



**Département Océanographie et Dynamique des Ecosystèmes – Unité Littoral –
Laboratoire Environnement Ressources d’Arcachon**

Rigouin Loïc, Ganthy Florian, Trut Gilles, Auby Isabelle

AVRIL 2019

Rapport RST/LER/AR/19.007

IDHEBARC 2018-2019 : Bilan d’activité

Secteur de Gujan-Mestras



Fiche documentaire

Titre du rapport : IDHEBARC 2018-2019 : Bilan d'activité – Secteur de Gujan Mestras	
Référence interne : RST/LER/AR/19.007	Date de publication : Avril 2019
Diffusion : <input checked="" type="checkbox"/> libre (internet) <input type="checkbox"/> restreinte (intranet) <input type="checkbox"/> interdite (confidentielle)	Langue(s) : Français
Résumé/ Abstract : <p>Le projet IDHEBARC s'intéresse à l'impact potentiel des travaux maritimes (nettoyage des friches ostréicoles, dragage des ports, ...) sur les herbiers de zostères du Bassin d'Arcachon. Ce projet pluriannuel comporte des actions de modélisation hydrosédimentaire visant à cartographier l'intensité des impacts potentiels, et un suivi de l'évolution de l'emprise et du recouvrement des herbiers et de la composition de leur fond sédimentaire.</p> <p>Ce rapport présente les premiers résultats du suivi réalisé dans le secteur de Gujan-Mestras (Bassin d'Arcachon) où des travaux de dragage ont été réalisés de septembre 2018 à avril 2019.</p>	
Mots-clés/ Key words : Travaux maritimes, herbiers de zostères, Bassin d'Arcachon	
Comment citer ce document : Rigouin L., Ganthy F., Trut G , Auby I. (2019). IDHEBARC 2018-2019 : Bilan d'activité – Secteur de Gujan Mestras. RST/LER/AR/19.007	
Disponibilité des données de la recherche :	
DOI :	

Commanditaire du rapport : Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon	
Nom / référence du contrat :	
<input checked="" type="checkbox"/> Rapport intermédiaire <input type="checkbox"/> Rapport définitif	
Projets dans lesquels ce rapport s'inscrit : Projet IDHEBARC	
Auteur(s) / adresse mail	Affiliation / Direction / Service, laboratoire
Loïc Rigouin / lrigouin@ifremer.fr	ODE/UL/LER/AR
Florian Ganthy / fganthy@ifremer.fr	
Gilles Trut / gtrut@ifremer.fr	
Isabelle Auby / iauby@ifremer.fr	
Encadrement(s) : Hélène Oger Jeanneret	
Destinataire : Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon	
Validé par : Hélène Oger Jeanneret	

Sommaire

Table des matières

1	Contexte	7
2	Suivi de l’emprise des herbiers à proximité de la zone de travaux	8
2.1	Méthodes	8
2.1.1	Carte de 2018	8
2.2	Résultats	8
2.2.1	Emprise des herbiers de zostères avant travaux : automne 2018	8
3	Modélisation de l’impact potentiel des travaux et choix des sites suivis	9
3.1	Méthodes	9
3.2	Résultats de la modélisation et positionnement des sites suivis	10
4	Suivi du recouvrement des herbiers	13
4.1	Méthodes	13
4.2	Résultats 2018	14
4.2.1	Grille témoin (Rocher)	14
4.2.2	Grille Gujan	15
5	Suivi des sédiments	16
5.1	Méthodes	16
5.2	Résultats	17
5.2.1	Grille témoin (Rocher)	17
5.2.2	Grille Gujan	17
6	Références bibliographiques	17

1 Contexte

En 2018, le SIBA a sollicité le Laboratoire Environnement Ressources d'Arcachon-Anglet (LER/AR) pour élaborer et mettre en œuvre des protocoles destinés à étudier l'impact des futurs travaux maritimes sur l'état des herbiers de zostères localisés dans les zones adjacentes à ces opérations et proposer, le cas échéant, des solutions alternatives et/ou des mesures compensatoires.

Plusieurs opérations ont débuté en 2018, dont une localisée dans le secteur de Gujan Mestras, visant à draguer le port de la Passerelle et son chenal d'accès. Les sédiments sont prélevés à l'aide d'une drague hydraulique et transportés vers le bassin de stockage de la Mole par l'intermédiaire de conduites de refoulement posées sur les estrans et ensouillées au passage de deux chenaux (Figure 1). Ces opérations de dragage ont débuté mi-septembre 2018 et doivent se terminer à la fin du mois d'avril 2019.

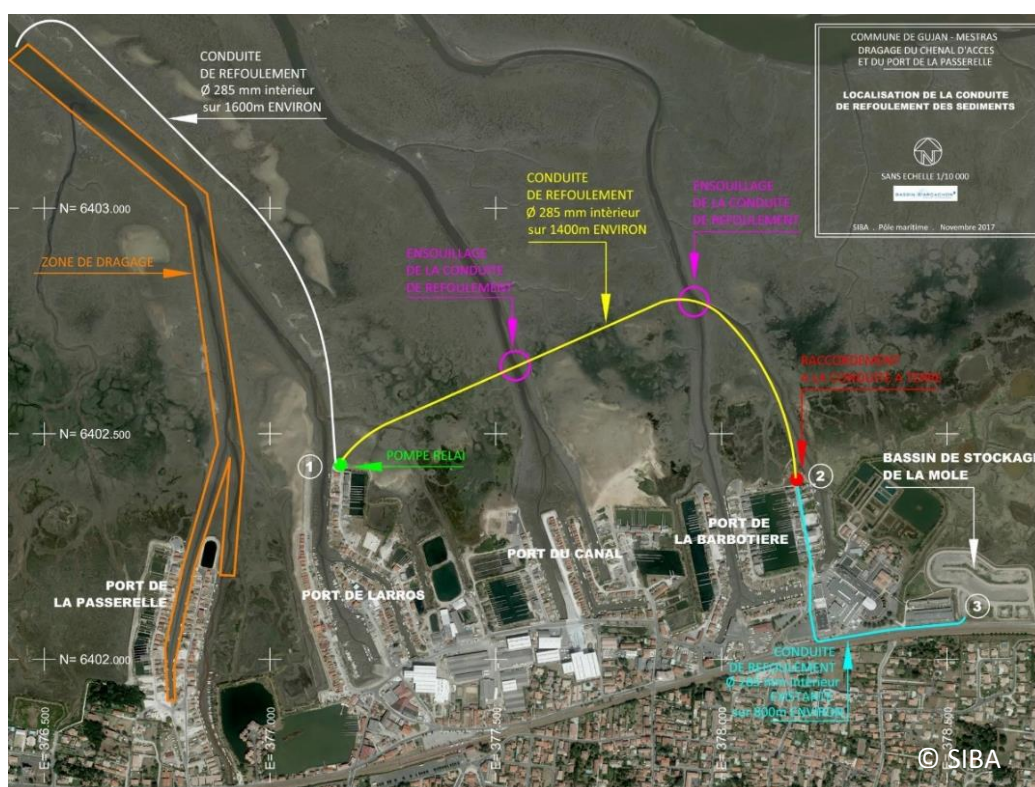


Figure 1 : Carte de la zone de travaux

Afin de participer au suivi environnemental de l'impact de ces travaux, le LER/AR a élaboré une stratégie de surveillance des herbiers de zostères naines situés à proximité de cette zone, en s'appuyant sur les résultats du modèle hydro-sédimentaire pour choisir le site témoin (non impacté) et un site potentiellement impacté par les mouvements de sédiment fins générés par cette opération.

Les suivis mis en œuvre à partir de l'automne 2018 concernent :

- les herbiers de zostères (délimitation de l'emprise des herbiers autour du chantier, mesure des taux de recouvrement sur les trois sites),
- les caractéristiques sédimentaires.

Ce document décrit les méthodes utilisées et présente les premiers résultats obtenus.

2 Suivi de l'emprise des herbiers à proximité de la zone de travaux

L'emprise des zostères dans la zone de travaux est cartographiée pendant l'été précédant les opérations puis pendant les trois années suivantes à la même saison, de manière à caractériser l'impact des travaux sur l'enveloppe des herbiers.

2.1 Méthodes

2.1.1 Carte de 2018

La numérisation des limites d'herbier sur les estrans couvrant les zones intertidales comprises entre les ports de la Passerelle et de Mestras a été réalisée les 23 et 24 août et le 14 septembre 2018 à l'aide d'un DGPS Trimble en cheminant sur l'estran. Les limites ont ensuite été post-traitées par correction différentielle à partir des stations de référence de l'IGN afin d'obtenir une précision de positionnement sub-métrique. Par ailleurs, pour le secteur le plus à l'Est, une partie des limites des herbiers a été numérisée par photo-interprétation à partir de l'image aérienne acquise par le SIBA en août 2018.

Ces limites ont ensuite été traitées sous SIG (ArcMap 10.3 et QGIS 3.2.0) afin d'obtenir une carte représentant les herbiers de *Zostera noltei* (Figure 2).

2.2 Résultats

2.2.1 Emprise des herbiers de zostères avant travaux : automne 2018

La carte des herbiers situés à proximité de la zone de travaux est présentée sur la figure 2.

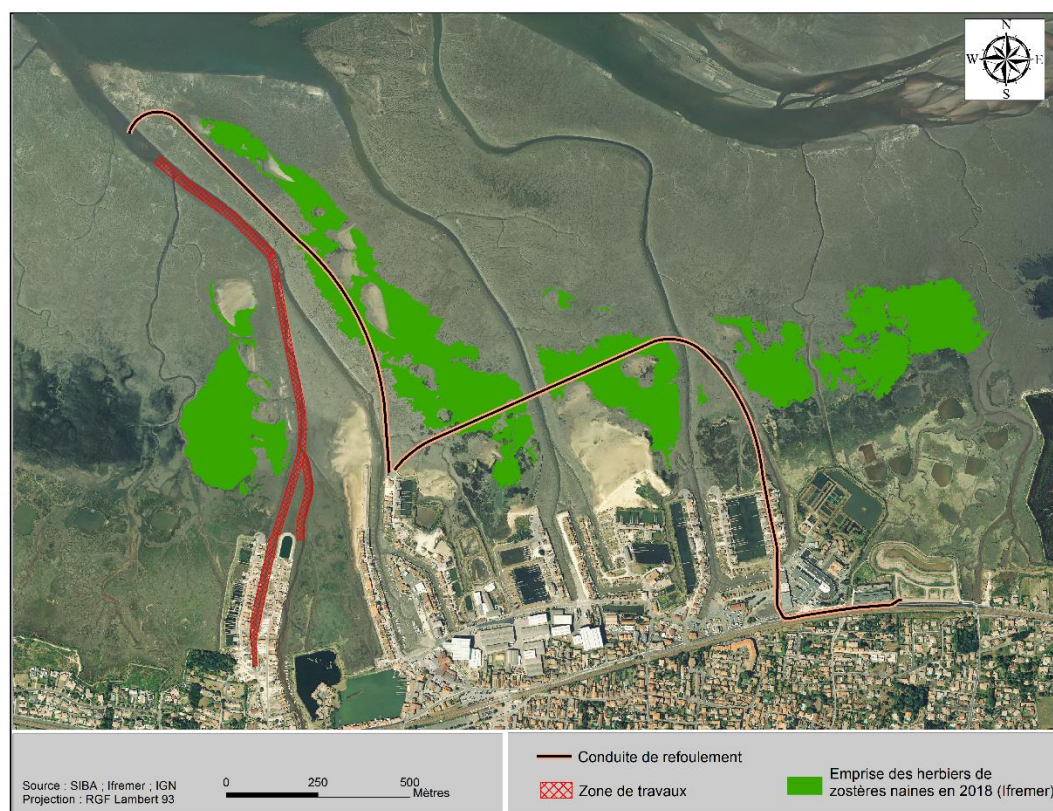


Figure 2 : Carte de l'emprise des herbiers de *Zostera noltei* à l'automne 2018.

Toute la zone prospectée est colonisée par des herbiers de zostères naines plus ou moins denses, notamment situés dans le prolongement des schorres, mais également plus bas dans l'étage intertidal. Il faut souligner la présence d'un herbier dense à l'ouest du chenal conduisant au port de la Passerelle, à proximité de la zone de travaux. Par ailleurs, on peut remarquer que les conduites de refoulement reposent en partie sur des herbiers.

3 Modélisation de l'impact potentiel des travaux et choix des sites suivis

La position des sites de mesure du recouvrement des herbiers (potentiellement fortement, faiblement ou non impactés) a été déterminée sur la base de simulations numériques obtenues en utilisant le modèle MARS3D, décrit dans les paragraphes suivants.

3.1 Méthodes

La plateforme de modélisation hydro-sédimentaire MARS (Model for Application at Regional Scale ; Lazure et Dumas, 2008) a été développée par l'Ifremer afin de simuler l'hydrodynamique et la dynamique sédimentaire depuis des échelles régionales jusqu'à des échelles très locales. Le module hydrodynamique calcule le niveau de la surface libre, la courantologie et les caractéristiques de la turbulence et intègre un module décrivant explicitement les interactions entre la végétation benthique (ici les herbiers de zostères naines, *Z. noltei*, et de zostères marines, *Z. marina*) et l'hydrodynamique (Kombiadou *et al.*, 2014). Le module de transport sédimentaire (Le Hir *et al.*, 2011) décrit les principaux processus qui contrôlent le transport et la dynamique des sédiments cohésifs et non-cohésifs dans la colonne d'eau, et l'érosion de mélanges sédimentaires.

Le modèle MARS utilise le principe des modèles gigognes, qui consiste à construire une série de modèles emboîtés, d'emprise décroissante et de résolution croissante. Pour le cas du Bassin d'Arcachon, quatre modèles (rangs) sont ainsi construits (Figure 3), avec des résolutions respectives de 2500, 500, 235 et 65 mètres. Les rangs 0, 1 et 2 sont utilisés en 2 dimensions (2D), afin d'optimiser les temps de calculs (pas de temps respectifs de 300, 120 et 20 secondes), tandis que le rang 3 est utilisé en 3D avec 15 niveaux sur la verticale et un pas de temps de 3 secondes.

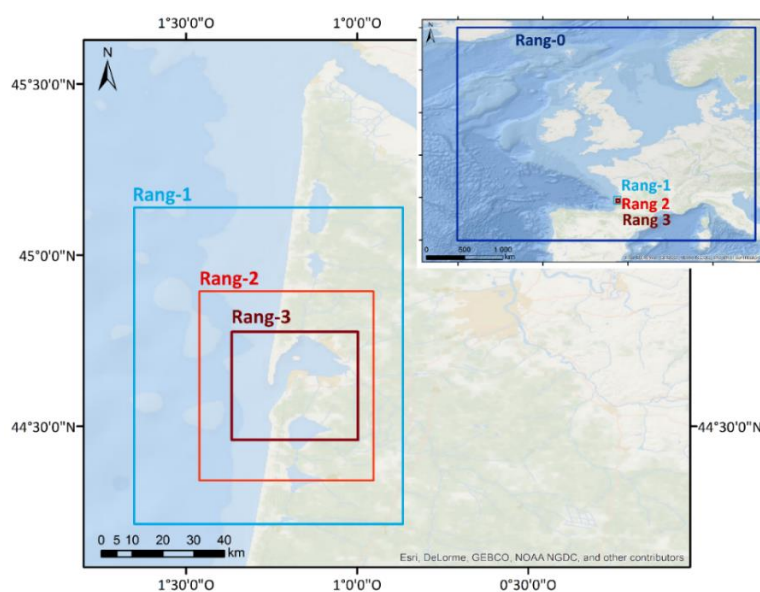


Figure 3 : Emprises spatiales des différents rangs du modèle MARS appliqué au Bassin d'Arcachon (Le système de coordonnées est ici le WSG84).

Pour simuler l'effet des travaux, on introduit dans le modèle un rejet d'eau chargée de sédiment en un point donné, puis on calcule le facteur de dilution au cours du temps. Dans notre cas, un débit liquide du rejet de $2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a été choisi : il s'agit d'un compromis entre l'effet potentiel du rejet d'eau sur les courants locaux et les concentrations rejetées. Le rejet d'eau chargée de trois classes sédimentaires (sables moyens, sables fins et vases) est réalisé dans la couche de fond. Les simulations réalisées sont relativement schématiques dans la mesure où la dynamique sédimentaire naturelle n'est pas prise en compte. Ainsi, mis à part les sédiments rejetés au point considéré, aucun autre sédiment n'est présent dans le domaine de simulation. Les concentrations simulées correspondent donc aux seules conséquences des travaux.

En ce qui concerne la zone draguée, trois points de rejet ont été définis (« Chenal externe », « Chenal Intermédiaire » et « Chenal interne », Figure 4). Pour chacun de ces points, deux simulations ont été réalisées, une débutant en morte-eau et l'autre en vive-eau. Pour chacune de ces six simulations, le rejet est réalisé entre 3 heures avant et trois heures après la pleine mer (correspondant aux périodes de travaux), durant 4 marées consécutives. La simulation est poursuivie jusqu'à 6 jours après la fin du rejet, période au bout de laquelle l'impact des travaux sur les concentrations en matières en suspension devient négligeable.

En ce qui concerne l'ensouillement de la conduite, deux simulations supplémentaires (« Estey des Salines » et « Estey de Mestras ») ont été réalisées en vive-eau, avec un rejet entre 3 heures avant et trois heures après la pleine mer et ne durant qu'une seule marée (correspondant aux dates et durées prévues pour l'ensouillement). La durée totale de ces simulations a été fixée à 6 jours.

Enfin, une dernière simulation a été réalisée afin d'évaluer l'impact potentiel des eaux s'écoulant du bassin de décantation de la Molle. Pour cette dernière simulation, un rejet continu a été appliqué durant 14 jours (période morte-eau/vive-eau), la simulation ayant été poursuivie durant 6 jours après la fin du rejet.

Pour chaque simulation, le percentile 75 des concentrations au fond (entre 0 et 0,5 m) est calculé en chaque maille du modèle pour la durée totale de la simulation. Les valeurs obtenues sont ensuite normalisées par la valeur maximale atteinte localement, de sorte à obtenir une carte représentant l'impact potentiel défini entre 0 (pas d'impact) et 10 (impact maximum) (Figure 4). Les résultats des six simulations (six points de rejet) sont ensuite moyennés afin d'obtenir une carte globale de l'impact des travaux (Figure 5).

3.2 Résultats de la modélisation et positionnement des sites suivis

D'après les résultats du modèle, l'impact des travaux serait maximal dans la partie médiane du chenal permettant l'accès au port de la Passerelle (Figures 4 et 5). D'une façon générale, les herbiers les plus proches de la côte seraient moyennement influencés par ces travaux, cet impact diminuant graduellement vers le nord, l'est et l'ouest. On peut toutefois souligner que l'impact des opérations de dragage apparaît plus fort lorsqu'elles sont réalisées en morte-eau qu'en vive-eau.

Les deux sites de suivi du recouvrement des zostères naines ont été placés en fonction de l'emprise des herbiers dans la zone et de l'intensité des impacts modélisés. Le site de référence, « Rocher témoin » a été positionné sur l'estran localisé à proximité du port de Rocher, éloigné de toute influence de ces travaux. Le site « Gujan » correspond à la zone dans laquelle les travaux pourraient avoir le plus fort impact.

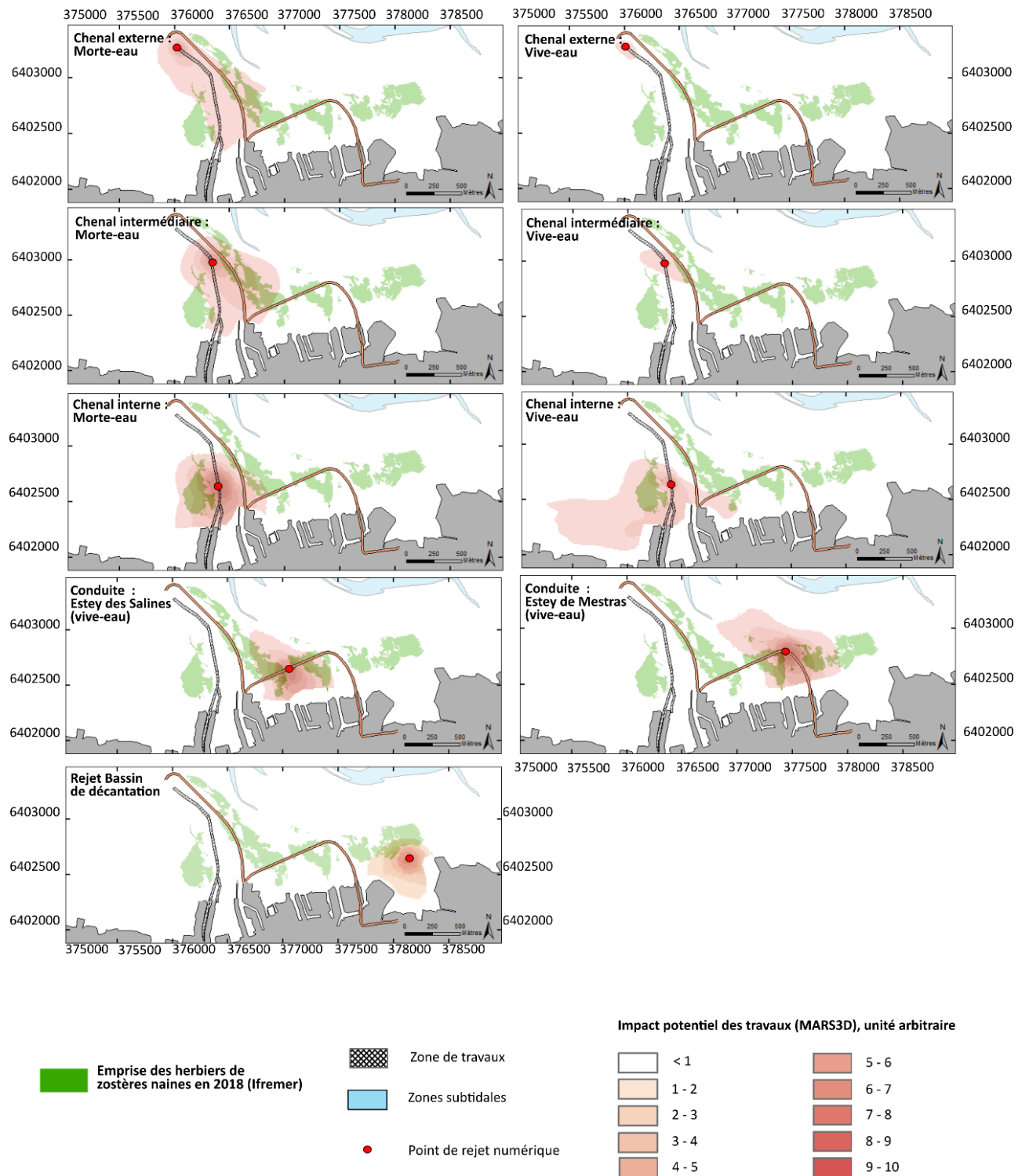


Figure 4 : Résultats détaillés de la modélisation de l'impact des travaux dans le secteur de Gujan-Mestras

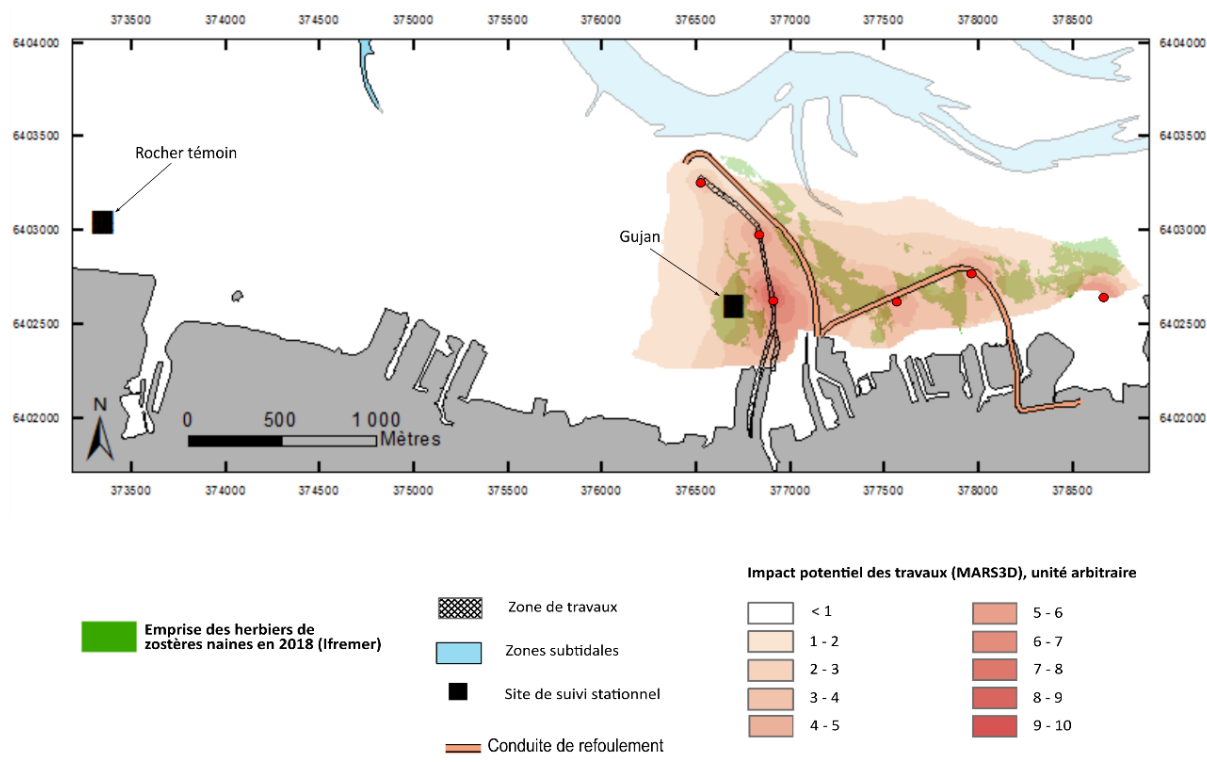


Figure 5 : Résultats synthétiques de la modélisation de l'impact des travaux dans le secteur de Gujan-Mestras

4 Suivi du recouvrement des herbiers

Le recouvrement sur les deux sites localisés selon les critères expliqués dans le chapitre précédent (Figure 6) a été mesuré en automne 2018, pour établir des conditions initiales. Ces mesures seront répétées pendant 3 ans entre l'été et l'automne, de manière à déterminer si et dans quelle mesure les travaux ont eu un impact sur la densité des herbiers environnants. Grâce à l'intégration d'une station de référence, *a priori* non impactée par ces travaux, la variabilité interannuelle « naturelle » sera prise en compte dans l'interprétation des résultats obtenus.



Figure 6 : Carte de positionnement des grilles de suivi stationnel dans le secteur de Gujan-Mestras.

4.1 Méthodes

Dans le cadre de cette étude, le protocole DCE de suivi stationnel des herbiers intertidaux a été appliqué (Auby *et al.*, 2018). Pour chacun des sites, ce protocole se base sur une estimation du taux de recouvrement par les feuilles de *Zostera noltei* sur une grille constituée de 30 points géoréférencés. Sur chacun des 30 points, un quadrat de 0,25 m² est posé et l'estimation visuelle du taux de recouvrement à l'intérieur du quadrat est réalisée en utilisant une échelle constituée de 5 classes (0, 1-25, 26-50, 51-75, 76-99, et 100 %). Par ailleurs, ces quadrats sont photographiés et l'analyse numérique de ces images (logiciel ImageJ) permet de valider ou de corriger les valeurs issues de l'estimation visuelle.

Ces données servent à calculer plusieurs indices (taux de recouvrement moyen, pourcentage de surface colonisée par les zostères) qui permettent de caractériser l'état des herbiers à l'intérieur de leur emprise.

4.2 Résultats 2018

4.2.1 Grille témoin (Rocher)

Le suivi stationnel s'est déroulé le 13 septembre 2018 par un coefficient de 92. La présence en abondance de macroalgues vertes (entéromorphes) a été observée sur cet herbier comme en témoigne la photo ci-dessous (Figure 7).



Figure 7 : Vue générale de la station de référence "Rocher Témoin"

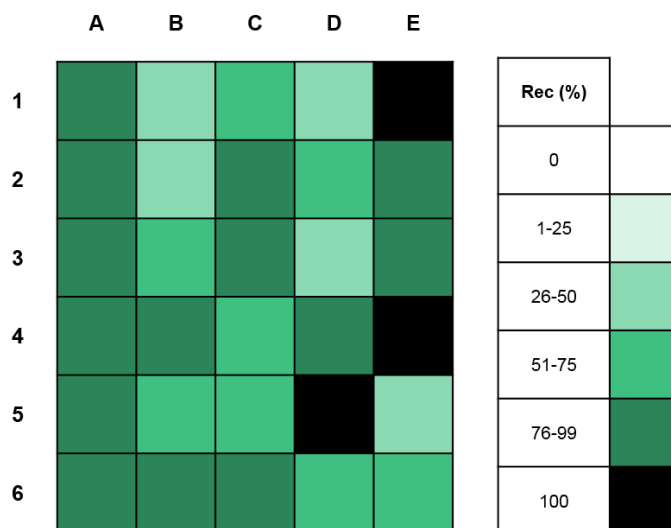


Figure 8 : Taux de recouvrement des zostères sur les 30 points de la station « Rocher Témoin »

L'estimation du taux de recouvrement a pu être réalisée sur 30 points de la grille (Figure 8). Tous les points examinés présentent des zostères (100 % de la surface de la grille colonisée). La majorité des points présentent un fort taux de recouvrement (> 75 %) et le recouvrement moyen sur cette grille est estimé à 75 %.

4.2.2 Grille Gujan

Le suivi stationnel s'est déroulé le 13 septembre 2018 par un coefficient de 92. La grille de suivi se situe à proximité de la zone draguée. Très peu de macroalgues ont été observées sur cet herbier comme en témoigne la photo ci-dessous (Figure 9).



Figure 9 : Vue générale de la station « Gujan »

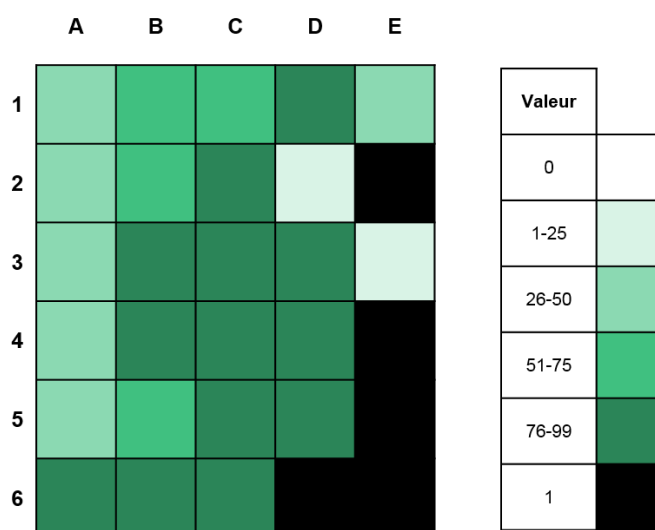


Figure 10 : Taux de recouvrement des zostères sur les 30 points de la station « Gujan »

L'estimation du taux de recouvrement a pu être réalisée sur 30 points de la grille. Comme cela apparaît sur la figure 10, tous les points examinés présentent des zostères (100 % de la surface de la grille colonisée). La majorité des points présentent un fort taux de recouvrement (> 75 %) et le recouvrement moyen sur cette grille est estimé à 71 %.

5 Suivi des sédiments

Les caractéristiques sédimentaires des deux sites sont suivies au cours du temps de manière à déterminer l'impact des travaux sur la composition des sédiments et notamment à mettre en évidence des phénomènes de sédimentation liés aux travaux.

5.1 Méthodes

L'analyse du sédiment des herbiers est conduite en utilisant deux types de stratégies :

- **Caractérisation du sédiment des herbiers des trois sites** : trois carottes de sédiment sont prélevées sur l'emprise de la station lors des mesures annuelles du taux de recouvrement des zostères, à l'aide d'un carottier de 9 cm de diamètre sur 5 cm de profondeur. Ces carottes sont ensuite regroupées et homogénéisées avant d'être traitées par tamisage (Figure 11) suivant le protocole décrit par Garcia *et al.* (2014). Le traitement statistique est réalisé à l'aide du logiciel GRADISTAT (Blott et Pye, 2001). Ces données permettent de caractériser les sédiments en fonction des critères granulométriques.



Figure11 : Colonne de tamis normalisée AFNOR sur tamiseuse Retsch

- **Suivi du sédiment superficiel dans les herbiers pendant les travaux** : Trois prélèvements de sédiments superficiels (< 0,5 cm correspondant au dépôt le plus récent) sont réalisés aux quatre coins de chaque grille lors des mesures annuelles du taux de recouvrement des zostères. Ces échantillons sont analysés pour déterminer leur teneur en eau et leur granulométrie (granulomètre laser de type « Malvern »).

5.2 Résultats

Pour l'instant, seuls les résultats de la granulométrie sur colonne sont disponibles.

5.2.1 Grille témoin (Rocher)

L'analyse granulométrique par tamisage du sédiment de l'herbier de ce site révèle que ce sédiment est constitué de 53,8 % de sables et de 46,2 % de vases, avec une médiane de 136,9 μm . La distribution des tailles de particules est unimodale (225,0 μm). Selon la classification de Dauvin *et al.* (1993), ce sédiment peut être qualifié de « vase sableuse ».

5.2.2 Grille Gujan

L'analyse granulométrique par tamisage du sédiment de l'herbier de ce site révèle que ce sédiment est constitué de 58,6 % de sables et de 41,4 % de vases, avec une médiane de 204,2 μm . La distribution des tailles de particules est unimodale (282,5 μm). Selon la classification de Dauvin *et al.* (1993), ce sédiment peut être qualifié de « vase sableuse ».

6 Références bibliographiques

Auby I., Oger-Jeanneret H., Gouillieux B., Grall J., Janson A.-L., Maguer M., Rigouin L., Rollet C., Sauriau P.-G., Trut G. (2018). Protocoles de suivi stationnel des herbiers à zostères pour la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). *Zostera marina* - *Zostera noltei*. Rapport Ifremer/ODE/UL/LER/AR/18.017. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00471/58250/>

Blott S.J., Pye K. (2001). Gradistat : a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms*, 26: 1237-1248. http://www.geo.mtu.edu/~raman/Ashfall/Syllabus/Entries/2009/6/21_GSD_files/GRADISTAT.pdf

Dauvin J.C., Bellan G., Bellan-Santini D., Castric A., Comolet-Tirman J., Francour F., Gentil F., Girard A., Gofas S., Mahé C., Noël P., de Revières B. (1993). Typologie des Znieff-Mer. Liste des paramètres et des biocénoses de côtes françaises métropolitaines. Museum National d'Histoire Naturelle, Paris : 44p.

Garcia A., Desroy N., Le Mao P., Miossec L. (2014). Protocole de suivi stationnel des macroinvertébrés benthiques de substrats meubles subtidiaux et intertidaux dans le cadre de la DCE - Façades Manche et Atlantique - Rapport AQUAREF 2014. Rapport AQUAREF 2014. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00269/38067/>

Kombiadou K., Ganthy F., Verney R., Plus M., Sottolichio A. (2014). Modelling the effects of *Zostera noltei* meadows on sediment dynamics: application to the Arcachon lagoon. *Ocean Dynamics*, 64:1499-1516.

Lazure P., Dumas F. (2008). An external-internal mode coupling for a 3D hydrodynamical model for applications at regional scale (MARS). *Advances In Water Resources*, 31(2), 233-250. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2007.06.010>

Le Hir P., Cayocca F., Waeles B. (2011). Dynamics of sand and mud mixtures: A multiprocess-based modelling strategy. *Continental Shelf Research* S135-S149.