



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

Rigouin Loïc, Ganthy Florian

Octobre 2020

ODE/LITTORAL/LER-AR/20.16

Réhabilitation du Domaine Public Maritime du Bassin d’Arcachon – Secteur de Bourrut : Bilan d’activité 2019



© Ifremer, Loïc Rigouin

Fiche documentaire

Titre du rapport : Réhabilitation du Domaine Public Maritime – Secteur de Bourrut : Bilan d’activité 2019	
Référence interne :	Date de publication : Octobre 2020
Diffusion : <input checked="" type="checkbox"/> libre (internet) <input type="checkbox"/> restreinte (intranet) <input type="checkbox"/> interdite (confidentielle)	Langue(s) : Français
Résumé/ Abstract : 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 rapport traite des premiers résultats du suivi réalisé dans le secteur de Bourrut où des travaux de réhabilitation du Domaine Public Maritime ont été initiés début 2020.	
Mots-clés/ Key words : Travaux maritimes, herbiers de zostères, Bassin d’Arcachon	
Comment citer ce document : Rigouin L., Ganthy F. (2020). Réhabilitation du Domaine Public Maritime – Secteur de Bourrut : Bilan d’activité 2019. ODE/LITTORAL/LER-AR/20.16	
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	
Encadrement(s) : Elvire Antajan	
Destinataire : Syndicat Intercommunal du Bassin d'Arcachon	
Validé par : Elvire Antajan	

Sommaire

Table des matières

1	Contexte	9
2	Suivi de l’emprise des herbiers à proximité de la zone de travaux	10
2.1	Méthodes	10
2.1.1	Carte de 2019	10
2.2	Résultats	10
2.2.1	Emprise des herbiers de zostères avant travaux : automne 2019	10
3	Modélisation de l’impact potentiel des travaux et choix des sites suivis	11
3.1	Méthodes	11
3.2	Résultats de la modélisation et positionnement des sites suivis	12
4	Suivi du recouvrement des herbiers	16
4.1	Méthodes	16
4.2	Résultats 2019	17
4.2.1	Grille témoin	17
4.2.2	Grille « Bourrut impactée »	17
5	Suivi des sédiments	19
5.1	Méthodes	19
5.2	Résultats	20
6	Suivi haute fréquence des paramètres environnementaux.....	21
6.1	Résultats	22
7	Références bibliographiques	23

1 Contexte

En 2019, le SIBA a sollicité le Laboratoire Environnement Ressources d'Arcachon-Anglet (LER/AR) pour élaborer et mettre en œuvre des protocoles destinés à caractériser l'impact de la réhabilitation du Domaine Public Maritime (DPM) sur les herbiers de zostères localisés dans les zones adjacentes à ces opérations. Ces travaux peuvent en effet impacter les herbiers de manière négative (du fait de l'accélération des vitesses de courant conduisant à une augmentation de l'érosion et de la turbidité, ...) ou positive (en augmentant les surfaces d'estran propices à l'implantation des herbiers de zostères).

Les opérations de réhabilitation dont traite ce document concernent le secteur de Bourrut (Figure 1) dans lequel les travaux suivants ont été ou seront réalisés : évacuation des déchets anthropiques (ferrailles et poches ostréicoles), nivellement de l'estran (à l'aide d'une dameuse). Différentes phases de travaux sont prévues : une première phase du 10 février au 13 mars 2020, une seconde en novembre 2020 et une troisième en février-mars 2021.



Figure 1 : Carte de la zone de travaux

Le protocole mis en œuvre pour effectuer ce suivi environnemental a été élaboré en partenariat avec le SIBA. Les suivis mis en œuvre à partir de l'été 2019 concernent :

- les herbiers de zostères (délimitation de l'emprise des herbiers autour du chantier, mesure des taux de recouvrement des zostères),
- les caractéristiques sédimentaires.
- les paramètres environnementaux (vitesses et directions des courants, caractéristiques des vagues et turbidité/éclairage).

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 a été cartographiée pendant l’été précédant les opérations (2019) et sera à nouveau cartographiée chaque année à la même période jusqu’à 3 ans après les derniers travaux.

2.1 Méthodes

2.1.1 Carte de 2019

La numérisation des limites d’herbier sur les estrans couvrant les zones intertidales localisées à proximité de la zone de travaux a été réalisée les 28 et 30 octobre 2019 à l’aide d’un DGPS Trimble en cheminant sur l’estrans. Les limites obtenues 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. Ces limites ont ensuite été traitées sous SIG (ArcMap 10.3 et QGIS 3.2.0) afin d’obtenir une carte représentant les limites d’herbiers de *Zostera noltei* à proximité de la zone d’étude.

2.2 Résultats

2.2.1 Emprise des herbiers de zostères avant travaux : automne 2019

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

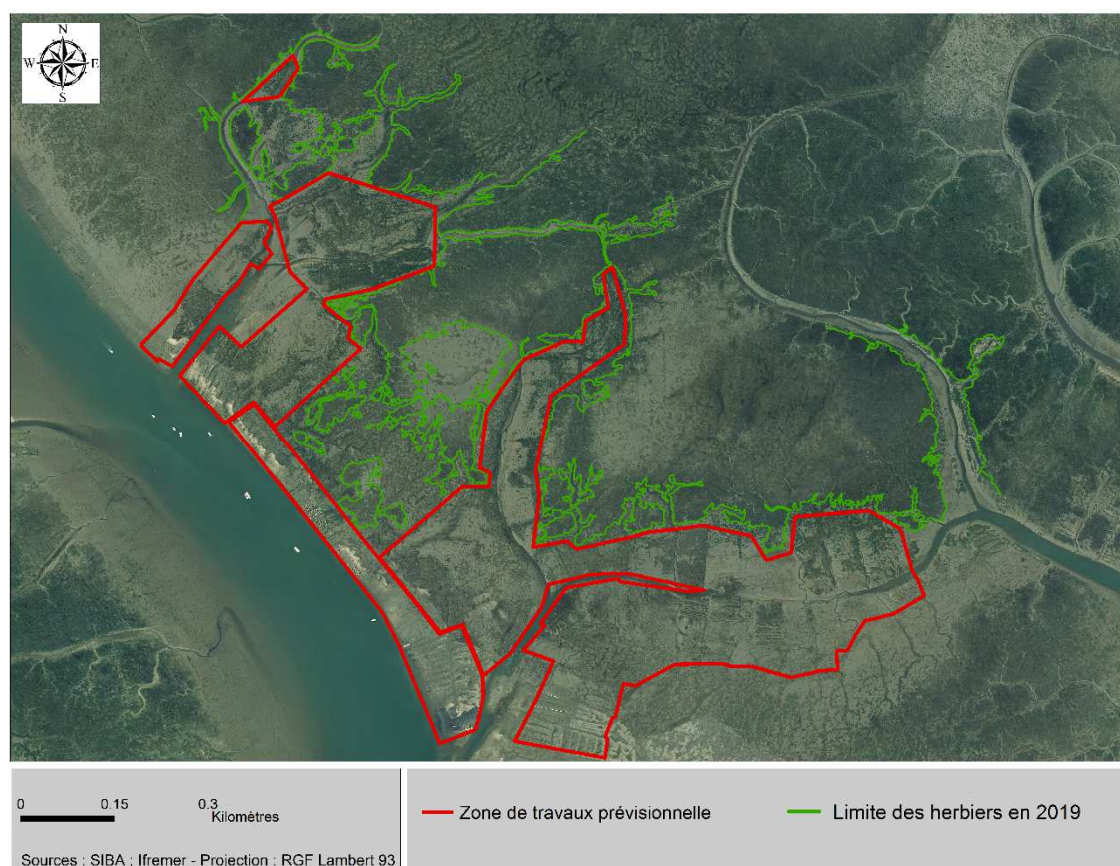


Figure 2 : Carte des limites d’herbiers de *Zostera noltei* à l’automne 2019.

L’intégralité de la zone prospectée est colonisée par des herbiers de zostères naines plus ou moins denses dont certaines bordures se situent à proximité immédiate des zones concernées par les

travaux. L'évolution temporelle de la position de ces bordures constituera un indicateur de l'impact (positif ou négatif) des travaux sur les herbiers environnants.

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

La position des sites dans lesquels les mesures du recouvrement des zostères doivent être réalisées a été déterminée sur la base de simulations numériques obtenues en utilisant le modèle MARS3D (description dans les paragraphes suivants). Ces mesures de taux de recouvrement visent à caractériser l'impact potentiel des travaux sur les herbiers en termes de turbidité. Ainsi, la modélisation permet de caractériser quelles zones seront ou non impactées par les panaches turbides générés par les travaux.

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.

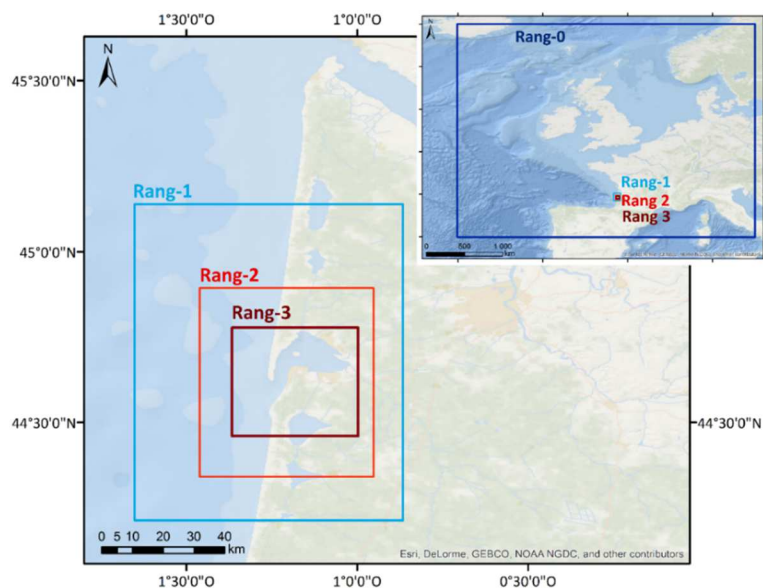


Figure 3 : Emprises spatiales des différents rangs du modèle MARS appliqué au Bassin d’Arcachon (Le système de coordonnées est ici le WSG84).

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 calculées correspondent donc aux seules conséquences des travaux.

Un total de dix simulations a été réalisé, chacune prenant en compte un point de rejet différent (Figure 4) et localisé dans l’emprise de la zone de travaux. Le rejet est effectué autour de la basse mer (période des travaux), lorsque la hauteur d’eau sur le point considéré est comprise entre 0 et 1 mètre, durant 16 marées consécutives en période de vive-eau. Après la fin du rejet, la simulation est poursuivie durant 6 jours (période au bout de laquelle l’impact des travaux sur les concentrations en matières en suspension devient négligeable). 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). Les résultats des dix simulations (dix 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 pour les différents points de rejets testés (Figure 4), il apparaît que les travaux de réhabilitation du DPM auraient un impact sur les concentrations en suspension s’étendant des estrans du Courant et de la Nègue à l’ouest jusqu’aux estrans de Dispute et du Truc de Gorp à l’est. Bien que cet impact couvre une vaste zone, son intensité reste toutefois relativement limitée (niveau < 4), excepté dans certaines zones situées à proximité (est-nord-est)

de la zone de travaux. Il convient de remarquer que l'impact des travaux, tant en extension qu'en intensité, varie fortement en fonction de leur localisation dans la zone (différents points de rejet).

D'une manière générale, l'estran le plus impacté par les travaux est situé à l'est-nord-est de la zone de travaux (estran à l'est de l'Estey de Petchey ; Figure 5). Pour cette raison, la grille « Bourrut impactée » a été placée dans cette zone, tandis que la grille « Bourrut témoin » a été placée à environ 300 mètres au nord de la zone de travaux.

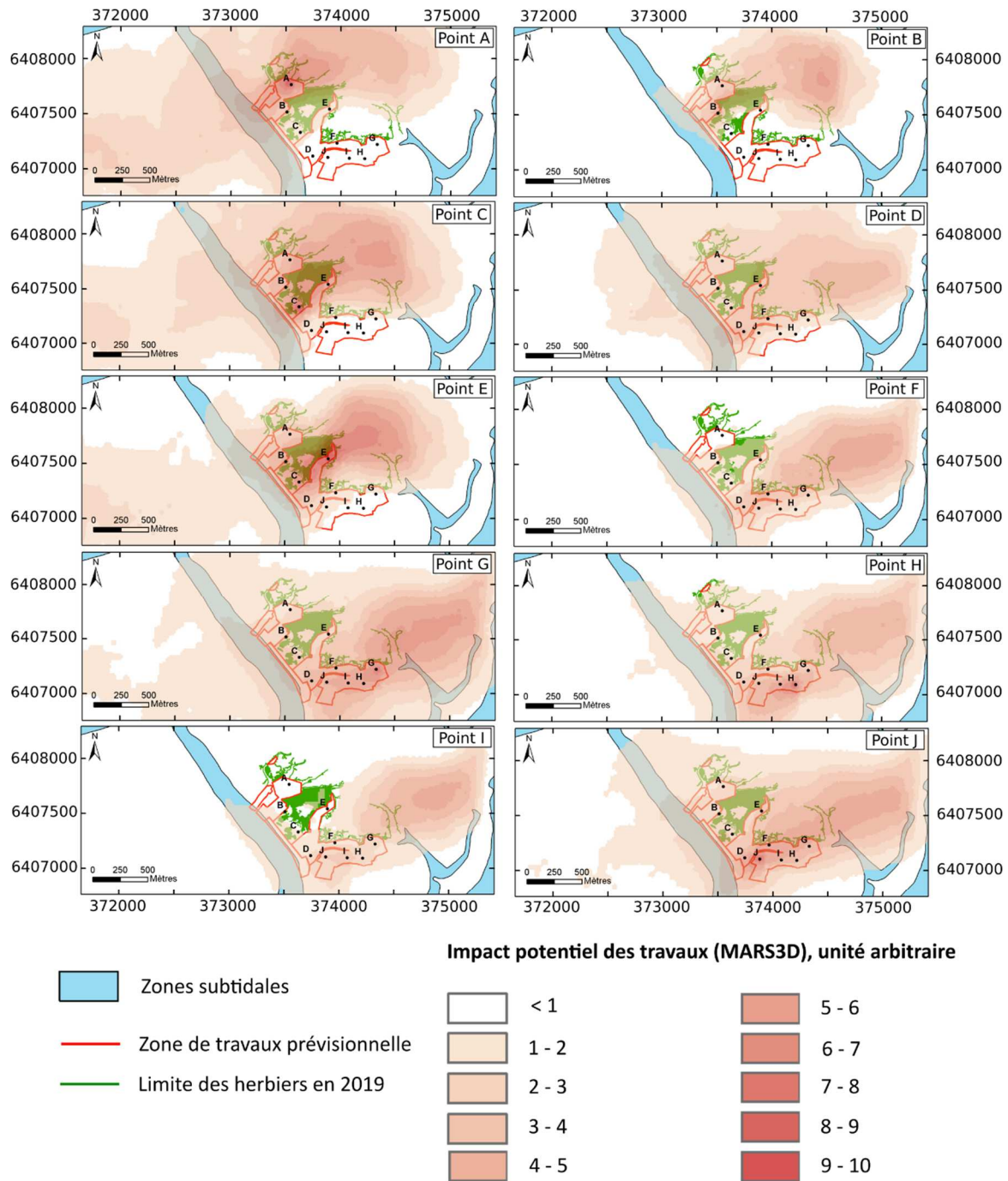


Figure 4 : Résultats détaillés de la modélisation de l'impact des travaux dans le secteur de Bourrut

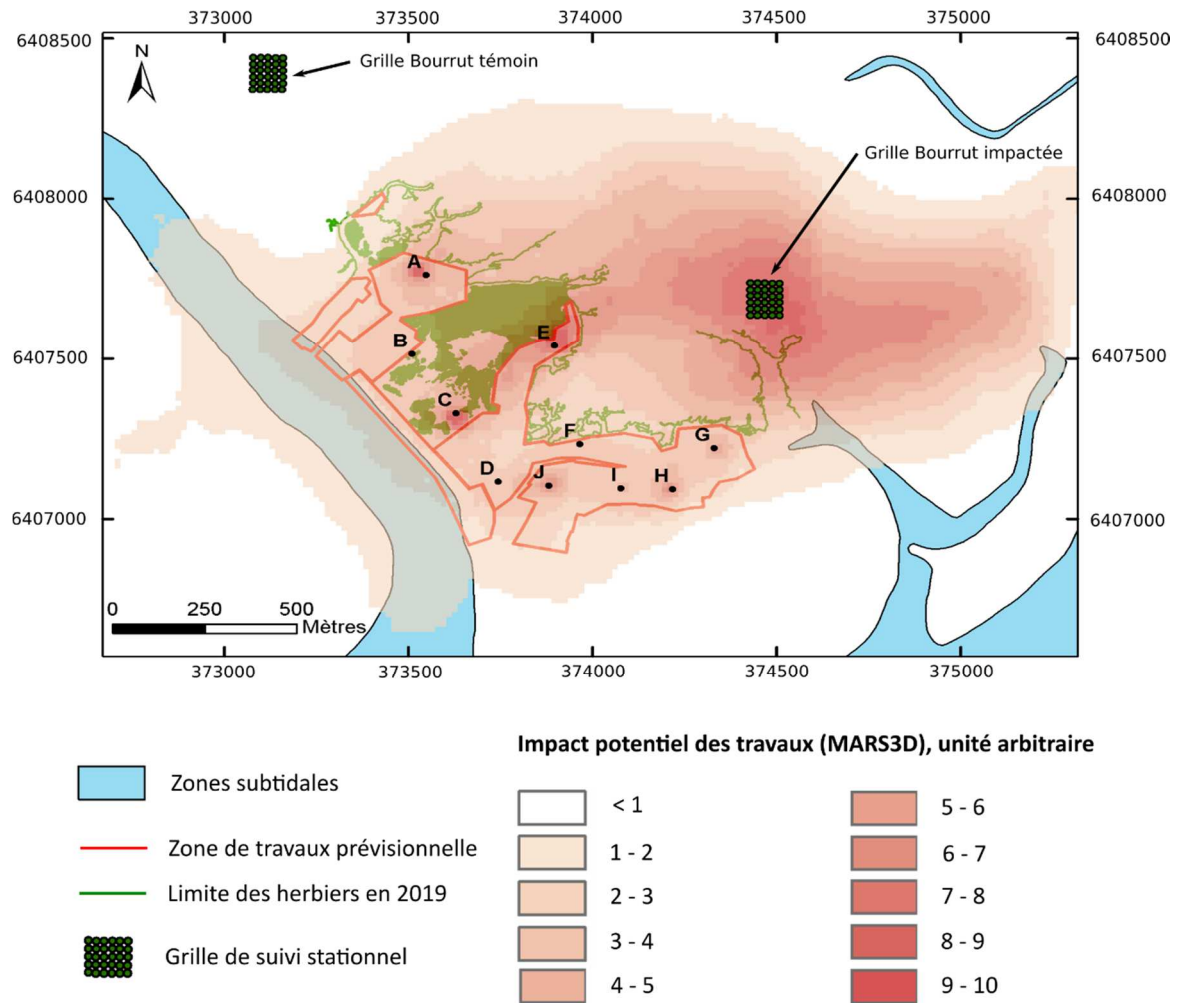


Figure 5 : Résultats synthétiques de la modélisation de l'impact des travaux dans le secteur de Bourrut

4 Suivi du recouvrement des herbiers

La mesure des taux de recouvrement sur les deux sites dont la localisation a été définie selon les critères expliqués dans le chapitre précédent (Figure 6) devait être réalisée à l'automne 2019 et être réitérée chaque année à la même période jusqu'à 3 ans après les derniers travaux, de manière à déterminer, si, et dans quelle mesure les travaux ont eu un impact sur la densité des herbiers environnants. Les résultats obtenus sur le grille « Bourrut témoin » permettent de caractériser la variabilité interannuelle « naturelle » lors de l'interprétation des résultats.

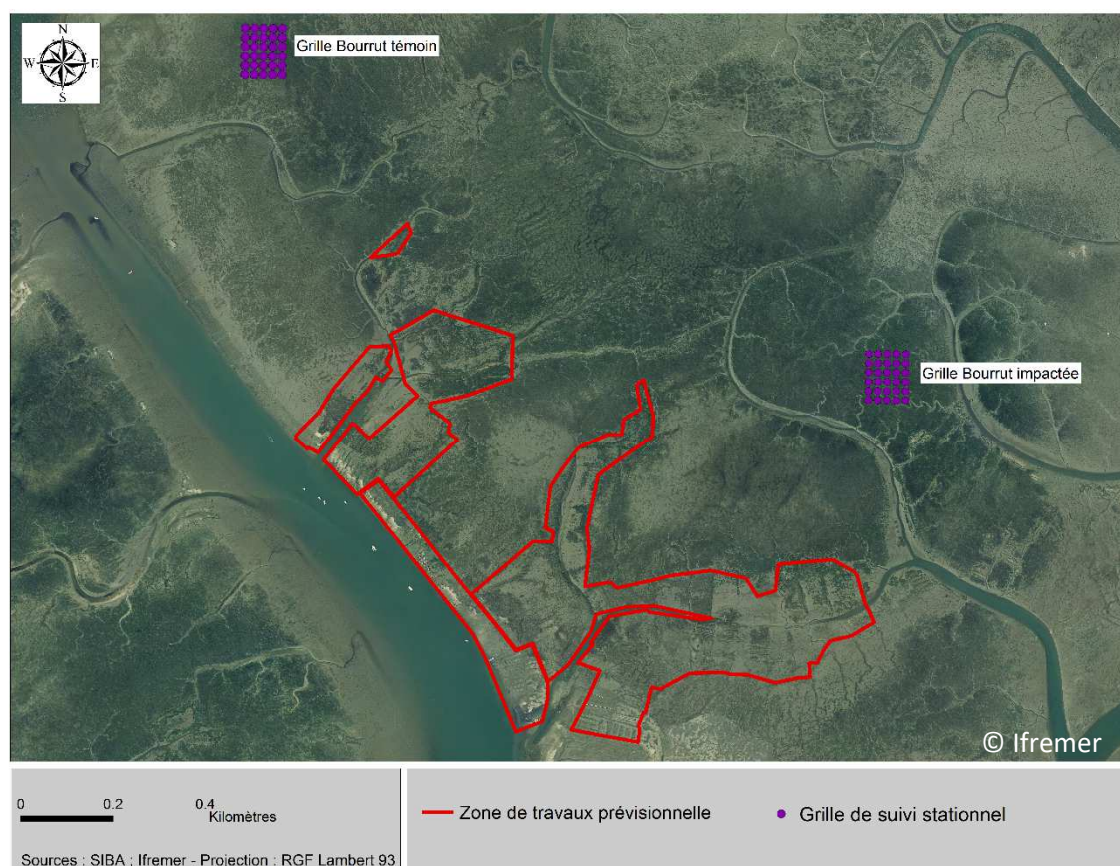


Figure 6 : Carte de positionnement des grilles de suivi stationnel dans le secteur de Bourrut.

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). Ce protocole consiste à estimer le 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 2019

4.2.1 Grille « Bourrut témoin »

Le suivi stationnel prévu sur ce site à l'automne 2019 n'a pas pu être réalisé. En effet, le jour prévu pour ce suivi, la marée n'est pas descendue suffisamment pour permettre l'exondation de l'intégralité de la grille en raison d'une faible pression atmosphérique associée à une forte houle. De plus, en raison des conditions météorologiques exécrables de l'automne 2019, il n'a pas été possible de reprogrammer cette opération.

4.2.2 Grille « Bourrut impactée »

Le suivi stationnel s'est déroulé le 28 octobre 2019 par un coefficient de 111. La grille de suivi se situe à l'est de la zone des travaux et, d'après les résultats de modélisation, dans la zone de dépôt préférentiel des sédiments remis en suspension par les travaux. Très peu de macroalgues ont été observées sur cet herbier comme en témoigne la photo ci-dessous (Figure 7).



Figure 7 : Vue générale de la station « Bourrut impactée »

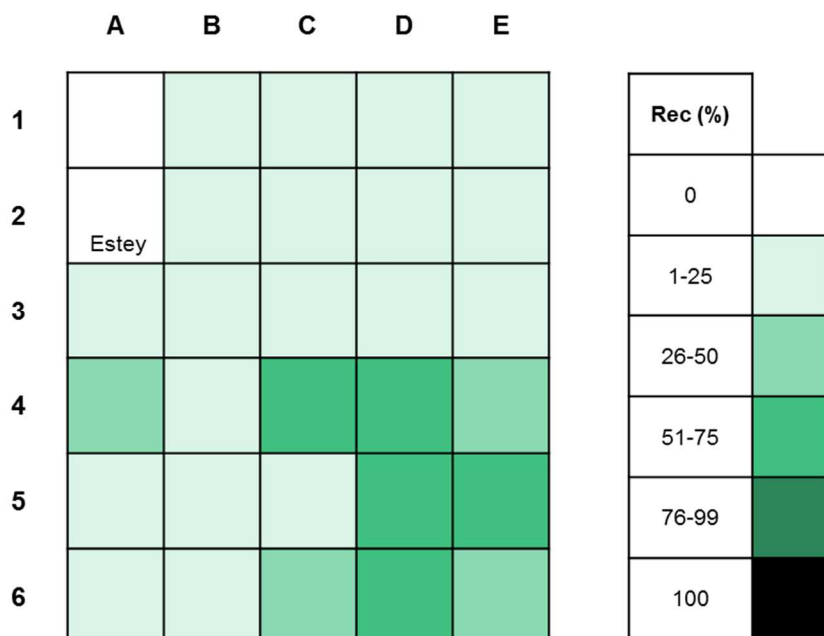


Figure 8 : Taux de recouvrement des zostères sur les 30 points de la station « Bourrut impactée »

L'estimation du taux de recouvrement a pu être réalisée sur 29 points de la grille. Le quadrat A2 étant localisé dans un estey dépourvu de zostères, il n'est pas pris en compte dans les calculs conformément au protocole DCE. Comme cela apparaît sur la figure 8, seul le point A1 ne présente pas de zostères (97 % de la surface de la grille est colonisée). La majorité des points présentent un faible taux de recouvrement (< 25 %) et le recouvrement moyen sur cette grille est estimé à 25 %.

5 Suivi des sédiments

Les caractéristiques sédimentaires des deux sites sont suivies au cours du temps de manière à déterminer l'impact de la réhabilitation du DPM sur la composition des sédiments et notamment à mettre en évidence des phénomènes de sédimentation ou d'érosion 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 deux 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 9) 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.



Figure 9 : 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

Les résultats d'analyses des sédiments de la zone ne sont pas disponibles à ce jour et seront présentés dans le prochain rapport intermédiaire (printemps 2021).

6 Suivi haute fréquence des paramètres environnementaux

6.1 Méthodes

Afin de suivre les paramètres environnementaux de la zone d'étude différents types de capteurs ont été déployés en collaboration avec le SIBA (Figure 10) avant les travaux, et resteront sur site au moins jusqu'en juillet 2021. Le but de ces déploiements est d'estimer l'impact potentiel des travaux et de leur répercussion à court, moyen et long terme sur différents paramètres d'intérêt pour les herbiers.

- Turbidité :

Quatre turbidimètres ont été déployés dans le but d'estimer sur les concentrations en matières en suspension dans l'eau.

- Lumière :

Six capteurs de lumière ont été déployés dans le but de quantifier la lumière reçue par les plantes.

- Pression (hauteur d'eau et caractéristiques des vagues) :

Six capteurs de pression (pression absolue) associés aux capteurs de lumières ont été déployés afin de mesurer les variations de la hauteur d'eau (détermination des phases émergence/immersion).

Un capteur de pression très haute fréquence a été déployé afin de calculer les caractéristiques des vagues.

- Courants :

Un courantomètre acoustique à effet doppler (ADCP) a été déployé (au même endroit que le capteur de pression très haute fréquence) afin de mesurer la vitesse et la direction des courants sur la verticale.

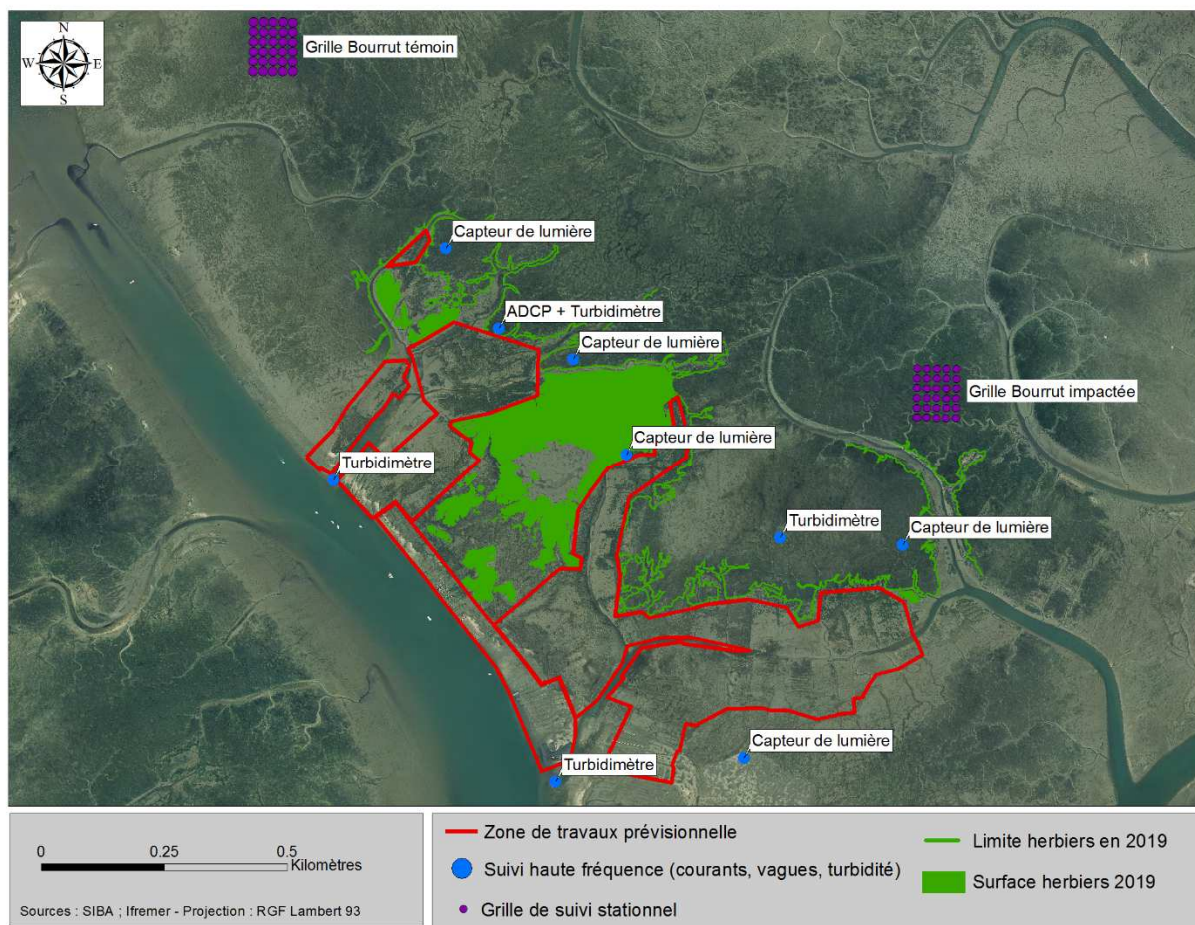


Figure 10 : Emplacement des différents capteurs environnementaux sur le site de Bourrut.

6.2 Résultats

Les données étant toujours en cours d'acquisition, leur traitement, pour la première année du suivi, sera réalisé en 2021 et présenté dans le prochain rapport.

7 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

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.