i>n.d.</i>	Forestiers	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bois et effets de substitutions (+) ■ Substitution énergie (+) 	Deheza et Bellassen, 2010, p.19.
Amélioration sylvicole (conversion de taillis en futaies, etc.)	Séquestration nette	~ 20MtCO2eq/an (sur deux décennies environ)	<i>n.d.</i>	Forestiers	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bois d'oeuvre et effets de substitutions (+) 	Deheza et Bellassen, 2010, p.26. Martel, Casset et Gleizes, 2015, p. 124.
Changements d'essence	Séquestration nette	<i>Non évalué ; 80tCO2eq/ha (potentiel à long terme évalué sur un exemple de remplacement de pin maritime par une variété plus productive)</i>	<i>n.d.</i>	Forestiers	<ul style="list-style-type: none"> ■ Possiblement des antagonismes 	Deheza et Bellassen, 2010, p.23.
Développer la sylviculture à couvert continu	Maintien Séquestration nette (à long terme)	<i>Non évalué</i>	<i>n.d.</i>	Forestiers	<ul style="list-style-type: none"> ■ Augmentation des besoins de travail (-) 	UK-NEA, 2009
Adapter la gestion forestière	Séquestration nette	<i>Non évalué</i>	<i>n.d.</i>	Forestiers	<i>Non évalué</i>	Martel, Casset et Gleizes, 2015, p. 60
Augmenter les retours de résidus de culture et de rémanents	<ul style="list-style-type: none"> ■ Séquestration nette ■ Maintien 	<i>Non évalué</i>	<i>n.d.</i>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Agricoles ■ Forestiers 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Production agricole (-) ■ Bois et effets de substitutions (-) 	UK-NEA, 2009
Prévention et gestion des incendies	Maintien	<i>Non évalué</i>	<i>n.d.</i>	Forestiers	<ul style="list-style-type: none"> ■ Protection contre les risques (+) ■ Bois et effets de substitutions (+) ■ De manière générale de nombreuses synergies 	-
Protection des sols riches en carbone	Maintien	<i>Non évalué</i>	<i>n.d.</i>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Haute-montagne 	<ul style="list-style-type: none"> ■ De manière générale de nombreuses synergies 	UK-NEA, 2009

PRATIQUE	TYPE D'EFFET	ELEMENTS D'ÉVALUATION DU POTENTIEL DE SEQUESTRATION ADDITIONNEL (EN MOYENNE A L'ÉCHELLE NATIONALE)	COUT UNITAIRE MOYEN (EN €/tCO ₂ EQ)	ECOSYSTEMES CONCERNES	PRINCIPAUX ANTAGONISMES, SYNERGIES ET AUTRES EFFETS INDIRECTS ASSOCIES	SOURCES
				<ul style="list-style-type: none"> ■ Agricole ■ Milieux humides et aquatique continentaux ■ Marins et littoraux 		
Restauration et revégétalisation des terres dégradées	Séquestration	<i>Non évalué</i>	<i>n.d.</i>	Terres artificialisés	<ul style="list-style-type: none"> ■ De manière générale de nombreuses synergies 	-
Protection et restauration des marais littoraux	<ul style="list-style-type: none"> ■ Maintien ■ Séquestration nette 	<i>Non évalué</i>	<i>n.d.</i>	Marins et littoraux	<ul style="list-style-type: none"> ■ De manière générale de nombreuses synergies 	-
Restaurer le régime hydrique des milieux humides	<ul style="list-style-type: none"> ■ Maintien ■ Séquestration nette 	<i>Non évalué</i>	<i>n.d.</i>	Milieux humides et aquatique continentaux	<ul style="list-style-type: none"> ■ Qualité de l'eau (+) ■ Bois et effets de substitutions (-) ■ De manière générale de nombreuses synergies 	UK-NEA, 2009, p. 545 TEEB DE, 2015, p. 38

a. Réduction de la fertilisation azotée, allongement de la période de pâturage et adaptation du chargement de bétail et allongement de la durée des prairies temporaires.

Clé de lecture : ce tableau présente des pratiques permettant une séquestration nette de carbone susceptible de se maintenir à long terme et des pratiques qui favorisent le maintien des stocks existants. Les pratiques séquestrantes dont les effets sont reflétés dans les données collectées dans le cadre de cette étude sont indiquées en gras. Du fait du cadre restreint de cette étude, ce tableau n'inclut pas les pratiques qui permettent de réduire les émissions de GES des activités agricoles (gestion des intrants, alimentation animales, etc.) bien que celles-ci soient à considérer dans une perspective de gestion (voir section 3.3.3).

11.5 - Recommandations du Conseil Scientifique de l'Estuaire de la Loire (juin 2021)

Conseil scientifique de l'estuaire de la Loire

Secrétariat : DREAL Pays-de-la-Loire

5, rue Françoise Giroud – CS 16326

44263 NANTES Cedex 2

Contact : Jean-Luc GIRARD

Tél. : 02 72 74 76 22

Courriel : jean-luc.girard@developpement-durable.gouv.fr

www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr

CONSEIL SCIENTIFIQUE DE L'ESTUAIRE DE LA LOIRE

Séance du 6 mai 2021

Recommandations préparatoires de l'avis du CSEL sur le projet de programme stratégique 2021-2026 du grand Port maritime Nantes – Saint-Nazaire

Lors de la séance du CSEL du 6 mai 2021, le grand Port maritime Nantes – Saint-Nazaire (GPMNSN) a fait une première présentation, pour information et discussion, de son projet de programme stratégique 2021-2026. Il a indiqué, pour des raisons de calendrier, que l'avis définitif devra être donné vers la fin du mois de juin.

Le CSEL a donc décidé de produire dès maintenant des recommandations préfigurant son avis, afin de favoriser leur prise en compte.

Le CSEL rappelle qu'il souhaite que son avis puisse être donné suffisamment tôt pour qu'il soit utile. Il regrette donc le calendrier très contraint de son examen du projet stratégique portuaire, attribution obligatoire des conseils scientifiques d'estuaire qui a justifié en partie leur création.

Le document fait un état des lieux intéressant. Il intègre toutes les facettes du rôle majeur et structurant du port, de son fonctionnement propre à ses effets induits d'entraînement économique et social d'un vaste territoire.

Le document devrait comporter beaucoup plus d'éléments chiffrés, quantifiés, de schémas et de cartes pour mieux faire comprendre les enjeux.

L'organigramme des services du GPMNSN serait utile pour comprendre son organisation dans le contexte de la mise en œuvre du programme stratégique, notamment les moyens mobilisés en regard de ses préoccupations environnementales.

Les anglicismes devraient être évités lorsque cela est possible et un glossaire serait utile, les termes portuaires n'étant pas toujours compréhensibles pour le lecteur.

Le décalage temporel court-moyen terme reste une difficulté du plan stratégique. Pour s'affranchir de l'horizon à cinq ans imposé par l'exercice, il est indispensable qu'il porte explicitement

une prospective à long terme (dix–vingt ans). La nature des sujets abordés à juste titre (décarbonation, évolutions du transport maritime, politique d'aménagement, coopération interportuaire...) le nécessite absolument. Les actions sur cinq ans, quels que soient les aléas, ne devraient pas compromettre les orientations à long terme.

Ainsi le document devrait-il commencer par les lignes directrices de l'avenir à long terme désiré pour le GPMNSN dans l'estuaire, et par l'explication de la nécessaire compatibilité du plan stratégique à cinq ans.

Le choix du GPMNSN de privilégier une approche filière, de répondre aux besoins des acteurs régionaux et d'anticiper la disparition future des trafics énergétiques carbonés, dont le port est très dépendant, semble très pertinent.

Le document ne caractérise pas suffisamment les choix économiques alternatifs qui sont faits. Les stratégies proposées, pour mieux assurer leur efficacité, devraient comporter des limites à leur mise en œuvre.

Le projet concerne tous les trafics. Est-il financièrement soutenable ? Le GPMNSN a-t-il établi des priorités, une hiérarchisation parmi les stratégies proposées ?

L'argumentation comparant les orientations « stabilité » et « conquête » mériterait un approfondissement pour être explicite voire crédible. Le CSEL réitère sa préconisation d'un programme stratégique inscrit dans une dynamique à long terme, une période de cinq années relevant plutôt d'une temporalité de court à moyen terme.

Le document doit mieux préciser comment le GPMNSN compte s'adapter aux évolutions majeures du transport maritime, par exemple la réduction des gaz à effet de serre, la numérisation des processus, la gestion des besoins de foncier industriel et portuaire...

Peut-être le GPMNSN pourrait-il s'inspirer d'expériences intéressantes pour rendre plus concret son projet¹.

Un traitement plus précis de la question du report sur le transport ferroviaire serait utile pour comprendre les possibles évolutions concrètes de ce sujet majeur.

Les coopérations interportuaires sont essentielles afin de garantir l'intégration du GPMNSN à des systèmes portuaires performants. Leur stratégie doit être précisée dans son extension (au minimum l'arc Atlantique ?). Le programme stratégique devrait explicitement s'inscrire dans cette dynamique plus globale.

L'ensemble de ces compléments permettrait aussi de mieux justifier, d'un point de vue opérationnel, les actions économiques envisagées, elles-mêmes déjà peu précises, ainsi que de mieux positionner le port dans son territoire d'influence.

Dans la durée de ce plan stratégique, l'avenir de l'activité portuaire en amont de Donges devrait faire l'objet d'un questionnement étendu aux effets induits, économiques et environnementaux. Il pourrait prendre la forme d'une analyse avantages–inconvénients dont les résultats inspireraient le plan stratégique de 2026, ce qui suppose une mise œuvre attentiste du présent plan à ce sujet.

¹par exemple <https://www.greenaward.org/sea-shipping/2019/03/05/port-of-rotterdam-extends-incentive-to-all-tankers-with-green-award-certificate/> — <https://www.portofrotterdam.com/en/doing-business/port-of-the-future/energy-transition/incentive-scheme-climate-friendly-shipping> — <https://www.portofrotterdam.com/en/news-and-press-releases/incentive-scheme-for-clean-inland-shipping-and-sustainable-logistics-in>

Pour ne pas hypothéquer de futures orientations à long terme, l'occupation pas encore engagée de certains secteurs, comme la zone industrialo-portuaire du Carnet, la libération probable de surfaces industrielles, comme à Cordemais, justifieraient de privilégier ce dernier site et celui de Montoir pour les aménagements.

Le GPMNSN devrait mieux préciser la méthode de reconstruction du port sur lui-même afin d'atteindre le « zéro artificialisation nette », ambition nécessaire mais complexe. Quelle gestion des aspects fonciers, des projets de réutilisation de sites industriels, quelle vocation des emprises délaissées ou des annexes des activités économiques ainsi que des espaces communs ?

Un bilan approfondi serait nécessaire – à moins qu'il n'existe déjà – y compris pour les principales thématiques environnementales et sanitaires (air, eau, sols, aussi la biodiversité), pour mettre en œuvre des mesures différenciées de remédiation des espaces.

Le GPMNSN devrait aussi clarifier le statut des parties encore naturelles des espaces aménageables. En toute rigueur, ces parties encore naturelles doivent être décomptées des espaces artificialisés.

Cette démarche « zéro artificialisation nette », caractérisée par le long terme, devait être davantage développée et d'une manière globale dans le projet de programme.

Elle viendrait conforter d'une manière concrète d'autres domaines d'action du projet stratégique, par exemple la recherche et la restauration des continuités écologiques.

Ce dernier sujet est trop succinctement abordé dans le document. Le rétablissement des continuités écologiques au sein des sites portuaires (zones industrialo-portuaires aval et amont) étant fortement contraint, le GPMNSN devra en préciser les grandes orientations et les principales modalités qu'il envisage pour leur mise en œuvre. Par ailleurs, des progrès significatifs pourraient être réalisés dans les espaces naturels et semi-naturels du lit majeur, en cherchant à restaurer l'interaction naturelle du fleuve avec ses berges, laquelle devrait s'inscrire dans une stratégie de long terme d'adaptation de la plaine alluviale aux effets du changement climatique.

Le projet de rééquilibrage de l'estuaire à l'aval de Nantes pourrait fortement orienter les actions sur les continuités écologiques. En effet, la récupération d'espaces d'expansion latérale modifierait d'un point de vue hydraulique les circulations et connexions et pourrait ouvrir des possibilités intéressantes. À moins qu'il ne soit abandonné, le GPMNSN devrait évoquer ce projet dans le programme stratégique.

Cet objectif de rééquilibrage de l'estuaire doit être abordé conjointement aux effets du changement climatique, sujets qui ne sont quasiment pas abordés dans le document. En outre une vulnérabilité du port conditionnerait l'essentiel du plan stratégique.

D'autres aspects écologiques mériteraient d'être précisés. Des suivis écologiques faune-flore et des opérations de génie écologique ont été, il y a plusieurs années, réalisés par le GPMNSN. Ces inventaires et études, qui gagneraient à être poursuivis ou à être régulièrement actualisés, de même que l'entretien et la gestion écologiques des sites concernés qui doivent en découler, pourraient être mis en avant et susciter des orientations plus générales, des transferts d'expériences, des approfondissements. Le GPMNSN devrait marquer une forte ambition, nécessaire au vu de la spécificité et la qualité des milieux naturels estuariens.

La gestion des espaces naturels faisant partie des attributions du GPMNSN, les terrains à vocation naturelle devraient systématiquement faire l'objet d'un plan de gestion et d'une mesure réglementaire de protection à long terme.

Le document mentionne la volonté d'intégrer des espaces naturels du port au site Natura 2000 de l'estuaire et un arrêté de protection de biotopes a été créé au Carnet. Le GPMNSN envisage-t-il des protections fortes sur certains de ses espaces naturels ? Comment pourrait-il prendre en compte une éventuelle réserve naturelle nationale dans son programme stratégique ?

Le CSEL constate que le secteur au nord de Donges-Est est maintenu en réserve foncière. Or il est d'un grand intérêt écologique et ne peut pas être dissocié fonctionnellement du secteur de Donges-Est.

À propos des dragages, la gestion et le devenir du site de la Lambarde ne sont pas évoqués.

Il serait utile d'intégrer dans le document final des thèmes abordés dans le diaporama présenté, notamment tout ce qui concerne les incidences potentielles et la manière de les aborder. Le périmètre de la zone d'étude n'est pas argumenté et il manque l'analyse croisée des interventions envisagées, leurs types, leurs localisations, leurs interactions, afin d'évaluer leurs effets globaux induits.

Les modalités d'un suivi et d'une évaluation de ce plan stratégique pourraient être judicieusement présentées dans le document, ceci pouvant aussi permettre d'intégrer « au fil de l'eau » les effets éventuels d'autres stratégies sur l'estuaire, à l'image par exemple d'un éventuel parc naturel régional ou d'une réserve naturelle nationale dont les projets sont différemment soutenus par beaucoup d'acteurs du territoire.

Le président par intérim du
Conseil scientifique de l'estuaire de la Loire

signé

Mario LEPAGE

