

Mémoire en réponse à l'avis du Conseil National de la Protection de la Nature (CNP)



TABLE DES MATIÈRES

MEMOIRE EN REPONSE A L'AVIS DU CONSEIL NATIONAL DE LA PROTECTION DE LA NATURE (CNPN)1

CONTEXTE	3
1 REMARQUE 1 : IMPACT DE LA DISPERSION DES SEDIMENTS SUR LES RESERVES NATURELLES	4
1.1 <i>Détail de la remarque</i>	4
1.2 <i>Réponse du Maître d'Ouvrage</i>	4
2 REMARQUE 2 : ACCUMULATION DE CONTAMINANTS DANS LES CHAINES TROPHIQUES.....	18
2.1 <i>Détail de la remarque</i>	18
2.2 <i>Réponse du maître d'ouvrage</i>	18
3 REMARQUE 3 : COMPLETER LE DISPOSITIF ERC.....	35
3.1 <i>Détail de la remarque</i>	35
3.2 <i>Réponse du Maître d'Ouvrage</i>	35
4 REMARQUE 4 : LA MESURE COMPENSATOIRE – 10 HA DU CONSERVATOIRE DU LITTORAL.....	36
4.1 <i>Détail de la remarque</i>	36
4.2 <i>Réponse du Maître d'Ouvrage</i>	36
5 REMARQUE 5 : LE SUIVI DES PEUPELEMENTS BENTHIQUES AU NIVEAU DES RESERVES NATURELLES.....	39
5.1 <i>Détail de la remarque</i>	39
5.2 <i>Réponse du Maître d'Ouvrage</i>	39
6 ANNEXE	40
6.1 <i>Fiches mesures ERC&A modifiées</i>	40

CONTEXTE

L'augmentation des échanges commerciaux et de la consommation à l'échelle mondiale a 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. Elle comprend une demande de dérogation à la perturbation d'espèces protégées. Dans ce cadre, le Conseil National de la Protection de la Nature (CNPN) est amené à produire un avis.

Dans cet avis, le Conseil National de la Protection de la Nature (CNPN) a considéré que les espèces terrestres, objet de la demande de dérogation, ont été traitées correctement avec une séquence Eviter-Réduire-Compenser-satisfaisante.

Le Conseil National de la Protection de la Nature a, par contre, estimé que l'analyse du volet marin n'était pas suffisante sur certains points. Les éléments présentés dans le présent document apportent des réponses et compléments aux remarques émises dans l'avis du CNPN.

1 REMARQUE 1 : IMPACT DE LA DISPERSION DES SEDIMENTS SUR LES RESERVES NATURELLES

1.1 Détail de la remarque

Le CNPN demande de mieux décrire la dispersion des vases et sédiments rejetés en mer dans le périmètre du parc naturel marin (zone d'étude éloignée) et de définir les zones principalement impactées pour répondre à l'interrogation : les réserves naturelles sud-vendéennes et charentaises sont-elles touchées ?

1.2 Réponse du Maître d'Ouvrage

1.2.1 Rappel : les réserves naturelles présentes au sein de l'aire d'étude éloignée

La localisation des réserves est présentée en annexe 2 du dossier de demande de dérogation (pages numérotées 305 et suivantes).

Deux types de réserves naturelles sont présents dans l'aire d'étude éloignée du projet Port Horizon 2025 :

- ✓ Les réserves nationales ;
- ✓ Les réserves régionales.

Cinq réserves naturelles nationales (RNN) sont identifiées au sein de l'aire d'étude éloignée (ou à ses abords), la plus proche (Baie de l'Aiguillon) étant située à plus de 9 km des installations du port :

- RNN de la Baie de l'Aiguillon (Charente-Maritime et Vendée) ;
- RNN de la Casse de la Belle Henriette ;
- RNN de Lilleau-des-Niges ;
- RNN du Marais d'Yves ;
- RNN de Moëze-Oléron.

Une réserve régionale est identifiée au sein de l'aire d'étude éloignée :

- ✓ RNR du marais de Pampin.

La localisation des réserves nationales et régionales est présentée sur la planche suivante :

Planche 1 : Localisation des réserves nationales et régionales

Le marais de Pampin a été mentionné pour information. Il est purement sur une zone terrestre et n'est pas cité dans l'avis du CNPN.

1.2.2 La dispersion des sédiments lors des opérations de clapage et rejet des eaux de ressuyage

La dispersion des sédiments lors des opérations de clapage et rejet des eaux de ressuyage est présentée en annexe 3 du dossier de demande de dérogation (pages numérotées 564 et suivantes).

1.2.2.1 Le rejet des eaux de ressuyage

1.2.2.1.1 Introduction

Rappel : Les produits déroctés sont des matériaux inertes (marno-calcaires), c'est-à-dire **ne présentant pas de contamination bactérienne ou chimique**. Par conséquent, ils n'entraîneront aucune contamination chimique ou microbiologique suite à leur rejet en sortie de bassin de décantation de La Repentie.

L'analyse concerne donc uniquement les effets liés à la turbidité de l'eau. Ainsi, le rejet d'un effluent plus ou moins chargé en matériaux fins est susceptible d'altérer la qualité de l'eau par une augmentation ponctuelle de la charge minérale et l'accroissement de la turbidité. L'effet direct généré par le rejet des eaux de décantation du casier de La Repentie sera la formation d'un panache turbide qui se dispersera dans le milieu marin sous l'action des agents hydrodynamiques actifs.

1.2.2.1.2 Les études menées

Contexte

Afin de limiter autant que possible les effets du rejet en mer liés au déroctage, la dispersion et la dilution du panache ont été étudiés par modélisation hydrodynamique et hydrosédimentaire donnant lieu à plusieurs expertises spécifiques :

- 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.

Ces études avaient pour objectif de définir un point de rejet privilégié et d'établir un déroulement fonctionnel des travaux visant limiter la persistance d'un panache turbide trop important pendant les travaux. Les résultats obtenus dans ces études ont donc permis de définir un point de rejet et une méthode de travaux présentant le moins d'effets négatifs. Les effets liés au choix retenu sur la qualité de l'eau et en particulier sur la turbidité sont présentés ci-après.

Ces études sont annexées intégralement à l'étude d'impact. Elles ont été citées et synthétisées dans le dossier de demande de dérogation (annexe 3 pages numérotées 564 et suivantes).

Les conditions simulées

La durée de la simulation est de 19,5¹ jours sur la base de 700 000 m³ de matériaux avec un débit moyen de 10 000 m³/h, ce qui correspond à des conditions majorantes. Sur la durée de la modélisation, il est considéré une

¹ Les travaux de déroctage s'étaleront sur une période de 7,5 semaines entre octobre et avril. Le débit de rejet sera donc inférieur à 10 000 m³/h. La modélisation prend donc en compte une hypothèse plus conservatrice.

Mémoire en réponse à l'avis du CNPN

période de vive-eau à fort coefficient au début de la simulation, suivi d'une période de déchet² vers une morte-eau, puis une période de revif vers une vive-eau.

Les effets de la marée, du vent et de la houle sont couplés. Le vent imposé sur l'ensemble du domaine est de 5 m/s avec une direction Sud-Ouest, pendant toute la durée de la simulation. Cette intensité de vent correspond à la vitesse moyenne du vent au mois d'octobre, les travaux étant envisagés à l'automne hiver 2020-2021. Cette simulation a donc un caractère à la fois "réaliste" et maximaliste en termes d'extension du panache vers les zones sensibles au Nord du port. Ce vent crée des vagues de hauteur significative allant de 0,13 à 0,3 m et une période moyenne de 1,3 à 2 secondes suivant le moment de la marée au niveau de l'entrée du Port.

Le rejet est continu avec un débit liquide de 10 000 m³/h (soit environ 3 m³/s, hypothèse faite sur le débit liquide d'une drague dérocteuse). Trois concentrations de rejet en sortie de conduite ont été testées :

- 3g/l ou 3 kg/m³ (soit un débit solide d'environ 9 kg/s) ;
- 2g/l ou 2 kg/m³ (soit un débit solide d'environ 6 kg/s) ;
- 1 g/l ou 1 kg/m³ (soit un débit solide d'environ 3 kg/s).

Les résultats sont présentés pour le rejet à 1g/l, solution retenue dans le cadre des travaux de Port Horizon 2025.

Après avoir testé plusieurs points de rejet (voir figure ci-dessous), le point retenu est "Viaduc" (V), car il représente un bon compromis entre la dispersion du panache par les courants et l'éloignement du point de rejet par rapport à la côte.



Figure 1 : Points de rejet testés (étoiles), des zones de conchyliculture (rouges) et des zones de baignades (jaunes)
C= Coureau - V= Viaduc - VE =Viaduc Est - AR = Ancien Rejet (2013) - MN= Mole Nord - LR = Large Repentie (Créocéan, 2018)

Les résultats

La planche suivante représente la concentration instantanée maximale atteinte en chaque maille du domaine durant la totalité de la simulation (19,5 jours).

² Période qui correspond à une baisse des coefficients.

Mémoire en réponse à l'avis du CNPN

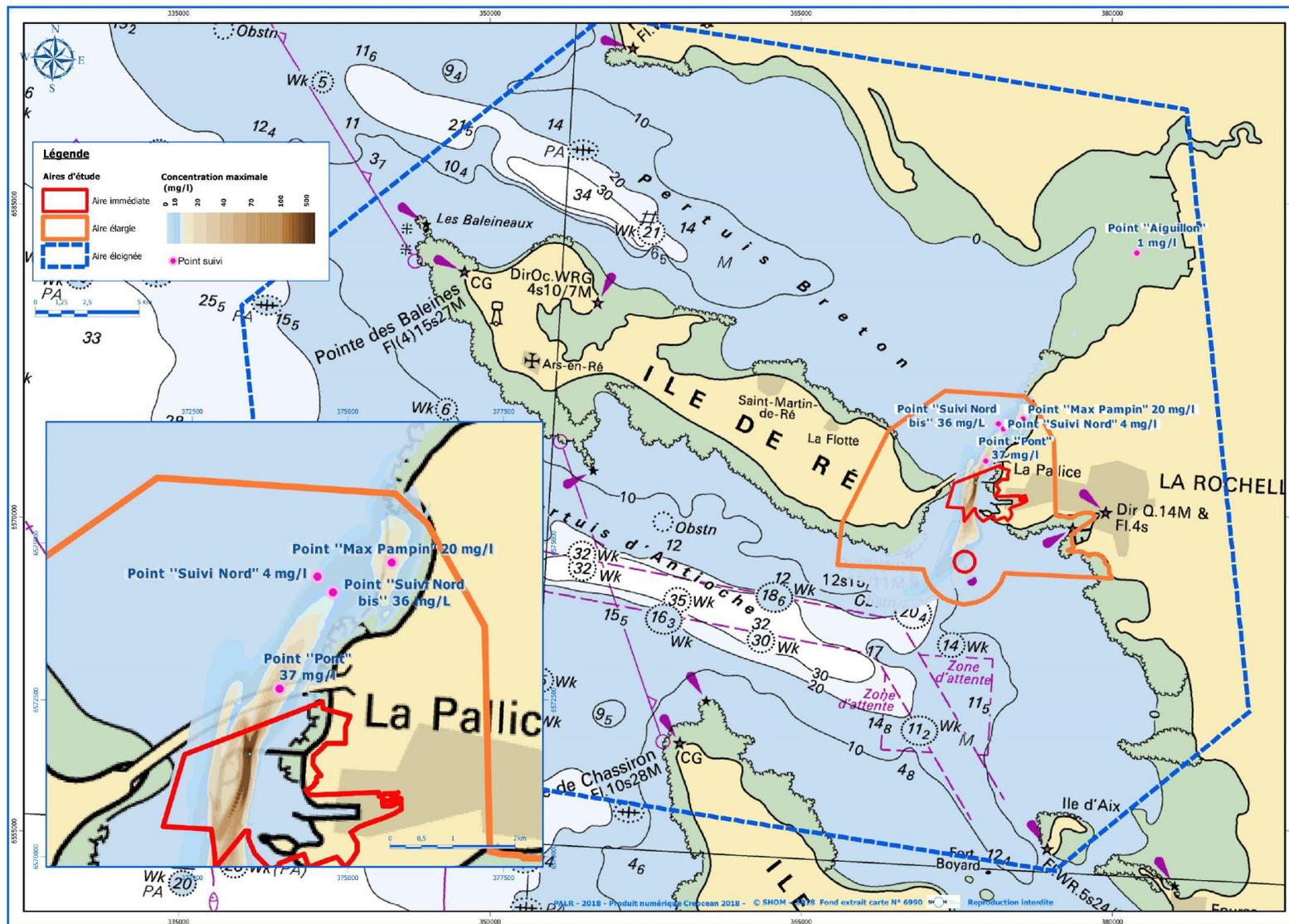


Planche 2 : Concentration en MES maximale atteinte en chaque maille du domaine sur la totalité de la simulation (19,5 jours)

Mémoire en réponse à l'avis du CNPN

Les résultats montrent que pour une concentration rejetée de 1 g/l :

- Les concentrations supérieures à 100 mg/l sont localisées entre les latitudes de La Repentie au Nord et celle de l'Anse Saint Marc (dans les limites du port au sein de l'aire d'étude immédiate) ;
- Les concentrations supérieures à 50 mg/l sont localisées au Nord jusqu'à la latitude de La Repentie et au Sud jusqu'à la latitude du port de pêche ;
- Dans le secteur de l'anse de l'Aiguillon, la concentration maximale est inférieure à 1mg/l.

Les séries temporelles (cf. Figure 2) de la concentration de Matières En Suspension en 5 points (dont les localisations sont précisées sur la Planche 2) complètent les données fournies sur la Planche 2.

Les concentrations correspondant au scénario retenu sont représentées en bleu en haut de chaque graphique. Les résultats montrent qu' :

- Au point « Pont », le plus proche du point de rejet, les concentrations maximales (30 mg/l) sont observées dès le début du rejet et durant toute la période du rejet.
- Aux points « Max Pampin et Suivi Nord », les concentrations maximales (20 et 3 mg/l), sont observées au début du rejet (avec très peu de retard) et en période de vive-eau. Les concentrations sont bien plus faibles lors du 2nd cycle. Il n'y a pas de concentrations significatives en période de morte-eau.
- Au point « Aiguillon », les concentrations maximales (inférieures à 1 mg/l) sont observées en période de morte-eau avec un retard de 3 à 4 jours après le début du rejet. Elles sont bien plus faibles lors du 2nd cycle ;
- Au point « Nord Bis », les concentrations maximales sont observées (12 mg/l) dès le début du rejet (pas de retard), et en période de vive-eau.

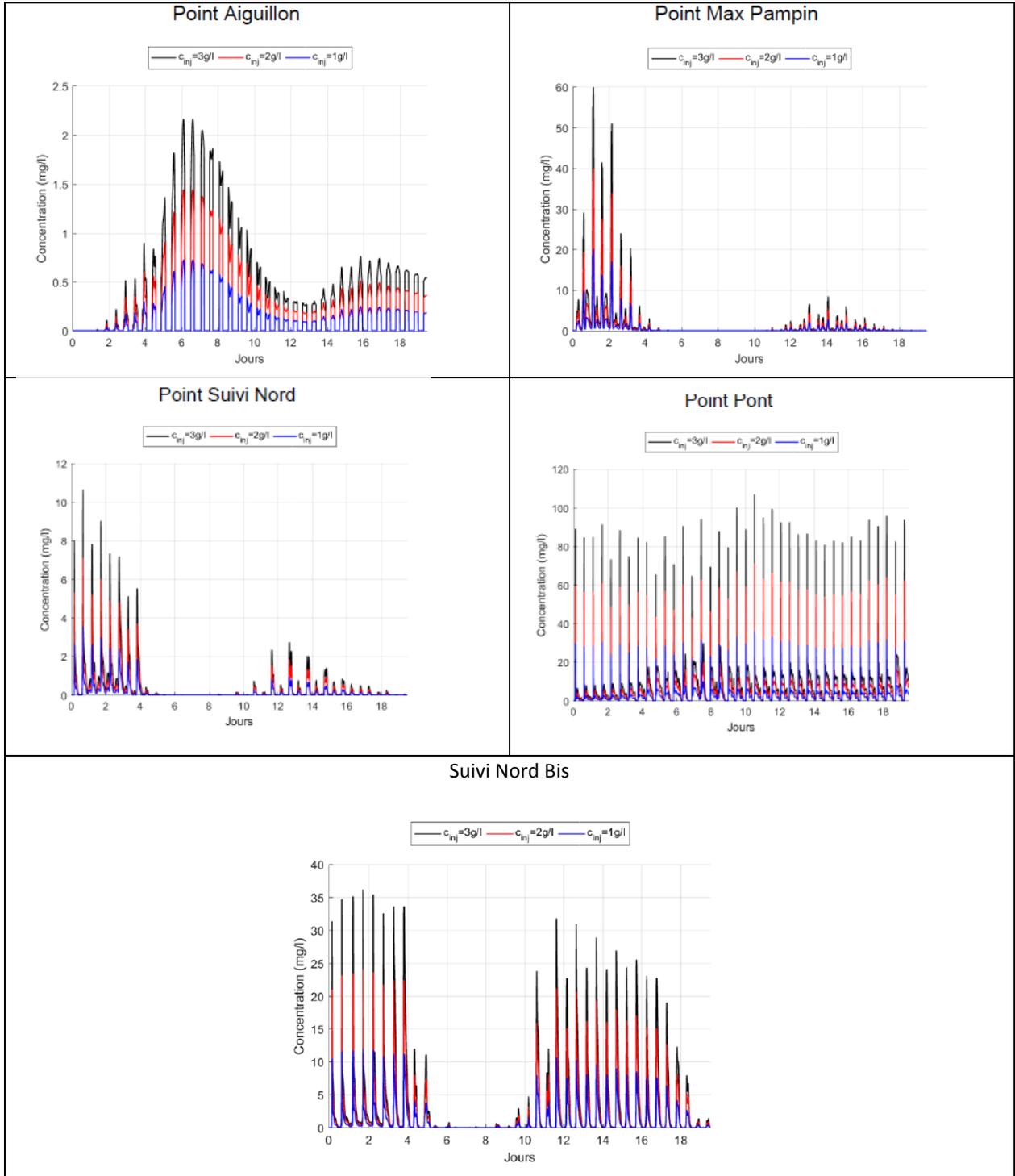


Figure 2 : Série temporelle de la concentration en MES et de la hauteur d'eau aux cinq points définis durant les simulations avec marée, vent et houle (Créocéan, 2018)

Synthèse

Les résultats montrent, qu'en termes de concentration maximale atteinte en chaque maille du domaine durant la totalité des travaux, les concentrations supérieures à 100 mg/l sont localisées entre les latitudes de La Repentie au Nord et celle de l'Anse Saint-Marc, les concentrations supérieures à 50 mg/l sont localisées au Nord jusqu'à la latitude de La Repentie et au Sud jusqu'à la latitude du port de pêche, dans le secteur de l'anse de l'Aiguillon, la concentration maximale est inférieure à 1 mg/l.

Au niveau des points de suivis choisis pour effectuer les séries temporelles, les concentrations maximales sont :

- Point de l'Aiguillon : < 1 mg/l ;
- Point suivi Nord : 4 mg/l ;
- Point Pont : 37 mg/l ;
- Point « Max Pampin » : 20 mg/l ;
- Point Nord Bis : 12 mg/l.

Pour rappel, les études menées pour évaluer la turbidité naturelle (cf. chapitre 3 : scénario de référence) montrent que la teneur de Matières En Suspension (MES) (évaluée à partir des mesures de turbidité sur 12 mois entre mars 2017 et avril 2018) évolue fortement en fonction des conditions hydrodynamiques et que les MES peuvent se situer au droit de La Repentie, au sein du coureau de La Pallice, dans des moyennes mensuelles comprises entre 19 mg/l et 60 mg/l avec des mesures ponctuelles comprises entre quelques mg/l et jusqu'à 600 mg/l.

En termes de concentrations en Matières En Suspension, le rejet des eaux de ressuyage, issues de la décantation des matériaux de déroctage, aura un effet sur la qualité de l'eau puisque les concentrations aux abords immédiats du point de rejet seront plus importantes que celles observées naturellement et ceux quelles que soient les conditions naturelles.

À plus large échelle et notamment au niveau des points où ont été effectués les séries temporelles, les effets sont plus limités et les concentrations sont du même ordre de grandeur que celles observées naturellement, notamment lors des épisodes de turbidité qualifiés de modérée à forte.

Comme le montrent les résultats de la modélisation, les incidences potentielles sur les réserves nationales et régionales sont limitées eu égard notamment aux fortes variations naturelles de la turbidité. Ainsi, les variations de turbidité au niveau de la Baie de l'Aiguillon sont très limitées (<1 mg/l), les habitats et les espèces de la réserve nationale de la Baie de l'Aiguillon (Charente-Maritime et Vendée) ne seront donc pas perturbés.

Les habitats des réserves de Casse de la Belle Henriette, de Lilleau-des-Niges, du Marais d'Yves et de Moëze-Oléron ne sont pas concernés par une perturbation de la qualité de l'eau, due à la présence de matières en suspension générée par les opérations de déroctage.

Toutefois, afin de vérifier cette absence de perturbation, PALR propose d'effectuer un suivi des peuplements benthiques au sein des habitats meubles de ces réserves. Il est décrit dans la mesure MR1 modifiée (cf. Annexe).

1.2.2.2 Le clapage au niveau d'Antioche

L'étude de dispersion des sédiments immergés réalisée en 2008³ pour le compte de la Ville de La Rochelle lors des travaux d'extension du port de plaisance a permis d'estimer les impacts potentiels des clapages sur le site d'Antioche en termes de turbidité.

Cette étude a concerné un volume d'un million de m³ qui devait être immergé et qui a été modélisé.

Les résultats de la modélisation sont présentés sur la planche 3 suivante.

Des simulations à long terme (1 mois de clapage) en période hivernale ont montré que :

- Hormis pour la zone de clapage elle-même, les turbidités restent faibles ;
- De manière générale, le panache se disperse sur l'ensemble des pertuis et s'étend très progressivement vers l'ouest ;
- Il tend ensuite à repartir vers le nord au large de l'Île de Ré avec des turbidités induites très faibles, dans la plupart des cas inférieures, voire très nettement inférieures, aux niveaux de turbidité ambiante.

Les résultats montrent que les concentrations peuvent atteindre plus de 100 mg/l dans les couches de fond à proximité immédiate du point de clapage. Les concentrations atteignant les côtes sont de 2,5 mg/l.

Il apparaît que les sédiments issus des clapages sont au final intégrés, d'une part, aux zones vaseuses littorales et, d'autre part, de manière beaucoup plus diffuse, aux sédiments se déposant au large, par des profondeurs supérieures à 50 m, là où l'agitation n'est plus en mesure de remobiliser ces sédiments.

En dehors des zones où les fonds sont naturellement vaseux, il n'y a pas de dépôt pérenne et les rares dépôts temporaires restent quasiment partout inférieurs au millimètre.

Lors du projet Port Horizon 2025, les volumes à claper sur le site d'Antioche seront d'environ 430 000 m³, au lieu de 340 000 m³, tels que mentionnés dans le dossier de demande d'autorisation. Cette évolution fait suite à la prise en compte d'une recommandation du parc naturel marin de l'estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis, visant à garantir, sur le site du Lavardin, tous usages cumulés, un volume de clapage inférieur à 510 000 m³/an. Ce qui a amené le Port à prévoir une baisse des volumes immergés sur ce site et une augmentation sur le site d'Antioche. Néanmoins, sur le site d'Antioche, les effets des clapages peuvent être estimés comme demeurant de **2 à 3 fois plus faibles** que ceux simulés en 2008 (immersion de un million de m³) et donc de moindre impact.

D'après la modélisation de 2008, l'augmentation de la turbidité générée par les clapages pourrait atteindre les réserves de la Casse de la Belle Henriette et de Lilleau-des-Niges. Les concentrations en jeu seront toutefois très limitées (<2,5 mg/l en leur maximum temporel) et sans effets sur les habitats eu égard notamment aux variations naturelles de matières en suspensions dans ces milieux intertidaux.

Les réserves du Marais d'Yves, de Moëze-Oléron et de la Baie d'Aiguillon ne sont pas concernées par une perturbation de la qualité de l'eau par les opérations de clapage sur la zone d'Antioche.

Toutefois, PALR propose d'effectuer un suivi des peuplements benthiques qui est décrit dans la mesure MR1 modifiée (cf. Annexe).

³ Créocéan, 2008, Extension du Port de Plaisance des Minimes - Modélisations hydro-sédimentaires de plusieurs sites d'immersion, rapport 1083009RAindB, juillet 2008.

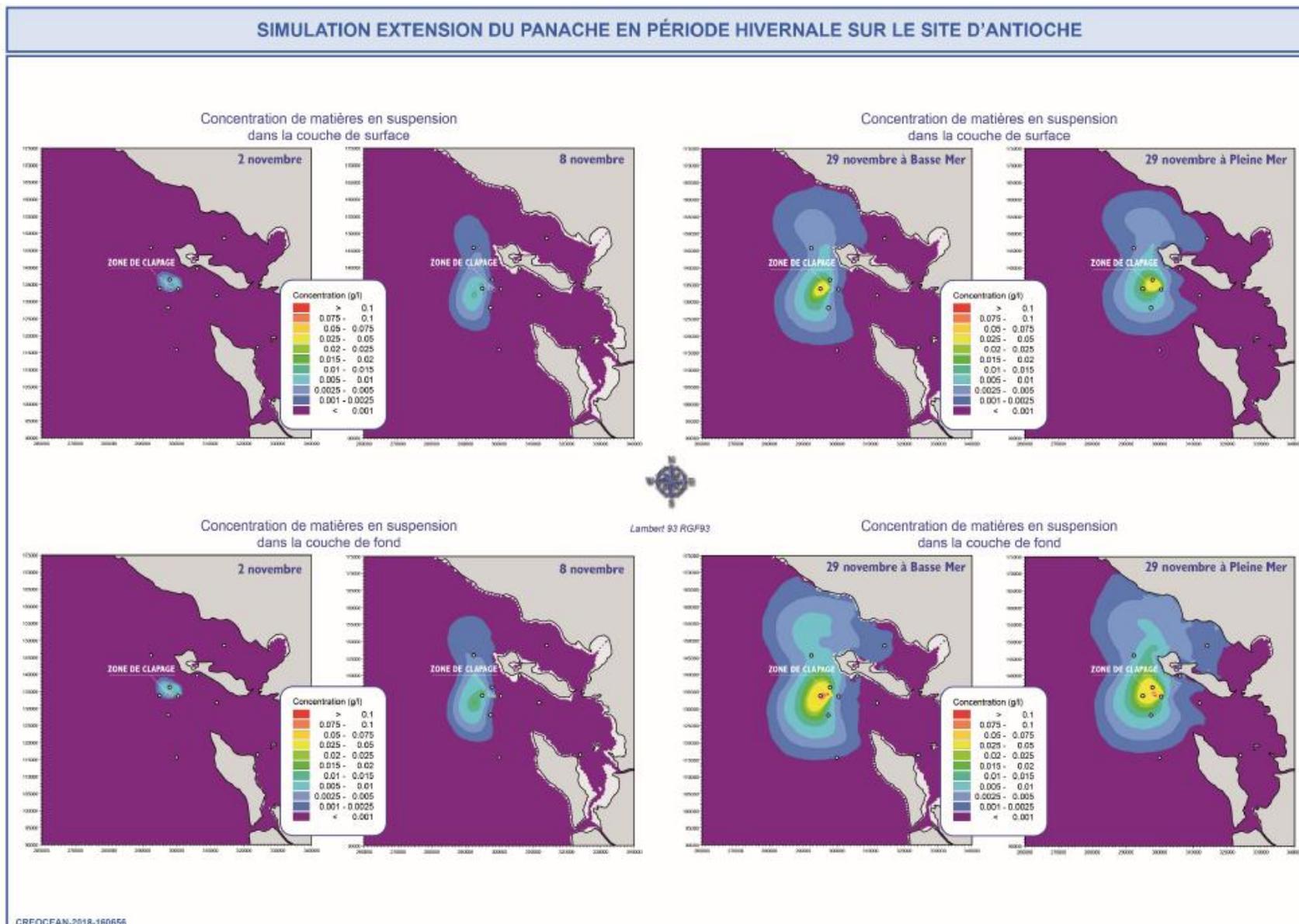


Planche 3 : Simulation de l'extension du panache en période hivernale sur le site d'Antioche

1.2.2.3 Le clapage au niveau du Lavardin

L'étude de la dispersion par modélisation mise en œuvre en 2012 par Créocéan (Étude de dispersion des sédiments immergés à proximité de Grand Port Maritime de La Rochelle - Septembre 2012, en annexe 13) sur le devenir des sédiments clapés permet d'appréhender les effets potentiels en termes de turbidité et d'extension du panache. Dans cette étude, les volumes pris en compte sont de 510 000 m³ pour une année.

Comme évoqué en 1.2.2.2 du présent mémoire, afin de prendre en compte une recommandation du parc naturel marin de l'estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis, visant à garantir que la totalité des volumes immergés annuellement sur le site du Lavardin ne dépassera pas 510 000 m³/an toutes activités cumulées, le Port a prévu de faire évoluer le scénario qu'il retient pour la répartition des volumes de sédiments à immerger sur chaque site dans le cadre des travaux du Projet Port Horizon 2025. Pour le Lavardin, le volume retenu est de 120 000 m³ au lieu de 210 000 m³ précédemment. Dans ces conditions, compte-tenu des autres usages du site, les volumes annuels immergés sur le site du Lavardin ne dépasseront pas 360 000 m³ toutes activités confondues, pour chacune des années 2020 et 2021.

Ainsi, les conclusions de l'étude de dispersion permettant d'apprécier les incidences des clapages sur ce site sont maximalistes. Elles donnent néanmoins la tendance du déplacement du panache turbide émis par les immersions.

Évolution à court terme

Les résultats de la simulation permettant de décrire les effets à court terme ont été calculés de la manière suivante : une journée d'opération sur le site du Lavardin (soit 10 opérations de clapage successives pendant 10 heures) puis observation des résultats après 10 heures et 24 heures (sans qu'aucun nouveau rejet ne soit réalisé).

Les résultats pour une marée de vive-eau et de morte-eau sont présentés sur les planches 4 et 5 suivantes.

Il ressort que les conditions hydrodynamiques qui induisent les plus fortes concentrations en MES sont les périodes de morte-eau à l'inverse celles qui induisent la plus grande dispersion spatiale du panache turbide sont les périodes de vive eau.

En période de morte-eau : Le panache turbide reste cantonné à un secteur proche du point d'immersion, au niveau des petits fonds du plateau du Lavardin avec des concentrations pouvant être >100 mg/l près du fond. Il s'étend principalement vers le nord-est et vers le sud-ouest. L'expansion du panache est conditionnée à l'agitation, il sera maximal en cas de forte agitation. Il se disperse sous l'effet des courants de marée depuis le coureau de la Pallice vers le secteur ouest sud-ouest dans le pertuis d'Antioche. Après 24 heures, l'agitation contribue à la dilution des Matières En Suspension (MES) (< 15 mg/l dans le panache), avec des concentrations sensiblement comparables aux concentrations naturelles des eaux dans les petits fonds des pertuis de l'ordre de 15 à 30 mg/l.

En période de vive-eau : les plus fortes concentrations pouvant être >100mg/l sont identifiées à proximité immédiate du site près du fond. Il s'étend principalement vers le nord-est et vers le sud-ouest. Après 24 heures, les concentrations dans le panache en direction du pertuis d'Antioche sont inférieures à 8 mg/l. Elles atteignent au maximum 15 mg/l immédiatement au nord du site d'immersion.

Il faut mentionner également que les vents ont une part prépondérante sur la dispersion spatiale du panache. Ainsi :

- Les vents d'Ouest (les plus récurrents) ont tendance à orienter le panache vers le littoral (direction NE à E). Les concentrations maximales pouvant atteindre 50 mg/l près du fond ;

- Les vents de Sud dissipent le panache turbide et ce sur toute la colonne d'eau (surface / fond).

Évolution à long terme

L'effet des immersions au Lavardin sur la qualité globale des eaux du pertuis d'Antioche à proximité du site d'immersion est réel. À l'échelle d'une campagne annuelle d'immersion, l'ensemble du pertuis est concerné par des apports en Matières En Suspension (MES), ainsi que le coureau de la Pallice.

Les petits fonds (moins de 7 m CM) de la partie orientale du pertuis constituent les zones préférentielles d'expansion du panache turbide. Le transit dans le coureau de la Pallice sous l'effet des courants de marée contribue également à de fortes concentrations en MES dans ce secteur.

Les plus fortes concentrations sont rencontrées près du fond. En surface, elles sont comparables aux teneurs naturelles, à l'exception des secteurs proches du site d'immersion où elles peuvent atteindre des niveaux plus élevés (jusqu'à 50 mg/l). Signalons que ces fortes concentrations sont récurrentes au cours d'une campagne de dragage – immersion, mais relativement ponctuelles sous l'action des marées.

Les immersions de déblais de dragage sur le site du Lavardin ont donc un effet direct mais modéré d'alimentation du bruit de fond turbide dans le pertuis d'Antioche. Cet impact n'est cependant pas spécifiquement identifiable à long terme.

La variabilité des concentrations naturelles en MES ne permet pas de discerner particulièrement les panaches liés aux immersions, d'autant plus que les matériaux en jeu sont identiques à ceux qui transitent naturellement dans les pertuis charentais.

Par ailleurs, les immersions sur le site du Lavardin sont pratiquées de longue date et pendant toutes les périodes hivernales, pour les besoins en dragage d'entretien de Port Atlantique La Rochelle, du Port de pêche de Chef de Baie et du Port de plaisance de La Rochelle. De ce fait, ni les mesures de référence de MES, ni les analyses par observations satellites ne s'affranchissent de l'impact turbide généré par ces opérations.

L'effet des clapages sur la turbidité des eaux est temporaire, sa persistance est tributaire des conditions océano-météorologiques.

Les résultats de la modélisation montrent qu'aucune réserve n'est atteinte par une augmentation de la turbidité du fait des effets cumulés des immersions sur le site du Lavardin.

Toutefois, PALR propose d'effectuer un suivi des peuplements benthiques qui est décrit dans la mesure MR1 modifiée (cf. Annexe).

Mémoire en réponse à l'avis du CNPN

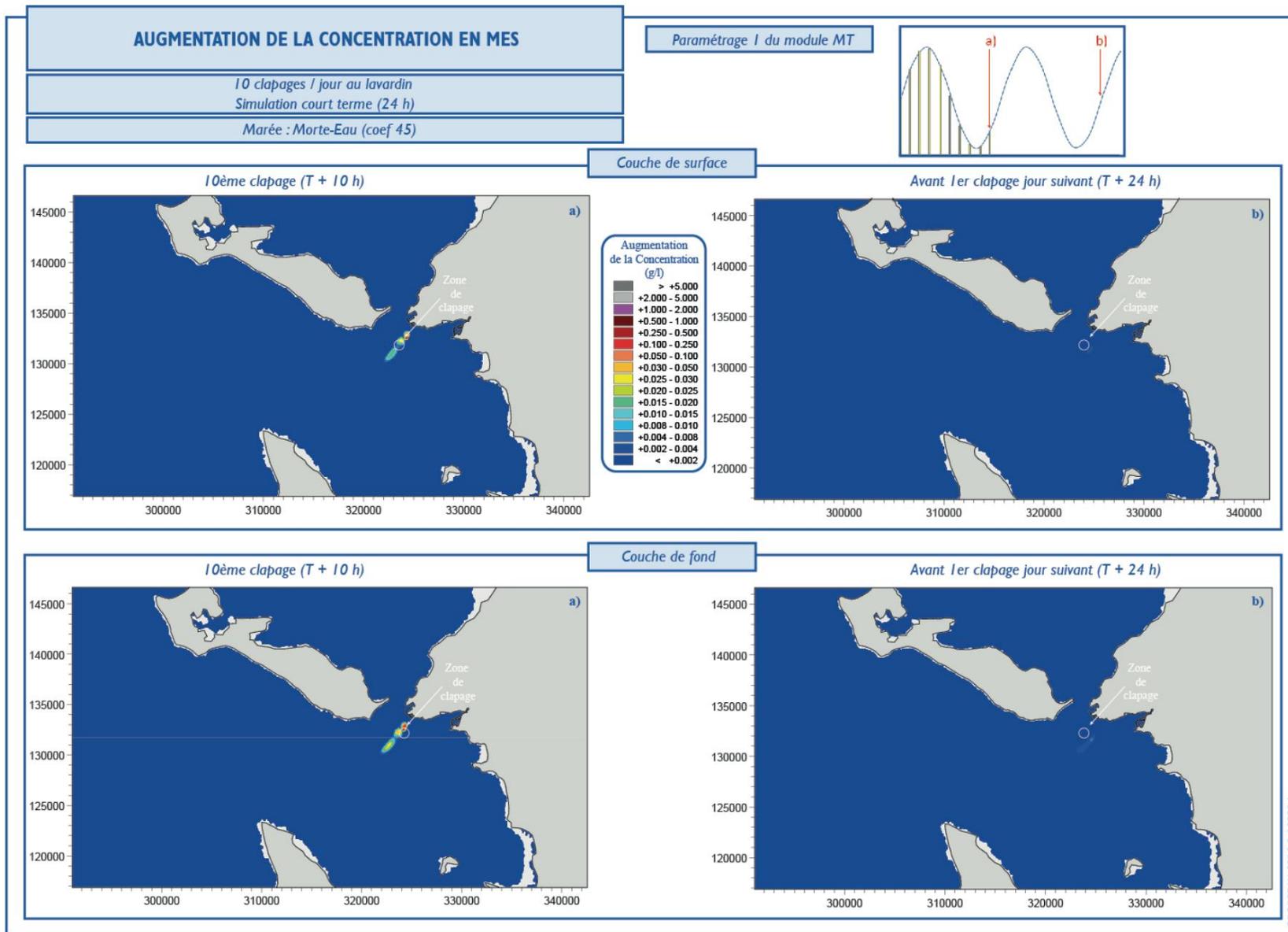


Planche 4 : Extension du panache turbide - cas d'une marée de morte-eau – simulation à court terme

Mémoire en réponse à l'avis du CNPN

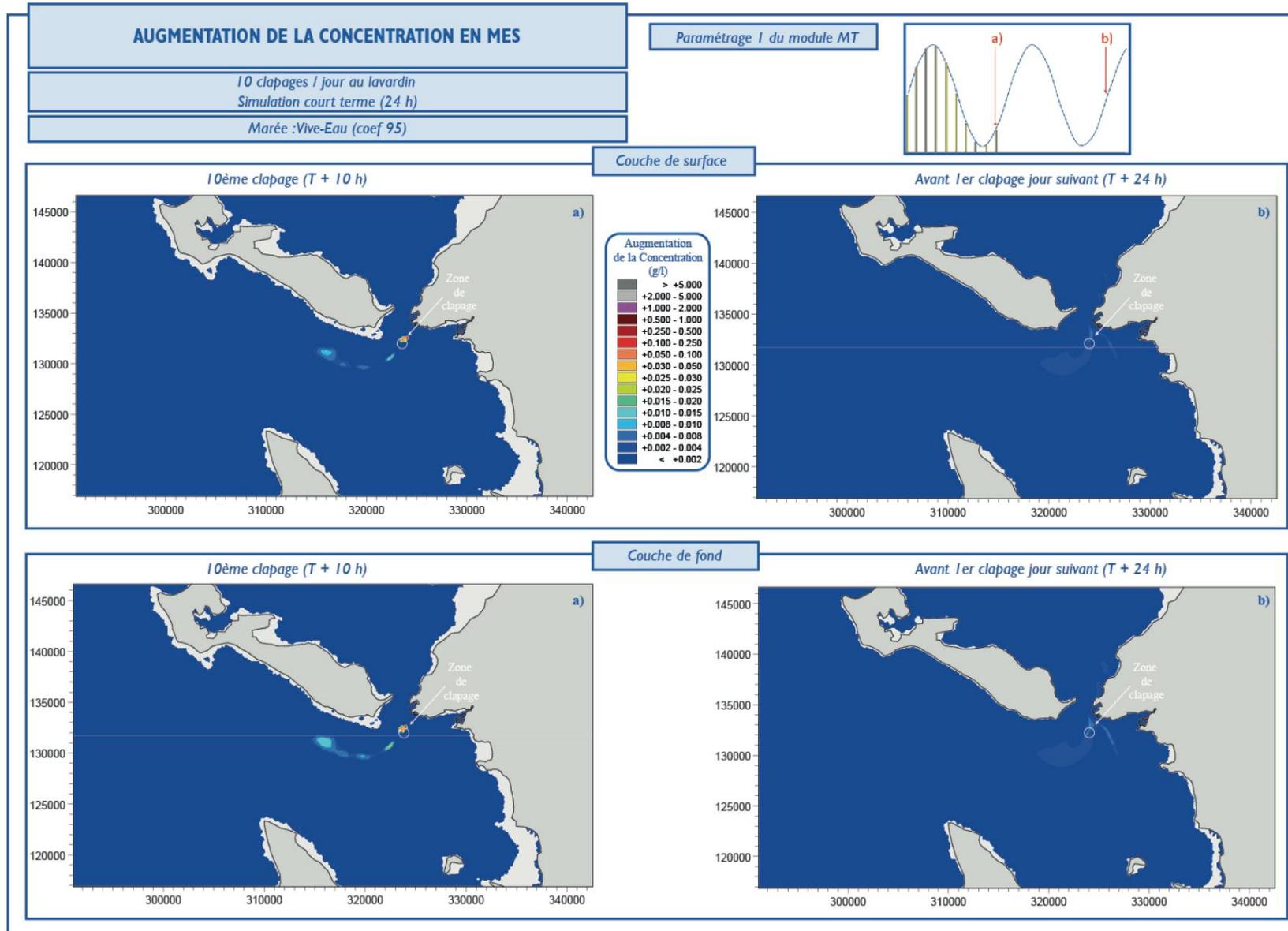


Planche 5 : Extension du panache turbide - cas d'une marée de vive-eau – simulation à court terme

2 REMARQUE 2 : ACCUMULATION DE CONTAMINANTS DANS LES CHAINES TROPHIQUES

2.1 Détail de la remarque

Le CNPN recommande de prouver qu'il n'y a pas d'impact par accumulation dans les chaînes trophiques de contaminants et métaux lourds contenus dans les sédiments déplacés sur les écosystèmes marins dont les espaces protégés (réserves naturelles de la Baie d'Aiguillon et de la Belle-Henriette au nord du port, les réserves de la Baie d'Yves et de Moeze -Oléron au sud, Lilleau des Niges à l'ouest) lié aux transferts de vases et sédiments.

2.2 Réponse du maître d'ouvrage

2.2.1 Caractérisation géochimique des sédiments de la zone à draguer dans le port

Les éléments relatifs à la qualité des sédiments portuaires sont présentés en annexe 2 du dossier de demande de dérogation (pages numérotées 244 et suivantes).

2.2.1.1 Rappel méthodologique

Dans le cadre du projet Port Horizon 2025, afin d'identifier les sédiments meubles superficiels et profonds d'un point de vue granulométrique, une étude complémentaire a été réalisée entre juin et août 2017 sur les futures zones de dragage et déroctage. Cette étude a été réalisée par SCE/Créocéan : « Expertise sur la qualité des sédiments portuaires : projet Port Horizon 2025 - mars 2018 ».

Les analyses ont porté sur 17 échantillons moyens conditionnés à partir de 31 prélèvements (carottages et bennes).

Il est constaté que la majorité des échantillons présentent un taux de vases compris entre 45 et 65 %, exception faite d'une station située au nord de la zone d'étude (station ASM 5) qui se caractérise par une forte proportion de sable (et également de débris coquilliers) (cf. Figure 3).

Une homogénéité granulométrique est constatée par secteur :

- Anse Saint-Marc : sédiment à vase fine avec proposition sableuse de 40 à 50 % exception d'ASM 5 où la présence sableuse est de plus de 80 % ;
- Chef de Baie : sédiment vase fine avec une proportion sableuse de 35 à 45 % ;
- Chenal Sud : sédiment vase avec 50 % de part sableuse.

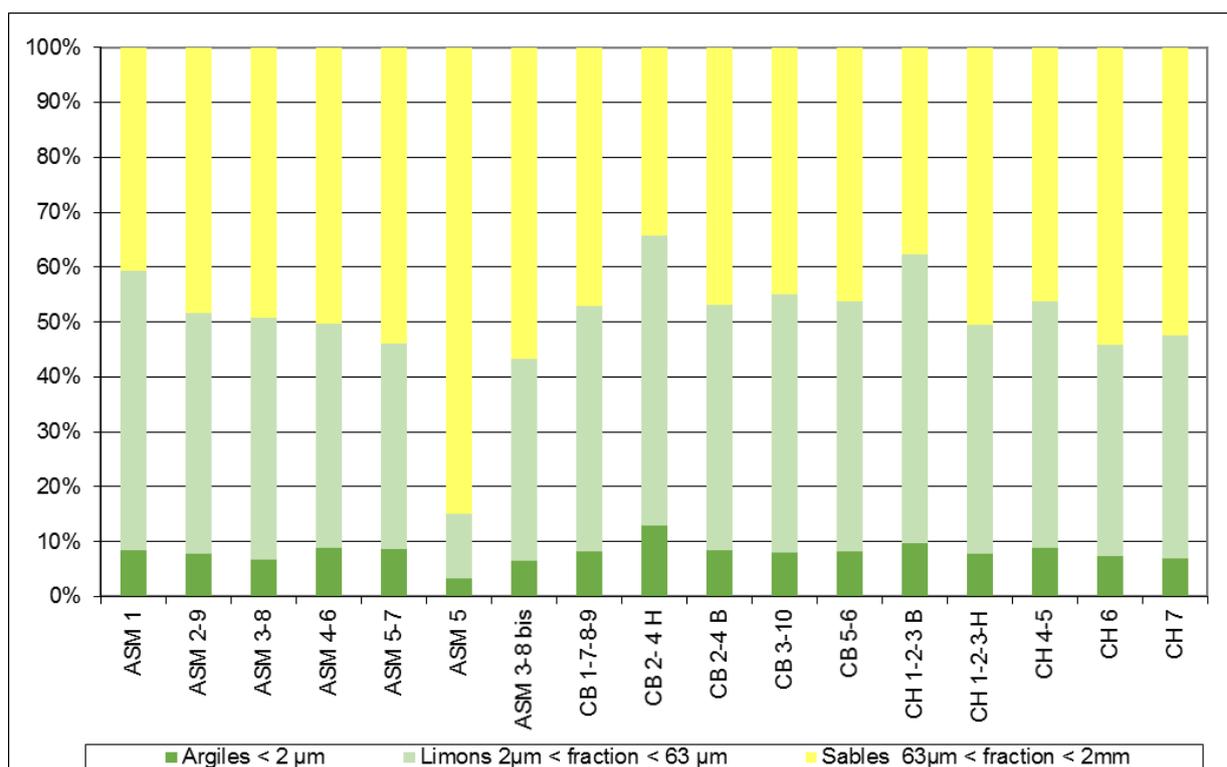


Figure 3 : Représentation graphique de la classification granulométrique des échantillons analysés (Créocéan, 2018)

Les prélèvements ont aussi été analysés par un laboratoire agréé pour rechercher les traces de contaminants. Les analyses suivantes ont été réalisées :

- Granulométrie (% limon, sable, argile), Matière sèche, Densité ;
- Aluminium ;
- Matière organique (ou Carbone Organique Total), Taux de matière organique (méthode de la perte au feu) ;
- Éléments traces métalliques (métaux lourds) soit Arsenic (As), Cadmium (Cd), Chrome (Cr), Cuivre (Cu), Mercure (Hg), Nickel (Ni), Plomb (Pb), Zinc (Zn) ;
- Éléments traces organiques comme ;
 - Les Polychlorobiphényles (PCB congénères 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180) ;
 - Les Hydrocarbures Poly Aromatiques (HPA) au nombre de 16 – la somme des HPA ;
 - Le Tributylétain (TBT ; et ses produits de dégradation) ;
- Les nutriments : azote Kjeldhal total, phosphore total ;
- Les microorganismes pathogènes *E.coli* et les streptocoques fécaux.

Les résultats obtenus sont comparés aux niveaux de référence à prendre en compte, issus des arrêtés suivants :

- Du 09/08/2006 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou de canaux (remplaçant et modifiant l'arrêté du 14/06/2000) ;
- Du 23/12/2009 et du 17/07/2014 complétant l'arrêté du 09/08/2006 – relatif au TBT ;
- Du 08/02/2013 complétant l'arrêté du 09/08/2006 – relatif au HAPs ;
- Du 17/07/2014 complétant l'arrêté du 09/08/2006 – relatif au PCBs.

Mémoire en réponse à l'avis du CNPN

La circulaire relative aux conditions d'utilisation du référentiel de qualité des sédiments marins ou estuariens présents en milieu naturel ou portuaire défini par arrêté ministériel précise :

- « Ainsi, au-dessous du niveau N1, l'impact potentiel est, en principe, jugé d'emblée neutre ou négligeable, les teneurs étant « normales » ou comparables au bruit de fond environnemental. Toutefois, dans certains cas exceptionnels, un approfondissement de certaines données peut s'avérer utile » ;
- « Entre les niveaux N1 et N2, une investigation complémentaire peut s'avérer nécessaire en fonction du projet considéré et du degré de dépassement du niveau N1. Ainsi, une mesure, dépassant légèrement le niveau N1 sur seulement un point ou quelques échantillons analysés, ne nécessite pas de complément sauf raison particulière (par exemple toxicité de l'élément considéré : Cd, Hg, ...) » ;
- « Au-delà du niveau N2, une investigation complémentaire est généralement nécessaire, car des indices notables laissent présager un impact potentiel négatif de l'opération. Il faut alors mener une étude spécifique portant sur la sensibilité du milieu aux substances concernées avec, au moins, un test d'écotoxicité global du sédiment, une évaluation de l'impact prévisible sur le milieu et, le cas échéant, affiner le maillage des prélèvements sur la zone concernée ».

Ces arrêtés et circulaires fixent ainsi des concentrations seuils N1 et N2. Les niveaux de référence sont les suivants :

Paramètres	Niveau	
	Niveau N1	Niveau N2
Éléments traces (mg/kg Sec)		
Arsenic (As)	25	50
Cadmium (Cd)	1,22	2,4
Chrome (Cr)	90	90
Cuivre (Cu)	45	180
Mercure (Hg)	0,4	0,8
Nickel (Ni)	37	74
Plomb (Pb)	100	200
Zinc (Zn)	276	552
PCB (mg/kg)		
PCB congénère 28	0,005	0,01
PCB congénère 52	0,005	0,01
PCB congénère 101	0,01	0,02
PCB congénère 118	0,01	0,02
PCB congénère 138	0,02	0,04
PCB congénère 153	0,02	0,04
PCB congénère 180	0,01	0,02
HAP (mg/kg)		
Acénaphène	0,015	0,26
Acénaphylène	0,04	0,34
Anthracène	0,085	0,59
Benz (a) anthracène	0,26	0,93
Benzo (a) pyrène	0,43	1,015
Benzo (b) fluoranthène	0,4	0,9
Benzo (g,h,i) pérylène	1,7	5,65
Benzo (k) fluoranthène	0,2	0,4
Chrysène	0,38	1,59
Di benzo (a,h) anthracène	0,06	0,16
Fluoranthène	0,6	2,85
Fluorène	0,02	0,28
Indéno(1,2,3-cd) pyrène 1	1,7	5,65
Naphtalène	0,16	1,13
Phénanthrène	0,24	0,87
Pyrène	0,5	1,5
Organostanniques (mg/kg)		
TBT	0,1	0,4

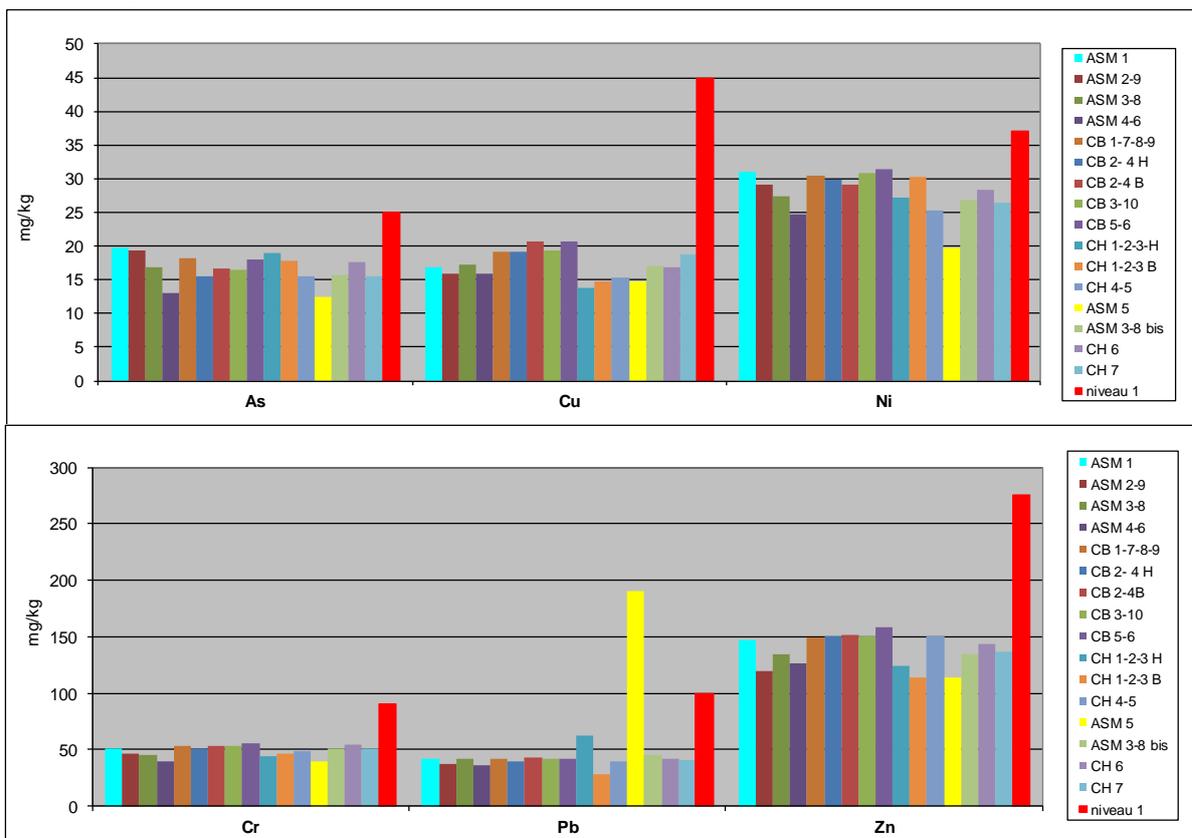
Tableau 1 : Niveaux de référence pour les sédiments dragués

Mémoire en réponse à l'avis du CNPN

D'autre part, des analyses radiochimiques ont été menées sur 13 échantillons (la moitié des 26 échantillons confectionnés) afin de vérifier l'absence de contamination radiochimique des futurs déblais de dragage dans un contexte rochelais où cette question est d'importance, du fait d'une activité industrielle historique qui a déversé des effluents chargés en radionucléides dans les eaux de la baie. Pour cela, les analyses sont prioritairement focalisées sur les radionucléides naturels appartenant à la chaîne de désintégration⁴ du Thorium 232.

2.2.1.2 Les éléments métalliques

Les analyses portant sur les éléments métalliques suivants : Arsenic, Chrome, Cuivre, Nickel, Zinc, Cadmium et Mercure, ne présentent aucun dépassement du seuil N1 quel que soit l'échantillon considéré. Concernant le Plomb, un seul dépassement de la valeur N 1 est observé sur l'échantillon ASM 5 avec 190 mg/kg sec, cette valeur restant néanmoins en dessous du seuil N2 (200mg/kg sec). Les figures suivantes présentent les résultats pour les éléments traces métalliques :



⁴ Une chaîne de désintégration, ou chaîne radioactive, ou désintégration en cascade, ou encore filiation radioactive, désigne une série de désintégrations, apparaissant par transformation spontanée d'un radioisotope instable, permettant d'arriver à un élément chimique dont le noyau atomique est stable (c'est-à-dire non radioactif). Le plomb est généralement le point stable auquel les chaînes de désintégration s'arrêtent.

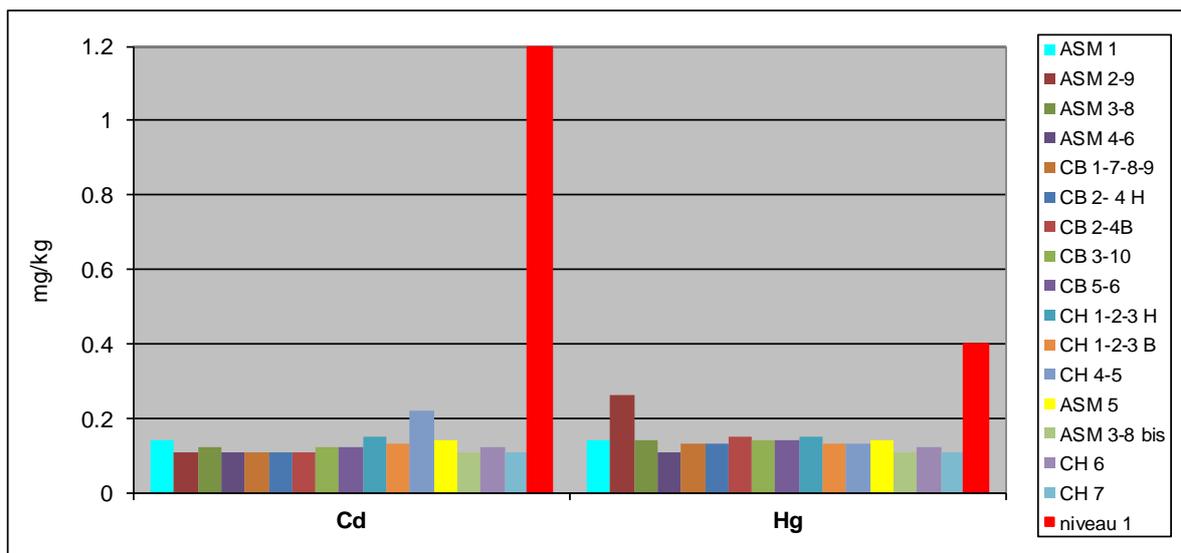


Figure 4 : Représentation graphique des teneurs en éléments métalliques présents dans les échantillons analysés (Créocéan, 2018)

2.2.1.3 Les Polychlorobiphényles (PCB)

Les Polychlorobiphényles (PCBs) sont des composés qui ont été longtemps utilisés comme fluides diélectriques, calandrage, additifs pour caoutchouc et matières plastiques. Leur utilisation est strictement réglementée et interdite en France depuis 1987. Il s'agit de contaminants persistants avec une capacité de bioaccumulation et une importante toxicité. Ils sont des indicateurs qui permettent d'estimer la contamination générale du milieu.

Aucune concentration en PCB supérieure aux seuils de quantifications N1 n'a été détectée. Les concentrations sont dans leur grande majorité inférieures aux seuils de détection analytique.

2.2.1.4 Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs) présents dans l'environnement résultent de différents processus : biosynthèse par les organismes vivants, pertes à partir du transport/utilisation de carburants fossiles, pyrolyse des matières organiques à haute température, feu de forêts, combustion des charbons et pétroles. Ce dernier processus est la principale voie d'entrée des HAP dans l'environnement et est souvent d'origine anthropique. Deux échantillons présentent des valeurs supérieures à N1 en juin 2017 il s'agit de ASM 3-8 et ASM 5-7

- Concernant ASM 3-8 avec une concentration en pyrène de 0,563 mg/kg sec, la valeur seuil N1 étant fixée à 0,500 mg/kg sec, le dépassement reste en soi minime mais effectif. Une analyse complémentaire sur le même échantillon a donc été demandée au laboratoire pour confirmation. Il s'est avéré que, sur la deuxième prise, le taux en pyrène est titré à 0,399 mg/kg. Toutefois, afin de confirmer cette valeur un échantillonnage complémentaire avec une analyse du panel entier des HAP a été réalisé lors de l'investigation d'août. Les nouveaux résultats ne présentent aucun dépassement en pyrène sur ce nouvel échantillon moyen (ASM 3 / ASM 8) ;
- Concernant l'échantillon ASM 5, aucun dépassement du seuil N1 n'est observé, contrairement aux analyses préalables portant sur l'échantillon moyen ASM 5-7. Pour mémoire, la station ASM 7 n'étant plus dans l'emprise de la zone à draguer, un nouvel échantillonnage a donc été réalisé en août sur ASM 5. Il apparaît donc que les sédiments présents au nord de cette zone sont susceptibles de présenter potentiellement des contaminations en HAP du fait de la proximité du viaduc et des antécédents de l'activité de cette zone. Il sera nécessaire d'être vigilant lors du dragage en respectant les limites nord du secteur.

2.2.1.5 Le Tributylétain (TBT)

Le Tributylétain (TBT) est un biocide utilisé, jusqu'en 2003, dans les peintures anti-salissures des coques de navires pour empêcher la fixation des algues et des mollusques sur les parties immergées des bateaux. Il est interdit sur les coques de navire depuis 2008 (sauf conditions spéciales).

Aucune concentration n'est supérieure au seuil N1 fixé à 100 mg/kg sec.

2.2.1.6 L'embryotoxicité

Les tests d'embryotoxicité sont réalisés en complément des précédentes analyses compte-tenu du dépassement de la valeur N1 pour deux paramètres sur les échantillons suivants :

- ASM5 présentant une valeur en Pb de 190 mg/kg (N1=100) ;
- ASM 3-8 (échantillon moyen initial) présentant une concentration en pyrène de 0,563 (N1 =0.500 mg/kg).

Le test basé sur l'embryotoxicité des œufs fécondés d'huître creuse (*Crassostrea gigas*) est préconisé, en raison sa grande sensibilité et de sa capacité à discriminer différents niveaux de contamination des sédiments. Le test d'embryotoxicité est un test statique d'écotoxicité aquatique, qui vise à déterminer l'induction d'anomalies du développement chez un certain nombre d'individus après exposition à différentes concentrations d'un éluat de sédiment, dont on veut évaluer la toxicité.

Les critères d'effet mesurés sur les larves sont :

- Une altération de la coquille (charnière non rectiligne, valves inégales ou incomplètes) ;
- Une hypertrophie du manteau ;
- Le blocage à un stade embryonnaire.

La phase finale du développement embryonnaire des bivalves est constituée par le stade de larve "D", qui correspond au début de l'évolution larvaire. La toxicité des sédiments est alors évaluée par le pourcentage d'anomalies du développement embryonnaire pour des expositions à des concentrations en sédiment comprises entre 0 et 10 g.l-1. Les résultats de ce test permettent d'exprimer une valeur de CE50 (Concentration efficace 50 %).

Les résultats des tests de toxicité sur le développement de larves d'huîtres montrent respectivement 81,7 % et 80,5 % de larves normales avec les sédiments des deux échantillons testés, ASM 5 et ASM 3-8 (soit. 18,3 % et 19,5 % de larves anormales). Un tel niveau de développement normal est révélateur d'une **toxicité faible**, d'après la grille d'évaluation Geodrisk.

C'est d'autant plus vrai que le pourcentage de larves normales obtenu sur témoin négatif à l'eau de mer n'est que de 85,7 %.

TOXICITE	POURCENTAGE DE LARVES ANORMALES A 5G/L
Négligeable	< 10
Faible	10 à 30
Moyenne	30 à 50
Forte	> 50
Très forte	Blocage du développement au stade embryon

Figure 5 : Grille Geodrisk (Créocéan, 2018)

2.2.1.7 La microbiologie

Bien qu'aucune réglementation ne soit associée à l'analyse microbiologique dans les sédiments, la proximité d'activités de baignade et conchylicoles nécessite une surveillance de ces paramètres dans les sédiments à draguer. Toutefois, la grille bactériologique des sédiments usuelle est celle de la grille indicative CQEL 17 et 85, fonction du nombre d'E.coli par 10 grammes de sédiment :

- <10=bonne ;
- 10 < X <100=moyenne ;
- 100 < X <1000=médiocre ;
- >1000=mauvaise.

Dans le cas présent, la majorité des échantillons (9 sur 17) voient leurs concentrations en *E. coli* inférieures au seuil de détection analytique fixé à 7 NPP (Nombre le Plus Probable) dans 10 g de MB (Matériau Brut).

Les 8 autres échantillons ont des concentrations comprises entre 8 et 46 NPP pour 10 g de MB.

Selon la grille CQEL, les analyses microbiologiques montrent une qualité considérée de bonne à moyenne.

2.2.1.8 Les radionucléides

Rappel source : SCE/Créocéan : « Qualité radiochimique des sédiments portuaires - octobre 2017 ».

Les analyses pratiquées sur certains radionucléides de la chaîne du Thorium 232 fournissent des résultats significatifs d'une absence de contamination (issue des rejets industriels historiques en baie de La Rochelle). Tant en masse qu'en activité, les valeurs mesurées sont d'un niveau faible correspondant au bruit de fond naturel local (bruit de fond de valeur basse par rapport aux éléments comparatifs fournis par l'IRSN dans les sédiments marins ou estuariens).

Dans la filiation de l'Uranium 238, seul le Plomb 212 affiche des valeurs d'activité supérieures à celles correspondant à l'équilibre séculaire naturel au sein de la chaîne de désintégration ; ceci du fait d'apports atmosphériques venant du Radon 222 présent dans l'atmosphère, ce qui n'est pas du tout spécifique au secteur rochelais.

Les niveaux mesurés en Césium 137 sont dans la fourchette basse des valeurs observées de nos jours dans les sédiments, du fait des apports industriels dans l'atmosphère et principalement de l'accident de Tchernobyl.

Il est possible de conclure à une absence de contamination des sédiments portuaires en radionucléides issus des rejets industriels historiques en baie de La Rochelle, et à une absence de contamination particulière en radionucléides issus de retombées atmosphériques.

De ce point de vue, le dragage et le transport de sédiments au sein du milieu naturel côtier sont possibles sans risque de perturbation notable de ce dernier.

2.2.1.9 Synthèse

Les résultats des analyses des sédiments dans l'emprise des travaux permettent de conclure à :

- Une homogénéité granulométrique par secteur :
 - Anse Saint-Marc : sédiment à vase fine avec proposition sableuse de 40 à 50 % exception d'ASM 5 où la présence sableuse est de plus de 80 % ;
 - Chef de Baie : sédiment vase fine avec une proportion sableuse de 35 à 45 % ;
 - Chenal Sud : sédiment vase avec 50 % de part sableuse ;
- Pour les paramètres physico-chimiques :
 - Les sédiments sont fluides et peu compacts ;
 - Riches en matière organique et nutriments ;
- Pour les paramètres chimiques :
 - Un seul dépassement du seuil de référence N1 en Pb sur ASM 5 ;
 - Aucun dépassement en PCB et TBT ;
 - Un seul dépassement en HAP sur le premier échantillon de la station ASM 3-8, qui s'est avéré inférieur à N1 après un second passage du même échantillon. Ce dépassement n'est pas confirmé non plus sur l'échantillon moyen ASM 3-8 échantillonné en août 2018 ;
- Une toxicité potentielle faible ;
- Pour les radionucléides :
 - Les valeurs mesurées sont d'un niveau faible correspondant au bruit de fond naturel local ;
 - Les valeurs de Césium 137 sont dans les limites basses des valeurs observées usuellement ;
 - Les sédiments ne sont pas contaminés en radionucléides issus des anciens rejets dans la baie ou de rejets atmosphériques.

À noter qu'aucune variation significative de qualité n'a été observée sur les différents horizons d'une même carotte. En conclusion, les sédiments, non significativement altérés chimiquement, sont compatibles avec la réglementation autorisant le dragage et l'immersion des déblais de dragage.

2.2.2 Incidence des clapages sur la qualité des eaux et le plancton

Les éléments relatifs aux effets des clapages et du rejet des eaux de ressuyage sur la qualité des eaux sont présentés en annexe 3 du dossier de demande de dérogation (pages numérotées 564 et suivantes).

Les éléments relatifs aux effets des clapages et du rejet de ressuyage sur le plancton sont présentés en annexe 3 du dossier de demande de dérogation (pages numérotées 613 et suivantes).

2.2.2.1 Effet sur la qualité des eaux au niveau des sites de clapage

2.2.2.1.1 Généralités

La rédaction de ce chapitre s'est appuyée sur le document « guide de rédaction des études d'impact d'opérations de dragage et d'immersion en milieu estuarien et marin » produit par le groupe d'études GEODE (GEODE, 2014), sur les retours d'expérience de précédents travaux maritimes, sur les études spécifiques en modélisation ou suivis réalisés par différents bureaux d'études et sur les études complémentaires réalisées par Créocéan pour Port Atlantique La Rochelle en 2017.

Durant la phase travaux, différents leviers d'effets sur la qualité des eaux sont susceptibles d'être générés. Ces types d'effets sont plus ou moins similaires à l'ensemble des opérations, c'est pour cela qu'ils sont décrits de manière globale pour l'ensemble des travaux. Ils peuvent être de nature physique, chimique, ou biologique et sont détaillés ci-dessous. Ils seront ensuite quantifiés de manière distincte pour chacune des opérations prévues.

Les effets physiques : remise en suspension des sédiments et augmentation de la turbidité

La remise en suspension de matériel particulaire et des contaminants qui lui sont potentiellement associés représente un des principaux vecteurs d'altération de la qualité des eaux lors d'une opération de dragage et d'immersion.

Pour les immersions, cette altération est directement reliée au rejet des matériaux en mer et au potentiel de remobilisation ultérieure des fines du dépôt. L'étendue de ce phénomène sera fonction de la technique employée, de la densité des particules, des conditions hydrodynamiques et de la profondeur d'immersion.

Dans tous ces cas, la qualité de l'eau est ainsi directement modifiée par augmentation de la charge particulaire et l'accroissement de la turbidité. Les principales incidences potentielles associées à ce phénomène sont :

- La réduction de la transparence de l'eau et de la visibilité dans l'eau ;
- La mobilisation potentielle de contaminants physico-chimiques, lorsque les sédiments sont contaminés ;
- L'accroissement de la demande en oxygène.

Les effets chimiques :

Apport / remise en suspension / déplacement de matériaux contaminés : Outre une augmentation de la turbidité, la remise en suspension des sédiments pourra également induire un relargage des contaminants. En effet, les sédiments sont des matrices qui piègent un certain nombre de polluants. Dans le cadre du projet, les analyses chimiques ont montré l'absence de contamination.

Déversement / rejet accidentel de polluants : Les travaux de construction envisagés nécessitent l'utilisation d'engins de chantier terrestre et maritime et de produits polluants tels que les carburants, les huiles de vidange, de goudrons, etc..., sur ou à proximité des espaces littoraux. Des fuites ou écoulements peuvent potentiellement polluer de manière accidentelle le milieu aquatique.

Modification biogéochimique de la colonne d'eau, risque d'eutrophisation : Les opérations de dragage pourront potentiellement venir enrichir les eaux marines, mais le risque d'eutrophisation est un enjeu faible pour les eaux marines, les quelques données disponibles (DCE, études in situ) tendent à montrer une masse d'eau côtière où l'eutrophisation apparaît comme faible et la qualité de la colonne d'eau relativement bonne.

Mémoire en réponse à l'avis du CNPN

De manière générale, ces différents effets seront négatifs et directs sur la qualité des eaux au moins pendant la durée des travaux. La plupart de ces effets devraient s'estomper après les travaux. Les effets attendus seront donc non permanents et de court-terme.

Les déblais descendent au fond en masse avec un écoulement de type jet, aspirant probablement un fort volume d'eau au cours de la chute. Par faible profondeur, le mélange solide - liquide tombe brutalement sur le fond et s'effondre sur lui-même. Lors de cette phase de contact, 15 à 20 % du matériel peuvent être remis en suspension à proximité du fond.

Après cette phase initiale de descente, le mélange commence à se décanter. Les sédiments se déposent sur le fond si la tension de frottement est inférieure à un certain seuil, fonction de la vitesse des courants et de la nature des fonds. Dans le cas contraire, les sédiments sont transportés en suspension ou en charriage sur le fond.

Les particules déposées sont remises en suspension (érosion), lorsque la tension de frottement atteint le seuil d'érosion sous l'effet d'une augmentation de la vitesse des courants de fond ou de la vitesse orbitale de houle.

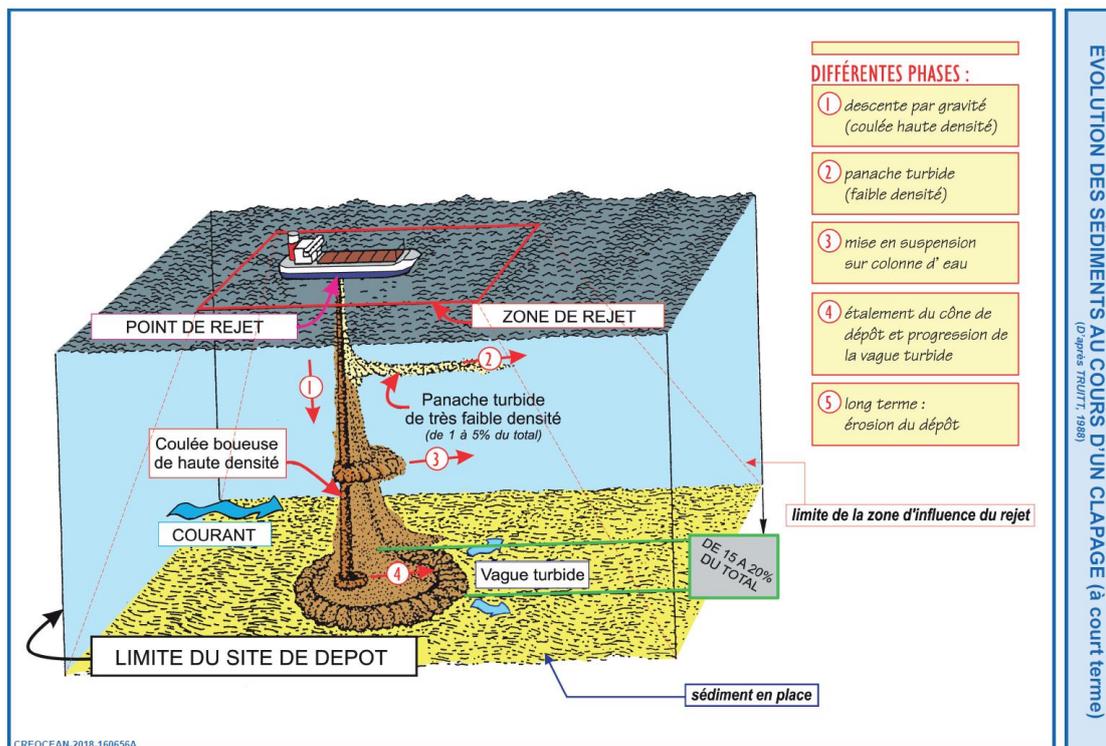


Figure 6 : Principe d'un clapage

2.2.2.1.2 Le site du Lavardin

Les conditions de transport sous l'action des courants se feront donc différemment dans les secteurs du Lavardin en fonction des vitesses de courant et de la nature des matériaux sur le secteur considéré. Les courants sont responsables de deux types de transports :

- Ils participent activement au transport des matériaux en suspension (vases et sables les plus fins) liés directement aux mouvements des masses d'eau ;
- Ils interviennent également dans le transport de sédiments sableux à grossiers lié aux vitesses des courants sur les fonds qui doivent être suffisantes.

Les courants agissant sur la zone d'immersion sont donc susceptibles de remettre en mouvement l'ensemble des sédiments clapés si leur teneur en eau reste suffisamment élevée, c'est-à-dire avant tassement et consolidation. L'absence de dépôts vaseux importants sur les fonds du Lavardin (fonds de cailloutis) montre que les dépôts fins sont évacués à long terme.

L'étude de la dispersion par modélisation mise en œuvre en 2012 par Créocéan (Étude de dispersion des sédiments immergés à proximité du Grand Port Maritime de La Rochelle - Septembre 2012, en annexe 13) sur le devenir des sédiments clapés permet d'appréhender les effets potentiels en termes de turbidité et d'extension du panache. Dans cette étude, les volumes pris en compte sont de 510 000 m³.

Les conclusions de l'étude sont maximalistes, mais donnent la tendance du déplacement du panache turbide émis par les immersions

Évolution à court terme

Les résultats de la simulation permettant de décrire les effets à court terme ont été calculés de la manière suivante : une journée d'opération sur le site du Lavardin (soit 10 opérations de clapage successives pendant 10 heures) puis observation des résultats après 10 heures et 24 heures (sans qu'aucun nouveau rejet ne soit réalisé).

Les résultats pour une marée de vive-eau et de morte-eau ont été présentés sur les planches 4 et 5 (Cf. supra).

Il ressort que les conditions hydrodynamiques qui induisent les plus fortes concentrations en MES sont les périodes de morte-eau à l'inverse celles qui induisent la plus grande dispersion spatiale du panache turbide sont les périodes de vive eau.

En période de morte-eau : Le panache turbide reste cantonné à un secteur proche du point d'immersion, au niveau des petits fonds du plateau du Lavardin avec des concentrations pouvant être >100 mg/l près du fond. Il s'étend principalement vers le nord-est et vers le sud-ouest. L'expansion du panache est conditionnée à l'agitation, il sera maximal en cas de forte agitation. Il se disperse sous l'effet des courants de marée depuis le coureau de la Pallice vers le secteur WSW dans le pertuis d'Antioche. Après 24 heures, l'agitation contribue à la dilution des Matières En Suspension (MES) (<15 mg/l dans le panache), avec des concentrations sensiblement comparables aux concentrations naturelles des eaux dans les petits fonds des pertuis de l'ordre de 15 à 30 mg/l.

En période de vive-eau : les plus fortes concentrations pouvant être >100mg/l sont identifiées à proximité immédiate du site près du fond. Il s'étend principalement vers le nord-est et vers le sud-ouest. Après 24 heures, les concentrations dans le panache en direction du pertuis d'Antioche sont inférieures à 8 mg/l. Elles atteignent au maximum 15 mg/l immédiatement au nord du site d'immersion.

Il faut mentionner également que les vents ont une part prépondérante sur la dispersion spatiale du panache. Ainsi :

- Les vents d'Ouest (les plus récurrents) ont tendance à orienter le panache vers le littoral (direction NE à E). Les concentrations maximales pouvant atteindre 50 mg/l près du fond ;
- Les vents de Sud dissipent le panache turbide et ce sur toute la colonne d'eau (surface / fond).

Les effets des clapages sur la qualité de l'eau (turbidité) sont négatifs, directs, temporaires moyens.

Évolution à long terme

L'effet des immersions au Lavardin sur la qualité globale des eaux du pertuis d'Antioche est réel. À l'échelle d'une campagne annuelle d'immersion, l'ensemble du pertuis est concerné par des apports modérés en Matières En Suspension (MES), ainsi que le coureau de la Pallice.

Les petits fonds (moins de 7 m CM) de la partie orientale du pertuis constituent les zones préférentielles d'expansion du panache turbide. Le transit dans le coureau de la Pallice sous l'effet des courants de marée contribue également à de fortes concentrations en MES dans ce secteur.

Les plus fortes concentrations sont rencontrées près du fond. En surface, elles sont comparables aux teneurs naturelles, à l'exception des secteurs proches du site d'immersion où elles peuvent atteindre des niveaux plus élevés (jusqu'à 50 mg/l). Signalons que ces fortes concentrations sont récurrentes au cours d'une campagne de dragage – immersion, mais relativement ponctuelles sous l'action des marées.

Les immersions de déblais de dragage sur le site du Lavardin ont donc un effet direct d'alimentation du bruit de fond turbide dans le pertuis d'Antioche. Cet impact n'est cependant pas spécifiquement identifiable à long terme.

La variabilité des concentrations naturelles en MES ne permet pas de discerner particulièrement les panaches liés aux immersions, d'autant plus que les matériaux en jeu sont identiques à ceux qui transitent naturellement dans les pertuis charentais.

Par ailleurs, les immersions sur le site du Lavardin sont pratiquées de longue date et pendant toutes les périodes hivernales, pour les besoins en dragage d'entretien de Port Atlantique La Rochelle, du Port de pêche de Chef de Baie et du Port de plaisance de La Rochelle. De ce fait, ni les mesures de référence de MES, ni les analyses par observations satellites ne s'affranchissent de l'impact turbide généré par ces opérations.

L'effet des clapages sur la turbidité des eaux est temporaire, sa persistance est tributaire des conditions océano-météorologiques.

L'effet des clapages sur la turbidité des eaux est qualifié de négligeable à long terme au regard notamment des turbidités ambiantes du milieu.

Les remises en suspension de particules fines lors l'immersion peuvent s'accompagner d'une diffusion des micropolluants.

Une altération de qualité d'eau sera observée au niveau des plus fortes concentrations en MES dans le ou les panaches turbides issus des immersions, notamment à proximité du fond (turbidité > 100 mg/l), mais de façon très localisée et temporaire.

Les sédiments clapés étant de bonne qualité chimique (globalement <N1, non écotoxiques) et microbiologique, ils ne seront pas sources de contamination chimique et bactérienne des eaux littorales.

De plus, la capacité dispersive des sites d'immersion est forte et les panaches sont activement dispersés et dilués dans la masse d'eau.

Les effets des clapages sur la qualité chimique des eaux sont négligeables.

2.2.2.1.3 Le site d'Antioche

L'étude de dispersion des sédiments immergés réalisée en 2008⁵ pour le compte de la Ville de La Rochelle lors des travaux d'extension du port de plaisance a permis d'estimer les impacts potentiels des clapages sur le site d'Antioche en termes de turbidité. Pour cette étude, ce sont des volumes de 800 000 à 1 million de m³ qui devaient être immergés et qui ont été modélisés. Les résultats de la modélisation sont présentés sur la planche 3 (Cf. Supra).

Des simulations à long terme (1 mois de clapage) en période hivernale ont montré que :

- Hormis pour la zone de clapage elle-même, les turbidités restent faibles ;
- De manière générale, le panache se disperse sur l'ensemble des pertuis et s'étend très progressivement vers l'ouest ;
- Il tend ensuite à repartir vers le nord au large de l'Île de Ré avec des turbidités induites très faibles, dans la plupart des cas inférieures, voire très nettement inférieures, aux niveaux de turbidité ambiante.

Les résultats montrent que les concentrations peuvent atteindre plus de 100 mg/l dans les couches de fond. Les concentrations atteignant les côtes sont de 2,5 mg/l.

Il apparaît que les sédiments issus des clapages sont au final intégrés, d'une part, aux zones vaseuses littorales et, d'autre part, de manière beaucoup plus diffuse, aux sédiments se déposant au large, par des profondeurs supérieures à 50 m, là où l'agitation n'est plus en mesure de remobiliser ces sédiments.

En dehors des zones où les fonds sont naturellement vaseux, il n'y a pas de dépôt pérenne et les rares dépôts temporaires restent quasiment partout inférieurs au millimètre.

Pour le projet Port Horizon 2025, les volumes à claper sur le site seront d'environ 430 000 m³, les effets des clapages peuvent être estimés proportionnellement **de 2 à 3 fois plus faibles** que ceux simulés en 2008 et donc de moindre impact.

L'effet des clapages sur la turbidité des eaux est direct, négatif, temporaire et moyen.

Les effets attendus sur la qualité de l'eau (chimie) sont identiques à ceux attendus au niveau du Lavardin.

Les effets des clapages sur la qualité des eaux sont négligeables.

2.2.2.1.4 La qualité des masses d'eau

Rappel : la zone portuaire et le site du Lavardin sont situés dans la masse d'eau FRGC54. Le site d'Antioche est extérieur aux masses d'eau côtière. Au sein de l'aire d'étude éloignée, deux autres masses d'eau sont présentes ; il s'agit des masses d'eau FRGC52 et FRGC53

Les effets sur les masses d'eau proviennent principalement des augmentations de teneurs de Matières en Suspension (MES) dues aux opérations de clapage et au rejet des eaux de ressuyage issues du bassin de décantation des matériaux déroctés. Du point de vue de la qualité chimique des eaux, il faut noter que les sédiments sont peu/pas contaminés et sont compatibles selon la réglementation en vigueur avec une immersion.

⁵ Créocéan, 2008, Extension du Port de Plaisance des Minimes - Modélisations hydro-sédimentaires de plusieurs sites d'immersion, rapport 1083009RAindB, juillet 2008.

Mémoire en réponse à l'avis du CNPN

Ainsi, les clapages au niveau du Lavardin altéreront de manière temporaire la turbidité des masses d'eau FRGC53 et FRGC54. La dispersion du panache turbide lié au clapage des sédiments sur le site d'Antioche entrainera une légère augmentation des concentrations en MES au niveau de la masse d'eau FRGC52.

Au vu du caractère très temporaire des opérations et très circonscrit (au site d'immersion), les effets sur les masses d'eau peuvent être considérés comme négligeables.

2.2.2.2 Transformation des incidences brutes par application de la séquence ERC

Le tableau suivant présente la synthèse des incidences brutes sur la qualité de l'eau (Cf. Annexe du dossier de demande de dérogation – pages numérotées 583 et suivantes).

Composantes	Niveau de l'enjeu	Niveau de sensibilité	Effet		Incidence brute				
			Nature	Degré	N/P	D/I	T/P	D	
La qualité de l'eau									
La qualité physico-chimique : altération locale par les activités de dragage déroctage	Fort	Moyen	Panache turbide cantonné aux abords de la drague – sédiments peu/pas contaminés	N	N				
La qualité physico-chimique : altération locale par le rejet des eaux de ressuyage		Moyen	Augmentation importante des concentrations en MES aux abords du point de rejet – Augmentation des concentrations limitées à plus large échelle -	M	N	D	T	M	
La qualité physico-chimique : altération locale par la mise en place des ouvrages		Moyen	Augmentation légère des concentrations en MES, mais circonscrite aux abords des travaux – pas de contamination des sédiments remobilisés – risques de pollutions accidentelles limités	N	N				
La qualité physico-chimique : altération par les immersions		Moyen	Moyen	Augmentation de la turbidité	M	N	D	T	M
				Apport de sédiment peu contaminé	N	N			
Les masses d'eau	Fort	Moyen	Augmentation très temporaire des concentrations en MES	N	N				

Tableau 2 : Synthèse des incidences sur la qualité de l'eau

Il a donc été proposé, en application de la séquence ERC, deux mesures de réductions des incidences brutes. Celles-ci vont permettre ainsi de transformer celles-ci en incidences nettes faibles.

Composantes	Nature	Incidence brute	Mesure d'Évitement et de Réduction	Incidence nette	Mesure de compensation
La qualité de l'eau					
La qualité physico-chimique aux abords de l'enceinte portuaire	Augmentation de la turbidité par le rejet des eaux de ressuyage	Moyenne	MR2 – Limitation du débit et choix du point de rejet	Faible	-
La qualité physico-chimique aux abords des sites d'immersion	Augmentation de la turbidité par les immersions	Moyenne	MR1 - Limitation des volumes clapables	Faible	-

Tableau 3 : Incidences brutes, mesures et incidences nettes sur la qualité de l'eau – phase travaux

L'application des mesures décrites dans l'annexe 4 du dossier de demande de dérogation (pages numérotées 1005 et suivantes) vont ainsi permettre d'abaisser le niveau d'incidence attendus de moyen à faible.

2.2.2.3 Effet sur le plancton au niveau des sites de clapages et du rejet

L'effet sur le plancton des clapages a été décrit en annexe 3 du dossier de demande de dérogation (pages numérotées 613 et suivantes).

Les effets de l'immersion des sédiments meubles sur le compartiment planctonique seront :

- La formation d'un nuage de turbidité, limitant la pénétration de la lumière et donc de la croissance algale ;
- L'accroissement potentiel et momentané des sels nutritifs qui pourraient provoquer un développement phytoplanctonique plus ou moins important suivant l'époque du relargage.

2.2.2.3.1 Effet sur le plancton au niveau du point de rejet

Au droit du rejet des eaux du casier de La Repentie, le panache turbide reste perceptible sur des distances et des durées variables selon les conditions hydrodynamiques. Mais sans être nulle, l'incidence turbide sur le peuplement planctonique sera peu significative dans un environnement où des turbidités élevées affectent très souvent des espaces de dimensions incomparablement plus vastes.

L'effet du rejet sur le phytoplancton est qualifié de négatif, direct, temporaire, faible à court terme et négligeable à moyen terme.

2.2.2.3.2 Effet sur le plancton au niveau des sites de clapages

Le panache turbide

Lors des dragages hydrauliques et des relargages sur site, l'effet direct se traduit par la remise en suspension dans le milieu marin entraîne une augmentation temporaire de la turbidité réduisant ainsi la pénétration de la lumière sur la colonne d'eau. Ceci aura pour conséquence la réduction de l'activité photosynthétique des organismes phytoplanctoniques. Elle pourra également impacter les organismes zooplanctoniques brouteurs si ceux-ci restent au voisinage des panaches turbides.

Les effets liés au clapage sur le phytoplancton sont négatifs, directs, temporaires, faibles à court terme et négligeables à moyen terme.

Le relargage de contaminants

Un effet indirect lié à cette remise en suspension est le relargage de nutriments et de composés organiques (carbone), mais également de kystes de plancton toxique (Dinophycées comme *Alexandrium sp.*) par les sédiments lors du dragage.

Ces relargages de nutriments ne paraissent pas envisageables, d'une part, compte tenu de la dilution du sédiment opérée par le dragage à l'élinde, et d'autre part, compte tenu des teneurs faibles de ces paramètres dans les sédiments dragués.

Aucun phénomène d'efflorescence suite aux dragages d'entretien n'a été rapporté ; les sédiments portuaires ne sont pas des supports aux efflorescences toxiques.

Les effets de l'immersion sur le phytoplancton, liés aux relargages de contaminants sont négligeables.

Mémoire en réponse à l'avis du CNPN

2.2.2.3.3 Synthèse des incidences sur le plancton

Le tableau suivant présente les incidences sur le plancton :

Composantes	Niveau d'enjeu	Niveau de sensibilité	Effet		Incidence brute					
			Nature	Degré	N/P	D/I	T/P	D		
Le plancton										
Le phytoplancton (au niveau du point de rejet)	Moyen	Moyen	Turbidité : Présence d'un panache turbide, mais travaux réalisés en hiver	f	N	N	D	T	f	N
Le phytoplancton (au niveau des sites d'immersion)	Moyen	Moyen	Turbidité : Présence d'un panache turbide, mais travaux réalisés en hiver	f	N	N	D	T	f	N
	Moyen	Faible	Contamination : peu de relargage de contaminants	N		N				

Tableau 4 : Synthèse des incidences sur le plancton

Comme le montre le tableau ci-dessus, les effets sur le phytoplancton sont, au niveau du point de rejet et des sites d'immersion, faibles à court terme et négligeables à moyen terme.

2.2.3 Conclusion sur les incidences sur la chaîne trophique et sur les réserves naturelles

Les incidences nettes du clapage des sédiments à draguer et du rejet des eaux d'exhaure des déblais de déroctage auront des incidences faibles, temporaires et circonscrites sur la qualité des eaux et des incidences faibles à négligeables pour le compartiment planctonique (et benthique, Cf réponse 1). Ce compartiment étant la base de la chaîne alimentaire, il est donc possible de conclure en l'absence d'effet sur la chaîne alimentaire des espèces pélagiques (vivant dans la colonne d'eau), mais également benthodémersales (vivant sur le fond ou près du fond). Les clapages n'ont également aucune incidence sur les 5 réserves naturelles, dans l'aire d'étude éloignée.

2.2.4 Renforcement du suivi de la Mesure de réduction 1 (MR1)

Cependant, pour contrôler l'absence de contamination des fonds au droit des Réserves Nationales Naturelles, sur les fonds subtidiaux (toujours sous la surface de l'eau) et intertidaux (parfois découverts), il a été décidé par Port Atlantique La Rochelle de renforcer le suivi de la mesure de réduction 1 (MR1), en y ajoutant cinq stations de suivi du benthos et de la qualité géochimique (et comparaison des données au référentiel GEODE). Il sera donc 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).

Au laboratoire, les refus de tamis seront rincés à l'eau douce à l'aide d'un tamis pour éviter les pertes de matériel. Toute la faune présente sera ensuite récupérée sous la loupe binoculaire, c'est l'étape dite de « tri ». Ensuite, à l'aide de la loupe binoculaire et du microscope optique, la faune sera déterminée jusqu'à l'espèce dans la mesure du possible. Dans les cas particuliers de gros volume de refus de tamis, un sous-échantillonnage pourra être proposé si tant est que des données antérieures soient disponibles pour juger de sa faisabilité.

Mémoire en réponse à l'avis du CNPN

Les noms des espèces ainsi que leur autorité seront vérifiés dans la bibliographie internationale et les bases de données du type ERMS (The European Register of Marine Species) ou WORMS (The (WORld Register of Marine Species).

L'exploitation des données benthiques s'appuiera sur :

- La caractérisation des peuplements (Richesse spécifique, densité, biomasse...)
- La caractérisation de l'état général de ces peuplements et de leur sensibilité dans le temps (espèces indicatrices des peuplements et de perturbation, indices : AMBI et M-AMBI) ;
- La comparaison avec les données biologiques des campagnes précédentes lorsque cela est possible et de la bibliographie disponible.

Les résultats seront interprétés sous forme de tableaux, de graphes et de planches de photographies.

Les données collectées seront également analysées par le biais d'indices de diversité et d'indices basés sur les groupes écologiques ; l'utilisation de ces indices est recommandée lors des analyses bio-sédimentaires par l'IFREMER dans le cadre du réseau benthique (REBENT) et de la directive cadre européenne sur l'eau (DCE).

Les paramètres suivants seront renseignés :

- La richesse spécifique ;
- L'abondance et la densité (nombre d'individus par unité de surface) ;
- La biomasse ;
- La dominance et les fréquences d'occurrence des espèces au sein des stations ;
- La classification taxonomique des espèces et lorsque c'est possible leur régime trophique.

Les indices de diversité utilisés seront :

- L'indice de diversité de SHANNON ;
- L'indice d'équitabilité de PIELOU ;
- Le modèle DIMO (diversity monitoring) ;
- L'indice benthique AMBI, le M-AMBI.

La typologie des habitats retenue pour cette étude est la classification **EUNIS** (European Nature Information System), référence européenne de classification des habitats pour les domaines terrestres, dulçaquicoles et marins.

Une correspondance sera établie avec :

- Les **Cahiers d'Habitats Natura 2000**. Publiés en 2004, les Cahiers d'Habitats sont la continuité de la classification Corine Biotope (1991). Ils déclinent les habitats génériques de la Directive Habitats en sept tomes. Dans celui concernant les milieux côtiers, huit habitats génériques sont reconnus.
- La « **typologie des biocénoses benthiques de Manche, Mer du Nord et Atlantique – Version 1** ». Publié en avril 2013 par le Service du Patrimoine Naturel (Muséum national d'Histoire Naturelle), ce référentiel national définit la typologie et permet d'inventorier les biocénoses en présence.

3 REMARQUE 3 : COMPLETER LE DISPOSITIF ERC

3.1 Détail de la remarque

Le CNPN recommande de compléter le dispositif Eviter-Réduire-Compenser en fonction des incidences complémentaires non décrites dans le rapport.

3.2 Réponse du Maître d'Ouvrage

Les compléments de la séquence ERC ont concerné deux mesures de réduction et ont été reportés sur les fiches MR1 et MR2 correspondantes. Celles-ci ont été annexées au présent mémoire.

4 REMARQUE 4 : LA MESURE COMPENSATOIRE – 10 HA DU CONSERVATOIRE DU LITTORAL

4.1 Détail de la remarque

Le CNPN recommande, en premier lieu, de montrer en quoi l'acquisition par le Conservatoire du Littoral de 10 ha dans le périmètre de la future réserve naturelle des marais d'Yves et leur gestion correspond à une mesure compensatoire et contribuera à un gain de biodiversité en rapport avec les pertes d'habitats et populations d'espèces occasionnés par les travaux, et, par ailleurs, de préciser la gestion des 10 ha concernés, actuellement au stade de l'intention.

4.2 Réponse du Maître d'Ouvrage

4.2.1 Montrer que l'acquisition de 10 ha correspond à une mesure compensatoire et contribuera à un gain de biodiversité

Malgré la mise en œuvre de mesures d'évitement et de réduction, le projet Port Horizon 2025 induira des impacts résiduels significatifs sur la faune terrestre, plus particulièrement sur :

- Les oiseaux nicheurs de la Repentie : Petit gravelot, Traquet motteux, Pipit rousseline, Cochevis huppé, Gravelot à collier interrompu, Tadorne de Belon, Échasse blanche, Linotte mélodieuse, Fauvette grisette et Cisticole des joncs ;
- Et dans une moindre mesure, sur le Lézard des murailles.

La perte occasionnée a été quantifiée sur la base des superficies occupées par les espèces concernées et des effectifs observés lors des différentes années de suivi (cf. chapitres 4.3, 4.4 et 4.5 – pages 1300 et suivantes du dossier de demande de dérogation).

Pour compenser cette perte, deux sites de compensation ont été définis et font actuellement l'objet de plans de gestion afin d'influer sur la trajectoire évolutive de chaque site, de manière à répondre aux exigences écologiques des espèces concernées. Ces mesures ont été définies sur la base des principes régissant la compensation, à savoir la proportionnalité, l'équivalence écologique, l'additionalité, la proximité spatiale, la proximité temporelle, la faisabilité, l'efficacité et la pérennité (cf. chapitre 4.6 – pages 1308 et suivants du dossier de demande de dérogation).

A ce stade, la démarche de compensation (recevable d'un point de vue réglementaire) ne permettait pas à coup sûr d'enrayer le dysfonctionnement écologique constaté à propos des oiseaux nicheurs⁶. PALR a donc fait le choix de proposer une troisième mesure compensatoire pour la faune terrestre en agissant directement sur l'origine du problème, à savoir le manque de milieux naturels propices aux espèces concernées.

Le projet d'extension du périmètre de la RNN du marais d'Yves constitue une opportunité pour mener à bien un projet de restauration écologique de milieux naturels dans une logique de synergie entre les objectifs de PALR et ceux du Conservatoire du Littoral (CELRL). Des contacts ont été pris avec le conservatoire du Littoral permettant d'identifier des zones propices à la compensation pour lesquelles le CELRL bénéficie de la capacité à préempter des

⁶ En dépit de son attractivité, le site de la Repentie n'en reste pas moins un habitat de substitution pour des espèces d'oiseaux qui peinent à trouver des milieux naturels en bon état de conservation

surfaces. Par courrier du 27 mai 2019 adressé au conservatoire du Littoral, Port Atlantique La Rochelle a confirmé son engagement dans cette démarche. La collaboration entre PALR et le CELRL se concrétisera par la signature d'une convention technique et financière.

Le site compensatoire envisagé par PALR, de l'ordre de la dizaine d'hectares, concernera des milieux présentant un potentiel intéressant pour la nidification des espèces concernées (majoritairement des espèces des milieux secs à végétations rases et éparses). Son éloignement au site de la Repentie (une vingtaine de kilomètre) reste acceptable au regard des capacités de déplacement et de la répartition des populations d'oiseaux concernées.

A terme, l'aménagement du site de la Repentie se traduira par la perte d'habitats de substitution pour plusieurs espèces d'oiseaux nicheurs. Ces populations d'oiseaux nicheurs pourront s'établir sur de nouveaux sites de substitution (MC2 et MC3 cf. pages 1310 et suivantes du dossier de demande de dérogation), mais pourront également réinvestir des milieux naturels après restauration écologique et application d'une gestion appropriée (nouvelle mesure compensatoire au sein de la baie d'Yves).

4.2.2 Préciser la gestion des 10 ha concernés

A ce jour, la localisation exacte de la nouvelle mesure compensatoire n'est pas strictement définie. La recherche d'une dizaine d'hectares est réalisée au sein des îlots identifiés par le CGEDD dans le cadre du rapport d'analyse des possibilités d'extension de la réserve naturelle nationale du marais d'Yves (sept. 2018).

Les parcelles 1, 2 et 6 correspondent d'ores-et-déjà à des parcelles de compensation. Les parcelles 3, 4 et 5 sont déjà des propriétés du CELRL ou de l'Etat. Enfin, les parcelles 8 et 9 ne correspondent pas aux milieux les plus propices à l'installation des espèces visées par la dérogation du projet Port Horizon 2025.

Le secteur prioritairement pressenti correspond à la partie nord de la « Parcelle 7 » identifiée par le CGEDD (cf. Figure 7). Le foncier est actuellement privé et se trouve dans la zone de préemption du Département au titre de sa politique ENS. La partie nord de cette « parcelle 7 » correspond à la ZNIEFF de type I « Les Chaudières ». Cette ZNIEFF comprend notamment des secteurs de pelouses xérophiles calcicoles littorales sur cordons de galets fossiles et, sur sol plus profond, des prairies subhalophiles thermo-atlantiques (Jean Terrisse – LPO). La localisation du site en front de mer, la présence de pelouses xérophiles calcicoles, la présence d'une zone humide rétro-littorale et la possibilité de canaliser les flux de personnes sont autant de facteurs ayant conduit à pointer ce site comme un bon candidat à l'implantation de la mesure compensatoire de PALR.

Il est précisé sur la fiche technique que le site est en état de conservation médiocre et soumis à des pressions multiformes dont les principales sont la pratique de la moto tout terrain qui dégrade localement très fortement les pelouses, et l'artificialisation du milieu par l'introduction d'espèces horticoles exotiques.

Si ce site venait à être retenu, les premières mesures de gestion pourraient être :

- Interdire l'accès du site aux véhicules motorisés ;
- Renaturer le site en intervenant sur les espèces horticoles présentes ;
- Initier une gestion agropastorale adaptée à la nidification des oiseaux concernés.

La réalisation d'un état initial plus précis permettra le cas échéant d'étayer et d'affiner les mesures de gestion à mettre en œuvre pour atteindre les objectifs de compensation.

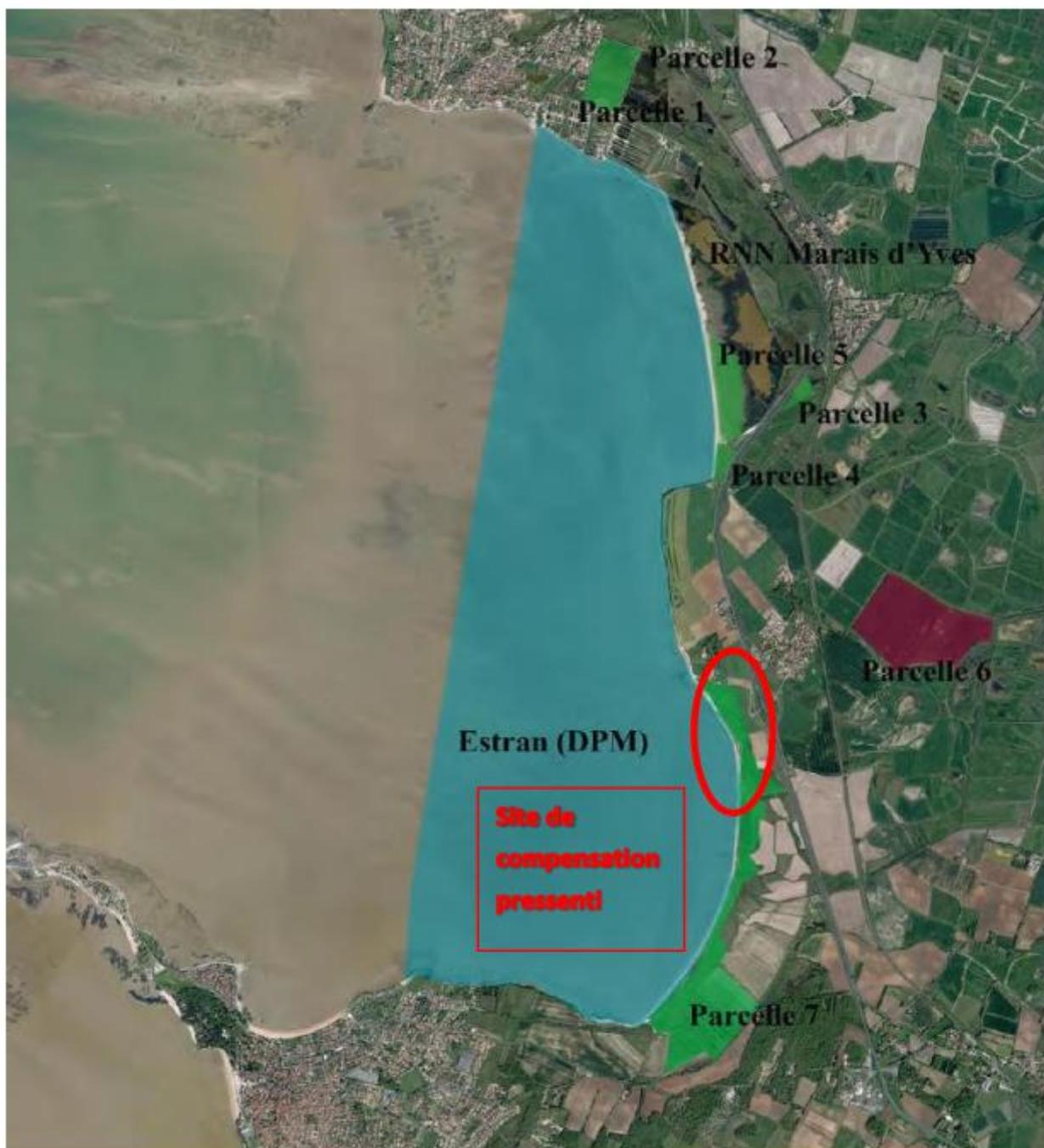


Figure 7 : Extrait du rapport du CGEDD de septembre 2018 – Vue d'ensemble des périmètres proposés pour l'extension de la réserve (en vert : partie terrestre, en bleu : partie marine)

5 REMARQUE 5 : LE SUIVI DES PEUPEMENTS BENTHIQUES AU NIVEAU DES RESERVES NATURELLES

5.1 Détail de la remarque

Le CNPN recommande d'adapter et mettre en place la méthode de suivi utilisée en Baie de St-Brieuc sur la réserve naturelle du même nom appelée « Indice Amphi B » mesurant l'impact potentiel des dépôts de sédiments sur les communautés benthiques des 5 RNN précitées.

5.2 Réponse du Maître d'Ouvrage

La mesure MR1 a été modifiée (Cf. réponse 2) et propose un suivi sur 5 stations au droit de chaque RNN mentionnée. L'indice benthique M-AMBI fait partie des indices demandés dans l'exploitation des résultats.

6 ANNEXE

6.1 Fiches mesures ERC&A modifiées

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 l'ordre 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>					

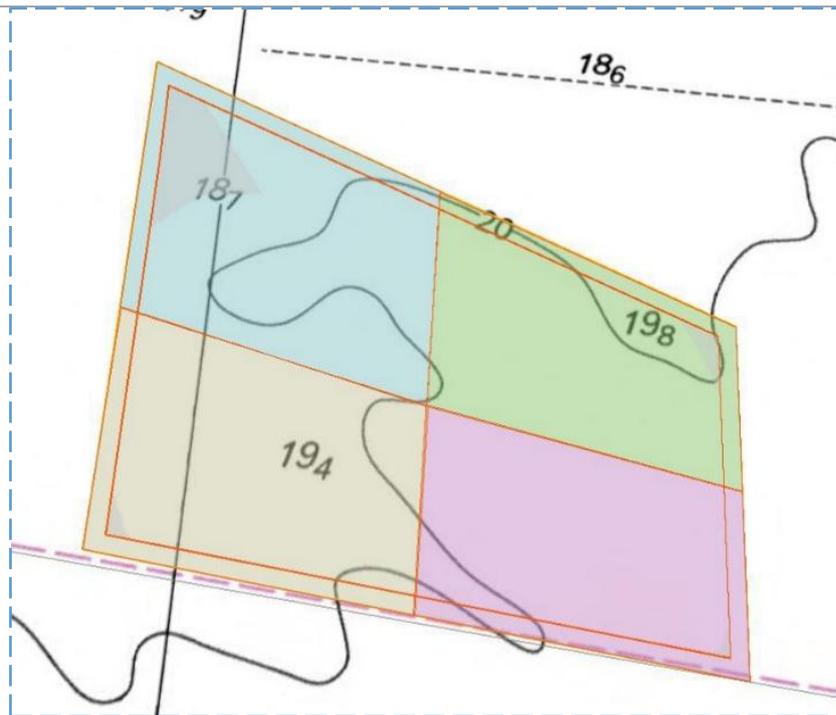


Figure 8 : Sectorisation du site d'immersion d'Antioche

⚠ 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'engraisser. 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 à 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.

Mémoire en réponse à l'avis du CNPN

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'extraction 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 se 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 au MES que celle-ci, comme l'ont montré diverses études (Teioro, 1999⁷ ; Wilber 2001⁸...).

Les indications bibliographiques⁹ 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.

⁷ Teaioro I., 1999. Effects of turbidity on suspension feeding bivalves. Thesis. Hamilton. New Zealand.

⁸ 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.

⁹ 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 5 : 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 suivant :

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, seront mis en œuvre selon les conditions suivantes correspondantes aux seuils d'effet de la turbidité sur les huîtres. 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. Les bouées seront équipées 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 nettoyé régulièrement par un racleur intégré à la bouée.

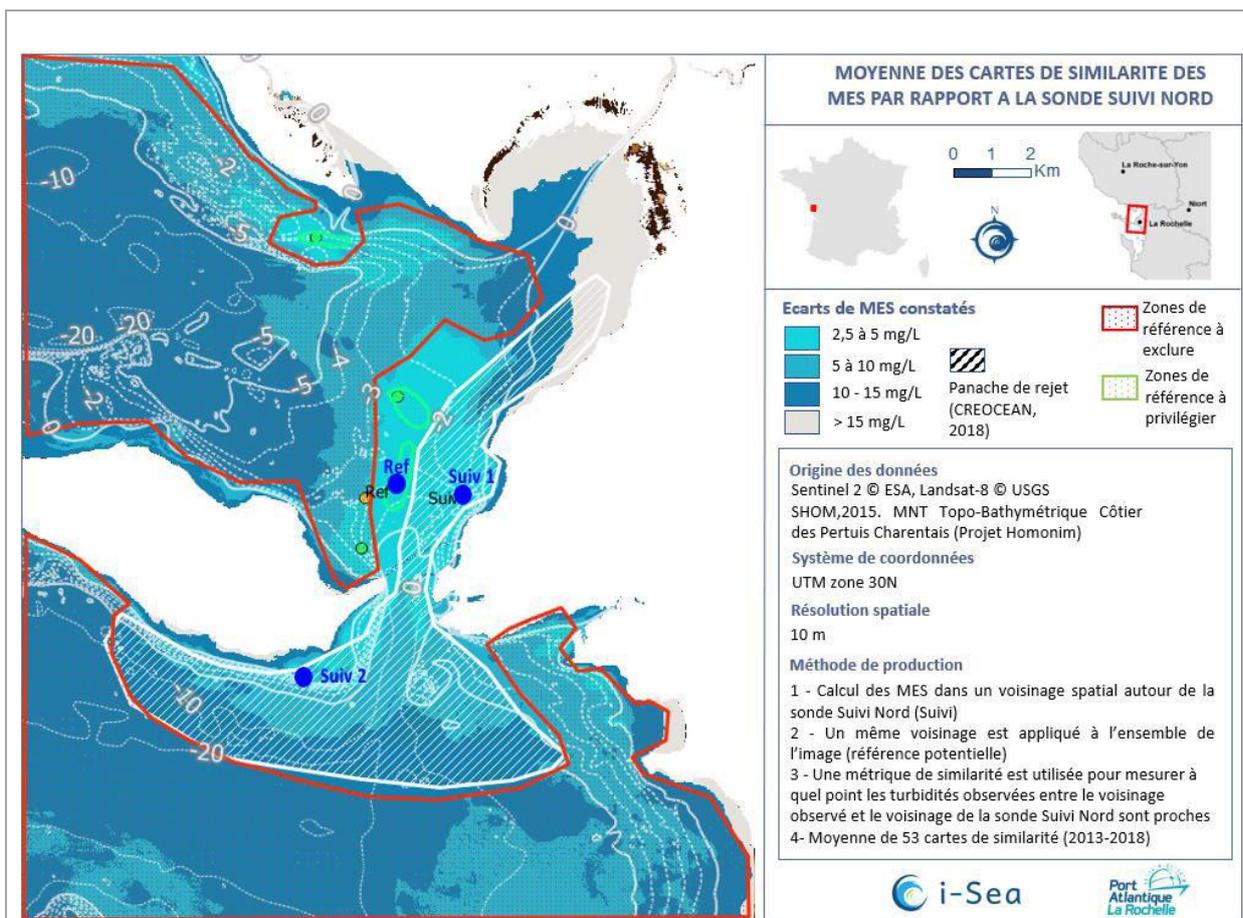


Figure 9 : Positionnement des 3 stations de mesure

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

Mémoire en réponse à l'avis du CNPN

Globalement :

- Plus les effets cumulés augmentent, plus la valeur de A est élevée,
- Plus la seule contribution du chantier seule 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. Dans 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**).

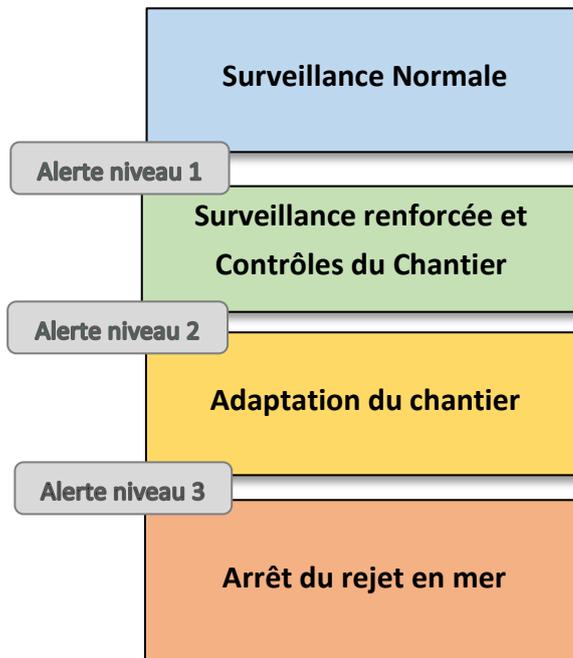
Les différentes possibilités pour la gestion du chantier sont représentées dans la matrice de décision ci-après.

	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 6 : 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 décantée 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 localisée 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 nécessaire.

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 10 : 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€
------------------	--------------------	------------------------	----------------