

Mémoire en réponse à l'avis conforme du Parc naturel marin de l'estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis



Port
Atlantique
La Rochelle

TABLE DES MATIÈRES

MEMOIRE EN REPONSE A L'AVIS CONFORME DU PARC NATUREL MARIN DE L'ESTUAIRE DE LA GIRONDE ET DE LA MER DES PERTUIS1

CONTEXTE	4
1 RÉSERVE 1 : LES ANODES SACRIFICIELLES	6
1.1 <i>Détail de la réserve 1</i>	6
1.2 <i>Réponse du maître d'ouvrage - 1</i>	6
2 RÉSERVE 2 : CARACTERISATION DES IMPACTS DES EAUX DE RESSUYAGE SUR LES HABITATS MARINS	9
2.1 <i>Détail de la réserve 2</i>	9
2.2 <i>Réponse du maître d'ouvrage - 2</i>	9
3 RÉSERVE 3 : SUIVI DE LA TURBIDITE (MESURE MR2 : MESURES DE REDUCTION DES INCIDENCES DU REJET DE DEROCTAGE DE MATERIAUX MARNO-CALCAIRE)	14
3.1 <i>Détail de la réserve 3</i>	14
3.2 <i>Réponse du maître d'ouvrage - 3</i>	16
4 RÉSERVE 4 : MESURE DE COMPENSATION POUR L'ENLEVEMENT DE LA CREPIDULE SUR UNE ZONE SUBTIDALE (MESURE MC1) ..	20
4.1 <i>Détail de la réserve 4</i>	20
4.2 <i>Réponse du maître d'ouvrage - 4</i>	20
5 PRESCRIPTION 1 : VOLUMES DE SEDIMENTS CLAPES SUR LE SITE DU LAVARDIN (TRAVAUX ET DRAGAGES D'ENTRETIEN)	21
5.1 <i>Détail de la prescription 1</i>	21
5.2 <i>Réponse du maître d'ouvrage - 1</i>	21
6 PRESCRIPTION 2 : TURBIDITE GENERE PAR LES EAUX DE RESSUYAGE ET IMPACTS CUMULES	24
6.1 <i>Détail de la prescription 2</i>	24
6.2 <i>Réponse du maître d'ouvrage - 2</i>	24
7 PRESCRIPTION 3 : MESURE DE REDUCTION PORTANT SUR LES EFFETS DU BRUIT SUR LES MAMMIFERES MARINS (MESURE MR11 : MESURE DE REDUCTION DES INCIDENCES DU BRUIT SOUS-MARIN SUR LES MAMMIFERES MARINS, TORTUES ET POISSONS)	26
7.1 <i>Détail de la prescription 3</i>	26
7.2 <i>Réponse du maître d'ouvrage - 3</i>	26
8 PRESCRIPTION 4 : DRAGAGE DES ZONES PORTUAIRES CONCERNEES PAR LA CREPIDULE	27
8.1 <i>Détail de la prescription 4</i>	27
8.2 <i>Réponse du maître d'ouvrage - 4</i>	27
9 PRESCRIPTION 5 : SUIVIS BIOSEDIMENTAIRES	28
9.1 <i>Détail de la prescription 5</i>	28
9.2 <i>Réponse du maître d'ouvrage - 5</i>	28
10 PRESCRIPTION 6 : MESURES RELATIVES AUX SUIVIS DES BASSINS PLUVIAUX (MR4)	29
10.1 <i>Détail de la prescription 6</i>	29
10.2 <i>Réponse du maître d'ouvrage - 6</i>	29
11 PRESCRIPTION 7 : MESURE COMPENSATOIRE SUR LA CREPIDULE	31
11.1 <i>Détail de la prescription 7</i>	31
11.2 <i>Réponse du maître d'ouvrage - 7</i>	31
12 PRESCRIPTION 8 : PROGRAMME D'ACQUISITION DE CONNAISSANCES SUR LA TURBIDITE ET SES EFFETS SUR LE MILIEU MARIN	32
12.1 <i>Détail de la prescription 8</i>	32
12.2 <i>Réponse du maître d'ouvrage - 8</i>	32
13 PRESCRIPTION 9 : COMPLEMENTS DE SUIVIS	33

13.1	Détail de la prescription 9	33
13.2	Réponse du maître d'ouvrage - 9	33
14	ANNEXE	34
14.1	Fiche « Mesures ERC&A » modifiées	34

CONTEXTE

L'augmentation des échanges commerciaux et de la consommation à l'échelle mondiale ont favorisé une forte hausse des quantités de marchandises transportées par mer. Cette évolution a entraîné une croissance régulière de la taille des navires. Aujourd'hui, l'un des enjeux majeurs pour un port est de s'adapter à cette évolution internationale. C'est dans ce cadre que Port Atlantique La Rochelle (PALR) souhaite développer le projet d'aménagement « Port Horizon 2025 ». Ce dernier vise à accompagner les évolutions en cours et anticiper celles de demain pour accueillir avec efficacité les navires de commerce. Le projet permettra de transformer l'espace portuaire pour conserver sa compétitivité et celle des filières qui l'utilisent. L'objectif est de renforcer les filières historiques du Port et d'attirer de nouvelles activités à forte valeur ajoutée.

PALR sollicite, auprès de l'administration, une demande d'autorisation environnementale pour mener à bien ce projet. L'instruction administrative d'une telle demande d'autorisation nécessite un avis conforme du Parc naturel marin de l'estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis (conformément aux dispositions de l'article L334-5 du code de l'environnement). La Direction départementale des territoires et de la mer (DDTM) de Charente-Maritime a sollicité par courrier daté du 7 mai 2019 l'avis conforme du Parc naturel marin de l'estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis. Cet avis a fait l'objet d'une délibération en séance de Conseil de Gestion du 12 juin 2019.

L'avis émis lors du Conseil de Gestion s'est notamment appuyé sur l'analyse de la demande d'autorisation, réalisée par l'équipe technique du Parc naturel marin de l'estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis.

L'analyse des documents a été menée afin d'évaluer :

- Leur pertinence vis-à-vis des enjeux environnementaux en présence ;
- Si le projet présente un impact significatif négatif sur le milieu naturel marin, au regard des connaissances scientifiques disponibles ;
- La compatibilité du projet avec les finalités du plan de gestion du Parc naturel marin.

L'analyse réalisée par l'équipe technique du Parc est centrée sur les différents compartiments environnementaux à enjeux de préservation, au regard du projet et du plan de gestion du Parc naturel marin.

Les finalités à 15 ans du plan de gestion susceptibles d'être concernées par le projet sont les suivantes (non exhaustif) :

- Finalité 4 : améliorer la qualité écologique des eaux à l'échelle du Parc, dans le respect et selon les critères fixés par les Directives Cadres européennes sur l'Eau et portant stratégie pour le milieu marin ;
- Finalité 6 : améliorer la qualité physico-chimique des eaux à l'échelle du Parc (et en particulier 6.3 Les taux d'éléments trace métalliques sont réduits ; 6.4 : réduire les taux en pesticides et autres micropolluants (PCB, HAP, etc.), 6.7 limiter les effets négatifs liés à la turbidité issue des activités anthropiques, notamment sur les coquillages élevés ;
- Finalité 8 : maintenir ou améliorer la qualité des sédiments ;
- Finalité 9 : maintenir le niveau de production primaire des habitats benthiques et pélagiques selon les saisons ; finalité 13 : augmenter le nombre de couples nicheurs de gravelot à collier interrompu et le taux de réussite de reproduction ;
- Finalité 20 : maintenir le bon état écologique des habitats sédimentaires littoraux et côtiers à caractère vaseux ;

- Finalité 42 : réduire les impacts négatifs des activités portuaires sur le milieu marin (et finalité 42.3 : réduire les impacts des nouvelles infrastructures et aménagements portuaires sur la qualité de l'eau, les espèces, les benthiques et les zones fonctionnelles à enjeux majeurs pour le Parc).

Suite à l'analyse du dossier de demande d'autorisation, l'équipe technique du Parc a émis, en vue du Conseil de Gestion, la proposition suivante : « *Au regard des éléments fournis par le pétitionnaire et de l'analyse des effets du projet, l'équipe du Parc naturel marin/AFB propose au conseil de gestion d'émettre un avis favorable assorti à des réserves et prescriptions* ».

En séance du 12 juin 2019, le Conseil de Gestion du Parc naturel marin de l'estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis, a ainsi émis un avis favorable assorti à réserves et prescriptions. **Le présent document constitue un « mémoire en réponse » à ces réserves et prescriptions.** Elles ont toutes été prises en compte et ont entraîné soit une modification du projet soit des mesures environnementales complémentaires.

1 RÉSERVE 1 : LES ANODES SACRIFICIELLES

1.1 Détail de la réserve 1

Caractérisation des impacts

Concernant les anodes sacrificielles permettant de protéger les structures métalliques des quais, le dossier quantifie les apports en éléments métalliques induits par les anodes mises en place dans le cadre du projet. Cependant, le dossier ne précise pas quels sont les apports des anodes déjà en place dans la zone portuaire, ce qui ne permet pas de quantifier la part des apports du projet PH2025 au regard des apports globaux et par conséquent d'apprécier la contribution des nouvelles infrastructures.

Il est donc proposé que soit précisée dans le dossier la part d'apports en éléments métalliques du projet au regard des apports des anodes déjà existantes dans le port.

Mesure d'accompagnement portant sur la mise en œuvre d'un programme de recherche sur le devenir du zinc et de l'indium provenant des anodes galvaniques (mesure MA5)

Le programme de recherche vise à répondre à la question de l'impact des produits de corrosion en qualité et quantité sur l'environnement marin. Ce programme ne cible pas l'aluminium. Il est proposé de compléter le programme de recherche prévu, afin d'apporter des éléments sur :

- Les effets des différentes formes d'aluminium (particulaire, dissous et spéciations) sur la biote et plus particulièrement sur les espèces benthiques ;
- Les interactions entre l'aluminium issu des anodes et les différentes formes de l'aluminium naturellement présent dans les sédiments.

1.2 Réponse du maître d'ouvrage - 1

1.2.1 Quantité d'anodes présentes actuellement dans le port

(Cf. étude d'impact : chapitre 5 pages 691 et suivantes).

PALR possède une protection cathodique par anode sacrificielle sur les ouvrages suivants (repris sur la carte en page suivante) :

Ouvrages	Secteur	Date de pose	Date de fin de vie	Masse en alliage en Kg
Poste pétrolier Ouest	APP	Juin-16	Juin-31	253
Poste pétrolier Est	APP	Juin-16	Juin-31	1 040
Quai Lombard	QLO	Mai-19	Mai-34	16 556
Brise lame	POS	Aout-17	Aout-32	22 059
Pontons	POS	Aout-17	Aout-32	1 662
Chef de baie 1	CDB	Sept-19	Mai-34	27 701

Table 1 : Anodes sacrificielles actuellement présentes dans le port (source PALR)

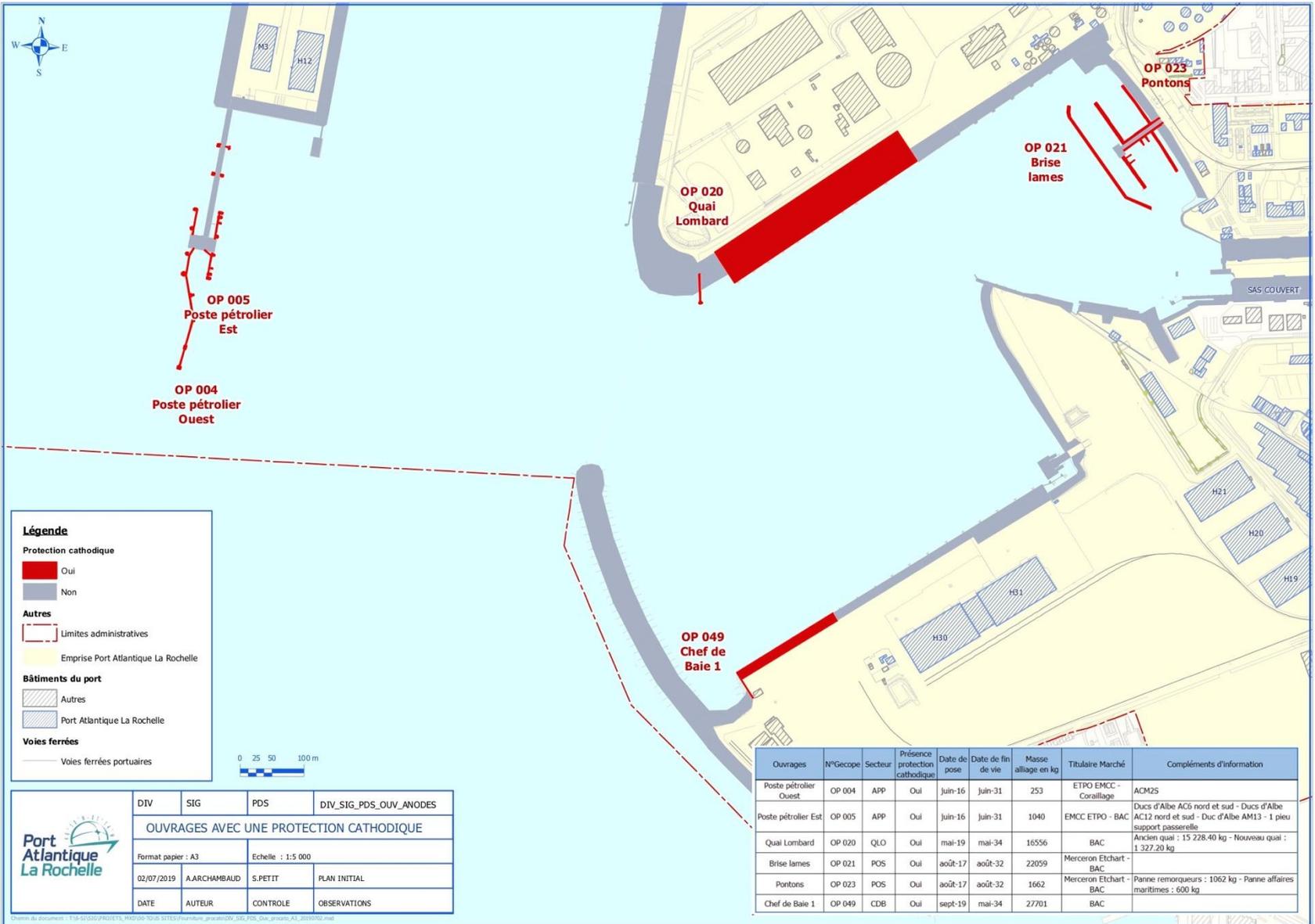


Planche 1 : Emplacement des ouvrages protégés par anodes sacrificielles (source PALR)

Actuellement, la masse d'anodes sacrificielles au sein de Port Atlantique La Rochelle est de 69 271 tonnes. Le projet Horizon 2025 vise à ajouter 45,1 tonnes pour le site de Chef de Baie 4 et 70,1 tonnes pour Anse Saint-Marc 3.

1.2.2 Mesure d'accompagnement MA5

(Cf. étude d'impact : chapitre 8 pages 1088).

La mesure d'accompagnement MA5 est un partenariat de recherche avec le LaSIE (UMR7356 CNRS-Université de La Rochelle) et le LIENS (UMR CNRS 7266). Le premier laboratoire a porté un très gros programme de R&D de 2012 à 2018, dans le cadre d'une mesure d'accompagnement du projet d'aménagement Calais 2015 pour le port de commerce régional de Calais. Le projet TALINE (Transferts d'éléments métalliques constitutifs des Anodes galvaniques ALuminium Indium vers l'Environnement) a permis de dégager des enseignements sur la création d'un précipité blanc hydroxychlorosulfate hydraté (HCSH) à base d'aluminium amorphe (incorporant de l'indium et du zinc), lors de la dégradation dans le temps des anodes.

La mesure d'accompagnement n° 5 (MA5) était à l'origine focalisée sur indium et le Zinc. La mesure a été revue par les deux laboratoires pour intégrer dans le programme les effets de l'Aluminium. La fiche a donc été modifiée en ce sens, elle est présentée en annexe.

Conformément à la demande du PNM, PALR s'engage à modifier sa mesure d'accompagnement MA5 comme indiqué dans le document en incorporant l'Aluminium et le Zinc au programme de recherche.

2 RÉSERVE 2 : CARACTÉRISATION DES IMPACTS DES EAUX DE RESSUYAGE SUR LES HABITATS MARINS

2.1 Détail de la réserve 2

Dans l'évaluation des incidences au titre de Natura 2000, sont décrits les effets des dépôts induits par les travaux sur l'habitat d'intérêt communautaire « vasières subtidales ».

Les autres habitats concernés par un dépôt de particules fines (dépôt inférieur à 1kg/m^2) sont listés dans le dossier, mais l'impact du rejet et de l'apport de particules fines n'est pas précisé.

Il conviendrait de qualifier les impacts sur ces habitats et leurs fonctionnalités. Il est donc proposé que ces précisions soient apportées au dossier.

Par ailleurs, PALR devra suivre le processus de recolonisation des espèces benthiques des habitats concernés par les dépôts induits par le rejet des eaux de ressuyage. Pour ce faire et pour les différents habitats listés au tableau 139, le plan d'échantillonnage devra respecter le protocole BACI (Before After Contrôle Impact) et des mesures de biomasse devront être réalisées.

2.2 Réponse du maître d'ouvrage - 2

2.2.1 Surfaces impactées par le dépôt

(Cf. étude d'impact : chapitre 5 pages 838 et suivantes).

Comme précisé dans l'étude d'impact, les eaux de ressuyage issues de la décantation des matériaux de déroctage seront chargées en matières en suspension (particules fines calcaires exemptes de contamination). Afin d'évaluer le comportement de ces particules, deux études ont été effectuées par le bureau d'études Créocéan :

- Une étude de modélisation et simulation de rejets, intitulée : « Assistance pour l'optimisation des impacts des rejets en mer liés au déroctage : Tests de sensibilité du rejet en mer » - Créocéan, février 2018 ;
- Une étude sur la vitesse de chute des particules mises en suspension intitulée : « Assistance pour l'optimisation des impacts des rejets en mer liés au déroctage : Essais de vitesse de chute des MES » – Créocéan, décembre 2017.

La planche ci-après représente la surface impactée par un dépôt supérieur à $0,2\text{ Kg/m}^2$ en chaque maille du domaine modélisé, ceci dans le cas d'un rejet à 1g/l de MES pendant toute la durée du déroctage.

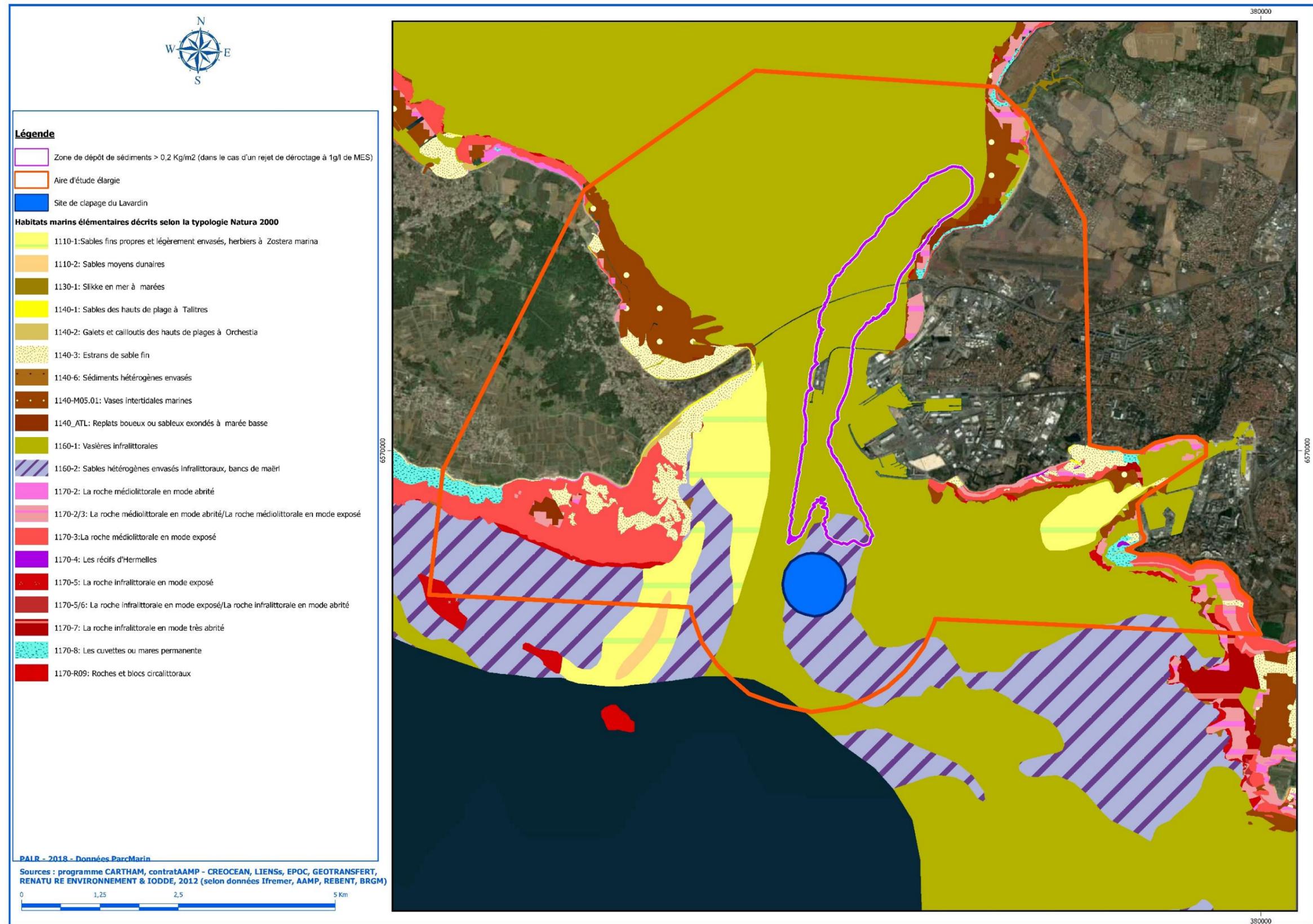


Planche 2 : Masse de dépôt maximale atteinte au niveau des habitats Natura 2000 (source PALR)

Dans l'étude d'impact et particulièrement dans le volet « incidences Natura 2000 », les effets étaient principalement analysés sur l'habitat principalement concerné, à savoir l'habitat 1160-1 : vasières infralittorales.

Dans le tableau ci-dessous, l'analyse des dépôts a été étendue à l'ensemble des habitats concernés et classés en deux niveaux d'incidence :

- Les surfaces d'habitats concernées par un dépôt supérieur à 1 kg/m²
- Les surfaces d'habitats concernées par un dépôt inférieur à 1 kg/m², c'est-à-dire un dépôt compris entre 0,2 et 1 Kg/m². En effet en-deçà de 0,2 kg/m², les dépôts sont considérés comme négligeables, de telles valeurs se situant aux limites du modèle mathématique de modélisation des dispersions et correspondant à des épaisseurs de dépôt largement inframillimétriques.

A noter : l'établissement du tableau ci-dessous a permis d'apporter une correction aux valeurs de surfaces d'habitats subtidiaux concernées par des dépôts, (chap 5, tableau 139 page 839). Ce tableau intégrait par erreur des surfaces concernées par des dépôts négligeables, inférieurs à 0,2 Kg/m².

Habitat	Surface d'habitat impactée par un dépôt entre 0,2 à 1 kg/m ² (Ha)	Surface d'habitat impactée par un dépôt supérieur à 1 kg/m ² (Ha)	Proportion d'habitat de l'aire éloignée impactée par un dépôt entre 0,2 à 1 kg/m ² (%)	Proportion d'habitat de l'aire éloignée impactée par un dépôt supérieur à 1kg/m ² (%)
Vasières infralittorales	415,45	3,11	1,69 %	0,01 %
Sables hétérogènes envasés infralittoraux, bancs de maerl	25,49	0	0,24 %	0 %
Vases intertidales marines	4,54	0	0,17 %	0 %
Replats boueux ou sableux exondés à marée basse	0,22	0	0,07 %	0 %
Roche médiolittorale en mode abrité/exposé	0,005	0	0,00 %	0 %
Total	445,720	3,11	0,36 %	0,00 %

Tableau 1 : Surfaces des habitats marin, impactés par le rejet

Comme le montre le tableau ci-dessus, l'habitat concerné par un dépôt que l'on peut qualifier de relativement important (>1 kg/m²), est l'habitat 1160-1 : Vasières infralittorales. Ainsi, 3,11 hectares de cet habitat subiront un dépôt supérieur à 1kg/m². Ce même habitat sera également impacté sur une surface de l'ordre de 415 hectares, mais pour un dépôt inférieur à 1kg/m².

Les autres habitats impactés, uniquement par un dépôt inférieur à 1kg/m² sont :

- Les sables hétérogènes envasés infralittoraux, bancs de maerl pour une surface de 25,49 ha ;
- Les vases intertidales marines pour une surface de 4,545 ha ;
- Les replats boueux ou sableux exondés à marée basse pour une surface de 0,224 ha ;
- La roche médiolittorale en mode abrité/exposé pour une surface de 0,005 ha.

Les principaux habitats potentiellement impactés, en termes de surfaces, sont donc les habitats infralittoraux :

- Vasières infralittorales ;

- Sables hétérogènes envasés infralittoraux, bancs de maërl.

Les autres habitats, exondés à chaque marée, sont potentiellement moins impactés. Ainsi :

- Pour l'habitat « Roche médiolittorale en mode abrité/exposé », la surface concernée est quasi nulle (0,005 hectare ou 50 m²) ;
- Pour l'habitat « replats boueux ou sableux exondés à marée basse », la surface concernée est très faible (0,224 ha ou 2 240 m²) ;
- Pour l'habitat « vases intertidales marines » la concernée est également relativement limitée (4,545 hectares ou 45 450 m²).

Comme le montre le tableau ci-dessus, quatre des cinq habitats impactés sont, pour tout ou partie, constitués de vases. Les effets du dépôt de sédiments seront donc minimes. De plus, il faut rappeler que les assises à dérocter sont les mêmes que celles qui constituent les falaises et estrans rocheux du littoral aunisien ; falaises qui alimentent constamment en matériaux le domaine marin local, soit discrètement au jour le jour, soit de façon plus visible lors d'érosions causées par les coups de vent et tempêtes survenant sur nos côtes.

Les effets du dépôt des sédiments issus des eaux de ressuyage sur les habitats et leurs fonctionnalités peuvent être considérés comme négligeables. En effet, comme évoqué auparavant, les habitats concernés par un dépôt sont tous déjà constitués de vases ou de sédiments fins (hormis l'habitat « *roche médiolittorale en mode abrité/exposé* », dont les surfaces concernées sont très faibles). Ainsi théoriquement, le rejet des matériaux de déroctage pourrait engendrer un « étouffement » des organismes présents au niveau de ces habitats, toutefois au vu de la nature de ces habitats (présence naturelle de vases ou boues) et de l'hydrodynamisme local, il n'est pas attendu d'effet, autre que négligeable, sur ces habitats. De plus il faut également rappeler que, sur l'ensemble de la période de travaux, le tonnage de sédiments rejeté est faible, puisqu'il s'élève uniquement à 6 300 tonnes.

PALR s'engage toutefois à mener, conformément à la réserve n°2 du Parc Naturel Marin, des suivis au niveau des habitats subtidaux (vasières infralittorales et sables hétérogènes envasés infralittoraux, bancs de maërl) et intertidaux (vases intertidales marines et replats boueux ou sableux exondés à marée basse). Des analyses bio-sédimentaires et géochimiques seront donc effectuées au niveau de chacun de ces habitats à raison d'un échantillonnage avant travaux (T-1), un échantillonnage un an après les travaux (T+1), un échantillonnage trois ans après les travaux (T+3) et enfin un échantillonnage 5 ans après les travaux (T+5). Le suivi biosédimentaire sera conforme au protocole REBENT et comprendra notamment un suivi de la diversité, de l'abondance et de la biomasse.

En ce qui concerne l'habitat « Roche médiolittorale en mode abrité/exposé », ce dernier ne fera pas l'objet d'un suivi eu égard à la faiblesse des surfaces potentiellement concernées et à la non applicabilité du protocole REBENT pour cet habitat.

2.2.2 Étude du benthos

Le suivi (SR1) de la mesure de réduction MR1 (lié au clapage des déblais de dragage) prévoit le suivi de 5 stations de benthos au niveau de la zone de clapage d'Antioche (le Lavardin étant déjà suivi dans le cadre des dragages d'entretien). Cette mesure est annuelle avec des prélèvements du benthos entre octobre et avril de chaque année, durant 4 années (Travaux-1 – Travaux +1 – Travaux +3 – Travaux +5). Cette période de prélèvements répond aux exigences d'échantillonnage du REBENT et de la DCE (protocole édicté par IFREMER).

Il est ainsi prévu d'ajouter aux stations de suivi déjà envisagées, 12 stations de suivi du benthos réparties sur les quatre habitats potentiellement impactés par les fines de déroctages dans les deux faciès infralittoraux (vasières

infralittorales et sables hétérogènes envasés infralittoraux, bancs de maerl) et dans les deux faciès intertidaux (vases intertidales marines et replats boueux ou sableux exondés à marée basse). Il sera placé 2 stations dans chaque habitat sur la zone d'emprise du panache, issue du modèle, et 1 station « témoin » sur le même faciès et au même niveau de profondeur, mais sur une zone supposée non impactée par l'extension du panache (résultats issus de la modélisation). Le suivi se fera également sur 4 années (Travaux-1 – Travaux +1 – Travaux +3 – Travaux +5).

La mesure MR1 et son suivi (SR1) intègrent un suivi des habitats potentiellement impactés par le rejet des eaux de ressuage. La fiche mesure ainsi modifiée est présentée en annexe.

Conformément à la demande du PNM, PALR s'engage à réaliser un suivi annuel du benthos sur les zones subtidales dans la zone du PNM sur 4 années. Le protocole sera validé par le CCS et les résultats diffusés tous les ans.

3 RÉSERVE 3 : SUIVI DE LA TURBIDITE (MESURE MR2 : MESURES DE RÉDUCTION DES INCIDENCES DU REJET DE DÉROCTAGE DE MATERIAUX MARNO-CALCAIRE)

3.1 Détail de la réserve 3

Plusieurs réserves ont été émises sur ce sujet, afin de renforcer la mesure de réduction et garantir l'efficacité des suivis :

Précisions sur les sondes de suivis

Les mesures de turbidité seront réalisées par des sondes placées en sub-surface.

Il est proposé de demander à ce que soit précisée la profondeur à laquelle sont effectuées les mesures. En outre, page 1019 du dossier, le pétitionnaire définit les seuils d'alerte sur la base du différentiel entre deux mesures de turbidité (en NTU) :

- T_s , la turbidité d'une bouée de suivi, significative de l'effet du chantier cumulé à la turbidité naturelle ;
- T_r , la turbidité mesurée à la bouée de référence.

ΔT est la différence de turbidité entre chacune des 2 bouées de suivi et la bouée de référence, significative de la seule contribution du chantier.

Il est demandé que ΔT représente la différence de turbidité calculée entre la bouée de suivi présentant la turbidité la plus élevée (la plus déclassante) et la bouée de référence.

Mise en cohérence de la figure 2 et du texte correspondant

La figure 2 située page 1020 du dossier présente la matrice décisionnelle de gestion du chantier. Le texte précédant cette matrice justifie les niveaux de turbidité retenus pour définir les différentes mesures de gestion du chantier à adopter.

Ainsi : Le niveau N2 (adaptation des travaux) est défini lorsque A (valeur T_s) x B (valeur de l'écart de turbidité entre T_s et T_r) est supérieur à 3 et inférieur ou égal à 8 ;

Le niveau N3 (arrêt du rejet et au besoin de l'atelier de déroctage hydraulique) est défini lorsque A x B est supérieur à 8.

Or, la matrice décisionnelle présente le niveau 3 comme correspondant à AxB supérieur ou égal à 8.

Il est donc demandé de mettre en cohérence le texte avec la matrice pour les niveaux N2 et N3, en gardant la matrice décisionnelle en l'état. Ainsi le niveau N3 devra être défini comme suit « si AxB est supérieur ou égal à 8, le chantier est arrêté » et le niveau N2 comme suit « si AxB est supérieur à 3 et inférieur à 8, le chantier est adapté ».

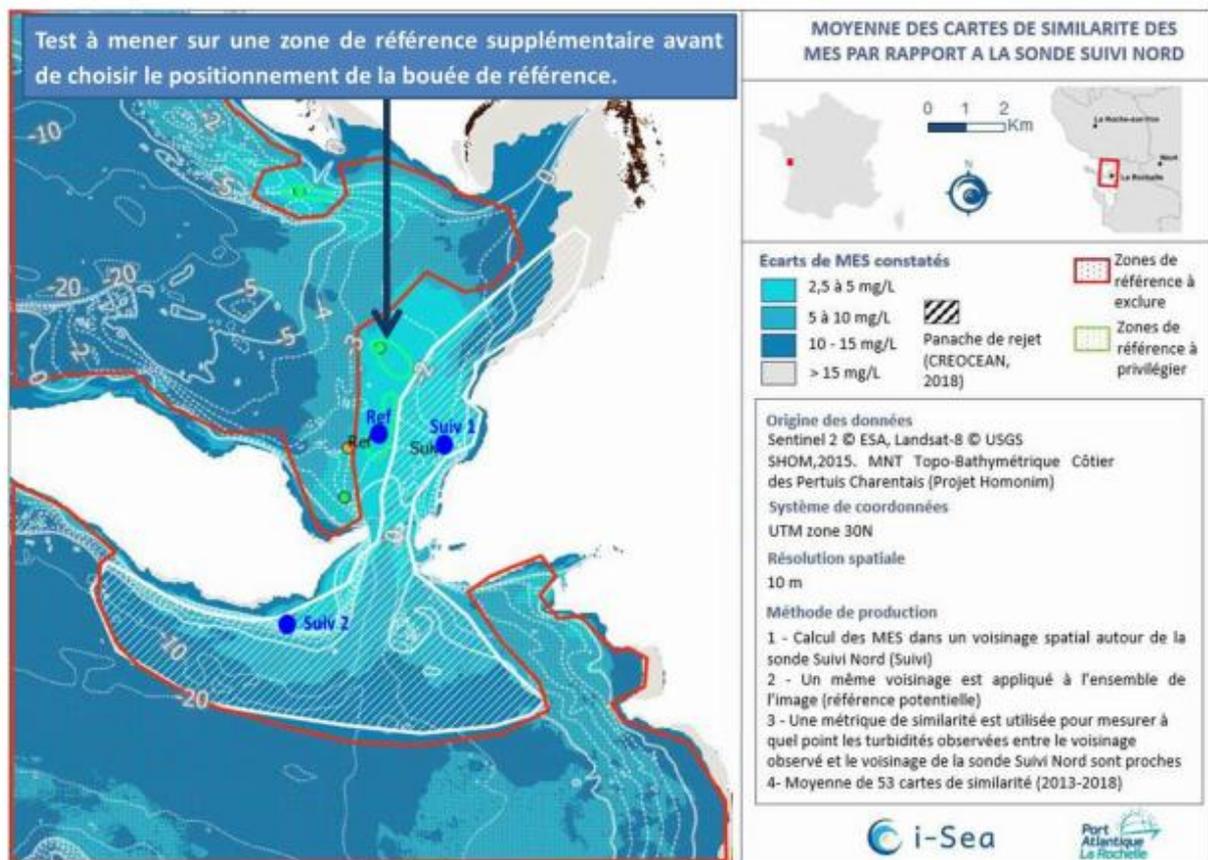
Calage de la bouée de référence avant démarrage des travaux

Le positionnement de la bouée de référence est défini à partir des résultats de l'étude du bruit de fond de turbidité réalisée dans le cadre du projet (Annexe 29 « Analyse du positionnement de zones homogènes pour le suivi de la turbidité »). Ainsi, la bouée de référence se situe au sein de l'une des trois zones de référence identifiées dans l'étude.

Afin d'améliorer la corrélation entre les bouées de suivi et la bouée de référence, il est prévu avant le démarrage des travaux, une période de mesure de deux mois pour valider le caractère comparable des stations de mesure.

Afin de consolider ce système de suivi et permettre de confirmer le choix du site de référence, il est demandé de :

- Tester deux bouées de référence sur deux secteurs différents, avant le choix définitif : une bouée de référence localisée comme prévu dans le dossier, ainsi qu'une autre bouée de référence qui serait située dans la zone de référence plus au nord (figure ci-après) ;
- Réaliser ce test pendant 6 mois, avant le démarrage des travaux et sur une période correspondant à celle des futurs travaux et rejets.



Suivi pendant la phase travaux

Suite à la phase de test sur les deux bouées, il sera choisi comme bouée de référence celle présentant les mesures les plus comparables à celles des bouées de suivi.

Analyse et réserves concernant le cas particulier de très fortes turbidités naturelles.

La matrice décisionnelle prend en compte une valeur de référence maximum de 110 NTU qui correspond au seuil d'alerte que le pétitionnaire définit comme fort. Cette valeur reprend le seuil d'effet fort sur l'huître auquel il est ajouté une marge de sécurité. En effet, c'est à partir de 140 NTU (150 mg/l de matières en suspension) qu'il est observé pour cette espèce une altération des fonctions physiologiques de nutrition particulière (perte de croissance). À partir de 190 NTU (200 mg/l de MES), l'activité physiologique de filtration est bloquée ; il s'agit du seuil de fermeture de l'huître.

Cependant, lorsque la mesure de turbidité à la bouée de référence (Tr) est supérieure à 110 NTU, seul le monitoring au niveau du pompage conditionne le rejet : contrôle des concentrations en MES (devant être inférieures à 1 g/l) et du débit (devant être inférieur à 10 000 m³/h).

Les seuils d'effet fort étant établis à 110 NTU, il paraît important de considérer le stress supplémentaire engendré par les turbidités issues des rejets. Aussi, il est demandé que le pétitionnaire propose des mesures d'adaptation des rejets lorsque les valeurs de référence sont supérieures à 110 NTU, afin de minimiser les effets sur le milieu en période de turbidités naturelles fortes.

3.2 Réponse du maître d'ouvrage - 3

(Cf. étude d'impact : chapitre 8 pages 1015 et suivantes).

3.2.1 Précisions sur les sondes de suivis

La note technique d'Actimar (Cf. Annexe 28 de l'EIE) a montré que les fines entraînées dans les eaux de ressuage étaient très mobiles et allaient rester dans la colonne d'eau. Il est ainsi possible de suivre la turbidité induite par le rejet sous la bouée en plaçant la sonde multiparamètre en subsurface.

Pour des raisons techniques, il est aussi préférable que la sonde multiparamètres se situe sous la bouée de mesure, pour éviter qu'un câble ne circule le long de la ligne de mouillage, avec les risques d'arrachage et d'usure que pourrait connaître un tel câble. En effet, la bouée est ancrée par un point, sous celle-ci, par un émerillon qui permet ainsi de suivre les mouvements circulaires de la bouée (notamment engendré par la houle). Si un câble relie la sonde proche du fond à la bouée comprenant la station d'envoi du signal par GPRS (modem téléphonique), il risque de s'entourer autour du câble et de finir par casser. De plus, en mettant la sonde sous la bouée, la profondeur de la mesure est constante, tandis que si la sonde est fixée sur la ligne de mouillage, sa profondeur va varier avec le marnage.

Les photos suivantes visualisent deux stations de mesures sur une bouée de 240 L Mobilis et sur une bouée de diamètre 80 cm de Mobilis. La première a été déployée sur le chantier MO2 (digue du polder de Brest) et la deuxième sur le site d'extension en mer de Monaco. Les sondes sont fixées sous celles-ci, à environ 0,5 - 1 m sous la surface.

Le suivi de la turbidité va faire l'objet d'un marché de prestation de fourniture, de pose et de maintenance. Dans le cadre du marché public lancé par PALR à l'automne 2019, il sera stipulé de placer les sondes sous les bouées à entre 0,5 et 1 m de profondeur. Cette profondeur sera mesurée. Il est à rappeler également que les sondes bénéficient d'un capteur de pression qui permet de connaître exactement la profondeur d'immersion des capteurs.



Figure 1 : Vue des bouées de suivi de turbidité de Brest et de Monaco (source Gaïa Terre bleue)

3.2.2 Différentiel entre les bouées de suivi et la bouée de référence

Conformément à la demande du PNM, le ΔT sera calculé par la différence de turbidité entre la bouée de suivi présentant la turbidité la plus élevée (la plus déclassante) et la bouée de référence.

3.2.3 Mise en cohérence de la figure 2 et du texte correspondant

La MR2 sera corrigée comme suit :

Si $A \times B$ est **égal ou supérieur** à 8, le chantier est arrêté (**N3**)

3.2.4 Calage de la bouée de référence avant démarrage des travaux

Port Atlantique La Rochelle a décidé de décorréliser le suivi de la turbidité du marché de travaux, comme cela avait été prévu initialement. PALR va lancer un marché de fournitures, pose et entretien des stations de mesures, en septembre 2019. Les stations seront ainsi mises en place à l'automne 2019 pour une première durée de 6 mois (jusqu'à avril-mai 2020). Il sera positionné 5 stations :

- 2 stations de référence dans la zone au Nord (Ref1N et Ref2N). Ref2N est la station supplémentaire demandée par le PNM
- 2 stations de suivi (Suiv1 et Suiv2)
- 1 station de référence supplémentaire au sud (RéfS) des travaux de déroctage dans la masse d'eau homogène de la station Suiv2. Ref S est une station supplémentaire positionnée à l'initiative du Port afin d'augmenter les chances d'une bonne corrélation avec la station de suivi 2

3.2.5 Suivi en phase travaux

Au terme des 6 mois de mesures, il sera analysé l'ensemble des données afin de garder pour chaque bouée de suivi, la station de référence qui lui sera la plus comparable. Cela amènera à conserver, soit une bouée de référence pour les deux bouées de suivi, soit une bouée de référence par bouée de suivi.

3.2.6 Cas particulier de très fortes turbidités naturelles.

Il a été ajouté une ligne dans le tableau 2 pour traiter le cas des très fortes turbidités naturelles.

La MR2 sera corrigée comme suit :

Chaque niveau de mesure correspond un indice dont la valeur est établie de la façon suivante :

Valeur de Ts (en NTU)	Valeur de A	Valeur de ΔT (en NTU)	Valeur de B
inférieure à 50	1	inférieure à 20	0
entre 50 et 80 (exclu)	1,5	entre 20 et 30 (exclu)	1
entre 80 et 110 (exclu)	2	entre 30 et 40 (exclu)	2
supérieure ou égale à 110 (Tref inf à 110)	4	supérieure ou égale à 40 (Tref inf à 110)	4
sup ou égale à 110 (Tref sup ou égale à 110)	2	sup ou égale à 40 (Tref sup ou égale à 110)	2

A et B sont ensuite combinés, la valeur A x B, établit la conduite à tenir dans l'exploitation du chantier selon 4 possibilités :

- ▶ **NO (Normal)** : Surveillance normale du chantier
- ▶ **N1 (Niveau 1)** : Surveillance renforcée et contrôles du chantier
- ▶ **N2 (Niveau 2)** : Adaptation du chantier
- ▶ **N3 (Niveau 3)** : Arrêt du rejet en mer et au besoin de l'atelier de déroctage hydraulique

Si $A \times B = 0$, le chantier est surveillance normale (**NO**)

Si $A \times B$ est non nul et inférieur ou égal à 3, le chantier est en surveillance renforcée et engage des contrôles (**N1**)

Si $A \times B$ est supérieur à 3 et inférieur à 8, le chantier est en adaptation, (**N2**)

Si $A \times B$ est **égal ou** supérieur à 8, le chantier est arrêté (**N3**)

Globalement, les facteurs A et B augmentent avec la turbidité du milieu d'une part, et avec l'écart de turbidité mesurée entre les sondes, d'autre part. Néanmoins, pour des conditions météorologiques générant de fortes turbidités naturelles (vents forts, grosse houle, marées de vives eaux), l'étude I-SEA commandée par le port a conclu à la très forte variabilité des turbidités naturelles selon le positionnement des observations rendant une intercomparaison des mesures très aléatoire, voire potentiellement impossible. Ainsi, pour les très fortes turbidités naturelles, les valeurs de A et B ne sont pas maximales afin de tenir compte de cette forte incertitude.

Le port prévoit néanmoins la possibilité d'adapter le chantier de déroctage y compris pour ces conditions limites. Le niveau d'adaptation sera défini après vérification in situ des conditions naturelles et du process de chantier, notamment avec la détection de variation anormale au niveau de la sonde de turbidité disposée au niveau de la conduite de refoulement.

Les différentes possibilités pour la gestion du chantier sont représentées dans la matrice de décision ci-après.

	ΔT inférieur à 20	ΔT entre 20 et 30 (exclu)	ΔT entre 30 et 40 (exclu)	ΔT supérieur ou égal à 40
Ts inférieure à 50	N0 (A x B = 0)	N1 (A x B = 1)	N1 (A x B = 2)	N2 (A x B = 4)
Ts entre 50 et 80 (exclu)	N0 (A x B = 0)	N1 (A x B = 1,5)	N1 (A x B = 3)	N2 (A x B = 6)
Ts entre 80 et 110 (exclu)	N0 (A x B = 0)	N1 (A x B = 2)	N2 (A x B = 4)	N3 (A x B = 8)
Ts supérieure ou égale à 110 (et Tr* inférieure 110*)	N0 (A x B = 0)	N2 (A x B = 4)	N3 (A x B = 8)	N3 (A x B = 16)
Ts supérieure ou égale à 110 (et Tr* supérieure ou égale à 110)	N0 (A x B = 0)	N1 (A x B = 2)	N2 (A x B = 4)	N2 (A x B = 4)

Tableau 2 : matrice décisionnelle de gestion du chantier

*Tr représente la mesure de turbidité à la bouée de référence.

Conformément à la demande du PNM, PALR s'engage à modifier son protocole de suivi. La mesure MR2 modifiée est présentée en annexe.

4 RÉSERVE 4 : MESURE DE COMPENSATION POUR L'ENLÈVEMENT DE LA CRÉPIDULE SUR UNE ZONE SUBTIDALE (MESURE MC1)

4.1 Détail de la réserve 4

L'indicateur prévu pour cette mesure porte sur la surface concernée et le volume de crépidules enlevées.

Il est proposé de compléter cet indicateur par un indicateur de résultat portant sur la qualité du milieu restauré et son état de conservation : suivi de l'habitat, nature de l'habitat restauré, indicateur d'état du milieu (intégrant en particulier la richesse spécifique, les peuplements en présence, un indice biotique et la biomasse).

4.2 Réponse du maître d'ouvrage - 4

(Cf. étude d'impact : chapitre 8 pages 1015 et suivantes).

Le suivi de la Mesure de compensation 1 (MC1) sur la crépidule est actuellement prévu sur la base d'un inventaire à la benne de type Van Veen pour évaluer la quantité de crépidules par sa densité au m². Le protocole est à affiner, en accord avec le CCS, mais il concerne l'étude d'environ 5 stations de référence (avec 5 coups de benne ou répliquats par station + un 6ème pour les analyses granulométriques et le contenu en matière organique du sédiment). Il sera donc ajouté au suivi de ces stations l'inventaire de la macrofaune benthique sur les mêmes stations. Le protocole est le même, sauf que les animaux (autres que les crépidules mortes et vivantes) du refus du tamisage sur une maille de 1mm sont alors fixés à l'alcool et déterminés au laboratoire. Il pourra ainsi être décidé les principaux indicateurs (richesse spécifique, abondance, biomasse) et à partir de ceux-ci les principaux indices (Shannon, équitabilité, AMBI, M-AMBI...).

Ce suivi sera réalisé 5 fois : avant l'opération, après le nettoyage et 1 an, 3 ans et 5 ans après les travaux d'éradication (Cf. Prescription n°7).

Conformément à la demande du PNM, PALR s'engage à modifier son protocole de suivi. La mesure MC1 ainsi modifiée est présentée en annexe.

5 PRESCRIPTION 1 : VOLUMES DE SÉDIMENTS CLAPES SUR LE SITE DU LAVARDIN (TRAVAUX ET DRAGAGES D'ENTRETIEN)

5.1 Détail de la prescription 1

La modélisation réalisée pour quantifier les effets (turbidité et dépôts induits) des clapages sur le site du Lavardin prend en compte les volumes maximaux de sédiments issus du dragage d'entretien du port de plaisance, du port de pêche et du port de commerce de La Rochelle (soit 510 000 m³ dont 300 000 m³ annuels pour PALR).

Dans le cadre du projet, les volumes maximaux qui seront clapés sur les zones d'immersions seront de 590 000 m³ de sédiments, issus des dragages d'entretien des ports et des dragages d'approfondissement du présent projet (p 775 de l'étude d'impact et analyse des incidences cumulées avec le projet). Le pétitionnaire précise que, selon la moyenne des volumes annuels effectifs clapés dans le cadre de l'entretien, un cumul d'usage attendu de la zone sera de 440 000 m³ (p 795 de l'étude d'impact). L'étude d'impact (chapitre 5 relatif aux incidences cumulées, p 777) précise que le volume modélisé est 15 % inférieur au volume à claper mais que « les conclusions de l'étude peuvent tout de même être reprises, toute proportion gardée ».

Il est proposé que soit réalisée une coordination entre les ports, afin de ne pas dépasser le volume de 510 000 m³ utilisé dans le modèle et éviter les clapages liés au dragage d'approfondissement du projet de façon concomitante avec les dragages d'entretien des autres ports.

5.2 Réponse du maître d'ouvrage - 1

(Cf. étude d'impact : chapitre 2 pages 153).

Comme stipulé dans la prescription 1, PALR a rencontré le port de plaisance de La Rochelle et le port de pêche de Chef de Baie, utilisateurs du site du Lavardin pour des dragages d'entretien.

Lors de cette concertation entre les usagers du site du Lavardin, un scénario a été privilégié du fait de son moindre impact environnemental. Celui-ci est pris en compte dans la mesure de réduction modifiée MR1 (Cf. Annexe). Il vise en la révision de la répartition des clapages entre les sites du Lavardin et d'Antioche (cf. tableau ci-après).

Ce scénario tend à modifier au minimum l'usage habituel du site du Lavardin (moyenne annuelle égale à 340 000 m³ depuis 2008) en favorisant les clapages liés au projet PH2025 sur le site d'Antioche situé plus au large et plus éloigné des secteurs à fort enjeux.

Il préserve le site d'Antioche d'une colonisation par la crépidule en concentrant sur la zone du Lavardin les clapages des sédiments dragués sur l'Anse Saint-Marc 3.

		2020		2021	
		Janv à juin	Sept à déc	Janv à juin	Sept à déc
Dragages d'entretien Site Lavardin (en milliers de m ³)	PALR (Cap d'Aunis) Entretien des accès et souilles	90	30	100	150
	Port de plaisance de La Rochelle Entretien du bassin des Chalutiers	30	0	0	0
	Port de plaisance de La Rochelle Entretien du chenal	30	30	30	30
	Port de Pêche de chef de Baie	15	15	15	15
	Total	240		340	
Port Horizon 2025 Site Lavardin (en milliers de m ³)	Secteur ASM3	60	60	0	0
	Total	120		0	
Port Horizon 2025 Site Antioche (en milliers de m ³)	Tous secteurs hors ASM3	0	430	0	0
	Total	0	430	0	0
Entretien + Port Horizon 2025 - Total clapé sur Lavardin		360		340	
Port Horizon 2025 - Total clapé sur Antioche + Lavardin		550		0	

Tableau 3 : Scénario de dragage/clapage dans le cadre des travaux de PALR 2025

Ce scénario pourra évoluer dans le cadre du dialogue compétitif, mais les entreprises consultées devront prouver par simulation numérique que leur scénario est moins impactant que celui exposé dans la présente Étude d'Impact Environnementale.

Quoi qu'il en soit, le volume total de sédiments immergés sur le site du Lavardin ne saurait dépasser 510 000 m³ sur une année pleine, tous usages confondus et 120 000 m³ pour les seuls dragages liés à Port Horizon 2025.

Le scénario définit les mesures suivantes :

- Pour le Lavardin : il s'agit de limiter les clapages à un volume global de 360 000 m³ en 2020 et 340 000 m³ en 2021 comprenant les volumes issus des dragages d'entretien et de Port Horizon 2025. Concernant les dragages de Port Horizon 2025, un clapage préférentiellement au jusant, centré sur le point central et toujours au moins à 50 m des limites de la zone, entre septembre et juin, avec un volume global au maximum de **120 000 m³** sur l'année 2020 avec des rendements de clapages de 21 000 m³/semaine et 3000 m³/jour (maximum à 7 000 m³/jour) et entre 2 et 3 rotations/jour ;
- Pour Antioche : un clapage tournant sur 4 secteurs, utilisés tour à tour (pour distribuer les immersions), toujours au moins à 50 m des limites de la zone, entre septembre et juin, avec un volume global de **430 000 m³** sur la période avec des rendements de clapages de 30 000 m³/semaine et 5000 m³/jour (maximum à 8 000 m³/jour) et avec 5 à 6 rotations/jour ;
- Par ailleurs, afin d'éviter la colonisation du site Antioche par la crépidule (*Crepidula fornicata*), les sédiments issus du secteur Anse Saint-Marc 3 seront exclusivement clapés sur le site du Lavardin où la crépidule est déjà présente.

En définitive, initialement la répartition des volumes de clapage des sédiments issus des travaux de Port Horizon 2025 était donc d'environ 210 000 m³ au niveau du Lavardin et de 340 000 m³ au niveau d'Antioche. Afin de répondre à la prescription 1 du Parc naturel marin de l'estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis, les 550 000 m³ de sédiments issus du projet de Port Horizon 2025 seront clapés selon la répartition suivante :

- 110 000 m³ au niveau du Lavardin ;
- 440 000 m³ au niveau d'Antioche.

L'analyse des incidences décrites dans l'étude d'impact s'est donc basée sur le scénario initial relatif à la répartition des volumes clapés, à savoir environ 210 000 m³ au Lavardin et 340 000 m³ au niveau d'Antioche. Les éléments présentés ci-après tendent à montrer que la nouvelle répartition des volumes clapés n'a pas de conséquence quant à l'analyse des incidences présentées dans l'étude d'impact.

Les incidences sur la qualité de l'eau (cf. étude d'impact – chapitre 5 pages 576 et suivantes et 775 et suivantes)

L'analyse des impacts sur la qualité de l'eau (évolution du panache turbide) est basée, pour le site du Lavardin, sur les résultats de l'étude de la dispersion par modélisation des sédiments clapés (Étude de dispersion des sédiments immergés à proximité de Grand Port Maritime de La Rochelle – Créocéan - Septembre 2012 – cf. annexe 13 de l'étude d'impact). Dans cette étude, les volumes pris en compte pour effectuer la modélisation étaient de 510 000 m³. Le nouveau scénario de répartition des volumes clapés, issu de la présente prescription, permet de réduire les volumes cumulés clapés au Lavardin sur une année, et en particulier de les limiter en deçà de 510 000 m³, conformément à la modélisation mise en œuvre en 2012. Ainsi, suite à l'application de la présente prescription, les impacts, au niveau du Lavardin, seront plus limités que ceux prévus au scénario initial.

En ce qui concerne le site d'Antioche, l'analyse des impacts sur la qualité de l'eau (évolution du panache turbide) est basée sur l'étude de dispersion des sédiments, réalisée en 2008 par le bureau d'étude Créocéan. Cette étude a été réalisée pour le compte de la Ville de La Rochelle lors des travaux d'extension du port de plaisance. Pour cette étude, ce sont des volumes d'environ 1 000 000 m³ qui devaient être immergés et qui ont été modélisés. Le nouveau scénario de clapage, issu de la présente prescription (440 000 m³ clapés sur le site d'Antioche), est certes majoré en termes de volume clapé par rapport au volume du scénario initial (344 000 m³) mais les incidences n'en resteront pas moins largement inférieures à celles prises en compte lors de l'évaluation des incidences initiale. Pour mémoire, la modélisation avait été menée pour un volume de l'ordre de 1 000 000 m³, soit un volume plus de deux fois supérieur au volume immergé sur le site d'Antioche dans le cas du nouveau scénario de clapage.

Les incidences sur les peuplements benthiques (cf. étude d'impact – chapitre 5 pages 576 et suivantes)

Au niveau du Lavardin, l'analyse des impacts s'est basée sur les résultats des suivis bio-sédimentaires menés chaque année sur les peuplements benthiques de la zone de clapage et de ses abords. Le présent scénario de clapage limite les volumes clapés au niveau du Lavardin à une valeur prévisionnelle en-deçà de 510 000 m³, inférieure ou au plus comparable aux volumes immergés annuellement sur le site depuis une décennie. Les incidences entre le scénario initial et le scénario issu de la présente prescription seront donc du même ordre de grandeur. De plus, les suivis mis en œuvre au niveau du site de clapage permettront de vérifier le caractère faible des incidences des immersions sur les peuplements benthiques de la zone.

Au niveau d'Antioche, l'analyse des impacts s'est basée sur les résultats des suivis bio-sédimentaires mis en œuvre postérieurement au clapage de près d'un million de m³ de sédiments réalisé dans le cadre du projet d'extension du port de plaisance de La Rochelle. Le fait d'augmenter (de 344 000 m³ à 430 000 m³) les volumes clapés sur ce site ne remet pas en cause l'analyse des impacts. Notons de plus, qu'un suivi biosédimentaire et géochimique sera mené sur ce site (cf. MR1).

6 PRESCRIPTION 2 : TURBIDITE GÉNÉRÉE PAR LES EAUX DE RESSUYAGE ET IMPACTS CUMULES

6.1 Détail de la prescription 2

L'absence de prise en compte de l'ensemble des rejets turbides cumulés (eaux de ressuyage, gestion des sédiments dans la zone concernée) ne permet pas une qualification ni une quantification des impacts cumulés. Il est proposé que le pétitionnaire prenne en compte les impacts cumulés du projet (panaches turbides générés par la gestion des sédiments) avec ceux des opérations de gestion des sédiments dans les secteurs susceptibles d'avoir un effet dans la zone d'extension du panache généré par le rejet des eaux de ressuyage : coordination avec les gestionnaires des secteurs dragués tels que le canal du Curé et la Sèvre niortaise, en fonction des périodes.

Il est proposé que PALR mette en place des moyens de coordination afin d'adapter son chantier au regard des impacts cumulés avec les autres opérations.

6.2 Réponse du maître d'ouvrage - 2

Le tableau suivant synthétise les caractéristiques des travaux d'entretien du canal du Curé, de la Sèvre maritime et du canal maritime de Marans au Brault.

	Arrêté préfectoral	Durée autorisée	Volume maximal autorisé (m ³)	Période autorisée
Canal du Curé	N°11EB0034 du 28 janvier 2011	10 ans	81 000	Novembre - février
Sèvre maritime	N°18-EB-1401 du 27 novembre 2018	10 ans	250 000	Mai - Novembre
Canal maritime de Marans au Brault			30 000	Mai - Novembre

Tableau 4 : Caractéristiques des travaux d'entretien du canal du Curé, de la Sèvre maritime et du canal maritime de Marans au Brault

Au niveau du canal du Curé, le baccage s'effectue en plusieurs passages plus ou moins successifs selon les marées sur plusieurs jours d'une même semaine (2-3 jours) voire sur plusieurs semaines (2-3 semaines). Au total, environ 6 à 8 jours sont nécessaires pour réaliser un baccage efficace. Les travaux ont lieu lors des coefficients de marée supérieurs à 70. La campagne de baccage se déroule sur une période comprise entre novembre et février (Unima-MH – 2008).

Au niveau de la Sèvre maritime, les travaux de baccage ont lieu lors des coefficients supérieurs à 80. Entre 40 et 50 baccages sont nécessaires pour évacuer le volume maximal autorisé. Les campagnes de baccage se déroulent sur une période comprise entre mai et novembre.

Au niveau du Canal maritime, les travaux de dragage hydraulique durent entre 40 et 60 jours sur une période comprise entre mai et novembre.

Le tableau suivant présente les périodes des travaux de gestion des sédiments (canal du Curé – Sèvre maritime – canal maritime) et de rejet des eaux de ressuyage.

Site	2020												2021											
	Janv	Fevr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fevr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Clapage Lavardin																								
Clapage Antioche																								
Rejet des eaux de ressuyage																								
Canal du Curé																								
Sèvre maritime																								
Canal maritime de Marans au Brault																								

Tableau 5 : Période des travaux pouvant générer un impact cumulé sur la turbidité

Comme le montre le tableau, la période de gestion des sédiments au niveau de la Sèvre maritime et le canal maritime de Marans au Brault est concomitante à la période de rejets des eaux de ressuyage pour les mois d’octobre et novembre. Pour rappel, les périodes présentées dans le tableau ci-dessus correspondent à des périodes autorisées,¹ mais non à des périodes de travaux effectives. Ainsi, les travaux de gestion des sédiments au niveau la Sèvre maritime et le canal maritime de Marans au Brault durent entre 40 et 60 jours (soit entre 2 et 3 mois) ; tandis que le temps des travaux de déroctage et de rejets sont estimés à 7,5 semaines. Les représentants de PALR organiseront donc une concertation avec les représentants de l’Institution Interdépartementale du Bassin de la Sèvre niortaise (IIBSN) afin de limiter au mieux les concomitances des périodes de travaux entre les rejets des eaux de ressuyage et les travaux de gestion des sédiments au niveau de la Sèvre niortaise.

En ce qui concerne la gestion des sédiments au niveau du canal du Curé, la période de travaux est concomitante avec celle des rejets des eaux de ressuyage pour les mois de novembre à février. De la même manière, ces périodes correspondent à des périodes autorisées et non à des périodes effectives. Ainsi, comme précisé auparavant, les travaux au niveau du canal du Curé durent uniquement de 6 à 8 jours. Les représentants de PALR organiseront donc une concertation avec les représentants de Syndicat Intercommunal d’Etudes, D’Aménagements et de Gestion Hydraulique du Curé (SIEAGH du Curé) afin de limiter au mieux les concomitances des périodes de travaux entre les rejets des eaux de ressuyage et les travaux de gestion des sédiments au niveau du canal du Curé.

Notons toutefois que le rejet des eaux de ressuyage sera réalisé sur la période d’octobre à avril qui correspond à une période où l’hydrodynamique est importante. La remise en suspension, causée par les états de mer associés aux apports des versants, crée une forte turbidité naturelle dans ce secteur de la Baie de l’Aiguillon.

Conformément à la demande du PNM, le PALR s’engage à mettre en œuvre une concertation préalable aux travaux.

¹ Ou sollicité dans le cadre des travaux de PALR 2025.

7 PRESCRIPTION 3 : MESURE DE RÉDUCTION PORTANT SUR LES EFFETS DU BRUIT SUR LES MAMMIFÈRES MARINS (MESURE MR11 : MESURE DE RÉDUCTION DES INCIDENCES DU BRUIT SOUS-MARIN SUR LES MAMMIFÈRES MARINS, TORTUES ET POISSONS)

7.1 Détail de la prescription 3

Le seuil de vigilance fixé par le Grand Port Maritime de La Rochelle est de 170 dB Hz_{RMS}. Le service fédéral des pêches des États-Unis a établi que le seuil de modification comportemental des cétacés à 750 m pour une perturbation sonore est de 160 dB_{RMS} ref 1μPa VHz.

Dans la mesure où le battage de pieux engendre un niveau sonore de 150,9 dB_{RMS} ref 1μPa VHz à 900m de la source (p. 632 de l'étude d'impact), il est proposé que le seuil de vigilance soit abaissé à 160 dB_{RMS} ref 1μPa VHz dans le dossier de demande d'autorisation environnementale.

7.2 Réponse du maître d'ouvrage - 3

(Cf. étude d'impact : chapitre 8 pages 1037).

PALR s'engage à prendre le seuil de 160 dB à 750 m (seuil américain) au lieu du seuil de 170 dB à 750 m, utilisé par l'Allemagne et les pays du Nord, sur la construction des champs éoliens en mer du Nord. Il est rappelé que la MR11 ne concerne que la construction des quais et la mise en œuvre des pieux/palplanches de fondation.

Il est toutefois noté que le CGDD (Commissariat Général au Développement Durable, structure transversale qui produit des données pour le Ministère de la Transition Écologique et Solidaire) a monté un groupe de travail et de réflexion sur le thème du bruit sous-marin. Le CGDD prépare ainsi un guide (Théma) avec des propositions de seuils pour l'automne 2019.

Conformément à la demande du PNM, PALR s'engage à abaisser le seuil du bruit sous-marin à 160 dB à 750 m durant les travaux. La mesure MR11 ainsi modifiée est présentée en annexe.

8 PRESCRIPTION 4 : DRAGAGE DES ZONES PORTUAIRES CONCERNÉES PAR LA CRÉPIDULE

8.1 Détail de la prescription 4

Des crépidules sont présentes sur le secteur à draguer, situé au nord de la zone portuaire. Lors de l'immersion des sédiments dragués, cette espèce invasive est susceptible d'être transportée sur le site d'immersion et de coloniser un nouveau secteur.

Le site d'immersion du Lavardin, contrairement à celui d'Antioche est situé dans un secteur potentiellement touché par la crépidule. Aussi, il est proposé d'immerger les sédiments issus des zones concernées par la crépidule sur le site du Lavardin uniquement.

8.2 Réponse du maître d'ouvrage - 4

Comme évoqué en réponse à la prescription 1, les sédiments du secteur de l'Anse Saint-Marc concerné par la présence de la crépidule, seront clapés au niveau du site du Lavardin.

Conformément à la demande du PNM, PALR s'engage à claper les sédiments de l'ASM, concernés par la présence de la crépidule, uniquement sur le site d'immersion du Lavardin. La mesure MR1 a donc été modifiée en conséquence (Cf. Annexe).

9.1 Détail de la prescription 5

Il est proposé que le Grand Port Maritime de La Rochelle réalise des mesures de la biomasse par station et par espèces, afin de compléter le suivi biosédimentaire proposé pour les sites d'Antioche et du Lavardin. Notons que les mesures de biomasse sont bien effectuées dans le suivi du site du Lavardin (depuis 2014) mais n'ont en effet pas été réalisées au niveau du site d'Antioche. Ainsi, les prochains suivis réalisés au niveau d'Antioche et du Lavardin comprendront bien un suivi de la biomasse. Afin de caractériser la biomasse initiale (en l'occurrence pour le site d'Antioche), des mesures seront réalisées avant le début des travaux.

9.2 Réponse du maître d'ouvrage - 5

(Cf. étude d'impact : chapitre 8 pages 1015 et suivantes).

Chaque année, un suivi biosédimentaire est effectué au niveau du site du Lavardin afin de suivre l'évolution des peuplements benthiques dans cette zone faisant l'objet de clapage régulier.

Au niveau d'Antioche, un état initial a été réalisé, en mai 2018, dans le cadre du projet Port Horizon 2025.

Lors des études de suivi au niveau du Lavardin et de l'état initial au niveau d'Antioche, des mesures de densité et de diversité ont été réalisées, mais la biomasse n'a pas fait l'objet de mesures.

PALR s'engage donc à intégrer la mesure de la biomasse dans les prochains suivis.

De plus, afin de disposer d'éléments de comparaison, des états initiaux intégrant des mesures de biomasse seront réalisés au niveau du Lavardin et d'Antioche.

De plus, conformément à la réserve 2, 6 stations d'habitats subtidiaux feront l'objet d'un suivi relatif au rejet des eaux de ressuyage.

Notons également que conformément à l'avis du CNPN, 5 stations subtidales feront l'objet d'un suivi des peuplements benthiques au droit des réserves naturelles nationales.

Conformément à la demande du PNM, PALR s'engage à intégrer le paramètre « biomasse » dans les suivis benthiques. La mesure MR1 a donc été modifiée en conséquence (Cf. annexe).

10 PRESCRIPTION 6 : MESURES RELATIVES AUX SUIVIS DES BASSINS PLUVIAUX (MR4)

10.1 Détail de la prescription 6

La mesure de réduction présente dans le dossier est une mesure visant à gérer les eaux pluviales jusqu' alors non traitées.

Il est proposé plusieurs prescriptions à ce sujet :

- Des suivis en entrée et sortie de bassins ainsi que dans le milieu marin ;
- Une fréquence de suivis adaptée aux événements pluviaux ;
- Une analyse des peuplements benthiques au niveau du rejet dans le bassin portuaire, avec en particulier le calcul de l'indice biotique M-AMBI ;
- Sur l'ensemble des suivis environnementaux, pour les différents paramètres analysés les résultats seront établis sous forme de tendances interannuelles ;
- La mise en place d'une veille technique permettant d'adapter et d'améliorer le dispositif de traitement lors de la phase d'exploitation.

10.2 Réponse du maître d'ouvrage - 6

(Cf. étude d'impact : chapitre 8 pages 1015 et suivantes).

Dans le cadre de PH2025, conformément au plan de phasage de l'EIE, les rejets d'eaux pluviales en mer prévus sont les suivants :

- Repentie : un rejet sera créé dans la digue au sud. Le deuxième bassin possède déjà son propre rejet au nord (mis en service en novembre 2018) dans le cadre de l'aménagement du centre de valorisation des sédiments ;
- Anse Saint-Marc 3 : un rejet sera créé dans la digue mais il correspond au prolongement d'un rejet déjà existant (émissaire EVA) ;
- Chef de Baie 4 : le rejet des eaux pluviales du terminal se fera par un émissaire existant (aqueduc sud de ceinture du bassin à flot).

Il est proposé de modifier le suivi de la mesure MR4 de la façon suivante :

- Une mesure de suivi tous les 6 mois, si possible après un épisode pluvieux, avec un prélèvement en entrée et en sortie d'ouvrage avec les analyses des paramètres suivants : MES, DCO, DBO5, Azote global, Phosphore total, métaux lourds (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn,) Hydrocarbures totaux, *Escherichia coli*. Les résultats sont comparés selon les paramètres soit avec les référentiels ICPE correspondant aux activités implantées sur le Port soit avec le référentiel qualité de la CQEL 85.
- Au droit des rejets dans le bassin portuaire (Chef de Baie, ASM, Repentie), un suivi annuel du benthos sur 1 station (selon le protocole REBENT, 5 coups de benne + 1 coup de benne pour les analyses granulométriques et COT, Cf. Réserve 2), réalisé avec les autres campagnes de benthos (période février à début avril de chaque année). Le suivi permettra de définir les paramètres structurants (biodiversité, biomasse, abondance) et les principaux indices de qualité (Shannon, Équitabilité, M-AMBI...).

11 PRESCRIPTION 7 : MESURE COMPENSATOIRE SUR LA CRÉPIDULE

11.1 Détail de la prescription 7

Le pétitionnaire pourrait mieux définir la zone concernée par la mesure compensatoire. Il est recommandé pour ce faire de réaliser un état initial sur une zone d'étude plus large afin de mieux justifier la zone choisie pour la mesure.

La méthode retenue pour l'enlèvement des espèces est celle du dragage. Il est proposé que dans l'appel d'offres pour la mise en œuvre de la mesure, une clause technique porte sur la réduction de la turbidité en phase d'enlèvement (techniques de sous-verse par exemple).

En outre, afin de garantir le gain environnemental de cette mesure, il est proposé de suivre la potentielle recolonisation des habitats par la crépidules (3-5 ans) et de prévoir des méthodes d'entretien moins abrasives que le dragage hydraulique. Ces méthodes pourraient être proposées par le comité technique et scientifique (dragage à coquille, entretien sur une bande extérieure uniquement, etc.).

11.2 Réponse du maître d'ouvrage - 7

(Cf. étude d'impact : chapitre 8 pages 1057 et suivantes).

Avant de démarrer les travaux d'éradication sur la zone choisie au nord de PALR, proche du pont de l'île de Ré, il est prévu de réaliser une étude de la colonisation de la crépidule sur la zone de 16,1 ha.

Cette étude se fonde sur :

- Un relevé au sonar latéral pour repérer les faciès sédimentaires, dont les faciès à crépidules (qui s'observent très bien, d'après les retours d'expérience de l'Ifremer)
- L'étude sur 5 stations de la macrofaune benthique et des crépidules (densité, discrimination des coquillages morts des vivants, mesures de la taille des coquilles) par 5 coups de benne de type Van Veen
- Des investigations complémentaires à la benne et en plongées sous-marines pour vérifier des faciès détectés par le sonar latéral.

De plus, l'analyse de la littérature sur le sujet (et notamment des retours d'expérience en Baie de SaintBrieuc) permettra de définir la meilleure méthode d'éradication, en fonction des moyens disponibles de lutte par PALR et en Charente-Maritime. Les résultats de cette étude de faisabilité (inventaire et méthode) seront présentés à la Commission Locale d'information de suivi (CLIS) et au Conseil Consultatif Scientifique (CCS). Les recommandations du PNM seront donc prises en compte dans la rédaction des méthodes et également dans le suivi de la zone (Cf. Réserve n°4).

Conformément à la demande du PNM, PALR s'engage à produire une étude de faisabilité, s'appuyant sur des investigations terrain, à définir des méthodes prenant en compte les recommandations du PNM, et à allonger le suivi pour vérifier l'efficacité de l'éradication.

12 PRESCRIPTION 8 : PROGRAMME D'ACQUISITION DE CONNAISSANCES SUR LA TURBIDITE ET SES EFFETS SUR LE MILIEU MARIN

12.1 Détail de la prescription 8

La mesure de réduction des incidences du rejet de déroctage de matériaux marno-calcaires prévoit la mise en place de sondes de mesure de la turbidité. De nombreuses données sur la turbidité vont ainsi être produites, aussi bien dans le cadre des mesures de suivi et du dispositif d'alerte que de l'état initial.

Il est proposé que le Grand Port Maritime de La Rochelle analyse ce jeu important de données pour une meilleure compréhension des phénomènes locaux. Ce programme d'acquisition de connaissance et d'analyse des données pourra alimenter le futur schéma territorialisé des dragages de la mer des pertuis et apporter des éléments aux projets d'aménagement et de gestion des sédiments dans les pertuis charentais à l'avenir. L'analyse des données permettra de mieux caractériser et expliquer les variations de turbidité naturelle, ainsi que les effets sur le milieu d'une turbidité supplémentaire engendrée par des activités anthropiques.

12.2 Réponse du maître d'ouvrage - 8

(Cf. étude d'impact : chapitre 8 pages 1082 et suivantes).

Tous les résultats des suivis environnementaux des mesures ERC & A seront mis à disposition de la CLIS et du CCS, ainsi que des services de l'état. De surcroit, PALR s'est engagé dans une mesure d'accompagnement MA3 au travers d'un programme de recherche avec l'Université de La Rochelle pour la compréhension de l'effet des variables environnementales sur la qualité du milieu (Cf. MA3 du chapitre 8 de l'EIE). Les données des suivis seront transmises à l'équipe de recherche de l'ULR, dans le but de faire un bilan de l'opération et en particulier de mieux caractériser et expliquer les variations de turbidité.

Il s'agira de distinguer les variations dues à des causes naturelles et celles induites par des causes anthropiques en analysant notamment les métadonnées associées (conditions météo-océaniques, activités humaines connues...). Il sera également recherché les effets sur le milieu d'une éventuelle turbidité supplémentaire engendrée par des activités anthropiques.

Conformément à la demande du PNM, PALR s'est engagé à mettre à disposition les résultats de tous les suivis environnementaux et à financer un programme de recherche à travers la mesure d'accompagnement 5 (MA5).

13 PRESCRIPTION 9 : COMPLÉMENTS DE SUIVIS

13.1 Détail de la prescription 9

En complément des mesures et suivis proposés par Port Atlantique La Rochelle, il est proposé comme prescriptions de :

- Concernant les produits flocculants utilisés dans le bassin de La Repentie et des potentiels éléments traces dans le milieu, mettre en place un suivi de la qualité de l'eau à cet effet ;
- Suivre l'effet des clapages sur l'ichtyofaune au niveau des sites de clapage d'Antioche et du Lavardin (pêches scientifiques, -chalut à perche ciblant les espèces benthodemersales- réalisées selon de protocole BACI et calées sur le plan d'échantillonnage biosédimentaire). De plus, un état initial devra également être réalisé avant travaux sur ce compartiment et sur deux saisons : entre juillet et octobre et entre février et avril.

13.2 Réponse du maître d'ouvrage - 9

13.2.1 Les flocculants

Le programme de suivi de la qualité de l'eau avec la recherche des traces d'Acrylamide a été proposé dans la réponse à la recommandation n°5 du CGEDD (Cf. Mémoire en réponse à l'avis de l'Autorité environnementale).

Il sera mis en place un suivi sur le rejet des eaux de ressuyage liées au déroctage, avec un prélèvement d'eau (au moment où la floculation sera utilisée) une fois par jour, au niveau du rejet. L'acrylamide sera analysée au moins à 5 reprises sur la totalité du chantier. Ce suivi est intégré à la MR2 qui est modifiée en conséquence.

13.2.2 Le suivi de la ressource halieutique

PALR s'engage à intégrer, dans les suivis des sites de clapage du Lavardin et d'Antioche, la réalisation du suivi de la ressource halieutique au moyen de la mise en place d'un suivi, s'inspirant du protocole de l'IFREMER sur l'évaluation de la ressource halieutique pour les sites d'extractions de granulats en mer (février 2011). Ce protocole a été repris, désormais, dans les études d'impact sur ce compartiment pour d'autres aménagements (éolienne en mer...).

En accord avec la demande, il sera réalisé 5 traits de chalut à perche à maille scientifique (20 mm), centrés au niveau des stations de suivi du benthos, sur chaque site d'immersion. Un état initial sera réalisé avant les travaux. Ainsi, une première campagne sera menée en septembre/octobre 2019 et une seconde en février/mars 2020. Le suivi sera donc réalisé sur deux saisons (septembre/octobre et février/mars) et sur 4 années (Travaux-1 – Travaux +1 – Travaux +3 – Travaux +5).

Conformément à la demande du PNM, PALR s'engage à mettre en œuvre un suivi de la concentration en Acrylamide au niveau du rejet en mer, lors de l'utilisation de flocculant pendant le déroctage et de réaliser un suivi de la ressource halieutique au niveau des sites d'immersion, dont un état initial en automne 2019 et hiver 2020.

14.1 Fiche « Mesures ERC&A » modifiées

MA5		Mesure d'accompagnement pour la mise en œuvre d'un programme de recherche sur le devenir de l'Aluminium, du Zinc et de l'Indium, provenant des anodes galvaniques, dans les milieux		
A4.1c : Financement d'un programme de recherche				
E	R	C	A	A4.1 : Financement intégral du MOUV
Milieux concernés				
Physique	Biologique	Cadre de vie	Socio-économique	Risques naturels ou technologiques
<p> Descriptif plus complet</p> <p>La protection cathodique par anodes galvaniques des structures immergées en acier consiste à coupler le métal à protéger avec un alliage métallique moins noble pour former une pile de corrosion. Le métal moins noble constitue l'anode du couple galvanique et subit une corrosion accélérée tandis que la dégradation de la structure à protéger, qui constitue la cathode, subit une dégradation très fortement ralentie. Les anodes galvaniques le plus souvent utilisées en milieu marin sont constituées d'un alliage à base aluminium (Al = 93,2-97,1 % en masse), comprenant 2,5-6,5 % de zinc, une faible quantité d'indium (0,01-0,03 %) et des impuretés (Fe, Si, Mn et Cu pour l'essentiel). Etant donné l'importante masse d'anodes galvaniques nécessaires à la protection des infrastructures d'un port tel que Port Atlantique La Rochelle, la quantité de produits de corrosion issus de la dégradation des anodes semble donc considérable. Cependant, au regard de la durée de dissolution (> 15 ans) et des masses d'eau concernées, toujours renouvelées, cette quantité de produits de corrosion représente un flux de masse métallique négligeable. La question de l'impact de ces produits sur l'environnement marin se pose néanmoins.</p> <p>Études antérieures</p> <p>L'unique étude d'envergure sur le sujet a été réalisée à l'occasion de la mise sous protection cathodique des infrastructures en acier du port de Calais. Il s'agit du programme TALINE (Transfert d'éléments métalliques constitutifs d'anodes galvaniques Aluminium Indium vers l'Environnement), coordonné par la société ACCOAST (Samuel Pineau) et dont le laboratoire LaSIE (UMR7356 CNRS-Université de La Rochelle) était l'un des principaux acteurs. Réalisé entre 2012 et 2018, il a permis de dégager les enseignements suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Les espèces dissoutes provenant de la corrosion des anodes galvaniques précipitent sous la forme d'un solide blanc formant autour du métal une gangue gélatineuse très poreuse. Au sein de cette gangue, la fraction solide ne représente que 20-30 % de la masse totale, le reste étant constitué par la phase liquide (solution interstitielle). Sous cette forme, le produit de corrosion des anodes n'a aucun caractère protecteur et permet donc que la corrosion de l'anode se poursuive sans entrave. Dans les différentes conditions étudiées (27 au total, en laboratoire et sur site portuaire), le produit identifié est toujours le même. Il s'agit d'un hydroxychlorosulfate hydraté (HCSH), à base, d'aluminium amorphe ou nanocristallin, qui incorpore également du zinc et de l'indium ; ▶ La couche d'HCSH est peu adhérente, sans réelle résistance mécanique, de sorte que des fragments sont périodiquement arrachés et transportés dans l'environnement (partie solide + partie dissoute présente dans l'eau interstitielle) ; ▶ Dans le cadre des expérimentations effectuées, la très grande majorité des éléments métalliques issus des anodes ne semble pas affecter l'environnement en conditions agitées. Dans ces conditions, le taux 				

de dilution dans le compartiment aquatique aboutit à un transfert dans l'environnement que l'on peut considérer comme négligeable ;

- ▶ L'accumulation au sein des organismes utilisés dans le cadre du programme (*Mytilus edulis* et *Hymeniacidon perlevis*) ne concerne pas l'aluminium, élément dominant. Seuls sont concernés le Zinc, l'Indium, le Manganèse et le Cuivre. Cette accumulation a été observée, parmi les métaux ciblés dans la Directive Cadre sur l'Eau, pour le zinc et le cuivre. Elle est néanmoins variable, parfois absente, et concerne deux éléments préalablement présents dans l'environnement portuaire (notamment Cu, provenant des peintures antisalissures). La seule problématique ainsi identifiée au terme du programme est liée à l'accumulation du produit de corrosion des anodes (HCSH) au pied des anodes, dans les zones à faible agitation.

En lien direct avec le projet QUALIPERTUIS, décrit dans la MA3, l'objectif est donc de poursuivre le programme précédent TALINE, en visant à caractériser l'effet d'un dépôt de produit de corrosion des anodes sur le milieu immédiat.

À ce titre, PALR mettra à disposition un site atelier, des moyens humains, nautiques et financiers pour permettre la mise en œuvre d'un programme de recherche sur 3 années. Le programme de recherches, objet d'une thèse de Doctorat, sera porté par Naval Group et le laboratoire de l'Université de La Rochelle, le LaSIE (UMR CNRS 7356), en coopération avec le LIENSs (UMR CNRS 7266).

△ Conditions de mise en œuvre / Effets attendus / Limites / points de vigilance

Contenu scientifique & technique : organisation des travaux de recherche

Tâche 1 : Évolution du produit de corrosion des anodes (HCSH) au sein du milieu (eau de mer, sédiment)

Les propriétés physico-chimiques du HCSH demandent des compléments de recherche ; c'est en effet ce composé qui contient l'essentiel de l'aluminium issu des anodes. Sa composition, probablement variable, reste à préciser. Sa solubilité dans l'eau de mer reste à quantifier, via une étude thermochimique de laboratoire. Cette donnée permettra d'estimer la capacité du HCSH à libérer des cations métalliques dissous dans l'environnement qu'il soit en suspension dans l'eau de mer ou présent au sein des sédiments. L'évolution dans le temps du HCSH hors du milieu où il a été produit (voisinage immédiat de l'anode) devra également être étudiée via une étude fondamentale en laboratoire. D'autre part, il sera utile d'apporter des éléments sur les interactions entre le HCSH, qui concentre l'aluminium issu des anodes, et les différentes formes de l'aluminium naturellement présent dans l'environnement. Ce volet implique la caractérisation physico-chimique du solide (diffraction des rayons X, spectroscopie Raman et IR, spectroscopie de fluorescence X) et de la phase liquide (spectroscopie de fluorescence X, ICP-OES, ICP-MS).

Tâche 2 : Étude sur site-atelier du transfert et de l'évolution du HCSH

L'objectif est ici d'étudier sur site réel le transfert du HCSH des anodes vers l'environnement, en relation avec l'étude plus fondamentale décrite en 1. Les phénomènes pourraient être étudiés au niveau du site-atelier du port de service réaménagé et équipé d'une protection cathodique en 2017. En pratique, ce volet pourrait être réalisé via la mise en place de pièges à sédiments verticaux à différentes localisations, du pied des anodes puis en s'éloignant dans des directions parallèles et perpendiculaires à la structure. Ce volet impliquera la caractérisation physico-chimique des sédiments (composition élémentaire et phases solides présentes) et de la fraction liquide associée.

Tâche 3 : Impact de l'aluminium, du zinc et de l'indium : Étude écotoxicologique du HCSH

Il est nécessaire d'étudier le développement d'organismes ciblés, et notamment les espèces benthiques, dans un milieu contenant du HCSH. Ceci permettra d'évaluer plus directement les interactions entre les organismes et le HCSH, notamment l'impact des organismes sur l'évolution de ce composé, son éventuelle dissolution, et les mécanismes par lesquels les éléments métalliques (Al, Zn et In) qu'il contient pourraient être rendus bio-disponibles.

Il conviendra d'étudier cet aspect du problème en relation avec les organismes spécifiques des pertuis charentais. Les indicateurs choisis sont l'huître creuse (*Magallana gigas*), le pétoncle noir (*Mimachlamys varia*), et l'ascidie (*Ciona intestinalis*), ces espèces étant observées dans le milieu portuaire.

L'étude écotoxicologique aura pour objectif de suivre chez ces organismes, les capacités et les cinétiques d'accumulation de l'aluminium, du zinc et de l'indium, les trois éléments principaux de la composition des anodes, sur des périodes de plusieurs semaines. Deux approches standardisées pourront être mises en œuvre :

- ▶ Une approche réalisée *in situ* : Pour cela, les organismes testés pourront être maintenus en cage (« méthode de caging ») grâce aux structures expérimentales flottantes que possède le laboratoire LIENS et mises en place pour le programme de recherche pour la compréhension de l'effet de variables environnementales sur la qualité du milieu (MA3). Elles sont mobiles et conçues spécifiquement pour maintenir dans des cages les organismes à exposer. La transplantation de ces structures dans des sites moins impactés permettra l'évaluation des cinétiques de contamination et de décontamination ;
- ▶ Une approche en laboratoire : elle sera réalisée en aquarium sur les stades larvaires exposés à de l'eau prélevée à proximité des anodes galvaniques, afin de déterminer leur capacité d'accumulation.

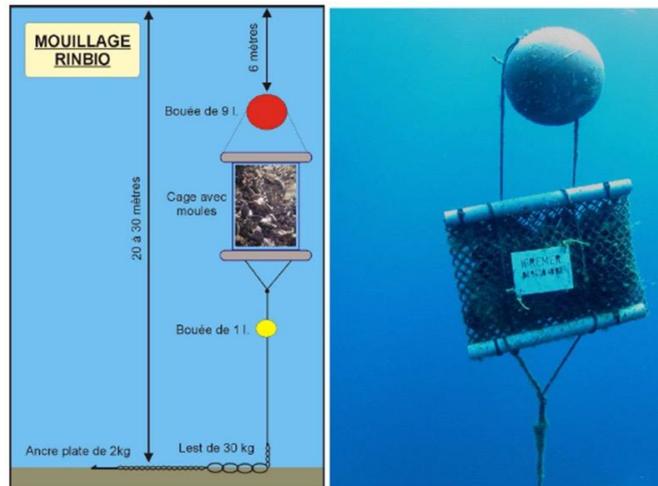


Figure 3 : Exemple de « caging » de moules (source Ifremer)

L'utilisation d'anodes pour ces expériences permettra de prendre en compte non seulement l'effet du HCSH (solide en suspension), mais également les formes dissoutes de l'aluminium du zinc et de l'indium, sur le biote.

En parallèle avec les études écotoxicologiques, des mesures écophysiologiques pourront être réalisées afin d'évaluer l'état de santé des organismes. Nous proposons pour cela de regarder les effets de ces expositions sur la physiologie des organismes par des approches de génomique et de métabolomique.

🔗 Modalités de suivi envisageables

Le suivi sera le rendu des livrables pour les 4 tâches. Le projet aura une durée de 3 années. Le calendrier des rendus des livrables sera défini au démarrage du projet par le coordinateur scientifique.

Durée : 3 ans	Surcoût : 70 K€	Perte d'exploitation :	Suivi : Sans objet
---------------	-----------------	------------------------	--------------------

MR1	Mesures de réduction des incidences physiques et biologiques des immersions des déblais de dragage (clapages) sur les sites d'Antioche et du Lavardin			
R2.1b (p73) : Mode particulier d'évacuation des matériaux				
E	R	C	A	R.2.1 : Réduction technique en phase travaux
Milieux concernés				
Physique		Biologique	Cadre de vie	Socio-économique
Risques naturels ou technologiques				
<p>🔍 Descriptif plus complet</p> <p>Cette mesure de réduction des incidences vise à limiter la turbidité, issue du clapage, par les emprises dédiées, le calendrier d'intervention, les moments du clapage et les volumes respectifs. Le scénario retenu pour l'EIE présente une répartition entre les clapages du site du Lavardin et d'Antioche.</p> <p>Ce scénario pourra évoluer dans le cadre du dialogue compétitif, mais les entreprises consultées devront prouver par simulation numérique que leur scénario est moins impactant que celui exposé dans cette présente EIE.</p> <p>Le scénario définit les mesures suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Pour le Lavardin : il s'agit de limiter les clapages à un volume global de 360 000 m³ en 2020 et 340 000 m³ en 2021 comprenant les volumes issus des dragages d'entretien de l'ensemble des utilisateurs du site et une partie des dragages de Port Horizon 2025. Concernant les dragages de Port Horizon 2025, un clapage préférentiellement au jusant, centré sur le point central et toujours au moins à 50 m des limites de la zone, entre septembre et juin, avec un volume global au maximum de 120 000 m³ sur l'année 2020 avec des rendements de clapages de 21 000 m³/semaine et 3000 m³/jour (maximum à 7 000 m³/jour) et entre 2 et 3 rotations/jour ; ➤ Pour Antioche : un clapage tournant sur 4 secteurs, utilisés tour à tour (pour distribuer les immersions), toujours au moins à 50 m des limites de la zone, entre septembre et juin, avec un volume global de 430 000 m³ sur la période avec des rendements de clapages de 30 000 m³/semaine et 5000 m³/jour (maximum à 8 000 m³/jour) et avec 5 à 6 rotations/jour ; ➤ Par ailleurs, afin d'éviter la colonisation du site Antioche par la Crépidule (<i>Crepidula fornicata</i>), les sédiments issus du secteur Anse Saint-Marc 3 seront exclusivement clapés sur le site du Lavardin où la Crépidule est déjà présente. <p>La surverse n'est pas autorisée pendant le dragage et le clapage. Les opérations sont prévues sur 10 semaines.</p>				

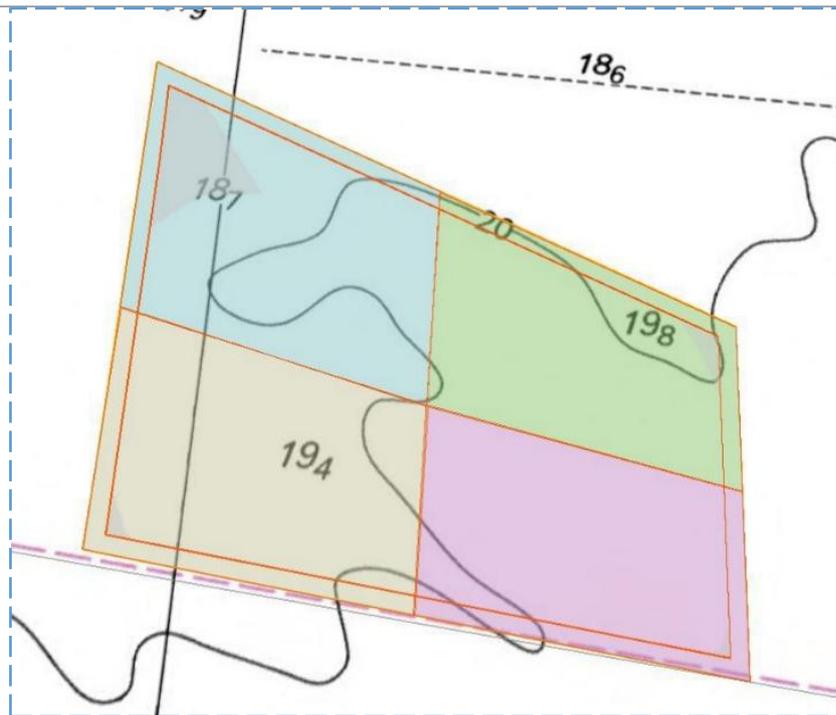


Figure 4 : Sectorisation du site d'immersion

⚠ Conditions de mise en œuvre / Effets attendus / Limites / points de vigilance

Les effets attendus sont de faciliter la recolonisation des sites d'immersion par le benthos, de permettre une dispersion dans le temps par les courants de marée par une érosion du dépôt progressive, de réduire le risque de formation d'un nuage turbide important, pouvant toucher sur des périodes longues les zones sensibles (zones conchylicoles, espèces remarquables).

Concernant le site du Lavardin, les bordures nord – nord-est du site ont tendance à s'engraïsser. Ces secteurs seront évités, sauf si la bathymétrie montre un rétablissement de la cote des fonds.

📋 Modalités de suivi envisageables

Durant les travaux, les clapages seront contrôlés par la Capitainerie (suivi AIS du navire) et par des échanges radios entre la drague et celle-ci. Il sera tenu un registre de dragage et clapage, remis hebdomadairement par l'entreprise au PALR, précisant les rotations, les lieux, les heures, les positions (coordonnées GPS) du clapage, le volume dragué et clapé, la concentration en sédiment dans le puit de la drague.

Durant les travaux, il sera également suivi la turbidité des eaux par 3 stations de mesures au niveau des zones de travaux. Le suivi sera mis en place durant la période de préparation du chantier et mesurera la turbidité naturelle durant au moins 2 mois. Ensuite, le suivi sera fonctionnel durant tout le chantier de dragage. Durant cette phase, il n'y aura pas de seuil d'alerte, mais un enregistrement des données et une analyse. Enfin, il sera mis également en service durant toute la phase des travaux de déroctage (Cf. MR2).

En fin de travaux, il sera réalisé un programme de suivi sur les deux sites d'immersion. Il s'agit pour le site d'Antioche : d'un suivi bathymétrique (avant les travaux, après travaux et 1 an après les immersions) et d'un suivi de la macrofaune benthique sur 4 ans (avec des prélèvements entre octobre et avril de chaque année sur les mêmes cinq stations du suivi antérieur). Le suivi sera réalisé à Travaux-1 – Travaux +1 – Travaux +3 – Travaux +5.

Pour le site du Lavardin, le suivi actuel déjà mis en œuvre dans le cadre des dragages d'entretien, sera poursuivi avec une bathymétrie annuelle, un suivi annuel de la qualité physico-chimique des sédiments dans et autour de la zone et un suivi annuel de la macrofaune benthique sur sept stations.

Les indicateurs de suivi sont donc l'évolution de la bathymétrie (évolution du relief et cubature) et l'évolution de la biodiversité du benthos (richesse spécifique, abondance, indices : AMBI...).

Conformément à la prescription 5 du Parc naturel marin de l'estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis, le suivi de la biomasse sera réalisé sur les échantillons. De plus, afin de disposer d'éléments de comparaison, des états initiaux intégrant des mesures de biomasse seront réalisés au niveau du Lavardin et d'Antioche.

De plus, conformément à la réserve 2 du Parc naturel marin de l'estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis, PALR s'engage à mener des suivis au niveau des habitats meubles subtidiaux (Vasières infralittorales et sables hétérogènes envasés infralittoraux, bancs de maerl) et intertidaux (Vases intertidales marines et Replats boueux ou sableux exondés à marée basse). Des analyses bio-sédimentaires et géochimiques seront donc effectuées au niveau de chacun de ces habitats à raison d'un échantillonnage avant travaux (T-1), un échantillonnage un an après les travaux (T+1), un échantillonnage trois ans après les travaux (T+3) et enfin un échantillonnage 5 ans après les travaux (T+5). Il sera placé 2 stations dans chaque habitat sur la zone d'emprise du panache, issue du modèle, et une station « témoin » qui seront sur le même faciès et au même niveau de profondeur, mais sur une zone supposée non impactée par l'extension du panache (résultats issus de la modélisation). Le nombre de points de suivi se portent donc à 12. Le suivi biosédimentaire sera conforme au protocole REBENT et comprendra notamment un suivi de la diversité, de l'abondance et de la biomasse.

De plus, conformément à la prescription 9 du Parc naturel marin de l'estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis, PALR mettra en œuvre un suivi de la ressource halieutique. Celui-ci s'inspirant du protocole de l'IFREMER sur l'évaluation de la ressource halieutique pour les sites d'extractions de granulats en mer (février 2011). Ce protocole a été repris, désormais, dans les études d'impact sur ce compartiment pour d'autres aménagements (éolienne en mer...). Ainsi, il sera réalisé 5 traits de chalut à perche à maille scientifique (20 mm), centrés au niveau des stations de suivi du benthos, sur chaque site d'immersion. Le suivi sera réalisé sur deux saisons (septembre/octobre et février/mars) et sur 4 années (Travaux-1 – Travaux +1 – Travaux +3 – Travaux +5).

Enfin, conformément à l'avis du CNPN, un suivi des peuplements sera effectué sur 5 stations subtidales au droit des réserves naturelles nationales. Il sera réalisé avant les opérations de travaux (T-1) et également pour 3 fréquences (1 an après les travaux (T+1), puis 3 ans (T+3) après et 5 ans (T+5)), des prélèvements du benthos (selon le protocole REBENT de Ifremer), entre octobre et avril, avec la réalisation d'analyses granulométriques et géochimiques et d'identification de la macrofaune benthique (restant sur les tamis de maille de 1 mm). La localisation précise des stations de suivis sera validée en concertation avec les gestionnaires des réserves.

Durée : chantier	Surcoût : 1 593 K€	Perte d'exploitation :	Suivi : 300 K€
------------------	--------------------	------------------------	----------------

MR2		Mesures de réduction des incidences du rejet de déroctage de matériau marno-calcaire		
R2.1b (p73) : Mode particulier d'évacuation des matériaux				
E	R	C	A	R.2.1 : Réduction technique en phase travaux
Milieux concernés				
Physique		Biologique	Cadre de vie	Socio-économique
Risques naturels ou technologiques				
<p>🔍 Descriptif plus complet</p> <p>Cette mesure de réduction des incidences vise à limiter la quantité de fines rejetées en mer et par conséquent l'augmentation de la turbidité naturelle, provoquée par le rejet des eaux de ressuyage des matériaux déroctés et refoulés dans le casier de stockage à La Repentie.</p> <p>Les fines, qui seront rejetées dans le milieu sont exemptes de contamination, car elles proviennent du substratum marno-calcaire caractérisé lors de campagnes de reconnaissance de sols. Cependant, leur couleur blanche rend le nuage turbide potentiellement très visible, même avec une concentration faible, et particulièrement en période de faible turbidité naturelle.</p> <p>Les compartiments pouvant être touchés sont le milieu physique (turbidité de l'eau dues aux concentrations en MES), le milieu biologique (essentiellement les organismes filtreurs et le plancton) et enfin les activités socio-économiques qui vivent principalement du milieu marin (conchyliculture).</p> <p>Malgré de nombreuses études antérieures, il n'existe pas vraiment de série temporelle exhaustive de mesure de des Matières en suspension (MES), ou par analogie de la turbidité, sur la zone La Rochelle et des pertuis charentais en général. Il est reconnu que le transport solide dans le coureau de La Pallice et au sein des pertuis est important au travers des forçages de mouvements d'eau (marées, vent, vagues), des fonds plutôt vaseux du fond du pertuis et enfin des apports terrigènes très importants issus des différents estuaires et fleuves, comme la Gironde, la Charente et la Sèvre-Niortaise. Les données principales font état :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ D'un volume d'eau oscillant entre 150 (flot) à 220 (jusant) millions de m³ en Vive-Eau (VE) au travers du coureau de la Pallice, imposant ainsi des différences en fonction de la marée et de son coefficient ; ▶ Des concentrations en Matière en suspension (MES) pouvant aller de quelques mg/l (en Morte-Eau, sans vent, en été) à plus de 1 g/l en VE et par vent d'ouest établi ; ▶ Une absence de stratification de la masse d'eau côtière qui permet d'affirmer que la MES est de concentration sensiblement la même du fond à la surface, donc dans l'ensemble de la colonne d'eau ; ▶ Une variabilité spatiale en fonction de la profondeur d'eau (vitesse de chute des MES) et de l'hydrodynamisme. <p>Port Atlantique La Rochelle a lancé une étude de mesure, sur une année, de la turbidité au moyen d'une bouée porteuse d'une sonde de turbidité au droit de La Repentie de mars 2017 à avril 2018 (Créocéan). Cette étude a été complétée par l'analyse de données d'images satellitaires sur 3 années (I-Sea) et par une note de synthèse (Actimar – Cf. Annexe 28).</p> <p>Ces études ont permis de déterminer les masses d'eau homogènes et le positionnement de la station de mesure de référence qui servira dans le système d'alerte.</p>				

Les conditions de déroctages sont donc les suivantes :

- ▶ Les travaux de déroctage avec rejet hydraulique seront réalisés entre **octobre et avril**.
- ▶ Le choix du site de rejet a été défini par modélisation numérique pour éviter que le panache ne revienne sur des sites sensibles au nord de PALR.
- ▶ Le casier de La Repentie sera préparé pour recevoir, dans sa partie déjà remblayée au sud, les matériaux solides refoulés. Ils seront partiellement évacués au fur et à mesure des travaux (notamment pour contribuer à la réalisation de la digue et au comblement du casier de l'ASM3).
- ▶ Le débit maximum de la conduite de rejet des eaux décantées a été fixé à **10 000 m³/h**
- ▶ Les eaux de ressuyage seront envoyées dans le bassin de sédimentation, en partie centrale de La Repentie qui aura été préparé avec un cheminement de l'eau en chicane dans des alvéoles successives, favorisant la décantation.
- ▶ En fin de cycle, dans la dernière alvéole, la teneur en Matières En Suspension (MES) des eaux sera contrôlée en permanence par le biais d'une sonde de mesure de la turbidité. Les eaux seront pompées et refoulées sur environ 800 m linéaires pour atteindre le point de rejet sous condition que la teneur en MES est inférieure à 1 g/l.

Le point de rejet sera localisé (coordonnées géographiques WGS84) entre :

- ▶ 46°09.95' N – 1°14.05'W
- ▶ 46°09.86'N – 1°14.30'W

⚠ Conditions de mise en œuvre / Effets attendus / Limites / points de vigilance

Outre la définition des conditions de rejet, il sera mis en place un système d'alerte pour pouvoir agir immédiatement sur les travaux (arrêt du chantier et du rejet) si les conditions montraient un risque possible pour le milieu. Pour ce faire, il a été choisi comme cible, pour la détermination de la sensibilité, l'huître cultivée, qu'on trouve dans les parcs de L'Houmeau, cible sensible, sous influence potentielle du rejet la plus proche de la zone de travaux. Des huitres sont également cultivées sur la commune de Rivedoux relativement proche. De surcroit, l'huître étant un mollusque filtreur, il peut être bien représentatif de l'impact mécanique des MES apportées par le rejet du bassin de ressuyage. Il est à rappeler que les fines issues des déblais de déroctage sont exemptes de toute contamination, car provenant de roches naturelles en place. La sensibilité de l'huître aux MES est relativement importante, par rapport à d'autres espèces comme des poissons ou des crustacés. L'huître nous apparaît donc comme une bonne espèce sentinelle. Elle a été privilégiée par rapport à la moule bleue, car elle est plus sensible aux MES que celle-ci comme la montré diverses études (Teioro, 1999² ; Wilber 2001³...).

Les indications bibliographiques⁴ relatives à la physiologie des huîtres creuses (*Magallana gigas* = *Crassostrea gigas*) sont les suivantes :

- ▶ Baisse du taux de filtration particulière à partir de 60 mg/l de MES
- ▶ Altération forte des fonctions physiologiques de nutrition particulière (perte de croissance) vers 150 mg/l de MES
- ▶ Blocage de l'activité physiologique de filtration vers 200 mg/l de MES.

À partir de la corrélation entre turbidité et MES pour les fines marno-calcaires locales qui a été établie par Créocéan dans l'étude des vitesses de sédiments fines marno-calcaires du site, il est possible de retranscrire les concentrations d'effets physiologiques en seuil en NTU.

² Teaioro I., 1999. Effects of turbidity on suspension feeding bivalves. Thesis. Hamilton. New Zealand.

³ Wilber D.H. and Clarke D.G, 2001. Biological Effects of Suspended Sediments: A Review of Suspended Sediment Impacts on Fish and Shellfish With Relation to Dredging Activities in Estuaries. North American Journal of Fisheries Management. 21:855-875.

⁴ Barillé L. & Prou J, 19. Feeding of *Crassostrea gigas* at high seston load : Modeling requirements. Barillé L. et al., 2011. Growth of Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) in high-turbidity environment : Comparison of model simulations based on scope for growth and dynamic energy budget.

NTU		1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	120	140	150
MES	mg/l	11	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	100	111	131	151	161
NTU		160	180	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
MES	mg/l	171	191	211	261	312	362	412	462	513	563	613	664	714	764	814	865	915	965	1016

Tableau 6 : Corrélation NTU – MES pour des fines marno-calcaires (source Créocéan)

Les trois seuils d'effet sont donc les suivants :

- ▶ Seuil sans effet 50 NTU
- ▶ Seuil d'effet fort 140 NTU
- ▶ Seuil de fermeture de l'huître 190 NTU

Pour se donner une sécurité, il est proposé de retenir les seuils d'alerte suivants :

Sans effet :	turbidité inférieure à 50 NTU
Effet faible :	turbidité supérieure ou égale 50 NTU et inférieure à 80 NTU
Effet significatif :	turbidité supérieure ou égale 80 NTU et inférieure à 110 NTU
Effet fort :	turbidité supérieure ou égale à 110 NTU

📌 Modalités de suivi envisageables

Deux systèmes d'alerte, en amont et en aval du point de rejet, sont mis en œuvre selon les conditions suivantes correspondant aux seuils d'effet de la turbidité sur les huitres. Ces systèmes ont pour objectif de maîtriser la quantité de matériaux renvoyés dans le milieu naturel (objectif < 1 % de la quantité de matériaux déroctés) ainsi que le niveau de turbidité généré en mer par les travaux de déroctage.

Le matériel sera calibré et régulièrement entretenu. L'entreprise en charge du suivi disposera des sondes de rechange pour remplacement en cas de besoin. Il ne sera pas possible de refouler si les systèmes ne sont pas opérants.

Il sera utilisé une médiane glissante pour lisser les pics qui peuvent être dus à des artefacts de mesures : algues dérivantes, mesures incohérentes dues à la sensibilité du capteur... L'utilisation de la médiane glissante a été éprouvée lors du suivi des travaux de poldérisation du port de Brest, sur la base d'une médiane glissante de 1h, choisie après étude préalable et retour d'expérience des mesures de suivi. Dans le cadre du projet Port Horizon 2025, il a été retenu une médiane glissante de 30 minutes pour mieux prendre en compte les phénomènes de courts termes.

Un dispositif de suivi, intégrant le report d'informations et d'alertes, permettra d'informer en permanence le responsable des travaux et Port Atlantique La Rochelle des périodes de pompage et d'arrêt ainsi que du respect du taux de MES. Toutes les données seront enregistrées et feront l'objet d'un rapport hebdomadaire et mensuel adressé à la DDTM 17.

Système amont - Monitoring du débit solide (injection dans la conduite) :

Il s'agit d'un contrôle de la concentration de Matières en Suspension (MES) et du débit au niveau de l'aspiration des eaux de ressuyage avant rejet en mer. Le monitoring fonctionnera à partir du moment où des eaux décantées seront envoyées par pompage dans la conduite.

Les mesures suivantes seront réalisées :

- ▶ La turbidité. Celle-ci sera convertie en teneur de Matières en Suspensions (après étalonnage dans les conditions locales).
- ▶ Le débit des eaux rejetées (en m³/s et en m³/h).

Le rejet des eaux dans le milieu sera asservi à la mesure de turbidité et de débit et contrôlé avec un dispositif d'alertes successives conditionnées par des dépassements de seuils de turbidité ou de débit :

→ **Surveillance normale du chantier si :**

- ▶ Turbidité inférieure à 800 NTU ou débit inférieur à 9 500 m³/h

→ **Alerte niveau 1 - Surveillance renforcée si :**

- ▶ Turbidité comprise entre 800 NTU (inclue) 1 000 NTU ou débit compris entre 9 500 m³/h (inclus) et 10 000 m³/h

→ **Alerte niveau 2 – Arrêt du rejet en mer si :**

- ▶ Turbidité supérieure ou égale à 1 000 NTU ou débit supérieur ou égal à 10 000 m³/h.

Système aval - Suivi en mer de la qualité du milieu par un réseau de sondes multiparamètres :

Il est proposé d'installer 3 bouées de mesures de turbidité en continu avec transfert des données en temps réel et gestion du dispositif d'alerte. Les bouées comprendront une ligne de mouillage suffisamment dimensionnée pour ne pas être déplacée avec les tempêtes d'hiver et ne pas subir le marnage. Les bouées seront positionnées à des endroits qui seront toujours en eau. Chaque bouée sera équipée d'un GPS interne qui permettra d'analyser sa position et d'alerter si celle-ci se dégrade.

Chaque sonde multi-paramètres sera équipée de quatre capteurs, et sera positionnée sous la bouée pour faire des mesures en sub-surface :

- ▶ Conductivité (pour calculer la salinité) ;
- ▶ Température ;
- ▶ Oxygène dissous ;
- ▶ Turbidité (gamme entre 0 et 1000 NTU).

Comme le présente la note d'Actimar (Cf. annexe 28), il existe bien un gradient naturel en fonction de la profondeur (avec une concentration croissante de la surface au fond). Cependant, la turbidité qui va être ajoutée au vu du débit, de la nature des fines et de leur vitesse de chute, va être homogène dans la colonne d'eau. Pour constater l'effet de la turbidité ajoutée par le rejet, il n'est donc pas nécessaire de mesurer les MES au fond. Une mesure de sub-surface est suffisante et permet également d'utiliser des bouées de suivi du marché qui existent en standard, sans imposer un développement particulier. Il est à noter que ce type de bouée avec une mesure de sub-surface a été utilisé dans les suivis des plus grands chantiers récents (Nouvelle route du littoral à la Réunion, Polder de Brest, Calais 2015 ou extension en mer de Monaco). Les capteurs d'O₂ dissous et de turbidité seront des capteurs optiques. Afin de lutter contre le biofouling, l'ensemble de la zone de mesure des capteurs sera nettoyée régulièrement par un racleur intégré à la bouée.

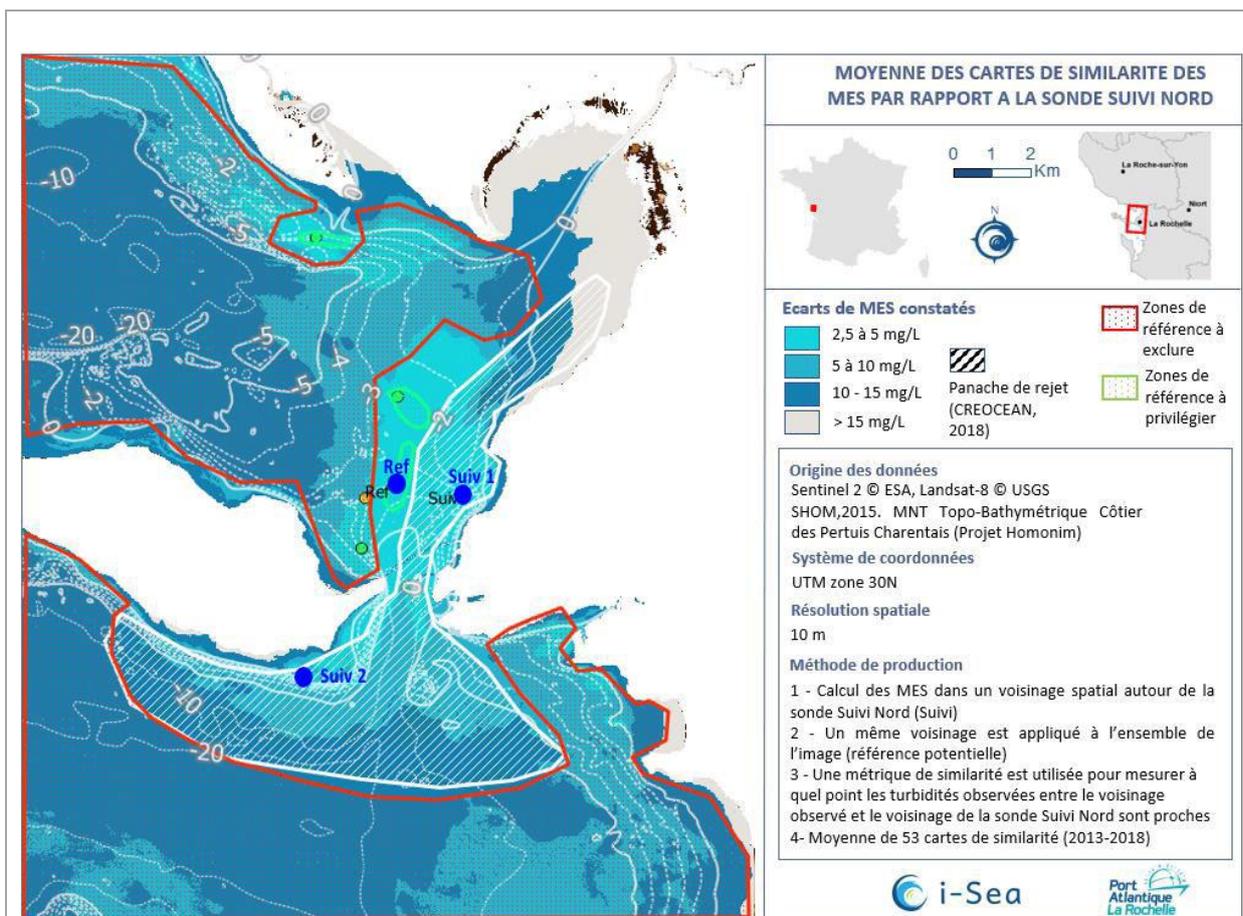


Figure 5 : Positionnement des 3 stations de mesure

Les stations sont positionnées selon la figure ci-dessus :

- ▶ Les deux stations de suivi (Suiv 1 et Suiv 2) sont positionnées en des points proches de zones de cultures d’huitres potentiellement sous influence du chantier.
- ▶ Une ou plusieurs stations de référence (Réf) sont positionnées dans une zone qui n’est pas sous l’influence du chantier, mais présente dans les conditions naturelles une gamme de turbidité comparable à celles des deux stations de suivi.

Le dispositif fonctionnera en phase opérationnelle pendant toute la durée du chantier de déroctage.

Les alertes sont basées sur la combinaison de deux mesures de turbidité (en NTU) :

- ▶ **Ts, la turbidité de chaque bouée de suivi**, significative de l’effet du chantier cumulé à la turbidité naturelle,
- ▶ **ΔT, la différence de turbidité entre chaque bouée de suivi et la bouée de référence**, significative de la seule contribution du chantier.

A chaque niveau de mesure correspond un indice dont la valeur est établie de la façon suivante :

Valeur de Ts (en NTU)	Valeur de A	Valeur de ΔT (en NTU)	Valeur de B
inférieure à 50	1	inférieure à 20	0
entre 50 et 80 (exclu)	1,5	entre 20 et 30 (exclu)	1
entre 80 et 110 (exclu)	2	entre 30 et 40 (exclu)	2
supérieure ou égale à 110 (Tref inf à 110)	4	supérieure ou égale à 40 (Tref inf à 110)	4
sup ou égale à 110 (Tref sup ou égale à 110)	2	sup ou égale à 40 (Tref sup ou égale à 110)	2

Globalement :

- ▶ Plus les effets cumulés augmentent, plus la valeur de A est élevée,
- ▶ Plus la seule contribution du chantier augmente, plus la valeur de B est élevée.

Note 1 : une différence de turbidité de moins de 20 NTU n'est pas jugée significative d'où la cotation à 0 pour cette situation.

Note 2 : des conditions météorologiques spécifiques (vent fort, grosse houle, marées de vives eaux), engendrent une hausse et une grande variabilité des turbidités naturelles rendant une comparaison des mesures très aléatoire entre une station de suivi et une station de référence. Pour ces conditions, les valeurs de A et B ne sont pas maximales afin de tenir compte de cette forte incertitude.

A et B sont ensuite combinés, la valeur $A \times B$ établit la conduite à tenir dans l'exploitation du chantier selon 4 possibilités :

- ▶ **N0 (Normal)** : Surveillance normale du chantier
- ▶ **N1 (Niveau 1)** : Surveillance renforcée et contrôles du chantier
- ▶ **N2 (Niveau 2)** : Adaptation du chantier
- ▶ **N3 (Niveau 3)** : Arrêt du rejet en mer et au besoin de l'atelier de déroctage hydraulique.

Si $A \times B = 0$, le chantier est surveillance normale (**N0**)

Si $A \times B$ est non nul et inférieur ou égal à 3, le chantier est en surveillance renforcée et engage des contrôles (**N1**)

Si $A \times B$ est supérieur à 3 et inférieur ou égal à 8, le chantier est en adaptation, (**N2**)

Si $A \times B$ est supérieur à 8, le chantier est arrêté, (**N3**).

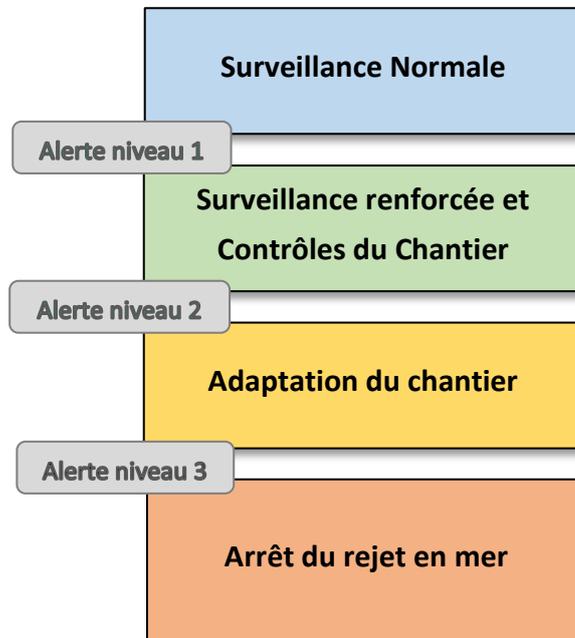
Les différentes possibilités pour la gestion du chantier sont représentées dans la matrice de décision ci-après.

	ΔT inférieur à 20	ΔT entre 20 et 30 (exclu)	ΔT entre 30 et 40 (exclu)	ΔT supérieur ou égal à 40
Ts inférieure à 50	N0 ($A \times B = 0$)	N1 ($A \times B = 1$)	N1 ($A \times B = 2$)	N2 ($A \times B = 4$)
Ts entre 50 et 80 (exclu)	N0 ($A \times B = 0$)	N1 ($A \times B = 1,5$)	N1 ($A \times B = 3$)	N2 ($A \times B = 6$)
Ts entre 80 et 110 (exclu)	N0 ($A \times B = 0$)	N1 ($A \times B = 2$)	N2 ($A \times B = 4$)	N3 ($A \times B = 8$)
Ts supérieure ou égale à 110 (et Tr^* inférieure 110*)	N0 ($A \times B = 0$)	N2 ($A \times B = 4$)	N3 ($A \times B = 8$)	N3 ($A \times B = 16$)
Ts supérieure ou égale à 110 (et Tr^* supérieure ou égale à 110)	N0 ($A \times B = 0$)	N1 ($A \times B = 2$)	N2 ($A \times B = 4$)	N2 ($A \times B = 4$)

Tableau 7 : matrice décisionnelle de gestion du chantier

*Tr représente la mesure de turbidité à la bouée de référence.

Les modalités de gestion du chantier en fonction du niveau d'alerte sont représentées graphiquement de la façon suivante :



La surveillance renforcée du chantier consiste en :

- ▶ La vérification visuelle de l'origine de la turbidité,
- ▶ La vérification de la validité des données acquises,
- ▶ L'acquisition au besoin de données complémentaires par des moyens mobiles,
- ▶ Un contrôle du fonctionnement du chantier et des dispositifs de réduction de la turbidité.

L'adaptation du chantier consiste en :

- ▶ Le ralentissement du rythme de déroctage,
- ▶ La modulation du débit de rejet,
- ▶ Des adaptations dans la gestion de la décantation des eaux.

L'arrêt des travaux consiste en un arrêt temporaire du rejet des eaux décantées et au besoin un arrêt de l'atelier de déroctage hydraulique.

D'un point de vue méthodologique pour chaque bouée, la turbidité est calculée en médiane glissante sur 30 mn des données acquises. Ce lissage permet de gommer les artefacts de mesures et les variations très localisées et parfois brutales de la turbidité.

La différence admise entre les bouées de suivi et la bouée de référence permet de tenir compte :

- ▶ De variations très faibles de turbidité induites par le chantier de déroctage
- ▶ Des incertitudes sur les mesures
- ▶ D'un coefficient de corrélation d'homogénéité de la masse d'eau ; c'est-à-dire du fait qu'il est impossible de disposer de stations de référence et de suivi équivalentes à tout moment dans les conditions naturelles. (Cf. rapport I-Sea en Annexe 29).

Cas particulier des très fortes turbidités naturelles

Pour des turbidités mesurées supérieures à 110, lorsque la matrice passera directement de la valeur N0 à une valeur N2 ou supérieure, la première mesure prise par le Port et/ou par son prestataire sera de vérifier l'origine de cette variation, par l'acquisition de mesures complémentaires de turbidité situées dans une position intermédiaire entre le point de suivi et le chantier et/ou par des observations directes et/ou par des prises de vue de l'extension du panache turbide généré par le rejet des eaux ressuyage du déroctage.

Le niveau d'adaptation sera défini après vérification in situ des conditions naturelles et du process de chantier, notamment avec la détection de variation anormale au niveau de la sonde de turbidité disposée au niveau de la conduite de refoulement.

En cas de preuves probantes, tenues à disposition des services de l'Etat, que le chantier n'est pas à l'origine de la variation de turbidité, celui-ci restera sous surveillance sans que des adaptations ou un arrêt ne soit nécessaires.

Ces données devront être acquises et communicables dans un délai d'une heure au plus.

S'il est établi que le chantier est à l'origine de la turbidité, le rejet des eaux de ressuyages lié au déroctage sera adapté ou stoppé.

Calage des bouées de suivi et de référence.

Afin d'améliorer la corrélation entre les bouées de suivi et la bouée de référence, il est prévu avant le démarrage des travaux, une période de mesure de 6 mois nécessaire pour vérifier le caractère comparable des stations de mesure, et d'intégrer directement les coefficients de corrélation entre elles.

5 stations seront ainsi mises en place à l'automne 2019 pour 6 mois (jusqu'à avril-mai 2020), soit :

- 2 stations de références dans la zone au Nord (Ref1N et Ref2N).
- 2 stations de suivi (Suiv1 et Suiv2)
- 1 station de référence au sud (RéfS).

Au terme des 6 mois de mesures, il sera analysé l'ensemble des données afin de garder pour chaque bouée de suivi la station de référence qui lui sera la plus comparable. Cela amènera à conserver, soit une bouée de référence pour les deux bouées de suivi, soit une bouée de référence par bouée de suivi.

Les résultats de cette phase de préparation feront l'objet d'une analyse des mesures enregistrées en les mettant en relation avec les conditions naturelles rencontrées qui peuvent influencer les mesures (marée, vent, houle...), ce qui permettra de vérifier les hypothèses de départ. Une restitution des résultats à la DDTM sera prévue afin de valider le dispositif définitif.



Figure 6 : Exemple d'une bouée de suivi de la turbidité (source NKE)

Suivi de l'acrylamide

PALR (ou l'entreprise en charge des travaux) réalisera un suivi, dans le milieu marin à proximité du point de rejet des eaux de ressuyages, liées au déroctage, avec un prélèvement d'eau (au moment où la floculation sera utilisée) une fois par jour, lors des opérations d'utilisation des flocculants, au niveau du rejet.

Ces prélèvements feront l'objet d'un dosage de la teneur en acrylamide à concurrence de 5 mesures sur la durée totale du chantier.

Durée : Chantier	Surcoût : 1 400 K€	Perte d'exploitation :	Suivi : 200 K€
------------------	--------------------	------------------------	----------------

MC1	Mesure de compensation pour l'enlèvement de la Crépidule sur une zone subtidale de 16,1 ha au Nord de Port Atlantique La Rochelle (pont de l'île de Ré)			
C2.1b : Enlèvement d'espèces exotiques envahissantes				
E	R	C	A	C2.1 : Restauration ou Réhabilitation
Milieus concernés				
Physique	Biologique	Cadre de vie	Socio-économique	Risques naturels ou technologiques
<p> Descriptif plus complet</p> <p style="text-align: center;">Objectif de la MC1</p> <p>L'habitat vasière subtidale naturelle est d'un intérêt écologique important, notamment dans le fonctionnement des pertuis. Il est reconnu comme tel par le Parc naturel marin de l'estuaire de la Gironde et des Pertuis charentais.</p> <p>Les dragages vont toucher une surface de 78,8 ha :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 48,8 ha font l'objet d'un dragage régulier et sont situés dans l'emprise des bassins portuaires ; ▶ 30 ha n'ont pas fait l'objet de dragage récent, dont 15,9 ha sont situés au sein du port et sous son influence directe et 16,1 ha sont situés en dehors du plan d'eau portuaire (chenal d'accès) ; ▶ On peut considérer que les 16,1 ha en dehors du plan d'eau portuaire constituent un habitat naturel sous influence modérée du Port. <p>En cohérence avec le DSF, il est donc considéré que 16,1 ha d'habitat subtidal dans le port seront perdus dans le cadre des travaux d'aménagement Port Horizon 2025.</p> <p>L'habitat des 16,1 ha en dehors de l'enceinte du port, mais pour laquelle celui-ci a demandé une Autorisation d'occupation temporaire (AOT) va être détruit de façon temporaire lors des opérations de dragage du projet Port Horizon 2025. Il se reconstituera par envasement progressif, mais restera perturbé, dans des conditions à évaluer tant que Port Atlantique La Rochelle réalisera un dragage d'entretien de ces zones. Il est donc nécessaire de compenser cette perte temporaire d'habitat, suivie d'une perturbation permanente.</p> <p>L'objectif de cette mesure est de lancer une étude de faisabilité et de mettre en œuvre un plan d'action d'éradication de la crépidule (<i>Crepidula fornicata</i>), espèce invasive qui prolifère proche du pont de l'île de Ré. La zone a été choisie sur indication du PNM.</p> <p style="text-align: center;">La crépidule en Charente-Maritime</p> <p>C'est un mollusque gastéropode marin connu sous le nom de crépidule ou berlingot de mer. Elle est originaire de la façade atlantique de l'Amérique du Nord et est devenue invasive en Europe. Elle a été introduite à la fin du XIX^{ème} siècle, et dans les années 1970, importée avec les huîtres creuses. Les crépidules vivent au niveau des côtes, à faible profondeur, elles s'encastrent les unes sur les autres, formant des colonies qui résistent facilement au courant et à la plupart des prédateurs. Fait rare chez les gastéropodes, elles se nourrissent de plancton en filtrant l'eau. Elles peuvent par le mucus chargé en particules, qu'elles relarguent, changer la nature des fonds qui peuvent passer d'une zone sableuse à envasée.</p>				

Les particularités écologiques et biologiques de l'espèce favorisent sa prolifération. Sa stratégie de reproduction est efficace (hermaphrodisme successif et fécondation directe, pontes multiples et protection des œufs). Elle est peu exigeante et ne possède pas en Europe de prédateurs. Elle entre en compétition pour la nourriture et l'espace avec d'autres mollusques comme les moules et les huîtres et les élimine de leur environnement initial.

En Charente-Maritime, *Crepidula fornicata* est apparue vers 1969-1970 (Deslous-Paoli et Massé, 1982), au moment où les importations d'huîtres japonaises en France étaient destinées à remplacer l'huître portugaise malade. En plus du naissain japonais (plus de 4000 tonnes importées entre 1970 et 1975), 256 tonnes d'huîtres adultes sont importées directement de Colombie Britannique et ré-immérgées en baie de Marennes-Oléron entre 1971 et 1975 (Grizel et Héral, 1991). On peut supposer que, parmi ce stock, figuraient de nombreux spécimens de *Crepidula fornicata*. Petit à petit, les parcs du bassin de Marennes-Oléron sont colonisés. "Trois secteurs sont particulièrement atteints par les crépidules : d'abord et surtout le long du banc de Charret, la courante d'Oléron ; dans la zone nord-ouest du banc de Julliar, ainsi que le gisement huître de l'Estrée. Les biomasses évaluées à la benne sont respectivement de 2,8 kg/m² et 1,1 kg/m² sur les deux premiers sites. Les densités sont plus faibles le long de la côte nord-ouest de l'île d'Oléron jusqu'à la pointe des Saumonards. Par contre, le sud du bassin semble épargné" (Deslous-Paoli et Massé, 1982). En avril et mai 1983, des opérations de dragages par des bateaux professionnels au nord du banc de Charret, permettent de récolter respectivement 900 tonnes en 6 jours et 553 tonnes en 3 jours (Deslous-Paoli, 1985).

Dans ce bassin de Marennes, une zone de 180 km² est échantillonnée en juin 1984 (Sauriau, 1987) ; elle est limitée au nord par la latitude de 46°, et au sud par le pertuis de Maumusson. La biomasse de *Crepidula fornicata*, estimée par 370 prélèvements quantitatifs à la benne Smith, est de 1800 tonnes (± 900). Une évaluation de l'espèce sur l'ensemble du bassin est en préparation. Les professionnels estiment le stock entre 10 et 20 000 tonnes. A la pointe nord de ce secteur, dans les parcs ostréicoles de Fouras, les densités sont en augmentation depuis les années 1970. En 1980, le recrutement y était important (Le Gall, 1980). La biomasse y est actuellement estimée à 2600 tonnes par le syndicat professionnel. Dans la région de Royan, la prolifération de cette espèce pose aussi des problèmes nécessitant l'intervention des pouvoirs publics, pour des opérations de nettoyages (Sivom Royan, corn. pers.)



Figure 7 : Plusieurs *Crépidules imbriquées* (source Web)

Document stratégique de Façade et schéma des structures des cultures Marines

Que ce soit dans le document stratégique de façade (DSF SA, 2018) dans son volet D2 espèces non indigènes ou dans le volet environnemental du schéma des structures marines des cultures marines de Charente-Maritime (2015), les documents font apparaître la crépidule comme un compétiteur trophique de l'huître d'élevage, car elle engendre un ralentissement de la pousse des huîtres et un allongement du cycle d'élevage. Elle modifie aussi la nature et la composition biologique des fonds qu'elle colonise et génère des nuisances vis-à-vis des activités de pêche aux engins traînants et de l'ostréiculture.

« Ainsi, la crépidule, par l'ampleur de sa prolifération, par les modifications qu'elle engendre sur le milieu et par les problèmes socio-économiques qu'elle génère, rassemble les ingrédients d'un réel problème d'environnement » (Blanchard, Ifremer, 2009).

État des réflexions sur l'éradication

IFREMER a étudié depuis les années 1990 les moyens de lutte contre la prolifération de cette espèce. Elle a participé également à un programme LITEAU de 1999 à 2002 et aussi à l'analyse des expérimentations portées par AREVAL en Baie de Saint-Brieuc.

De nombreuses techniques de lutte ont été tentées (immersion par grande profondeur, broyage in situ, stockage à terre, ébullition, crémation, enfouissement...), mais ces techniques de « nettoyage », souvent coûteuses, portent sur des quantités limitées et aucune n'est réellement satisfaisante. Seule une valorisation du produit peut entraîner son exploitation pérenne et un abaissement significatif des stocks. Plusieurs essais de valorisation ont été envisagés dont les plus simples utilisent le produit total comme remblais, mais cette valorisation est désormais interdite. Plus intéressant, la crépidule est utilisée à Cancale comme amendement agricole où, après un broyage grossier, elle est enfouie dans les terrains de production légumière. La coquille seule peut également être valorisée, une fois réduite en poudre, comme amendement calcaire (projet AREVAL) ou comme composant structurant dans des bétons destinés au milieu marin (étude de l'École Centrale de Nantes). La chair, comestible, a été utilisée avec succès dans l'alimentation animale (projet CREPIVAL). Concernant l'alimentation humaine, la crépidule a été commercialisée en Bretagne dans des préparations industrielles et testée dans des recettes gastronomiques.

Recommandations de l'IFREMER

Aujourd'hui, il est illusoire de vouloir éradiquer la crépidule de nos côtes, au vu des superficies colonisées et des densités observées. Cette espèce appartient désormais au contingent des mollusques marins du littoral atlantique.

Cependant, une récolte régulière et pérenne, avec une valorisation à terre du produit récolté, permettrait sinon d'éradiquer du moins de contenir la prolifération. L'urgence est de donner la priorité à la récolte des crépidules dans les zones nouvellement colonisées, de manière à éviter, ou du moins à limiter, les modifications sédimentaires (envasement) et biologiques induites. Ces récoltes peuvent être opérées par de petites unités pouvant intervenir dans des zones difficilement accessibles ou encore, comme dans le cas du projet AREVAL, avec une **dragage aspiratrice** dans les secteurs fortement colonisés, accessibles à des embarcations de fort tonnage.

⚠ Conditions de mise en œuvre / Effets attendus / Limites / points de vigilance

Cette mesure de compensation est donc organisée en trois étapes :

- ▶ Analyse de la littérature scientifique sur les moyens de luttés contre la crépidule et sur l'état de la prolifération en Charente-Maritime.
- ▶ Délimitation de la zone infestée au moyen de reconnaissance en plongée sous-marine, complétée éventuellement par des moyens en acoustiques sous-marines (sonar latéral). La zone préchoisie est d'une surface de 16,1 ha proche du pont de l'île de Ré. Cette zone est une zone favorable à la dissémination des larves de crépidules, car elle se situe en pleine zone de courant.
- ▶ Définition d'un plan d'action, réalisation d'une opération de nettoyage des fonds, avec une valorisation à terre des crépidules débarquées n lien avec les entreprises locales de Charente-Maritime (Ovive...). Cette action sera mise en œuvre pour tester la chaîne de traitement dans son ensemble.

Les essais en Baie de St-Brieuc ont montré l'efficacité de la collecte industrielle par utilisation d'une drague aspiratrice en marche (DAM), sur laquelle un crible avait été installé pour séparer les coquilles du sédiment, qui lui était rejeté en mer par déverse ou surverse. Il est à rappeler que PALR possède une DAM en propre qui pourrait être utilisée facilement dans cette opération. La zone proposée à l'investigation fait 16,1 ha de surface et a été délimitée dans la planche suivante.



Planche 3 : Emprise de l'étude de faisabilité de l'éradication de la Crépidule (source PALR)

Modalités de suivi envisageables

L'indicateur de cette mesure retenu est la surface qui sera traitée et le volume de crépidules qui sera débarqué et éliminé.

En cas d'une faisabilité insuffisante à mettre en œuvre le plan d'action à la fin de l'étude de faisabilité, il sera alors proposé au Conseil Consultatif Scientifique de réallouer la somme budgétée à une autre mesure en faveur du développement de la faune subtidale. Il pourrait notamment être envisagé de reporter le montant dédié à cette mesure à l'amplification de la mesure d'accompagnement 4 (MA4).

En cas de succès, PALR se donne le droit de reconduire l'action.

Le suivi de la Mesure de compensation 1 (MC1) sur la crépidule est prévu sur la base d'un inventaire à la benne de type Van Veen pour évaluer la quantité de crépidules par sa densité au m². Le protocole est à affiner, en accord avec le CCS, mais il concerne l'étude d'environ 5 stations de référence (avec 5 coups de benne ou réplicats par station + un 6ème pour les analyses granulométriques et le contenu en matière organique du sédiment). De plus, conformément à la réserve 3 du Parc naturel marin de l'estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis, il sera donc ajouté au suivi de ces stations l'inventaire de la macrofaune benthique sur les mêmes stations. Le protocole est le même, sauf que les animaux (autres que les crépidules mortes et vivantes) du refus du tamisage sur une maille de 1mm sont alors fixés à l'alcool et déterminés au laboratoire. Il pourra ainsi être arrêté les principaux indicateurs (richesse spécifique, abondance, biomasse) et à partir de ceux -ci les principaux indices (Shannon, équitabilité, AMBI, M-AMBI...).

Le suivi sera réalisé sur 5 années : Eradication -1 – Eradication – Eradication +1 – Eradication +3 – Eradication+5.

Durée : 1 fois	Surcoût : 100 K€	Perte d'exploitation :	Suivi : 100 K€
----------------	------------------	------------------------	----------------

MR11		Mesure de réduction des incidences du bruit sous-marin sur les mammifères marins, tortues et poissons						
R2.1k : Dispositif de limitation des nuisances envers la faune								
E	R	C	A	R.2.1 : Réduction technique en phase travaux				
Milieus concernés								
Physique		Biologique	Cadre de vie	Socio-économique	Risques naturels ou technologiques			
<p>🔍 Descriptif plus complet</p> <p>L'objectif de la mesure est de réduire les perturbations sonores liées aux travaux sur les mammifères marins, notamment le grand dauphin, les phoques, les tortues et l'ichtyofaune (poissons).</p> <p>Une mesure de démarrage progressif ou « soft start » sera utilisée pour réduire les incidences des bruits des travaux sur les mammifères marins, les tortues et l'ichtyofaune. Cette opération a pour but de créer un dispositif d'effarouchement avec des bruits faibles avant le début l'émission de bruits importants. Cette disposition évite et/ou limite les impacts physiologiques sur les espèces qui seraient présentes dans le périmètre de sécurité.</p> <p>Ce dispositif sera utilisé durant les opérations de battage ou de vibrofonçage des pieux ou des palplanches qui constituent le bruit sous-marin le plus impactant lors de la phase chantier du projet. Le dispositif sera adapté aux travaux de jour et de nuit, étant donné que la mise en œuvre des ouvrages dépend des horaires des marées et cadences strictes à respecter.</p>								
<p>⚠️ Conditions de mise en œuvre / Effets attendus / Limites / points de vigilance</p> <p>La zone la plus sensible au niveau des travaux de battages et vibrofonçage au niveau des futurs quais de CB4 est ASM3 et une zone entre l'atelier de battage (à la côte) et une distance de 160 m pour les dauphins et jusqu'à 630 m pour les phoques.</p> <p>La mesure mise en place consiste à permettre de garantir une valeur seuil d'intensité à 750 m et de permettre de réaliser dans la zone entre les travaux et cette limite une fuite des mammifères marins, poissons et tortues marines potentiellement présents par une méthode d'effarouchage. Au-delà des 750 m, même si le son se propage beaucoup plus vite dans l'eau que dans l'air, l'atténuation de la propagation de l'onde sonore est très importante pour les hautes fréquences sur les premières centaines de mètres et un peu plus loin pour les basses fréquences.</p> <p>Nous rappelons que les décibels sous-marins sont exprimés en échelle logarithmique. Ils ne correspondent pas aux décibels terrestres. La différence de décibels entre deux quantités permet d'évaluer la proportion de ces deux quantités en termes d'amplitude et de puissance.</p>								
Pression (P en μPa)		1	10	100	1 000	10 000	100 000	1 000 000
Niveau (dB re. 1 μPa)		0	20	40	60	80	100	120
<p>Figure 8 : Niveaux en décibels dB re. 1μPa pour des ondes de pression allant de 1μPa à 1 000 000 μPa (source web)</p>								

P2dB-P1dB	0	3	10	20	30	40
P2/P1	1	1,4	3	10	33	100
I2/I1	1	2	10	100	1 000	10 000

Figure 9 : Différence de dB et rapport d'amplitude (source web)

Une baisse de 20 décibels correspond à réduire d'une puissance la pression exercée (soit diviser par 10). De plus, comme le présente la figure ci-dessus, si une source 2 a un niveau de source supérieur de 20 dB à une source 1, il faut 100 sources indépendantes du type 1 pour produire le même niveau que la source 2. Il faut donc bien retenir que le niveau sonore converti en dB de la somme d'ondes n'est pas la somme des niveaux sonores exprimés en dB de chaque onde.

En 2015, Néréis avait mesuré le forage au niveau des travaux sur ASM2 et a pu appliquer une corrélation linéaire sur la propagation acoustique. Le niveau de bruit émis par le battage est ainsi estimé à 192 dB_{RMS} ref 1µPa/VHz à 1 mètre de la source. A 600 m de la source, le bruit est d'environ 137 dB_{RMS} ref 1µPa/VHz, soit un abattement de 55 db. Pour rappel, le niveau de bruit moyen dans l'enceinte portuaire au sens large est 108 dB_{RMS} ref 1µPa/VHz (source Néréis).

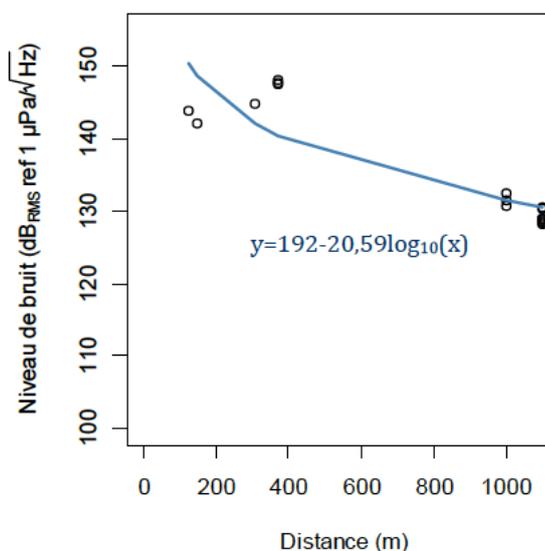


Figure 10 : Niveau de bruit généré par le battage de pieu en fonction de la distance à la source (source Néréis, 2015)

Démarrage progressif ou soft-start

La mesure MR11 va donc mettre en place une mesure de **démarrage progressif** ou « **soft start** ». Cette opération a pour but de créer un dispositif d'effarouchement avec des bruits faibles avant le début l'émission de bruits importants. Cette disposition évite et/ou limite les impacts physiologiques sur les espèces qui seraient présentes dans le périmètre de sécurité. L'énergie de battage ou la séquence de vibrofonçage va croître progressivement pendant les 15 premières minutes du début de l'opération (par exemple, le début de la journée si la séquence va durer plusieurs heures). En cas d'interruption de la séquence de plus d'une heure, il sera nécessaire alors de redémarrer par la mesure de soft-start.

Bouée de contrôle

Une bouée de mesure du bruit ambiant sera installée à 750 m au droit de la zone de chantier. Cette bouée mesurera l'intensité du bruit selon une fréquence qui sera choisie par le Conseil Consultatif Scientifique (bande

de fréquence a priori entre 1 KHz et 150 KHz). Il sera mis en place un seuil de vigilance, comme celui utilisé par le service fédéral des pêches des États-Unis, à **160 dB**. En cas du dépassement de ce seuil, les travaux bruyants seront stoppés ou réduits pour repasser sous le seuil.

Procédure de jour

Avant la mise en œuvre de la procédure de soft-start, une séquence de contrôle complémentaire est assurée avec un suivi visuel :

- ▶ Un **suivi visuel** sera réalisé de manière synchrone aux activités sonores du chantier. L'observation visuelle sera réalisée depuis un point haut couvrant la zone d'exclusion de risque de 300 m de rayon autour de la zone de travaux, permet de garantir la non-présence visuelle de mammifères marins en surface ou de tortues marines pendant une période d'au moins 30 minutes avant le début de chaque atelier de battage / vibrofonçage / trépannage, générant du bruit sous-marin ou si les opérations ont été interrompues pendant plus d'une heure. L'observateur aura une formation spécifique dédiée à l'observation des mammifères marins (MMO en anglais) qu'il pourra avoir obtenue en France ou en Europe (<https://www.mmo-association.org/about-mmos>).
- ▶ **En cas de présence attestée par l'observateur** (MMO) de cétacés ou pinnipèdes ou tortues marines dans la zone de risque de 300 m, il sera alors procédé à la mise à l'eau d'effaroucheur par le biais de pinger pour les cétacés/tortues marines et de SealScarer pour les pinnipèdes. Au bout de 15 minutes, l'observateur contrôlera la zone de risque. S'il ne constate plus de présence de cétacés ou pinnipèdes ou tortues marines, alors la séquence de Ram up de 15 minutes pourra commencer.

Le logigramme suivant reprend le principe de la méthode :

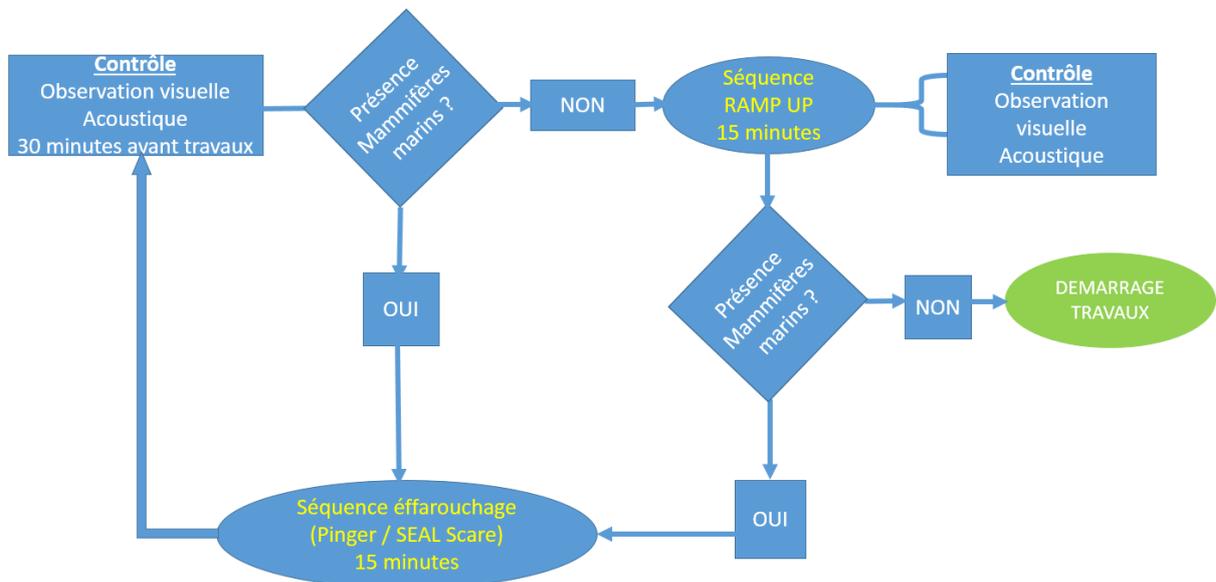


Figure 11 : Logigramme de mise en œuvre du démarrage des travaux de jour

Les informations sont données par VHF entre le chef de chantier et l'observateur.

Procédure de nuit

La mise en place de la séquence complémentaire au soft-start est la suivante :

- ▶ **En cas de risque de présence** de cétacés ou pinnipèdes ou tortues marines dans la zone de risque de 300 m, il sera alors procédé à la mise à l'eau d'effaroucheur par le biais de pinger pour les cétacés/tortues marines et de SealScarer pour les pinnipèdes.

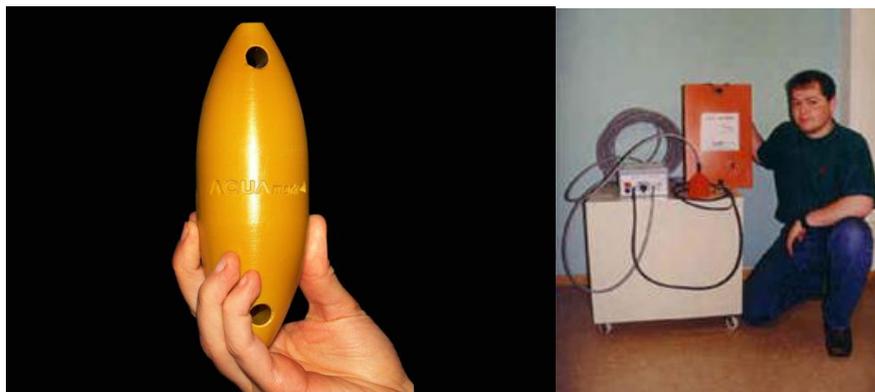


Figure 12 : Pinger effaroucheur de dauphin et marsouins et Seal scarer (source web)

Il sera utilisé comme effaroucheur des dispositifs de type Aquamark 100 d'Aquatec et le Seal scarer de Lofitec. Ces dispositifs ont fait leur preuve dans les fermes d'aquaculture (saumon) et également dans les zones de travaux des parcs éoliens en mer de l'Europe du Nord.

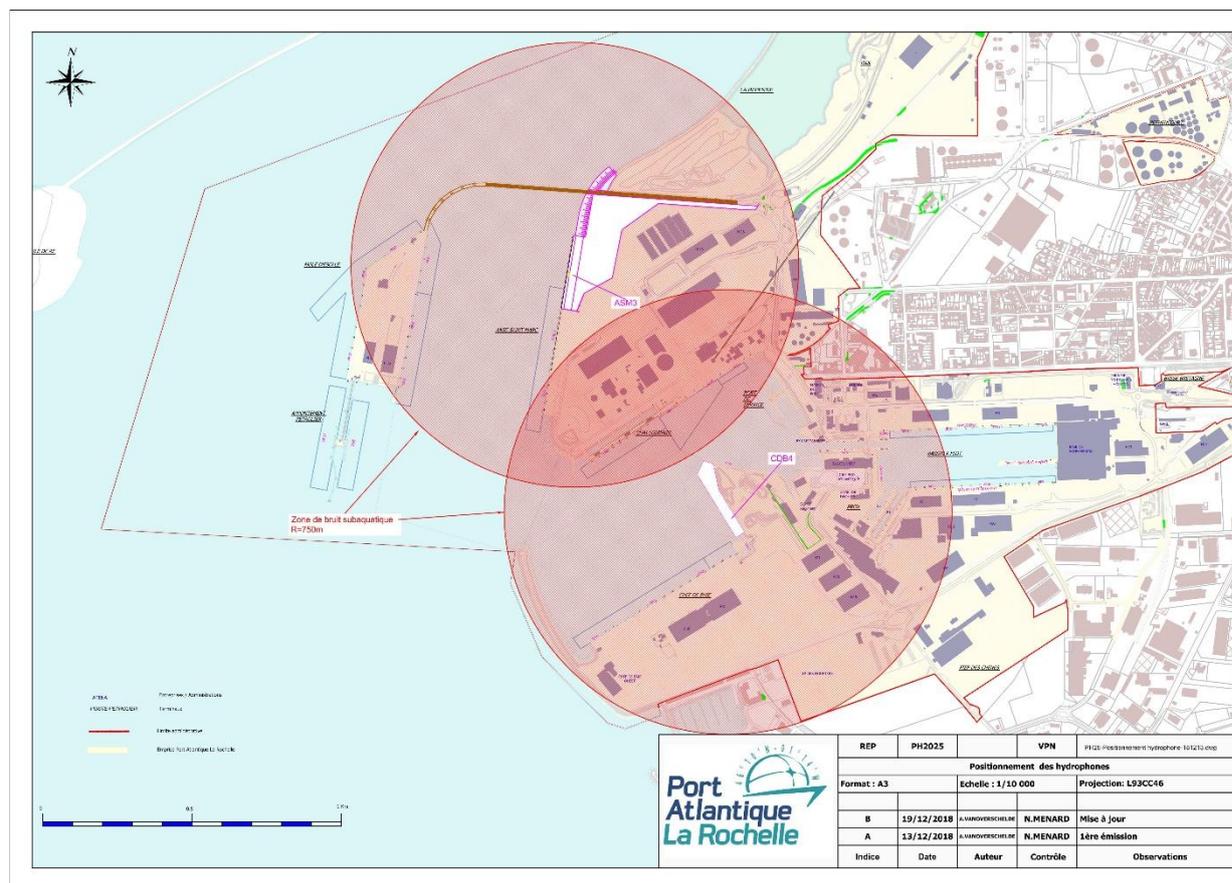


Planche 4 : Zones de surveillance des 750 m autour des zones travaux maritimes, CB4 et ASM3 (source PALR)

Modalités de suivi envisageables

Outre la présence en démarrage de chantier de l'observateur des mammifères marins, il sera installé une bouée de mesures du bruit sous-marin. Cette bouée sera installée à 750 m de chaque chantier. Elle transmettra en temps réel les informations de mesures du bruit sous-marin et disposera d'un système d'alerte en cas de dépassement du seuil fixé à 160 dB. L'alerte sera envoyée par SMS sur le smartphone du conducteur de travaux et du chef de chantier et sera également consignée à PALR, ainsi que dans un registre d'alerte. En cas de dépassement du seuil, il devra être pris immédiatement des mesures pour réduire l'intensité du bruit émis (ralentissement de cadence, réduction de la puissance du marteau, arrêt...) et pouvoir repasser ainsi sous le seuil de 160 dB.



Figure 13 : Exemple de bouée autonome Sypod de RTsys (source Web)

Durée : Chantier

Surcoût : A évaluer

Perte d'exploitation :

Suivi : 30 K€

MR4	Mesures de réduction des incidences des rejets pluviaux sur la qualité des eaux marines			
R2.2q : Dispositif de gestion et traitement des eaux pluviales et des émissions polluantes				
E	R	C	A	R.2.2 : Réduction technique en phase d'exploitation
Milieux concernés				
Physique		Biologique	Cadre de vie	Socio-économique
Risques naturels ou technologiques				
<p>🔍 Descriptif plus complet</p> <p>Compte tenu du niveau potentiel de pollution des eaux de ruissellement collectées par le système d'assainissement pluvial des sites de La Repentie et de l'ASM3, un dispositif de traitement spécifique des eaux de ruissellement sera réalisé avant leur rejet dans le milieu naturel.</p> <p>Un traitement sera ainsi mis en œuvre à chacun des exutoires des sites d'aménagement. Le dispositif retenu sur La Repentie comporte trois bassins de décantation de type « bassin en eau ». Ces ouvrages conservent une lame d'eau en permanence (« volume mort ») et permettent lors d'un événement pluvieux de faible intensité un temps de séjour des eaux suffisant dans le dispositif pour assurer une décantation des Matières En Suspension, sur lesquelles sont adsorbées une grande partie de la pollution. Le dispositif de traitement retenu est développé au paragraphe 1.5.1.3 du chapitre 5 (La gestion des eaux pluviales).</p> <p>Port Atlantique La Rochelle va saisir l'opportunité de l'aménagement Port Horizon 2025 pour traiter des surfaces existantes qui ne bénéficient pas toutes aujourd'hui d'un traitement avant rejet. Ces travaux vont contribuer à améliorer la qualité des rejets pluviaux et constituent donc une mesure de réduction.</p> <p>Comme décrit dans la partie travaux (Cf. Chapitre 2), le bassin Repentie Nord Projet, permettra de raccorder les secteurs existants de La Repentie (12,9 ha, en orange dans la figure ci-dessous). Ces 12,9 ha comprennent des parcelles sans aucun traitement et d'autres, comme le site SEA, sur lesquelles les eaux pluviales seront à terme soumises à prétraitement et à régulation avant rejet dans le réseau portuaire. Des conventions de rejet seront établies entre les industriels des sites raccordés et le GPMLR.</p>				

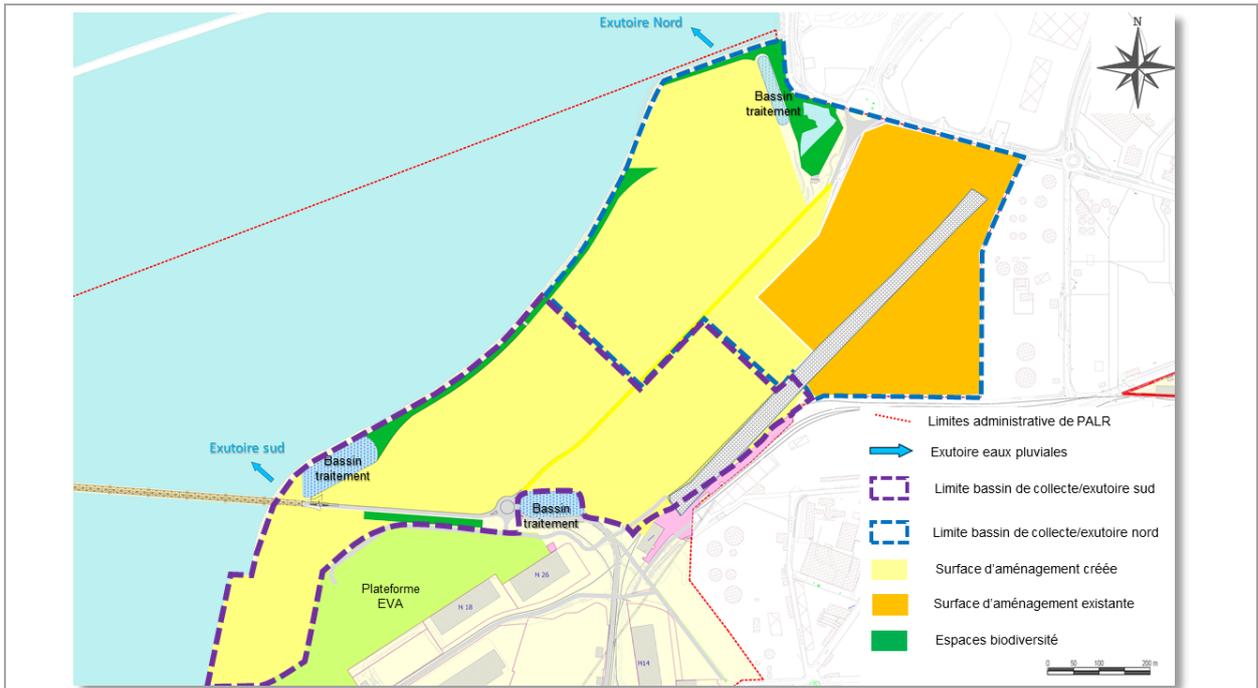


Figure 14 : Surface collectée par les bassins nord et sud-ouest Projet (source PALR)

Un troisième bassin au sud-est de La Repentie permettra de raccorder une zone déjà aménagée et actuellement partiellement sans traitement (44,3 ha, en rose dans la figure ci-dessous) :

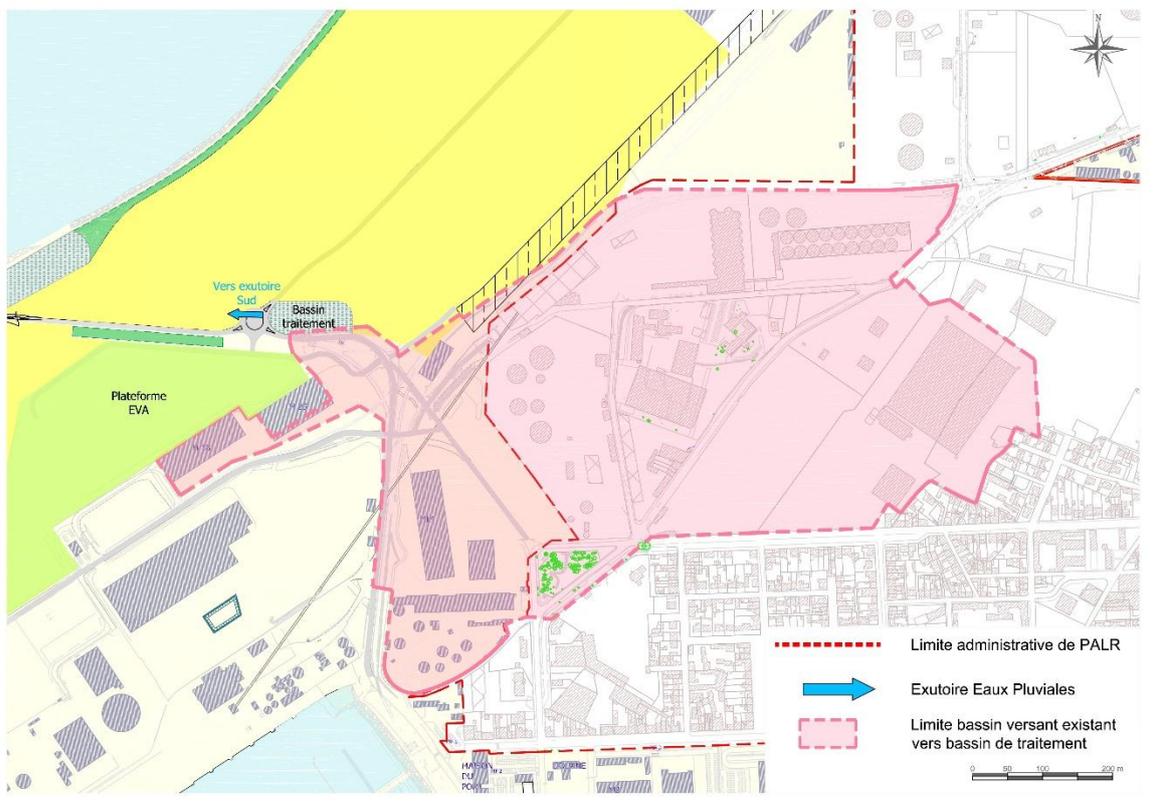


Figure 15 : Surface supplémentaire collectée par le bassin sud-est (source PALR)

△ Conditions de mise en œuvre / Effets attendus / Limites / points de vigilance

Le volume de rétention du bassin sud-est sera au maximum de 4 600 m³, ce qui permet de garantir le tamponnement d'une pluie de période de retour de 2 ans avec un temps de séjour dans le bassin d'environ 6-7 heures. Le débit de fuite en sortie sera de 200 l/s dans cette configuration, mais pourra être adapté en fonction des mesures de régulation qui pourront être mises en œuvre directement sur les parcelles des industriels avant rejet dans le réseau portuaire. Le volume mort en fond de bassin sera d'environ 1 200 m³ pour une surface active de 11-12 hectares. Le volume utile du bassin final est estimé au maximum à **5 800 m³**, il sera réajusté en fonction des données précises de débit et de prétraitement en amont sur les parcelles des industriels. Des conventions de rejet avec les exploitants industriels raccordés au réseau portuaire seront mises en place dans le but d'optimiser et d'améliorer la gestion de ces eaux pluviales.

De par les réseaux existants, le fil d'eau d'arrivée du réseau EP dans le bassin est estimé à +7,00 CM, soit un fond de bassin à environ +6.25 CM pour une hauteur de décantation de 0.75 m. La surverse en sortie de bassin est à +8.50CM. L'espace disponible pour le bassin étant restreint et en privilégiant un rapport longueur/largeur important, le bassin aura les dimensions approximatives suivantes en tête de talus :

- ▶ Longueur : 85 ml
- ▶ Largeur : 35 ml
- ▶ Talus : 3/2

Ces dimensions seront ajustées afin de permettre une insertion optimale du bassin dans l'emprise dédiée.

La tête de talus étant autour de +9 CM, le volume total du bassin est de l'ordre de 10 000 m³.

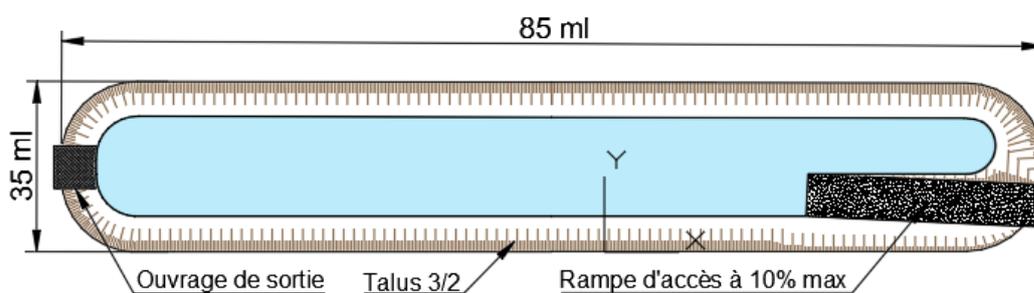


Figure 16 : Schéma du bassin Sud de collecte des eaux pluviales (source PALR)

Caractéristiques	Ouvrage Sud Existant
Surface totale du bassin versant	~ 44,3 Ha
Surface active	~ 11-12 Ha
Volume utile	~ 5 800 m ³
Volume de traitement	~ 1 200 m ³
Volume de rétention	~ 4 600 m ³
Débit de fuite	~ 200 l/s
Longueur	~ 85 ml
Largeur	~ 35 ml
Talus	3/2
Emprise	~ 3 000 m ²
Cote du fond de bassin	+ 6.25 m CM
Cote de la tête de talus	+ 9.00 m CM

Modalités de suivi envisageables

Des suivis seront réalisés en entrée et en sortie d'ouvrages. Basés sur l'analyse des principaux paramètres de pollution physico-chimiques, ils permettront d'évaluer la qualité du rejet et d'appréhender son impact sur le milieu récepteur. Ainsi, une mesure de suivi sera réalisée en entrée et en sortie d'ouvrage, tous les 6 mois, si possible après un épisode pluvieux. Les paramètres suivants seront analysés : MES, DCO, DBO5, Azote global, Phosphore total, métaux lourds (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn,) Hydrocarbures totaux, *Escherichia coli*.

Les résultats sont comparés selon les paramètres soit avec les référentiels ICPE correspondant aux activités implantées sur le Port soit avec le référentiel qualité de la CQEL 85

Les analyses seront effectuées au niveau des exutoires pluviaux de La Repentie et du terminal de l'ASM3 (en sortie des dispositifs de traitement). Le suivi s'étendra sur 20 ans et comprendra deux analyses par an effectuées, une en hiver et la seconde en été après un évènement pluvieux significatif. Les données relatives à ce suivi seront transmises au service en charge de la police de l'eau dans le cadre d'un bilan annuel.

De plus, conformément à la prescription 6 du Parc naturel marin de l'estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis, des prélèvements des peuplements benthiques seront réalisés. Ainsi, au droit des rejets dans le bassin portuaire (Chef de Baie, ASM, Repentie), un suivi annuel du benthos sur 1 station (selon le protocole REBENT, 5 coups de benne + 1 coup de benne pour les analyses granulométriques et COT, Cf. Réserve 2), réalisé avec les autres campagnes de benthos (période février à début avril de chaque année). Le suivi permettra de définir les paramètres structurants (biodiversité, biomasse, abondance) et les principaux indices de qualité (Shannon, Équitabilité, M-AMBI...).

Durée : 20 ans

Surcoût : 505 K€

Perte d'exploitation :

Suivi : 380 K€