Région Bretagne – Saint Malo - Terminal du NAYE

Rapport de phase 2 : Analyse des effets du projet sur l'endofaune benthique, les macroalgues subtidales et les herbiers de zostère

Date : Mars 2023

TBM environnement

Objet : Analyse des effets du projet sur l'endofaune benthique, les macroalgues subtidales et les herbiers de zostère et mesures ERCAS	
Rédacteur : ALBERT Luana, Chargée d'études milieu marin et R&D BERGER Laura, Cheffe de projet réglementaire	**Validation** : BOUCHERY Gaël, Responsable grands comptes et grands projets ; CHAUVAUD Sylvain, Directeur TBM environnement ; JOLIVET Aurélie, Responsable de pôle R&D et pôle Mer.
Date d'envoi : 15.03.2023	

Sommaire

1 PREAMBULE 5

2 RAPPEL DES CARACTERISTIQUES DU PROJET ET DES ENJEUX LIES A L'ENDOFAUNE BENTHIQUE, AUX MACROALGUES SUBTIDALES ET AUX HERBIERS DE ZOSTERE 6

2.1 TYPES DE TRAVAUX POUVANT AVOIR DES EFFETS NOTABLES SUR LES FACTEURS PRESENTES PRECEDEMMENT 6
2.1.1 Phase travaux 6
2.1.2 Phase exploitation 8
2.2 ENDOFAUNE BENTHIQUE 9
2.3 MACROALGUES SUBTIDALES 13
2.4 HERBIERS DE ZOSTERES 15

3 DESCRIPTION DES FACTEURS MENTIONNES AU III DE L'ARTICLE L. 122-1 SUSCEPTIBLES D'ETRE AFFECTES DE MANIERE NOTABLE PAR LE PROJET 18

3.1 NIVEAU D'ENJEUX LIES A CES TROIS FACTEURS ETUDIES ET IDENTIFICATION DES FACTEURS NOTABLES 18
3.2 ANALYSE SELON LE NIVEAU DE RISQUE DE PERTURBATION D'UN FACTEUR GENERE PAR LA MISE EN ŒUVRE DU PROJET 18
3.3 ANALYSE SELON LE NIVEAU D'ENJEU ET SYNTHESE DES FACTEURS SUSCEPTIBLES D'ETRE AFFECTES DE MANIERE NOTABLE PAR LE PROJET 19

4 DESCRIPTION DES INCIDENCES NOTABLES QUE LE PROJET EST SUSCEPTIBLE D'AVOIR SUR LES PEUPLEMENTS BENTHIQUES, MACROALGUES SUBTIDALES ET HERBIERS DE ZOSTERES 21

4.1 BIBLIOGRAPHIE EN LIEN AVEC LES TRAVAUX 21
4.1.1 Endofaune benthique 26
4.1.2 Macroalgues subtidales 29
4.1.3 Herbier de zostères 31
4.2 CONCLUSION PARTIELLE DES EFFETS DU PROJET SUR LES FACTEURS ETUDIES 33

5 MESURES ERCAS 34

5.1 MESURE D'EVITEMENT 34
5.2 MESURE DE REDUCTION 35
5.3 MESURES DE SUIVI 38
5.4 IMPACTS RESIDUELS 40

6 METHODOLOGIE 41

6.1 DEFINITION DE L'ETAT INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT 41
6.2 IDENTIFICATION DES FACTEURS SUSCEPTIBLES D'ETRE AFFECTES DE MANIERE NOTABLE PAR LE PROJET 42
6.3 DEFINITION DES EFFETS ET DE LA SENSIBILITE DU FACTEUR 42
6.3.1 Caractérisation de l'effet 42
6.3.2 Définition de la sensibilité 43
6.3.3 Evaluation de l'impact et de l'impact résiduel 43
6.4 DEFINITION DES MESURES D'EVITEMENT, DE REDUCTION ET DE COMPENSATION ET EVALUATION DES IMPACTS RESIDUELS 44
6.5 DEFINITION DES MESURES D'ACCOMPAGNEMENT 44
6.6 DEFINITION DES MODALITES DE SUIVI DE L'EFFICACITE DES MESURES ERC 44

7 REFERENCES 45

8 ANNEXE 47

Table des figures

Figure 1 : Réfection des ouvrages du terminal du Naye. Source : SAFEGE 6
Figure 2 : Visualisation des zones de dragage pour les travaux d'aménagement du terminal du Naye de Saint-Malo. Source : Région Bretagne 7
Figure 3 : Répartition de l'abondance selon les groupes écologiques en septembre 2018 11
Figure 4: Répartition de l'abondance selon les groupes écologiques en avril 2019..... 12
Figure 5 : Points de référence des macroalgues subtidales..... 14
Figure 6 : Points de suivi. Source : CREOCEAN 36
Figure 7 : Points de suivi. Source : CREOCEAN 38
Figure 8 : Schéma de principe de la méthodologie de l'étude d'impact 41

Table des tableaux

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des volumes de dragage (Terminal du Naye). Source : CREOCEAN 7
Tableau 2 : Correspondances entre valeurs de l'AMBI et état écologique 10
Tableau 3 : Indices AMBI en septembre 2018 et avril 2019 10
Tableau 4 : Niveau d'enjeux liés à l'endofaune benthique, les macroalgues subtidales et les herbiers de zostère..... 18
Tableau 5 : Echelle des niveaux de risque de perturbation 19
Tableau 6 : Définition du niveau de risque de perturbation du facteur environnemental vis-à-vis du projet..... 19
Tableau 7 : Liste des facteurs considérés pour l'analyse des impacts en phases travaux et exploitation 20
Tableau 8 : Valeurs de turbidité (NTU) mesurées à Crapaud cité..... 26
Tableau 9 : Niveau d'impact sur l'endofaune benthique au large du port..... 28
Tableau 10 : Niveau d'impact sur les macroalgues subtidales 30
Tableau 11 : Extrait de l'évaluation de la sensibilité de l'habitat 1110-1. Source : Service du Patrimoine Naturel, Evaluation de la sensibilité des habitats élémentaires (DHFF) d'Atlantique, de Manche et de Mer du Nord aux pressions physiques, Rapport SPN 2017 -4, Février 2017..... 32
Tableau 12 : Niveau d'impact sur les herbiers de zostères..... 33
Tableau 13 : Evaluation des impacts résiduels 40

1 Préambule

Dans le cadre de projets d'améliorations et d'agrandissement, la Région Bretagne et la ville de Saint-Malo doivent réaliser des opérations portuaires. Ainsi, l'objet du marché est d'entreprendre des états initiaux et les études d'impacts dans le cadre de deux projets différents. En effet, comme il s'agit d'opérations d'envergure, un dossier de demande d'autorisation administrative doit être rédigé pour chaque projet.
Le premier projet concerne le port des Sablons géré par la Ville de Saint Malo. Il abrite aujourd'hui des installations vieillissantes et une saturation de sa capacité d'accueil. Les travaux entrepris doivent donc permettre de moderniser les installations et de développer la capacité du plan d'eau et des services associés.
Le second projet, porté par la Région Bretagne, consiste en la modernisation du terminal Ferry du Naye. Ce dernier n'est plus en capacité d'accueillir de manière satisfaisante les nouveaux ferries, aux dimensions et capacités plus importantes que les navires datant de la construction du poste le plus récent (1998). Il est également nécessaire d'optimiser la gestion des espaces fret et passagers sur le terminal.
Dans ce projet, trois phases ont été identifiées :

- Phase 1 : analyse de l'état initial et identification des enjeux dans la zone d'emprise des deux projets. Cette phase est donc commune aux deux projets. Lors de cette phase les études à entreprendre concernent plusieurs volets 1) une étude de l'endofaune benthique, 2) une étude des macro-algues subtidales et 3) une étude des herbiers à zostères.
- Phase 2 : analyse des effets du projet du Terminal du Naye de la région Bretagne, sur la faune et la flore benthique, proposition de mesures à mettre en place pour réduire les incidences et suivi de l'évolution de la faune et la flore.
- Phase 3 : analyse des effets du projet des Bas-Sablons de la Ville de Saint-Malo, sur la faune et la flore benthique et proposition de mesures à mettre en place pour réduire les incidences et suivi de l'évolution de la faune et la flore.

Ce rapport concerne la phase 2 et synthétise dans une première partie, les données de la phase 1.

2 Rappel des caractéristiques du projet et des enjeux liés à l'endofaune benthique, aux macroalgues subtidales et aux herbiers de zostère

Sources : « Lot N 1 : Etudes naturalistes et environnementales », Marché subséquent N°2 : Etude endofaune benthique, macroalgues subtidales, herbiers de zostère / Rapport cartographie des herbiers de zostères marines et étude endofaune benthique, Mars 2019

2.1 Types de travaux pouvant avoir des effets notables sur les facteurs présentés précédemment

2.1.1 Phase travaux

Les travaux sur le terreplein et sur les ouvrages concernent le remplacement des ouvrages maritimes, la fiabilisation de l'accès maritime et le réaménagement du terreplein (cf. Figure 1).

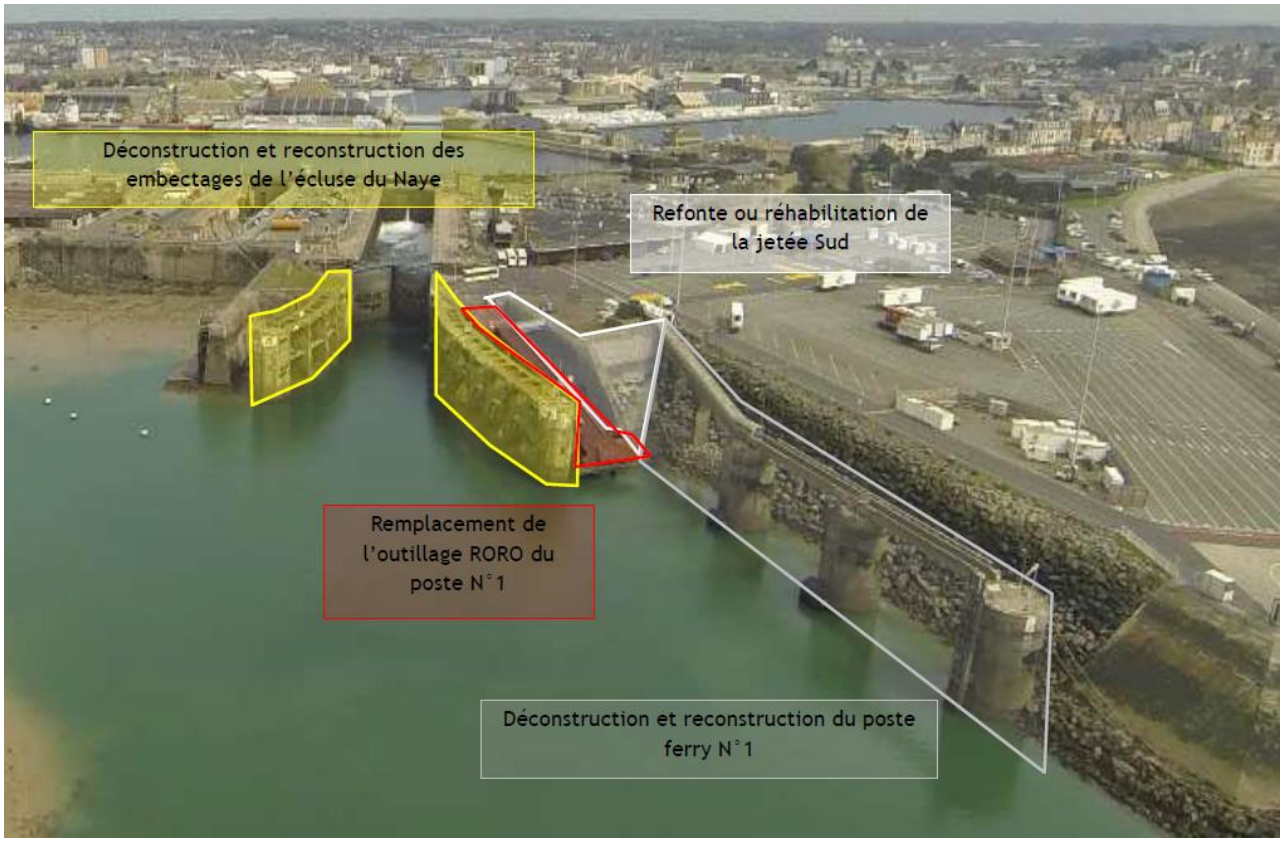


Figure 1 : Réfection des ouvrages du terminal du Naye. Source : SAFEGE

Les travaux concernent également le dragage et le déroctage dans l'avant-port et au large du terminal du Naye de Saint-Malo. Au total, environ 60 000 m^3 seront à draguer sur les zones 2 à 7 correspondants à l'avant-port (cf. Figure 2 et Tableau 1) et sur une période estimée à environ 70 jours.

Les opérations de dragage se feront à l'aide de drague mécanique ou drague hydraulique : la sélection de la technique utilisée reposera sur un compromis environnemental et économique.

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des volumes de dragage (Terminal du Naye). Source : CREOCEAN

N° zone de dragage	Dénomination	Volume total (m3)
2	Le plateau Sud de la Rance	3 869
3	L'évitage Sud de l'Avant-Port	14 210
4	L'accès à P1	2 149
5	La souille P1	13 780
6	L'avant-port (chenal)	1 586
	L'avant-port (cale de Dinan)	14 443
	L'avant-port (Ponton de la Bourse)	6 671
7	Ecluse	1 150
Volume total		57 858
Incertitude sur le volume (15%)		8 679
Volume total à draguer		**66 537**

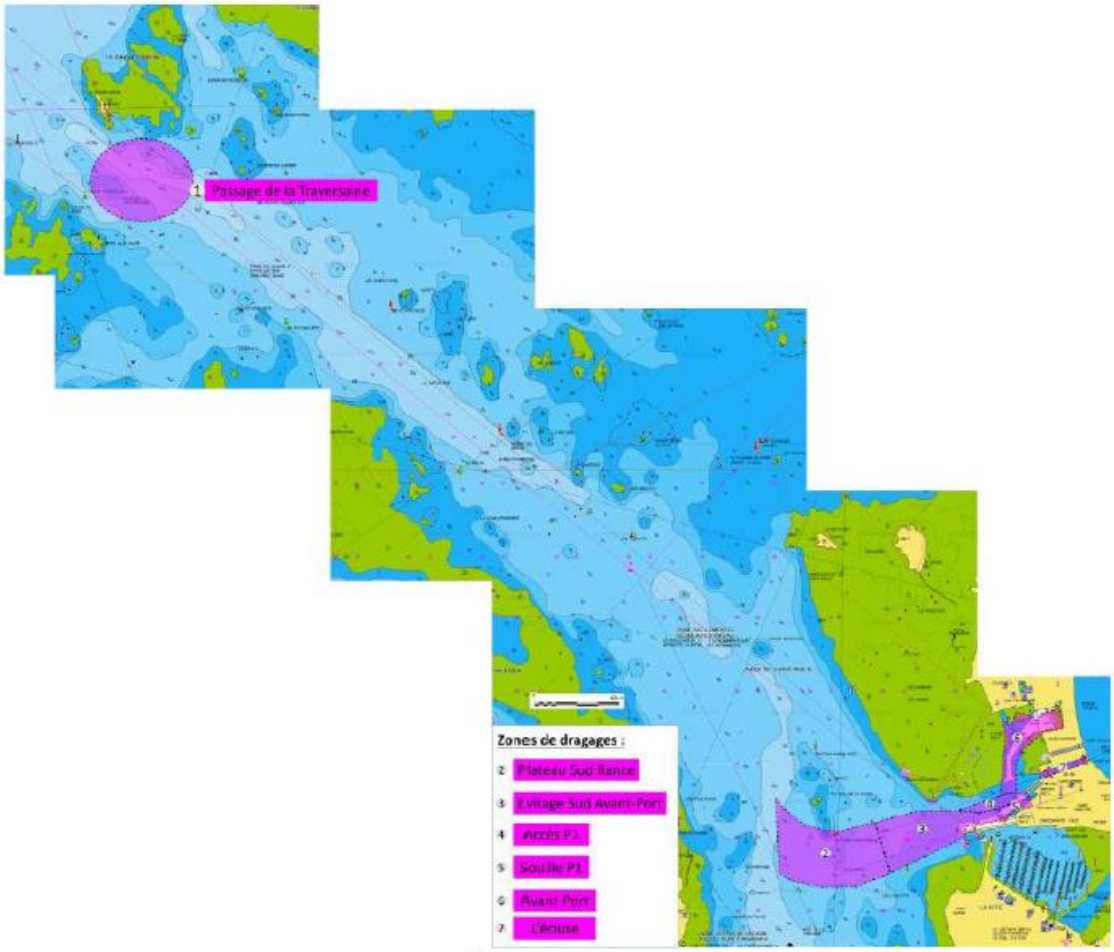


Figure 2 : Visualisation des zones de dragage pour les travaux d'aménagement du terminal du Naye de Saint-Malo. Source : Région Bretagne

Le planning des travaux est prévu entre juillet 2024 et décembre 2026.

Les travaux de dragage sont prévus dès octobre 2024 jusqu'à mai 2025. Les travaux de déroctage sont prévus sur les périodes de janvier-février 2024 et de janvier-février 2025.

Les travaux concernant les ouvrages maritimes se feront entre septembre 2024 et septembre 2026.

Les travaux terrestres se feront quant à eux, jusqu'à décembre 2026.

2.1.2 Phase exploitation

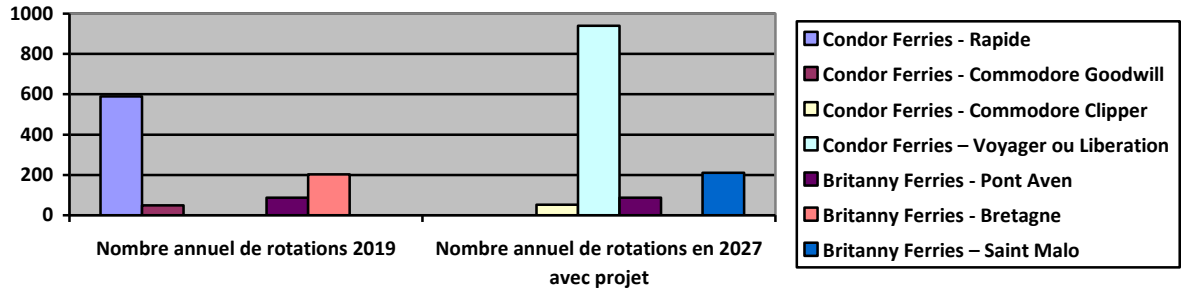
En phase d'exploitation, les ouvrages auront une emprise supplémentaire de 1000 m² sur le domaine maritime au droit du bord à quai du poste 2 et du ponton d'accostage du poste 1. L'embectage Sud sera globalement reconstruit en lieu et place de l'actuel.
Les activités au droit des zones draguées et déroctées seront similaires à l'activité existante.
Les bateaux des compagnies maritimes seront toutefois changés à moyen et long terme. Leurs caractéristiques seront les suivantes :
(Source : SAFEGE, Région Bretagne)

- **Evolution des types de ferries**

Dans le cadre du projet, de nouveaux ferries, aux dimensions et capacités plus importantes, seront exploités au niveau du terminal.

Compagnie	Navire 2019	Navire 2027 avec projet
Condor Ferries (Liaison Saint-Malo Jersey ou Guernesey)	Rapide (NGV) Commodore Goodwill (Roro cargo)	Voyager (NGV catamaran) et Libération (NGV trimaran) Commodore Clipper (Roro cargo)
Britanny Ferries (Liaison Saint-Malo Portsmouth)	Pont Aven (Ropax ferry) Bretagne (Ropax ferry)	Pont Aven (Ropax ferry) Saint-Malo (Ropax ferry Hybride GNL/Elec)

- **Evolution du nombre annuel de rotation des ferries**



Compagnie - Navire	Nombre annuel de rotations 2019	Nombre annuel de rotations en 2027 avec projet
Total	928	1289

Par rapport à l'état actuel (basé sur l'année 2019), il est prévu que le nombre de rotations augmente de 30 % en 2027.

- **Les caractéristiques des ferries pour la situation 2027 avec projet**

Ferries	Type de Bateau (passengers, liquid bulk, dry bulk, container, roro cargo,…)	Carburant	Engine type (Main , Auxilary)	Jauge Brute	Total Main Engines power (kW)	Total Auxiliary Engines power (kW)
Condor Voyager ou Libération (NGV)	Passenger/Ro-Ro Cargo Ship	MDO	Medium speed diesel engines	6581	28320	1000
Condor Commodore Clipper (Roulier)	Roro cargo	MDO	Medium speed diesel engines	14400	8600	1700
Britanny Ferries Pont Aven (Ferry)	Ropax Ferry	HFO scrubbé	Medium speed diesel engines	41000	43200	9000
Britanny Ferries Saint Malo (Ferry)	Ropax Ferry	GNL/Elec	Medium speed diesel engines	27480	27480	4995

2.2 Endofaune benthique

La conclusion de *l'étude endofaune benthique* réalisée par TBM environnement en septembre 2019 est la suivante.
Les sédiments rencontrés au niveau des stations échantillonnées relèvent de trois types sédimentaires. Les vases sableuses sont localisées dans les bassins portuaires, les sédiments hétérogènes envasés sont présents en sortie du port. Les sables fins envasés caractérisent les stations situées entre les deux types sédimentaires précédents et les stations d'herbiers de *Zostera marina*. Dans les vases sableuses, les pourcentages de vase (< 63µm) varient entre 40 et 77%. En revanche, les teneurs en vase sont toujours inférieures à 30 % pour les autres stations.
Trois peuplements benthiques sont mis en évidence lors de cette étude en lien avec les types sédimentaires observés.
Le premier est associé aux sédiments hétérogènes, le second est caractérisé par des sables envasés à *Melinna palmata* et le dernier est lié aux vases sableuses eutrophisées à *Malacoceros fuliginosus* et *Capitella capitata*.
Concernant le premier peuplement (hétérogène envasé), les stations sont situées en sortie du port (STM01 à STM05). La diversité observée est forte en lien avec l'hétérogénéité du sédiment mais également avec la présence d'algues en échouage qui favorisent la présence d'espèces détritivores comme certains crustacés amphipodes tels que *Abludomelita gladiosa* ou *Gammarella fucicola*. L'état de santé du milieu est qualifié de « bon » (valeurs de l'AMBI comprises entre 1,8 et 2,3) mais des proportions non négligeables d'espèces opportunistes du groupe IV sont observées. Ceci est à mettre en relation avec la présence de sédiment vaseux mais également avec la présence du mollusque invasif *Crepidula fornicata*. En effet, la prolifération des crépidules va provoquer un accroissement de la sédimentation et de l'envasement. L'agglomération des individus va favoriser la rétention des bioagrégats et l'installation durable de vasières biogènes. Sur le long terme, cela va modifier radicalement et de manière irréversible et à l'avantage de l'espèce, la nature et la texture des sédiments en place.
Le second peuplement, les sables envasés à *Melinna palmata* (STM06 à STM08), est caractérisé par des espèces à affinité sabulicole-vasicole, et principalement par des polychètes *Melinna palmata, Chaetozone gibber, Leiochone leiopygos, Notomastus latericeus* ou *Aponuphis bilineata*. L'état de santé est intermédiaire entre les deux autres peuplements. Les valeurs de l'AMBI sont comprises entre 2,3 et 2,9, indiquant un « bon état écologique ». Ceci est en lien avec leur localisation. Ces stations sont sous l'influence des activités des bassins portuaires.
Le dernier peuplement (vases sableuses) est localisé dans les bassins portuaires (stations STM09, STM10, STM11 et STM12). Il est à noter que la prolifération de quelques espèces ubiquistes, notamment les polychètes *Capitella capitata* et *Malacoceros fuliginosus*, est la dernière étape de la modification des biocénoses en réponse à la pollution. Le stade ultime étant bien évidemment le stade azoïque stade où toute vie macrobenthique disparaît. On peut ajouter que sur les stations STM09 et STM10, deux types de peuplement sont observés : les sables envasés à *Melinna palmata* et les vases sableuses eutrophisées. Les autres stations situées dans les bassins intérieurs sont à rapprocher des sables envasés à *Melinna palmata*. Ainsi, l'état écologique des bassins intérieurs est, majoritairement qualifié de « bon » sauf à quelques endroits où l'état de santé est qualifié de « moyen » voire « médiocre » (STM10). Il faut noter ici que ce bassin du port de plaisance est en contact

permanent avec la mer et que le renouvellement de l'eau y est important. Néanmoins, dans ces milieux hypertrophiques, des hypoxies voire des anoxies se produisent induisant des stress importants sur les peuplements benthiques. C'est pourquoi il faut nuancer l'état écologique « bon ». En effet, les valeurs de l'AMBI sont comprises entre 2,7 et 3,2 qui sont des valeurs très proches de la valeur seuil qui indique un changement d'état écologique (valeur de 3,3) (Cf. Tableau 2, Tableau 3, Figure 3 et Figure 4). Cette zone constitue le réceptacle des activités anthropiques et il est aujourd'hui démontré que les espèces opportunistes, comme les polychètes Cirratulidés (*Chaetozone gibber*, *Cirriformia tentaculata, Caulleriella spp., Aphelochaeta spp.*), Spionidés (*Malacoceros fuliginosus*) et Capitellidés (*Capitella capitata*), se sont développées et dans certains endroits de façon importante en réponse à l'hypertrophisation croissante de ce type de milieu. Deux autres raisons peuvent aussi expliquer l'état de santé des peuplements en transition vers un état dégradé dans les bassins portuaires. D'une part, dans certains secteurs qui sont des zones d'évitage, le stationnement des navires et leurs incessants déplacements entraînent une remise en suspension des sédiments et une instabilité peu propice à l'installation d'un réel peuplement. D'autre part, les dragages (entretien, approfondissement) peuvent également induire des impacts sur les communautés benthiques. En effet, ils induisent une modification physique des habitats et une destruction des espèces qui y vivent ou une augmentation transitoire de la turbidité des eaux. Ceci peut expliquer les variations saisonnières observées entre septembre 2018 et avril 2019.

Tableau 2 : Correspondances entre valeurs de l'AMBI et état écologique

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

Tableau 3 : Indices AMBI en septembre 2018 et avril 2019

Stations	Septembre 2018		Avril 2019	
	AMBI	Etat écologique DCE	AMBI	Etat écologique DCE
STM01	2,33	Bon	2,12	Bon
STM02	2,18	Bon	1,95	Bon
STM03	2,27	Bon	1,83	Bon
STM04	1,93	Bon	2,69	Bon
STM05	1,81	Bon	2,14	Bon
STM06	2,3	Bon	2,52	Bon
STM07	2,25	Bon	2,21	Bon
STM08	2,77	Bon	2,99	Bon
STM09	2,76	Bon	2,7	Bon
STM10	4,59	Médiocre	3,3	Moyen
STM11	2,61	Bon	3,02	Bon
STM12	3,22	Bon	3,13	Bon
STM13	NC	NC	1,85	Bon
STM14	NC	NC	1,97	Bon

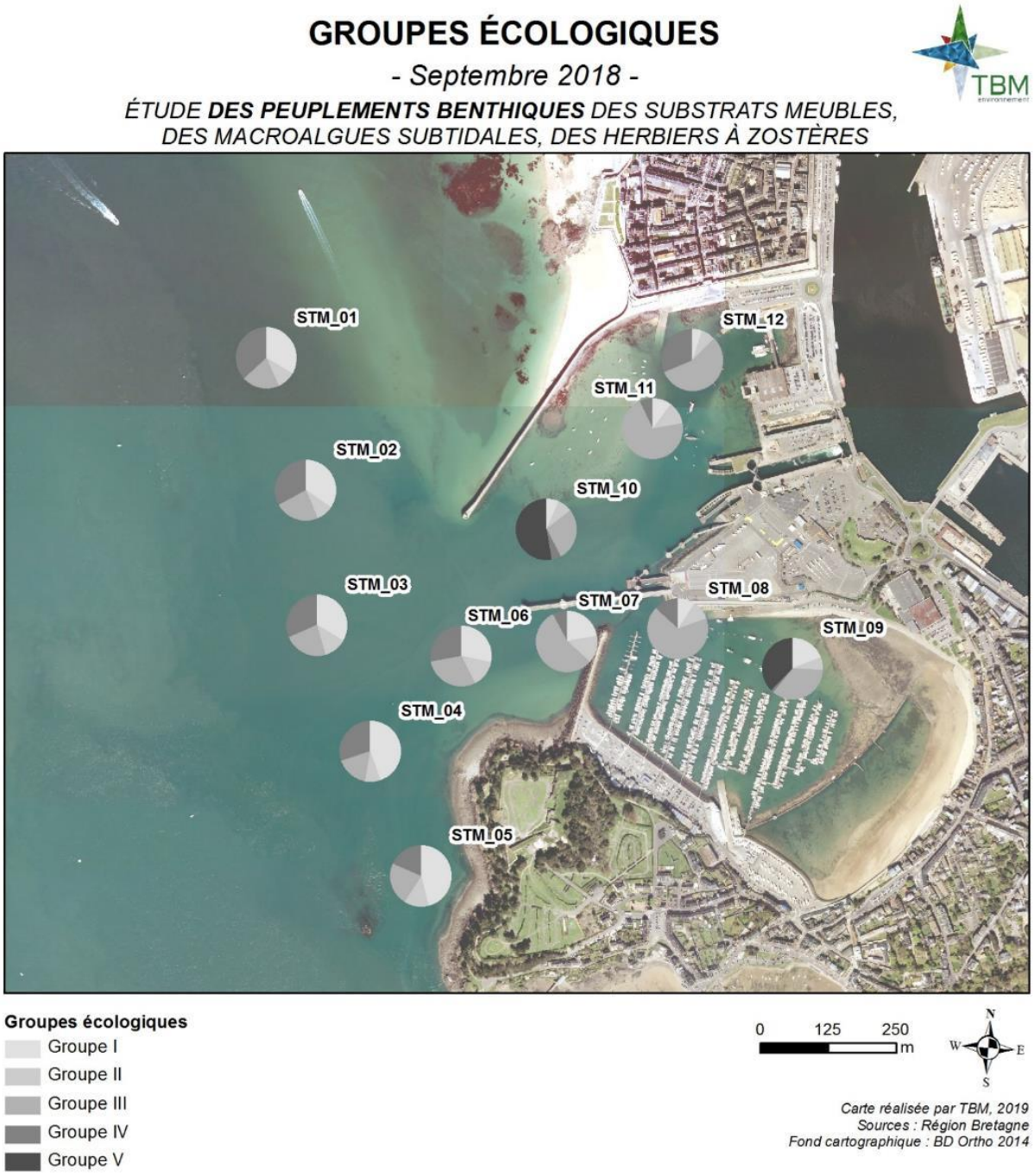


Figure 3 : Répartition de l'abondance selon les groupes écologiques en septembre 2018

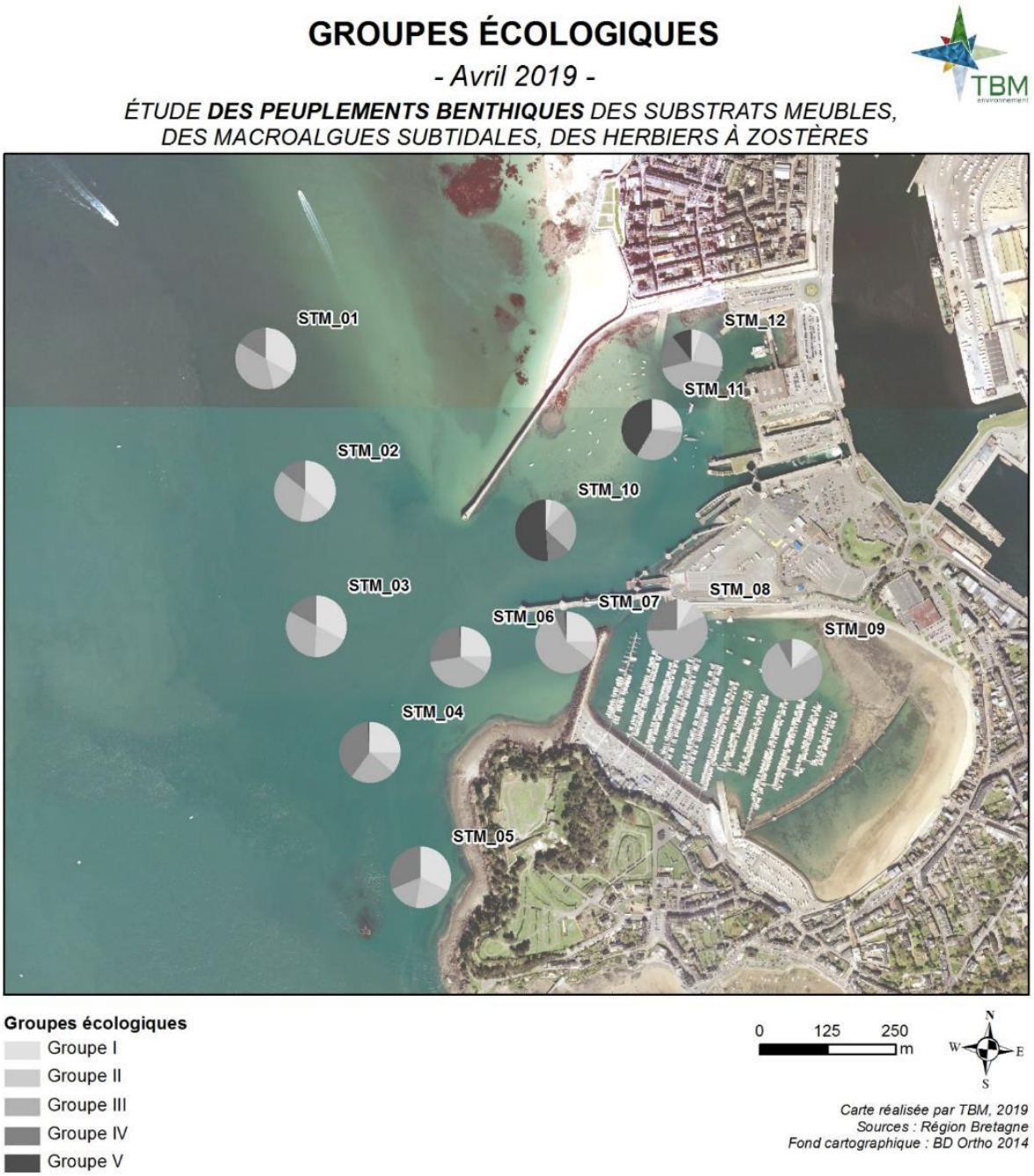


Figure 4: Répartition de l'abondance selon les groupes écologiques en avril 2019

2.3 Macroalgues subtidales

La conclusion de *l'étude macroalgues subtidales* réalisée TBM environnement en septembre 2019 est la suivante.

Un suivi quantitatif sur quadrat basé sur le protocole DCE-2 « Macroalgues Subtidales » (Derrien-Courtel et Le Gal, 2014) a été mené sur deux stations : une sous l'influence du déroctage « la Traversaine » et une autre qui servira de référence « les Pierres des Portes » (Cf. Carte 3).
Malgré une **faible diversité algale**, la composition spécifique et la densité des espèces structurantes montrent que les deux sites présentent de **très bons indices de qualité**. La structure des communautés est relativement similaire. Les espèces les plus fréquentes sont les algues rouges *Phyllophora crispa* et *Erythroglossum laciniatum*. L'algue brune *Dictyopteris polypodioides* est également bien présente. Sur ces deux sites peu profonds, on remarque la présence de *Laminaria digitata* et *d'Undaria pinnatifida* (espèce introduite). La population de *Laminaria hyperborea* est constituée d'individus de taille modeste dans l'infralittoral supérieur et un peu plus grands dans l'infralittoral inférieur.
Cette relative faible diversité est normale pour le secteur d'étude. En effet, les observations réalisées pour l'ensemble des paramètres sur ces deux sites sont très proches de ceux obtenus sur le site de suivi DCE des « Haies de la Conchée ».

Ainsi, le milieu de l'emprise projet est très artificialisé. L'emprise des travaux concerne les ouvrages portuaires et les zones de dragage de l'avant-port où la présence de macroalgues subtidales est faible.

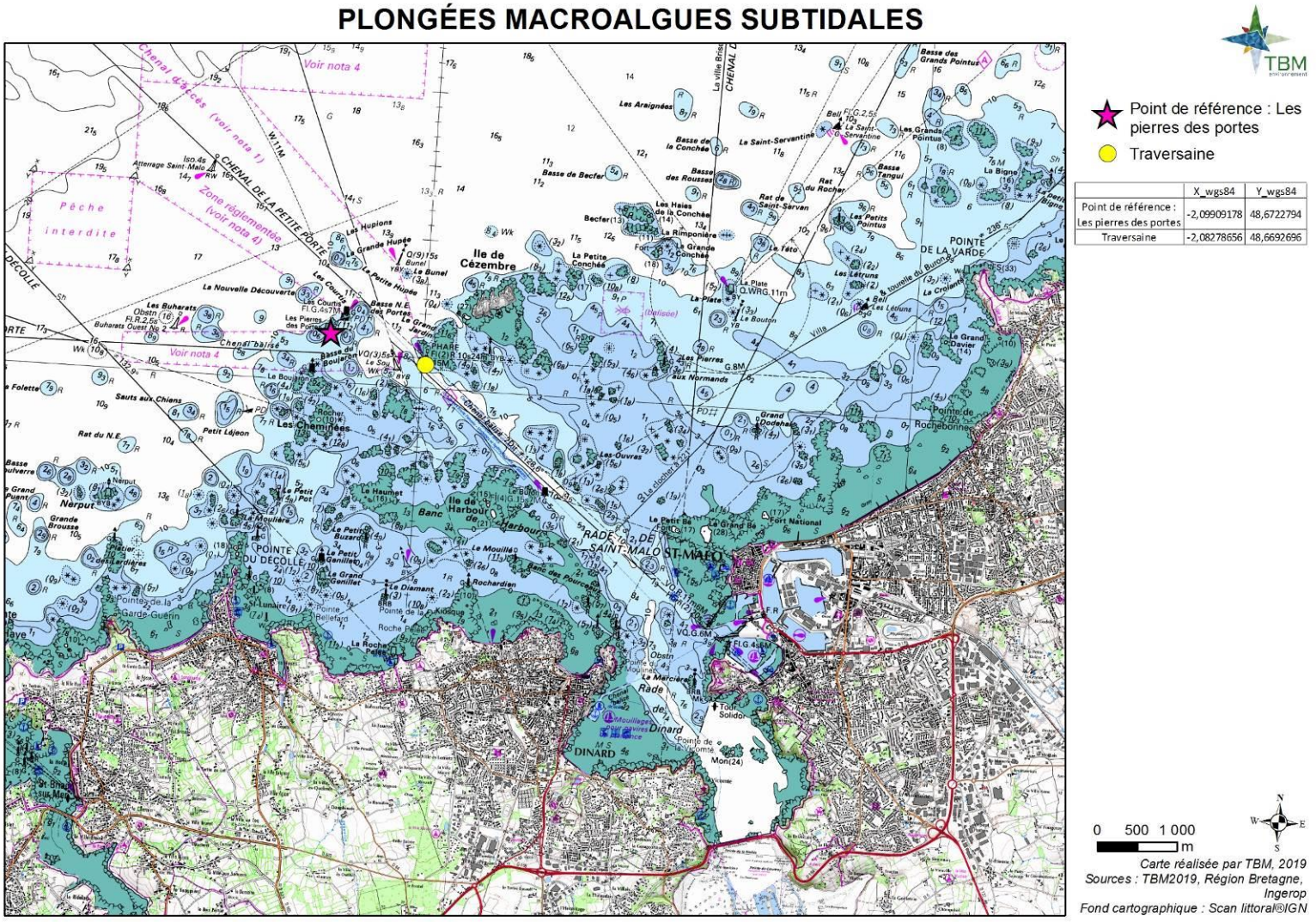


Figure 5 : Points de référence des macroalgues subtidales

2.4 Herbiers de zostères

La conclusion de *l'étude herbiers de zostère* réalisée TBM environnement en septembre 2019 est la suivante.

Les herbiers de zostère sont observés sur des sédiments fins à moyens et sur des sédiments plus grossiers notamment entre des zones rocheuses. Sur la zone prospectée, la surface couverte par les herbiers de zostère est de 57,8 ha (cf. Figure 5 : Points de référence des macroalgues subtidales). La zone d'herbiers de zostère étudiée abrite des herbiers denses situés en face de Dinard (Baie du Prieuré et Plage de l'Ecluse) et des herbiers plus diffus localisés en face de Saint Malo (plage de Bon-secours et Môle des Noires). 27 ha sont stables, alors que 6,8 ha ont disparu depuis 2005. Une apparition de 24,9 ha est observée principalement sur l'herbier de zostère localisé dans la baie du Prieuré. Les herbiers de zostère cartographiés sont denses et homogènes sur les secteurs de la Baie du Prieuré et de la plage de l'écluse avec des recouvrements compris principalement entre 50 et 100 %. En revanche, les herbiers de zostère sont plus diffus et moins homogènes sur les secteurs situés en face de Saint-Malo. Les pourcentages de recouvrement y étant de 5 à 50 %. En termes d'évolution, nous pouvons retenir que :

- Peu de surface a totalement disparu ;
- Les cœurs des herbiers de zostère sont relativement stables ;
- L'herbier de zostère situé dans la baie du Prieuré est en forte expansion.

Carte 4 : Evolution de la zone d'herbiers entre 2005 et 2018

NB : Dans le cadre de la Directive cadre stratégie pour le milieu marin (DCSMM), la France s'est fixé l'objectif de mettre à jour la liste d'espèces et d'habitats marins couverts par l'article L. 411 du code de l'environnement. C'est dans ce contexte que le Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires a travaillé à la rédaction d'un nouvel arrêté fixant la liste des espèces végétales marines protégées sur l'ensemble du territoire national et les modalités de leur protection.

Aujourd'hui, le projet d'*arrêté fixant la liste des espèces végétales marines protégées sur l'ensemble du territoire national, et les modalités de leur protection*, fait l'objet d'une consultation (du 20/02/2023 au 13/03/2023). L'article 2 du projet d'arrêté met en avant **l'interdiction** *« […]sur tout ou partie du territoire national et des espaces maritimes relevant de la souveraineté ou de la juridiction de la République française :*

> *1)* ***la destruction, la coupe, la mutilation, l'arrachage, l'altération, la cueillette ou l'enlèvement,***
>
> *2) la détention, le transport, le colportage, la mise en vente, la vente ou l'achat et l'utilisation des spécimens sauvages*

des espèces dont la case est cochée dans la liste annexée à cet arrêté. » *(Cf. Partie 8 : Annexe)*

L'espèce *Zostera marina (L., 1753*) est ainsi annexé au présent projet d'arrêté et considérée comme menacée sur le territoire métropolitain, la Manche Est Mer du Nord, l'Atlantique, la Méditerranée.

3 Description des facteurs mentionnés au III de l'article L. 122-1 susceptibles d'être affectés de manière notable par le projet

3.1 Niveau d'enjeux liés à ces trois facteurs étudiés et identification des facteurs notables

Les inventaires réalisés par TBM environnement permettent de définir un niveau d'enjeux pour chaque facteur (endofaune benthique, macroalgues subtidales, herbiers de zostère) (Tableau 4). Celui-ci est déterminé suivant les critères ci-après :

- Les données récoltées sur le terrain,
- Le guide MNHN,
- Les dires d'experts.

Pour chacun des facteurs étudiés, n'ont été conservés pour la suite de l'analyse que ceux pour lesquels le niveau d'enjeux est compris entre faible et fort.

Au regard de la surface des habitats concernés de la diversité des espèces présentes et de leur état de conservation exposés précédemment, les niveaux d'enjeux suivants ont pu être définis comme suit :

Tableau 4 : Niveau d'enjeux liés à l'endofaune benthique, les macroalgues subtidales et les herbiers de zostère

Facteurs étudiés	Niveau d'enjeux	
	Enceinte portuaire	Large
Endofaune benthique	Station de 7 à 12	Stations de 1 à 6
Macroalgues subtidales	/	Traversaine
Herbiers de zostères	/	Baie du Prieuré et Plage de l'Ecluse et plage de Bon-secours et Môle des Noires

Légende :

Nul	*Négligeable*	*Faible*	*Moyen*	*Fort*

Ainsi, les facteurs à enjeux sont principalement liés aux herbiers à zostères, aux macroalgues subtidales et à l'endofaune benthique au large.

3.2 Analyse selon le niveau de risque de perturbation d'un facteur généré par la mise en œuvre du projet

Dans un premier temps, pour identifier si un facteur est susceptible d'être modifié de manière notable par le projet, un niveau de risque de perturbation du facteur vis-à-vis du projet est évalué (cf. Tableau 5 et Tableau 6). Ce niveau de risque se définissant comme la potentialité qu'un enjeu soit modifié du fait de la mise en œuvre du projet.
Un facteur est alors considéré comme susceptible d'être affecté de manière notable par le projet s'il présente un niveau de risque de perturbation par celui-ci au moins faible. Ce niveau de risque de perturbation sera alors évalué de manière fine lors de l'analyse des impacts dans le chapitre.
A l'inverse, les facteurs présentant un risque de perturbation nul ou négligeable ne nécessitent pas d'une analyse détaillée des impacts. Ils sont considérés comme étant affectés de manière non notable par le projet.

Tableau 5 : Echelle des niveaux de risque de perturbation

Niveau de risque de perturbation	
Fort	Les effets potentiels du projet risquent d'affecter en grande partie ou en totalité l'enjeu de manière réversible ou irréversible
Moyen	Les effets potentiels du projet risquent d'affecter en partie l'enjeu
Faible	Les effets potentiels du projet risquent d'affecter légèrement l'enjeu
Nul à Négligeable	Les effets potentiels du projet ne risquent pas d'affecter l'enjeu ou quasiment pas

Tableau 6 : Définition du niveau de risque de perturbation du facteur environnemental vis-à-vis du projet

Thématique	Facteurs	Risques de perturbation de l'enjeu		
		Niveau d'enjeu retenu	Perturbations potentielles pouvant être engendrées par le projet	Niveau de risque de perturbation
Milieu marin	Endofaune benthique de l'avant-port	Négligeable	*Phase travaux* Les travaux de dragage vont détruire des habitats et des individus au droit des zones identifiées. Lors de cette opération, la remise en suspension de sédiments et de fines va potentiellement altérer la qualité des eaux littorales.	Moyen
			Phase exploitation Le trafic et la présence de nouveaux bateaux vont altérer la qualité des eaux littorales	Négligeable
	Endofaune benthique au large	Faible	*Phase travaux* Destruction d'habitat et d'individu Altération de la qualité des eaux littorales	Moyen
			Phase exploitation Le trafic et la présence de nouveaux bateaux vont altérer la qualité des eaux littorales	Négligeable
	Macroalgues subtidales	Moyen	*Phase travaux* Destruction d'individus Altération de la qualité des eaux littorales	Moyen
			Phase exploitation Le trafic et la présence de nouveaux bateaux vont altérer la qualité des eaux littorales	Négligeable
	Herbiers de zostères	Fort	*Phase travaux* Altération de la qualité des eaux littorales	Moyen
			Phase exploitation Le trafic et la présence de nouveaux bateaux vont altérer la qualité des eaux littorales	Négligeable

3.3 Analyse selon le niveau d'enjeu et synthèse des facteurs susceptibles d'être affectés de manière notable par le projet

Pour chaque facteur qui présente, selon la précédente analyse, **un niveau de risque de perturbation *a minima* faible, le niveau d'enjeu de chacun des facteurs est pris en compte de façon à identifier lesquels sont susceptibles d'être affectés de manière notable par le projet** (cf.Tableau 7)

Tableau 7 : Liste des facteurs considérés pour l'analyse des impacts en phases travaux et exploitation

Facteur	Considéré en phase travaux	Considéré en phase exploitation
Endofaune benthique de l'avant-port	-	-
Endofaune benthique au large	✓	-
Macroalgues subtidales	✓	-
Herbiers de zostères	✓	-

Ainsi, au regard de l'analyse précédente et du Tableau 7, les facteurs considérés pour l'analyse des impacts (hormis le facteur « endofaune benthique de l'avant-port ») sont des facteurs concernés exclusivement par la phase travaux.

En effet, le niveau de risque de perturbation potentielle en phase exploitation sera négligeable pour tous les facteurs étudiés. Le trafic supplémentaire et la modernisation des bateaux auront des effets négligeables au regard de l'activité présente à ce jour dans l'avant-port et au large des sites concernés par les facteurs étudiés.

4 Description des incidences notables que le projet est susceptible d'avoir sur les peuplements benthiques, macroalgues subtidales et herbiers de zostères

4.1 Bibliographie en lien avec les travaux

La synthèse de l'étude hydrodynamique et hydrosédimentaire de Créocéan, présentée ci-dessous, permet d'appréhender les effets potentiels de la dispersion sédimentaire, engendrée par l'opération de dragage, sur les habitats sensibles.

Source : Etudes hydrodynamiques – Réaménagement du terminal du Naye et extension du port de plaisance des Bas Sablons : Modélisation de la dispersion des panaches turbides, CREOCEAN, Janvier 2023.

L'étude de CREOCEAN (2023) permet d'estimer la dispersion des panaches de particules sédimentaires remis en suspension dans le milieu marin. La modélisation prend en compte les différentes techniques de travaux envisagées, notamment en phase de dragage, et intègre 7 périodes de simulation d'une durée totale de 68 jours. Ainsi, le panache turbide est modélisé selon les conditions de forçages environnementaux rencontrées entre février et mi-avril 2019. La modélisation inclut un mois supplémentaire sans dragage pour évaluer la résilience du site.

Caractéristiques du modèle :

Dans la zone de dragage (Figure 3), deux sous-zones aux paramètres de modélisation distincts sont définies :

- la zone de la bourse (stations 9 et 10) au sein de laquelle le dragage est réalisé avec un godet à clapet ;
- le reste de la zone, au sein de laquelle le dragage est réalisé au moyen d'une drague mécanique sans godet environnemental.

Figure 3. Localisation des stations d'échantillonnage de sédiments dans la zone de dragage. Source SAFEGE, CREOCEAN

Dans le cas où les travaux emploieraient une drague hydraulique, la remise en suspension de particules fines serait plus faible ou similaire à ceux d'une drague mécanique avec godet à clapet. Le scénario modélisé reste donc protecteur, puisqu'il envisage la plus grande dispersion sédimentaire possible.

D'après le modèle, sur un volume dragué total de 57 923 m^3, 1 285 m^3 de particules fines sont susceptibles d'être remis en suspension. Un pourcentage d'incertitude de 15 % est appliqué à la fois à l'estimation des volumes dragués et aux volumes de fraction fine remis en suspension. Le volume total de particules fines remises en suspension est donc estimé à **1 480 m^3.**

Facteurs influençant le déplacement du panache turbide :

Les résultats de la modélisation mettent en évidence une sensibilité du panache aux conditions locales, notamment à l'intensité de la marée et au débit du barrage de la Rance.

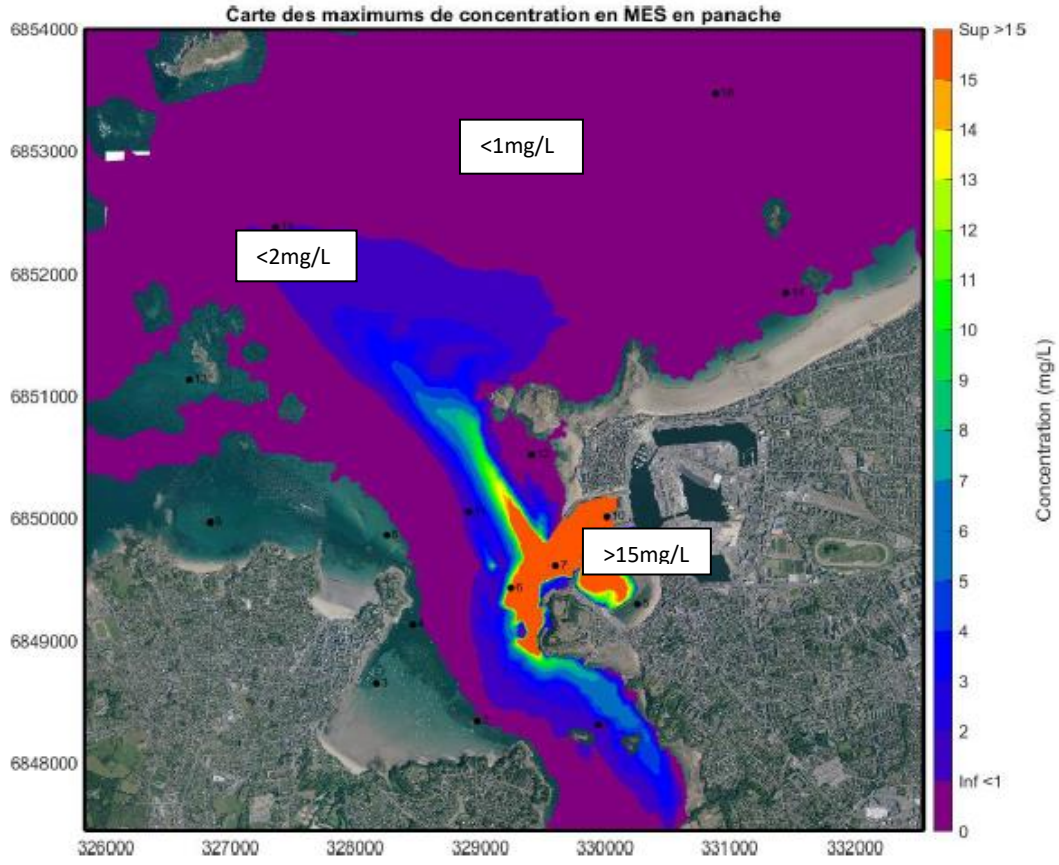
Les premières analyses montrent que :

- Les courants de marée ont tendance à **disperser le panache, vers le sud en situation de flot et vers le nord en situation de courant de jusant**.
- L'influence du barrage de la Rance est démontrée, et joue un rôle important dans le transport résiduel. Le débit du barrage durant la première partie du flot génère des courants orientés vers le large et influence l'hydrodynamisme de la zone. **Le débit du barrage constitue ainsi un facteur de dissipation du panache important pour l'étude**.
- En situation de marée montante, les courants sont orientés vers le sud-est, et emportent une partie du panache en amont du barrage.

Le modèle ne permet pas d'étudier le comportement du panache turbide au-delà du barrage.

Caractéristiques spatio-temporelles du panache turbide :

À l'échelle spatiale, les résultats de modélisation indiquent une concentration maximale en matières en suspension (MES) de 180 mg/L au niveau de l'avant-port de Saint Malo (Figure 4 ; point 10 et Figure 5). Aux points 6 et 7, situés à la sortie du port, les valeurs maximales atteignent 20 mg/L et 40 mg/L, respectivement. Aux points 1 et 11, les concentrations n'excèdent pas 2 mg/L. Enfin, l'ensemble des autres points de simulation affichent des concentrations inférieures à 1 mg/L.



Points	Nom
1	ZI6
2	Suivi apparition herbier
3	Suivi port de plaisance
4	Suivi herbier
5	Plage bas sablons
6	Crapaud cité
7	Prise d'eau
8	Point Remi
9	Plage et pêche a pied
10	Prise d'eau
11	Rance Nord
12	Herbier et pêche à pied
13	Point Remi
14	Plage du Sillon
15	Clé d'aval n°10
16	Point ROCCH

Figure 4 : Visualisation des maximaux de concentration en MES associées au panache turbide (moyennée sur la verticale). Source : CREOCEAN, 2023

À l'échelle temporelle, les travaux de dragage ont un effet cumulatif puisque les concentrations de MES augmentent au cours de la période d'intervention (Figure 5). Cependant, le modèle indique que 72h après la fin des travaux, les concentrations redeviennent inférieures à 1 mg/L. Puis, au cours du mois suivant l'arrêt du dragage, elles diminuent graduellement jusqu'à atteindre une valeur nulle.

Selon la simulation, au point 10 localisé dans la zone la plus touchée, les concentrations de MES sont globalement inférieures à 40 mg/L (quelques pics à 60 mg/L) pendant les 40 premiers jours de dragage (Figure 5). Les 28 jours restants sont marqués par une hausse globale des concentrations, lesquelles sont généralement supérieures à 60 mg/L, avec des pics fréquents entre 100 et 180 mg/L. Au point 7, les concentrations restent inférieures à 20 mg/L jusqu'au 50ème jour environ, à compter duquel les pics à 40 mg/L se multiplient. En sortie de port (point 6), les concentrations en MES fluctuent en dessous de 10 mg/L (1 seul pic à 20 mg/L). En amont de l'embouchure de la Rance (point 1), les valeurs ne dépassent que rarement 0,2 mg/L sauf à 4 reprises : au bout de 8 jours environ, entre le 26ème et le 31ème jour, aux alentours du 41ème jour et

enfin entre le 52ème et le 60ème jour de dragage. Toutefois, les concentrations atteintes demeurent faibles et ne dépassent guère 1,2 mg/L. Enfin, en aval de l'embouchure de la Rance (point 11), les concentrations de MES restent globalement en dessous de 0,2 mg/L, à l'exception des premiers jours de dragage où des pics variant de 0,8 mg/L à 1,8 mg/L sont observés.

Sur toute la durée du dragage, les concentrations de MES dépassent la valeur seuil de 5 mg/L pendant 55 jours au niveau du port et pendant moins de 5 jours sur le reste de la zone d'étude.

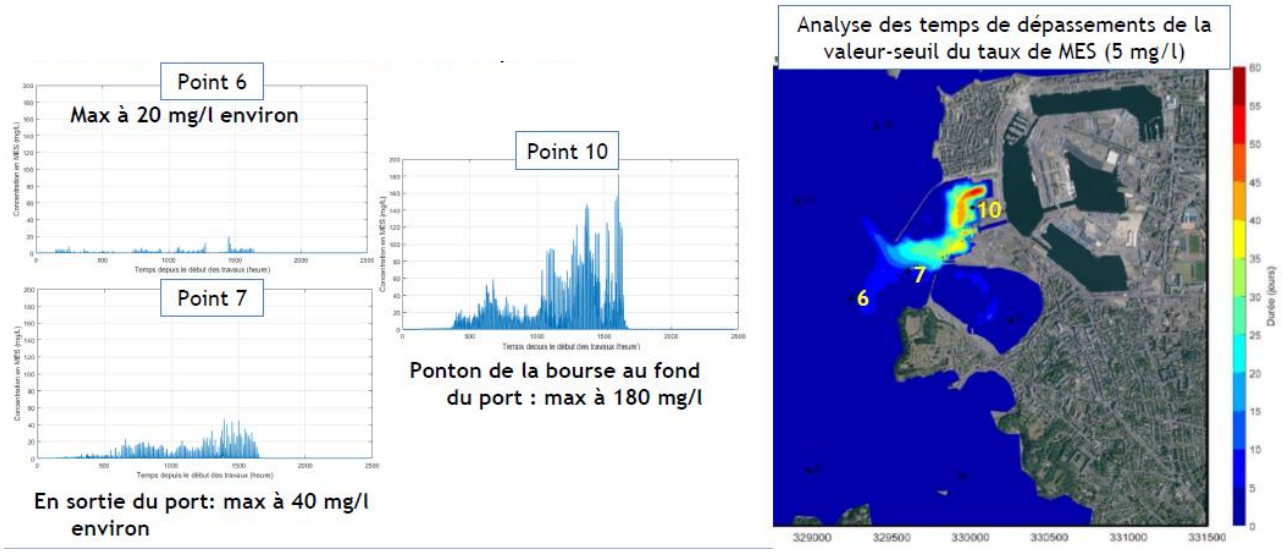


Figure 5 : Concentrations maximales en matières en suspension (MES). Source : CREOCEAN, 2023

- Les résultats de la modélisation révèlent que les principaux habitats sensibles (herbiers de zostère) ne sont pas atteints par le panache turbide. Dans les zones abritant des herbiers (points 12, 8, 4 et 2), les concentrations de MES ne dépassent pas 0,8 mg/L, tandis qu'en sortie de port (points 6 et 7) elles peuvent atteindre 40 mg/L.

Modélisation de l'épaisseur des dépôts sédimentaires

À la fin des travaux, le dépôt sédimentaire est localisé principalement au niveau du port, son épaisseur atteignant 60 cm à proximité du ponton de la bourse (Figure 6). Parallèlement, l'épaisseur de la vase varie entre 2 et 10 cm dans les autres parties du port. Mise à part cette observation, aucun dépôt sédimentaire conséquent (c.à.d. > 1cm) n'est observé en dehors de l'avant-port. Ce résultat est lié à l'hydrodynamisme et à la courantologie locale du site qui dispersent efficacement les panaches turbides générés par le dragage. La figure 6 illustre l'épaisseur des dépôts juste après la fin des travaux.

Un mois après l'arrêt des travaux, l'épaisseur du dépôt sédimentaire atteint 30 cm à proximité du ponton de la Bourse. Ce résultat indique que le dépôt a diminué de plus de 50 % par rapport aux données modélisées à l'arrêt des travaux. Dans les autres zones portuaires, les épaisseurs sont toujours inférieures à 10 cm.

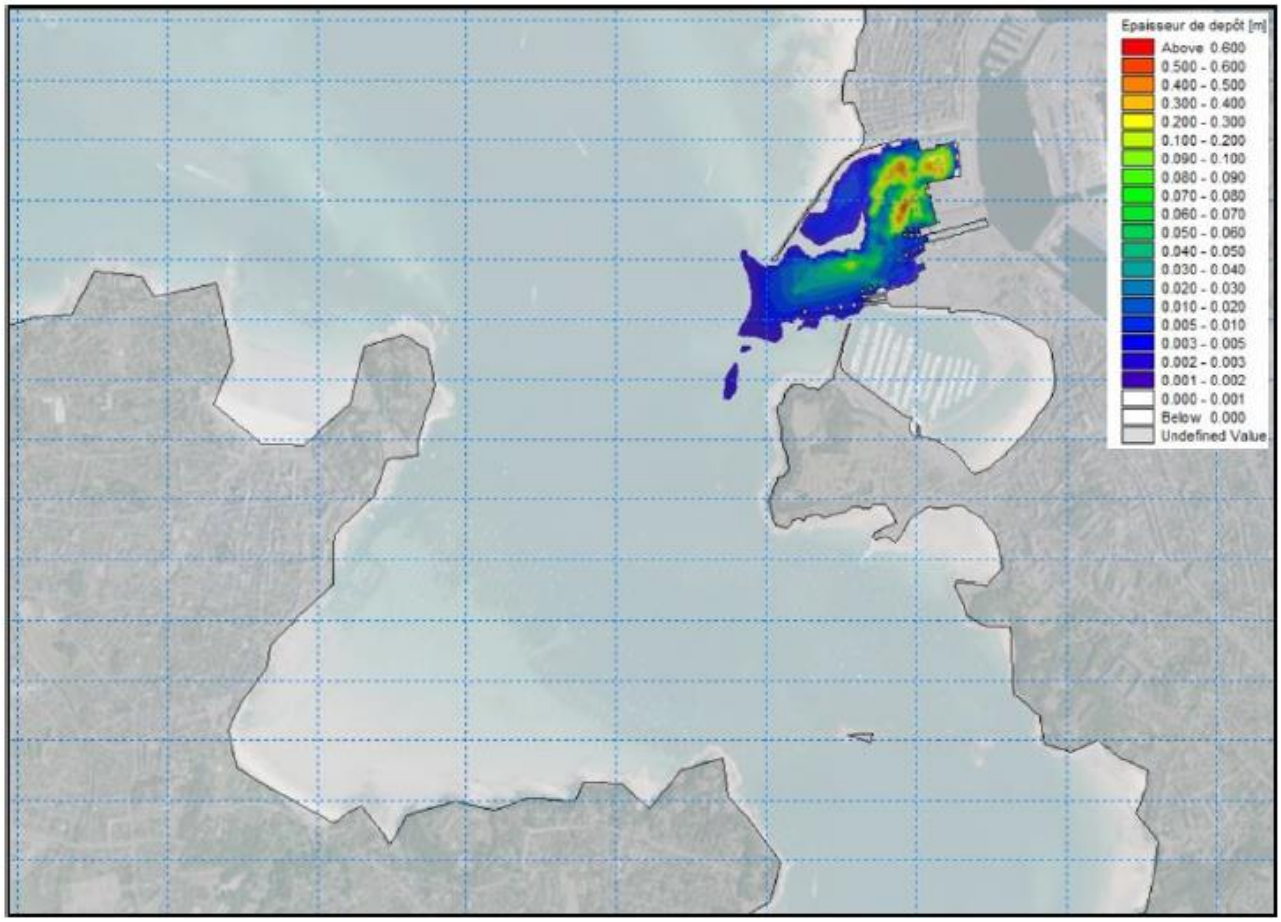


Figure6 : Visualisation du dépôt sédimentaire à la fin des travaux. Source : CREOCEAN, 2023.

<u>Caractéristiques des opérations de déroctage (extrait de CREOCEAN) :</u>

Les quantités de matériaux remis en suspension par les travaux de déroctage sont faibles et limitées dans le temps (par rapport aux opérations de dragage) et sont donc considérées comme **<u>négligeables</u>**.

4.1.1 Endofaune benthique

- Les **effets directs** des travaux sur l'endofaune benthique découlent des **opérations de dragage** et de **déroctage** menées au sein du port et au large. En effet, dans les zones où elles auront lieu, ces opérations détruiront de façon **permanente** les habitats sédimentaires et les communautés benthiques associées.

- Les **effets indirects** des travaux sur l'endofaune benthique sont liés au dragage, soit à la **remise en suspension de fines particules** sédimentaires et à leur **dépôt** consécutif. Ces phénomènes peuvent conduire à une altération du milieu via une dégradation de la qualité de l'eau et/ou une hausse de la concentration de composés toxiques. Comme l'indique la modélisation, la remise en suspension des particules et la hausse de l'épaisseur des dépôts sont temporaires et atténuées un mois après l'arrêt des travaux.

Effets liés à la remise en suspension des particules fines :

Au sein de l'endofaune benthique, les espèces suspensivores constituent le groupe fonctionnel le plus susceptible d'être affecté par l'augmentation des concentrations de MES (Nicholls et al., 2003). En effet, pour se nourrir ces derniers prélèvent les cellules algales en suspension dans la colonne d'eau. Aussi, une forte concentration de particules inorganiques peut diluer la quantité d'algues ingérées par les suspensivores, obstruer leurs structures filtrantes (p.ex. branchies, panache branchial) et donc directement interférer avec leurs fonctions digestives et respiratoires. La réponse des communautés benthiques face à une hausse de la concentration des MES est modulée par l'intensité, la durée de la perturbation, ainsi que par la tolérance des espèces (Le Peyre et al., 2019). Cette dernière est directement liée à la gamme de valeurs naturellement expérimentée par les organismes au sein de leur habitat.

À la demande de la région Bretagne et de la ville de Saint Malo, un suivi de turbidité a été effectué par Creocean à l'embouchure de la Rance entre 2019 et 2020 (*Creocean, 2022*). Trois séries de données (septembre à octobre 2019 ; décembre 2019 à février 2020 et mai à juillet 2020) d'un mois chacune ont été collectées par une sonde multi paramètres immergée à 3 m de profondeur. Les valeurs mesurées au niveau de Crapaud cité, correspondant aux points 6 et 7 de la présente étude (Figure 4), sont présentées en Tableau 8.

Tableau 8 : Valeurs de turbidité (NTU) mesurées à Crapaud cité.

Période de prélèvement	Turbidité moyenne '(NTU)	Turbidité maximale (NTU)	Concentration moyenne des MES (valeur indicative* en mg/L)	Concentration maximale des MES (valeur indicative* en mg/L)
Septembre à décembre 2019	1,72	14,98	≈ 3,3	≈ 34
Décembre à février 2019	6,07	37,39	≈ 13	≈ 84
Mai à juillet 2020	4,31	.	≈ 9	.

**Les valeurs de turbidité exprimées en mg/L sont calculées sur la base d'une relation décrite dans le rapport de Créocéan entre la turbidité (en NTU) et les matières en suspension (mg/L). Cependant, les auteurs précisent que la relation est peu fiable. Ces valeurs sont donc présentées ici à des fins purement comparatives et permettent d'estimer approximativement la gamme de variation naturelle de la turbidité dans le port de Saint Malo.*

Les données issues de la modélisation du panache turbide indiquent qu'aux points 6 et 7, les concentrations restent globalement inférieures à 10 mg/L et à 20 mg/L, respectivement. Des pics de concentrations à 40 mg/L sont relevées au point 7. En hiver, les concentrations naturelles maximales de MES atteignent environ 84 mg/L et sont donc supérieures aux valeurs maximales générées par les travaux. Par ailleurs, ces valeurs étant mesurées par une sonde à 3 m sous la surface, il est fortement probable que les concentrations au niveau du fond soient encore plus élevées.

La tolérance des espèces à des valeurs élevées varie selon la durée de la perturbation. Selon les relevés de la turbidité naturelle de décembre 2019 à février 2020, 50 % des valeurs de turbidité sont réparties approximativement entre 6,6 mg/L et 16,5 mg/L. Selon le modèle, le port est à une concentration de MES supérieure à 5 mg/L pendant un maximum de 55 jours. Plus précisément, sur toute la période de travaux, les pics dépassant 20 mg/L au point 7 sont assez rares et interviennent sur une période d'une vingtaine de jours environ. La confrontation des concentrations de MES engendrées par le dragage (données modélisées) et par des phénomènes naturels ne met pas en évidence un écart substantiel. Par ailleurs, la modélisation précise que 72h après la fin des travaux, les concentrations en MES redeviennent inférieures à 1 mg/L.

- La hausse des concentrations de MES occasionnée par les travaux demeure dans la gamme de variation naturelle expérimentée par les espèces benthiques. Par ailleurs, la durée de la hausse des concentrations de MES causée par les travaux semble comparable à la durée de certains épisodes de turbidité naturels. Les effets indirects liés à la remise en suspension sont donc considérés comme **faibles** (Tableau 9).

Effets liés au dépôt sédimentaire :

Les dépôts sédimentaires sont susceptibles d'enfouir et d'étouffer les espèces benthiques sessiles ou peu mobiles (Hendrick et Hutchison, 2016). Bien qu'elles puissent regagner la surface, les espèces mobiles peuvent également être affectées si la profondeur d'enfouissement est importante. En effet, les effets sub létaux et létaux engendrés par les dépôts sédimentaires dépendent de la durée de l'enfouissement des organismes, de l'épaisseur et de la nature des dépôts ainsi que de la tolérance des espèces. Les impacts des dépôts sédimentaires sont généralement physiques (étouffement direct) mais peuvent également découler de la remise en suspension de substances toxiques biodisponibles.

Dans la zone portuaire, la modélisation révèle que l'épaisseur des dépôts sédimentaires peut culminer à 60 cm à la fin des travaux et qu'elle diminue de 50 % au bout d'un mois. En moyenne, l'épaisseur des dépôts sédimentaires dans le port varie de 2 à 10 cm.

Dans l'avant-port, l'habitat sédimentaire est constitué de vases sableuses et abrite des espèces ubiquistes et opportunistes. Or la littérature indique que dans les zones à granulométrie fine, dominées par des espèces opportunistes, le rétablissement des communautés benthiques à un niveau antérieur à la perturbation peut être rapide (quelques mois) (Foden et al, 2009 ; Newell et al., 1998). Néanmoins, certaines études ont également relevé des périodes de récupération s'étalant sur plusieurs années (Boyd et al., 2005).

- L'endofaune benthique au droit des zones de dragage, et notamment à l'avant-port, est peu diversifiée et composée d'espèces relativement communes. La sensibilité de ce facteur est regardée suivant sa résistance et sa résilience (*cf. 6.3 Définition des effets et de la sensibilité du facteur, p.42*) face aux effets du projet. Ainsi au regard de la nature du dragage, ce dernier va légèrement affecter les populations benthiques : la **résistance** face aux travaux de dragage est donc caractérisée comme **moyenne**. Par ailleurs, le scenario d'une recolonisation rapide des zones draguées et déroctées semble le plus plausible. Compte tenu de la **résilience forte** des espèces présentes, de leur statut non protégé, les effets indirects liés au dépôt sédimentaire sont considérés comme **négligeables** (cf. Tableau 9).

Conclusion : Les effets des travaux de dragage et de déroctage sur l'endofaune benthique sont négatifs et à la fois **directs** (destruction habitat) et **indirects** (remise en suspension et dépôt de particules fines) (cf. Tableau 9). Les effets directs sont **permanents** tandis que les effets négatifs indirects sont **temporaires** et s'estompent un mois après l'arrêt des travaux.
Au niveau des zones draguées, l'endofaune benthique est peu diversifiée et composée d'espèces relativement communes. Compte tenu de leur résilience et de leur statut non protégé, la sensibilité des espèces aux effets directs est définie comme faible. Ces travaux générant un niveau d'effet **direct** fort, l'impact brut concernant l'endofaune benthique au droit des zones draguées est considéré comme **faible**.
Par ailleurs, les effets **indirects** du dragage sont considérés comme faibles car ils demeurent dans la gamme de variation naturelles des concentrations de MES endurées par les espèces. Par conséquent, les effets indirects du dragage et du déroctage sont considérés comme **faibles.**

Tableau 9 : Niveau d'impact sur l'endofaune benthique au large du port

Facteurs	Effet	Sources	Caractérisation de l'effet		Sensibilité	Niveau d'impact brut
			Description de l'effet	Niveau d'effet		
Endofaune benthique au large	Destruction d'habitats	Activités de dragage	Négatif direct et permanent	Fort	Négligeable	**Faible**
	Altération du milieu aquatique	Activités de dragage/déroctage : remise en suspension et dépôt de particules fines	Négatif indirect et temporaire	Faible	Faible	**Faible**

4.1.2 Macroalgues subtidales

Pour rappel, les macroalgues subtidales étudiées sont localisées au droit de la bouée de la Traversaine (Figure 4 ; point 15).

- Les effets **directs** des travaux sur les macro-algues sont essentiellement associés aux travaux de **déroctage**. En effet, ceux-ci engendrent la destruction des habitats de substrat dur sur lesquels sont fixés les macroalgues subtidales. Les effets du déroctage sur les communautés de macroalgues subtidales sont donc considérés comme fort. Les activités de **dragage** sont pratiquées dans des fonds peu favorables à l'implantation de macro-algues (p.ex. vase dans l'avant-port). Par conséquent, leurs **effets directs** sur ces communautés sont considérés comme **nuls**. De même, les macroalgues subtidales n'étant pas présentes au niveau des **travaux d'ouvrages maritimes**, les effets de ces derniers sont considérés comme **nuls.**

- Les effets **indirects** des activités de dragage sur les macroalgues subtidales sont associés à la **remise en suspension de fines particules** sédimentaires et à leur **dépôt** consécutif. Ces phénomènes peuvent effectivement conduire à une altération du milieu via une dégradation de la qualité de l'eau (augmentation de la turbidité, hausse de la concentration en composés toxiques). Ces épisodes de pollution peuvent survenir à la suite :
- De la remise en suspension de composés toxiques fixés aux particules fines lors du dragage ;
- D'un rejet de lixiviats dans le milieu ;
- D'une pollution accidentelle (déversement accidentel de produits/huiles/etc., fuite de réservoir d'un moyen nautique).

Effets liés à la remise en suspension des particules fines :

Les macro-algues subtidales sont sensibles à la dégradation de la qualité des eaux et notamment à la hausse des concentrations en MES. En effet, les MES peuvent limiter la pénétration de la lumière dans l'eau causant ainsi une réduction de la production primaire et de la biomasse des macro-algues, et restreindre leur profondeur de croissance (*Kerr, 1995 ; Lyngby et Mortensen, 1999).*

Dans la zone colonisée par les macro-algues au niveau de la bouée de la Traversaine (cf. Figure 4 ; point 15), la modélisation du panache turbide prédit des concentrations en MES inférieures à 1 mg/L pendant les travaux. Plus précisément, sur les 68 jours de dragage, les concentrations de MES fluctuent entre 0 et 0,4 mg/L, avec de rares pics à 0,8 mg/L vers la fin des travaux. Au point 15, la turbidité naturelle moyenne entre décembre 2019 et février 2020 est égale à 4,63 NTU, soit approximativement 9,8 mg/L, et atteint un maximum de 40,63 NTU, soit environ 90 mg/L. Les concentrations en MES sont considérées comme faibles devant variations naturelles de la turbidité.

- Les effets de la remise en suspension de particules fines sur les macroalgues subtidales sont considérés comme **faibles**.

Effets liés au dépôt sédimentaire :

Lors de la phase de dépôt, les particules fines peuvent s'accumuler sur les thalles des algues et inhiber la photosynthèse (Moss et al., 1973). En outre, l'accumulation de particules peut envaser les substrats, les rendre défavorables à la fixation des propagules (stades de vie libres des macro-algues), et ainsi mettre en péril leur métamorphose.

Au point 15 de la figure 4, les dépôts sédimentaires sont inexistants car la courantologie et l'hydrodynamisme locaux dispersent efficacement le panache turbide.

- Les effets des dépôts sédimentaires sur les macroalgues subtidales sont considérés comme **nuls**.

Conclusion : Les effets des travaux de déroctage sur les macroalgues sont **négatifs**, **directs** et **permanents** (destruction des habitats et de la flore associée) (Cf. Tableau 10).
Selon les dire d'expert exposés dans l' « *Evaluation de la sensibilité des habitats élémentaires (DHFF) d'Atlantique, de Manche et de Mer du Nord aux pressions physiques* », la sensibilité des macroalgues subtidales à cet effet est considéré comme **forte.** Au regard de la faible présence d'individu sur la zone d'étude (*cf. 2.3 Macroalgues subtidales, p.13*), le niveau d'effets directs des travaux de déroctage est **faible**. Le niveau d'impact brut des travaux de déroctage est ainsi **moyen** sur cet habitat.
Les effets des activités de dragage sont essentiellement **indirects** (remise en suspension et dépôt de particules fines) et **temporaires,** puisqu'ils s'estompent un mois après l'arrêt des travaux. L'impact des travaux de dragage sur les macroalgues étant principalement lié à la remise en suspension des sédiments, est considéré comme **faible**.

Tableau 10 : Niveau d'impact sur les macroalgues subtidales

Facteurs	Effet	Sources	Caractérisation de l'effet		Sensibilité	Niveau d'impact brut
			Description de l'effet	Niveau d'effet		
Macroalgues subtidales	Risque de destruction d'habitat et d'individu	Activités de déroctage	Négatif direct, permanent	Faible	Forte	**Moyen**
	Altération du milieu aquatique	Activités de dragage : remise en suspension et dépôt de particules fines	Négatif indirect et temporaire	Faible	Faible	**Faible**

4.1.3 **Herbier de zostères**

Les herbiers de zostère sont localisés de part et d'autre de l'embouchure de la Rance, aux points 2, 4, 8 et 12 (Figure 4).

- Les travaux de **dragage** et de **déroctage** n'ont **aucune incidence directe** sur les herbiers de zostère. Les effets **directs** du déroctage et du dragage sont **nuls**.

- Les effets indirects des activités de dragage sur les herbiers de zostère sont liés à la **remise en suspension de fines particules** sédimentaires et à leur **dépôt** consécutif. Ces phénomènes peuvent conduire à une altération du milieu via une dégradation de la qualité de l'eau et/ou une hausse de la concentration de composés toxiques. Comme l'indique la modélisation, la remise en suspension des particules et la hausse de l'épaisseur des dépôts sont **temporaires** et atténuées un mois après l'arrêt des travaux.

Effets liés à la remise en suspension des particules fines :

La hausse des concentrations en MES peut limiter la pénétration de la lumière dans l'eau et engendrer un épisode de turbidité. Or, comme chez les macro-algues, la réduction de l'irradiance peut limiter la production primaire des herbiers de zostère. En effet, pour leur croissance et leur survie, ces derniers ont des besoins minimaux en lumière correspondant à 10-25 % de la lumière incidente de surface (Preen et al., 1995). En règle générale, leur biomasse diminue graduellement à mesure que la turbidité augmente, selon une relation linéaire (Hou et al., 2020). La sensibilité des herbiers de zostère varie également en fonction de la durée de la perturbation (Chao et al., 2020). Par exemple, dès 20 jours d'exposition à une turbidité très élevée (> 200 NTU), la croissance de *Zostera marina* peut être réduite. Les épisodes de turbidité prolongés peuvent également causer une baisse de la profondeur d'implantation des herbiers de zostère (Nielsen et al., 2022).

Au niveau des herbiers de zostère (Figure 4 ; point 2,4,8 et 12), la modélisation du panache turbide prédit des concentrations en MES inférieures à 1 mg/L pendant les travaux. En particulier, aux points 2, 4 et 8, les concentrations de MES restent inférieures à 0,1 mg/L sur les 68 jours de dragage. Au point 12, situé plus à proximité du port, elles restent globalement inférieures à 0,2 mg/L avec des pics fréquents à 0,4 mg/L et quelques rares pics d'intensité supérieure (> 0,8 mg/L). La hausse des concentrations en MES causée par les travaux est considérée comme négligeable dans les herbiers de zostère.

- Les effets de la remise en suspension de particules fines sur les herbiers de zostère sont considérés comme **faibles**.

Effets liés au dépôt sédimentaire :

Lors de la phase de dépôt, les particules fines peuvent s'accumuler et enfouir les herbiers sous une épaisseur plus ou moins importante. La survie des herbiers est négativement corrélée à l'intensité du dépôt et ses caractéristiques temporelles. Un dépôt intense et soudain génère plus de mortalité qu'un dépôt moins intense mais régulier et continu (Han et al., 2012). Dans ce dernier cas, les herbiers (étude menée chez *Zostera noltei*) peuvent tolérer un enfouissement modéré et sont capables de recoloniser la surface impactée.

Selon les prédictions du modèle, les dépôts sédimentaires sont inexistants au niveau des herbiers car la courantologie et l'hydrodynamisme dispersent efficacement le panache turbide. Les effets des dépôts sédimentaires sur les herbiers sont donc une préoccupation mineure.

- Les effets du dépôt de sédiments sur les herbiers de zostère sont considérés comme **nuls.**

Le guide de l'« Evaluation de la sensibilité des habitats élémentaires (DHFF) d'Atlantique, de Manche et de Mer du Nord aux pressions physiques » expose les niveaux de résistance, résilience et de sensibilité liés aux différents habitats marins élémentaires. Les deux stations d'herbiers de zostère marine située au Nord peut être rattaché à l'habitat : *1110-1 Sables fins propres et légèrement envasés, herbiers à Zostera marina*. L'évaluation de la sensibilité de l'habitat est exposée dans le Tableau 11.

Tableau 11 : Extrait de l'évaluation de la sensibilité de l'habitat 1110-1. Source : Service du Patrimoine Naturel, Evaluation de la sensibilité des habitats élémentaires (DHFF) d'Atlantique, de Manche et de Mer du Nord aux pressions physiques, Rapport SPN 2017 -4, Février 2017.

1110-1 Sables fins propres et légèrement envasés, herbiers à Zostera marina – *Herbiers à Zostera marina*			
Catégorie	**Pression**	**Sensibilité**	**Commentaire Indice de confiance**
Changements hydrologiques (Modification temporaire et/ou réversible)	**Modification des conditions hydrodynamiques**	M	Littérature grise concernant directement la pression et l'habitat : d'Avack et al., 2015a
	Description de l'évaluation	Une modification des conditions hydrodynamiques induira une perturbation du cycle d'engraissement et l'érosion de l'herbier et donc une modification notable de l'habitat (résistance modérée). Une réduction de l'hydrodynamisme induira une diminution de la clarté de l'eau et l'augmentation de la sédimentation. L'augmentation de l'hydrodynamisme induira une perturbation mécanique et une érosion sédimentaire qui peut mener à l'exposition des rhizomes et à l'altération de l'intégrité l'herbier. La résilience est également qualifiée de modérée pour une pression de courte durée. NB : les herbiers sont naturellement érodés selon un front de progression plus ou moins rapide. Une modification des conditions hydrodynamiques peut modifier cette dynamique sans compromettre la subsistance de l'habitat en tant que telle. **Attention** : Une modification prolongée de l'hydrodynamisme induira un changement d'habitat.	
	Modification de la charge en particules	M	Dire d'experts Littérature grise concernant directement la pression et l'habitat : d'Avack et al., 2015a Publications examinées en comité de lecture : Davison & Hughes, 1998 ; Erftemeijer & Lewis, 2006 ; Moore & Wetzel, 2000 ; Ouisse, 2010
	Description de l'évaluation	La modification de la charge en particules induira une réduction de la quantité de lumière disponible pour l'activité photosynthétique de l'herbier ce qui aura un effet sur sa productivité et son maintien (Davison & Hughes, 1998). Le seuil d'irradiance lumineuse nécessaire à la survie de *Z. marina* est compris entre 11 et 37 % (Erftemeijer & Lewis, 2006). Cet habitat est susceptible de survivre à une modification de la charge en particules de l'eau pendant une période courte (quelques semaines) mais pas des changements plus longs ou répétés (résistance **faible**). **Attention** : L'effet d'une augmentation de la turbidité risque d'être plus important en été, lors de la période de croissance et de productivité maximale de l'herbier (Moore & Wetzel, 2000), et dans les zones soumises naturellement à une faible luminosité.	

*Les scores sont présentés selon la codification suivante : TH = Très haute ; H = Haute ; **M = Modérée** ; F = Faible ; TF = Très faible ; V = Variable ; NA = Non applicable.*

Conclusion : Les effets des activités de dragage sur les herbiers de zostère sont essentiellement **indirects** (remise en suspension et dépôt de particules fines) et **temporaires,** puisqu'ils s'estompent un mois après l'arrêt des travaux. Les effets des activités de déroctage et du dépôt sédimentaire engendré par le dragage sont **nuls**. Bien que le niveau de sensibilité des herbiers de zostères soit fort face aux activités de déroctage et dragage, l'impact brut direct des travaux de dragage sur les herbiers de zostère est considéré comme **nul** (Cf. Tableau 12).

Selon les dire d'expert exposés dans l' « Evaluation de la sensibilité des habitats élémentaires (DHFF) d'Atlantique, de Manche et de Mer du Nord aux pressions physiques », la sensibilité des herbiers de zostère à cet effet est moyenne. Le niveau d'effet des travaux de dragage sur les herbiers reste toutefois **faible**. Ainsi, le niveau d'impact brut est **faible** sur cet habitat.

Tableau 12 : Niveau d'impact sur les herbiers de zostères

Facteur	Effet	Sources	Caractérisation de l'effet		Sensibilité	Niveau d'impact brut
			Description de l'effet	Niveau d'effet		
Herbier de zostères	Destruction habitat	Activités de déroctage et de dragage	Négatif direct, permanent	Nul	Forte	**Nul**
	Altération du milieu aquatique	Activités de dragage : remise en suspension et dépôt de particules fines	Négatif indirect et temporaire	Faible	Moyenne	**Faible**

4.2 Conclusion partielle des effets du projet sur les facteurs étudiés

Les effets du projet sur l'endofaune benthique, les macroalgues subtidales et les herbiers de zostère ont lieu exclusivement **en phase travaux**.

Les **effets directs** sont liés à la destruction d'espèces benthiques lors des opérations de dragage et à la destruction de macroalgues subtidale au large de la Traversaine lors des opérations de déroctage.
Néanmoins, les espèces benthiques présentant une forte résilience, la recolonisation du milieu après les travaux semble aisée. Les travaux de dragage sont donc considérés comme **faibles** sur l'endofaune benthique.
Les travaux de déroctage ont des effets directs faibles sur les macroalgues subtidales et par conséquent un niveau d'impact brut **moyen**. Des mesures ont été prises pour vérifier la recolonisation des espèces au droit des zones déroctées.

Les **effets indirects** relèvent de l'altération de la qualité des eaux marines principalement lors des opérations de dragage. Au regard des modélisations réalisés dans le cadre du projet et des guides d'évaluation de ces facteurs, les enjeux restent **faibles**. La dispersion se fait principalement au droit des zones de dragage et peu au droit des zones d'habitats d'herbiers de zostère. Ces effets sont ainsi temporaires.

Afin de réduire le risque de dégradation sur ces habitats, des mesures ont été prévues.

5 Mesures ERCAS

NB : les mesures pour éviter l'altération de la qualité des eaux seront traitées dans les aspects « qualité des eaux » de l'étude d'impact. Seules des indications relatives au seuil d'acceptabilité des facteurs étudiés dans ce rapport, seront précisées dans cette partie.

5.1 Mesure d'évitement

<table>
<tr><th colspan="5">ME1 : Adaptation du planning des opérations de dragage</th></tr>
<tr><td colspan="4">Type</td><td colspan="3">Phase concernée</td></tr>
<tr><td>E</td><td>R</td><td>C</td><td>S</td><td>Etudes</td><td>Travaux</td><td>Exploitation</td></tr>
<tr><td colspan="4">Composante(s) projet concernée(s)</td><td>Travaux terrestres</td><td>Travaux maritimes</td><td>Opérations de dragage</td></tr>
<tr><td colspan="4">Thématique</td><td>Milieu physique</td><td>Milieu naturel</td><td>Paysage et patrimoine</td><td>Milieu humain</td></tr>
<tr><td colspan="7">Descriptif

Les opérations de dragage correspondent aux travaux générant le plus de remise en suspension de fines dans le milieu aquatique.
Un seuil d'acceptabilité de plus de 5mg/L dans le milieu a ainsi été pris en compte, notamment dans les études de modélisation élaborées par CREOCEAN janvier 2023.
Afin de préserver les habitats à enjeu et de leur permettre de se renouveler à l'issue des opérations de dragage, les opérations de dragage auront lieu en dehors des périodes sensibles (mai à septembre). En effet, les herbiers de zostères marines, les macroalgues subtidales et le benthos ont leur phase de recrutement en période estivale.</td></tr>
<tr><td colspan="7">Effet de la mesure
L'objectif est d'éviter d'altérer la qualité des habitats marins d'intérêt situé à proximité des zones de dragage.</td></tr>
<tr><td colspan="7">Modalités de suivis
Cette mesure sera intégrée dans les contrats passés avec les différents prestataires. Leur prise en compte sera contrôlée en interne par la Région Bretagne.</td></tr>
<tr><td colspan="7">Coût
Le coût de cette mesure est intégré dans le coût global du projet.</td></tr>
</table>

5.2 Mesure de réduction

Les mesures de réduction sont étroitement liées aux mesures relatives à la préservation de la qualité des eaux.

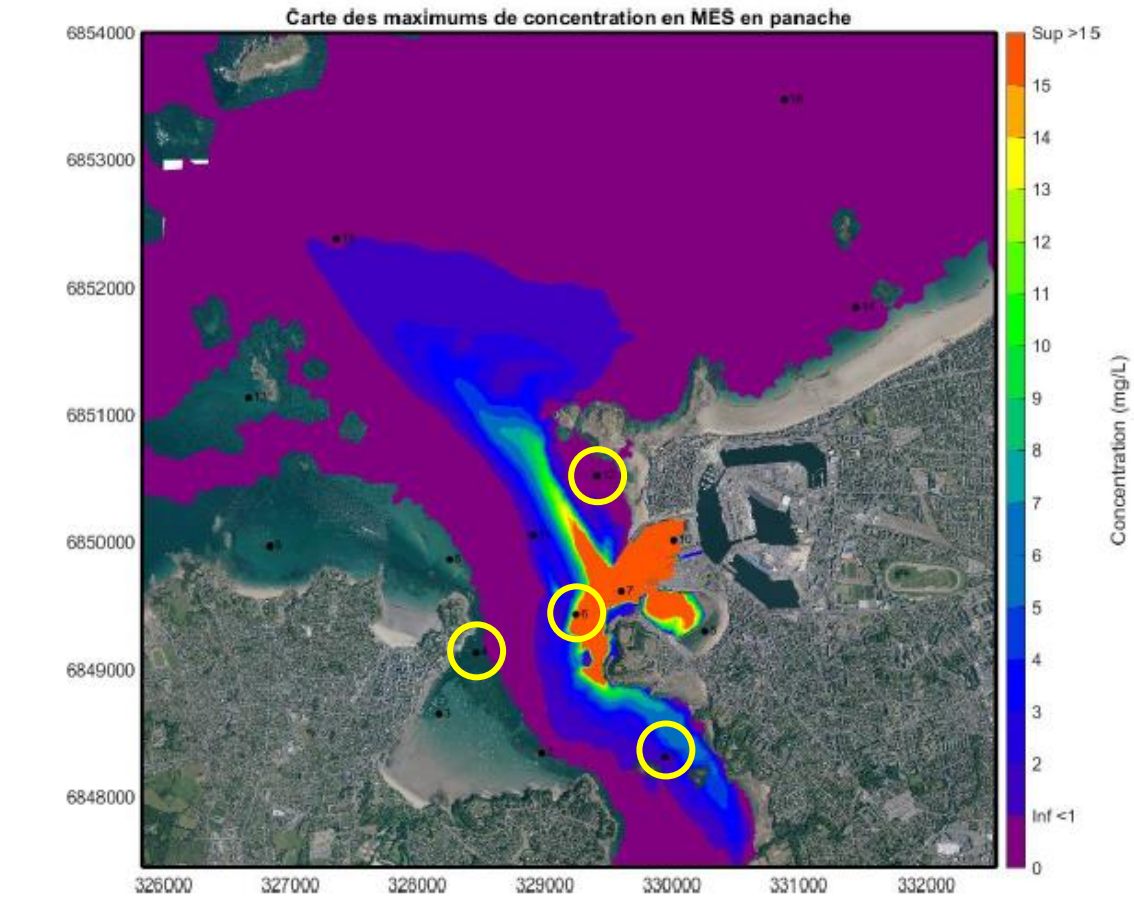
<table>
<tr><th colspan="6">MR1 : Suivi de la qualité du milieu aquatique et seuils d'alerte</th></tr>
<tr><td colspan="3">Type</td><td colspan="3">Phase concernée</td></tr>
<tr><td>E</td><td>R</td><td>C / S</td><td>Etudes</td><td>Travaux</td><td>Exploitation</td></tr>
<tr><td colspan="2">Composante(s) projet concernée(s)</td><td>Travaux terrestres</td><td>Travaux maritimes</td><td colspan="2">Voies d'accès des engins de chantier et implantation du chantier (base vie, stockage, etc.)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Thématique</td><td>Milieu physique</td><td>Milieu naturel</td><td>Paysage et patrimoine</td><td>Milieu humain</td></tr>
<tr><td colspan="6">Descriptif

Les habitats d'herbiers de zostères et de macroalgues subtidales situés de part et d'autre de l'embouchure de la Rance sont sensibles à la qualité de l'eau et notamment à la turbidité.

Afin de suivre la qualité des milieux pour les herbiers de zostères, il est important de vérifier la qualité de l'eau pendant la phase la plus impactante, c'est-à-dire la phase chantier.
Les travaux de dragage susceptibles de générer des remises en suspension de fines et pouvant ainsi altérer ces habitats, devront intégrer des suivis de la qualité des eaux avec un seuil d'acceptation et d'alerte.

<u>Moyens techniques</u>
Ce suivi consistera en la pose de bouées de suivi de mesures de la turbidité en continu (en lien avec la mesure de réduction (MR1) pour limiter l'altération de la qualité de l'eau).

<u>Localisation</u>
Il est recommandé de suivre la qualité de l'eau au droit des herbiers de zostère. Les points de mesures 4 et 12, utilisés dans le cadre de la modélisation hydrosédimentaire, peuvent être repris.</td></tr>
</table>



Suivi usages/habitats en jaune, dont suivi alerte adaptation de travaux chantier /arrêt chantier sur le point « crapaud cité » n°6.
Figure 6 : Points de suivi. Source : CREOCEAN

Le point de suivi n°4 concerne les herbiers de zostère, côté Dinard.
Le point de suivi n°12 concerne les herbiers de zostère, côté Saint Malo.
Le point n°1 concerne l'entrée de la Rance.
Le point de suivi n°6 concerne le point « Crapaud cité » qui servira de point d'alerte :

- Sur ce point, les données d'état initial sont disponibles et une analyse statistique peut être faite en percentile ;
- Ce point correspond à la limite de la zone de panache concentrée en sortie de chantier : il est peut être trop exposé mais retenir le point 11 à la place engendrerait un déficit de sécurisation de la démarche d'alerte.
- Un seuil d'alerte en ce point sera défini au sein du dossier d'étude d'impact. Celui-ci sera compatible avec le seuil d'alerte de +5mg/L supplémentaire dans le milieu.

Seuils d'alerte

Lors des travaux, un seuil delta d'alerte de la turbidité sera pris en considération. Celui-ci s'élève à une augmentation de +5 mg/L en MES par rapport au bruit de fond moyen dans la zone. Une augmentation maximale à respecter est de +10 mg/l en MES par rapport au bruit de fond moyen, pour les herbiers de zostère.

Période des mesures de suivi de la qualité des eaux au droit des herbiers de zostère

Les mesures, à minima au droit des points de suivi n°4 et 12, doivent être prises comme suit :

- Une mesure ponctuelle avant travaux (T0) ;
- Suivi continu tout au long des travaux de dragage ;
- Une mesure après travaux.

Complément Il est également possible de limiter la dispersion des fines dans le milieu, en réalisant les travaux de dragage (notamment ceux concernant les zones de dragages dont la qualité des sédiments dépassent les seuils N1 et N2 issus de l'arrêté du 9 août 2006) à marée basse et marée montante. Cela permet de réduire la hauteur de la colonne d'eau et donc de la dispersion. Toutefois, au regard des contraintes environnementales et techniques pouvant s'entremêler, ce complément sera pris en considération telle une mesure d'accompagnement.
Effet de la mesure L'objectif est d'éviter d'altérer la qualité des habitats marins d'intérêt situés à proximité des zones de dragage.
Modalités de suivis Cette mesure sera intégrée dans les contrats passés avec les différents prestataires. Leur prise en compte sera contrôlée en interne par la Région Bretagne.
Coût Le coût de cette mesure est intégré dans le coût global du projet.

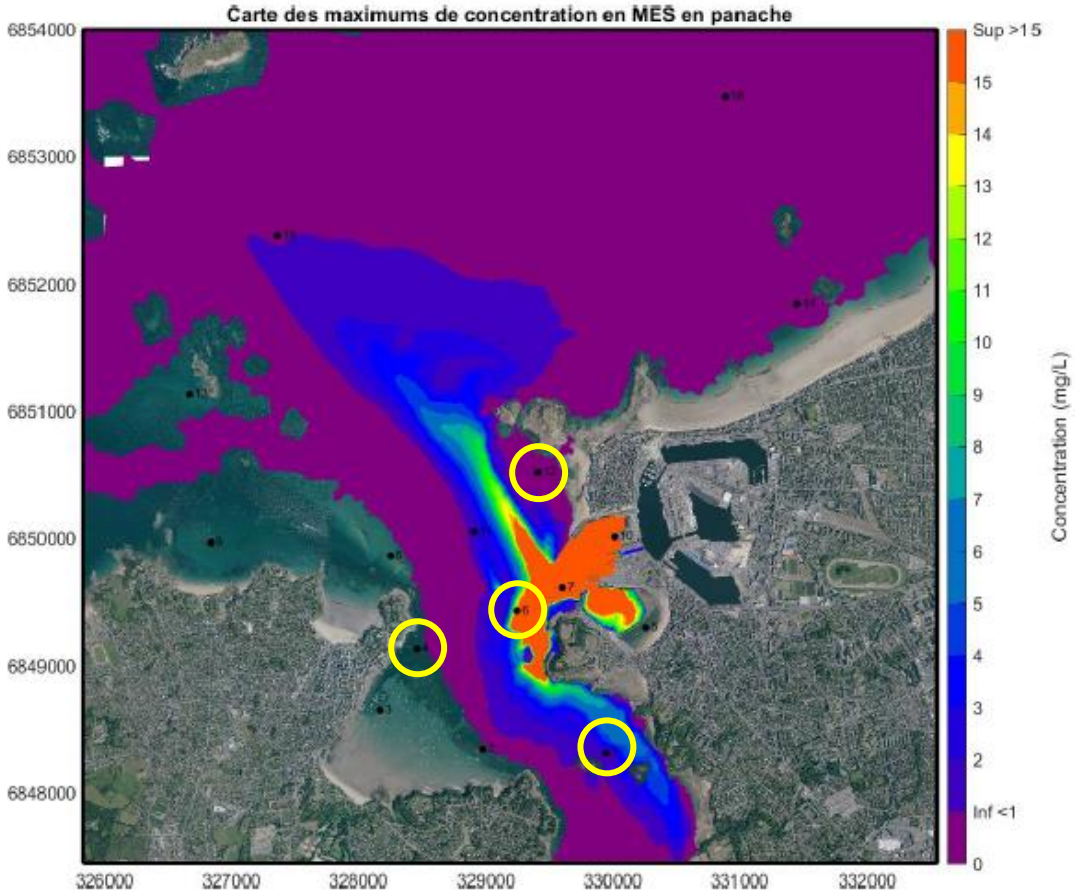
5.3 Mesures de suivi

MS1 : Suivi de l'évolution des habitats écologiques à enjeux

Type				Phase concernée		
E	R	C	**S**	Etudes	Travaux	Exploitation
Composante(s) projet concernée(s)				**Travaux terrestres**	**Travaux maritimes**	Voies d'accès des engins de chantier et implantation du chantier (base vie, stockage, etc.)
Thématique				Milieu physique	**Milieu naturel**	Paysage et patrimoine / Milieu humain

Descriptif

Les habitats d'herbiers de zostères et de macroalgues subtidales situés de part et d'autre de l'embouchure de la Rance seront suivis tout au long du projet. La qualité des eaux (assurant le bon état du milieu) sera déjà suivie telle que présentée dans la *MR1 : Suivi de la qualité du milieu aquatique et seuils d'alerte :*



Suivi usages/habitats en jaune, dont suivi alerte adaptation de travaux chantier /arrêt chantier sur le point « crapaud cité » n°6.
Figure 7 : Points de suivi. Source : CREOCEAN

Afin de suivre les habitats des herbiers de zostères et des macroalgues subtidales des cartographies devront être mises en place.

- Une mise à jour de la cartographie des herbiers de zostères et des macroalgues subtidales est à prévoir **en amont des travaux**. Cette réactualisation permettra de vérifier l'état des habitats avant travaux et servira de référentiel (=T0) tout au long du projet ;

- Une seconde cartographie des habitats d'herbiers de zostère et des macroalgues subtidales aura lieu **après les travaux** et à la même saison que celle de T0. Ces deux cartographies seront comparées entre elles ;

- Une dernière cartographie des habitats d'herbiers de zostère et des macroalgues subtidales, **deux ans après travaux**, sera également réalisée.

Enfin, des mesures supplémentaires pourront être prises dans le cas d'impacts générés par les travaux du terminal du Naye sur ces habitats.

Effet de la mesure
L'objectif est de vérifier le bon état et évolution des habitats marins d'intérêt tout au long du projet.

Modalités de suivis
Ces mesures seront intégrées dans les contrats passés avec les différents prestataires. Leur prise en compte sera contrôlée en interne par la Région Bretagne.

Coût
Le coût de cette mesure est intégré dans le coût global du projet.

5.4 Impacts résiduels

L'impact résiduel est l'impact défini à la suite de la description des mesures d'évitement et de réduction.
Le tableau suivant présente les impacts résiduels des travaux du projet sur l'endofaune benthique, les macroalgues subtidales et les herbiers de zostère.

Tableau 13 : Evaluation des impacts résiduels

Facteurs	Effet	Sources	Caractérisation de l'effet		Sensibilité	Niveau d'impact brut	Mesures			Impact résiduel
			Description de l'effet	Niveau d'effet			Evitement	Réduction	Suivi	
Endofaune benthique au large	Destruction d'habitats	Activités de dragage	Négatif direct et permanent	Fort	Négligeable	**Faible**	ME1 : Adaptation du planning des opérations de dragage			**Faible**
	Altération du milieu aquatique	Activités de dragage/déroctage : remise en suspension et dépôt de particules fines	Négatif indirect et temporaire	Faible	Faible	**Faible**				**Faible**
Macroalgues subtidales	Risque de destruction d'habitat et d'individu	Activités de déroctage	Négatif direct, permanent	Faible	Forte	**Moyen**	ME1 : Adaptation du planning des opérations de dragage		MS1 : Suivi de l'évolution des habitats écologiques à enjeux	**Faible**
	Altération du milieu aquatique	Activités de dragage : remise en suspension et dépôt de particules fines	Négatif indirect et temporaire	Faible	Faible	**Faible**		MR1 : Suivi de la qualité du milieu aquatique et seuils d'alerte		**Faible**
Herbier de zostères	Destruction habitat	Activités de déroctage et de dragage	Négatif direct, permanent	Nul	Forte	**Nul**	ME1 : Adaptation du planning des opérations de dragage		MS1 : Suivi de l'évolution des habitats écologiques à enjeux	**Nul**
	Altération du milieu aquatique	Activités de dragage : remise en suspension et dépôt de particules fines	Négatif indirect et temporaire	Faible	Moyenne	**Faible**		MR1 : Suivi de la qualité du milieu aquatique et seuils d'alerte		**Faible**

6 Méthodologie

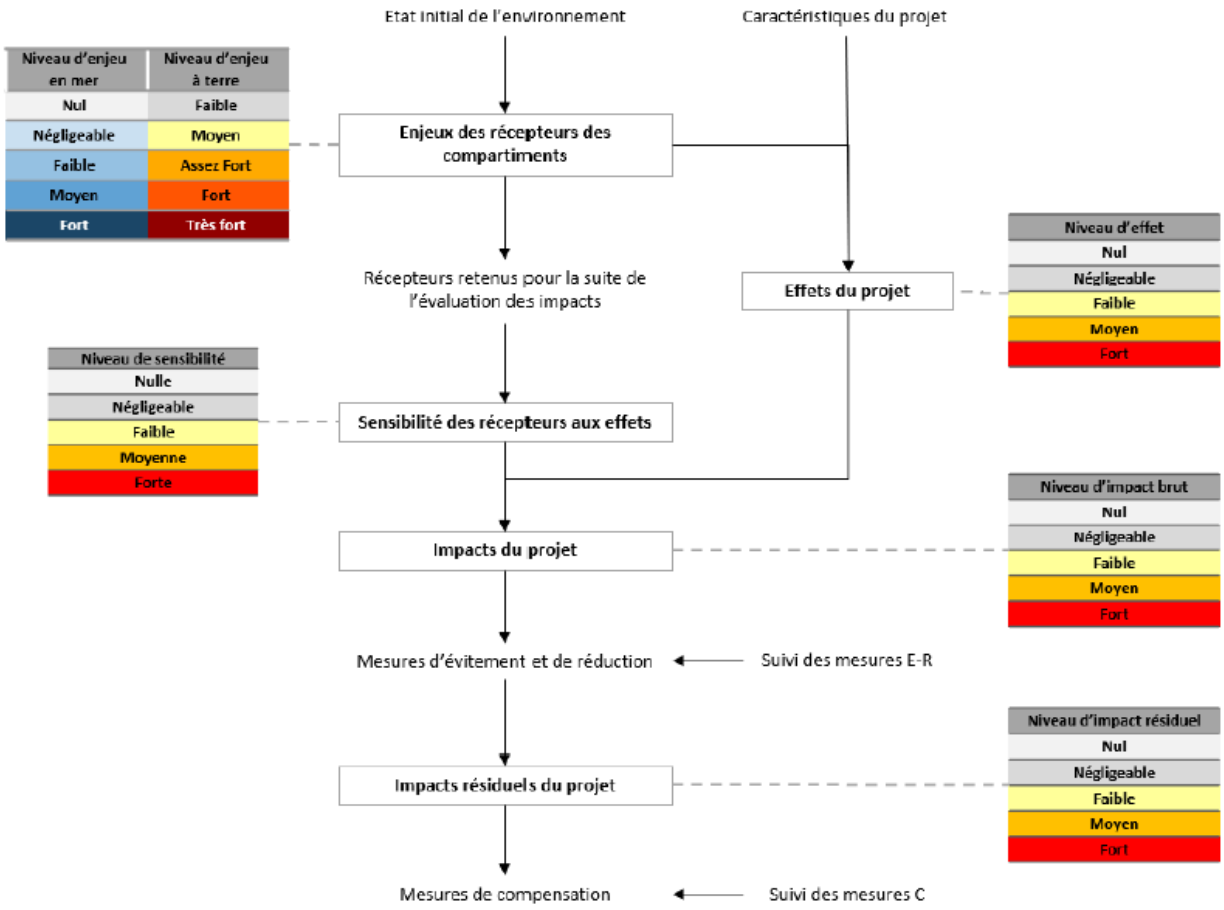


Figure 8 : Schéma de principe de la méthodologie de l'étude d'impact

6.1 Définition de l'état initial de l'environnement

Au sein des aires d'études définies précédemment, l'état initial doit permettre d'avoir un état des lieux de l'environnement suffisamment précis et complet pour évaluer l'impact environnemental du projet.
Les grands thèmes analysés sont le milieu physique, le milieu naturel, le paysage et patrimoine et le milieu humain. L'analyse est fondée sur des données bibliographiques ainsi que des investigations de terrain. Les investigations bibliographiques ou de terrains sont proportionnées à la nature du projet et ses effets attendus sur l'environnement.

L'état initial des herbiers de zostères, des habitats benthiques et des macroalgues subtidales est synthétisé dans le chapitre 2. Il se conclut par une Définition des enjeux dans le chapitre 3.1 :
L'enjeu représente « pour une portion du territoire, compte tenu de son état actuel ou prévisible, une valeur au regard des préoccupations patrimoniales, esthétiques, culturelles, de cadre de vie ou économiques. » (MEEM, 2017).
L'enjeu environnemental relatif à chaque compartiment de l'environnement est présenté en synthèse de l'état initial de l'environnement (Chapitre 3 de l'étude d'impact). L'enjeu est défini selon une méthodologie propre à chaque compartiment qui est précisé dans le chapitre 3 – état initial de l'étude d'impact.

6.2 Identification des facteurs susceptibles d'être affectés de manière notable par le projet

Sur la base de l'enjeu environnemental défini pour chaque facteur de l'environnement du projet, et en considérant le risque de perturbation du facteur par le projet et ses effets. Les facteurs susceptibles d'être affectés de manière notable par le projet sont identifiés et font l'objet de l'évaluation des impacts.
Les facteurs susceptibles d'être affectés de manière notable par le projet sont présentés dans le chapitre 3.2– description des facteurs susceptibles d'être affectés de manière notable par le projet.

6.3 Définition des effets et de la sensibilité du facteur

6.3.1 Caractérisation de l'effet

L'effet décrit « la conséquence objective du projet sur l'environnement » (MEEM, 2017), il est caractérisé selon plusieurs critères : négatif/positif, direct/indirect, permanent/temporaire, niveau (nul, négligeable, faible, moyen, fort). Les effets doivent être évalués lors de la phase de construction, d'exploitation et de démantèlement.
Le tableau suivant présente les éléments descriptifs permettant de justifier les 6 niveaux d'effet.

Niveau d'effet	Description
Fort	Biodiversité : Effet portant une atteinte importante à la dynamique d'une espèce et/ou à la fonctionnalité de ses habitats et/ou à l'état de conservation d'un habitat provoquant un bouleversement conséquent de son abondance, de sa répartition, de sa qualité et de son fonctionnement pouvant être irréversible dans le temps Cadre de vie : Effet générant une modification majeure du cadre de vie ou perceptible par l'ensemble de la population
Moyen	Biodiversité : Effet portant atteinte à la dynamique d'une espèce et/ou à la fonctionnalité de ses habitats et/ou à l'état de conservation d'un habitat provoquant un bouleversement sensible de son abondance, de sa répartition, de sa qualité et de son fonctionnement pouvant être temporaire ou modérée Cadre de vie : Effet générant une modification importante du cadre de vie ou perceptible par une partie de la population
Faible	Biodiversité : Effet ressenti par une espèce et/ou ses habitats dont l'intensité modifie légèrement leur cycle biologique et susceptible de réagir faiblement à un effet produit par le projet, sans risquer d'être altérée ou perturbée de manière sensible et/ou effet portant partiellement atteinte à l'état de conservation d'un habitat. Peut être limitée dans le temps et marginal. Cadre de vie : Effet générant une modification mineure du cadre de vie ou perceptible par une faible proportion de la population
Négligeable	Biodiversité : Effet ressenti par des individus et/ou une partie de leurs habitats sans atteinte à la réalisation de leur cycle biologique ou à la fonctionnalité de l'habitat et/ou effet ne portant pas atteinte à l'état de conservation d'un habitat Cadre de vie : Effet générant un ressenti légèrement perceptible sur le cadre de vie ou la population
Nul	Aucun effet n'est généré par le projet sur le facteur étudié
Positif	Effet qui génère des bénéfices pour le facteur étudié

6.3.2 Définition de la sensibilité

La sensibilité d'un facteur est liée à un effet et dépend de la tolérance et de la résilience[1] du facteur à l'effet en question.
Les effets et sensibilité sont présentés dans le chapitre 4– description des impacts notables que le projet est susceptible d'avoir sur l'environnement.

La définition d'un niveau de sensibilité **d'un facteur à un effet** pourra être réalisée selon 2 manières :

- La méthodologie d'évaluation pour l'habitat des herbiers de zostère s'appuie sur le guide réalisé par le *Service du Patrimoine Naturel, Evaluation de la sensibilité des habitats élémentaires (DHFF) d'Atlantique, de Manche et de Mer du Nord aux pressions physiques, Rapport SPN 2017 -4, Février 2017 ;*
- Détermination à partir du dire d'expert reposant le croisement des deux notions principales de la sensibilité.

Ainsi, un niveau de sensibilité par facteur ou groupe de facteur et par rapport à un effet sera donné en y apportant des éléments de justification.
La grille de définition de la sensibilité (croisement du niveau de résistance et de résilience) est la suivante.

6.3.3 Evaluation de l'impact et de l'impact résiduel

6.3.3.1 Impact brut

Le niveau d'impact correspond à un croisement entre **le niveau d'effet et le niveau de sensibilité.**

La grille de définition des impacts appliquée est la suivante :

		Niveau d'effet				
		Nul	**Négligeable**	**Faible**	**Moyen**	**Fort**
Niveau de sensibilité	**Nul**	Nul	Nul	Négligeable	Négligeable	Négligeable
	Négligeable	Nul	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable
	Faible	Nul	Négligeable	Faible	Faible	Moyen
	Moyen	Nul	Négligeable	Faible	Moyen	Fort
	Fort	Nul	Négligeable	Moyen	Fort	Fort

6.3.3.2 Impact résiduel

L'impact résiduel est l'impact défini à la suite de la description des mesures d'évitement et de réduction.

Ils sont présentés sous forme d'un tableau synthétique liant niveau d'impact et niveau d'impact résiduel pour chaque facteur ou groupe de facteur.

[1] La tolérance est définie comme la susceptibilité d'être affectée par un effet.
La résilience d'un élément à une perturbation peut être définie comme sa capacité à maintenir ou recouvrer naturellement un état proche à celui prévalant avant la perturbation.

6.4 Définition des mesures d'Evitement, de Réduction et de Compensation et évaluation des impacts résiduels

Les mesures d'évitement, de réduction et de compensation, décrites à l'article R 122-5 du Code de l'environnement, sont destinées à :

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

Par conséquent, dès qu'un impact brut est considéré comme notable (à savoir de niveau moyen ou fort) une mesure d'évitement ou de réduction est proposée pour supprimer ou diminuer cet impact à un niveau non notable (faible, négligeable ou nul).
Ensuite, une analyse des impacts résiduels est menée. Cette analyse est réalisée en prenant en compte l'application des mesures d'évitement et de réduction qui peuvent ainsi modifier les niveaux d'impacts bruts. Les impacts obtenus après application de ces mesures sont alors appelés « impacts résiduels ».
Le cas échéant, s'il demeure des impacts résiduels notables (à savoir de niveau moyen ou fort), des mesures compensatoires sont proposées. Les mesures sont présentées dans le chapitre 5 – Mesures prévues pour éviter, réduire ou compenser les effets négatifs notables du projet sur l'environnement et mesures d'accompagnement.

6.5 Définition des mesures d'accompagnement

Des mesures d'accompagnement peuvent être proposées. Ces mesures ne répondent pas à la mise en évidence d'un impact significatif du projet et « ne s'inscrivent pas dans un cadre réglementaire ou législatif obligatoire.
Elles peuvent être proposées en complément des mesures compensatoires (ou de mesures d'évitement et de réduction) pour renforcer leur pertinence et leur efficacité, mais ne sont pas en elles-mêmes suffisantes pour assurer une compensation. Elles ne peuvent donc venir en substitution d'aucune des autres mesures, mais uniquement venir en plus » (CGDD, 2018).
Les mesures d'accompagnement sont présentées dans le 5- Mesures prévues pour éviter, réduire ou compenser les effets négatifs notables du projet sur l'environnement et mesures d'accompagnement.

6.6 Définition des modalités de suivi de l'efficacité des mesures ERC

Des modalités de suivi de l'efficacité des mesures sont proposées le cas échéant. Leur objectif premier est de vérifier l'efficacité des mesures ERC mises en place.
Les modalités de suivi sont présentées dans le chapitre 5.3 – Mesures de suivi.

7 Références

Boyd, S. E., Limpenny, D. S., Rees, H. L., & Cooper, K. M., 2005. The effects of marine sand and gravel extraction on the macrobenthos at a commercial dredging site (results 6 years post-dredging). *ICES Journal of marine Science*, *62*(2), 145-162.

CREOCEAN, 2023. Etudes hydrodynamiques – Réaménagement du terminal du Naye et extension du port de plaisance des Bas Sablons : Modélisation de la dispersion des panaches turbides. Région Bretagne, France. Rapport 181106-Phase 3, 2023-01, 43 p.

CREOCEAN, 2022. Lot1 - MS3 : Suivi de turbidité et de la qualité des eaux. Région Bretagne – Ville de Saint Malo, France. Rapport 190450C, 2022-01, 51 p.

Foden, J., Rogers, S. I., & Jones, A. P., 2009. Recovery rates of UK seabed habitats after cessation of aggregate extraction. *Marine Ecology Progress Series*, *390*, 15-26.

Han, Q., Bouma, T. J., Brun, F. G., Suykerbuyk, W., & Van Katwijk, M. M., 2012. Resilience of Zostera noltii to burial or erosion disturbances. *Marine Ecology Progress Series*, *449*, 133-143.

Hendrick, V. J., Hutchison, Z. L., & Last, K. S., 2016. Sediment burial intolerance of marine macroinvertebrates. *PLoS One*, *11*(2), e0149114.

Kerr, S.J., 1995. Silt, turbidity and suspended sediments in the aquatic environment: an annotated bibliography and literature review. Ontario Ministry of Natural Resources, Southern Region Science & Technology Transfer Unit Technical. Report TR-008, 277 pp.

La Peyre, M. K., Bernasconi, S. K., Lavaud, R., Casas, S. M., & La Peyre, J. F., 2020. Eastern oyster clearance and respiration rates in response to acute and chronic exposure to suspended sediment loads. *Journal of Sea Research*, *157*, 101831.

Lyngby, J. E., Mortensen, S., & Ahrensberg, N., 1999. Bioassessment techniques for monitoring of eutrophication and nutrient limitation in coastal ecosystems. *Marine Pollution Bulletin*, *39*(1-12), 212-223.

Moss, B., Mercer, S., & Sheader, A., 1973. Factors affecting the distribution of Himanthalia elongata (L.) SF Gray on the north-east coast of England. *Estuarine and Coastal Marine Science*, *1*(3), 233-243.

Newell, R. C., Seiderer, L. J., & Hitchcock, D. R., 1998. The impact of dredging works in coastal waters : a review of the sensitivity to disturbance and subsequent recovery of biological resources on the sea bed. *Oceanography and Marine Biology : an annual review*, *36*(1), 127-178.

Nicholls, P., Hewitt, J., Halliday, J., 2003. Effects of suspended sediment concentrations on suspension and deposit feeding marine macrofauna. Auckland regional Council, New Zealand. Technical publication n°211, 2003-10, 43 p.

Nielsen, S. L., Sand-Jensen, K., Borum, J., & Geertz-Hansen, O., 2002. Depth colonization of eelgrass (Zostera marina) and macroalgae as determined by water transparency in Danish coastal waters. *Estuaries*, *25*, 1025-1032.

Preen, A. R., Long, W. L., & Coles, R. G., 1995. Flood and cyclone related loss, and partial recovery, of more than 1000 km2 of seagrass in Hervey Bay, Queensland, Australia. *Aquatic Botany*, *52*(1-2), 3-17.

8 Annexe

Projet d'arrêté fixant la liste des espèces végétales marines protégées sur l'ensemble du territoire national, et les modalités de leur protection

TBM environnement
Siège social :
2 rue de Suède Bloc III Porte Océane - 56400 AURAY
Tel 02.97.56.27.76. - Fax 02.97.29.18.89.
contact@tbm-environnement.com
www.tbm-environnement.com