



RAPPORT

Travaux de dragage et de déroctage du port de Port-Louis (Guadeloupe)

Dossier de demande d'Autorisation au titre des articles L.214-1 à L.214-6 du Code de l'environnement, incluant l'évaluation environnementale

Mars 2023

CONSEIL DÉPARTEMENTAL DE GUADELOUPE



CLIENT : Conseil Départemental de Guadeloupe

COORDONNÉES	Hôtel du Département BD du Gouverneur Général Félix EBOUE 97109 Basse-Terre Tel. 05 90 99 77 77 – Fax. 05 90 99 76 00
INTERLOCUTEUR	Monsieur ALBINA Richard Directeur général des infrastructures richard.albina@cg971.fr

CREOCEAN

COORDONNÉES	1 Lotissement les Mussendas Plaisance97122 BAIE-MAHAULT Tél. : 05 90 41 16 88 E-mail : caribes@creocean.fr
INTERLOCUTEUR	Monsieur LABADIE Florian Tél. : 06 90 15 78 24 E-mail : labadie@creocean.fr
	Monsieur RENAUD Stéphane Tél. : 06 90 53 19 79 E-mail : stephane.renaud@creocean.fr

RAPPORT

TITRE	Travaux de dragage et de déroctage du port de Port-Louis (Guadeloupe) Dossier de demande d'Autorisation au titre des articles L.214-1 à L.214-6 du Code de l'environnement, incluant l'évaluation environnementale
N° DE COMMANDE	CG971_ACC_LOT3
NOMBRE DE PAGES TOTAL	202
NOMBRE D'ANNEXES	4

CONSEIL DEPARTEMENTAL DE LA GUADELOUPE
TRAVAUX DE DRAGAGE DU PORT DE PORT-LOUIS (GUADELOUPE)
DOSSIER D'AUTORISATION AU TITRE DES ARTICLES L214-1 A L214-6 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT
TRAVAUX DE DRAGAGE ET DE DEROCTAGE DU PORT DE PORT-LOUIS (GUADELOUPE)

VERSION

RÉFÉRENCE	VERSION	DATE	REDACTEUR	CONTRÔLE QUALITE
220057	V0 incluant l'évaluation environnementale	23/02/2022	FLA/SRE	EDS/SRE/FLA
220057	V1 intégrant les 2 addendums + échanges avec la DEAL	29/09/2022	FLA/SRE	EDS/SRE/FLA
220057	V2 intégrant remarques MRAE	01/03/2023	FLA	SRE

Sommaire

Préambule	1
Pièce 1 : Identification du demandeur	5
1. Nom du demandeur	5
2. Adresse du demandeur	5
3. Numéro SIRET du demandeur	5
Pièce 2 : Résumé Non Technique	7
Pièce 3 : Emplacements sur lesquels les travaux doivent être réalisés.....	9
4. Localisation des travaux de dragage.....	9
5. Immersion en mer – destination des matériaux de dragage.....	9
Pièce 4 : Nature, consistance, volume et objet des travaux ainsi que rubriques de la nomenclature dans lesquelles ils doivent être rangés	12
6. Objet, nature, consistance et volume des travaux	12
6.1. Justification du projet	12
6.2. Justification de la méthode	12
6.3. Nature, consistance et volume des travaux	13
6.3.1. Dragage du bassin portuaire.....	13
6.3.2. Déroctage du chenal d'accès.....	18
6.3.3. Immersion des sédiments dragués et déroctés.....	19
6.3.4. Localisation du site d'immersion en mer	21
6.3.5. Déroulement des opérations.....	21
6.3.6. Période de démarrage des travaux.....	27
6.3.7. Coût des travaux	28
7. Rubriques de la nomenclature concernées par les travaux	29
7.1. Partie Législative	29
7.2. Partie Réglementaire	29
7.3. Nomenclature relative à la demande d'autorisation	29
7.4. Nomenclature relative aux études d'impacts.....	30
7.5. Nomenclature relative aux enquêtes publiques.....	30
7.6. Nomenclature relative aux parcs nationaux	31
Pièce 5 : Evaluation environnementale	33
8. Scénario de référence de la zone concernée par le projet.....	33

CONSEIL DEPARTEMENTAL DE LA GUADELOUPE
TRAVAUX DE DRAGAGE DU PORT DE PORT-LOUIS (GUADELOUPE)
DOSSIER D'AUTORISATION AU TITRE DES ARTICLES L214-1 A L214-6 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT
TRAVAUX DE DRAGAGE ET DE DEROGATION DU PORT DE PORT-LOUIS (GUADELOUPE)

8.1. Géographie physique.....	33
8.2. Climatologie générale	34
8.3. Conditions météo-océanographiques	35
8.4. Vulnérabilité au changement climatique.....	40
8.4.1. Contexte global et national	40
8.4.2. Impact du changement climatique sur le port de Port-Louis.....	40
8.5. Cadre sédimentologique	44
8.6. Cadre géomorphologique littoral.....	47
8.7. Qualité des eaux marines	52
8.8. Qualité des sédiments marins.....	55
8.9. Qualité de l'air.....	58
8.10. Nuisances sonores	58
8.11. Qualité du milieu biologique	60
8.12. Espaces naturels protégés ou inventoriés	83
8.13. Contexte paysager et socio-économique	87
9. Analyse des effets potentiels du projet sur l'environnement.....	97
9.1. Rappel général sur le dragage et l'immersion	97
9.2. Effets potentiels sur le milieu naturel physique	98
9.3. Effets potentiels sur la qualité du milieu	101
9.4. Effets sur le milieu biologique	106
9.5. Effets potentiels sur les espaces protégés ou inventoriés	118
9.6. Effets potentiels sur le paysage	119
9.7. Effets potentiels sur les activités.....	120
9.8. Effets potentiels sur la sécurité et la santé des personnes.....	122
9.9. Effets potentiels sur le climat	123
9.9.1. En phase de travaux.....	123
9.9.2. En phase d'exploitation.....	124
9.10. Synthèse des effets potentiels des dragages et des immersions sur l'environnement	124
10. Analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus	129
11. Esquisse des principales solutions de substitution examinées	133
11.1. Variante dans le plan de dragage	133
11.2. Solutions de substitution examinées.....	133
11.2.1. Solutions de substitution examinées pour le tracé du chenal	133

11.2.2. Solutions de substitution examinées pour la destination des sédiments dragués	135
12. Compatibilité du projet avec les documents de planification	141
12.1. Schéma de mise en valeur de la mer (SMVM).....	141
12.2. Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE).....	141
12.3. Compatibilité avec le plan de gestion des risques d'inondation (PGRI).....	142
12.4. Incidences dues à la vulnérabilité du projet face aux risques.....	142
13. Mesures d'évitement, de réduction, de compensation	145
13.1. Mesures d'évitement	145
13.1.1. ME 0 : modification du site d'immersion pour ne pas impacter l'épifaune des grandes profondeurs	145
13.1.2. ME 1 : évitement de la période de migration des baleines à bosse.....	146
13.1.3. ME2 : modification du tracé du chenal pour ne pas impacter des espèces coralliennes déjà présentes.....	146
13.1.4. ME 3 : adaptation des chantiers autour de l'activité portuaire existante et de sa zone urbaine.....	148
13.1.5. ME 4 : interdiction de dragage dans la zone où le seuil N2 est dépassé pour la molécule de cuivre.....	148
13.1.6. ME 5 : protection individuelle contre le bruit.....	149
13.1.7. ME 6 : schéma organisationnel d'un Plan Assurance Environnement et un Plan de Respect de l'Environnement.....	149
13.1.8. ME 7 : Mesures d'évitement des émissions de gaz à effet de serre.....	150
13.2. Mesures de réduction.....	151
13.2.1. MR 0 : transplantation des colonies coralliennes présentes dans le périmètre de déroctage	151
13.2.2. MR 1 : réduction de la superficie et des volumes déroctés	152
13.2.3. MR 2 : réduction de l'expansion du panache turbide sur le site de dragage.....	154
13.2.4. MR 3 : prévention des pollutions accidentelles	155
13.2.5. MR 4 : mise en place d'une procédure soft-start.....	156
13.2.6. Surveillance avant travaux (pre-watch)	156
13.2.7. Définition d'une zone d'exclusion autour de la source sonore	157
13.2.8. Augmentation progressive du niveau sonore et de la fréquence	157
13.2.9. MR 5 : réduction de la pollution portuaire par l'enlèvement des macro-déchets et épaves abandonnés dans le port.....	158
13.2.10. MR 6 : réduction du risque de surverse des chalands lors du transit.....	159
13.2.11. MR 7 : optimisation des volumes dragués.....	159
13.2.12. MR 8 : choix de la méthode de déroctage.....	159

CONSEIL DEPARTEMENTAL DE LA GUADELOUPE
TRAVAUX DE DRAGAGE DU PORT DE PORT-LOUIS (GUADELOUPE)
DOSSIER D'AUTORISATION AU TITRE DES ARTICLES L214-1 A L214-6 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT
TRAVAUX DE DRAGAGE ET DE DEROCTAGE DU PORT DE PORT-LOUIS (GUADELOUPE)

13.2.13. MR 9 : surveillance de la présence de cétacé	159
13.3. Mesures générales de prévention durant les travaux.....	160
13.4. Mesure de compensation.....	161
14. Mesures de suivi.....	162
14.1. SU 1 : suivi de la turbidité en phase de travaux	162
14.2. SU 2 : suivi de la qualité des sédiments dragués.....	162
14.3. SU 3 : suivi aérien du panache turbide	162
14.4. SU 4 : Suivi physico-chimique du panache turbide	163
14.5. SU 5 : Acquisition de données sur la population de tortues en phase de nourrissage	163
15. Synthèse des mesures de la procédure ERC et des suivis à mettre en place	164
16. Moyens d'intervention en cas d'incident ou d'accident.....	165
17. Programme de travaux.....	166
18. Scénario de référence et évaluation de l'absence de mise en œuvre du projet	167
18.1. Sur le plan économique	167
18.2. Sur le plan paysager.....	167
18.3. Sur le plan acoustique	167
18.4. Sur la biodiversité	168
18.4.1. Sur les habitats marins et les espèces associées	168
18.4.2. Sur les mammifères marins	168
18.4.3. Sur l'avifaune.....	168
19. Méthodes utilisées pour établir l'évaluation environnementale et limites rencontrées	169
20. Difficultés rencontrées pour réaliser l'étude d'impacts	173

Liste des annexes

<i>Annexe 1 : NOTE TECHNIQUE DE CARACTERISATION DES SEDIMENTS</i>	182
<i>Annexe 2 : NOTE TECHNIQUE DE CARACTERISATION DES BIOCENOSSES MARINES.....</i>	183
<i>Annexe 3 : DIMENSIONNEMENT DU CHENAL D'ACCES, DU RAPPORT DE PROJET.....</i>	185
<i>Annexe 4 : COURRIER DE REPOSE A LA MISSION REGIONALE DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE.....</i>	186

Préambule

Dans le cadre du Schéma Directeur de dragage des ports départementaux, le Conseil Départemental de la Guadeloupe souhaite réaliser le dragage d'entretien du port de Port-Louis et l'extension de son chenal d'accès par déroctage.

Le présent document concerne donc les **travaux de déroctage du chenal d'accès, le dragage d'entretien du port de Port-Louis et l'immersion des matériaux extraits.**

Conformément à l'article R.214-1 du Code de l'Environnement, les travaux de dragage et d'immersion du port départemental de Port-Louis sont soumis au régime d'Autorisation ou de Déclaration en application des articles L214-1 à L-214-6 du Code de l'Environnement, en tant qu'activité de « *dragage et/ou rejet y afférent en milieu marin* ».

Le régime, autorisation ou déclaration, est déterminé en considérant à la fois le volume de matériaux à extraire, le niveau de contamination des sédiments et la distance par rapport aux zones conchylicoles ou de cultures marines (rubrique 4.1.3.0. du tableau annexé à l'article R.214-1 du Code de l'Environnement).

Les volumes pris en compte dans la rubrique 4.1.3.0 sont définis comme la somme des volumes des différentes opérations conduites par la même personne sur un même milieu aquatique et sur une période consécutive de 12 mois.

Dans le cas du port de Port-Louis, il s'avère que :

- **Les travaux concernent un agrandissement du chenal d'accès existant (rubrique du tableau 4.1.1.0) ;**
- **Le montant des travaux est estimé à 2,282 M€ (4.1.2.0)**
- **Le volume total à extraire est estimé à 50 216 m³ selon les levées bathymétriques de novembre 2020 transmises par le Conseil Départemental de la Guadeloupe ;**
- **La zone concernée par les travaux de dragage présente un dépassement du seuil N1 pour 4 molécules d'Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) sur 3 à 4 stations, Un dépassement du seuil N2 pour le cuivre sur 1 station (qui sera, in fine, exclue du dragage). ;**
- **Il n'y a pas de zone conchylicole ou de culture marine à proximité de la zone de dragage et de la zone d'immersion.**

=> Au regard de ces éléments, les travaux de dragage et d'immersion du port de Port-Louis sont soumis au régime d'Autorisation.

Le dossier d'Autorisation inclut directement une évaluation environnementale, voulue par le Conseil Départemental de Guadeloupe et s'est affranchi de la procédure de demande de cas par cas.

Cette troisième version intègre un certain nombre d'éléments actualisés, suite aux demandes de complément formulées par les services de la DEAL le 21 juin 2022, l'avis général de la DEAL publié le 5 août 2022 (en annexe du présent rapport) et le retour de l'Autorité Environnementale du 4 février 2023 :

*** Intégration des éléments de l'Addendum n°1 (juin 2022) :**

Paragraphe 8.4, page 40, partie ajoutée sur vulnérabilité du projet au changement climatique ;

Paragraphe 9.9, page 123, incidences ajoutées sur le climat, en phase de travaux et d'exploitation ;

Paragraphe 13.1.8, page 150, mesure d'évitement ajoutées sur les émissions de gaz à effet de serre.

*** intégration des éléments de l'Addendum n°2 (août 2022) et des réunions DEAL (17/08/2022 et 07/09/2022) :**

Paragraphe 6.3.2.2, page 18, précisions apportées sur le diamètre des blocs déroctés ;

Paragraphe 6.3.3, page 19, précisions apportées et modifications du point d'immersion avec compléments écologiques issus des campagnes KARUBENTHOS ;

Paragraphe 8.11.2.6, page 80, précisions apportées sur les observations de mammifères marins et leur localisation par rapport au périmètre des travaux ;

Paragraphe 8.8.1, page 56, précisions apportées quant à la mise en place d'une campagne supplémentaire de sédiments marins pour définir la zone d'exclusion de dragage du fait de seuil N2 élevé en Cuivre ;

Paragraphe 9.4.3.2 : ajouts d'éléments techniques sur le clapage en mer (photos) et les effets sur la qualité de l'eau.

Paragraphe 9.4.1.1, page 106, précisions apportées sur l'installation du dispositif de fixation des pieux du ponton flottant et de ces incidences sur le fond ;

Paragraphes 9.4.4, page 110 et 9.4.5, page 154, actualisation des incidences sur les mammifères marins, les tortues marines et l'avifaune marine ;

Paragraphes 10, page 129, ajout des effets cumulés liés aux travaux terrestres sur les terre-pleins portuaires (

Paragraphe 11.2.2, page 135, précisions apportées sur l'absence de stockage à terre des produits issus du déroctage) ;

Paragraphe 12.1, page 141, suppression du texte issu de la fiche descriptive n°55 du SMVM. Cette partie a été allégée car elle pouvait prêter à confusion sur l'ampleur des opérations dont le Conseil Départemental est Maître d'Ouvrage ;

Paragraphe 13.1.1 , page 145, ajout des sur-coûts associés à chacune des mesures ERCA.

Paragraphe 13.1.1, page 145, ajout d'une mesure d'évitement du fait du décalage du périmètre d'immersion) ;

Paragraphe 13.1.2, page 146, ajout d'une mesure d'évitement sur le décalage de la période de travaux ;

Paragraphe 0, page 156, adaptation de la mesure soft-start sur la base d'un démarrage progressif des engins de chantier ;

Paragraphe 13.1.5, page 148 (précisions sur la Mesure de Réduction n°3 (MR3) avec plan d'échantillonnage pour les stations complémentaires sur le paramètre « cuivre » afin de délimiter la zone d'exclusion)

Paragraphe 13.2.1, page 151 (la mesure d'évitement n°3 (ME 3 de transplantation de coraux est intégrée en tant que mesure de réduction MR0). Précisions apportées sur le site de transplantation (cartes) et les modalités de mise en œuvre.

Paragraphe 13.2.3, page 154 (modalités de mise en œuvre de la barrière anti-MES **et** du rideau de bulles dans l'enceinte portuaire et dans le chenal d'accès précisées dans la Mesure de Réduction n°2) ; Paragraphe 11.2.2, page 162 : justification du choix du site d'immersion vis-à-vis de la diversité benthique de grand fonds

*** Les éléments ci-dessous n'ont pas été complétés et/ou ajoutés**

Pas de réalisation de Dossier de demande Dérogation d'Espèces Protégées

Pas d'inventaire complémentaire d'avifaune marine

*** intégration des remarques de la Mission Régionale de l'Autorité Environnementale (février 2023)**

8.13.1, page 7, complément sur la description du bâti existant dans l'état initial

Paragraphe 11.2.2, page 135, complément sur la valorisation partielle de sédiments à terre

Paragraphe 0, page 156, compléments sur la procédure soft-start et la procédure de surveillance des cétacés (validée par le sanctuaire AGOA)

Paragraphe 13.4.1 page 161 : mise en place d'une mesure de compensation de gestion des eaux grises et noires

Paragraphe 13.2.1 page 151, augmenter la durée du suivi de transplantation, avec 3 suivis la première année puis un par an pendant 5 ans ;

Paragraphe 14.4 page 163, mise en place d'un suivi sur 4 campagnes du panache turbide par analyses *in situ*

Paragraphe 14.5, page 163, mise en place d'un suivi sur 4 campagnes de la population de tortues marines en phase d'alimentation.

Mise à jour du résumé non technique et le présenter sur un document séparé.

Tous ces éléments sont synthétisés dans l'Addendum n°3 (Annexe 4) ;



Pièce 1 : Identification du demandeur

Pièce 1 : Identification du demandeur

1. Nom du demandeur

Le demandeur, porteur du projet de dragage du port de Port-Louis est :

<p>Conseil Départemental de la Guadeloupe</p> <p>Représenté par M. le Président du Conseil Départemental</p> <p>Direction Générale des Services</p> <p>Direction Générale des Infrastructures</p>

2. Adresse du demandeur

L'adresse du demandeur est la suivante :

<p>Hôtel du Département</p> <p>Boulevard du Gouverneur Général Félix Eboué</p> <p>97 109 Basse-Terre Cedex</p> <p>Guadeloupe</p>
--

3. Numéro SIRET du demandeur

Le numéro SIRET du demandeur est le suivant :

<p>229 710 017 000 18</p>



Pièce 2 : Résumé Non Technique

Pièce 2 : Résumé Non Technique

Les pièces exigées par cette procédure pouvant être complexes et importantes, la loi prévoit qu'un résumé non technique accompagne le dossier et notamment la pièce intitulée « Etude d'impacts ».

Ce document, volontairement succinct, présente donc le projet, ses impacts et les mesures prises pour les réduire ou les compenser. Pour une information plus complète, il convient de se référer au reste du dossier.

Le résumé non technique de l'étude d'impacts des travaux sur l'environnement est présenté dans un document séparé.



Pièce 3 : Emplacements sur lesquels les travaux doivent être réalisés

Pièce 3 : Emplacements sur lesquels les travaux doivent être réalisés

4. Localisation des travaux de dragage

Les travaux de dragage concernent le bassin portuaire du port départemental de Port-Louis, situé sur la commune de Port-Louis (97117), au sud de la plage du Souffleur.

Les coordonnées géographiques du centre du projet (centre du bassin portuaire) sont les suivantes :

Tableau 1 : Coordonnées du centre du projet de dragage (WGS84-Géographique)

Latitude	Longitude
16°24'41.18"N	61°31'54.10"O

5. Immersion en mer – destination des matériaux de dragage

Les sédiments portuaires issus du dragage du port de Port-Louis seront immergés au large en pleine mer.

Le site d'immersion identifié se situe au nord du Grand Cul-de-Sac Marin (GCSM) et des communes de Port-Louis et Anse-Bertrand.

Le site d'immersion est situé à :

- ▶ **3,5 milles nautiques (MN)** à l'Ouest-Nord-Ouest port de Port-Louis et 3MN du littoral de Grande-Terre ;
- ▶ La profondeur d'eau sur le site d'immersion est comprise entre - **275 m et - 290 m**.
- ▶ Les coordonnées géographiques du site d'immersion prévues sont les suivantes :

Tableau 2 : Coordonnées du site d'immersion potentiel (WGS84-Géographique)

Latitude	Longitude
16° 27'N	61° 35'O

Le site de dragage (port de Port-Louis) ainsi que le site d'immersion des sédiments extraits du port sont localisés sur la carte ci-après.

CONSEIL DEPARTEMENTAL DE LA GUADELOUPE
TRAVAUX DE DRAGAGE DU PORT DE PORT-LOUIS (GUADELOUPE)
DOSSIER D'AUTORISATION AU TITRE DES ARTICLES L214-1 A L214-6 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

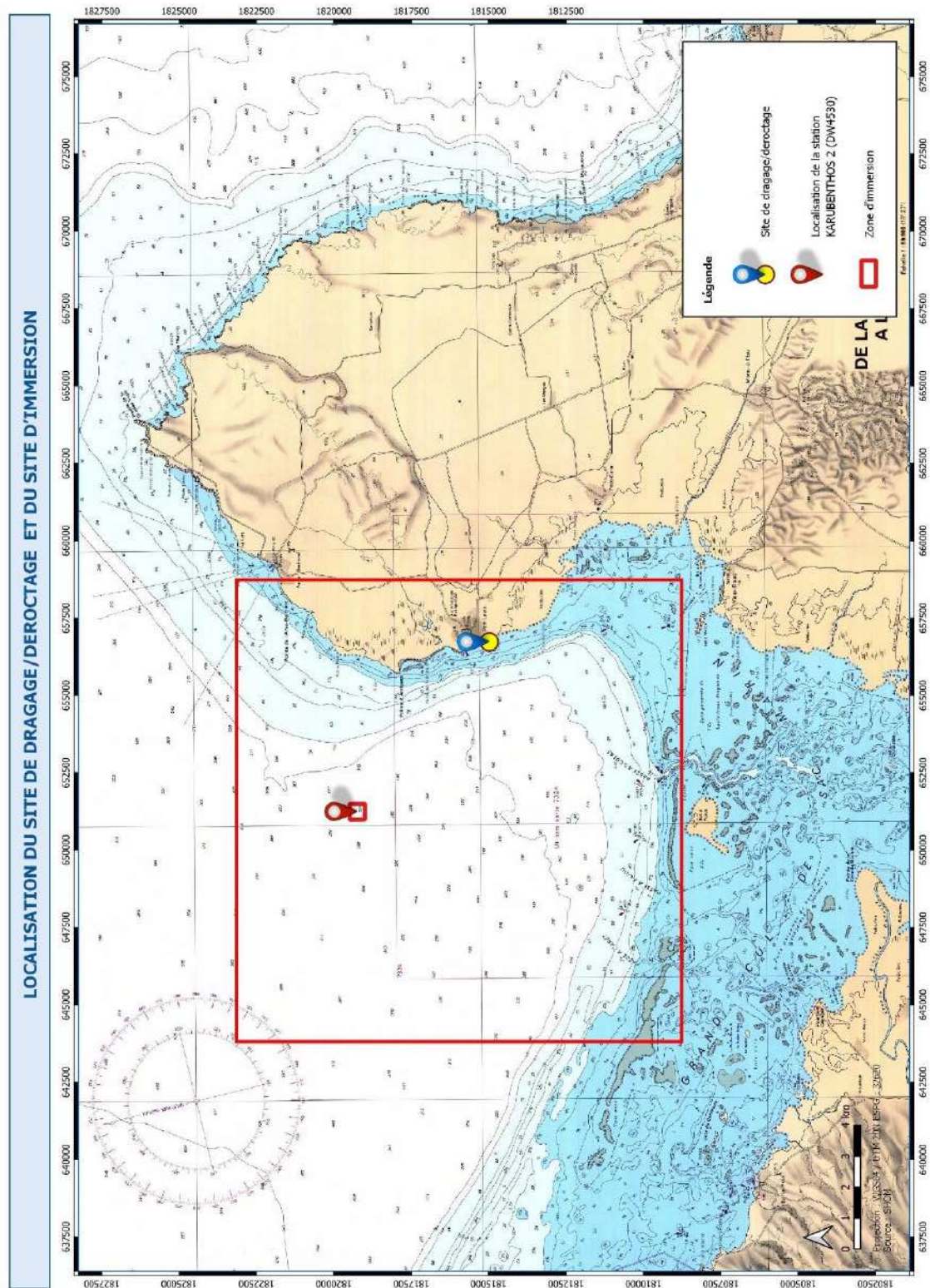



Figure 1 : Localisation du site de dragage (port de Port-Louis) et du site d'immersion



Pièce 4 : Nature, consistance, volume et objet des travaux ainsi que rubriques de la nomenclature dans lesquelles ils doivent être rangés

Pièce 4 : Nature, consistance, volume et objet des travaux ainsi que rubriques de la nomenclature dans lesquelles ils doivent être rangés

6. Objet, nature, consistance et volume des travaux

6.1. Justification du projet

L'envasement portuaire engendre des contraintes fortes vis-à-vis des activités maritimes d'un port : risque pour la sécurité maritime, limitation des tailles de navires à tirant d'eau important, diminution de l'activité économique, perte d'attractivité, etc... L'envasement d'un port, sans action concrète entraîne à moyen et long terme la disparition complète de ses activités maritimes et un report des activités vers les ports alentours.

Le dragage d'entretien constitue une opération indispensable à réaliser de manière plus ou moins régulière selon la dynamique sédimentaire. Dans le cadre de Port-Louis, l'absence de dragage depuis plus d'une vingtaine d'années (voire plus) se traduit par des hauteurs de sédiments portuaires extrêmement importantes, notamment en fond de port, empêchant l'utilisation pleine et entière des pontons existants. Le développement des infrastructures de pêche professionnelle des dernières années (machine à glaçons, halle aux poissons) et le travail en cours sur l'élaboration d'un schéma des ports départementaux, doivent s'accompagner de travaux de réhabilitation du bassin portuaire, notamment les profondeurs d'eau.

Concernant la modification substantielle des caractéristiques d'un chenal d'accès (par son agrandissement en profondeur et en largeur par exemple), celle-ci est en corrélation avec une volonté politique et économique de développement d'un territoire. Dans le cadre de l'aménagement du port de Port-Louis, cela s'inscrit dans une volonté départementale historique de développement économique (économie bleue) du Nord Grande-Terre et de connectivité maritime inter-îles (Antigua et plus généralement nord Caraïbes).

6.2. Justification de la méthode

La première destination à envisager pour les sédiments extraits (hors substrat dur) est une solution présentant le moins d'incidences environnementales avec un coût économiquement viable. Un stockage à terre pour une déshydratation optimale avant une réutilisation ou un envoi vers un centre de stockage adapté est la solution préférentielle.

Actuellement, il existe deux centres de stockage de déchets sur l'île de la Guadeloupe adaptés (techniquement et financièrement) à la problématique des sédiments marins pour répondre aux besoins des différents ports départementaux. Toutefois, le stockage en centre nécessite le développement d'une filière importante de déshydratation des sédiments, actuellement inexistante.

Quant à la décontamination à terre de sédiments pollués, la seule filière possible est l'export par voie maritime vers la métropole mais entraînant des coûts démesurés (plusieurs millions d'euros pour de très faibles volumes (inférieurs à 10 000 m³).

Les sédiments portuaires sont relativement hétérogènes avec des matériaux grossiers mélangés à des vases, rendant difficiles leur valorisation, sans un traitement lourd. Il serait nécessaire de séparer la fraction fine des sédiments grossiers, puis un séchage pour une valorisation potentielle des éléments de granulométrie grossière (remblais). Or, au vu des volumes dragués (environ 50 216 m³), les coûts seraient trop importants par rapport aux bénéfices obtenus.

Ainsi, au vu des volumes dragués et de l'absence de filière structurée de stockage des sédiments marins et du contexte insulaire de l'île de Guadeloupe, la solution la plus pertinente est l'immersion en mer.

L'argumentaire est complété et développé dans la présentation des solutions alternatives dans le chapitre 6.

6.3. Nature, consistance et volume des travaux

Le volume total de dragage et de déroctage sur le bassin portuaire et le chenal d'accès est de **50 216 m³**.

6.3.1. Dragage du bassin portuaire

6.3.1.1. Caractéristiques des opérations

Les travaux seront de type **dragage mécanique**. Ils seront réalisés via l'utilisation d'une grue ou pelle sur barge/ponton flottant remplissant de(s) chaland(s) qui transportera(ont) ensuite les déblais vers le site d'immersion.

Les travaux de dragage se situent intégralement dans le périmètre portuaire de Port-Louis, avec pour **objectif d'atteindre 3,50 CM de profondeur d'eau** sur l'ensemble du port. Néanmoins, du fait du dépassement des valeurs des seuils règlementaires N2 pour le cuivre sur 1 station, une partie de la zone nord ne sera pas traitée.

Les macro-déchets récoltés sur le fond (moteurs de navires, jantes de voitures, etc.) et ne pouvant pas être immergés seront déposés dans une benne séparée, qui sera envoyée par la suite en déchetterie.

Sur la base des éléments susmentionnés et au regard des levés bathymétriques, le **volume de matériaux à extraire dans l'enceinte portuaire est estimé à 38 199 m³¹ : 14 727 m³ de sédiment et 23 472 m³ de roche calcaire**. La figure en page suivante illustre le plan de dragage du bassin portuaire et les épaisseurs de sédiment à y extraire.

Afin de réduire l'incidence du panache turbide, un dispositif anti-MES sera installé par l'entreprise de travaux (barrière anti-pollution et/ou rideau de bulles).

La mise en place d'un barrage anti-pollution de surface est fortement contraignante pour le fonctionnement du port (entrées et sorties des navires), notamment lorsque ce dernier est de taille restreinte. Afin de réduire les incidences des usages maritimes, notamment pour les pêcheurs locaux, un rideau de bulles peut être installé. Ce système est détaillé dans le chapitre des « Mesures de réduction ».

¹ Les volumes de déroctage sont issus d'un calcul basé sur les levés de type jetting (sondage par lançage sous-marin). Du fait de la précision très relative des mesures, les quantités estimées peuvent varier significativement avec la réalité du chantier. L'entreprise titulaire du marché, devra s'assurer en amont des travaux, les profondeurs réelles des sédiments sur l'ensemble de la zone d'étude et ainsi réestimer la part des volumes dragués et déroctés.

CONSEIL DEPARTEMENTAL DE LA GUADELOUPE
TRAVAUX DE DRAGAGE DU PORT DE PORT-LOUIS (GUADELOUPE)
DOSSIER D'AUTORISATION AU TITRE DES ARTICLES L214-1 A L214-6 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

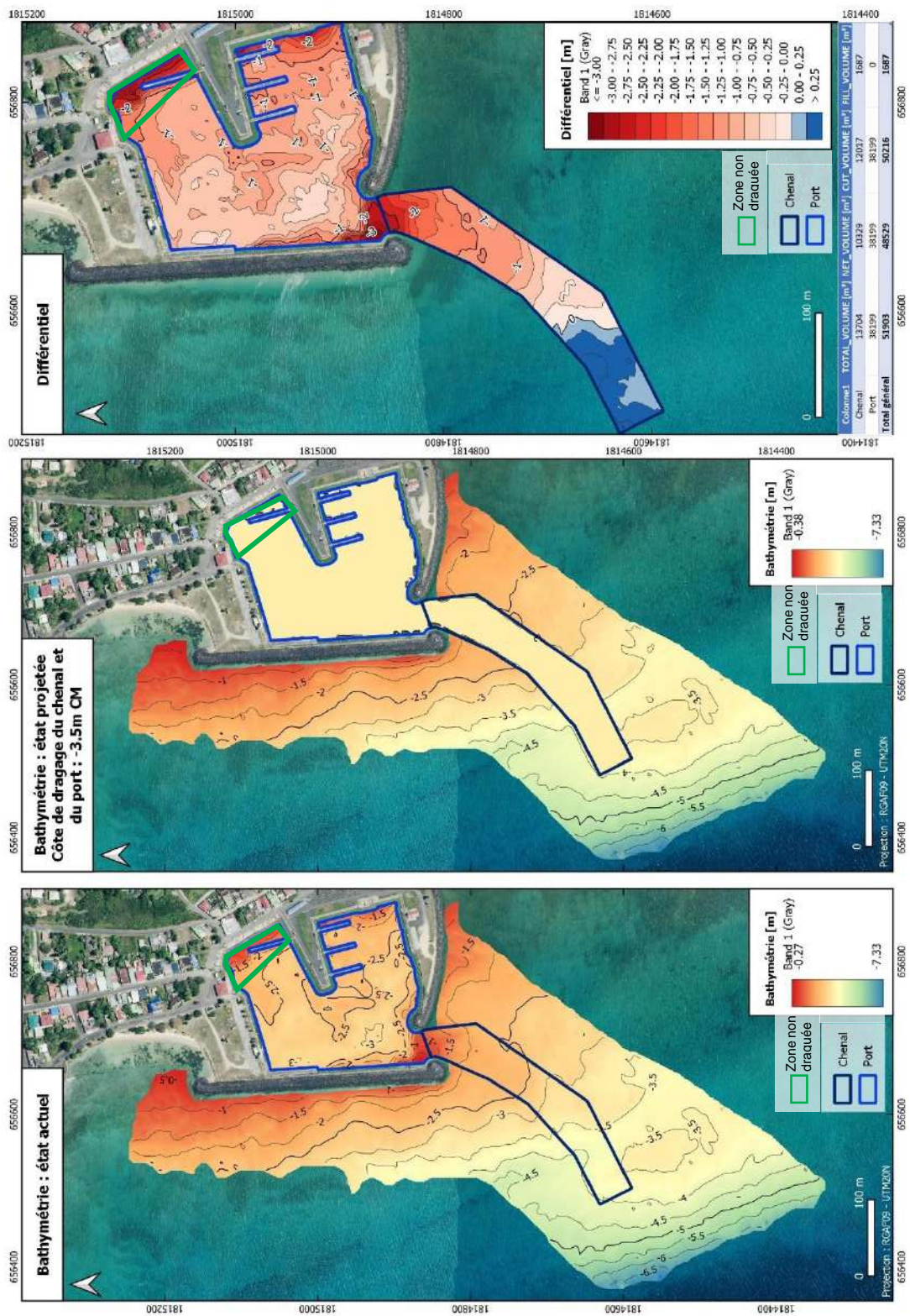


Figure 2 : Plan de dragage du port de Port-Louis pour atteindre les côtes de projet

6.3.1.2. Nature et qualité des sédiments à draguer

Les sédiments du port et du chenal d'accès de Port-Louis ont été caractérisés suite à la réalisation de prélèvements en juillet 2020 et février 2022, par CREOCEAN, et analysés par le laboratoire EUROFINS.

La méthodologie appliquée ainsi que les résultats d'analyses complets sont présentés en **Annexe n°1** du présent dossier (CREOCEAN, 2022, Rapport de phase 1 : *Etude préalable de caractérisation des sédiments marins*). Les paragraphes suivants en résument les principaux résultats, notamment concernant les contaminants présents et la microbiologie.

Remarque :

L'analyse de l'élément Chlordécone n'a pas été réalisée sur les sédiments marins du port de Port-Louis du fait du faible risque de contamination existant sur cette zone géographique de la Guadeloupe. En effet, quelques parcelles sont situées en amont de la zone d'étude en risque de pollution en chlordécone négligeable (site de la DAAF, 971 – visité en octobre 2016).

- ▶ Eléments traces métalliques

La comparaison des résultats avec les seuils N1 et N2 du référentiel met en évidence :

- Aucun dépassement n'a été mesuré dans le chenal d'accès ;
- **Une faible contamination par le cuivre sur 2 stations**, dépassant le seuil N1 ;
- Un dépassement du seuil N2 pour le cuivre dans le fond du bassin nord. Le fond du port ne sera pas dragué du fait de ce dépassement (cf. Figure 2) ;

- ▶ Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Les analyses montrent que :

- Aucun dépassement n'a été mesuré dans le chenal d'accès ;
- Le seuil N2 n'est atteint pour aucun des HAP sur le site ;
- Une contamination de trois stations par l'Acénaphène, le Fluorène et l'Anthracène avec des concentrations supérieures au niveau N1 ;
- Une contamination légère sur deux stations par le Naphtalène, en concentration supérieure au niveau N1.

- ▶ Polychlorobiphényles (PCB) et Organoétains (TBT)

La comparaison des résultats avec les seuils N1 et N2 du référentiel met en évidence qu'aucune contamination par les PCB ou TBT et dérivés n'a été identifiée sur l'ensemble de la zone d'étude.

- ▶ Microbiologie et germes fécaux

Il n'y a pas de contamination microbiologique des sédiments portuaires de Port-Louis.

Le tableau ci-dessous synthétise les résultats obtenus. Les valeurs en rouge indiquent un dépassement du seuil N2 et les valeurs en jaune un dépassement du seuil N1.

CONSEIL DEPARTEMENTAL DE LA GUADELOUPE
TRAVAUX DE DRAGAGE DU PORT DE PORT-LOUIS (GUADELOUPE)
DOSSIER D'AUTORISATION AU TITRE DES ARTICLES L214-1 A L214-6 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

Tableau 3 : Synthèse des paramètres suivis par rapport aux seuils N1/N2

	Paramètres	Nulle à faible	Moyenne (N1)	Forte (N2)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	A	B	C
Métaux lourds (mg/kg/sec)	Arsenic	< 25	25 - 50	> 50	16,4	2,76	12,2	9,45	9,28	10,5	4,29	9,58	8,05
	Cadmium	< 1,2	1,2 - 2,4	> 2,4	0,13	<0,10	0,13	0,14	0,18	0,13	<0,10	<0,10	<0,10
	Chrome	< 90	90 - 180	> 180	20,4	5,84	14,6	10,1	15,6	10,9	7,56	9,44	9,16
	Cuivre	< 45	45 - 90	> 90	99,9	<5,00	63,9	24,7	50,8	42,7	<5,00	<5,00	<5,00
	Mercure	< 0,4	0,4 - 0,8	> 0,8	<0,10	0,31	<0,10	<0,10	<0,10	<0,11	<0,10	<0,10	0,22
	Nikel	< 37	37 - 74	> 74	10,5	<1,00	8,78	6,67	6,4	6,84	1,19	<1,00	<1,00
	Plomb	< 100	100 - 200	> 200	23,3	<5,00	14,3	6,28	7,26	7,61	<5,00	<5,00	<5,00
	Zinc	< 276	276 - 552	> 552	62,4	6,65	38,4	19,8	31,7	28,2	<5,00	7,85	5,63
Polychlorobiphényles Organochlorés (µg/kg/sec)	PCB 028	< 5	5-10	> 10	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	PCB 052	< 5	5-10	> 10	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	PCB 101	< 10	10 - 20	> 20	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	PCB 118	< 10	10 - 20	> 20	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	PCB 138	< 20	10 - 20	> 40	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	PCB 153	< 20	20 - 40	> 40	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	PCB 180	< 10	10 - 20	> 20	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	PCB totaux	< 80	10 - 20	> 160	0	0	0	0	0	0	<1	<1	<1
Organoét raillés	TBT	< 100	100-400	>400	10	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) (µg/kg/sec)	Naphtalène	< 160	160 - 1130	> 1130	300	2,8	250	98	4	3,9	<2.0	4,6	<2.0
	Acénaphthylène	< 40	40-340	>340	34	5,5	34	26	3,6	6,7	<2.0	7,6	<2.0
	Acénaphthène	< 15	15 - 260	> 260	120	2,6	130	77	3,6	3,5	2,4	14	<2.0
	Fluorène	< 20	20 - 280	> 280	83	4,6	93	68	7,9	6,9	3,7	16	<2.0
	Phénanthrène	240	240 - 870	> 870	48	6,8	59	43	12	18	<2.0	2,6	<2.0
	Anthracène	< 85	85 - 590	> 590	110	4,2	120	130	18	52	5,1	18	2
	Fluoranthène	< 600	600 - 2850	> 2850	11	4,8	11	67	14	41	<2.0	11	<2.0
	Pyrène	< 600	600 - 2850	> 2850	8,6	3,5	8,2	48	12	37	<2.0	8,3	<2.0
	Benzo (a) anthracène	< 260	260 - 930	> 930	5	3,9	3,7	26	8,9	31	<2.0	7,7	<2.0
	Chrysène	< 380	380 - 1590	> 1590	4,6	3,8	3,8	24	6,7	34	<2.0	5,8	<2.0
	Benzo (b) fluoranthène	< 400	400 - 900	> 900	8,5	5,6	9,9	37	12	38	<2.0	9,4	<2.0
	Benzo (k) fluoranthène	< 200	200 - 400	> 400	3,6	4,3	3,4	17	5,1	23	<2.0	3,9	<2.0
	Benzo (a) pyrène	< 430	430 - 1015	> 1015	6,3	4,3	5	33	7,6	28	<2.0	8,5	<2.0
	Dibenzo (a,h) anthracène	< 60	60 - 160	> 160	2,2	<2,2	<2,0	4,6	2,6	6,9	<2.0	4,7	<2.0
Benzo (g,h,i) perylène	< 1700	1700 - 5650	> 5650	9,8	3,1	6,4	26	7	24	<2.0	6,1	<2.0	
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	< 1700	1700 - 5650	> 5650	5,2	4,3	4	25	5,8	18	<2.0	6,9	<2.0	

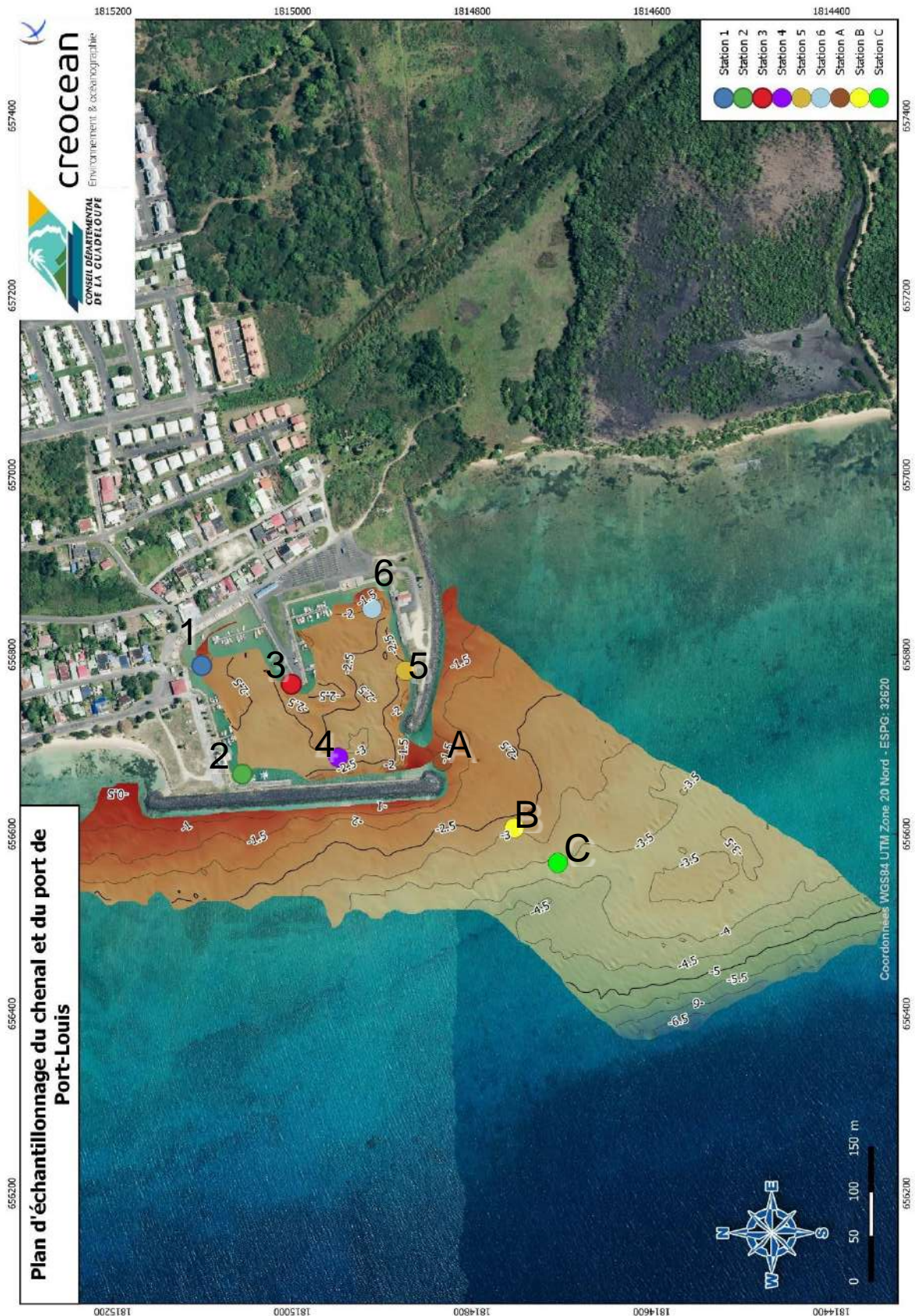


Figure 3 : Plan d'échantillonnage des prélèvements de sédiments du chenal en 2020 et du port de Port-Louis en 2022

6.3.2. Déroctage du chenal d'accès

6.3.2.1. Justification du dimensionnement

Le port est actuellement occupé par des navires dédiés à l'activité pêche ainsi que des navires de plaisance. Certains navires à voile sont dimensionnants de par leur tirant d'eau pouvant aller jusqu'à 2,50 m pour les voiliers. Ainsi, pour des considérations sécuritaires, il a été estimé qu'une profondeur de chenal et du port égale à 3,60 m permettrait d'accueillir les bateaux de plaisance en sécurité quel que soit l'horaire de la marée.

Pour le dimensionnement de la largeur du chenal, les estimations ont été faites en considérant qu'un bateau de type navire à passagers d'une longueur de 20 m pourrait accéder au port en tout temps et que deux voiliers à fort tirant d'eau pourraient se croiser. Le calcul de la largeur a été estimé sur la base du Port Designers Handbook, qui considère que pour assurer la sécurité de la navigation la largeur minimum du chenal doit être de l'ordre de 40m.

Le tracé a été réalisé sur la base des dimensions d'un bateau de projet avec une marge de sécurité. Le dimensionnement du chenal prend en compte que le navire ne doit pas rentrer en ligne brisée et que cette ligne doit être aussi peu inclinée que possible sur la direction des vents dominants (Nord-Est).

- ▶ Rayon de courbure est de 200 m en entrée de chenal et de 100 m au niveau de la passe d'entrée du port ;
- ▶ Surlargeur en courbe 2,5 m ;
- ▶ Angle maximum de la courbe < 40° ;
- ▶ Distance minimum entre deux courbes égale 80 m.

L'intégralité des estimations des paramètres dimensionnant est présentée dans le rapport de projet en annexe du présent rapport (Cf. Annexe n°3, dans le chapitre 2.3.2. « *Dimensionnement du chenal d'accès, du rapport de projet, CREOCEAN, 2022* »)

6.3.2.2. Caractéristiques des opérations

Les volumes ont été estimés sur la base des paramètres dimensionnant précédemment cités :

- ▶ Cote de dragage -3 ,50 m CM ;
- ▶ Distance de sécurité entre les ouvrages et les zones draguées de 5 m ;
- ▶ Tracé du chenal issu du scénario 3 ;

Le volume de matériaux théorique à draguer/dérocter dans le chenal d'accès est estimé à **12 017 m³** (avec environ 9 349 m³ de déroctage et 2 668 m³ de sédiments dragués).

1 500-2 000 m³ de roches seront stockés à terre (sur une superficie de 1000m²) pour une valorisation ultérieure, dans le cadre de travaux menés par le Conseil Départemental de Guadeloupe.

La dimension des blocs rocheux déroctés est difficile à déterminer mais au vu de la constitution du substratum et des moyens employés (pelle), il est estimé que les blocs seront de taille décimétrique, avec une moyenne estimée entre 20 et 50 cm de diamètre. Il n'est pas à exclure que ponctuellement des blocs plus gros (1m) pourraient être rencontrés.

Chaque opération de déroctage est un cas particulier qui dépend de la nature des matériaux mais aussi du lieu, du volume à traiter, des moyens nautiques disponibles, des moyens de stockage et de traitement, ...

Dans le cas présent, le territoire ne dispose pas d'espace suffisant pour du stockage, les sous-produits du déroctage seront ainsi clappés en mer. Par ailleurs, les couches calcaires sont relativement dures et le retour d'expérience sur les travaux d'extension ont montré que :

- ▶ L'utilisation d'une pelle n'est pas suffisante pour les matériaux les plus durs ;
- ▶ Le minage est inefficace face à l'hétérogénéité des matériaux présents ;

La seule solution pertinente dans le cas présent est d'utiliser une grosse pelle hydraulique fixée sur un ponton flottant de grande capacité, stabilisée par des pieux. La souplesse d'intervention de la pelle hydraulique permet d'utiliser différents godets, dont des rippers (dent de déroctage). Une seule dent

² La valeur de tirant d'eau est obtenue par le guide Australian Standard.

ripper sera nécessaire pour casser et arracher les blocs les plus gros. En complément, la pelle devra être équipée d'un brise roche hydraulique ce qui permettra de réaliser des travaux précis dans des roches dures.

6.3.3. Immersion des sédiments dragués et déroctés

La solution d'immersion au large s'inscrit comme la seule solution envisageable d'un point de vue de la faisabilité technique et économique des opérations. L'analyse de solution alternative est développée dans le chapitre 11.2.2, page 135.

6.3.3.1. Choix du site d'immersion

En considérant :

1. Les contraintes inhérentes au clapage (se situer à moins de 5 ou 6 miles des côtes et des profondeurs supérieures à 200 m),
2. Une courantologie limitant le retour potentiel à la côte et la bathymétrie autour de Port-Louis,
3. Un éloignement suffisant de zones sensibles ou d'intérêt écologique (cœurs de parc, réserves naturelles, ...) ou d'activités maritimes (Dispositifs de Concentrations de Poissons),
4. Les résultats des observations des campagnes en mer KARUBENTHOS 2 du Museum Nationale d'Histoire Naturelle (MNHN),

Un site potentiel été identifié (voir carte en page suivante) :

- ▶ Situé à l'Ouest-Nord-Ouest du port de Port-Louis, à une distance d'environ 3,5 MN du port et 2,7 MN la côte la plus proche ;
- ▶ Éloigné des zones côtières et des biocénoses remarquables ;
- ▶ Situé sur des fonds entre – **275 et - 290 m** de profondeur ;
- ▶ Sur la zone d'immersion, les biocénoses ne sont pas très connues du fait des grandes profondeurs. Il faut toutefois noter que des campagnes d'inventaires de faune profonde ont été menées au nord de la Guadeloupe et que des cnidaires profonds et des mollusques ont été ponctuellement échantillonnés entre 300 et 4000 m de profondeur. Les données sont toutefois lacunaires sur le sujet ;
- ▶ Situé à 4,6 MN au Nord de l'îlet Fajou ;

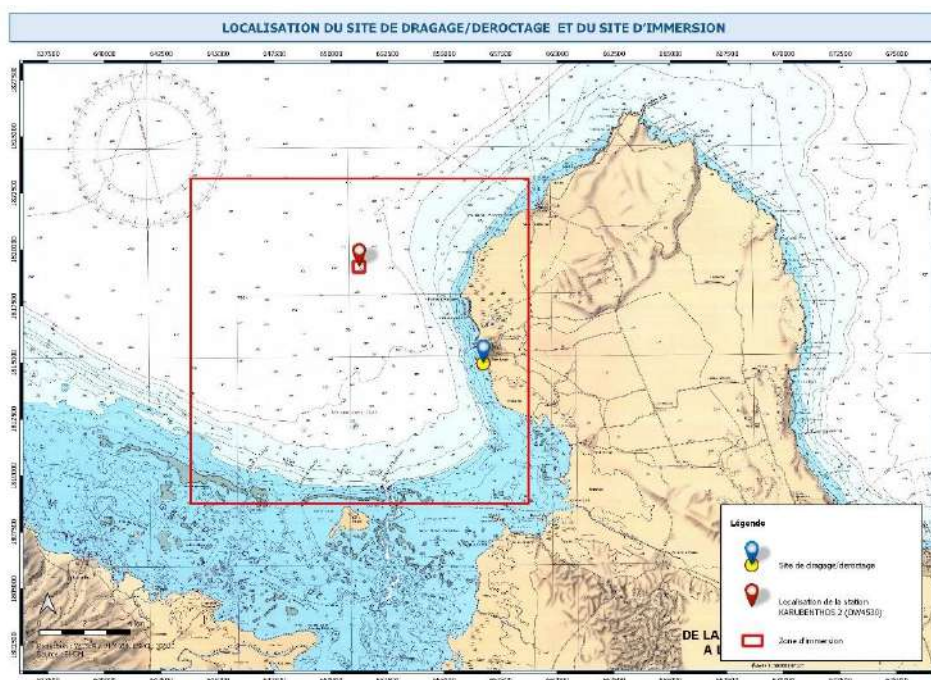


Figure 4 : Localisation de la zone d'immersion des sédiments portuaires

Précisons que peu d'informations précises sur les biocénoses profondes (densité, superficie, espèces présentes, etc.) sont disponibles mais l'analyse des images des stations KARUBENTHOS 2 a apporté des réponses partielles quant à la nature des fonds marins. Le périmètre d'immersion des sédiments est localisé sur un secteur où les relevés réalisés par un chalut profond (station DW4530) ont révélé la présence d'une plaine vaseuse homogène (d'après les observations photos prises sur le navire scientifique), dépourvue de substrats durs majoritaire et d'épifaune.



Figure 5 : Photos de la collecte sur la station DW4530 (source : https://expeditions.mnhn.fr/campaign/karubenthos2/event/DW4530?area=1#les_photos)

L'analyse des stations alentours dans le Grand Cul-de-Sac marin montre une diversité biologique beaucoup plus importante, associée à des densités d'espèces également plus importantes (hydrides, crustacés, poissons, spongiaires). La figure ci-dessous synthétise les observations sur les stations à proximité, avec des photos des chaluts remontés.

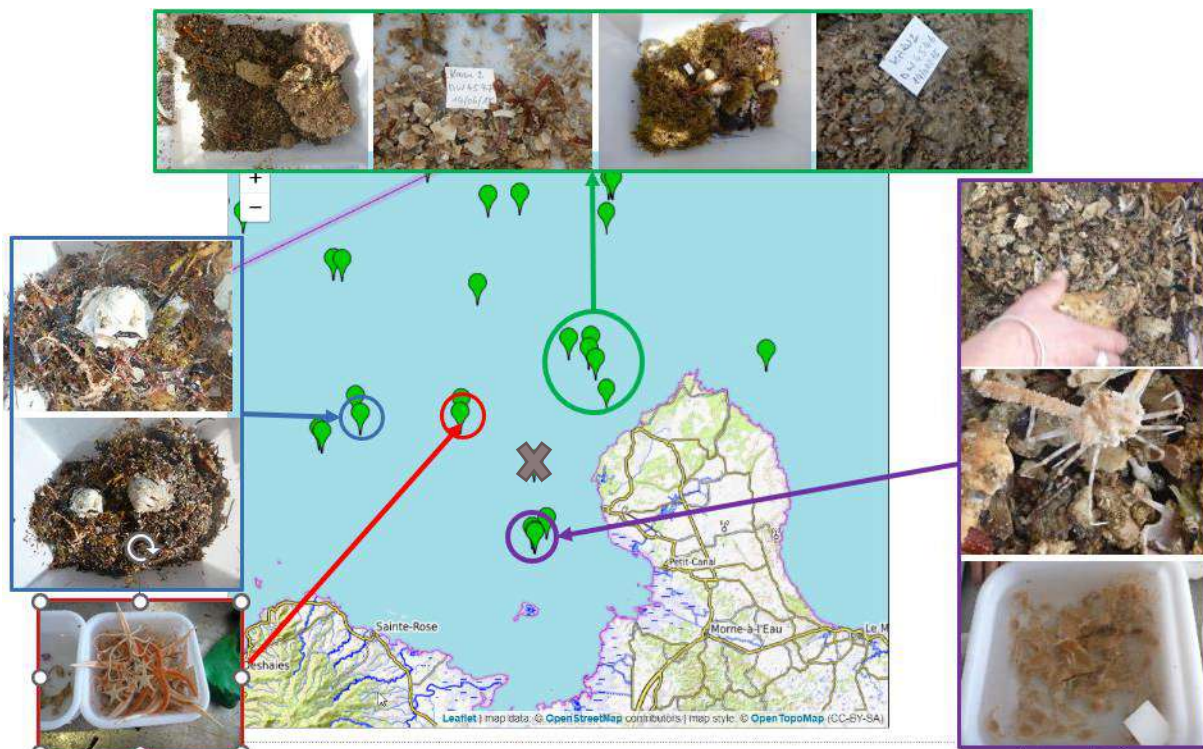


Figure 6 : Illustration des photos des chaluts sur les stations KARUBENTHOS 2 autour du point d'immersion (croix) (d'après les données disponibles sur <https://expeditions.mnhn.fr/campaign/karubenthos2#cartographie>)

Le secteur choisi (croix sur la figure précédente) correspond à la zone de « moindre impact » du fait d'une homogénéité de la biocénoses (plaine de vase), dépourvue d'épifaune.

Justification vis-à-vis de la courantologie :

6.3.4. Localisation du site d'immersion en mer

Les coordonnées géographiques du site d'immersion potentiel sont les suivantes :

**Tableau 4 : Coordonnées du site d'immersion potentiel
(WGS84-Géographique - Latitude/Longitude)**

Latitude	Longitude
16° 27'N	61° 35'O

6.3.5. Déroulement des opérations

Plusieurs rotations seront nécessaires à l'évacuation de la totalité des matériaux à extraire. Elles seront menées par des engins de type chaland fendable ou chaland à clapet d'une capacité d'environ 415 m³.

Le chargement des chalands sera volontairement limité à 90% de leur capacité afin de réduire les risques de surverse sur le trajet et il pourra être ajusté selon les conditions météorologiques.

L'immersion se fera par ouverture de la coque du chaland (« chaland fendable »), au-dessus du site d'immersion.

Le site de clapage se situe à environ 3,5 Milles Nautiques (MN) du port de Port-Louis. Il reste ainsi relativement éloigné des côtes guadeloupéennes tout en restant techniquement accessible aux navires effectuant les travaux d'immersion.

Le site proposé permet d'éviter le dépôt des sédiments dragués sur les fonds marins côtiers (compris entre 0 et 50 m de profondeur), où se situent la majorité des habitats sensibles côtiers de la côte guadeloupéenne (coraux et herbiers de phanérogames principalement). Les déblais seront immergés entre - 275 et 290 m de profondeur.

Son éloignement permet également d'éviter le dépôt des sédiments sur les zones côtières et littorales abritant de nombreux écosystèmes sensibles. Une expertise hydrodynamique et hydrosédimentaire a été réalisée dans le cadre de cette étude d'impacts ; nous nous appuyerons dessus pour réaliser notre analyse.

6.3.5.1. Moyens utilisés

Les moyens mis en œuvre spécifiquement pour ces travaux seront :

- ▶ **Travaux de dragage** : Engins de type pelle ou grue sur barge ou ponton flottant ;
- ▶ **Travaux de déroctage** : Pelle hydraulique sur ponton flottant équipée d'un brise-roche hydraulique et d'une dent ripper ;
- ▶ **Transport et immersion des déblais** : Engins de type chaland à clapet ou fendable.





Figure 7 : Illustration des moyens de dragage et clapage mis en œuvre (source : CREOCEAN, 2019)



Figure 8 : Illustration (à gauche) d'une dent ripper et (à droite) d'un atelier de déroctage au brise roche hydraulique (source : www.tramaf.fr/)

Le matériel utilisé en Guadeloupe pour les opérations de dragage sera actuellement le suivant :

- ▶ Un ponton dipper de 43,8 mètres de long et de 8,7 m de large. Ce ponton dispose de trois pieux amovibles lui permettant de se stabiliser pendant les opérations de dragage. Ces trois pieux sont directement posés sur le substrat. **Aucune opération de battage n'est prévue ;**
- ▶ Pelle mécanique de grande capacité ;
- ▶ Barge fendable de 51 m de long.



Figure 9 : Illustration d'un atelier de dragage classique composé d'un ponton dipper et d'une barge fendable

6.3.5.2. Délai de réalisation des travaux

Le point de clapage étant distante de 3,5 MN, il a été considéré que le chaland pourrait réaliser 4 rotations par jour. La capacité des barges fendables utilisées en Guadeloupe est de 415 m³. Néanmoins, au vu des contraintes liées à l'accès au port et aux problématiques éventuelles de surverse, les chargements seront limités à 90 % de la capacité totale du navire utilisé soit environ 370 m³. Ainsi, Pour le dragage des sédiments meubles, les rendements à attendre sont de l'ordre de 1 480 m³ de matériaux foisonnés par jour soit 1 140 m³ de matériaux en place.

Pour les opérations de déroctage, le temps de chargement est plus long car elle nécessite une opération de fracture des blocs rocheux, puis une opération de chargement. Il est ainsi estimé qu'une seule barge pourra être clappée en mer chaque jour, soit 370 m³ de matériaux foisonnés ce qui correspond à 285 m³ de matériaux en place.

Le tableau ci-dessous présente le détail de l'estimation des travaux de dragages.

Tableau 5 : Estimation de la durée des travaux de dragage par type d'intervention

	Volume à draguer	Cadence	Durée des travaux en jours	Intempéries et stand-by	Durée totale
Matériaux meuble	17 395 m ³	1 140 m ³ /j	15	20% soit 3 j	18 j
Matériaux issus du déroctage	32 821 m ³	570 m ³ /j	58	20% soit 12j	70 j

Afin de limiter les nuisances, les travaux seront réalisés uniquement de jour et du lundi au vendredi.

Le délai de réalisation des travaux de dragage et d'immersion des sédiments du port de Port-Louis est estimé à minimum 4,5 mois.

6.3.5.3. Phasage

6.3.5.3.1. Informations sur le planning des travaux

En amont du commencement de l'opération, une mise au point opérationnel est souhaitée afin de valider le planning d'intervention. Une fois le planning clarifié, une réunion publique d'information à destination des usagers est également à faire afin d'informer les moyens mis à leur disposition pendant la phase de travaux, l'organisation provisoire du plan d'eau et l'attribution de place pendant les différentes phases des travaux. Le Conseil Départemental veillera à attribuer une place sur les pontons, provisoirement pour chaque bateau présent dans le port et à chaque étape de l'opération. Les mouillages permettant l'amarrage des bateaux, seront déplacés en même temps que les pontons.

6.3.5.3.2. Etape 1 : dragage du chenal et préparation du dragage du Port

La première étape consistera au déroctage de la passe d'entrée afin d'optimiser les rotations des barges pour le clapage en mer. Les travaux se feront à l'avancement en partant du large vers la passe d'entrée du port. Afin de protéger l'environnement immédiat du chenal, l'entreprise devra mettre en place un dispositif permettant de ne pas disperser les matières en suspension et de limiter l'impact des bruits sous-marins.

Pendant les opérations de dragage du chenal, un ponton provisoire devra être mis en place dans la zone Sud en vue de l'accueil des navires du port. Les opérations concernant la mise en place des barrières anti-MES pourront être anticipées. Dans un objectif de limiter la coactivité dans le port, le Département devra procéder au déplacement des navires et des mouillages du ponton N°4 vers le ponton d'accueil des navettes à passagers.



Figure 10 : Illustration d'un atelier de dragage en mer avec une barrière anti-MES
(source : www.tramar.fr)



Figure 11 : Localisation du ponton provisoire, du transfert des navires du ponton N°4 et des barrières anti-MES en vue des opérations de dragage du port

6.3.5.3.3. Etape 2 : dragage de la zone Sud-Ouest

Dès la fin de l'étape 1, l'entreprise pourra procéder au dragage de l'intégralité de la zone Sud-Ouest (Figure 12). L'entreprise interviendra prioritairement dans la zone située au Sud. Une fois la zone Sud draguée, les mouillages des pontons 5 et 6, ainsi que leurs navires seront déplacés au niveau du ponton provisoire (Figure 13). Les mouvements des navires et des mouillages devront être anticipés le plus tôt possible par le Département.



Figure 12 : Représentation schématique de l'étape 2 : dragage de la zone Sud-Ouest



Figure 13 : Représentation schématique de l'étape 2 deuxième partie : déplacement des mouillages des pontons 5 et 6 et zone d'intervention de l'atelier de dragage

6.3.5.3.4. Etape 3 : dragage de la zone Sud-Est

Une fois les mouillages des pontons 5 et 6 déplacés et le dragage de la zone Sud-Ouest achevé, l'entreprise procédera aux dragages de la zone Sud-Est (Figure 14).

L'étape 3 bis consistera, en parallèle du dragage de la zone Sud-Est, à déplacer les 2 pontons (N°1 et N°2) de la zone Nord et le déplacement des navires présents dans les zones d'accueils provisoires (Figure 15).



Figure 14 : Représentation schématique de l'étape 3 : dragage de la zone Sud-Est

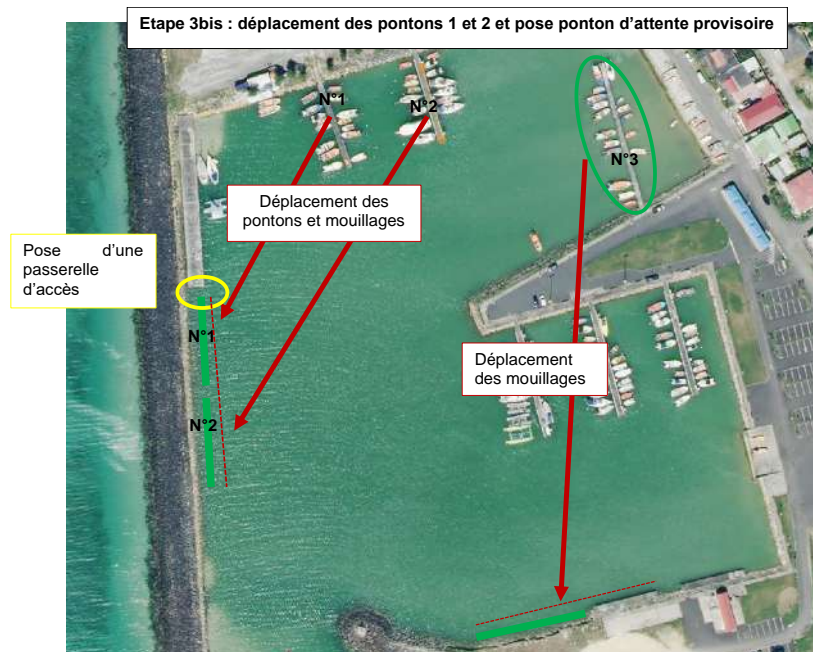


Figure 15 : Représentation schématique de l'étape 3 bis

6.3.5.3.5. Etape 4 : dragage de la zone Nord

L'étape 4 consiste au dragage de l'intégralité de la zone Nord (Figure 16). A la fin de cette dernière phase, les pontons ainsi que les mouillages seront remis dans leur position initiale (Figure 17).



Figure 16 : Représentation schématique de l'étape 4 : dragage de la zone Nord



Figure 17 : Représentation schématique de l'étape 4 bis: repositionnement des mouillages des pontons 1, 2 et 3

6.3.6. Période de démarrage des travaux

Le Conseil Départemental souhaite réaliser les travaux de dragage entre **juin et octobre 2023**, sous réserve de l'obtention de l'ensemble des autorisations réglementaires, pour une durée d'environ 18 semaines.

6.3.7. Coût des travaux

Détail Quantitatif et Estimatif

N° prix	Désignation	U	Quantités	P.U. H.T.	Total H.T.
---------	-------------	---	-----------	-----------	------------

1 - MOBILISATION DES MOYENS NAUTIQUES ET DE DRAGAGE ENGUADELOUPE

1	1	Amené et repliement de l'atelier de dragage en Guadeloupe	Ft		1 547 000,00 €	- €
---	---	---	----	--	----------------	-----

Sous-total - €

2 - INSTALLATIONS, PREPARATIONS, RECEPTION ET DOSSIERS

2	1	Installation générale de chantier	Ft	0,5%	2 271 023,53 €	11 355,12 €
2	2	Transfert de l'atelier de dragage sur site	Ft	1	100 000,00 €	100 000,00 €
2	3	Etudes et plans d'exécution	Ft	1	25 000,00 €	25 000,00 €
2	4	Levé bathymétrique avant travaux	Ft	1	40 000,00 €	40 000,00 €

Sous-total 176 355,12 €

1MN 1,852 km

3 - TRAVAUX DE DRAGAGE

Distance au point de clapage en km 6,5

3	1	Dragage mécanique des sédiments portuaires	m ³	17395	15,63 €	271 883,85 €
3	2	Transport des sédiments vers le site de clapage	m ³ km	113068	0,34 €	38 442,95 €
3	3	Immersion des sédiments sur le site de clapage	m ³	17395	0,52 €	9 045,40 €
3	4	Curage hydraulique des buses de renouvellement des eaux	Ft	1	5 000,00 €	5 000,00 €
3	5	Evacuation en décharge agréée des déchets collectés	m ³	30	25,00 €	750,00 €

Sous-total 325 122,20 €

4 - TRAVAUX DE DEROCTAGE

Distance au point de clapage en km 6,5

4	1	Déroctage mécanique de substratum rocheux (roche calcaire 4.1.1)	m ³	32821	50,00 €	1 641 050,00 €
4	2	Transport des sédiments vers le site de clapage	m ³ km	213337	0,34 €	72 534,41 €
4	3	Immersion des sédiments sur le site de clapage	m ³	32821	0,52 €	17 066,92 €
4	4	Curage hydraulique des buses de renouvellement des eaux	Ft		5 000,00 €	- €
4	5	Evacuation en décharge agréée des déchets collectés	m ³	30	25,00 €	750,00 €

Sous-total 1 731 401,33 €

5- Prescriptions environnementales

5	1	Mise en œuvre d'un barrage filtrant	Mois	4,0	8 000,00 €	32 000,00 €
5	2	Suivi hebdomadaire de la turbidité	Mois	4,0	4 000,00 €	16 000,00 €
5	3	Suivi aérien	Ft	1	1 500,00 €	1 500,00 €

Sous-total 49 500,00 €

Total général H.T.	2 282 378,65 €
T.V.A. 8.5 %	194 002,19 €
Total général T.T.C. en Euros	2 476 380,83 €

7. Rubriques de la nomenclature concernées par les travaux

7.1. Partie Législative

Les travaux de dragage et de déroctage du port départemental de Port-Louis sont soumis aux dispositions réglementaires suivantes, en application de la partie Législative du Code de l'Environnement :

- ▶ **Articles L.214-1 à L.214-11** relatifs au régime d'autorisation ou de déclaration en milieu aquatique et marin ;
- ▶ **Articles L.122-1, 3 et 5** relatifs aux études d'impact des projets de travaux, d'ouvrages et d'aménagements ;
- ▶ **Articles L.123-1 à 19** relatifs aux enquêtes publiques relatives aux opérations susceptibles d'affecter l'environnement.
- ▶ **Article L.331-14 Modifié par loi n°2006-1772 du 30 décembre 2006 - art. 40 JORF 31 décembre 2006** relatif aux dispositions particulières aux espaces maritime des parcs nationaux.
- ▶ **Article L.331-15 modifié par ordonnance n°2012-92 du 26 janvier 2012 - art. 5**, relatif aux dispositions particulières aux départements d'outre-mer

7.2. Partie Réglementaire

Les travaux de dragage et de déroctage du port départemental de Port-Louis sont soumis aux dispositions réglementaires suivantes, en application de la partie Réglementaire du Code de l'Environnement :

- ▶ **Articles R.214-1 à R.214-60** relatifs procédures et au contenu des dossiers d'autorisation ou de déclaration ;
- ▶ **Articles R.122-1 à 15** relatifs aux études d'impacts des projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements (travaux en milieux aquatiques et littoraux visés au 21° du tableau annexé à l'article R.122-2) ;
- ▶ **Articles R.123-1 à 27** relatifs aux enquêtes publiques concernant les projets susceptibles d'affecter l'environnement.
- ▶ **Article R331-46 à 51 - modifié par décret n°2006-944 du 28 juillet 2006 - art. 1 JORF 29 juillet 2006** relatif aux dispositions particulières aux espaces maritimes des parcs nationaux.
- ▶ **Article R.331-52 à 52-1 modifié par Décret n°2006-944 du 28 juillet 2006 - art. 1 JORF 29 juillet 2006**, relatif aux dispositions particulières aux départements d'outre-mer.

7.3. Nomenclature relative à la demande d'autorisation

Le projet de dragage s'inscrit dans la **rubrique 4.1.1.0. du tableau annexé à l'article R. 214-1 : Dragage et/ou rejets y afférents en milieu marin**. Cette rubrique définit que **les travaux de création d'un port maritime ou d'un chenal d'accès ou travaux de modification des spécifications théoriques d'un chenal d'accès existant sont soumis à autorisation**.

Le projet de dragage s'inscrit dans la **rubrique 4.1.3.0. du tableau annexé à l'article R. 214-1 : Dragage et/ou rejets y afférents en milieu marin**. Cette rubrique définit les opérations de dragage et de rejet faisant l'objet d'une déclaration ou d'une autorisation au vu des niveaux de contamination N1 et N2 ainsi que des volumes à extraire et de la distance à une zone conchylicole ou de culture marine.

Le volume pris en compte dans la rubrique 4.1.3.0. est défini comme la somme des volumes des différentes opérations conduites par la même personne sur un même milieu aquatique et sur une période consécutive de 12 mois. Le tableau suivant détaille cette rubrique.

Tableau 6 : Détails de la rubrique 4.1.3.0. de la nomenclature (A = Autorisation ; D = Déclaration)

1° La teneur des sédiments extraits est supérieure ou égale au niveau de référence N2 pour l'un au moins des éléments qui y figurent		A	
2° La teneur des sédiments extraits est comprise entre les niveaux N1 et N2 pour l'un des éléments qui y figurent	a) Sur la façade métropolitaine Atlantique-Manche-Mer du Nord et lorsque le rejet est situé à 1 km ou plus d'une zone conchylicole ou de cultures marines	I. Le volume maximal in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est supérieur ou égal à 50 000m ³	A
		II. Le volume maximal in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est inférieur à 50 000m ³	D
	b) Sur les autres façades ou lorsque le rejet est situé à moins de 1 km d'une zone conchylicole ou de cultures marines	I. Le volume maximal in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est supérieur ou égal à 5 000m ³	A
		II. Le volume maximal in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est inférieur à 5 000m ³	D
3° La teneur des sédiments extraits est inférieure ou égale au niveau de référence N1 pour l'ensemble des éléments qui y figurent	a) Le volume in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est supérieur ou égale à 500 000m ³	A	
	b) Le volume in situ dragué au cours de douze mois consécutifs est supérieur ou égal à 5 000m ³ sur la façade Atlantique-Manche-Mer du Nord et à 500m ³ ailleurs ou lorsque le rejet est situé à moins de 1km d'une zone conchylicole ou de culture marine, mais inférieur à 500 000m ³	D	

Le projet s'inscrit dans le régime d'AUTORISATION car : il s'agit de travaux de création d'un chenal d'accès ; les volumes extraits sont de l'ordre 50 000 m³ et les niveaux de contamination sont comprise entre N1 et N2 pour plusieurs paramètres.

7.4. Nomenclature relative aux études d'impacts

Le projet est également concerné par la rubrique 9 « *Infrastructures portuaires, maritimes et fluviales* » et 25° « *Extraction de minéraux ou sédiments par dragage marin ou retrait de matériaux lié au curage d'un cours d'eau* » du tableau annexé à l'article R-122-2 : définissant si un projet est soumis ou non à étude d'impact.

Ainsi dans le cadre des travaux de dragage et de déroctage du port de Port-Louis, soumis à autorisation, le projet est soumis à un examen au cas par cas

Toutefois, le Maître d'Ouvrage a souhaité présenter directement une évaluation environnementale, sans présenter de cas par cas (pour des contraintes temporelles).

7.5. Nomenclature relative aux enquêtes publiques

Enfin, l'article R.214-8 établi que les opérations pour lesquelles une autorisation est sollicitée, sont soumises à enquête publique dès que le dossier est complet et régulier. L'enquête publique est menée dans les conditions prévues aux articles R-123-1 à 27.

Ainsi dans le cadre des travaux de dragage et de déroctage du port de Port-Louis, soumis à autorisation, le projet est soumis à enquête publique.

7.6. Nomenclature relative aux parcs nationaux

Le projet est inclus dans le périmètre de l'aire maritime adjacente du Parc National de la Guadeloupe (PNG).

Au titre de l'article R 331-50, dans le cas d'activités relevant d'une (2°) autorisation de travaux de dragage en application des articles L. 214-1 à L. 214-6, ainsi que les activités relevant d'une (3°) autorisation d'immersion en application de l'article L. 218-44, **l'établissement public du parc national est consulté, dans les conditions prévues au III de l'article L. 331-14, sur les demandes d'autorisations d'activités.**


Ainsi, lorsqu'une activité est susceptible d'altérer de façon notable le milieu marin compris dans le cœur d'un parc national, l'autorisation à laquelle elle est soumise ne peut être délivrée que sur avis conforme de l'établissement public du parc national pris après consultation de son conseil scientifique.

Cette procédure n'est pas applicable aux activités répondant aux besoins de la défense nationale, de l'ordre public, de la sécurité maritime et de la lutte contre la pollution.

Les présents travaux sont inscrits dans l'aire maritime adjacente du Parc National de la Guadeloupe, mais ne sont pas compris dans un cœur de parc du PNG.

Après avis du conseil scientifique du PNG, l'avis final passera par une délibération de son conseil d'administration qui prendra la forme d'un avis simple ou conforme si l'impact notable de l'aménagement sur les cœurs marins est retenu.

Les présents travaux sont donc soumis à un avis auprès de l'établissement du Parc National de la Guadeloupe. Ce sera le conseil scientifique qui déterminera si cet avis est simple ou conforme au regard des éléments énoncés dans l'évaluation environnementale.



Pièce 5 : Evaluation Environnementale

Pièce 5 : Evaluation environnementale

8. Scénario de référence de la zone concernée par le projet

Le chapitre ci-dessous présente uniquement les compartiments susceptibles d'influencer ou d'être influencés par les travaux de dragage portuaire, de transit des chalands et d'immersion des sédiments en mer.

Ainsi, la description de l'état initial de l'environnement de la zone de projet est appuyée sur :

- ▶ Les données bibliographiques récentes actuellement disponibles, dont les références bibliographiques sont données en fin de l'étude d'impacts ;
- ▶ Les documents réglementaires établis dans le cadre de l'aménagement de Port-Louis depuis plus de 10 ans (BCEOM, 1998, Caraïbes Aqua Conseil, 2009, ANTEA, 2010),
- ▶ Les études de suivi des communautés coralliennes au large de Port-Louis réalisées par l'Université des Antilles et de la Guyane (Louis M., 1998, Bouchon et al., 2006),
- ▶ Les données acquises par PARETO à proximité du secteur d'étude (suivi dans le cadre du rejet en mer de la STEP de Port-Louis en 2009 pour le compte de la Générale des Eaux, ; données DCE 2009-2012 ; suivis Reef-Check 2007-2012).
- ▶ Les analyses réalisées sur les sédiments portuaires en juillet 2021 et février 2022 (CREOCEAN, 20 – a).
- ▶ La campagne de terrain réalisée en février 2022 pour la caractérisation des biocénoses marines
- ▶ La modélisation du panache turbide sur le site clapage (CREOCEAN, 2022) pour l'évaluation des incidences.

8.1. Géographie physique

8.1.1. Ressources en eau – Eaux souterraines

L'île de la Grande-Terre (archipel de la Guadeloupe) est alimentée en eau en grande partie par de l'eau de surface provenant par aqueduc de l'île jumelle de Basse-Terre. Cependant l'exploitation des eaux souterraines de Grande-Terre, qui constitue une solution complémentaire et alternative permettant de combler les déficits d'alimentation en période de carême sévère, est de plus en plus souvent mise en œuvre pour produire de l'eau potable, industrielle et agricole. Le stock d'eau disponible est important, mais le contexte insulaire de la nappe lui confère une grande vulnérabilité vis-à-vis du risque d'intrusion d'eau salée marine.

La Grande-Terre est divisée en 2 masses d'eau souterraines avec la Grande-Terre et celle des Grands Fonds.

8.1.2. Ecoulement des eaux – Réseau hydrographique superficiel

Contrairement à la Basse-Terre, le réseau hydrographique de Grande-Terre est très peu dense, avec une absence de cours d'eau à écoulement permanent et est caractérisé par des ravines de faibles linéaires et des bassins versants de grandes tailles (10 à 30 km²).

Plusieurs ravines sont présentes :

- Ravine Cassis,
- Ravines Romain et Pichon qui alimentent la ravine Gaschet ;
- Ravine Gaschet : artificialisée avec la présence d'une retenue d'eau mise en place dans les années 90,
- Ravine de la vidange, dans laquelle la station d'épuration se rejette.

Mise à part la ravine Gaschet, bénéficiant d'un barrage et d'une alimentation en eau permanente, les autres ravines sont souvent sèches à partir du mois de mars, les apports étant concentrés entre juillet et décembre.

8.2. Climatologie générale

La Guadeloupe présente un **climat de type tropical insulaire humide**, influencé par l'anticyclone des Açores. L'île est ainsi soumise à deux saisons principales définies essentiellement par les variations du régime pluviométrique :

- ▶ La Saison sèche, dite Carême, de décembre à mai ;
- ▶ La Saison des pluies, dite Cyclonique, de juin à novembre.

La pluviométrie moyenne annuelle sur 11 années de suivi (2003-2013) s'établit en Grande-Terre à 1 581 mm ce qui inférieure à la moyenne annuelle de la Basse-Terre (2 794mm) (Asconit-PARETO-SAFEGE, 2014).

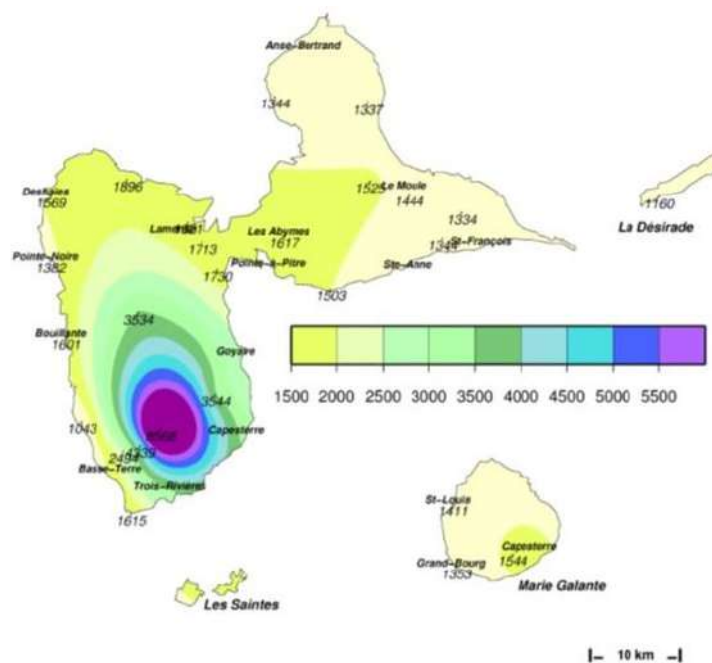


Figure 18 : Pluviométrie – Normales annuelles 1981-2010 (en mm)

Enfin, la température moyenne de l'air est généralement comprise entre 21°C et 29 °C en saison sèche et entre 24°C et 32°C en saison des pluies, en moyenne à la station du Raizet. Notons que l'année 2015 a été la plus chaude et la plus sèche depuis 1959.

Quant à la température de la mer Caraïbes ainsi que celle de l'océan Atlantique, elle est d'environ 27°C et atteint 28°C à 29°C en saison des pluies.

8.3. Conditions météo-océanographiques

8.3.1. Vents

L'analyse des données météorologiques (Météo-France et données du *National Center for Environmental Prediction*) permet de dresser les constats suivants :

- ▶ Environ 90 % des vents soufflent du secteur Nord-Est à Sud-Est, et sont représentatifs du régime d'alizés en Guadeloupe ;
- ▶ Les vents les plus forts viennent des directions Est (>20 m/s) et Sud-Ouest (> à 28 m/s) à Nord-ouest (> 16 m/s) ;
- ▶ Les vents dépassent 10 m/s environ 24h par mois ;
- ▶ En conditions cycloniques, les vents peuvent dépasser 28 m/s.

L'activité cyclonique n'est pas abordée dans ce chapitre car aucune mission n'aura lieu en cas d'évènements climatiques extrêmes.

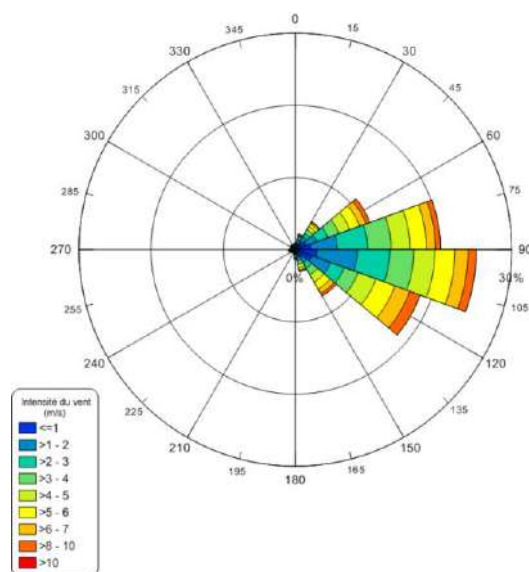


Figure 19 : Rose des vents à la station Le Raizet Aéroport (1995-2008)

8.3.2. Niveaux de marée

La marée au niveau de la Guadeloupe présente un caractère mixte (type semi-diurne à forte inégalité diurne). Les valeurs caractéristiques de la marée à Pointe à Pitre, données par les Références altimétriques du SHOM, sont les suivantes (valeurs rapportées au 0 CM) :

Tableau 7 : Niveau de marée de la Guadeloupe (Pointe-à-Pitre)

	Pleine mer sup.	Pleine mer inf.	Basse mer inf.	Basse mer sup.
Niveau d'eau (m)	0.6	0.5	0.3	0.4

Source : SHOM

En Guadeloupe, le zéro hydrographique (NH) ou zéro des cartes marines (CM) est situé à 0,46 m en dessous du Niveau Général de la Guadeloupe (NGG). Les niveaux extrêmes de la marée calculés à l'aide du logiciel SHOMAR sur 45 ans donnent un maximum de +0,74 m CM et comme minimum 0,12 CM.

Le marnage maximum s'établit à +0,60 m et les variations journalières de la marée sont de l'ordre de 0,30 à 0,50 m.

8.3.3. Courants

8.3.3.1. Courants généraux du Grand Cul-de-Sac

A l'échelle du Grand-Cul-de-Sac Marin, la circulation générale des masses d'eau provient d'un courant de dérive Nord équatorial. La circulation au sein du GCSM s'effectue d'ouest en est, en longeant la barrière récifale sur sa pente externe avec des échanges d'eau au niveau des différentes passes (passe à Colas, Fajou et Caret). Sur la partie est du récif (secteur de Port-Louis), les courants remontent vers le nord parallèlement à la côte.



Figure 20: Circulation des masses d'eau dans le lagon du GCSM (d'après Assor, 1988 in AAMP, 2013)

Au niveau de Port-Louis, d'après ANTEA (2010), la courantologie est dominée par les courants engendrés par les conditions climatiques générales et en particulier par les alizés. Elle est modulée par les marées et très localement par les débits des cours d'eau côtiers lors des périodes de crues. Il en résulte que devant l'entrée du port de Port-Louis, les courants portent généralement au sud-est de décembre à mai et au nord-ouest de juin à novembre. L'influence de la marée est peu sensible.

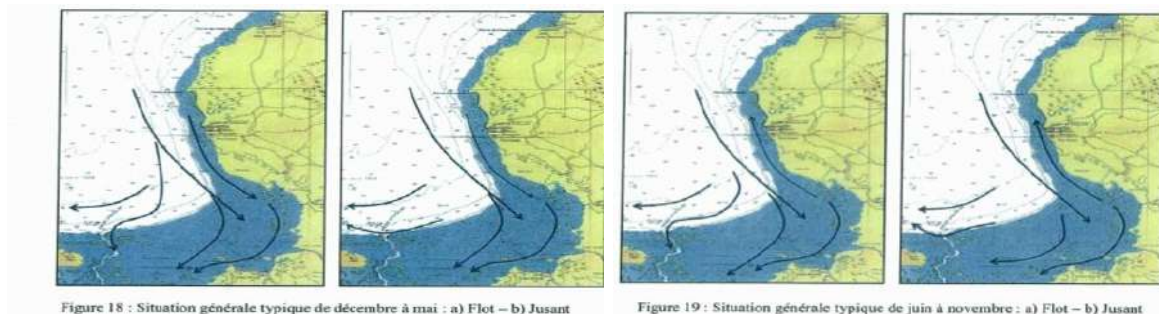


Figure 21 : Courantologie au niveau du port de Port-Louis (ANTEA, 2010)

8.3.3.2. Courants dans le port de Port-Louis

Aucune étude de modélisation n'a été menée à l'intérieur du port de Port-Louis pour connaître la courantologie générale.

Nous pouvons dire que la zone portuaire est soumise à la houle de Nord et Nord-Ouest mais peu aux courants côtiers.

La courantologie sur le secteur du projet n'est donc pas optimale pour transporter de façon notable les sables des fonds marins.

La vitesse maximale des courants sur l'ensemble de l'épaisseur de la lame d'eau devant l'entrée du port est couramment de l'ordre de 10 cm/sec et n'atteint qu'exceptionnellement 20cm/sec.

8.3.3.3. Courants généraux à proximité du site d'immersion

Les valeurs observées sur différents modèles (cf. Figure 22, Figure 23) indiquent que les courants dans la zone de clapage sont très faibles (<0,3m/s et la plupart du temps <0,1m/s). Les marées ne génèrent que très peu de courants à cet endroit et leur direction alterne entre le nord et le sud. Les vents peuvent également générer un courant local mais celui-ci ne sera important qu'en surface (surtout lorsque la profondeur d'eau est de plusieurs centaines de mètres) et n'influe donc qu'assez peu sur un clapage.

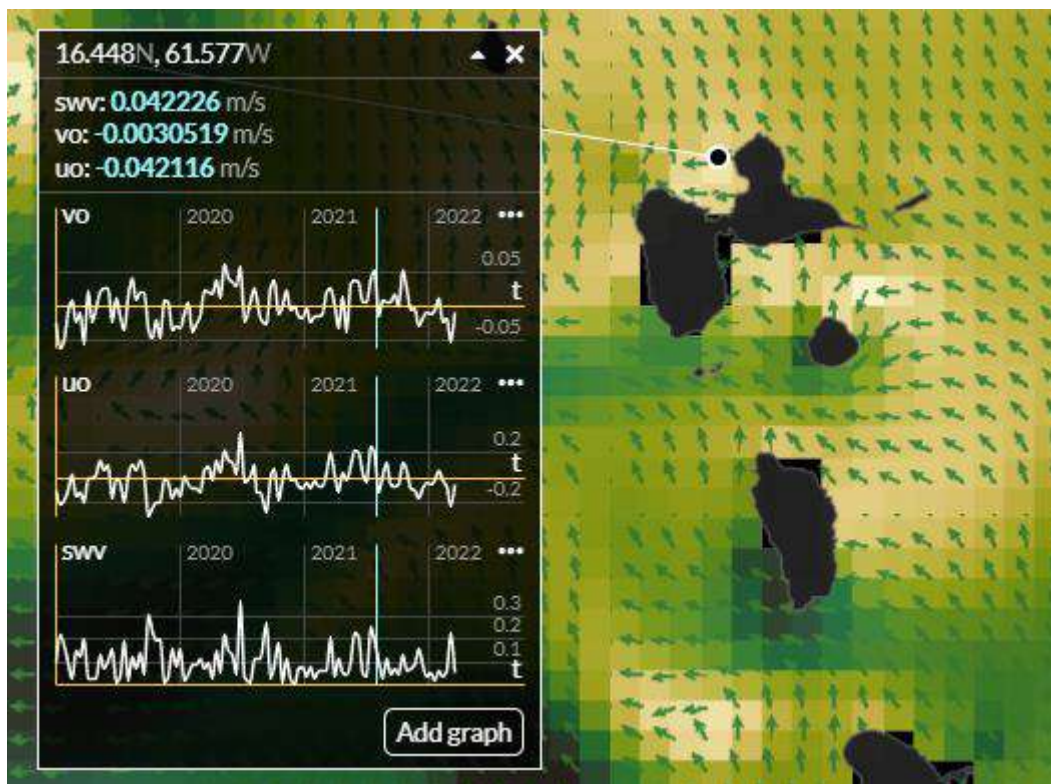


Figure 22 : Série temporelle de 2019 à 2022 des composantes u, v et de la norme du courant au niveau du point d'immersion des sédiments (Copernicus).

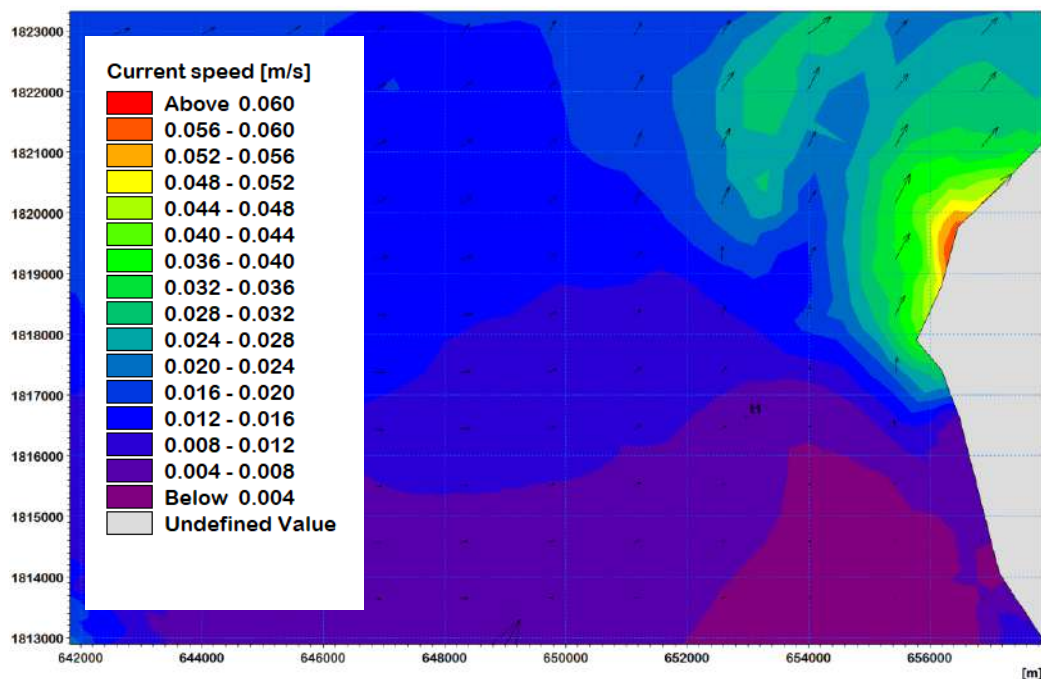


Figure 23 : Carte des courants modélisés (Mike) à marée descendante dans le Grand Cul-de-sac Marin (source CREOCEAN 2022)

D'après les retours d'expérience sur des modélisation de panaches turbides dans des conditions similaire, lorsque l'on observe des courants très faibles, le panache se disperse très peu et la turbidité reste donc importante à l'endroit du clapage mais dans un périmètre restreint.

Le fait que les courants soient faibles n'influe à priori pas (ou peu) sur la vitesse de chute des sédiments.

8.3.4. Agitation et houle

La Guadeloupe reçoit directement les houles du large, engendrées soit dans la zone atlantique (vents soufflants du Nord-Est au Sud), soit par les vents de la mer des Caraïbes, soit par des cyclones (origines aléatoires).

De ce fait, les côtes de l'archipel de la Guadeloupe sont généralement soumises à des houles longues de secteur Est-Nord-Est / Est-Sud-Est pour les houles d'Atlantique.

La baie de Port-Louis bénéficie d'une protection naturelle aux houles d'Est générées par l'Océan Atlantique. Elle est, par contre, soumise aux Houle de Nord

Les houles les plus fréquentes (soit de secteurs Est à Nord-Est) ont une influence très réduite sur le mouvement des masses d'eau.

L'analyse de ces données statistiques permet de dresser les constats suivants :

- ▶ Environ 90 % des vagues sont issues du secteur Nord-Est à Sud-Est, et sont représentatives du régime d'alizés en Guadeloupe,
- ▶ Les vagues les plus importantes viennent des directions Nord et Nord-Est et sont issues de conditions cycloniques durant lesquelles les hauteurs significatives peuvent dépasser 5,5m,
- ▶ Les hauteurs significatives dépassent 2m environ 24h par mois,
- ▶ Les périodes de pics correspondantes aux vagues mensuelles sont d'environ 8-10s.

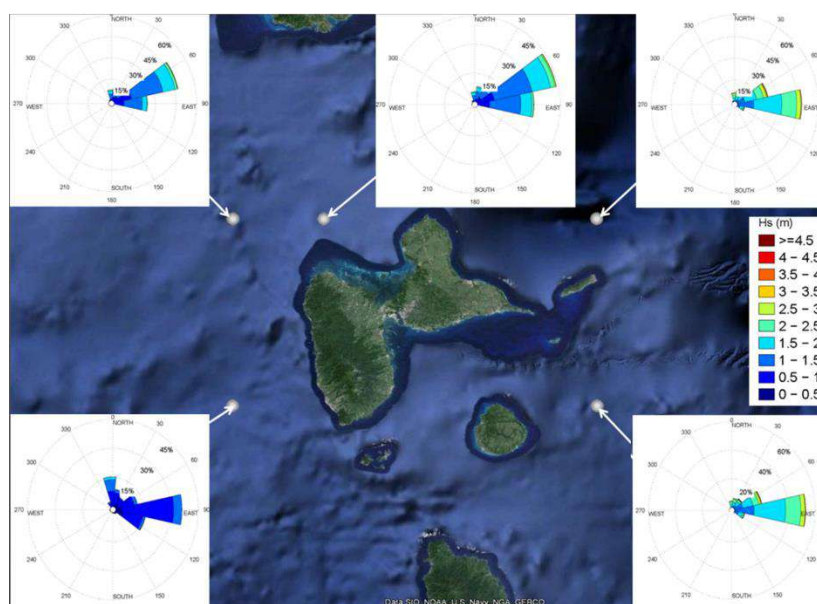


Figure 24 : Synthèse des conditions d'agitation au large de la Guadeloupe
(Sources : modèle WNA, Google, CREOCEAN, 2016)

8.4. Vulnérabilité au changement climatique

8.4.1. Contexte global et national

Selon le 6^{ème} rapport du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat), le réchauffement du système climatique à l'échelle mondiale est sans équivoque. Depuis les années 1950, beaucoup de changements observés sont sans précédent. L'atmosphère et l'océan se sont réchauffés, la couverture de neige et de glace a diminué, et le niveau des mers s'est élevé. Des changements ont été constatés depuis 1950 environ en ce qui concerne bon nombre de phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes. Certains de ces changements ont été attribués aux activités humaines, notamment la diminution des extrêmes de froid, l'augmentation des extrêmes de chaleur, la hausse des niveaux extrêmes de pleine mer et la multiplication des épisodes de fortes précipitations dans diverses régions.

L'évolution des températures moyennes annuelles montre un réchauffement depuis 1900. Ce réchauffement a connu un rythme variable, avec une augmentation particulièrement marquée depuis les années 1980. Sur la période 1959 – 2009, la tendance observée est d'environ +0,3 °C par décennie. Les trois années avec les températures moyennes les plus douces ont été observées au XXI^{ème} siècle, respectivement en 2014, 2011 et 2015. Ce réchauffement climatique, généralisé à l'échelle mondiale, s'explique par l'augmentation des émissions des gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère, liée essentiellement au trafic routier, à l'industrie et au secteur résidentiel. Ce réchauffement climatique n'est pas sans conséquences.

Cinq enjeux clés communs à l'ensemble des régions françaises et potentiellement interdépendants ont été identifiés (gestion des ressources en eau, biodiversité et production de biomasse, santé humaine, risques naturels ou technologiques).

8.4.2. Impact du changement climatique sur le port de Port-Louis

Les ports sont par définition des points d'intérêts vitaux pour la Guadeloupe : commerce, tourisme et continuité territoriale. Dans le même temps, ce sont des infrastructures vulnérables en raison de leur situation géographique ouvertes sur le littoral. Ils doivent faire face à une variété de risques qui seront d'autant plus prégnantes avec le changement climatique.

Les projections climatiques pour la Guadeloupe nous renseignent sur l'évolution du contexte futur en termes d'activité cyclonique, d'élévation du niveau des océans et d'érosion du trait de côte. Les travaux de prévision sont présentés de manières synthétiques dans les paragraphes suivants :

► Les projections sur **l'activité cyclonique** :

D'après des études menées par Météo-France, les prévisions sur l'activité cyclonique future confirment les conclusions du dernier rapport d'évaluation du GIEC de 2013 : l'activité cyclonique modélisée vue par le modèle Arpege-Climat de Météo-France, montre que **le nombre de phénomènes cycloniques sur l'ensemble du bassin Atlantique serait en légère diminution tandis que la proportion des ouragans majeurs (classes 4 et 5) deviendrait plus importante**. Ainsi, les Petites Antilles seraient concernées par une activité plus modérée contrairement au nord de l'Arc³.

³ Les conclusions sur l'activité cyclonique dans les Petites Antilles sont tirées du Projet C3AF METEO-France, <https://c3af.univ-montp3.fr/et> <http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur>

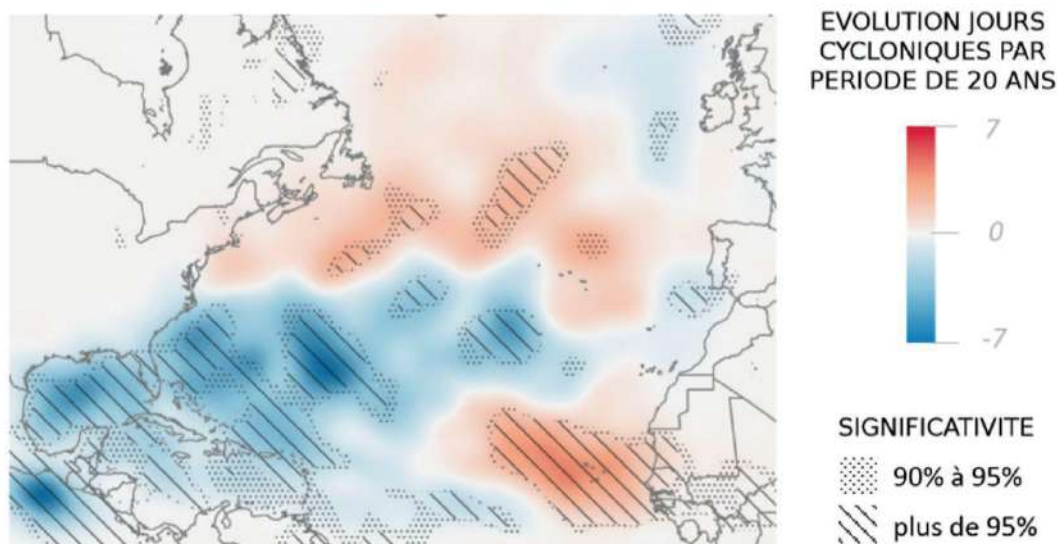


Figure 25 : Évolution de l'activité cyclonique dans l'Atlantique entre 1965-2013 et 2031-2080 (scénario RCP 8.5 du GIEC) vue par le modèle Arpège-climat

EN QUOI LE PROJET EST-IL CONCERNE PAR LE PHENOMENE CYCLONIQUE ?

L'impact des cyclones est multiple pour les activités du port de Port-Louis. Le plus important concerne l'agitation portuaire. Le projet n'a pas d'impact significatif sur les phénomènes d'agitation dans le chenal et dans le port. Ainsi, le projet ne sera pas impacté par une augmentation de l'intensité des cyclones pouvant toucher le port.

► Les projections sur l'activité l'élévation du niveau des océans

Sur la période allant de 1880 à 2015, le niveau moyen des océans est monté de 20,2 cm en raison du réchauffement climatique causé par les activités humaines. La montée des eaux, sous l'effet du réchauffement, provoque la dilatation des océans, la fonte des calottes polaires et des glaciers continentaux et modifie les régimes des eaux continentales. Les projections à 2100 s'accordent toutes sur une augmentation du niveau marin comprise entre 20 cm et 1 m selon le caractère optimiste ou pessimiste des scénarios et en fonction du respect des engagements politiques de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES). Localement, le BRGM a estimé l'élévation relative du niveau de la mer à partir des contributions de chacun des forçages de l'élévation du niveau de la mer (ENM) et des mouvements du sol dans le secteur de l'agglomération pointoise (subsidence locale de 2 mm/an). Selon ces calculs, l'ENM est légèrement supérieure aux tendances mondiales avec un intervalle probable entre +0,75 et +1,4 m à l'horizon 2100 pour le scénario RCP 8.5 (projection « likely range » GIEC, 2019).

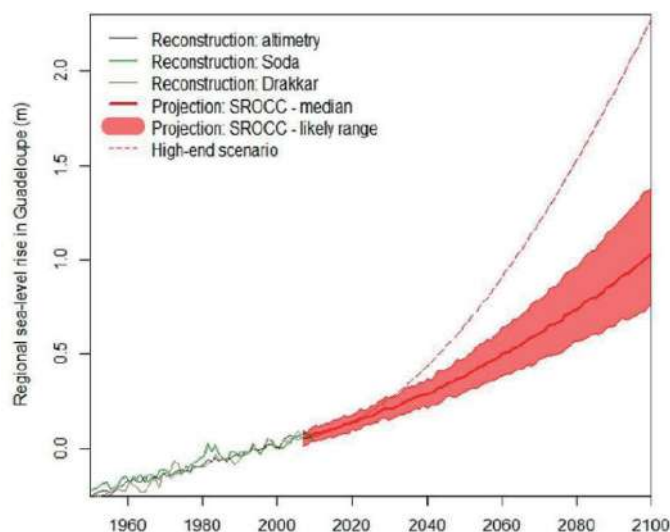


Figure 26 : Elévation relative du niveau de la mer en Guadeloupe selon le scénario RCP 8.5
Source : Le Cozannet et al., submitted.

EN QUOI LE PROJET EST-IL CONCERNE PAR LE PHENOMENE DE MONTEE DU NIVEAU DES OCEANS ?

La montée du niveau des océans a un impact positif direct sur le projet puisqu'elle aura pour conséquence une augmentation du tirant d'eau dans le chenal et le port. Ainsi, dans le cas où le tirant d'eau des navires accueillis dans le port de Port-Louis reste inchangé, les dragages d'entretien seront moins fréquents.

► Les projections sur l'érosion du trait de côte

Le trait de côte se définit globalement comme la limite entre la terre et la mer. Or, cette limite est naturellement fluctuante dans l'espace et dans le temps sous l'effet du déplacement des sédiments par l'action de la mer. Les mouvements observés sur le littoral ne sont pas problématiques pour des espaces naturels, mais ils le deviennent dès lors que la bande côtière est artificialisée comme c'est le cas des infrastructures portuaires. Les ouvrages de protection, parfois construits sur des espaces historiquement dynamiques sont alors exposés aux aléas météo-marins et au recul de la côte.

En Guadeloupe, la marée jouant peu, ce sont surtout la houle d'alizé et l'élévation du niveau de la mer qui constituent les forçages hydrodynamiques à long terme. En effet, la houle d'alizé génère un courant de dérive littorale dans la zone côtière, qui est responsable d'un transport des sédiments parallèlement à la côte et qui peut expliquer localement le recul du littoral sur le moyen et long terme, en particulier si des ouvrages côtiers (épis, enrochements, etc.) viennent lui faire obstacle.

Des projections du recul du trait de côte à échéance 100 ans, ont été réalisées en Guadeloupe dans le cadre de la révision des plans de prévention des risques naturels (PPRN), sur la base de photo-interprétations des images aériennes et des images satellites. Les résultats de cette étude ont ainsi montré que les côtes basses meubles de certains secteurs apparaissent particulièrement vulnérables au recul du trait de côte, il s'agit par exemple de :

- La façade nord de la Grande-Terre (littoral de Port-Louis, du Moule et de Saint-François) ;
- Plus ponctuellement la façade sud de la Grande-Terre (littoral de Saint-Anne et du Gosier) ;
- La façade nord de de la Basse-Terre (littoral de Sainte-Rose et de Deshaies) ;
- Le secteur de Folle Anse sur la commune de Grand-Bourg de Marie Galante.

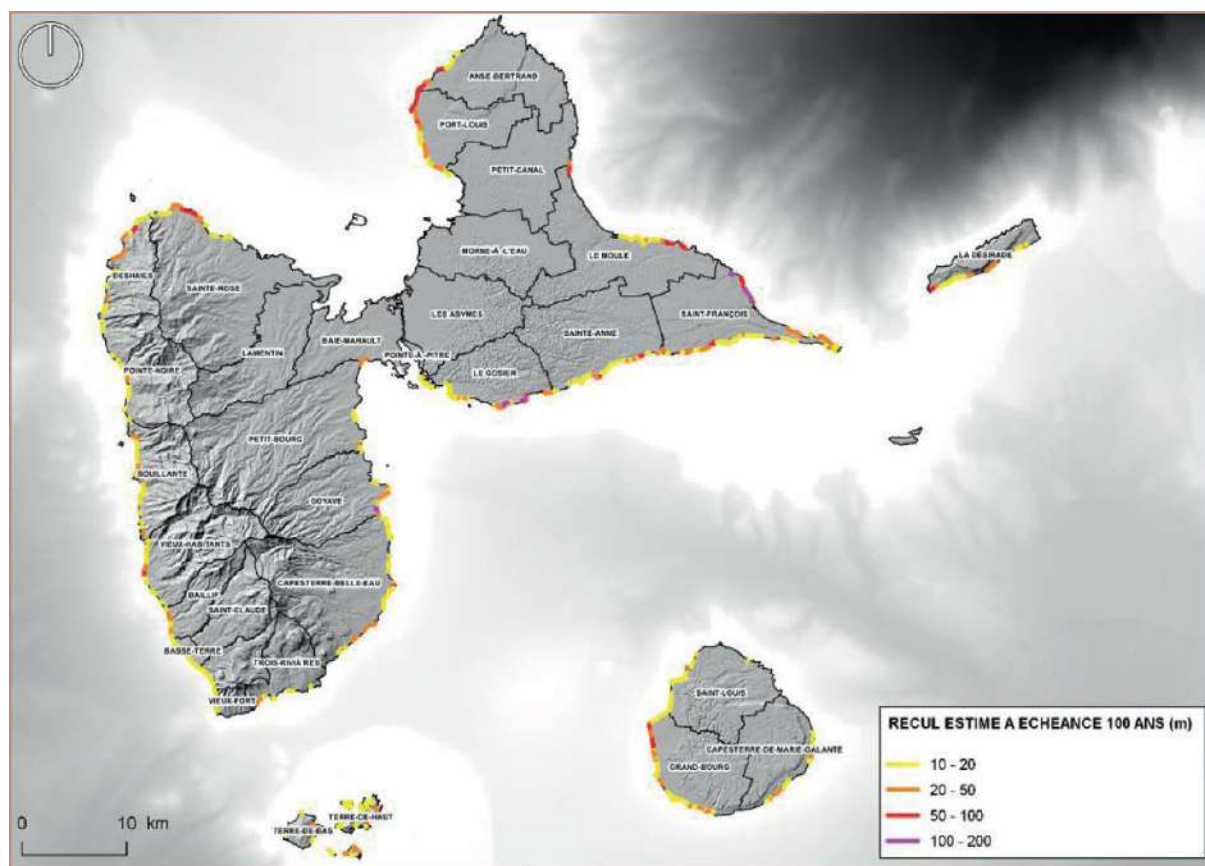


Figure 27 : Projection du recul du trait de côte à échéance 100 ans sur les côtes basses meubles de la Guadeloupe (Source : Guillen et al, 2017)

EN QUOI LE PROJET EST-IL CONCERNE PAR L'ÉROSION CÔTIÈRE ?

L'impact de l'érosion côtière est multiple :

- L'érosion côtière peut impacter la stabilité des ouvrages ;
- L'érosion a des impacts sur la hauteur des houles arrivant en pied d'ouvrage ;
- Le port, quand il joue le rôle d'un piège à sable, peut aggraver l'érosion côtière à l'aval du transit sédimentaire et augmenter le recul du trait de côte dans des zones à enjeux. L'impact indirect de l'érosion du port sur les zones d'enjeux situées à proximité aura tendance à s'accélérer et ainsi provoquer une augmentation des conflits d'usage du littoral.

Le port de Port-Louis se situe dans une zone où le recul est estimé à 10-20 m à échéance 100 ans. Le recul du trait de côte peut potentiellement avoir un impact sur le projet si l'activité du port est menacée, notamment par une déstabilisation des ouvrages du port ou des voies d'accès. Or, le recul envisagé à 100 ans n'est pas de nature à compromettre l'activité du port. Ainsi, l'érosion côtière n'ayant pas d'impact *a priori* sur le port, elle n'aura pas de conséquence sur le projet et les travaux envisagés.

8.5. Cadre sédimentologique

8.5.1. Nature sédimentaire

8.5.1.1. A l'échelle du port de Port-Louis

Les prélèvements effectués en février 2022 (CREOCEAN, 2022 - a) permettent d'identifier la nature du faciès granulométrique sur la zone de dragage dans l'enceinte portuaire et dans le chenal d'accès.

L'intérieur du port se caractérise par des sédiments **principalement constitués de limon** associées à des proportions variables d'éléments plus grossiers (sables notamment) selon les stations. Seule la station située au droit de la zone d'avitaillement du port (situé 2) est composée de matériaux essentiellement sableux.

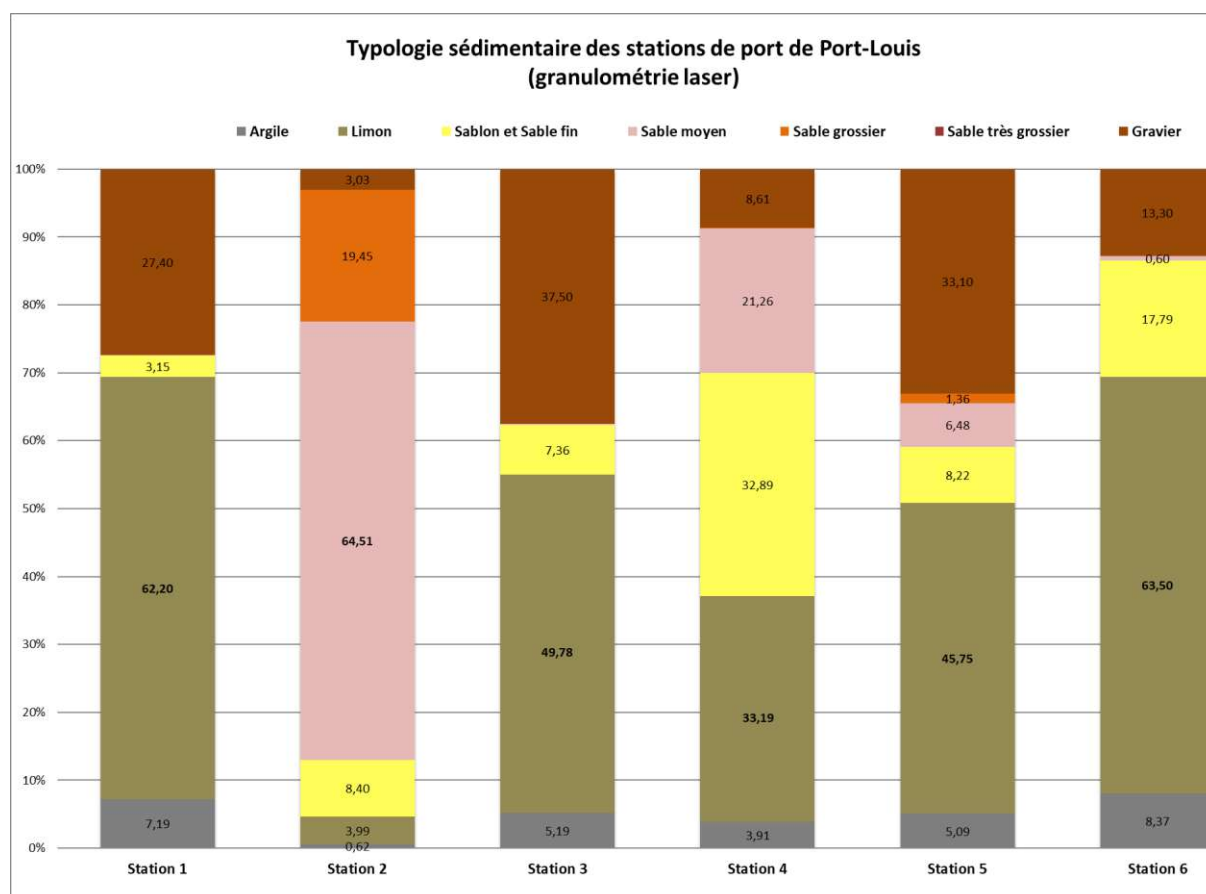


Figure 28 : Répartition granulométrique des sédiments marins du port de Port-Louis

En dehors du port, les matériaux sont **majoritairement constitués de sable fin voire grossiers.**

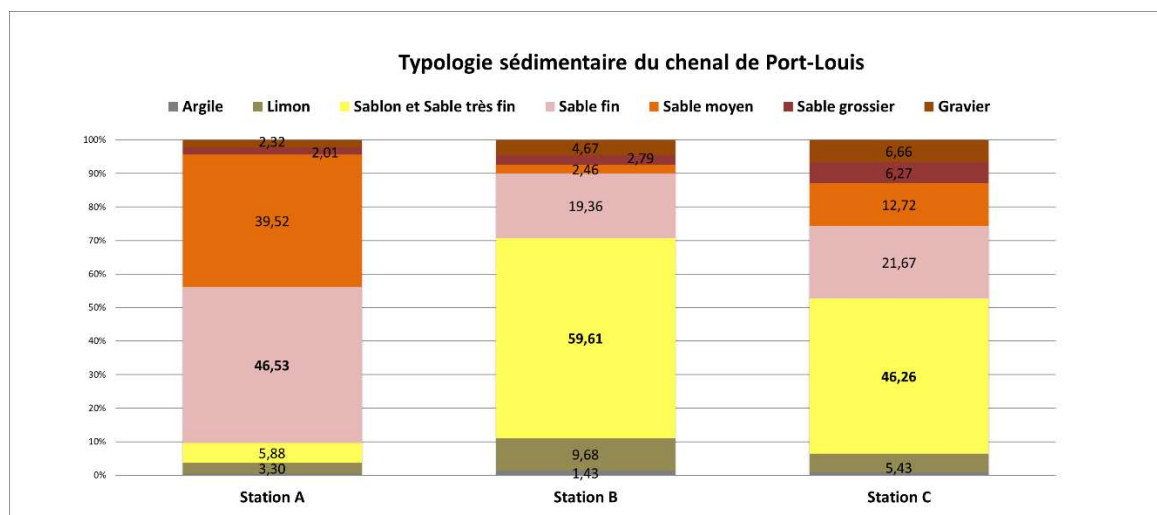


Figure 29 : Répartition granulométrique des sédiments marins à l'extérieur du port de Port-Louis

8.5.1.2. A l'échelle de la zone d'immersion

Le contexte sédimentaire au niveau du site d'immersion n'est actuellement pas décrit. La zone est située au-delà du plateau insulaire, par des profondeurs d'environ - 275 m à - 290 m.

Il est donc fort probable que les sédiments superficiels du site d'immersion soient constitués de sédiments à forte teneur en limons et en vases.

8.5.1.3. A l'échelle du Grand Cul-de-Sac Marin

Le plateau insulaire guadeloupéen a fait l'objet d'une cartographie des formations superficielles, à partir d'interprétations d'images sonar à balayage latéral, de prélèvements et d'images satellites SPOT (AUGRIS et al., 1992 et AAMP, 2011). Ainsi, des cartes au 1/25 000e ont été élaborées pour couvrir le plateau insulaire de la Guadeloupe et des îles environnantes.

Le substrat en présence sur la zone de projet est :

- ▶ Au niveau du port de Port-Louis : substrat sableux ;
- ▶ Sur la zone de transit : substrat majoritairement sableux et rocheux. Sur la fin du plateau insulaire le substrat est de type sableux à sablo-vaseux et rocheux ;
- ▶ Sur la zone d'immersion : substrat certainement très majoritairement vaseux.

La cartographie en page suivante illustre les substrats en présence sur la zone d'étude. Elle est issue de la cartographie des substrats de la Guadeloupe réalisée par les aires marines protégées en 2011 à partir de la synthèse des données sur le sujet.

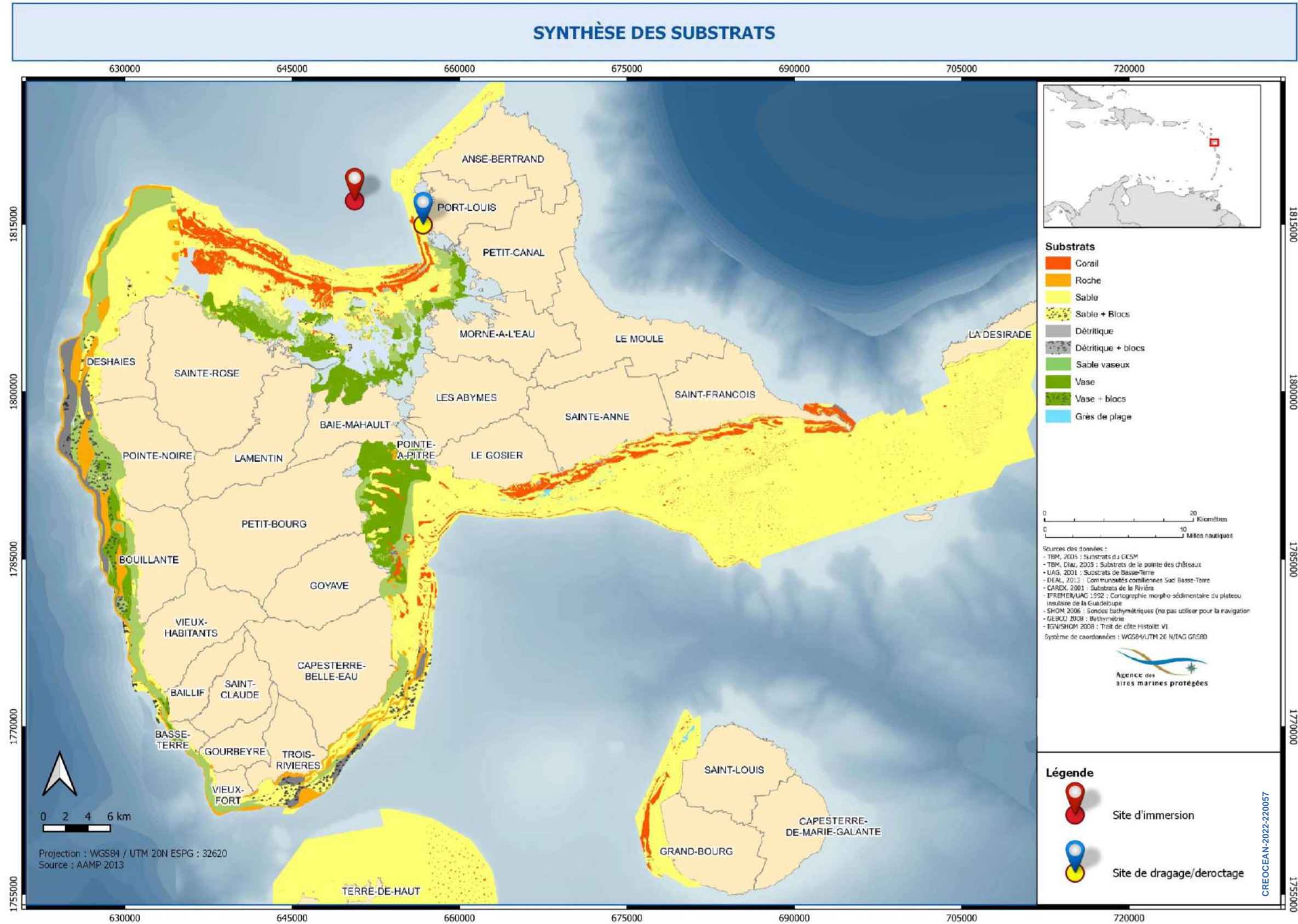


Figure 30 : Carte des formations sédimentaires superficielles du plateau insulaire guadeloupéen et sur la zone de projet

8.5.2. Dynamique sédimentaire

En milieu marin, il existe deux agents principaux susceptibles de provoquer des mouvements sédimentaires : les courants et l'agitation. Ces deux paramètres peuvent agir conjointement ou distinctement.

8.5.2.1. Au niveau du port de Port-Louis

▶ Action des courants

Les courants sont les agents de transport principaux intervenant dans la dispersion des matériaux fins. En sortie de ravine ou dans certaines zones abritées (ombre des ouvrages portuaires, des ilets à mangrove, etc.), ces matériaux entrent dans le régime sédimentologique de la zone d'étude.

Dans l'enceinte du port, les très faibles courants favorisent un dépôt dans l'ensemble du port de Port-Louis.

8.5.2.2. Au niveau du chenal d'accès

▶ Action des courants

Les courants sont les agents de transport principaux intervenant dans la dispersion des matériaux fins. En sortie de ravine ou dans certaines zones abritées (ombre des ouvrages portuaires, des ilets à mangrove, etc.), ces matériaux entrent dans le régime sédimentologique de la zone d'étude.

En sortie du port, les courants faibles courants favorisent un dépôt dans l'ensemble du port de Port-Louis, qui peuvent être remobilisés en cas de houle de Nord.

▶ Action de l'agitation

C'est le facteur fondamental intervenant dans le processus de dynamique sédimentaire. Elle engendre deux mouvements : les mouvements perpendiculaires à la côte (dits dans le profil), et les mouvements parallèles à la côte (transit littoral).

Les sédiments marins peuvent également être amenés à se déplacer en quantités importantes lors du passage d'une houle cyclonique. Lors du passage des cyclones David (1979) et Allen (1980), des fonds meubles jusqu'à 50 – 60 m ont été remobilisés.

L'agitation restant faible la majeure partie du temps (la houle de Nord principalement entre mars et juin), on peut qualifier le transport sédimentaire par effet de l'agitation comme faiblement significatif ou événementiel (Houle de Nord).

8.5.2.3. Au niveau du site d'immersion

Les fonds sur la zone d'immersion sont situés entre - 275 et – 290 m de profondeur. La possibilité de remobilisation y est quasi nulle puisque la houle est sans effet à une telle profondeur. Les sédiments sont donc peu mobilisés.

8.6. Cadre géomorphologique littoral

8.6.1. Géomorphologie

Le plateau continental de la Guadeloupe est principalement composé d'un plateau corallien recouvert de sédiments calcaires autour de la Grande-Terre et de sédiments volcaniques autour de la Basse-Terre (Augris et al., 1992 dans AAMP, 2013). Le plateau est relativement large autour de la Grande Terre et de la cote au vent de la Basse-Terre. Il est globalement limité à l'isobathe des 100m.

Le Grand Cul-de-Sac Marin abrite presque tous les types géomorphologiques observés en Guadeloupe dans les petits fonds.

Le port de Port-Louis à l'extrémité nord-est du Grand Cul-de-Sac Marin. **Le site d'immersion** est quant à lui situé au-delà du plateau continental, sur des profondeurs de - 275 à -290 m.

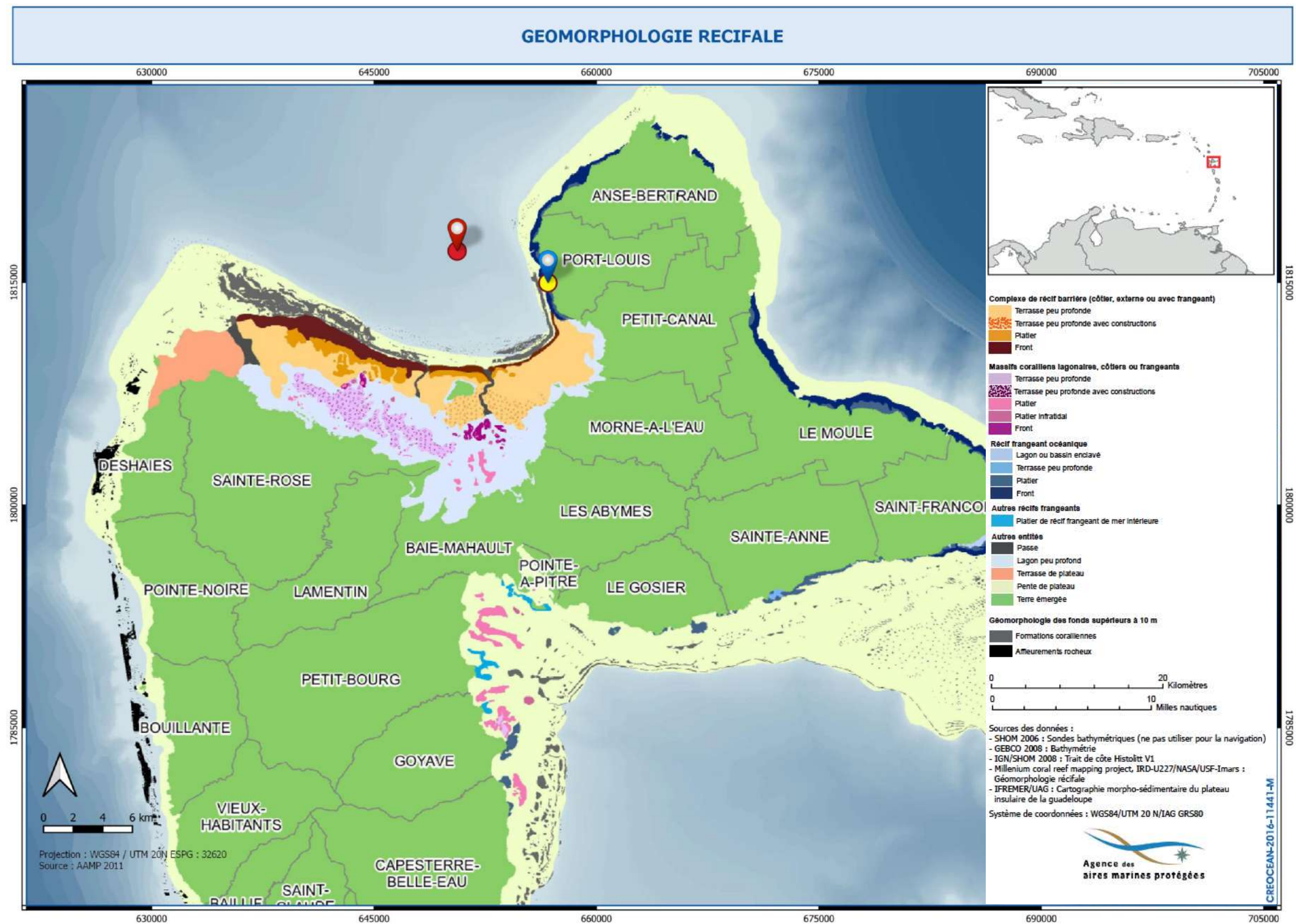


Figure 31 : Géomorphologie récifale du plateau insulaire guadeloupéen

Le Grand-Cul-de-Sac-Marin compte globalement 4 principales entités géomorphologiques (Herbiers, îlets, Récifs et Mangroves) dont une cartographie précise a été réalisée par Chauvaud à partir de données SPOT en 2005 (Chauvaud, 2005).

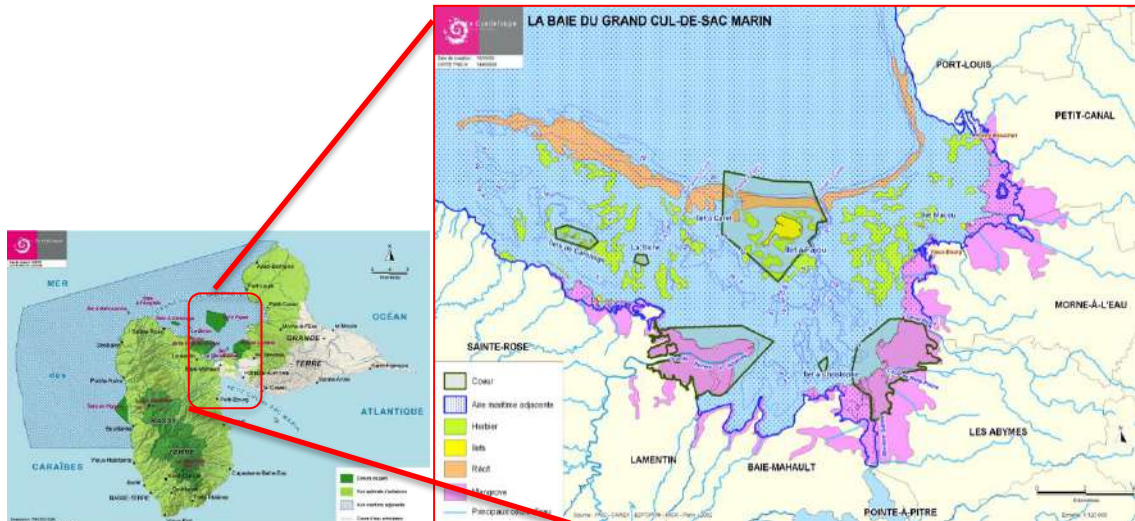


Figure 32 : Cartographie des entités géomorphologiques du Grand-Cul-de-Sac-Marin (d'après Chauvaud, 2005)

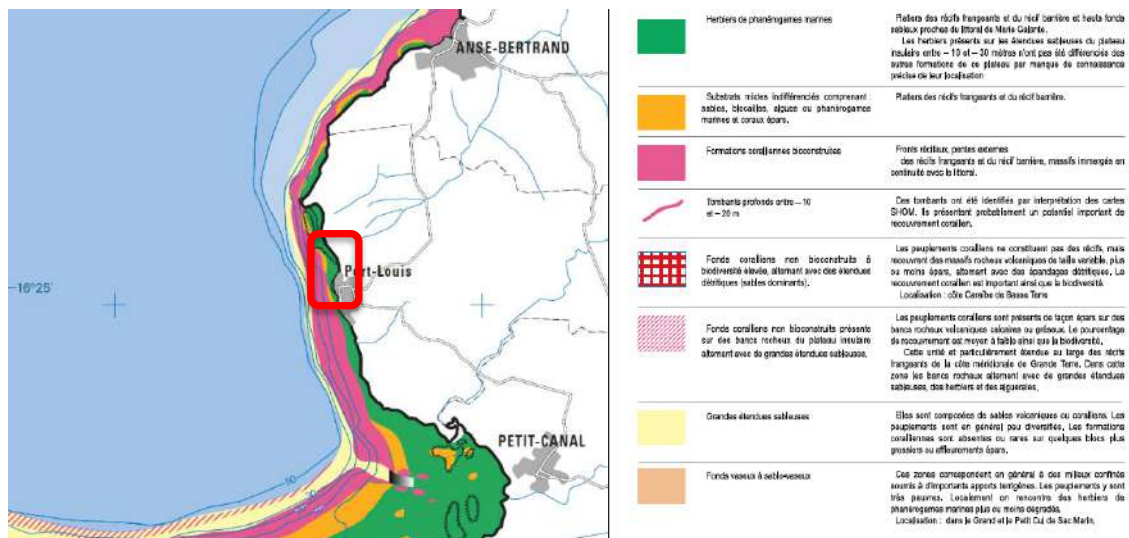


Figure 33 : Cartographie des biocénoses marines au droit de Port-Louis (d'après Carex Environnement, 2001)

La cartographie ci-dessous, réalisée par CAREX ENVIRONNEMENT en 2001 révèle qu'au niveau de Port-Louis, on retrouve selon un axe côte-large, respectivement des herbiers de phanérogames marines, quelques zones de substrats mixtes indifférenciés, le récif-barrière puis des zones sableuses.

8.6.2. Bathymétrie

Le Grand-Cul-de-Sac-Marin est une grande baie relativement abritée, coupée en 2 parties par une barrière récifale orientée d'est en ouest dans sa partie orientale, et du sud-est au nord-ouest dans sa partie occidentale (ANTEA, 2010).

Le littoral de Port-Louis est sensiblement orienté nord-sud. Le Port est situé au nord de la barrière récifale. Les fonds marins sont caractérisés par une pente douce du rivage jusqu'à -5m et montrent la présence d'un platier sur plus de 100m de large. En dessous de -5m, les isobathes sont sensiblement

parallèles à la côte avec une pente forte (10%) et les fonds de 30m sont situés à environ à 750m en avant du rivage (BCEOM, 1998).

8.6.2.1. A l'échelle du port de Port-Louis

Un levé bathymétrique a été réalisé en novembre 2020 et révèle des fonds dans le port allant de -1 m CM à proximité des quais à -3 m CM au centre du bassin portuaire. Dans la passe d'entrée du port, la profondeur est relativement faible avec une coter de l'ordre de -1 m CM. Actuellement, aucun chenal n'est clairement défini.

8.6.2.2. Au niveau du site d'immersion

Le site d'immersion est positionné au-delà du tombant du plateau insulaire du Nord Grande-Terre. Les sondes bathymétriques annoncées par la carte marine du SHOM montrent des profondeurs comprises entre -275 et -290 m CM. Etant situé sur une plaine sédimentaire, les variations de bathymétrie sont faibles.

L'isobathe des -100 m CM la plus proche se trouve à plus de 1,9 MN au Nord-Est du point de clapage.

La cartographie en page suivante illustre les conditions bathymétriques du projet.

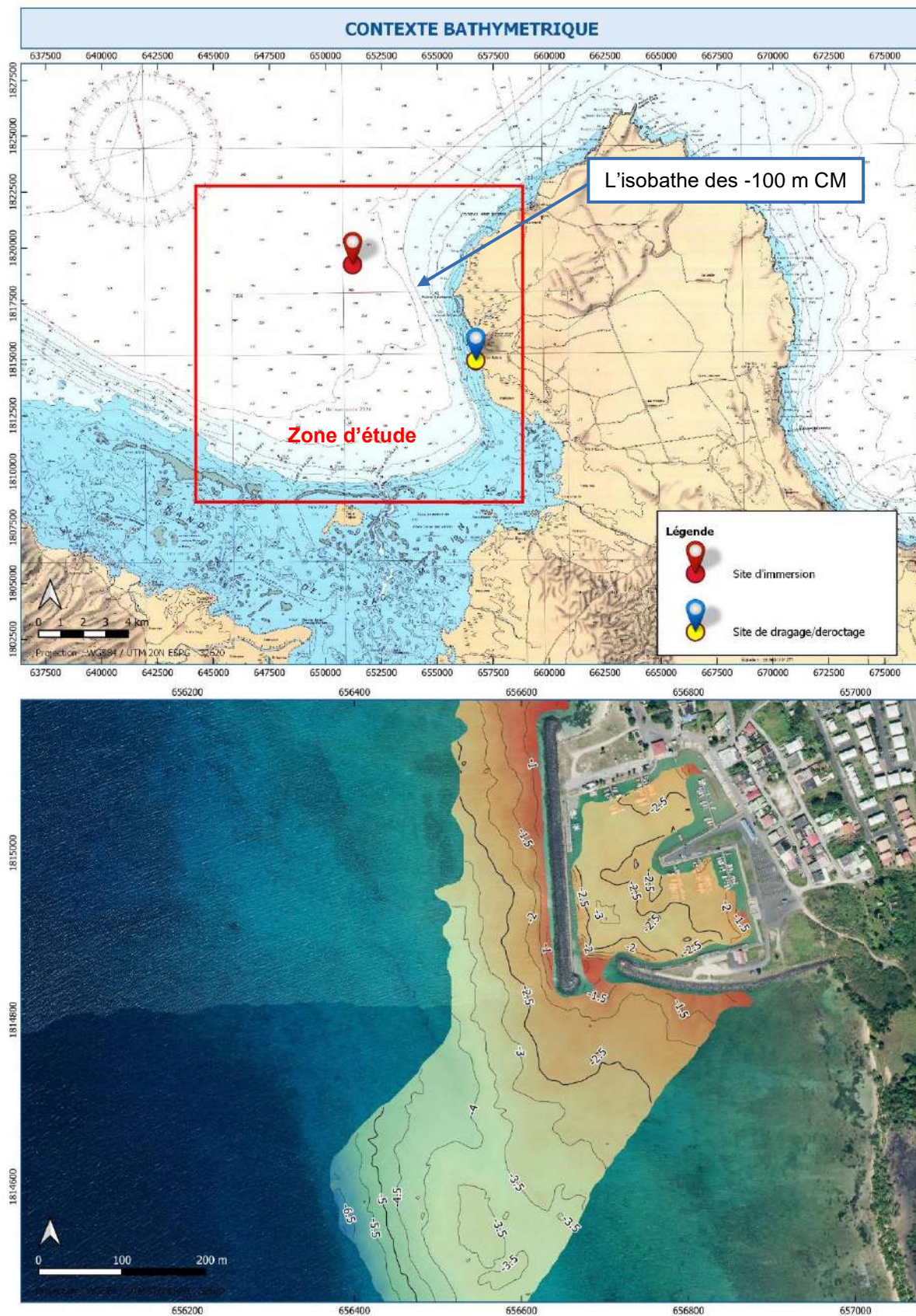


Figure 34 : Carte bathymétrique au niveau de la zone de projet

8.7. Qualité des eaux marines

8.7.1. Qualité des eaux de baignade sur les sites proches du projet

8.7.1.1. A proximité du port de Port-Louis

Un contrôle sanitaire est réalisé sur les zones accessibles au public qui sont habituellement pratiquées par un nombre important de baigneurs et n'ont pas fait l'objet d'un arrêté d'interdiction.

Le contrôle sanitaire des eaux de baignade est mis en œuvre par les Agences régionales de santé (ARS).

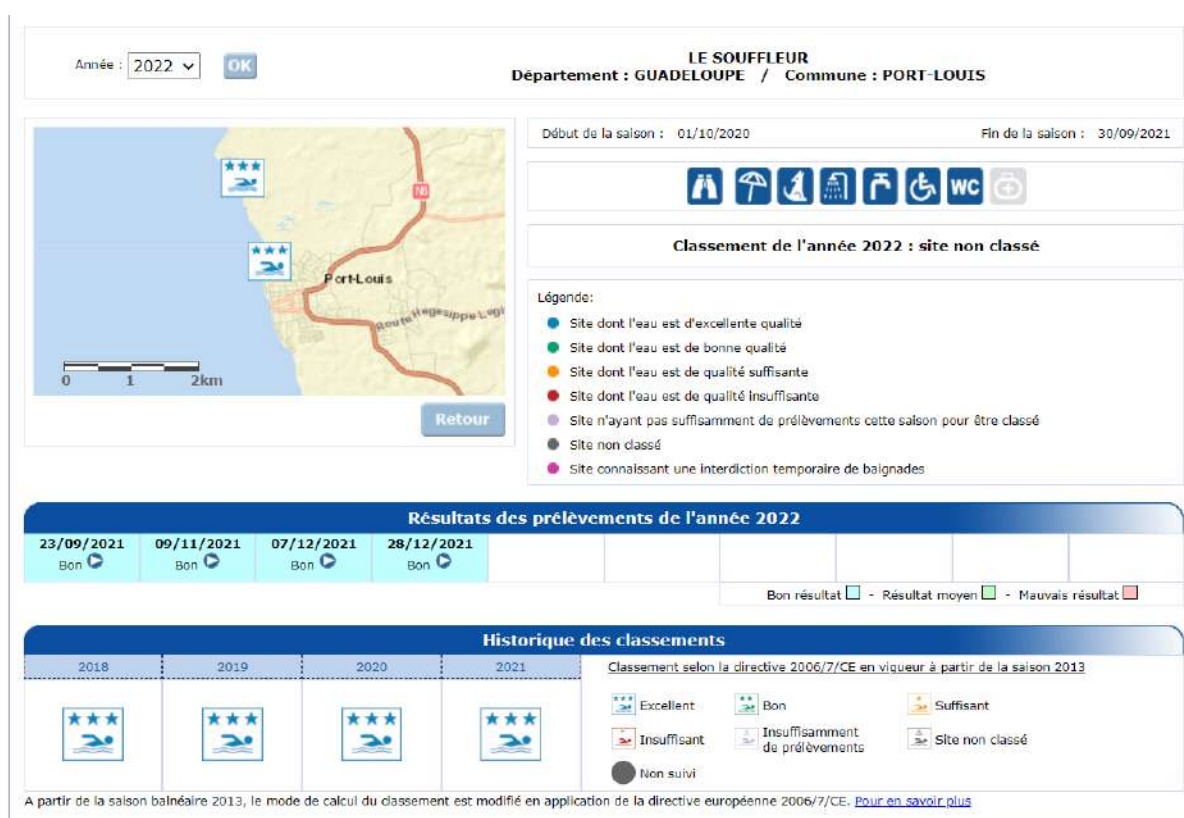
2 sites de baignade sont recensés à proximité de la zone de dragage. Les plus proches sont la plage du Souffleur (1,2km) et les plages de la pointe d'Antigues (2,8km) sur le littoral nord de Port-Louis.

La zone de transit des chalands est située à **1 500 mètres** de la plage du Souffleur.

Ces deux sites présentent des eaux de baignade de qualité Excellente depuis 2018 (classement selon la circulaire 2006/7/CE).

Les analyses microbiologiques effectuées concernent la mesure des germes témoins de contamination fécale. Leur présence dans l'eau témoigne de la contamination fécale des zones de baignade.

Ils constituent ainsi un indicateur du niveau de pollution par des eaux usées et traduisent la probabilité de présence de germes pathogènes.



Source : <http://baignades.sante.gouv.fr/baignades/> visité en février 2022

Figure 35 : Classement des eaux de baignades des sites du GCSM au titre de l'année 2021

8.7.1.2. A proximité du site d'immersion

Le site d'immersion est situé à environ 6 km du littoral de Port-Louis. Il est donc éloigné des côtes et aucune information sur la qualité microbiologique des eaux n'est disponible pour cette zone.

Elle peut cependant être estimée comme faible voire nulle étant donné la distance aux apports anthropiques terrestres et la dilution par la masse d'eau.

8.7.2. Qualité physico-chimique des eaux à proximité du site de dragage

Dans le port, les eaux ont fait l'objet d'une analyse du point de vue de la qualité physico-chimique, dans le cadre d'observations de pollution entre mai et août 2018 (source : CREOCEAN, 2018). Lors de ces investigations, il est apparu que les eaux étaient :

- ▶ Sous-saturées en oxygène dissous ;
- ▶ Contaminées et/ou enrichies en ammonium, nitrates et ponctuellement en ortho-phosphates.

Tableau 8 : tableau des analyses de la qualité physico-chimique des eaux du port de Port-Louis (CREOCEAN 2018)

	Stations	In situ			Ammonium (NH4)	NO3 (nitrates)	NO2 (nitrites)	Ortho-phosphates
		Salinité	O2 dissous	Saturation en O2				
jeu 31/05/2018	1	36.1	9.26	149.8	0.41	0.11	0.05	0.05
	2	36.1	7.95	82.2	16.52	1.89	0.34	0.67
	3	34.3	6.09	96.8	13.49	9.63	0.56	0.85
	4	35.5	4.04	64.2	22.06	3.83	0.65	1.17
	5	35.6	4.08	52.6	17.15	2.56	0.46	1.06
	6	34.7	5.26	68.6	16.99	4.58	0.66	1.18
mar 19/06/2018	1	34.2	5.69	85.1	0.93	0.87	0.06	<0,05
	2	34.5	2.22	34.5	11.31	4.74	0.91	0.33
	3	34.1	4.05	64.2	7.89	7.25	0.95	0.23
	4	34.5	2.98	47.1	11.2	7.53	1.23	0.6
	5	34.6	2.81	45.3	14.53	4.71	0.8	0.41
	6	34.3	2.07	32	10.23	7	1.21	0.47
mar 07/08/2018	1	34.6	7.99	127.9	0.53	0.35	<0,05	0.28
	2	34.3	4.74	74.9	12.78	1.29	0.2	<0,05
	3	33.7	7.46	117.7	4.1	2	0.34	0.1
	4	34.3	4.45	69.6	13.34	1.32	0.31	0.12
	5	34.7	0.73	11.7	22.56	1.01	0.28	1.82
	6	34.2	3.72	58	12.5	3.02	0.72	0.43

Lors du suivi de la STEU de Port-Louis en 2016, les prélèvements en bordure du littoral avaient révélés des teneurs « bonnes » (d'un point de vue DCE) en nutriments sur le littoral et l'absence de pollution bactériologique.

8.7.3. Qualité physico-chimique des eaux à proximité du site d'immersion

La qualité des eaux sur le site d'immersion n'est pas connue et n'a pas fait l'objet d'investigation à ce jour. Eloigné des côtes, le site est peu influencé par les apports terrigènes et côtiers.

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE ou Directive 2000/60/EC du Parlement européen et du conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour la politique communautaire dans le domaine de l'eau) a été publiée au Journal Officiel des Communautés européennes le 22 décembre 2000, date qui correspond à son entrée en vigueur. La Directive établit un cadre pour la protection de l'ensemble des eaux des pays européens (eaux continentales et littorales).

En application de cette directive, une caractérisation de l'état chimique des eaux côtières et littorales doit être faite. La campagne la plus récente (dont les résultats sont disponibles) a été menée en **2021**.

De manière synthétique, aucun contaminant métallique, PCB, pesticides et PBDE dépassent les seuils de référence (mais des éléments-traces sont détectés et parfois quantifiés).

L'évaluation globale de l'état chimique des masses d'eau concernées (à savoir FRIC 06 et FRIC07B) est jugée « bon ».

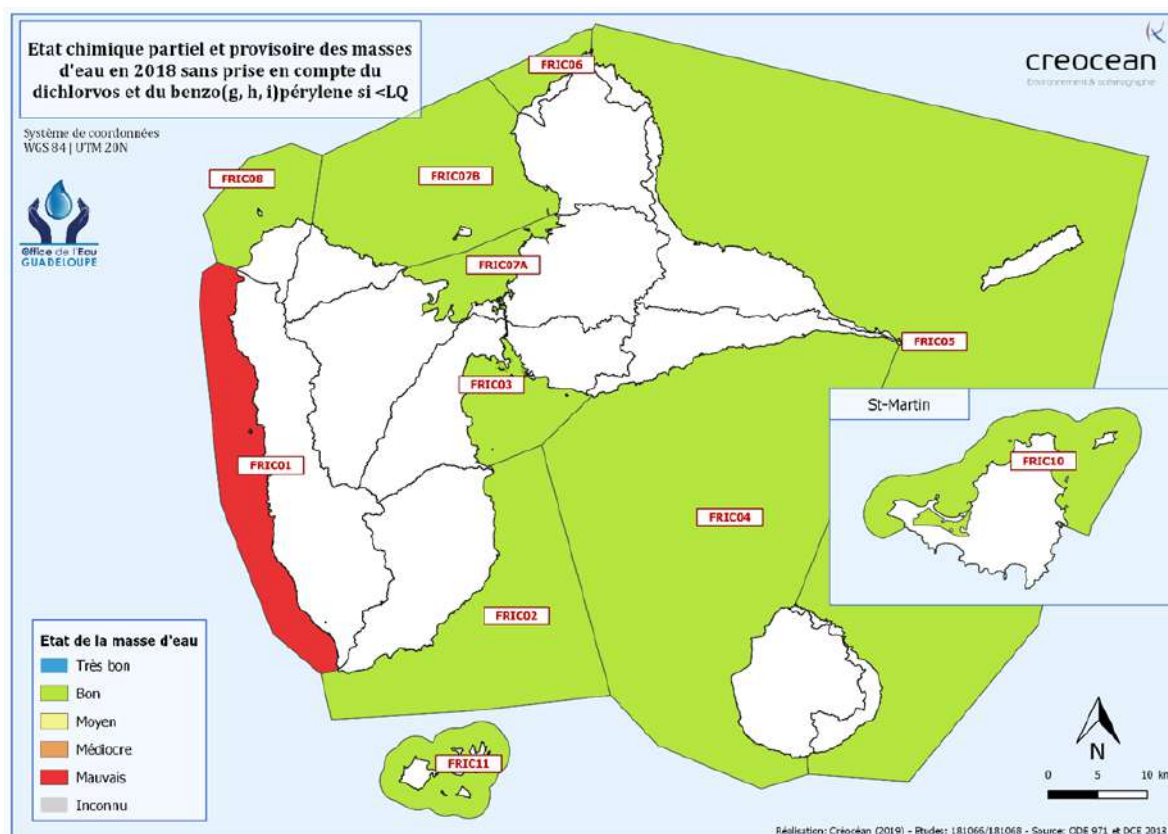


Figure 36 : Classement de l'état chimique des masses d'eau au titre de la DCE de l'année 2021

Toutefois, il convient de préciser que le paramètre « chlordécone » ne rentre pas en ligne de compte de l'état chimique mais il est pris en considération pour l'état écologique, conformément aux arrêtés nationaux.

8.7.4. Cas de la chlordécone

La chlordécone est un insecticide organochloré qui a été utilisé dans les bananeraies des Antilles françaises de 1972 à 1993 pour lutter contre le charançon. Il s'agit d'un polluant organique persistant (POP) de la famille du DDT avec une demi-vie estimée d'environ 10 ans (Dubuisson et al. 2007 dans Wetzel D et al., 2010) mais variant de 4 à 46 ans selon les conditions de milieu (ODE972, Plan d'Action Chlordécone 2008-2010). Il est thermiquement stable, fortement résistant à la dégradation chimique ou biologique, très peu soluble dans l'eau et de très grande affinité avec la matière organique des sols (Lesueur Jannoyer et al. et Cabidoche et al. in Robert S., 2011). La chlordécone est très toxique, pouvant induire une large gamme d'effets pathologiques sur les oiseaux et mammifères dont les humains.

Ce pesticide est transporté des sols contaminés vers les eaux marines littorales par les cours d'eau, qui charrient en mer les matériaux érosifs sur lesquels la chlordécone est adsorbée.

La Direction de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt (DAAF) met à disposition du public la carte des zones historiquement utilisées pour la culture de la banane et susceptibles d'être contaminées par la chlordécone (<http://daaf971.agriculture.gouv.fr/Cartographie>). Cette carte présente les niveaux de risque estimé de pollution des terres agricoles par la chlordécone en fonction de l'emplacement des bananeraies cultivées entre 1970 et 1990.

Sur le bassin versant du port de Port-Louis, les terres agricoles présentent un risque de pollution par la chlordécone nul à négligeable au regard de l'emplacement des cultures et des analyses réalisées par la DAAF Guadeloupe.

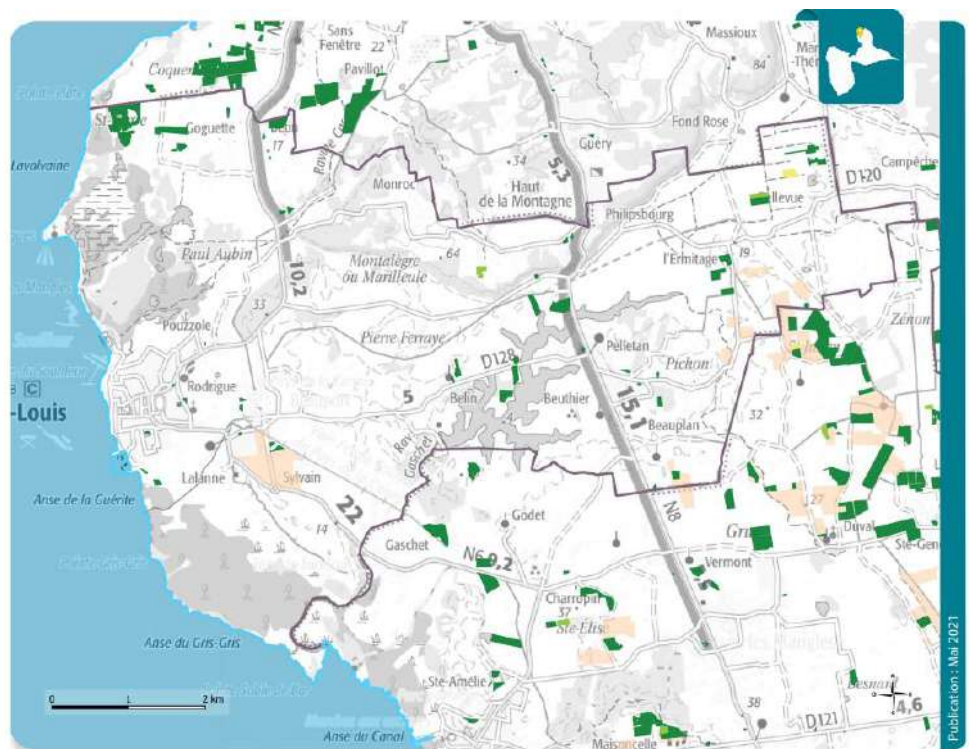


Figure 37 : Cartographie des teneurs en chlordécone dans les sols de Port-Louis

Toutefois, il convient de noter que les concentrations mesurées dans la colonne d'eau, par échantillonneurs passifs, en chlordécone au nord de Port-Louis dans le cadre du réseau de surveillance DCE, **sont largement au-dessus des Normes de Qualité Environnementales** (rapport DCE, CREOCEAN, 2020). Il peut donc être considéré que les eaux du secteur d'étude sont effectivement contaminées par la chlordécone.

8.8. Qualité des sédiments marins

L'arrêté du 9 août 2006 complété par les arrêtés du 23 décembre 2009, du 8 février 2013 et du 17 juillet 2014 définit un référentiel de qualité pour la caractérisation physico-chimique des sédiments marins ou estuariens. Ce référentiel établit pour un ensemble de contaminants des seuils de classification N1 et N2, permettant de mieux apprécier l'incidence que peut avoir la remobilisation des matériaux considérés.

Ces niveaux ne sont pas des seuils visant à autoriser ou interdire une immersion de sédiments. Ils sont des points de repère permettant à la fois de statuer sur le régime administratif de l'opération (déclaration ou autorisation) et d'apprécier l'incidence que peut avoir l'opération projetée et donc d'orienter une opération soit vers une immersion soit vers une gestion à terre :

- ▶ 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 ;
- ▶ Entre le niveau N1 et le niveau N2 une investigation complémentaire peut s'avérer nécessaire en fonction du projet considéré et du degré de dépassement du niveau N1 ;
- ▶ Au-delà du niveau N2, une investigation complémentaire est généralement nécessaire car des indices notables laissent présager un impact potentiel négatif de l'opération.

La qualité des sédiments du port de Port-Louis est appréciée au regard des seuils de référence N1 et N2 dans les paragraphes et tableaux suivants.

8.8.1. Sur la zone portuaire

La qualité des sédiments à extraire dans le port de Port-Louis a été évaluée suite à la réalisation de prélèvements et analyses en laboratoire en juillet 2016 (CREOCEAN, 2016 - a).

Les paragraphes qui suivent synthétisent les résultats d'analyses sur les principaux types de polluants rencontrés et définis par la réglementation.

❖ Eléments traces métalliques

La comparaison des résultats avec les seuils N1 et N2 du référentiel met en évidence :

- ▶ Aucune contamination n'a été identifiée à l'extérieur du port ;
- ▶ **Une faible contamination par le cuivre sur 2 stations**, dépassant le seuil N1 ;
- ▶ Un dépassement du seuil N2 pour le cuivre dans le fond du bassin Nord (ce secteur ne sera pas dragué) ;

❖ Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Les analyses montrent que :

- ▶ Aucune contamination n'a été identifiée à l'extérieur du port ;
- ▶ Le seuil N2 n'est atteint pour aucun des HAP sur le site ;
- ▶ Une contamination de trois stations par l'Acénaphène, le Fluorène et l'Anthracène avec des concentrations supérieures au niveau N1 ;
- ▶ Une contamination légère sur deux stations par le Naphtalène, en concentration supérieure au niveau N1.

❖ Polychlorobiphényles (PCB) et Organoétains (TBT)

La comparaison des résultats avec les seuils N1 et N2 du référentiel met en évidence qu'aucune contamination par les PCB ou TBT et dérivés n'a été identifiée sur l'ensemble de la zone d'étude.

❖ Microbiologie et germes fécaux

Il n'y a pas de contamination microbiologique des sédiments portuaires de Port-Louis.

Le tableau ci-dessous synthétise les résultats obtenus.

En conclusion, seul le fond du Bassin Nord ne sera pas dragué. Afin de définir plus précisément le secteur « non-dragué », une campagne approfondie de prélèvements de sédiments marins sera réalisée 3 mois avant les travaux (minimum) afin de délimiter la zone d'exclusion des travaux de dragage. Grâce à un maillage plus fin et un effort d'échantillonnage important (7 stations), le secteur d'exclusion sera parfaitement délimité (Mesure d'Evitement n°3, page 148) et les résultats de cette campagne seront transmis à la DEAL avant le démarrage des travaux.

CONSEIL DEPARTEMENTAL DE LA GUADELOUPE
TRAVAUX DE DRAGAGE DU PORT DE PORT-LOUIS (GUADELOUPE)
DOSSIER D'AUTORISATION AU TITRE DES ARTICLES L214-1 A L214-6 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

Tableau 9 : Synthèse des paramètres suivis par rapport aux seuils N1/N2

	Paramètres	Nulle à faible	Moyenne (N1)	Forte (N2)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	A	B	C
Métaux lourds (mg/kg/sec)	Arsenic	< 25	25 - 50	> 50	16,4	2,76	12,2	9,45	9,28	10,5	4,29	9,58	8,05
	Cadmium	< 1,2	1,2 - 2,4	> 2,4	0,13	<0,10	0,13	0,14	0,18	0,13	<0,10	<0,10	<0,10
	Chrome	< 90	90 - 180	> 180	20,4	5,84	14,6	10,1	15,6	10,9	7,56	9,44	9,16
	Cuivre	< 45	45 - 90	> 90	99,9	<5,00	63,9	24,7	50,8	42,7	<5,00	<5,00	<5,00
	Mercuré	< 0,4	0,4 - 0,8	> 0,8	<0,10	0,31	<0,10	<0,10	<0,10	<0,11	<0,10	<0,10	0,22
	Nikel	< 37	37 - 74	> 74	10,5	<1,00	8,78	6,67	6,4	6,84	1,19	<1,00	<1,00
	Plomb	< 100	100 - 200	> 200	23,3	<5,00	14,3	6,28	7,26	7,61	<5,00	<5,00	<5,00
	Zinc	< 276	276 - 552	> 552	62,4	6,65	38,4	19,8	31,7	28,2	<5,00	7,85	5,63
Polychlorobiphényles Organochlorés (µg/kg/sec)	PCB 028	< 5	5-10	> 10	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	PCB 052	< 5	5-10	> 10	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	PCB 101	< 10	10 - 20	> 20	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	PCB 118	< 10	10 - 20	> 20	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	PCB 138	< 20	10 - 20	> 40	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	PCB 153	< 20	20 - 40	> 40	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	PCB 180	< 10	10 - 20	> 20	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	PCB totaux	< 80	10 - 20	> 160	0	0	0	0	0	0	<1	<1	<1
Organoétains	TBT	< 100	100-400	>400	10	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) (µg/kg/sec)	Naphtalène	< 160	160 - 1130	> 1130	300	2,8	250	98	4	3,9	<2.0	4,6	<2.0
	Acénaphthylène	< 40	40-340	>340	34	5,5	34	26	3,6	6,7	<2.0	7,6	<2.0
	Acénaphthène	< 15	15 - 260	> 260	120	2,6	130	77	3,6	3,5	2,4	14	<2.0
	Fluorène	< 20	20 - 280	> 280	83	4,6	93	68	7,9	6,9	3,7	16	<2.0
	Phénanthrène	240	240 - 870	> 870	48	6,8	59	43	12	18	<2.0	2,6	<2.0
	Anthracène	< 85	85 - 590	> 590	110	4,2	120	130	18	52	5,1	18	2
	Fluoranthène	< 600	600 - 2850	> 2850	11	4,8	11	67	14	41	<2.0	11	<2.0
	Pyrène	< 600	600 - 2850	> 2850	8,6	3,5	8,2	48	12	37	<2.0	8,3	<2.0
	Benzo (a) anthracène	< 260	260 - 930	> 930	5	3,9	3,7	26	8,9	31	<2.0	7,7	<2.0
	Chrysène	< 380	380 - 1590	> 1590	4,6	3,8	3,8	24	6,7	34	<2.0	5,8	<2.0
	Benzo (b) fluoranthène	< 400	400 - 900	> 900	8,5	5,6	9,9	37	12	38	<2.0	9,4	<2.0
	Benzo (k) fluoranthène	< 200	200 - 400	> 400	3,6	4,3	3,4	17	5,1	23	<2.0	3,9	<2.0
	Benzo (a) pyrène	< 430	430 - 1015	> 1015	6,3	4,3	5	33	7,6	28	<2.0	8,5	<2.0
	Dibenzo (a,h) anthracène	< 60	60 - 160	> 160	2,2	<2,2	<2,0	4,6	2,6	6,9	<2.0	4,7	<2.0
Benzo (g,h,i) périlène	< 1700	1700 - 5650	> 5650	9,8	3,1	6,4	26	7	24	<2.0	6,1	<2.0	
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	< 1700	1700 - 5650	> 5650	5,2	4,3	4	25	5,8	18	<2.0	6,9	<2.0	

8.8.2. Sur le site d'immersion

Du fait des profondeurs très importantes sur le site d'immersion, les sédiments n'ont pas fait l'objet d'analyses.

8.9. Qualité de l'air

En 2020, Gwad'Air caractérise plusieurs dépassements des seuils réglementaires relatifs aux particules fines PM10.

ZAS	ZAG			ZR
Stations	Pointe-A-Pitre	Baie-Mahault	Abymes	Basse-Terre
SIR (50 µg/m ³)	19	12	14	19
Dont SA (80 µg/m ³)	6	3	4	6

Figure 38 : Nombre de dépassement des seuils réglementaires journaliers relatifs aux particules fines PM10 (source : Rapport annuel 2020, Gwad'Air)

Les épisodes de pollution se produisent uniquement lors des passages sur l'archipel Guadeloupéen, des masses d'air chargées en poussières désertiques en provenant d'Afrique. Cet apport transfrontalier contribue à une augmentation des concentrations en PM10 dans l'atmosphère régionale.

En cas de dépassement des seuils, le déclenchement, par Gwad'Air et la Préfecture de Guadeloupe, des procédures d'information et de recommandations et des procédures d'alertes, respectivement, a pour objectif d'informer la population sur les recommandations à suivre en cas d'épisode de pollution atmosphérique.

L'indice de Qualité de l'Air est un nombre entier compris entre 1 (TRES BON) ET 10 (TRES MAUVAIS) déterminé pour les zones de moins 100 000 habitants. En 2020, l'observatoire répertorie 64 % des indices entre « très bon » et « bon ».

8.10. Nuisances sonores

Il existe très peu de données concernant les nuisances sonores sur le secteur de Port-Louis. D'après les données de Routes de Guadeloupe, Port-Louis est situé dans une « zone calme », éloignée des seuils Lden de 65 dB/A (plus de 6 km de la route Départementale).

CONSEIL DEPARTEMENTAL DE LA GUADELOUPE
TRAVAUX DE DRAGAGE DU PORT DE PORT-LOUIS (GUADELOUPE)
DOSSIER D'AUTORISATION AU TITRE DES ARTICLES L214-1 A L214-6 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

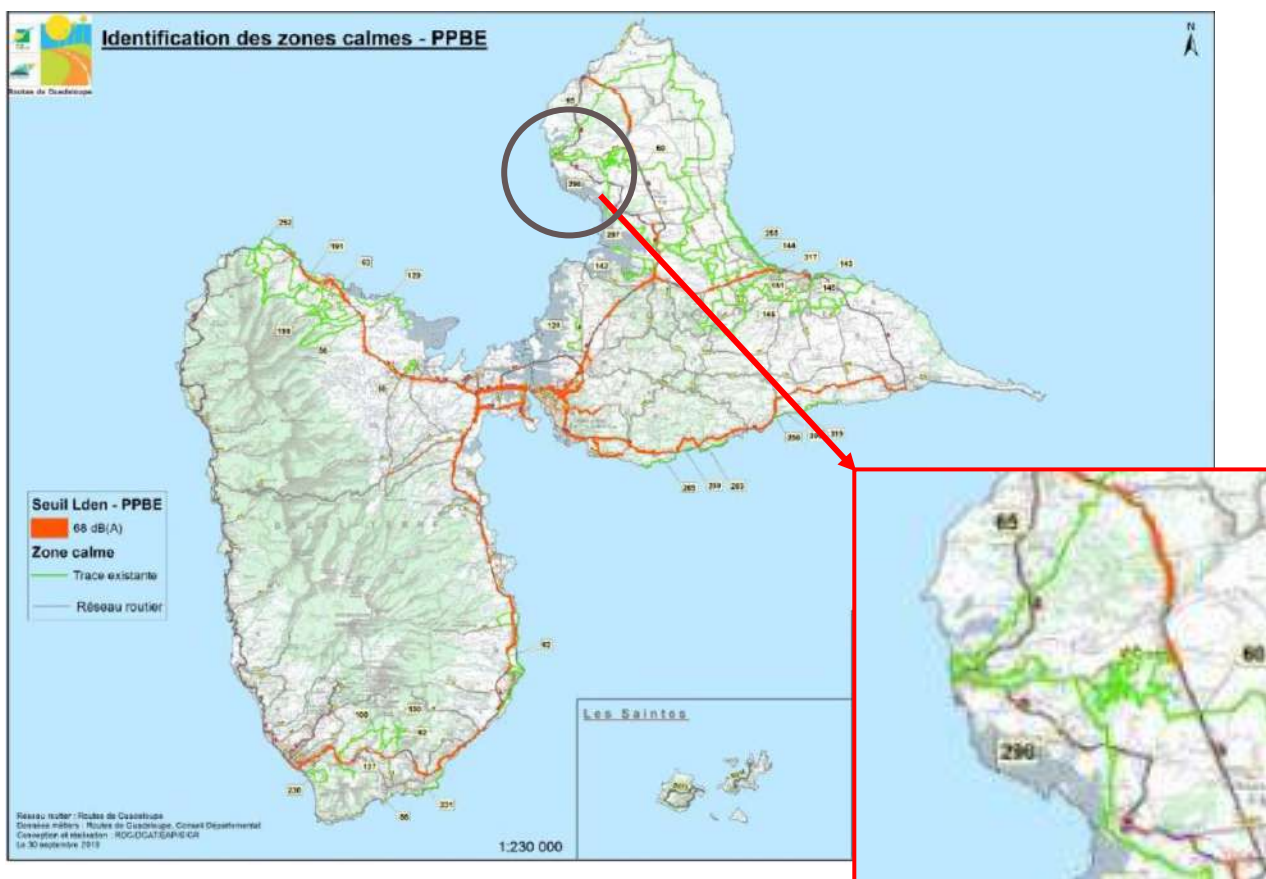


Figure 39 : Identification des zones calmes (sources : Routes de Guadeloupe)

8.11. Qualité du milieu biologique

8.11.1. Etat des masses d'eau au titre de la Directive Cadre sur l'Eau

Comme énoncé précédemment, la DCE établit un cadre pour la protection de l'ensemble des eaux des pays européens (eaux continentales et littorales).

En application de cette directive, la délimitation des masses d'eau littorales et un état des lieux du district hydrographique de la Guadeloupe ont été réalisés en 2005 (SCE-CREOCEAN, 2005).

Le suivi du réseau de référence et du contrôle de surveillance des masses d'eaux littorales de la Guadeloupe est mis en œuvre depuis 2006.

Les indicateurs suivis en 2021 concernent l'état écologique et sont les suivants : communautés coralliennes, herbiers de phanérogames, phytoplancton (pour la biologie), la physico-chimie et l'hydromorphologie.

La masse d'eau concernée par le site de dragage et l'immersion est la masse d'eau FRIC07B, correspondant au secteur large du Grand Cul-de-Sac Marin.

A l'issue du suivi 2020 et pour la période 2014-2020 (CREOCEAN, 2021), sur la base des indices DCE et des grilles de classification provisoires actuellement disponibles, l'état biologique écologique des masses d'eau (hors paramètre chlrodécone) est qualifié de :

- **Moyen** pour la masse d'eau FRIC07B,

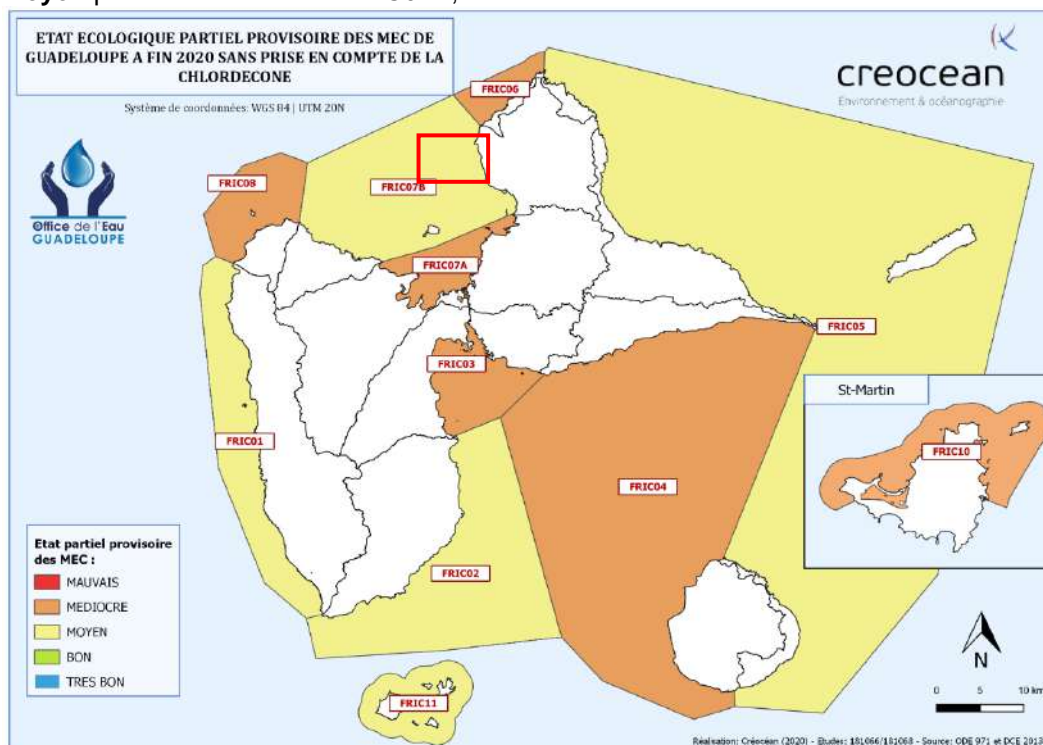


Figure 40 : Évaluation de l'état écologique partiel provisoire des MEC de Guadeloupe à fin 2020 sans prise en compte de la chlrodécone

8.11.2. Communautés biologiques pouvant être rencontrées à l'échelle de la zone d'étude

8.11.2.1. Les communautés benthiques marines

Les herbiers ont une importance écologique majeure car ils sont le support d'une faune associée riche dont les lambis (*Lobatus gigas*) et les oursins comestibles (*Tripneustes ventricosus*) sont les plus emblématiques. Leur rôle essentiel en tant que nourricerie de juvéniles pour de nombreuses espèces de poissons récifaux est également reconnu (*Scaridae, Haemulidae, Mullidae, Lutjanidae...*).

Les associations coralliennes colonisent les substrats durs : blocs rocheux ou dalles calcaires affleurantes. A l'exception notable de certaines espèces, les coraux sont globalement très sensibles à l'hypersédimentation et peuvent être victimes des dépôts de sédiments fins associés aux activités d'extraction.

La prolifération des algues brunes ou algues vertes filamenteuses peuvent attester de la dégradation des milieux en certains endroits. Ces proliférations se font généralement au détriment des associations coralliennes, en compétition pour l'occupation du substrat et au développement bien plus lent. La prolifération de ces algues induit conjointement une baisse de productivité de l'écosystème car la faune vagile préfère les habitats coralliens.

Les unités écologiques structurelles majeures des secteurs marins, herbiers et communautés récifales, sont hautement interdépendantes et constituent un ensemble fonctionnel indissociable. Les herbiers sont des zones de reproduction, de frayère, de nourricerie, d'abris ou d'alimentation pour de nombreuses espèces récifales. Ils contribuent par ailleurs à la stabilisation des sédiments et à l'oxygénation de l'eau, facteurs favorisant l'implantation et le développement corallien. Les communautés coralliennes protègent les baies de la houle et des courants, ce qui favorise l'implantation d'herbiers. Les récifs coralliens constituent également des zones de reproduction, de nurseries, et d'abris pour une faune vagile variée. Il en résulte que l'altération d'une de ces entités est susceptible de dérégler l'ensemble de l'écosystème côtier mais aussi les activités qui en découlent (pêche, plaisance, nautisme, etc.).

8.11.2.1.1. Zoom sur les biocénoses benthiques de la zone portuaire de Port-Louis

Dans l'enceinte portuaire

Lors de la réalisation des prélèvements de sédiments marins en 2020 (CREOCEAN, 2016 - a) il a pu être observé que :

- ▶ Le chenal : Les profondeurs de prélèvements sont comprises entre 1,3 et 1,5m. Les prélèvements ont révélé des vases homogènes et compactes de couleur grise.
- ▶ Le bassin portuaire présente des fonds de -2 m de profondeur maximum. Les eaux y sont troubles ;
- ▶ La zone nord-ouest du port : Les prélèvements sur cette station ont été réalisés entre 1,0 et 1,2 m de profondeur. Le substrat prélevé y est de type sablo-vaseux coquillier. Le sédiment est hétérogène de couleur gris foncé avec une fine couche superficielle vert-marron ; de nombreux débris coquilliers ont été observés
- ▶ La zone Sud-ouest : les sédiments prélevés sont très vaseux et il n'a pas été observé autre chose que des macro-déchets.

Aucune biocénose benthique d'intérêt écologique n'est présente dans l'enceinte portuaire. Il peut être estimé que l'enceinte portuaire est biologiquement pauvre.

En dehors bassin portuaire

L'objectif est de couvrir l'ensemble du secteur d'étude afin d'identifier l'ensemble des habitats marins et les espèces structurantes associées, mais également de se focaliser sur les espèces patrimoniales, halieutiques et protégées. Les paragraphes ci-dessous présente les principaux habitats marins.

❖ Pente récifale à peuplements coralliens et spongiaires

Ce peuplement est observé à partir de 12 m de profondeur et s'étend au-delà du secteur d'étude, sur plus de 25 m de profondeur. Il est présent du nord au sud de la zone d'étude et principalement sur les secteurs où la bathymétrie augmente rapidement. Il couvre une superficie d'environ 15 hectares.

Ce peuplement est caractérisé par une importante diversité de coraux durs, de spongiaires et ponctuellement de gorgonaires. En ce qui concerne les coraux, 20 espèces ont été recensées (cf. tableau ci-dessous). Parmi ces dernières, notons la présence de six espèces protégées en Guadeloupe (Arrêté du 25 Mai 2017 visant à protéger 16 espèces de **coraux** endémiques de la région Caraïbe2017), à savoir :

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------------|
| ▶ <i>Orbicella faveolata</i> , | ▶ <i>Agaricia lamarcki</i> , |
| ▶ <i>Orbicella annularis</i> , | ▶ <i>Mycetophyllia aliciae</i> , |
| ▶ <i>Orbicella francksii</i> , | ▶ <i>Mycetophyllia lamarckiana</i> . |

Le recouvrement corallien est évalué visuellement entre 10 et 15% (variable selon les zones). Il convient de noter que les massifs de grande taille d'*Orbicella annularis* sont fortement dégradés (seule l'extrémité est vivante) et certains massifs d'*O. faveolata* présentent de nombreux signes de nécrose. La raréfaction de plusieurs espèces « labyrinthiformes » tels que *Colpophyllia natans*, *Pseudodiploria clivosa* et *Diploria labyrinthiformis* est également à signaler. Cette diminution d'abondance est due à la présence dans les eaux guadeloupéennes d'une maladie bactérienne, la Stony Coral Tissue Loss Disease (maladie corallienne liée à la perte de tissus) ou SCTLD, qui touche principalement ces espèces.

De nombreux signes de casse physique de colonies coralliennes (vivantes ou mortes) sont observés dans le nord la zone occupée par ce faciès.

En ce qui concerne les spongiaires, de nombreuses espèces ont également été recensées. Des formes encrustantes, massives, tubulaires ou cordées sont présentes. Les principales espèces observées sont listées ci-dessous :

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| ▶ <i>Amphimedon compressa</i> , | ▶ <i>Aplisina fulva</i> , |
| ▶ <i>Agelas tunulata</i> , | ▶ <i>Cliona delitrix</i> , |
| ▶ <i>Agelas clathrodes</i> , | ▶ <i>Mycale laevis</i> , |
| ▶ <i>Aplisina conifera</i> , | ▶ <i>Niphates digitalis</i> , |
| ▶ <i>Aplisina fistularis</i> , | ▶ <i>Spherospongia cuspidifera</i> , |
| ▶ <i>Aiolochoira crassa</i> , | ▶ <i>Verongula rigida</i> , |
| ▶ <i>Aplisina cauliformis</i> , | ▶ <i>Xestospongia muta</i> . |

Les gorgones sont beaucoup plus rares, les espèces *Gorgonia ventalina*, *Plexaura homomalla*, *Pseudopterogorgia americana*, *Antillogorgia sp.*, *Eunicea calyculata*, *Erythropodium caribaeorum*, *Plexaurella nutans* ont par exemple été observées. Les gorgonaires sont plus fréquents dans la partie nord de ce faciès.

Les couvertures en macro-algues (principalement *Dictyota dichotoma* et *Lobophora variegata*) et en cyanophycées sont élevées, au détriment des coraux.

A l'échelle de la zone d'étude, une **variabilité des richesses spécifiques coralliennes et des abondances ichtyologiques selon les stations** est observée. Il apparaît que le secteur au droit de Port-Louis présente un état plus dégradé (en termes de peuplement corallien) mais ichtyologiquement plus riche que les secteurs nord et sud.

De ce fait, l'état de santé général de ce peuplement est évalué comme bon à moyen (classe comprise entre 2,5 et 3 sur l'échelle de classement DCE, adapté de Bouchon et Navarro, 2008), du fait :

- ▶ de nombreuses nécroses constatées ;

- ▶ d'une forte couverture en macro-algues et de larges patches de cyanophycées (environ 1 m) ;
- ▶ des traces de sédimentation, notamment dans la partie nord.



Figure 41 : Illustration du peuplement et des espèces coralliennes associées à la pente récifale externe

La liste des espèces coralliennes et ichtyologiques recensées est présentée dans le tableau ci-dessous :

Tableau 10 : Liste des espèces coralliennes et ichtyologiques recensées

Espèces coralliennes observées	Espèces protégées	Poissons	Etat de Santé général
<i>Agaricia agaricites</i> <i>Colpophyllia natans</i> <i>Diploria labyrinthiformis</i> <i>Isophyllia sinuosa</i> <i>Madracis decactis</i> <i>Millepora alcicornis</i> <i>Montastrea Cavernosa</i> <i>Mussa angulosa</i> <i>Porites astreoides</i> <i>Porites porites</i> <i>Porites divaricata</i> <i>Pseudodiploria clivosa</i> <i>Siderastrea siderea</i> <i>Solenastrea bournoni</i>	<i>Orbicella faveolata</i> <i>Orbicella annularis</i> <i>Orbicella francksii</i> <i>Agaricia lamarcki</i> <i>Mycetophyllia aliciae</i> <i>Mycetophyllia lamarckiana</i>	<i>Epinephelus striatus</i> <i>Epinephelus adscensionis</i> <i>Cephalopholis fulvus</i> <i>Scarus iseri</i> <i>Scarus taeniopterus</i> <i>Sparisoma rubripinne</i> <i>Chromis cyanea</i> <i>Chromis multilineata</i> <i>Chromis insolata</i> <i>Ocyurus chrysurus</i> <i>Haemulon flavolineatum</i> <i>Halichoeres garnoti</i> <i>Thalassoma bifasciatum</i> <i>Holocentrus rufus</i>	2,5-3

<i>Stichopathes luetkeni</i>		<i>Haemulon chrysargyreum</i> <i>Haemulon aurolineatum</i> <i>Lutjanus griseus</i> <i>Lutjanus mahogani</i> <i>Lutjanus apodus</i> <i>Mulloidichthys martinicus</i> <i>Pterois volitans</i> <i>Clepticus parrae</i> <i>Chaetodon capistratus</i> <i>Myripristis jacobus</i> <i>Hypoplectrus sp.</i> <i>Heteropriacanthus cruentatus</i> <i>Acanthurus spp.</i> <i>Cantherhines pullus</i>
------------------------------	--	--

Des macro-déchets (anciens engins de pêche) ont été observés sur ce faciès.

❖ **Platier et blocs rocheux à peuplements de spongiaires et gorgonaires**

Cet habitat, localisé à l'extrémité nord de la zone d'étude, sur 2 hectares, est très similaire à la pente récifale externe (en plus appauvri). Il semble constituer un faciès transitoire entre les secteurs de platier nu, de plaine sédimentaire et le secteur corallien.

Il est toutefois largement dominé par des spongiaires et quelques gorgonaires. Les colonies coralliennes (*Porites astreoides* et *Millepora spp* principalement) sont petites, éparées et ne forment pas un véritable couvert corallien, du fait notamment de la présence de nombreuses zones de sable ou de débris coralliens.

Les principales espèces observées sont des éponges tubulaires jaunes (*Aplysina fistularis*), des éponges-cordes lavande (*Niphactes erecta*), des éponges-bois (*Sphaciospongia cuspidifera*), éponges-barrique (*Xetospongia muta*) et parfois des éponges perforantes (*Siphonodictyon coralliphagum*). Les espèces de gorgonaires sont représentées par les gorgones arborescentes (*Eunicea sp.* et *Pseudoplexaura sp.*).



Figure 42: Peuplement de spongiaires dominants

❖ **Massifs coralliens de *Madracis auretenra***

Des massifs de *Madracis auretenra* de taille moyenne (10-20m de long sur 5-10m de large ; superficie estimée à 640 m²) ont été observés ponctuellement en haut de la pente externe récifale. Situés sur des secteurs sableux ou de débris coralliens, ces massifs sont plutôt rares à l'échelle du secteur et dans un état partiellement dégradé, notamment sur les zones périphériques. L'observation de nombreux engins de pêche (un filet de fond était posé sur un des massifs lors de nos investigations) et de bateaux au mouillage peut expliquer cette dégradation. Les colonies de *Madracis auretenra* sont associées à des éponges cordes rouges ou vertes (*Aplysina spp.*). De très larges patches de cyanophycées sont observés entre les massifs coralliens, témoignant d'un d'une eutrophisation du milieu.

Ces massifs concentrent une faune ichthyologique, ainsi un barracuda (*Sphyraena barracuda*), des demoiselles bicolores (*Stegastes bipartitus*), un hamlet (*Hypoplectrus sp.*), des juvéniles de labres à tête bleue (*Thalassoma bifasciatum*), des pagres (*Lutjanus sp.*) et des poissons chirurgiens noirs (*Acanthurus tractus*) ont été observés.

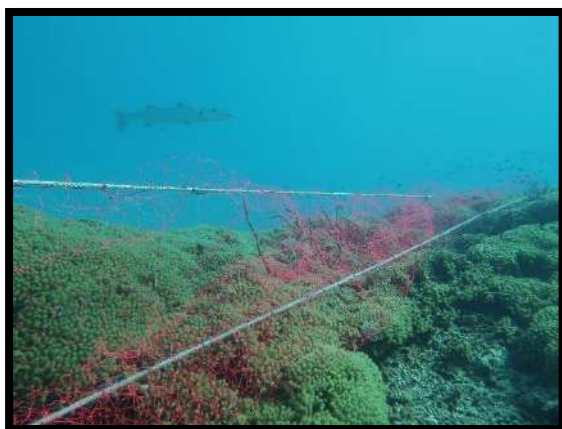


Figure 43 : Illustration d'un des massifs de *Madracis auretenra* (CREOCEAN, 2022)

❖ **Dalle calcaire plus ou moins ensablée peu colonisée**

La zone d'étude prospectée est caractérisée par une dalle calcaire sub-affleurante qui domine très largement en termes de superficie. Celle-ci est plus ou moins ensablée et abrite pas ou très peu d'épifaune sessile ou vagile. Les mouvements sédimentaires marqués sur ce faciès semblent limiter l'implantation de spongiaires, coraux et gorgonaires (présents mais peu abondants). Parmi les quelques espèces coralliennes observées, citons *Pseudodiploria strigosa* et *Porites astreoides*.

Ce faciès domine le secteur côtier, entre 0 et 7 m de profondeur. La superficie de cet habitat est de 27,8 hectares au sein de la zone d'étude.

Dans le secteur **nord**, une zone occupée par une densité relativement importante (par rapport au reste du secteur d'étude) de colonies coralliennes vivantes de *Pseudodiploria strigosa* a été observée. Cela est d'autant plus remarquable que cette espèce a fortement régressé au cours des deux dernières années, au point de devenir quasiment absente des récifs coralliens.

Au sud du port, en zone côtière, le débouché d'une ravine se traduit par une accumulation de blocs rocheux, très peu colonisés, tant en termes de couverture algale qu'en termes de colonies coralliennes (en grande partie à cause de la faible salinité liée aux apports d'eau douce). Seuls des juvéniles de poissons d'espèces inféodées aux zones coralliennes rocheuses ont été observés en faible nombre : demoiselles bicolores (*Stegastes bipartitus*), chirurgiens (*Acanthurus spp.*), girelles communes (*Halichoeres spp.*). La turbidité relativement importante n'a pas permis de disposer d'une vision exhaustive de toutes les espèces présentes. Ponctuellement, des densités importantes d'oursins diadèmes (*Diadema antillarum*) colonisent le fond, limitant le développement algal.

Il faut noter toutefois la présence de nombreuses colonies de *Solenastrea bournoni* dispersées sur le fond sur un secteur assez vaste, au sud du port de Port-Louis. Les grandes colonies (1 m de haut) sont la plupart mortes (certainement suite à la maladie SCTLD) mais il reste encore des colonies de plus petite taille (20-50 cm) encore vivantes, associées à des colonies de *Pseudodiploria strigosa*.



Figure 44 : Illustration de la dalle calcaire peu colonisée (CREOCEAN, 2022)

❖ **Plaine sédimentaires de sable nu et/ou débris coralliens à blocs rocheux épars**

Sur la zone prospectée, la superficie de cet habitat est de 60 hectares. Cet habitat est très fortement corrélé au précédent, en terme d'ensablement et en terme de continuité. De manière générale, il constitue la transition entre la dalle calcaire ensablée côtière et la pente récifale. Par endroit, cet habitat se prolonge jusqu'au littoral. Toutefois, la distinction entre le platier sub-affleurant ensablé et la plaine sédimentaire est parfois difficile.

Sur cet habitat, de vastes étendues de sable fin sont observées (parfois envasées sur la zone côtière) alternant par endroit avec de larges zones occupées par des débris coralliens branchus anciens (*Porites spp.* ou *Madracis spp.*).

Tout comme les habitats décrits précédemment, ce faciès est peu colonisé par l'épifaune sessile. La présence dispersée de blocs rocheux permet la fixation de spongiaires, macro-algues et quelques

colonies coralliennes. Ces blocs rocheux ne présentent toutefois pas de grand intérêt écologique (couverture corallienne réduite, pas d'attraction de bancs de poissons, etc.).



Figure 45: Photographies des plaines sédimentaires sableuses rencontrées sur le site

❖ **Platier à peuplement algues dominants**

Cet habitat est situé sur le secteur sud-est de la zone d'étude. Il couvre une superficie estimée à 12,23 hectares.

Proche de la côte, ce faciès subit une sédimentation parfois forte.

En termes d'épifaune, une large dominance de macro-algues brunes (principalement *Dictyota dichotoma*) et quelques algues rouges (non identifiées) sont observées. Aucune espèce corallienne protégée n'a été relevée sur cet habitat.

Les oursins diadèmes (*Diadema antillarum*) sont observés sur ce faciès, notamment à proximité du port. Quelques oursins blancs (*Triploneustes ventricosus*) sont aussi comptabilisés.

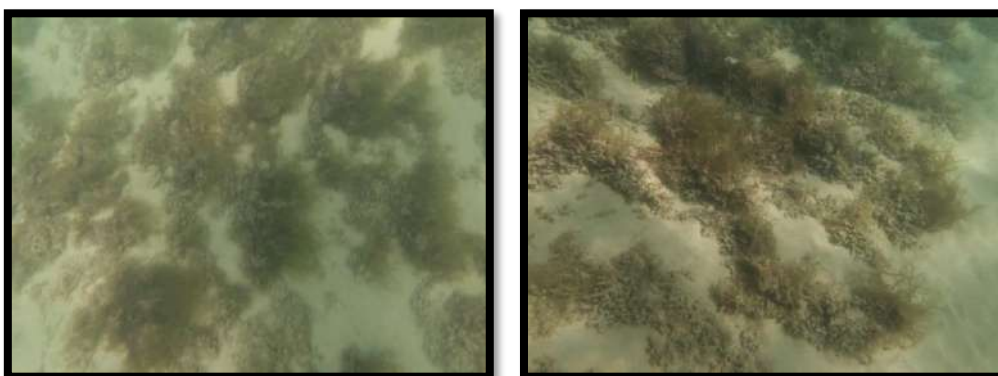


Figure 46: Photographies du platier à macro-algues dominantes

❖ Herbier à *Thalassia testudinum*

Cet habitat, est localisée dans de très faibles profondeurs (<1 m de fond) sous la forme de patches de superficie assez réduite, au :

- ▶ Sud du port ;
- ▶ Nord du port, dans le renforcement de la digue principale.

Ceux-ci sont assez enclavés et restreints en termes de taille (superficie estimée de 5 200 m²) mais ils présentent des densités importantes de plants.

L'herbier au nord présente un état globalement meilleur, avec moins de sédimentation et moins de macro-algues (*Dictyota dichotoma*).

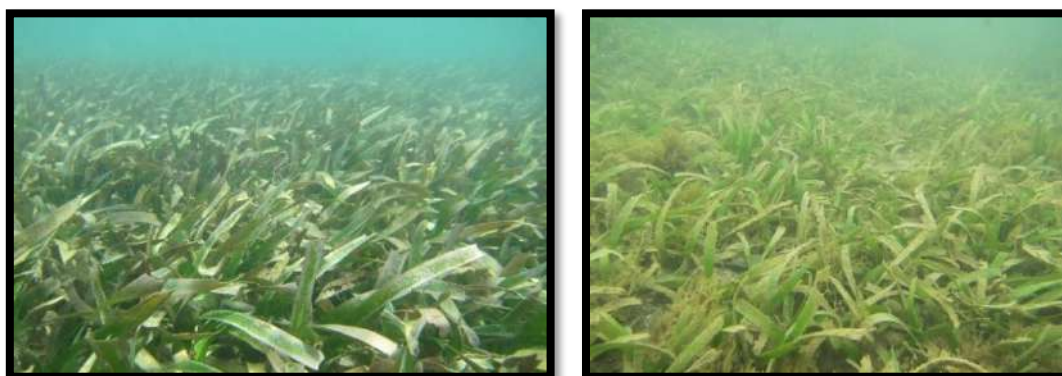


Figure 47 : Photographies des herbiers rencontrés sur le site au nord (gauche) et au sud (droite)

❖ Herbier à *Halophila stipulacea*

Plus au large, des herbiers de l'espèce invasive *Halophila stipulacea* font leur apparition, d'abord en patches clairsemés (vers -3 m de profondeur), avant de se densifier et devenir un herbier plus homogène et continu (vers 9-10 m de profondeur). Du fait des mouvements réguliers de sédiments et l'exposition aux houles de nord, celui-ci ne se développe pas sur de très grandes surfaces, contrairement à des secteurs plus abrités.

La superficie de cet habitat est estimée à environ 4 000 m².

Cette espèce, structurante mais invasive, est en compétition avec l'espèce indigène précédemment décrite, *Thalassia testudinum*.



Figure 48 : Photographies des herbiers d'*Halophila stipulacea*

La macrofaune associée à ces herbiers est peu diversifiée et peu abondante : quelques spécimens d'étoiles de mer communes (*Oreaster reticulatus*) sont observés mais de manière dispersée. Un oursin blanc (*Tripneustes ventricosus*) a été observé le long des radiales.

La carte ci-dessous présente la répartition de ces différents habitats marins sur l secteur d'étude.

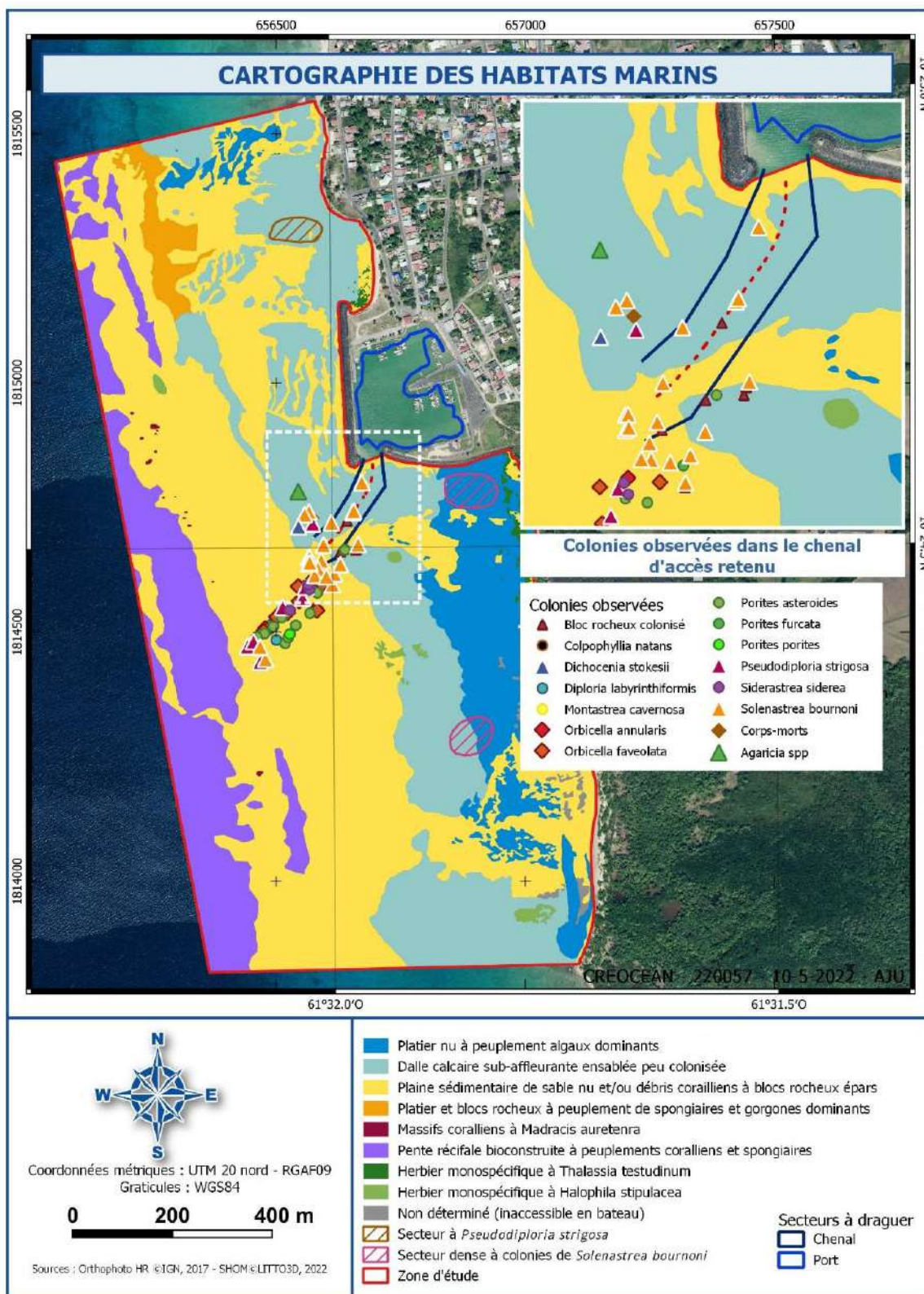


Figure 49 : Carte des biocénoses marines (CREOCEAN, 2022)

Le rapport complet de caractérisation des biocénoses marines, ainsi que la méthodologie employée est présenté en **Annexe 2** (CREOCEAN, 2022).

En conclusion sur ce chapitre, le secteur présente de manière générale des habitats relativement dégradés, avec un état de santé jugé comme « moyen » à médiocre sur certaines zones.

De nombreux habitats marins sont présents sur le secteur d'étude, avec notamment trois habitats présentant un intérêt écologique important :

*** les patchs d'herbiers de *Thalassia testudinum* (situés au niveau de la plage au nord du port à plus de 400 m du centre du chenal ; et le long du littoral au sud du port à plus de 300 m du centre du chenal) ;**

*** les massifs monospécifiques à *Madracis auretenra* (situés au large du port à plus de 300 m du centre du chenal) ;**

*** la pente externe récifale, présentant la plus forte diversité écologique, ainsi que la présence d'espèces coralliennes protégées.**

Les autres habitats présentent une faible diversité spécifique et des fonctions écologiques réduites, du fait de l'absence de relief, d'un fort ensablement et d'une exposition aux houles. Sur ces derniers, aucune espèce protégée et/ou patrimoniales n'a été recensée.

8.11.2.1.2. Zoom sur les espèces observées dans le chenal d'accès.

11 colonies coralliennes ont été recensées et géoréférencées sur le périmètre du chenal d'accès.

Il convient de préciser que, malgré un effort d'échantillonnage important, il est possible que certaines colonies n'aient pas été recensées, au vu de la superficie de la zone d'étude à couvrir (22 000 m²) et de la visibilité réduite en sortie de port. Ce comptage n'est donc pas totalement exhaustif (marge d'erreur estimée de 10-20%).

Sur ces 11 colonies coralliennes, **trois espèces ont été observées** : 7 individus de *Solenastrea bournoni*. 3 individus de *Pseudodiploria strigosa* et 1 individu de *Porites asteroides*

De manière générale, les colonies coralliennes sont en mauvais état de santé, du fait d'ensablement, de la forte turbidité émanant du port et de la présence de nécroses ou de maladies.

Ces colonies ne forment pas de massifs coralliens homogènes et de grande envergure, il s'agit principalement de colonies ponctuelles, dispersées sur un fond sableux ou sablo-vaseux (à proximité de l'entrée du port).



Figure 50 : Illustration des colonies coralliennes présentes dans la future zone de déroctage du chenal d'accès

Dans le périmètre du chenal d'accès, les habitats sont très dégradés, avec un état de santé jugé comme médiocre. Il s'agit surtout d'un platier subaffleurant, ensablé (voire envasé à proximité du port), où l'épifaune benthique est très peu développée, colonisée sur les blocs rocheux apparents et non ensablés.

Le recensement des colonies coralliennes en plongeur tracté a permis de couvrir la totalité du périmètre du tracé du chenal (et ses alentours) et de confirmer l'absence d'habitats structurés et diversifiés. Sur cette zone, quelques colonies coralliennes éparses ont été observées (environ 11 individus sur une superficie de 11 680 m²).

Ces colonies coralliennes n'appartiennent pas à des espèces protégées ; il s'agit des espèces suivantes :

- *Solenastrea bournonii*
- *Pseudodiploria strigosa*
- *Porites astreoides*

Ces colonies feront l'objet d'une mesure de réduction, par une opération de transplantation sur un secteur non impacté, plus en profondeur.

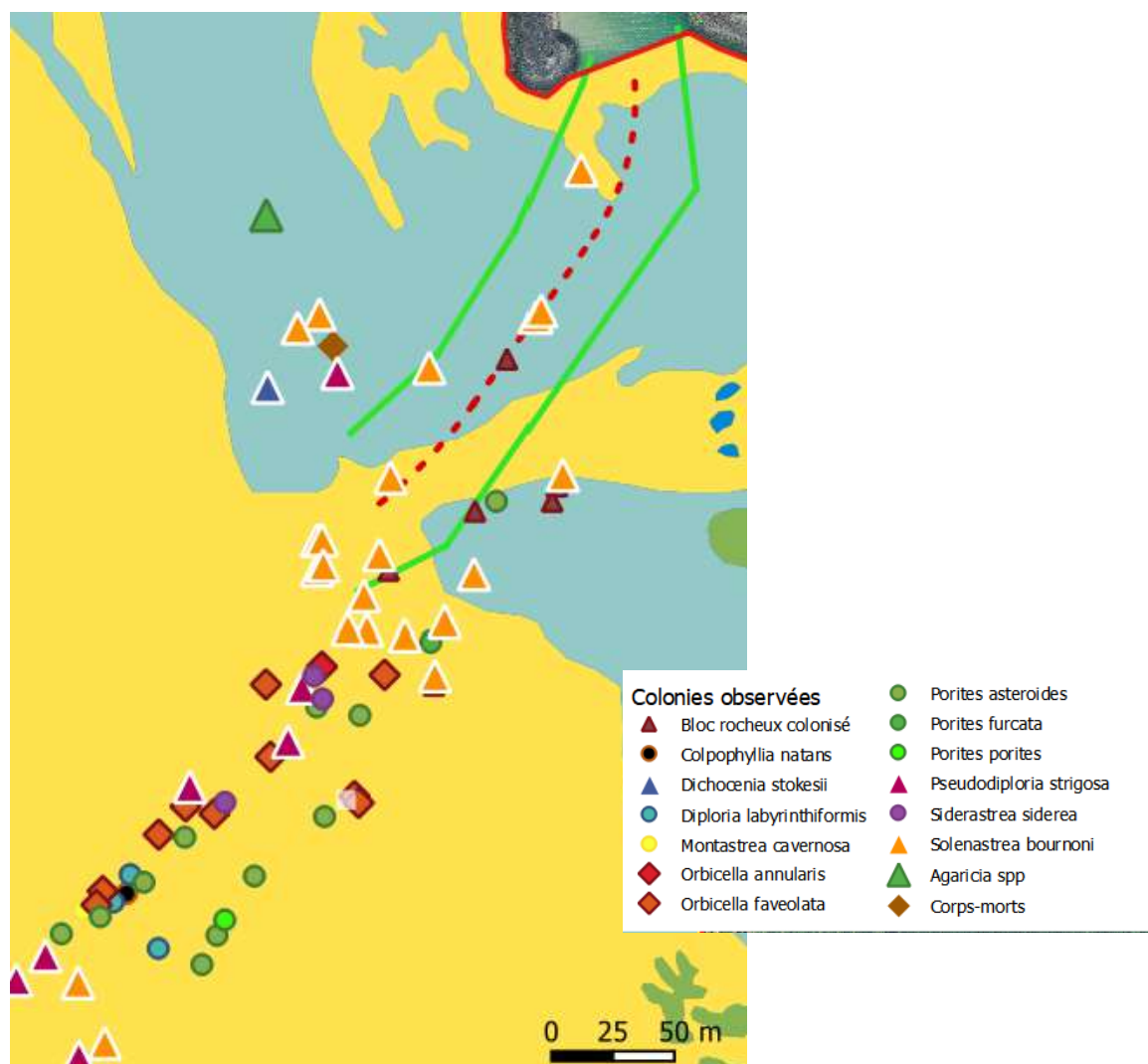


Figure 51 : Caractérisation des colonies coralliennes ponctuelles observées sur le tracé du chenal

8.11.2.1.3. Zoom sur les biocénoses benthiques de la zone de transit

Les chalands suivront le chenal d'accès au port. La zone de transit du port de Port-Louis vers le site d'immersion n'a pas fait l'objet d'investigation spécifique.

Toutefois, au regard de la cartographie des biocénoses du Grand Cul-de-sac Marin établie par l'UAG et actualisée par l'Agence des Aires Marines Protégées (UAG, 2001 et AAMP, 2013), **il est considéré que la zone de transit et ses proches environs comporte :**

- ▶ Des communautés coralliennes sur blocs rocheux ou coralliens sur sable (plateau continental entre 0 et 100 mètres), notamment au droit de Port-Louis (zone des 20-40 mètres) ;
- ▶ Une biocénose inconnue de fonds vaseux sur les grandes profondeurs.

8.11.2.1.4. Zoom sur les biocénoses benthiques de la zone d'immersion

La qualité des biocénoses benthiques de la zone d'immersion n'est pas connue. Aucune étude disponible actuellement ne décrit de manière exhaustive la richesse biologique de ces fonds à plus de 300m de profondeur.

Quelques inventaires spécifiques ont été réalisés sur certains taxons bien particuliers (notamment les cnidaires) dans les secteurs profonds. D'après les données de synthèse (AAMP, 2011), 2 à 4 espèces de cnidaires profonds ont été recensés au nord de la zone d'immersion, laissant supposer la présence d'une biodiversité sessile faible mais spécifique.

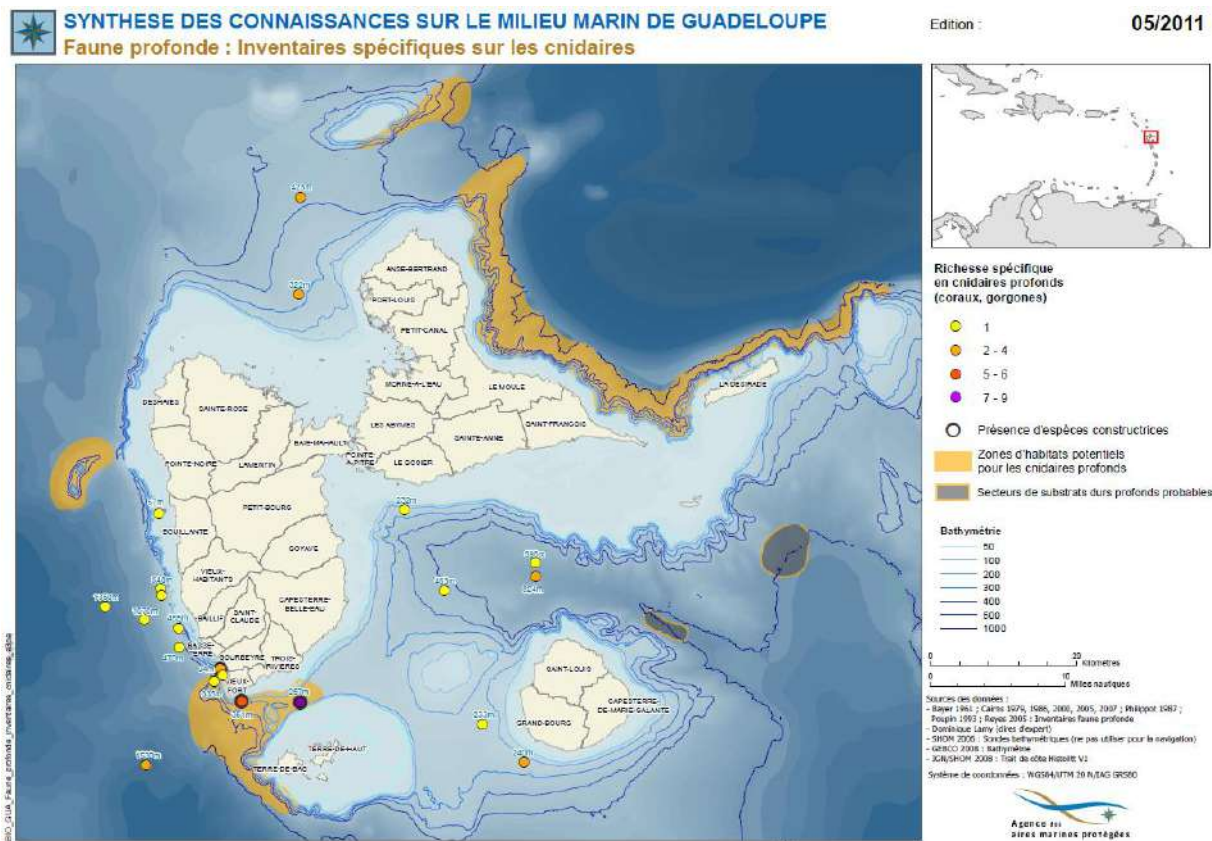


Figure 52 : cartographie de l'inventaire de la faune profonde (source AAMP 2011)

Des campagnes de prospection profondes ont été menées dans le cadre du programme KARUBENTHOS 2 en 2015. Les résultats disponibles (notamment les photos prises lors des remontées des chaluts) sont présentés ci-dessous et apportent quelques éléments complémentaires.

CONSEIL DEPARTEMENTAL DE LA GUADELOUPE
TRAVAUX DE DRAGAGE DU PORT DE PORT-LOUIS (GUADELOUPE)
DOSSIER D'AUTORISATION AU TITRE DES ARTICLES L214-1 A L214-6 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

L'analyse des stations dans le nord du Grand Cul-de-Sac marin montrent une diversité biologique beaucoup plus importante, associée à des densités d'espèces également plus importantes (hydrides, crustacés, poissons, spongiaires). La figure ci-dessous synthétise les observations sur les stations à proximité, avec des photos des chaluts remontés.

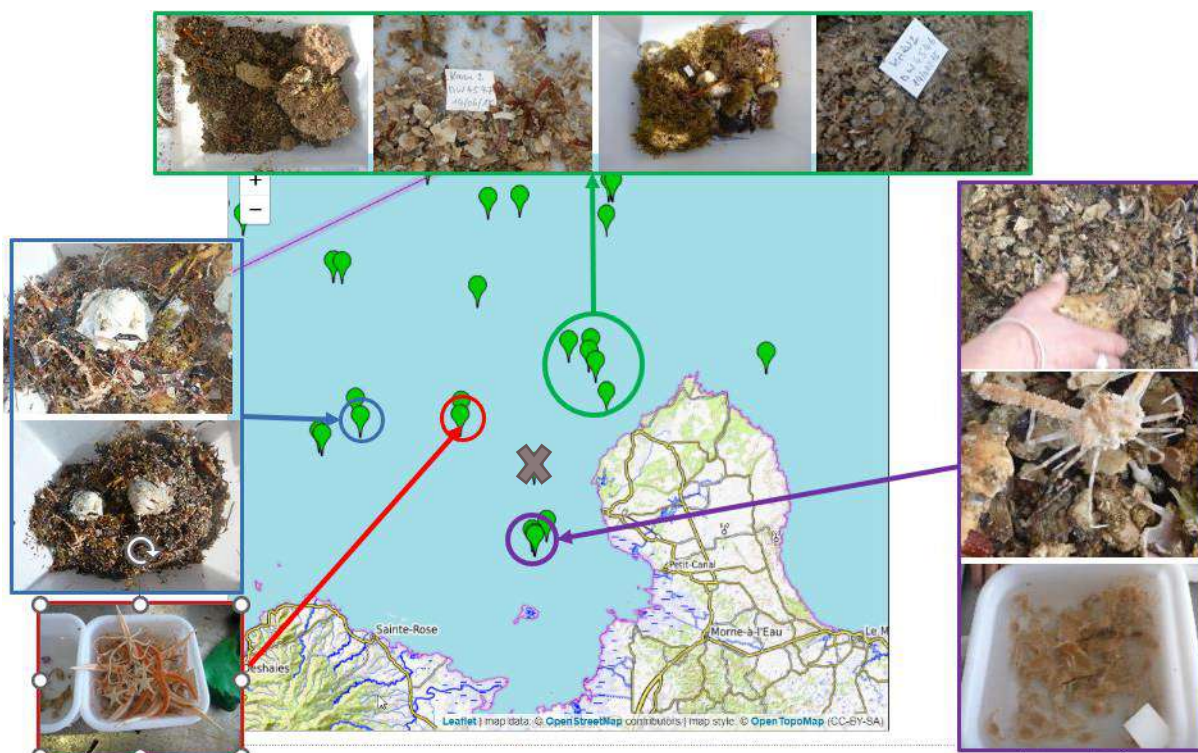


Figure 53 : Illustration des photos des chaluts sur les stations KARUBENTHOS 2 autour du point d'immersion (croix) (d'après les données disponibles sur <https://expeditions.mnhn.fr/campaign/karubenthos2#cartographie>)

Au niveau du périmètre d'immersion envisagé, les relevés réalisés par un chalut profond (station DW4530) ont révélé la présence d'une plaine vaseuse homogène (d'après les observations photos prises sur le navire scientifique), dépourvue de substrats durs majoritaire et d'épifaune.



Figure 54 : Photos de la collecte sur la station DW4530 (source : https://expeditions.mnhn.fr/campaign/karubenthos2/event/DW4530?area=1#les_photos)

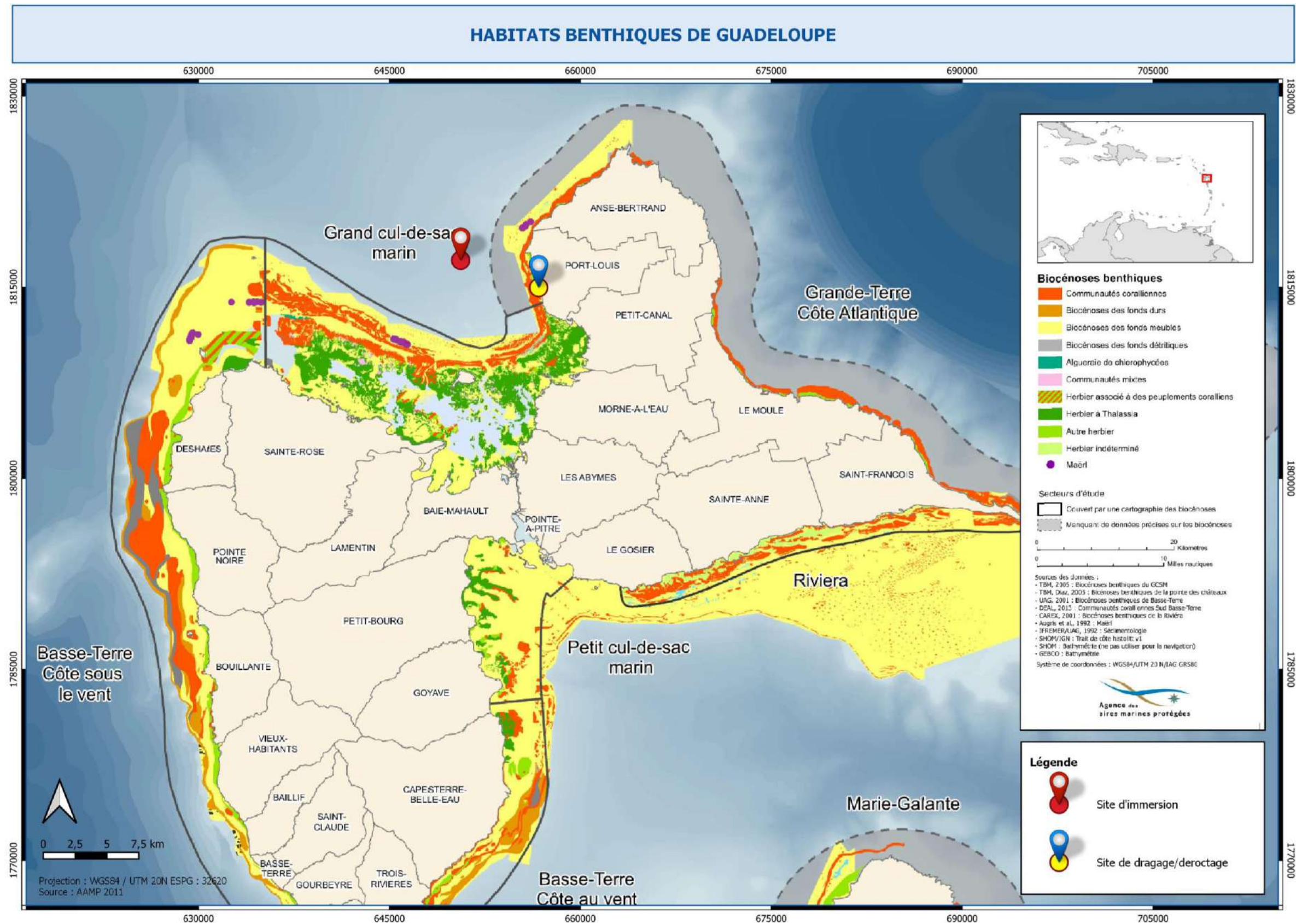


Figure 55 : Cartographie des biocénoses de Guadeloupe

8.11.2.2. Faune halieutique

La diversité des habitats du Grand Cul-de-Sac Marin (récifs coralliens, herbiers de phanérogames marines, mangroves, etc.) participe à une grande richesse spécifique de la faune piscicole dans ce secteur. Ce sont ainsi près de 255 espèces de poissons qui ont été inventoriés.

Concernant les récifs, 250 espèces ont été recensées entre 3 et 55m de profondeur en Guadeloupe (Bouchon-Navaro, 1997 ; Bouchon et *al.*, 2006).

Dans le lagon du GCSM, les sites présentent de fortes diversités (jusqu'à 100 espèces, selon AAMP, 2013). La **barrière récifale du lagon du Grand cul-de-sac Marin**, de l'îlet Caret et à proximité de la Passe à Colas fait partie des sites les plus diversifiés de Guadeloupe (entre 47 et 52 espèces).

A une échelle géographique plus réduite, le tableau ci-dessous synthétise les **28 espèces observées sur la pente récifale externe de Port-Louis**, habitat le plus diversifié du secteur d'étude.

Tableau 11 : Liste des espèces identifiées (source : CREOCEAN, 2022)

<i>Haemulon chrysargyreum</i>	<i>Epinephelus striatus</i>
<i>Haemulon aurolineatum</i>	<i>Epinephelus adscensionis</i>
<i>Lutjanus griseus</i>	<i>Cephalopholis fulvus</i>
<i>Lutjanus mahogani</i>	<i>Scarus iseri</i>
<i>Lutjanus apodus</i>	<i>Scarus taeniopterus</i>
<i>Mulloidichthys martinicus</i>	<i>Sparisoma rubripinne</i>
<i>Pterois volitans</i>	<i>Chromis cyanea</i>
<i>Clepticus parrae</i>	<i>Chromis multilineata</i>
<i>Chaetodon capistratus</i>	<i>Chromis insolata</i>
<i>Myripristis jacobus</i>	<i>Ocyurus chrysurus</i>
<i>Hypoplectrus sp.</i>	<i>Haemulon flavolineatum</i>
<i>Heteropriacanthus cruentatus</i>	<i>Halichoeres garnoti</i>
<i>Acanthurus spp.</i>	<i>Thalassoma bifasciatum</i>
<i>Cantherhines pullus</i>	<i>Holocentrus rufus</i>

Concernant les fonds sur le site d'immersion, d'après les activités de pêches sur la zone (AAMP, 2013), ils sont susceptibles d'accueillir des poissons benthiques et démersaux côtiers, des petits poissons pélagiques côtiers, ainsi que, dans une moindre mesure des langoustes profondes. Selon les données disponibles, les espèces les plus fréquentes sont le bathynome géant, l'oeil de boeuf, l'empereur et la langoustine.

8.11.2.3. Peuplements phytoplanctoniques

Les peuplements phytoplanctoniques correspondent à l'ensemble des organismes appartenant au règne végétal planctonique des eaux marines ou douces. Les espèces qui le composent sont de taille généralement microscopique et se déplacent de façon aléatoire et non active dans le milieu au gré des courants. Elles sont autotrophes vis-à-vis du carbone c'est-à-dire qu'elles produisent de la matière organique par réduction de matière inorganique tel que le carbone (dioxyde de carbone). Les groupes les plus communément rencontrés sont les cyanobactéries, les diatomées ou encore les dinoflagellés.

C'est le premier maillon de la chaîne alimentaire dans l'écosystème marin. Il existe environ 4000 espèces phytoplanctoniques au niveau mondial : certaines d'entre elles (environ 250) peuvent proliférer de façon importante en formant des eaux rouges, brunes ou vertes, d'autres espèces (environ 70) sont toxiques, mais la plupart d'entre elles sont totalement inoffensives.

Les analyses phytoplanctoniques effectuées sur les sites marins en Guadeloupe lors du suivi DCE 2016 (prélèvements des campagnes de mars à juin 2016) montrent, sur l'ensemble des sites, des densités cellulaires relativement basses (28 0000 cellules/litre en moyenne) comparativement aux sites des milieux tempérés.

Les densités cellulaires rencontrées sur les sites du Port-Louis restent également dans cet ordre de grandeur.

Pour ces trois sites, comme pour l'ensemble des sites de Guadeloupe, les diatomées (Bacillariophytes) dominent largement les peuplements (taxons du genre *Chaetoceros*, *Pseudo-Nitzschia* et *Cylindrotheca*). Les taxons de ce groupe phytoplanctonique sont généralement associés à des taxons sub-dominants faisant partie des groupes des Dinophytes et des Chlorophytes.

Il ressort que les biomasses sont relativement faibles et les diatomées sont en majorité présentes (149 taxons sur 250 identifiés) et que les chlorophycées et les cyanobactéries sont peu représentées.

8.11.2.4. Tortues marines

5 espèces de tortues marines sont recensées en Guadeloupe. Ce sont la tortue verte (*Chelonia mydas*), la tortue caouanne (*Caretta caretta*), la tortue olivâtre (*Lepidochelys olivacea*), la tortue imbriquée (*Eretmochelys imbricata*) et enfin la tortue Luth (*Dermochelys coriacea*).

Trois d'entre elles sont observées sur les plages en période de ponte : la tortue verte, l'olivâtre et la tortue luth. Les deux autres espèces viennent seulement s'alimenter dans les eaux guadeloupéennes sans s'y reproduire.

Les tortues marines sont herbivores strictes ou omnivores. Elles se nourrissent en Guadeloupe principalement sur les zones d'herbiers de petits crustacés, de cnidaires voire de petits poissons ou encore d'algues et d'herbes marines.

L'ensemble de ces tortues marines est classé en danger d'extinction par l'UICN ou en danger critique d'extinction. Toutes les espèces ainsi que leurs œufs et leurs habitats sont intégralement protégés au titre de l'arrêté ministériel du 14 octobre 20058.

La période de ponte des tortues (Luth, imbriquées et tortues vertes confondues), en Guadeloupe s'étale globalement de mars à octobre. **Le pic de pontes est toutefois situé entre mai et septembre.**

Sur les 158 sites de pontes des tortues marines recensés en Guadeloupe entre 2001 et 2011 par le Réseau Tortues Marines de Guadeloupe (ONCFS), le littoral de Port-Louis en compte 4 :

- « Anse Lavolvaine »,
- « Pointe d'Antigues-Cimetière Souffleur »,
- « Anse du Souffleur »
- « Port-Louis Sud » (ONCFS & Kap Natirel, 2011).

Ces plages font l'objet depuis 2006 d'un protocole de suivi des tortues marines en ponte.

Le projet d'aménagement de Port-Louis est situé en limite nord du site de ponte de « Port-Louis Sud ». D'une longueur de 4 km, ce site de ponte s'étend vers le sud jusqu'au lieu-dit de la Pointe de Sable (A. Chabrolle : ONCFS, 2014).

Cette plage est référencée comme un site de ponte pour les tortues marines (source : DEAL - Cartelie, 2014 et Atlas des sites de ponte de tortues marines de l'Archipel Guadeloupéen, 2010).

D'après le rapport de BRUNEL M., CHABROLLE A. et DELCROIX E., 2013 (« Hiérarchisation des sites de pontes des tortues marines sur l'archipel de la Guadeloupe et mesures de protection » – ONCFS, actuellement en cours de validation par le comité de pilotage du PRTMAF), **le site présente une priorité forte en termes de conservation au regard des enjeux tortues marines.**

La zone de ponte de Port-Louis Sud est un **site de ponte « très peu ou pas dégradé » (Figure 56), avec un indice « tortue » fort à très fort (Figure 57)**. Il s'agit d'une zone particulièrement sensible car préservée et exempte de constructions humaines (zone de mangrove en arrière du site de ponte).

A l'échelle de l'archipel guadeloupéen, le site de ponte de « Port-Louis Sud » **joue un rôle important pour l'accueil des tortues marines**. Il est principalement fréquenté par la Tortue Imbriquée (*Eretmochelys imbricata*) (cf. carte ci-dessous) et dans une moindre mesure par la Tortue Verte

CONSEIL DEPARTEMENTAL DE LA GUADELOUPE
TRAVAUX DE DRAGAGE DU PORT DE PORT-LOUIS (GUADELOUPE)
DOSSIER D'AUTORISATION AU TITRE DES ARTICLES L214-1 A L214-6 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

(*Chelonia mydas*). L'observation de la Tortue Luth (*Dermochelys coriacea*) sur ce site n'est toutefois pas à exclure.

Ces espèces largement présentes dans les eaux guadeloupéennes, ont une sensibilité forte compte tenu de leur statut de protection (arrêté ministériel du 14/10/2005 ; cf. § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) et leur risque critique d'extinction (liste UICN).

La figure ci-dessous synthétise les activités de ponte en 2019 (source : réseau tortues marine : tortues-marines-antilles.org).

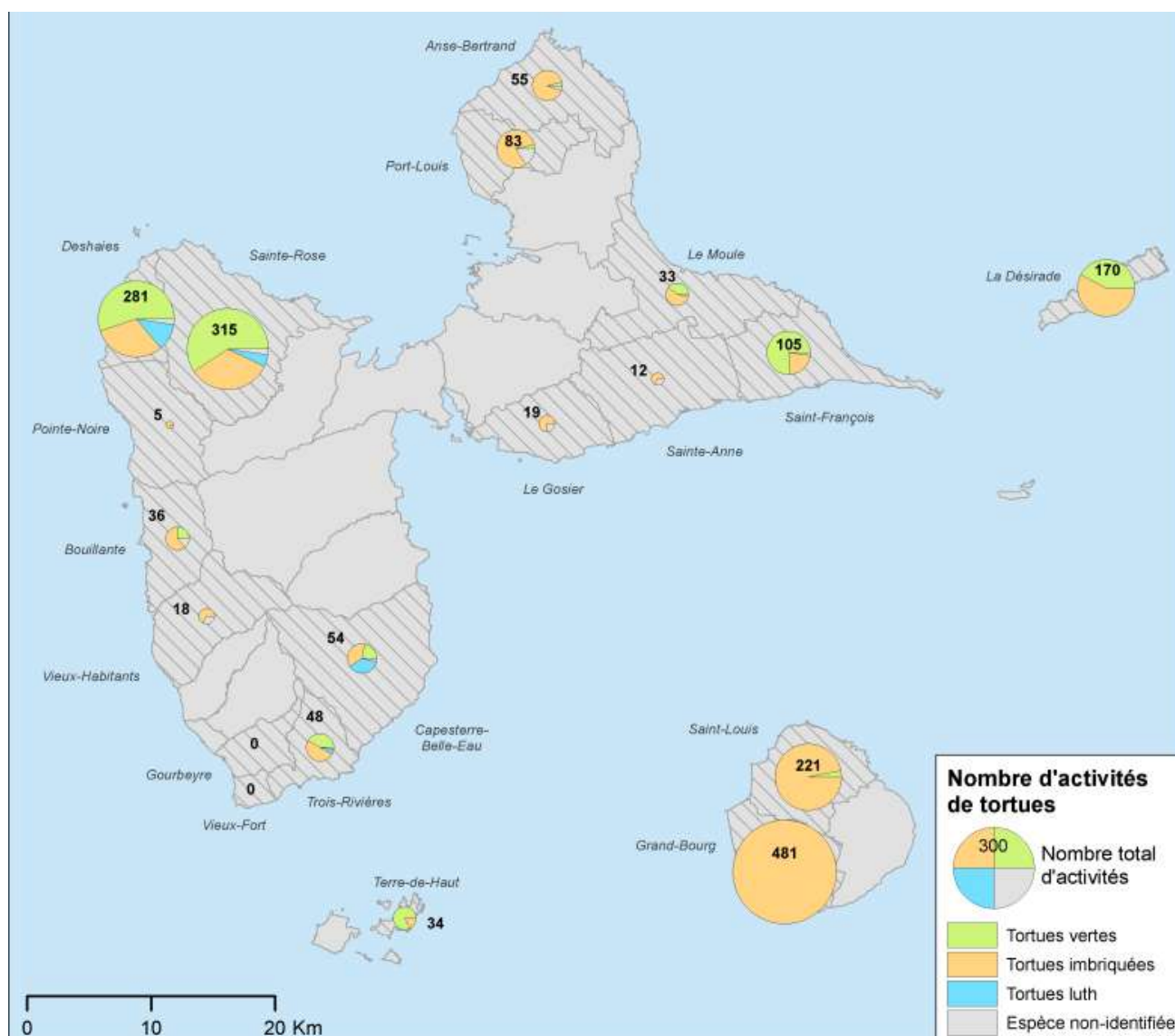


Figure 56 : Synthèse 2019 des activités de ponte en Guadeloupe
(https://www.tortues-marines-antilles.org/_files/ugd/891b35_f76c167324df4d3da97cf7aff03300ad.pdf)

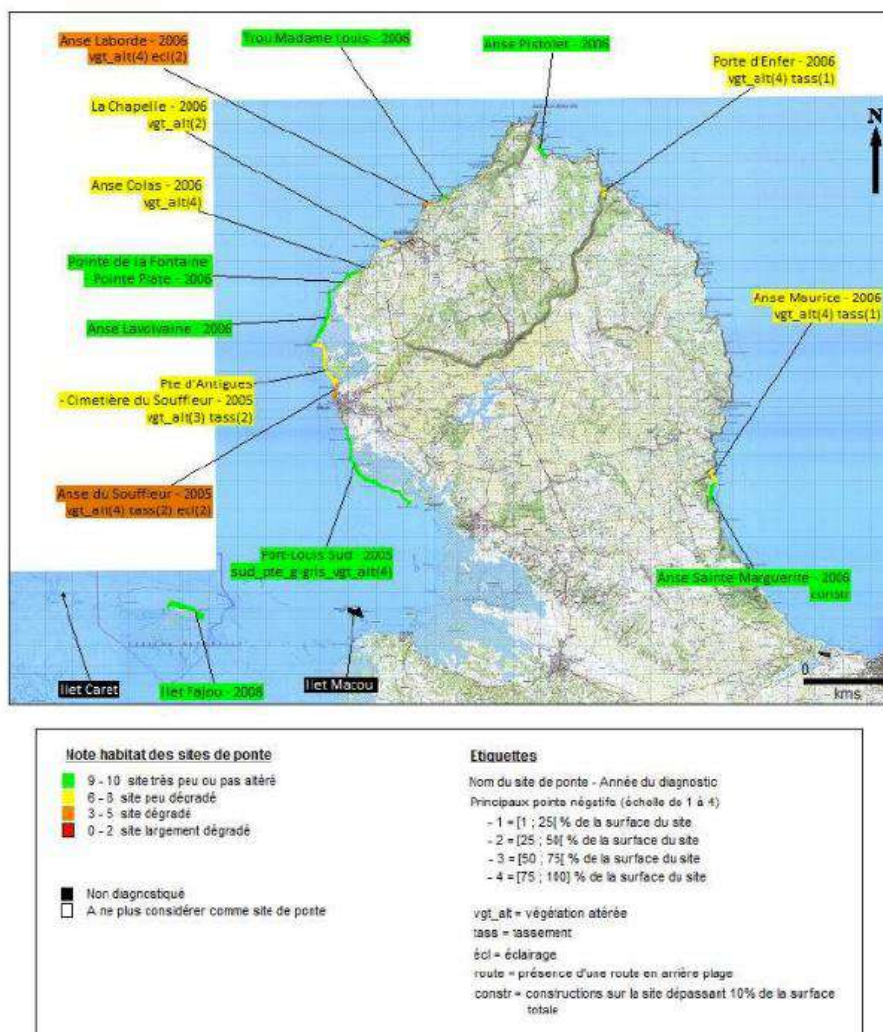


Figure 57 : Caractéristique des habitats sur les sites de pont du nord Grande Terre (Mailloux, 2005 in ONCFS, 2014)

8.11.2.5. Avifaune

Le Grand Cul-de-Sac Marin constitue une zone importante d'alimentation pour les oiseaux côtiers. Il offre aux oiseaux une source de nourriture abondante et des abris variés. L'avifaune comprend des oiseaux de mer (Sternes, Frégates, Pélicans bruns, etc.), de milieux d'eau douce (Poules d'eau, Martins pêcheurs, etc.) ou terrestres (Passereaux...), sédentaires ou migrateurs. Une très grande majorité d'entre eux (107 espèces) sont protégés au niveau régional (arrêté du 17 février 1989 modifié par arrêté du 31 juillet 2013)

C'est en bordure de mangrove que l'on observe la plupart des espèces, qui y trouvent une nourriture très abondante sous forme de crustacés, coquillages, mollusques et petits poissons.

Le GCSM attire notamment de nombreuses sternes. Certaines d'entre elles y font une brève halte migratoire, d'autres s'arrêtent plus longtemps pour y passer l'hiver et enfin certaines y viennent à la belle saison pour nidifier.

Ainsi, à proximité de la zone de travaux se trouvent notamment (AAMP, 2013) les marais de Port-Louis, le barrage de Gaschet et l'îlet Fajou qui constituent une zone de nidification importante pour les oiseaux limicoles.

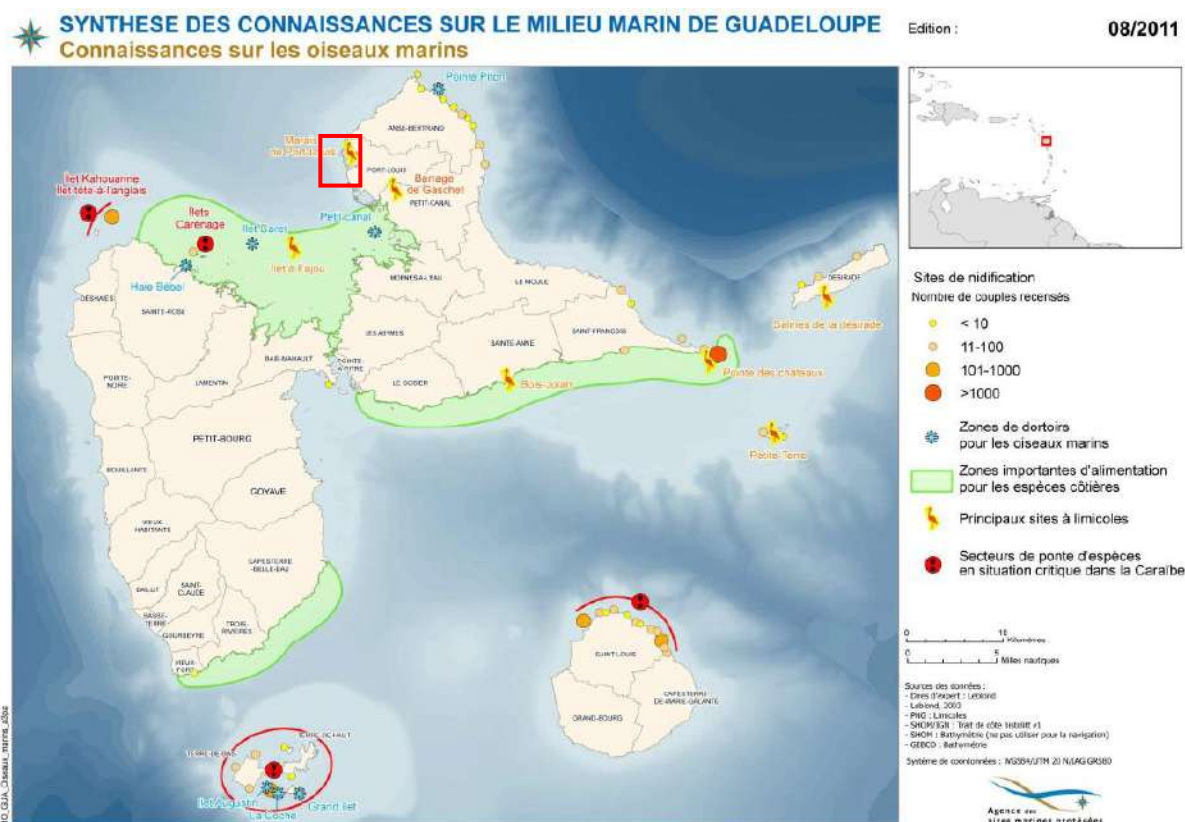


Figure 58 : Carte de synthèse de l'état de connaissance des oiseaux marins

Bien que situé à proximité directe d'une zone de mangrove littorale, les travaux de dragage n'atteindront pas ce secteur, puisqu'ils sont localisés à proximité directe de l'enceinte portuaire.

8.11.2.6. Mammifères marins

28 espèces de cétacés sont susceptibles de fréquenter les eaux guadeloupéennes et 20 ont déjà été observées. Les plus communes sont le cachalot, la baleine à bosse, le globicéphale et certains dauphins. Certains sont migrants ou semi-résidents (durant la saison sèche, de décembre à mai) et d'autres y résident toute l'année ou à proximité. Des individus (dauphins notamment) sont régulièrement signalés à proximité du port.

Les observations de cétacés sont **occasionnelles à rares dans le secteur proche côtier de Port-Louis** (OMMAG, *comm. pers.*). Celles-ci sont plus fréquentes entre la Pointe d'Antigues et Anse Bertrand, qui constitue en effet un hot spot pour l'observation des Baleines à bosse (*Megaptera novaeangliae*) pendant la saison de présence. Les observations de cette espèce sur le secteur côtier de Port Louis sont plus rares.

Les espèces observées sont plutôt des espèces côtières de delphinidés. Il n'y a, *a priori*, pas de dauphins résidents avérés dans le GCSM mais a minima 3-4 espèces de dauphins sont régulièrement observées le long du littoral de Port-Louis, dont *Tursiops truncatus*, le *Steno rostré* (*Steno bredanensis*) ou encore *Stenella attenuata*, d'après les données bibliographiques de 2012 (in ASR, 2013).

CONSEIL DEPARTEMENTAL DE LA GUADELOUPE
TRAVAUX DE DRAGAGE DU PORT DE PORT-LOUIS (GUADELOUPE)
DOSSIER D'AUTORISATION AU TITRE DES ARTICLES L214-1 A L214-6 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

Très ponctuellement, 3 espèces en interaction ont été observées sur l'ensemble du littoral de Port Louis : *Stenella frontalis*, *Steno bredanensis*, et *Megaptera novangliae* (Baleine à bosse) mais cela reste très rare.

L'OMMAG a recueilli de 2017 à 2019 des données d'observations opportunistes (rapportées par divers observateurs) des cétacés sur le secteur d'étude. Celles-ci ne sont donc pas issues de la mise en œuvre d'un protocole de suivi, mais donnent toutefois des informations sur les espèces présentes et les occurrences d'observations.

Le Tableau 12 : Synthèse des remontées d'observation de mammifères marins dans le secteur de Port Louis (nombre d'observations réalisées et effectifs approximatifs recensés par espèce et selon la profondeur) (source : données brutes OMMAG) (source, OMMAG, 2020) synthétise les observations opportunistes remontées à l'OMMAG entre juillet 2017 et mai 2019.

Sur 22 mois d'observations, environ 3 observations ont été faites dans un rayon de 1 km autour du port.

Tableau 12 : Synthèse des remontées d'observation de mammifères marins dans le secteur de Port Louis (nombre d'observations réalisées et effectifs approximatifs recensés par espèce et selon la profondeur) (source : données brutes OMMAG)

Date obs	Secteur	Position, GPS , repère à la côte ...	Profondeur	Statut de l'observateur	Espèce	Effectif estimé
14/07/2017	Port-Louis	16 27 378 N - 061 32 206 W	20	Club Plongee	Grand dauphin	1
05/02/2018	Port-Louis	Sur spot avion	30	Club plongee	Baleine à bosse	1
08/02/2018	Port-Louis	Non renseigné	-	Club plongee	Baleine à bosse	1
25/02/2018	Port-Louis	Large Ouest Pointe d'Antigues 16 25 527 61 34 133	-	Référent	Dauphin tacheté de l'Atlantique	15
11/03/2018	Port-Louis	Face plage du souffleur	-	Loueur jet	Baleine à bosse	3
12/03/2018	Port-Louis	Devant la plage	-	Prestataire	Baleine à bosse	4
04/04/2018	GCSM	Large passe à colas	110	Observateur	Baleine à bosse	2
15/04/2018	Port-Louis	16 28 025 61 33 132	80	Référent	Baleine à bosse	1
24/04/2018	Port-Louis	Devant plage souffleur	-	Prestataire	Baleine à bosse	1
25/04/2018	Port-Louis	Devant Port-Louis	-	Club plongee	Dauphins non identifié	
26/04/2018	Port-Louis	Pointe Plate	20	Club plongee	Grand dauphin	6
14/05/2018	Port-Louis	Pointe Antigues	-	Plongeur	Baleine à bosse	1
20/09/2018	Port-Louis	Extrémité nord plage Lavolvaine	-	Reseau tortue	Grand dauphin	1
21/01/2019	Port-Louis	Devant plage	-	Maitre-nageur	Baleine à bosse	2
08/03/2019	Port-Louis	entre PL et Fajou proche barriere	-	Observateur	Baleine à bosse	2
24/03/2019	Port-Louis	1 mille nautique au large pointe plate	-	Club plongée Eden	Baleine à bosse	1
04/04/2019	Port-Louis	Large de Pointe Plate	60	Referent	Baleine à bosse	1
06/04/2019	Port-Louis	Pointe plate	20	Eden plongée	Baleine à bosse	2
09/04/2019	Port-Louis	Non renseigné	-	Observateur	Baleine à bosse	3
26/04/2019	Port-Louis	Quelques milles nautiques devant Port-Louis	-	Observateur	Baleine à bosse	1
07/05/2019	Port-Louis	Pointe d'Antigue	-	Club plongee	Dauphins non identifié	
26/05/2019	Port-Louis	Non renseigné	-	Observateur	Dauphin tacheté de l'Atlantique et Steno	groupe

Sur le secteur du projet (site d'immersion et zone de transit) la richesse spécifique en odontocètes et mysticètes est faible à modéré (voir figure en page suivante) (AAMP, 2013 et PELAGIS/CNRS, 2016).

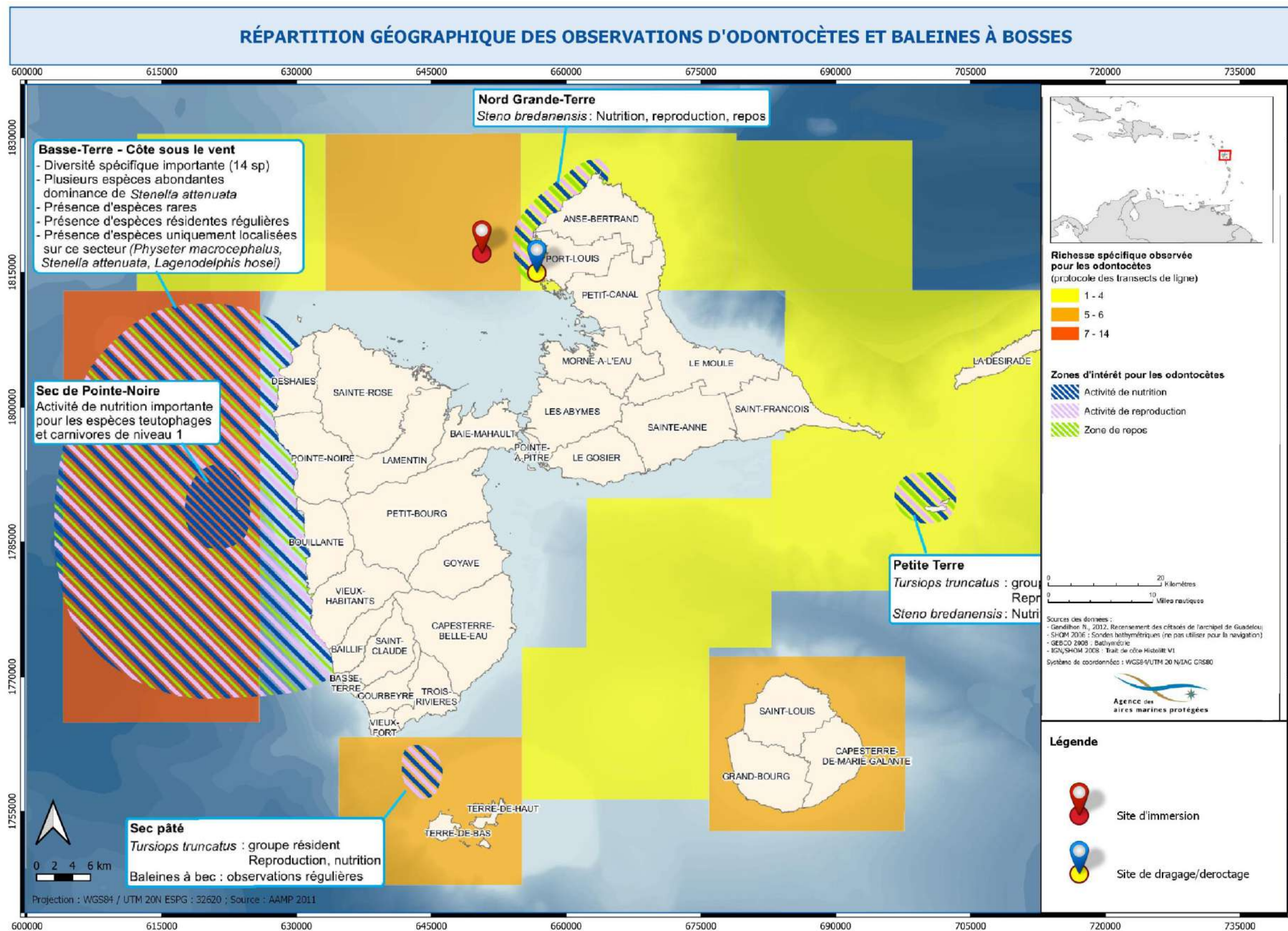


Figure 59 : Odontocètes et baleines à bosse en Guadeloupe

8.12. Espaces naturels protégés ou inventoriés

8.12.1. Conventions internationales

8.12.1.1. Convention de Carthagène

La convention de Carthagène est intitulée **Convention pour la protection et la mise en valeur du milieu marin dans la région des Caraïbes**.

Elle a été signée le 24 mars 1983 à Cartagena de Indias et est entrée en vigueur le 11 octobre 1986 (publication au JO : 26 février 1987). Elle s'applique à la grande région Caraïbe : « *milieu marin du golfe du Mexique, de la Mer des Caraïbes et des zones de l'Océan Atlantique qui lui sont adjacentes* ».

Elle a pour objet la protection du milieu marin de la région des Caraïbes par la conclusion d'accords bilatéraux ou multilatéraux, régionaux ou sous régionaux entre les parties contractantes.

En octobre 2012, quatre sites des Antilles Françaises ont reçu le label d'Aires spécialement protégées : la Réserve naturelle nationale de Saint Martin, les Etangs lagunaires de Saint Martin, la Réserve naturelle nationale de « Petite-Terre » en Guadeloupe et le **Sanctuaire de mammifères marins Agoa** (second sanctuaire de mammifères marins après le sanctuaire Pelagos, créé en Méditerranée).

8.12.1.2. Convention CITES

La **Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES)** est un accord intergouvernemental signé le 3 mars 1973 à Washington.

Son objet fondamental est de protéger les espèces animales et végétales menacées d'extinction par les échanges internationaux en contrôlant le commerce.

Les Etats qui acceptent d'être liés par la Convention sont appelés "Parties". La CITES est contraignante – autrement dit, les Parties sont tenues de l'appliquer. Cependant, elle ne tient pas lieu de loi nationale; c'est plutôt un cadre que chaque Partie doit respecter, et pour cela, adopter une législation garantissant le respect de la Convention au niveau national.

Les espèces inscrites ne peuvent faire l'objet d'un transport que sous le couvert des documents prévus par la convention (permis d'exportation, permis d'importation...) délivrées par les autorités compétentes.

Notamment, toutes les espèces de coraux, le lambi et toutes les espèces de tortues marines sont concernées par la convention CITES.

8.12.2. Site RAMSAR

La **Convention sur les zones humides d'importance internationale**, appelée « Convention RAMSAR », est un traité international pour la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides et de leurs ressources. Elle vise à enrayer la dégradation et la perte de zones humides en reconnaissant les fonctions écologiques fondamentales de celles-ci ainsi que leur valeur économique, culturelle, scientifique et récréative. Elle reconnaît aussi implicitement l'importance de la connectivité écologique pour les espèces migratrices.

La convention a été élaborée et adoptée par les nations participantes lors d'une réunion à Ramsar en Iran, le 2 février 1971. Elle est entrée en vigueur le 21 décembre 1975. La France a adhéré à la convention en 1986. Aujourd'hui près de 2 241 sites RAMSAR ont été désignées dans le monde, avec 169 Parties contractantes.

Le Grand Cul-de-Sac Marin a été labellisé par la Convention RAMSAR en 1992.

Le projet est situé dans le site RAMSAR du Grand Cul-de-Sac Marin de la Guadeloupe.

8.12.3. Réglementations nationales

8.12.3.1. Parcs Nationaux

Le Parc National de la Guadeloupe (PNG) a été créé par le décret 89-144 du 20 février 1989. Il est constitué de :

- ▶ **Cœurs de parc** : L'ancienne zone centrale qui jusqu'ici protégeait 17 300ha du massif forestier de la Basse-Terre, devient « cœur du Parc », ainsi que les Ilets Pigeon (parties terrestre et marine), les îlets de l'ancienne Réserve du Grand Cul-de-Sac Marin, les deux îlets Kahouanne et Tête-à-l'Anglais.

Les zones « cœur du Parc » sont protégées en raison de leur biodiversité exceptionnelle. **Ce sont les seules zones sur lesquelles s'applique une réglementation spéciale. Les activités humaines y sont encadrées afin de prévenir toute dégradation des milieux ou des espèces.**

- ▶ **Une aire optimale d'adhésion** : Cette aire qui n'est soumise à aucune réglementation particulière est la zone des partenariats renforcés, dans laquelle les acteurs locaux pourront développer des projets en collaboration avec les équipes du Parc national.
- ▶ **Une aire maritime adjacente (AMA)**, constitue l'équivalent marin de l'aire d'adhésion terrestre. Par sa continuité géographique et sa solidarité écologique avec le cœur de parc, l'AMA concourt à la protection du cœur, tout en ayant vocation à être un espace exemplaire de développement durable. Elle reste sous la juridiction du Préfet maritime, mais le Parc national peut y développer des projets avec les acteurs du milieu marin (pêcheurs, plaisanciers, etc.).

Le port de Port-Louis n'est pas situé dans un cœur de Parc, mais fait bien partie de l'aire maritime adjacente du Parc National de la Guadeloupe.

Le site d'immersion est situé dans l'aire maritime adjacente.

8.12.3.2. Réserve de biosphère

La Réserve de Biosphère de l'Archipel de la Guadeloupe a été désignée par l'UNESCO en 1992. Il s'agit d'une reconnaissance mondiale pour un territoire doté d'écosystèmes de grande qualité. Depuis 2009, le territoire de la réserve de biosphère est composé de 21 communes de l'Archipel et de :

- ▶ **Son aire centrale** (22 144 ha) est composée des espaces classés en « cœur de Parc ».
- ▶ **Sa zone tampon** (30 506 ha) correspond à des territoires protégés : la forêt départementalo-domaniale non classée en cœur de parc, des zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF), des territoires classés par un arrêté de protection de biotope, des sites classés ou inscrits, des territoires appartenant au conservatoire du littoral ou encore aux domaines publics maritimes terrestres.
- ▶ **Son aire de transition** (195 318 ha) comprend l'aire d'adhésion et l'aire maritime adjacente du Parc national, qui comprend la zone RAMSAR.

En Guadeloupe, la création de la Réserve de Biosphère ayant reposé sur l'existence d'espaces protégés de grande taille et de grande qualité environnementale, c'est l'établissement public Parc national qui s'est vu confier l'animation de la Réserve.

Le projet est donc soumis aux directives définies par cette réserve car le port de Port-Louis est situé à l'intérieur de cette zone et les travaux du chenal d'accès sont situés en dehors du périmètre portuaire.

8.12.4. Les réglementations locales

8.12.4.1. Z.N.I.E.F.F.

Les ZNIEFF de type I, de superficie réduite, sont des espaces homogènes, d'un point de vue écologique, qui abritent au moins une espèce et/ou un habitat rare ou menacé, d'intérêt aussi bien local que régional, national ou communautaire ; ou ce sont des espaces d'un grand intérêt fonctionnel pour le fonctionnement écologique local.

Les ZNIEFF de type II sont de grands ensembles naturels riches, ou peu modifiés, qui offrent des potentialités biologiques importantes. Elles peuvent inclure des zones de type I et possèdent un rôle fonctionnel ainsi qu'une cohérence écologique et paysagère

Le projet de travaux de dragage ne se situe pas dans un périmètre de Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique floristique et Faunistique (ZNIEFF).

8.12.4.2. Sanctuaire AGOA

Le sanctuaire AGOA pour les mammifères marins dans les Antilles françaises est une aire marine protégée créée par déclaration de la France en 2010 et reconnue au titre du protocole SPAW (Specially Protected Areas and Wildlife - protocole sur les aires et les espèces et spécialement protégées) de la convention de Carthagène en 2012.

Le sanctuaire AGOA pour les mammifères marins dans les Antilles françaises couvre toute la zone économique exclusive (ZEE) des Antilles françaises (Martinique, Guadeloupe, Saint-Martin et Saint-Barthélemy) soit une superficie de 143 256 km².

Le projet est donc inscrit dans le périmètre du sanctuaire AGOA.

8.12.4.3. Conservatoire du littoral

Le Conservatoire du littoral est un établissement public qui assure sur tout le territoire national, et notamment dans les départements d'outremer, la protection définitive des espaces naturels en bord de mer présentant des intérêts biologiques et paysagers importants de façon à les soustraire à divers types de spéculations, en particulier immobilière, et à en assurer une gestion écologique et paysagère par la voie de l'acquisition foncière. Depuis 1997, il s'attache également à la protection et à la mise en valeur des espaces naturels de la zone des 50 pas géométriques.

Notons la présence de sites du Conservatoire du Littoral à proximité directe du port de Port-Louis : mangrove de Petit-Canal (1 363 hectares) qui se caractérise par des zones basses recouvertes de forêts inondées et de mangroves à fort intérêt écologique. Ce site bien a un fort potentiel patrimonial.

La zone de projet de dragage et d'immersion est située à proximité d'un site dont le Conservatoire du littoral a fait l'acquisition (mangrove de Petit-Canal).

8.12.4.4. Sites classés et sites inscrits

Les sites classés sont des sites dont l'intérêt paysager, artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque justifie un suivi qualitatif sous la forme d'une autorisation préalable pour les travaux susceptibles de modifier l'état ou l'apparence du territoire protégé.

Un site classé ne peut être ni détruit, ni modifié dans son état ou son aspect sans autorisation spéciale du Ministre de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement ou du Préfet du département pour les travaux non soumis à un permis de construire.

La zone de projet ne concerne aucun site classé ou inscrit de la Guadeloupe.

8.12.4.5. Espaces remarquables du littoral

Plusieurs espaces remarquables du littoral au sens de la loi L 146-6 du Code de l'Urbanisme couvrent le Grand Cul-de-Sac Marin. Sur le littoral de la commune de Port-Louis, un seul espace remarquable est recensé : l'**Anse Gris-gris** (<http://www.guadeloupe.developpement-durable.gouv.fr/bilan-et-perspectives-des-espaces-remarquables-du-a919.html>).

Le projet de dragage et d'immersion des sédiments de Port-Louis jouxte cet espace, situé au sud du port de Port-Louis.

La cartographie ci-après illustre l'emplacement des espaces protégés ou inventoriés ainsi que le site d'immersion et de dragage des sédiments du port de Port-Louis. Le périmètre AGOA n'a pas été inclus pour des questions de lisibilité. Rappelons que ce dernier couvre l'ensemble de la Zone Economique Exclusive (ZEE) de Guadeloupe.

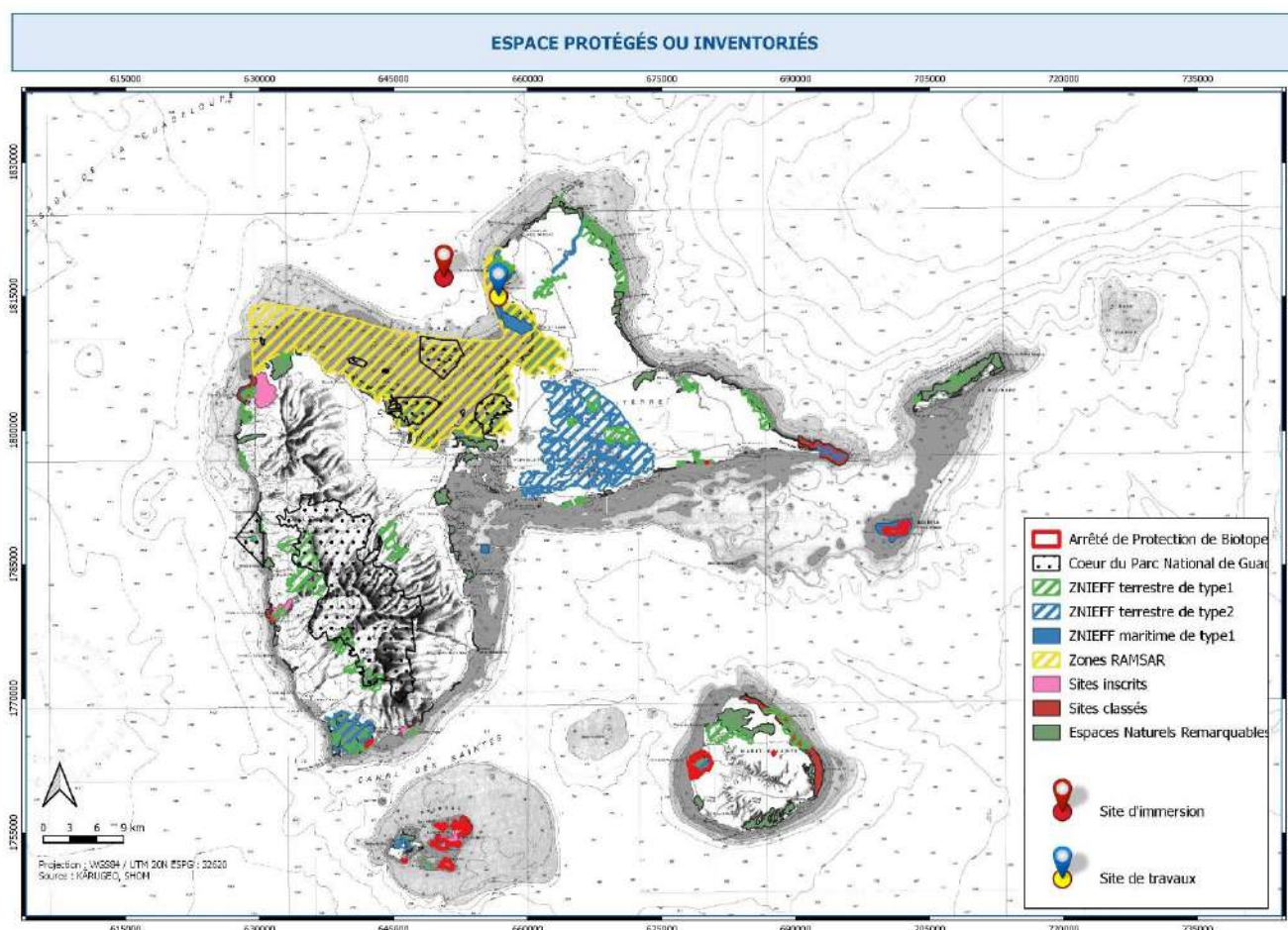


Figure 60 : Espaces protégés ou inventoriés du secteur (périmètre AGOA non inclus)

8.13. Contexte paysager et socio-économique

Le projet concerne 3 espaces :

- ▶ La zone portuaire de Port-Louis et son chenal d'accès, où auront lieu les dragages et le déroctage
- ▶ La zone de transit, où les chalands transporteront de la zone portuaire vers le site d'immersion des déblais de dragage ;
- ▶ La zone d'immersion des matériaux dragués.

Le contexte paysager et socio-économique de ces secteurs est détaillé dans les paragraphes qui suivent.

8.13.1. Bâti existant

Sur le secteur d'étude, le port départemental de Port-Louis est implanté au sud (500 mètres) du centre-ville de la commune de Port-Louis.

Au Nord et à l'Est du port, le secteur est très urbanisé, de nature majoritairement résidentielle constitué de logements individuels ou collectifs.



Figure 61 : Illustration de la BD parcellaire du secteur (jaune : bâtiments identifiés)

Sur les abords directs du port, au Nord, un terre-plein de 4 700 m² est inoccupé (cf. Figure 62 polygone orange). Sur la partie Est du port, un parking d'environ 3 000 m² a été aménagé (cf. Figure 62 polygone vert), ainsi que des infrastructures de vente de poissons (150 m²). Sur la partie Sud, le fond du port a été aménagé sur environ 900m² (cf. Figure 62 polygone rouge) avec la présence de deux pontons fixes et d'une station-essence pour les navires.

Un terre-plein (cf. Figure 62 parcelle 0411, polygone bleu) fait la liaison entre le parking et la station-essence.

Toute la partie sud n'est pas aménagée et constitue une zone naturelle sauvage sur plusieurs dizaines d'hectares.



Figure 62 : Localisation des différents bâtis aux abords du port départemental (jaune : bâtiments identifiés)

8.13.2. Contexte paysager portuaire

Le paysage du site de dragage est un paysage portuaire et de centre bourg, en périphérie du centre urbain de Port-Louis. Le secteur alentour s'inscrit actuellement dans un projet redynamisation de l'activité portuaire porté par le Département.

Les photographies ci-dessous ont été prises en juillet 2016 et illustrent le paysage portuaire de Port-Louis.

CONSEIL DEPARTEMENTAL DE LA GUADELOUPE
TRAVAUX DE DRAGAGE DU PORT DE PORT-LOUIS (GUADELOUPE)
DOSSIER D'AUTORISATION AU TITRE DES ARTICLES L214-1 A L214-6 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT



Zone du chenal d'accès du port



Zone de pêche - Zone NORD



Zone de Plaisance – Zone SUD

Figure 63 : Photos du port de Port-Louis

Le site de clapage en mer est situé au large des côtes guadeloupéennes. Le paysage y est donc exclusivement marin.

8.13.3. Activités de la zone portuaire de Port-Louis

Le port de Port-Louis ne fait pas partie des principaux ports de pêche locale, puisqu'il est le douzième port de Guadeloupe en nombre de navires.

Ce port abrite aujourd'hui principalement des navires de pêche, principale activité du port, ainsi que quelques bateaux de plaisances. Le propriétaire et gestionnaire du port de Port-Louis est le Conseil Départemental de la Guadeloupe, disposant d'un conseil portuaire.

La zone nord-est du port sert de débarquement et de point de vente de poissons en direct des pêches journalières.

Quelques restaurants locaux sont présents également aux abords du port.

8.13.4. Activité au niveau de la zone de transit et du site d'immersion

8.13.4.1. Pêche

La pêche est une activité traditionnelle très pratiquée en Guadeloupe, de manière professionnelle comme non professionnelle.

En Guadeloupe, en 2018, la profession comptait environ **1 038 marins pêcheurs** (équivalents temps pleins à bord des embarcations inscrites) dans le quartier maritime de Pointe-à-Pitre (incluant la Guadeloupe, ses dépendances et les îles du nord). La majorité des embarcations sont mouillées à proximité du domicile du patron pêcheur.

Toute pêche confondue, Port-Louis est un petit port puisqu'il compte seulement 21 navires de pêche (CREOCEAN, 2021).

Globalement la flottille des marins pêcheurs a évolué depuis 1998. Les petites embarcations (5-7m) laissant place petit à petit aux embarcations plus grandes (8-12 m). La puissance de la motorisation des navires a également augmenté. Pour autant l'activité de pêche reste essentiellement artisanale.

L'activité peut être scindée selon 3 types (AAMP, 2013) :

- ▶ **La pêche côtière** : lorsque les navires exercent au moins de 75% de leur activité dans les 12MN autour de la cote. Ceci concerne 51 % des navires ;
- ▶ **La pêche au large** : lorsque les navires exercent au moins 75% de leur activité à l'extérieur de la bande côtière (7% des navires) ;
- ▶ **La pêche mixte** : lorsque les navires exercent entre 25 et 75 % de leur activité en zone côtière (42% des navires).

A Port-Louis, la très grande majorité de l'activité de pêche est une pêche de type côtière et mixte. **19 bateaux de pêche étaient déclarés sur la commune de Port-Louis en 2014** (IFREMER, 2014). La pêche au large est très peu pratiquée par les navires du port de Port-Louis (2 navires).

La pêche côtière se pratique sur le plateau insulaire entre 0 et 100m de profondeur. Les principales espèces visées sont les poissons de récifs (poissons rouges) : perroquets, chirurgiens, Carangues, vivaneau, etc. Elle comprend :

- ▶ La pêche des espèces benthique ou démersales du plateau insulaire : au casier, à la nasse, aux filets (sennes, filet droit), à la palangre et à la ligne ou encore en apnée ;
- ▶ La pêche des petits poissons pélagiques sur le plateau insulaire : la senne (balaous et orphies, à couillirous) ;
- ▶ La pêche des invertébrés : langoustes, lambi, oursins, coquillages.

La pêche au large

Les ressources pélagiques exploitées en Guadeloupe sont essentiellement de type thazards, thon noir, albacore, dorades coryphènes, marlins, espadons (Reynal et Taquet, 2002 dans AAMP, 2013).

En 2008, les métiers associés aux Dispositifs de Concentration de Poissons (DCP) ont concerné 49% des navires actifs. Très peu de pêcheurs pratiquent uniquement la pêche au large. Les secteurs les plus prospectés se situent dans un périmètre allant de 12 à 24 MN autour de la Guadeloupe. Le secteur Est, au-delà des 24 MN est également intensément prospecté.

Les DCP favorisent l'agrégation d'espèces pélagiques qui ont tendance à se rassembler sous les structures flottantes fixées à ces dispositifs. Ils permettent ainsi de capturer des ressources pélagiques sur des zones précises de pêche. La pêche aux DCP présente également l'avantage de pouvoir se pratiquer toute l'année.

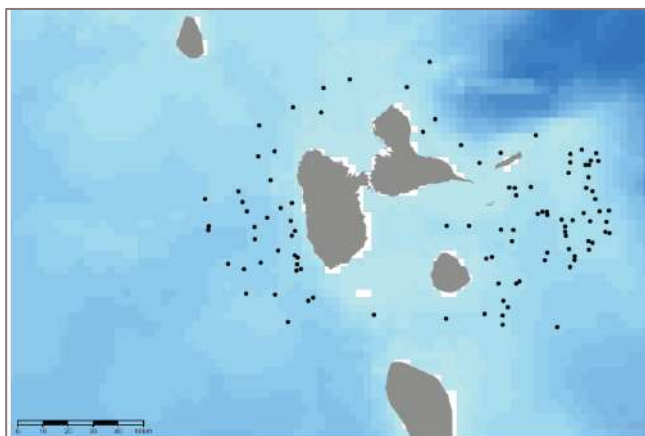


Figure 64 : Dispositifs de Concentrations de Poissons autour de la Guadeloupe
(Source : <http://sextant.ifremer.fr>)

La pêche profonde

Trois engins sont utilisés pour la pratique de la pêche profonde : le filet, la palangre et le casier. Ces métiers ciblent principalement les vivaneaux, l'œil de bœuf et sont peu pratiqués en Guadeloupe : essentiellement dans le canal des Saintes et Marie-Galante et autour de Vieux-Fort dans le sud de la Basse-Terre (AAMP, 2013).

Le long de la zone de transit (secteurs peu profonds), et à proximité de la zone de dragage, les types de pêche sont :

- ▶ La pêche aux lambis et aux langoustes (faible à moyenne) ;
- ▶ Pêches aux poissons benthiques et démersaux côtiers (forte) ;
- ▶ Pêches aux petits poissons pélagiques côtiers (faible).

Le long de la zone de transit (secteurs profonds) et au niveau du site d'immersion des sédiments :

- ▶ Pêche en milieu profond (moyenne) ;
- ▶ Pêche aux grands pélagiques/DCP (négligeable) ;
- ▶ Pêche à la langouste et au lambi (faible) ;
- ▶ Petits poissons pélagiques côtiers (faible) ;
- ▶ Poissons benthiques et démersaux côtiers (faible).

8.13.4.2. Activités de plongée

Les fonds marins peu profonds (entre 6 et 40 mètres de profondeur) entre Port-Louis et Anse-Bertrand sont fréquentés toute l'année par des plongeurs. D'après AAMP, 2013, **4 500 plongeurs** fréquentent

annuellement ces sites. Le départ des plongées a lieu exclusivement depuis le port de Port-Louis où 2 clubs de plongée sont installés.

La zone de projet (zone de transit) est donc peu concernée par cette activité, du fait d'un passage beaucoup plus au large.

8.13.4.3. Activités de plaisance et nautisme

Le port de Port-Louis constitue un point de départ pour de nombreuses activités maritimes et présentant une moindre exposition aux houles que Anse-Bertrand.

Disposant de plus de 1000 places, celle-ci est la plus grande marina de la Caraïbe (AAMP, 2013). Il est estimé à un passage de 1500-2000 bateaux par an dans cette marina.

On y trouve une majorité de navires de pêche professionnelle, mais aussi ceux de clubs de plongée, quelques navires de plaisance, excursions touristiques et autres activités nautiques diverses.

La baie du Grand Cul-de-sac marin fait partie des lieux privilégiés pour la plaisance en Guadeloupe, que ce soit la voile légère ou les bateaux nautiques à moteurs.

La baignade est une activité-phare avec notamment la plage de l'Anse du Souffleur, qui est très prisée.

Le surf constitue également une activité majeure du secteur et constitue un des secteurs les plus fréquentés annuellement. D'après AAMP, 2013, entre **5 000 et 10 000** sorties sont pratiquées chaque année sur ce secteur.

La zone de projet (zone de transit et site d'immersion) est donc concernée par cette activité.

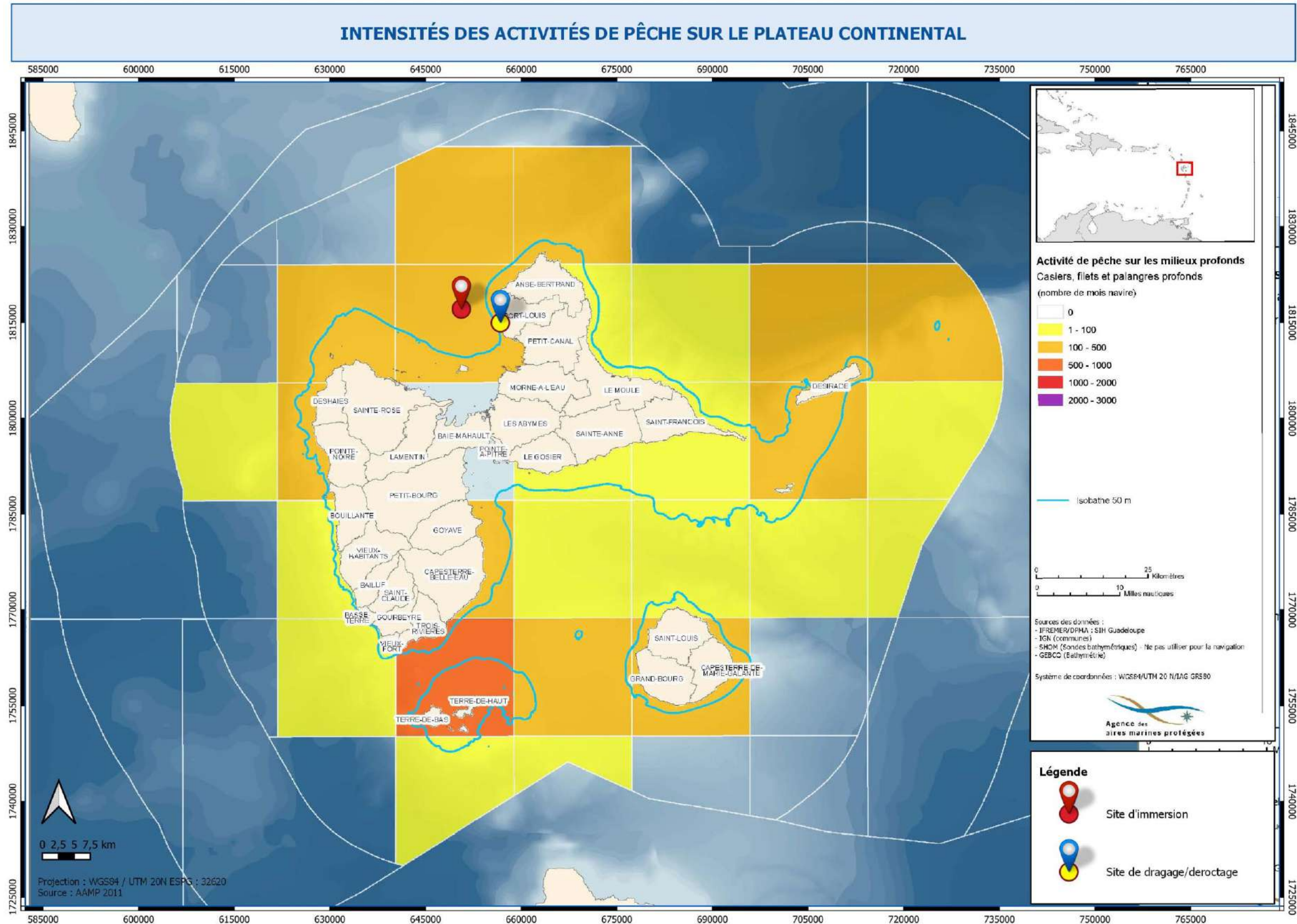


Figure 65 : Synthèse des activités de pêche professionnelle sur les milieux profonds

CONSEIL DEPARTEMENTAL DE LA GUADELOUPE
TRAVAUX DE DRAGAGE DU PORT DE PORT-LOUIS (GUADELOUPE)
DOSSIER D'AUTORISATION AU TITRE DES ARTICLES L214-1 A L214-6 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

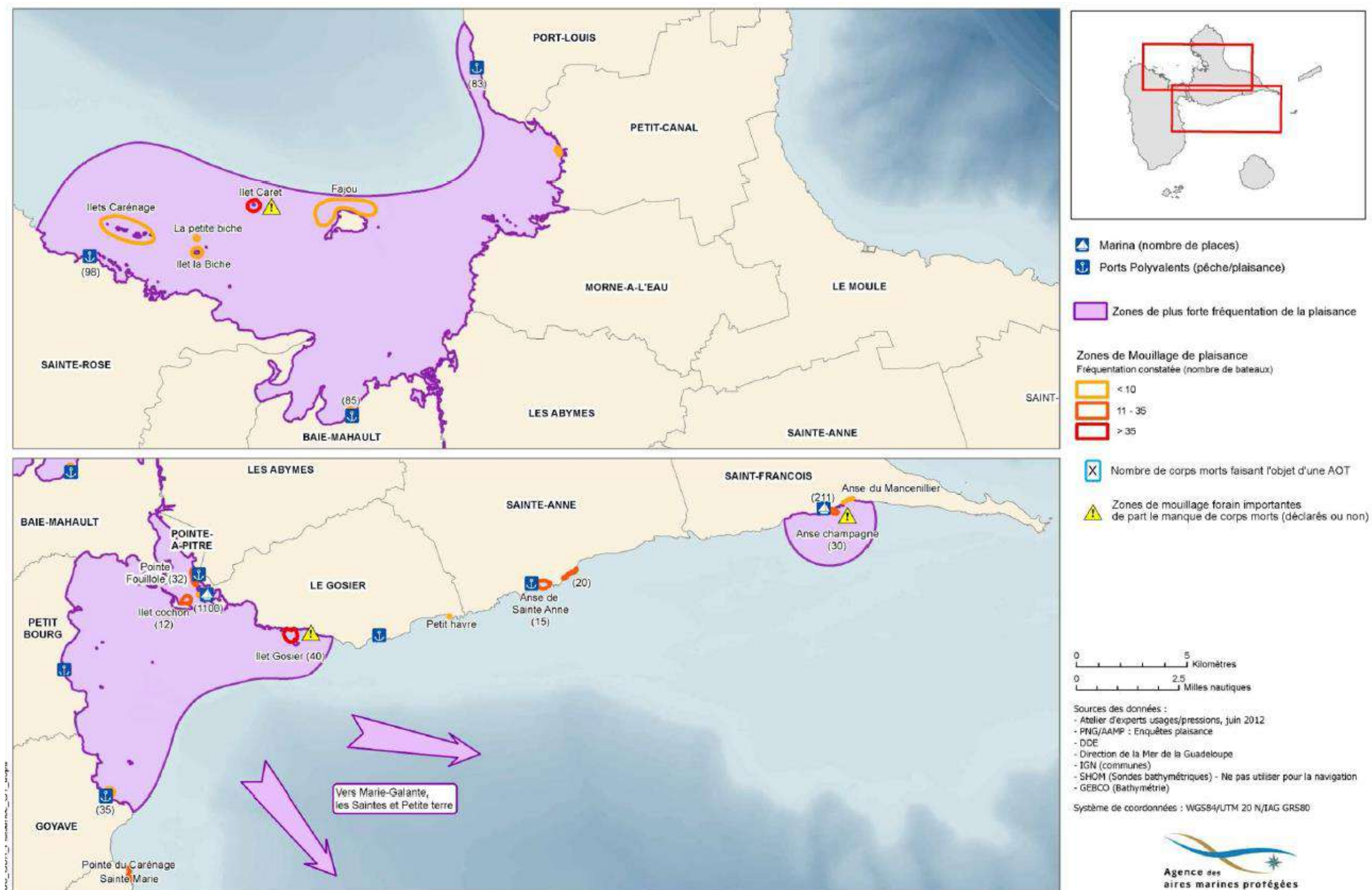


Figure 66 : Activité de plaisance dans le Grand Cul-de-Sac Marin et dans le nord de la Basse-Terre (AAMP, 2013)

Voile légère et planche à voile

Le secteur de Port-Louis constitue également une zone privilégiée pour la voile traditionnelle (plus de 20 sorties/an) et une étape de la régata annuelle de Guadeloupe (généralement entre Port-Louis et Sainte-Rose).

Scoter des mers

Des locations de scooter des mers sont possibles depuis Port-Louis (1 à 2 structures présentes).

Le GCSM présente une activité importante de navigation des scooters des mer : généralement les prestataires professionnels emmènent leurs clients dans le Grand Cul-de-Sac Marin, du fait de la présence d'îlets et d'un panorama réputé plus diversifié en termes de paysages (barrière de corail, mangrove, îlets, etc.).

La zone de projet (zone de transit et site d'immersion) est donc concernée par cette activité.

Whale watching

Bien que fréquentée par des groupes de dauphines résidents en saison, aucune infrastructure professionnelle n'est mise en place sur le littoral Nord de Grande-Terre. Les principaux organismes d'observations des cétacés sont situés au niveau de Deshaies, Bouillante et Pointe-Noire.

La zone de projet (zone de transit et site d'immersion) n'est donc pas concernée par cette activité.

Excursions en mer

De nombreuses excursions en mer sont organisées vers le Grand Cul-de-Sac Marin, et principalement au niveau des îlets (Caret, Fajou), de la barrière corallienne et de la mangrove.

La zone de projet (zone de transit et site d'immersion) est donc peu concernée par cette activité.

8.13.4.4. Tourisme et transport de passagers

Le trafic de passagers comprend le trafic intra-archipel et inter-îles et ainsi que les navires de croisière.

Dans le Grand Cul-de-sac Marin, aucun trafic à passagers n'est recensé, du fait de l'incapacité de navires de large gabarit à passer sous le pont de la Gabarre. Des études ont été menées par la région pour créer une liaison vers Pointe-à-Pitre. A ce jour les projets sont restés au stade d'étude.

Le trafic maritime dans le Grand Cul-de-Sac Marin est inexistant et non concerné par ce projet.

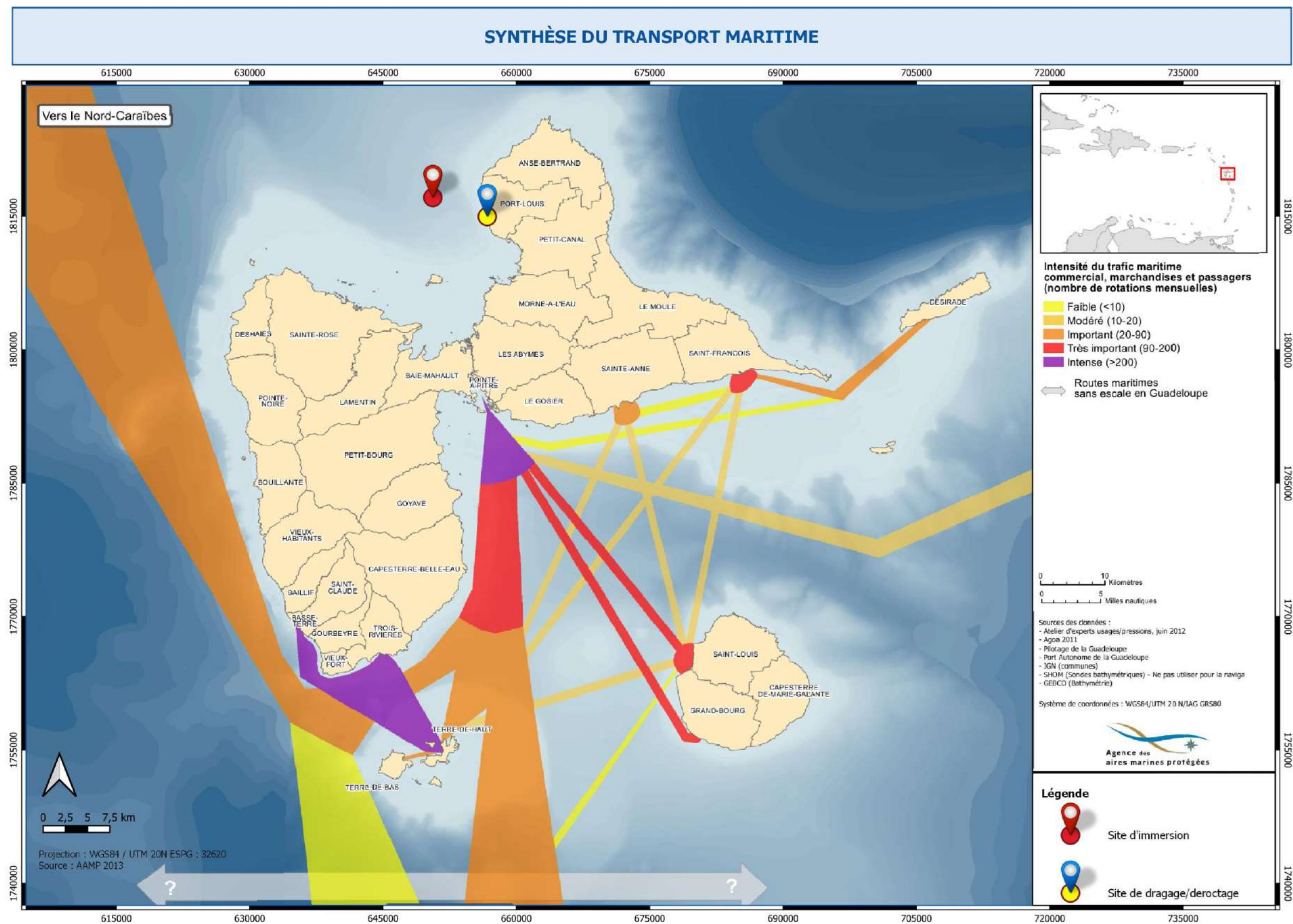


Figure 67 : Synthèse du trafic maritime en Guadeloupe (AAMP, 2013)

9. Analyse des effets potentiels du projet sur l'environnement

Au regard de l'échelle du projet, certains compartiments environnementaux ne peuvent pas être impactés par les travaux de dragage et d'immersion des sédiments du port de Port-Louis. Il s'agit des compartiments suivants :

- ▶ Les conditions climatiques dans leur ensemble, régime des vents inclus ;
- ▶ Les conditions océanographiques au large ;
- ▶ Le régime régional des marées ;
- ▶ La géologie régionale, hydrogéologie incluse ;
- ▶ La géomorphologie régionale, à l'échelle de la façade maritime de la Guadeloupe.

Les effets géomorphologiques ne peuvent être traités qu'à l'échelle locale et par le biais des implications bathymétriques et sédimentologiques du projet.

D'autre part, les effets « en phase exploitation » et en « phase post-travaux » seront abordés dès lors que l'état avant-travaux n'a pas été retrouvé. Hormis cela, il est implicitement sous-entendu que les effets seront négligeables.

9.1. Rappel général sur le dragage et l'immersion

9.1.1. Rappel général sur le dragage et le déroctage

Le dragage consiste à extraire les sédiments présents dans un port (ou un chenal d'accès) afin d'en homogénéiser la cote d'exploitation à la profondeur souhaitée. Le dragage modifie directement la structure des fonds marins par prélèvement des matériaux superficiels. Ainsi la bathymétrie est augmentée et la morphologie globale des fonds est modifiée.

Chaque opération de déroctage est un cas particulier qui dépend de la nature des matériaux mais aussi du lieu, du volume à traiter, des moyens nautiques disponibles, des moyens de stockage et de traitement, ... Dans le cas présent, le territoire ne dispose pas d'espace suffisant pour du stockage les sous-produits du déroctage seront ainsi clappés en mer. La seule solution pertinente dans le cas présent est d'utiliser une grosse pelle hydraulique fixée sur un ponton flottant de grande capacité, stabilisée par des pieux. La souplesse d'intervention de la pelle hydraulique permet d'utiliser différents godets, dont des rippers (dent de déroctage) avec une seule pour casser et arracher les blocs les plus gros. En complément, la pelle devra être équipée d'un brise roche hydraulique ce qui permettra de réaliser des travaux précis dans des roches dures.

Les sédiments sont extraits, dans le présent cas par une pelle ou une benne mécanique depuis une barge ou un ponton, et placés dans un chaland avant d'être évacués. **Le prélèvement direct des matériaux (et donc d'un habitat pour la faune en présence), ainsi que la remise en suspension de particules sédimentaires dans la colonne d'eau sont les principaux effets directs du dragage sur son milieu.**

9.1.2. Rappel général sur les rejets en mer par clapage

Le clapage consiste à larguer les sédiments compacts par l'ouverture du fond des chalands porteurs en surface. La descente des matériaux, cohésifs ou non, se fait en masse avec seulement une faible

dispersion par remise en suspension estimée à moins de 5 % du volume clapé. L'évolution de ces déblais sur le fond dépend des conditions hydrodynamiques (courants, houles) et des caractéristiques physiques des sédiments.

Les rejets de dragage sont habituellement plus denses que l'eau du milieu récepteur. Ainsi, lorsque le rejet est effectué en surface, sa densité plus importante mène à un mouvement complexe qui tend à projeter plus ou moins rapidement les produits de dragage vers le fond et se décompose en trois phases :

- ▶ Convection ou descente en masse ;
- ▶ Diffusion passive ;
- ▶ Effondrement dynamique.

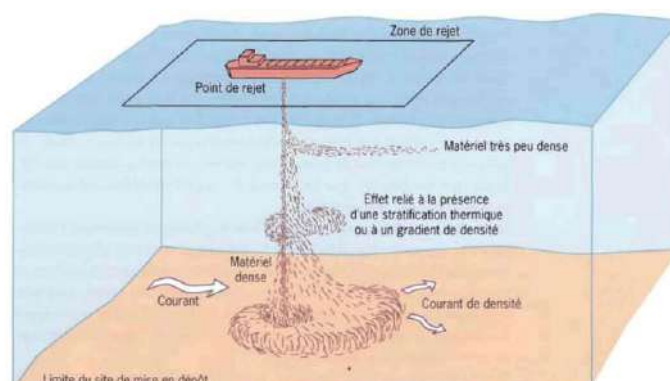


Figure 68 : Différentes phases d'évolution des matériaux (IFREMER, 1999).

Une fois le rejet étalé sur le fond, l'évolution du matériel à long terme peut être décrite selon deux phases :

- ▶ Formation et tassement des dépôts ;
- ▶ Remise en suspension et dispersion de ceux-ci.

9.2. Effets potentiels sur le milieu naturel physique

9.2.1. Effet potentiel sur la géologie et l'hydrogéologie

9.2.1.1. En phase travaux de dragage/déroctage

Les travaux de dragage ne sont pas de nature à affecter les couches géologiques et hydrogéologiques du site. En effet, seuls les premiers mètres superficiels (majoritairement la couche superficielle 1m et maximum 3,5 m pour les zones les plus profondes du chenal d'accès) sont concernés par les opérations de dragage et de déroctage. Cette couche superficielle sédimentaire est constituée de sédiments meubles fins dans l'enceinte portuaire et du platier rocheux dans le chenal d'accès.

Aucun contact direct comme indirect n'est prévu avec la roche mère ou des nappes souterraines du site de dragage, **les travaux n'auront pas d'impact sur la géologie et l'hydrogéologie du port de Port-Louis.**

En phase travaux, la géologie et l'hydrogéologie ne seront pas affectées.

9.2.1.2. En phase travaux d'immersion des sédiments

Les travaux ne concernent en effet que l'immersion de sédiments meubles dans la colonne d'eau et la sédimentation consécutive de ceux-ci sur les fonds (épaisseur mineure).

Les travaux de transport et l'immersion des sédiments n'auront pas d'incidence sur la géologie et l'hydrogéologie de la zone de transit et de la zone d'immersion.

9.2.1.3. En phase d'exploitation et post-travaux

La réalisation des travaux n'engendrera pas de modification significative de la géologie et l'hydrogéologie du secteur d'étude.

Il n'y aura pas d'incidences sur la géologie et l'hydrogéologie du site en phase d'exploitation et post-travaux.

9.2.2. Effet potentiel sur la dynamique sédimentaire

9.2.2.1. En phase de travaux de dragage

Les travaux de dragage dans l'enceinte portuaire entraîneront un remaniement des fonds et une remise en suspension des sédiments dans la colonne d'eau. Etant donné la faible profondeur d'eau et le faible hydrodynamisme du secteur, cet effet sera cantonné à une faible distance dans le bassin portuaire avant une re-sédimentation.

Les travaux de déroctage du chenal d'accès (perpendiculaire aux courants dominants) se traduira très marginalement par une diminution locale de la vitesse moyenne du courant due à l'augmentation de l'épaisseur de la lame d'eau sur une largeur d'une cinquantaine de mètres perpendiculairement à son flux. L'approfondissement du chenal n'aura quasiment pas d'impact sur la courantologie locale devant l'entrée du port et n'aura pas d'impact du tout au-delà d'une distance d'une ou d'eux fois la largeur du chenal (~100 m).

Pour limiter cet effet de remise en suspension et transport des sédiments fins vers d'autres parties du port, entraînant une éventuelle dispersion de polluants, l'entreprise de travaux mettra en place des filets à MES (type silt-screen) lors des travaux de dragage. Ces filets seront positionnés et déplacés selon l'avancement des travaux dans le port.

Les effets des travaux de dragage sur la dynamique sédimentaire seront temporaires (durée des travaux estimées à 4 mois), localisés à l'enceinte portuaire, faibles et peu significatifs dans la mesure où l'entreprise de travaux utilisera des filets à MES.

9.2.2.2. En phase travaux d'immersion des sédiments

Les travaux de clapage sur le site d'immersion vont entraîner un dépôt sédimentaire et par conséquent une accumulation de sédiments sur le fond. Toutefois, au vu des profondeurs (entre 275 et 290 mètres de profondeur), les sédiments déposés ne subissent pas des phénomènes de courantologie ou d'agitation. Il est donc peu probable qu'une remise en suspension des matériaux dans la colonne d'eau se produise à brève échéance.

Les effets des travaux de clapage sur la dynamique sédimentaire seront temporaires (durée des travaux estimées à 4 mois), faibles et peu significatifs du fait des profondeurs importantes de clapage.

9.2.2.3. En phase d'exploitation et post-travaux

Les travaux de dragage vont permettre d'augmenter la profondeur du port et du chenal et donc d'améliorer son accessibilité aux navires. Toutefois, au vu des faibles courants parcourant le port, la dynamique sédimentaire restera peu changée.

Notons qu'il y aura nécessairement un exhaussement progressif des fonds portuaires du fait de l'accumulation de particules fines, qui nécessitera la récurrence des opérations de dragage à moyen ou long-terme.

Concernant le transport sédimentaire, les très faibles taux de transport et leur caractère alternatif, fait d'accrétions et d'érosions successives dans la zone située au Sud-Ouest des musoirs des digues du port, laissent prévoir la nécessité d'un entretien de la profondeur par des dragages sans doute peu fréquents ; la perte de profondeur prévisible pouvant s'estimer à quelques centimètres par an. L'approfondissement du chenal n'aura quasiment pas d'impact sur la sédimentologie locale devant l'entrée du port et n'aura pas d'impact du tout au-delà d'une distance d'une ou d'eux fois la largeur du chenal (~100 m). Des dragages d'entretien ponctuels s'imposeront sans doute.

Les effets des travaux sur la dynamique sédimentaire seront faibles et peu significatifs.

9.2.3. Effet potentiel sur la bathymétrie et la nature des fonds

9.2.3.1. En phase de travaux de dragage

Le dragage modifie la structure des fonds marins portuaires par prélèvements des matériaux superficiels. La bathymétrie du bassin portuaire sera augmentée du fait de l'approfondissement du bassin selon les cotes de dragage établies : -3,5 m CM sur l'ensemble du port et du chenal.

La nature des fonds de l'enceinte portuaire sera modifiée car une partie de sa surface sera déroctée. Ainsi, des parties jusqu'à présente composées de substrat meuble seront draguées puis déroctées pour atteindre la cote de dragage. Une partie peut être considérée comme un dragage d'entretien et ne concernera que la couche superficielle sur une épaisseur de 0,5 à 1m et maximale de 1,5m. Le déroctage quant à lui portera sur une couche allant de 0,5 à 1m.

Au niveau du chenal d'accès, le déroctage va modifier la structure des fonds marins par prélèvements des matériaux superficiels meubles (très faible couche) et surtout le déroctage du platier sub-affleurant.

Les travaux n'entraîneront pas de creusement ou d'engraissement des berges en dehors du périmètre dragué par modification du régime hydrosédimentaire.

La bathymétrie du site sera donc significativement modifiée, aussi bien dans l'enceinte portuaire qu'au niveau du chenal d'accès. Cet effet sera direct, durable (durée dépendante du taux d'envasement du port, le plus pérenne possible) et est souhaité.

9.2.3.2. En phase de travaux d'immersion des sédiments

Le clapage de matériaux en mer va entraîner une dispersion d'une partie importante des sédiments meubles. Le clapage des particules sédimentaires plus grossières mais aussi des blocs rocheux va provoquer une élévation locale des fonds marins. Une fois au fond, les sédiments peuvent soit subir des phénomènes de tassement et de consolidation soit être repris par les courants marins et l'agitation du site suivant la granulométrie de ces derniers et l'intensité des phénomènes.

Comme énoncé précédemment, dans le cas présent, au regard des profondeurs sur lesquelles les sédiments seront clapés (275-290m), de la granulométrie fine des matériaux et des faibles mouvements sédimentaires de fonds en présence, **ces dépôts modifieront localement la nature des fonds en présence, et seront de très faible ampleur car de faible épaisseur (inférieure à 1 mm)**. D'après une modélisation de CREOCEAN du clapage de vase de Sainte-Rose en grande profondeur en 2018, l'augmentation de la turbidité affecte la colonne d'eau sur 130-140 mètres. Cela sous-entend donc que la quantité de fraction fine atteignant le fond est infime.

Il faut cependant noter que ce résultat est conditionné par les hypothèses de départ qui ont été choisies suite à un manque d'information sur les clapages en grande profondeur.

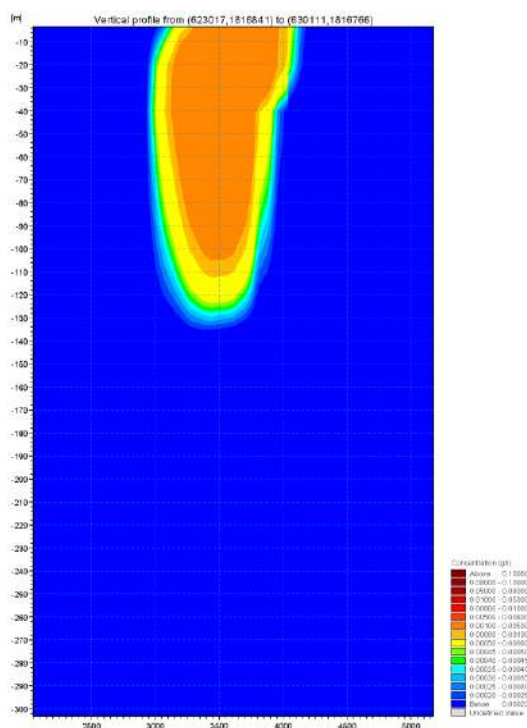


Figure 69 : Profil vertical de l'augmentation de la turbidité sur la colonne d'eau (CREOCEAN, 2018)

Les plus gros éléments extraits (sous-produits du déroctage) entraîneront une modification de la profondeur qui ne dépassera pas quelques dizaines de centimètres, ce qui est négligeable par rapport à la profondeur.

Les effets sur la bathymétrie en phase travaux sur le site d'immersion seront permanents localisés au site d'immersion, faibles et peu significatifs.

9.2.3.3. En phase d'exploitation et post-travaux

Il s'agit de l'objectif même recherché dans l'enceinte portuaire et le chenal d'accès de Port-Louis : un approfondissement permanent des fonds afin de faciliter la circulation des navires. Au vu du faible taux d'envasement en Guadeloupe des enceintes portuaires, les effets seront durables (une dizaine d'années). Au niveau du chenal d'accès, la perte de profondeur prévisible pouvant s'estimer à quelques centimètres par an.

Les effets sur la bathymétrie en phase d'exploitation et post-travaux sur le site de dragage seront permanents localisés et forts.

9.3. Effets potentiels sur la qualité du milieu

9.3.1. Effet potentiel sur la qualité des sédiments

9.3.1.1. En phase travaux de dragage/déroctage

Le risque de dégradation de la qualité physico-chimique des sédiments dans le port de Port-Louis est lié à :

- ▶ **La remise en suspension et le transfert de sédiments contaminés** vers des espaces non contaminés du port lors du dragage des sédiments. Toutefois, les sédiments retirés et remis

en suspension, seront globalement de même nature que ceux en place à proximité, là où ils viendront se redéposés.

- ▶ **Des éventuels déversements accidentels de produits toxiques ou à l'abandon de déchets métalliques ou plastiques sur site (peu probable).** Les effets potentiels sont le recouvrement des sédiments (hydrocarbures) et l'adsorption de contaminants chimiques. Les sédiments du port de Port-Louis sont des limons fins. Cette granulométrie fine favorise généralement la fixation des polluants. C'est ainsi que les vases des grands ports sont très souvent contaminés par les éléments traces métalliques ou par d'autres polluants de type hydrocarbures, PCB...

De part leur nature (substratum rocheux), les matériaux déroctés du chenal d'accès et du port ne présentent pas de risque de contamination des sédiments alentour. En outre, les zones où les épaisseurs sableuses sont suffisantes et présentes dans le chenal n'ont révélé aucune trace de contamination lors des analyses en 2022.

Ces effets seront temporaires (le temps des travaux), localisés au bassin portuaire mais de forte ampleur au regard de la qualité des sédiments en place malgré les précautions prises par l'entreprise de travaux.

Ces effets seront limités par le respect des règles de sécurité et d'environnement sur le chantier (récupération des déchets, entretien régulier des engins) et la mise en place d'un filtre à matières en suspension (type silt screen) empêchant la dispersion des sédiments remaniés dans le bassin portuaire.

9.3.1.2. En phase de transit et d'immersion des sédiments

Lors de la phase de transport des sédiments vers le site d'immersion, les chalands ne seront pas remplis à 100% de leur capacité, mais à 90%. Ce pourcentage pourra également être revu à la baisse selon les conditions météo-océaniques présentes lors des travaux. Ces précautions permettront d'éviter la surverse des sédiments entre le port et le site d'immersion et donc la dégradation de la qualité des sédiments du nord du Grand Cul-de-Sac Marin. **La qualité des sédiments le long de la zone de transit ne sera donc pas impactée par les travaux, dans la mesure où toutes les précautions seront prises pour éviter les fuites de sédiments.**

Les effets sur la qualité des sédiments en phase de transit seront négligeables.

Sur le site d'immersion, la nature des fonds sera directement modifiée par recouvrement d'une couche superficielle de sédiments en provenance du port (épaisseur estimée inférieure à 1mm), ainsi que par l'immersion de matériaux plus grossier (quelques centimètres à dizaine de centimètres), *a priori*, non présents sur le site.

Le dépôt des déblais de dragage engendré sur le site d'immersion, vierge de toute contamination antérieure, entraînera incontestablement une contamination par les sédiments contaminés au Cuivre, et autres polluants (HAP) du port de Port-Louis.

Ces effets seront permanents, localisés au site d'immersion mais de d'ampleur modérée au regard de la qualité des sédiments en place malgré les précautions prises par l'entreprise de travaux.

9.3.1.3. En phase exploitation et post-travaux

Une des caractéristiques des polluants retrouvés dans les sédiments portuaires sont leur persistance dans le milieu et le maintien de leur pouvoir de contamination pendant plusieurs années. Ainsi les sédiments rejetés sur le site d'immersion (contaminés en HAP notamment) continueront de contaminer les sols et potentiellement le reste de la chaîne trophique. **Les travaux de clapage engendreront donc une contamination supplémentaire à celles existantes à l'heure actuelle.**

Les effets en phase d'exploitation sur la qualité des sédiments sont directs, permanents et de forte ampleur.

9.3.2. Effet potentiel sur la qualité des eaux

9.3.2.1. En phase travaux de dragage/déroctage

Dans l'enceinte du port, la qualité des eaux est susceptible d'être dégradée par **la remise en suspension de sédiments**.

- ▶ **Ces particules augmenteront la turbidité de l'eau** de façon significative dans l'enceinte portuaire en réduisant la transparence de l'eau et la visibilité. Les particules en suspension dans l'eau occasionnent par réflexion de leurs surfaces une dispersion de la radiation dans toutes les directions.
- ▶ Une hausse de la turbidité sera observable pendant les phases de dragage. Etant donnée la granulométrie fine prépondérante des sédiments en place sur la surface concernée par les dragages, la décantation des particules s'opérera lentement.
- ▶ **Ceci pourra permettre la remise en suspension des contaminants dans la colonne d'eau ;**
- ▶ **Ceci occasionnera également l'augmentation de la demande en oxygène.**

Ces effets seront limités à la durée des opérations. Le dragage mécanique des sédiments via l'utilisation d'une pelle/benne ainsi que l'application des mesures de sécurité environnementales (filtres à particules), limiteront l'expansion du panache turbide au secteur proche des travaux et à l'enceinte portuaire.

Il convient toutefois de rappeler que la qualité de l'eau (mesurée en 2019 à 3 reprises par CREOCEAN) est déjà médiocre, avec une turbidité très élevée, des taux d'oxygène fortement variables (temporellement et géographiquement) et des teneurs élevées nutriments.

Les opérations de déroctage entraîneront une augmentation très localisée de la turbidité mais la nature même du substrat (roche) limite la remise en suspension de particules.

Le risque de dispersion d'un panache turbide généré par les travaux de dragage vers les écosystèmes sensibles du GCSM est donc négligeable.

Les effets du dragage en phase de travaux sur la qualité des eaux portuaires seront temporaires, localisés et modérés.

9.3.2.2. En phase de transit et d'immersion des sédiments

Les effets potentiels sur le site d'immersion sont sensiblement les mêmes que sur le site de dragage, à savoir la remise en suspension de particules fine, avec pour conséquence l'augmentation de la turbidité avec réduction de la transparence et de la visibilité dans l'eau, la remise en suspension dans le milieu d'une contamination et l'augmentation de la demande en oxygène.



Figure 70 : Illustration d'un clapage en mer réalisé dans le cadre du dragage du port de Sainte-Rose (DE BOER Dec. 2020)

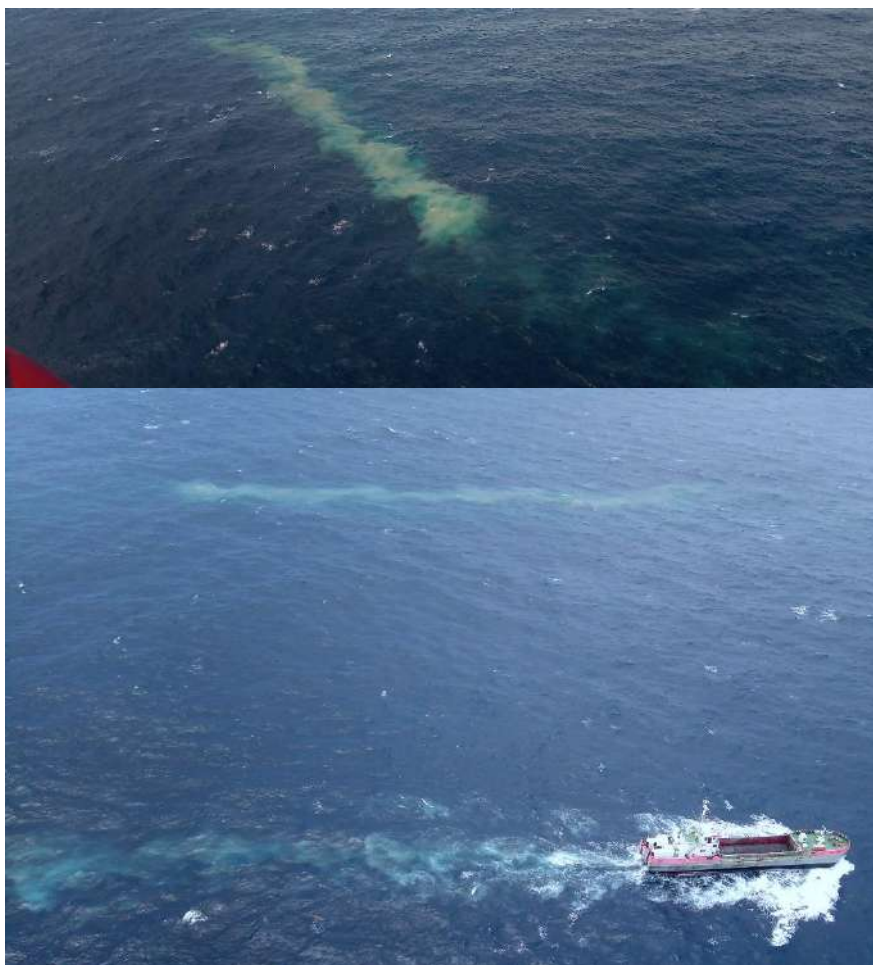


Figure 71 : Illustration d'un clapage en mer réalisé dans le cadre du dragage du port de la Désirade (DE BOER Dec. 2022)

A ceci s'ajoute la « lixiviation » des contaminants inféodés à la masse de sédiments mise en suspension et/ou désolidarisée dans la colonne d'eau.

Une partie des particules les plus fines, celles qui fixent le plus les micropolluants, seront évacuées de la zone d'immersion, avec pour effet une diffusion vers le milieu marin par dispersion dans le panache turbide et relargage dans la colonne d'eau.

Ainsi les impacts sur la qualité des eaux seront essentiellement liés au devenir des particules les plus fines en question et à leur mobilisation par les courants. Il n'y a pas eu de modélisation faite du devenir des sédiments pour ce projet.

Toutefois, par retour d'expérience sur des travaux similaires, il apparaît que la masse de sédiment restant en suspension quelques minutes après le clapage représentait entre 1 et 6% de la masse totale clapée. Ainsi plus de 94% de la masse chute très rapidement vers le fond. En termes d'extension horizontale, les mesures faites ont montré qu'après 6h, la concentration en Matière En Suspension (MES) ne se distinguait plus du bruit ambiant et les panaches n'atteignaient pas encore les isobathes des 100 m.

Les risques de dégradation de la qualité chimique de l'eau au niveau du site d'immersion sont donc certains mais limités essentiellement par des facteurs géographiques et climatiques.

En considérant une zone circulaire restreinte de 100 mètres de rayon autour du rejet (en sachant que le panache peut s'étendre sur plusieurs centaines de mètres), la colonne d'eau représente un volume d'eau total d'environ $9\,400\,000\text{ m}^3$ ($300 \cdot \pi \cdot 100^2\text{ m}^3$) dans laquelle on rejette un volume de sédiments de 370 m^3 par clapage ($1\,480\text{ m}^3$ par jour), soit une masse de $740\,000\text{ kg}$ par jour pour de la vase.

En considérant que les sédiments sont uniformément répartis dans toute la colonne d'eau, on obtient dans cette zone restreinte **une concentration en sédiments d'environ 0.07 g/l** (740 000/9 400 000). Ces estimations de concentrations sont maximisantes car un séquençage aura lieu dans les immersions de sédiments, puisqu'entre chaque opération de clapage, plusieurs heures s'écouleront. Il n'y aura jamais 1 480 m³ immergés en une seule fois (les capacités des barges sont de 370 m³ et elles effectueront 4 rotations maximum).

En outre, les travaux de dragage étant en standby le samedi et le dimanche, Il n'y aura pas d'accumulation résiduelle dans la colonne d'eau qui entraînerait, à terme, la présence d'un panache permanent ou un dépôt détectable sur le fond.

Les faibles concentrations en MES s'expliquent donc par les volumes d'eau importants dans la colonne d'eau et la quantité de sédiments rejetés.

L'impact des clapages sur l'augmentation et de la concentration en MES est ponctuel et négligeable au regard de :

- ▶ La variabilité naturelle spatiale des concentrations en MES ;
- ▶ Les durées et étendues très limités des pics de concentration atteints.

Les principaux effets négatifs de l'immersion des sédiments sur la qualité des eaux seront donc la remise en suspension d'éléments contaminés par les différents polluants portuaires (éléments métalliques, PCB, HAP et TBT) dans le milieu. Le panache turbide, entraînant les contaminants, n'atteindra pas l'isobathe des - 100m (située à 3250 m du point de clapage), ni les zones côtières.

Ces résultats sont à prendre avec précaution car ils ne sont pas totalement transposables aux caractéristiques du projet actuel. Néanmoins, du fait de la très faible courantologie du site, les conclusions peuvent être extrapolée.

Les effets du clapage en phase de travaux sur la qualité des eaux du site d'immersion seront temporaires, localisés mais forts.

9.3.2.3. En phase exploitation et post-travaux

Le panache turbide engendré par les travaux sera très rapidement dispersé et aura complètement disparu, vraisemblablement une semaine après la fin des travaux, facilité par le brassage des eaux, l'agitation locale du site. Il peut être considéré que la qualité des eaux sur le site d'immersion aura retrouvé un état initial à court-terme.

Les effets des travaux en phase d'exploitation sur la qualité des eaux des sites de clapage et d'immersion seront peu significatifs.

9.4. Effets sur le milieu biologique

9.4.1. Effet potentiel sur les peuplements benthiques

9.4.1.1. En phase travaux de dragage/déroctage

Les travaux de dragage et de déroctage auront un effet néfaste sur les organismes benthiques épigés ou endogés dans le bassin portuaire du fait de la destruction mécanique de leur habitat, de prélèvement du benthos et de la dégradation de la qualité de l'eau temporairement (pendant les travaux). Seules les espèces mobiles et pouvant fuir la zone d'impact rapidement pourront être préservées. Il est rappelé qu'aucun battage de pieu n'est prévu.

L'incidence du ponton aura une incidence directe sur le milieu avec un écrasement possible de la faune et de la flore benthique présentes sous les pieux (3 m² maximum). Néanmoins, ces incidences sont négligeables au regard de l'ampleur de l'opération.

Dans l'enceinte portuaire, étant donné la pauvreté du milieu et l'absence de peuplements remarquables, cet effet sera faible, localisé à la zone de dragage et sans conséquence irréversible, la recolonisation du milieu par les organismes benthiques étant possible.

Au niveau des zones de déroctage du platier sub-affleurant, les impacts sont considérés comme forts sur les (rares) individus benthiques sessiles (éponges, coraux, gorgones, flore) du fait des prélèvements mécaniques. Il est toutefois prévu des opérations de transplantation des colonies coralliennes ponctuelles, recensées lors de l'état initial en mesure d'évitement.

9.4.1.2. En phase travaux de transit et d'immersion des sédiments

En phase de transit, il est considéré que le remplissage à 90% des chalands et la mise à l'arrêt lors de conditions océaniques trop fortes permettent de limiter très fortement le risque de surverse du chaland pendant le trajet et les incidences sur les communautés benthiques.

Les effets génériques théoriques des clapages sur la faune benthique sont :

- ▶ **L'ensevelissement**, et donc l'induction de mortalité, de lésion ou pour le moins de dérangement, des individus vivants sur ou dans les terrains recevant le dépôt de déblais lors d'un clapage. Il s'agit là d'un effet direct, brutal et répété à chaque opération d'immersion ;
- ▶ **L'asphyxie**, est un effet indirect de l'immersion. Les individus pour lesquels l'épaisseur de sédiment déposée au fond est trop importante sont asphyxiés ;
- ▶ **La modification de l'habitat**, est également un effet indirect de l'immersion. La nature sédimentaire du fond étant modifiée par le dépôt des sédiments clapés, principalement dans le cas de l'utilisation de sites vierges tel que celui-ci, les fonctionnalités de l'habitat et des peuplements peuvent être perturbés ;
- ▶ **L'accroissement des ressources alimentaires**. Cet effet est indirect et temporaire. Il est dû à l'apport de nouvelles ressources alimentaires par le biais des prélèvements faits dans le port.

L'accroissement de la turbidité, des concentrations en matières en suspension et de la sédimentation engendré par l'immersion des sédiments peuvent avoir des effets négatifs avérés sur les fonctionnalités et la diversité des communautés benthiques.

Le site d'immersion a été positionné de sorte à limiter l'impact des rejets sur les biocénoses benthiques sensibles côtières.

La modélisation du panache turbide dans le cadre d'une étude similaire (Dragage du port de Sainte-Rose) révélait qu'au bout d'une semaine de travaux d'immersion et selon des conditions météo-océaniques pénalisantes, celui-ci était dispersé le long de la colonne d'eau (simulations en surface et dans la colonne 22-42m).

Les effets du clapage sur les communautés benthiques côtières peu profondes sont donc estimés directs, temporaires et peu significatifs (au vu de l'éloignement du site d'immersion)

Sur le site d'immersion, les biocénoses profondes sont assez mal connues. Il est avéré, d'après les campagnes KARUBENTHOS 2 que les fonds sont peu colonisés et que l'endofaune (espèces situées dans le sédiment) est majoritaire par rapport aux espèces épigées (sur le sédiment), du fait également de vastes plaines sableuses ou sablo-vaseuses homogènes.

Les incidences ne sont cependant pas irréversibles, le site pouvant être recolonisé après la fin des travaux de clapage.

Le clapage des matériaux issus du déroctage entraîne un écrasement permanent des communautés benthiques meubles associées (unitairement de faible superficie).

Au regard de la qualité chimique des sédiments, le substrat sur lequel les populations pourront se développer à nouveau sera dégradé par la contamination des sédiments. Toutefois, les particules fines seront majoritairement dispersées avant le dépôt au fond. Concernant les dépôts au fond, ils seront cependant inévitables, et sont estimés à une épaisseur ne dépassant pas quelques dizaines de centimètres (du fait des sédiments grossiers).

Les espèces benthiques étant des maillons primaires de la chaîne alimentaire, une contamination de la chaîne trophique par bioamplification peut avoir lieu. Aucun test écotoxicologique n'a toutefois été réalisé sur le biote.

Ainsi, le cuivre, dont les teneurs sont les plus importantes par rapports aux seuils N2 dans les sédiments, peut présenter une toxicité pour le phytoplancton et les larves de crustacés et de mollusques sous certaines conditions (salinité, solubilité des sels, état de complexation du cuivre, etc.). Il peut provoquer une inhibition de la croissance, voire une létalité dans certaines conditions.

Cet effet aura toutefois une portée limitée du fait des grandes profondeurs sur lesquels sont immergés les sédiments et de la dispersion des particules fines avant dépôt.

Les effets du clapage sur les communautés benthiques profondes sont estimés directs, modérés et pérennes (mortalité des individus enfouis non mobiles et contamination du biote).

9.4.1.3. En phase d'exploitation et post-travaux

Une fois les travaux de dragage effectués, les fonds vont être progressivement recolonisés par l'endofaune (annélides, mollusques, crustacés) à la hauteur des potentialités biologiques, du fait des fortes contraintes environnementales liées à la profondeur.

Sur le site d'immersion, le clapage des matériaux grossier) entraîne une modification des fonds, avec la création de nouveaux habitats du fait de l'apport de surfaces rocheuses, vraisemblablement absentes du secteur. En augmentation la complexité des habitats, une augmentation des niches écologiques apparaît, en lien avec la colonisation des matériaux grossier. Cela se traduit par un afflux d'espèces et un accroissement ponctuel de biodiversité, en créant un « effet-récif » rocheux sur une zone certainement dénuée de zones dures.

Les effets en phase d'exploitation de l'immersion de blocs rocheux sont positifs, permanents et modérés (création de nouveaux habitats rocheux entraînant une augmentation de biodiversité).

9.4.2. Effet potentiel sur les peuplements phytoplanctoniques

9.4.2.1. En phase travaux de dragage/déroctage

Les peuplements phytoplanctoniques dans le secteur de Port-Louis, comme plus généralement dans la Caraïbe, sont des espèces d'eau claires qui bénéficient d'une pénétration importante des rayonnements solaires dans les premières couches de la masse d'eau pour procéder à la photosynthèse (synthèse de substances organiques effectuée par les plantes à partir de l'énergie lumineuse).

Les travaux de dragage sont susceptibles de générer des remises en suspension de particules fines dans la colonne d'eau. Une diminution de la pénétration de la lumière dans le milieu aquatique engendrée par l'augmentation de la turbidité ambiante est susceptible d'affecter ces processus biologiques de photosynthèse.

Cette turbidité, si elle s'avérait importante dans l'espace et prolongée dans le temps pourrait affecter la population phytoplanctonique dans le secteur, affectant ainsi la chaîne trophique.

Toutefois, ces effets seront très faibles étant donné que :

- ▶ Les panaches seront limités spatialement et temporairement du fait d'une courantologie relativement faible et du respect des mesures environnementales (filt screen) ;
- ▶ La population phytoplanctonique susceptible d'être impactée par les travaux est de proportion infime par rapport au peuplement de la masse d'eau concernée (Petit et Grand Cul-de-Sac Marin).

Une fois les travaux terminés et le risque de turbidité associé disparu, les populations phytoplanctoniques se régénéreront dans ce secteur très rapidement.

Les effets du dragage sur les peuplements phytoplanctoniques sont donc faibles, localisés à la zone de travaux, temporaires et réversibles.

9.4.2.2. En phase travaux de transit et d'immersion des sédiments

Du fait de leur faible capacité de mobilité, les espèces phytoplanctoniques, composant des premiers maillons de la chaîne alimentaire, peuvent être momentanément affectées par les opérations de clapage.

En effet, la hausse brutale de la turbidité et la remise en suspension des sels nutritifs contenus dans les sédiments portuaires vers le milieu sont les principales incidences directes de l'immersion sur le plancton.

Toutefois, l'accroissement de la turbidité est localisé, temporaire et les effets sur les organismes phytoplanctoniques sont jugés faibles.

9.4.2.3. En phase d'exploitation et post-travaux

Les effets des travaux sur les peuplements phytoplanctoniques à l'intérieur et à l'extérieur du port seront imperceptibles dans la mesure où les activités du port n'ont pas vocation à être modifiées, mais améliorées, par les présents travaux.

9.4.3. Effets potentiels sur les ressources halieutiques

9.4.3.1. En phase travaux de dragage/déroctage

Les effets prévisibles des travaux sur les poissons adultes dans le périmètre du port et dans le chenal d'accès sont uniquement de l'ordre d'une gêne temporaire. Les espèces piscicoles étant douées de mobilité et ayant une capacité de fuite par rapport aux perturbations engendrées lors des travaux, le risque de blessure ou de mort par collision lors des travaux est faible.

Les conditions actuelles environnementales contraignantes limitent la diversité et la richesse du peuplement halieutiques dans le port, colonisés principalement par des poissons-fourrage (clupeidae), quelques mulets (*Mugil spp.*) et parfois par quelques tarpons (*Megalops atlanticus*).

Dans le chenal d'accès, le très faible relief, l'absence d'architecture et d'épifaune limitent la présence de peuplement ichtyologique riche et diversifié.

Les travaux pourront avoir un impact négatif sur les individus moins mobiles (crustacés, poissons juvéniles, etc.) présents dans le port, qui n'auront peut-être pas le temps de quitter la zone de perturbation. Ceux-ci pourront être tués par les engins de chantier ou perturbés par la hausse brutale de la turbidité dans le périmètre proche des travaux. Cela ne concernera qu'une portion des individus

présent et ne sera pas irréversible, une recolonisation du milieu pouvant avoir lieu une fois les travaux terminés.

Les effets sur les ressources halieutiques dans l'enceinte portuaire sont donc estimés faibles, localisés à la zone de travaux et temporaires (ne durant que le temps des travaux).

9.4.3.2. En phase travaux de transit et d'immersion des sédiments

Les effets possibles sur les ressources halieutiques sont les suivants :

- ▶ Directs, dus à la **décantation puis au dépôt de déblais sur le fond où résident des individus d'intérêt halieutique**, ainsi que sur certains œufs sensibles à une trop importante concentration en matières en suspension ;
- ▶ Indirects, dus aux **dommages ou dérangements induits par le panache turbide** généré par les clapages ;
- ▶ Indirects, dus aux **effets initiaux sur les invertébrés benthiques**, qui sont des proies pour nombres d'espèces halieutiques (benthiques ou démersales) ;
- ▶ Indirects ou différés, dus aux **possibilités d'altérations physiologiques ou biologiques par les contaminants présents dans les déblais de dragage** (Cuivre, Arsenic, TBT, HAP). En effet, dans le cas de la remobilisation de contaminants, le risque écotoxique est présent. Divers mécanismes tels que la bioaccumulation, la bioconcentration ou la bioamplification amènent à l'intégration de contaminants le long de la chaîne trophique. Ceci concerne essentiellement les espèces à faible mobilité amenées à se nourrir sur ou à proximité de la zone de dépôt ainsi que les espèces piscivores à haut niveau trophique.

Concernant la gêne occasionnée par le panache turbide : celui-ci pourra perturber la faune halieutique. Des observations faites sur différents sites permettent d'affirmer que les effets des clapages sur les poissons adultes sont faibles. Bien qu'il soit difficile d'évaluer avec précision l'incidence des travaux sur les déplacements des poissons, on peut penser que leur déplacement peut être mis en relation avec la perte de la nourriture apportée par le benthos. En effet, les poissons, désignés comme les organismes les moins tolérants vis-à-vis des problèmes d'anoxie mais doués de mobilité, seront à même d'éviter le site lors des périodes de dragage. Aussi, la zone d'immersion peut être fréquentée par d'autres espèces de poissons pélagiques et non plus benthiques qui trouveront dans les déblais de la nourriture potentielle à travers les apports de matière organique liés aux dragages.

La plupart des ressources halieutiques du secteur peuvent fréquenter, au moins épisodiquement, les eaux ou les fonds situés sur la zone d'immersion et donc être perturbées par le panache turbide en présence. Cette perturbation sera temporaire (durée des travaux), cantonnée à la zone d'influence du panache turbide et non irréversible.

Concernant la contamination des sédiments clapés et la remise en suspension de particules contaminées : Les sédiments dragués dans le port de Port-Louis sont contaminés, par les éléments Cuivre et HAP, il existe un risque de bioaccumulation de ce contaminant dans la chaîne alimentaire, principalement au travers des organismes ne pouvant fuir la zone de dépôt.

Néanmoins, il est souligné que les poissons pélagiques ne se restreignent pas à la seule zone d'immersion pour se nourrir.

Les effets du clapage sur la ressource halieutique seront directs, temporaires et modérés.

9.4.3.3. En phase d'exploitation et post-travaux

A la fin des travaux, la ressource halieutique va recoloniser progressivement l'enceinte portuaire et le chenal d'accès. Le creusement de ce dernier aura entraîné une homogénéisation des fonds et une absence de relief, limitant peut-être la recolonisation. Il convient de noter que sur ce secteur, la zone présentée très peu de relief, d'abris pouvant servir au peuplement ichthyologique.

9.4.4. Effets potentiels sur les tortues marines et les mammifères marins

9.4.4.1. En phase travaux de dragage/déroctage

Les principaux effets potentiels des travaux de dragage sur les tortues marines et les mammifères marins sont liés **aux perturbations sonores engendrées par les machines** (pelle mécanique pour le dragage et brise-roche hydraulique pour le déroctage).

▶ **Bruit engendré par les travaux⁴ :**

Le bruit généré par l'atelier de dragage et par les vibrations des machines des navires atteint généralement des niveaux de pressions acoustique de **150 à 180 dB re 1µPa pour une bande de fréquence de 20 Hz à plus de 3 kHz.**

Le niveau de bruit généré par le déroctage par brise-roche hydraulique n'a fait l'objet d'aucune étude publiée. Cependant, ce niveau de bruit serait **similaire à celui généré par le battage d'un pieu de petit diamètre** (environ 50 cm) par marteau hydraulique, dans la mesure où l'énergie fournie et la cadence de battage des deux types d'engin sont quasiment identiques. Ce niveau serait donc de l'ordre de **200 dB re 1 µPa @ 1 m.**

▶ **Evaluation du bruit induit par les opérations de dragage et déroctage en fonction de la distance**

Au vu du bruit généré par les opérations de dragage (entre 150 et 180 dB) et de déroctage (environ 200 dB), il convient de prendre en considération l'atténuation de celui-ci en fonction de la distance à la source.

Les phénomènes de propagation des ondes sonores sont liés à de nombreux facteurs, tels que la nature du fond, la bathymétrie, les caractéristiques physico-chimiques du milieu, etc. De ce fait, l'évaluation des pertes acoustiques par propagation est complexe et dépend, de la source sonore en elle-même, mais aussi de son environnement. Cette évaluation est d'autant plus difficile lorsque la profondeur est faible (quelques dizaines de mètres). De ce fait, l'application d'un modèle théorique de perte par propagation conduit souvent à des résultats aléatoires.

En l'absence de telles informations, nous utiliserons des ordres de grandeur : les mesures réalisées dans le cadre de différents projets montrent en toute logique des courbes d'atténuations différentes :

⁴ Source : Rapport « Préconisations pour limiter les impacts des émissions acoustiques en mer d'origine anthropique sur la faune marine », Ministère de la transition écologique et solidaire, Juin 2020

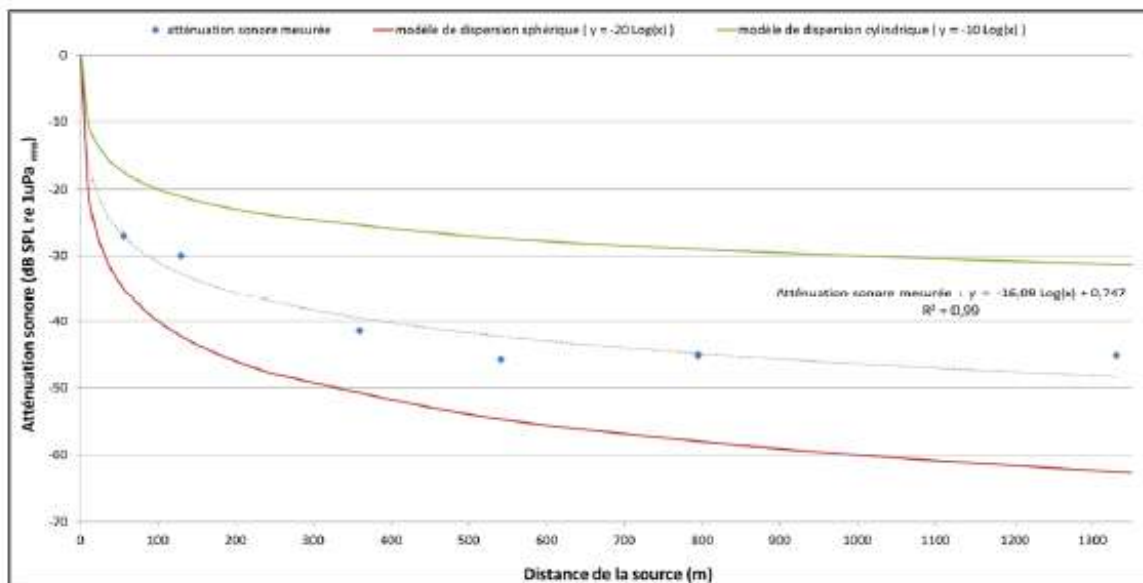


Figure 72 : Atténuation sonore mesurée au large du port de Québec en comparaison avec les prédictions des modèles de dispersion sphérique et cylindrique. Mesures réalisées par bandes d'un tiers d'octave (200 à 5 000 Hz) le 17 et le 29 septembre 2015. (WSP, 2016)

Les mesures effectuées lors de ce projet d'agrandissement du port de Québec (profondeur de 15 m) montrent **une atténuation sonore de 27,1 dB re 1 µPa rms attendue à 100 m et de 39,3 dB re 1 µPArms à 1 000 m** pour la bande de 31,5 Hz, comparativement à 32,2 dB re 1 µPArms à 100 m et 42,8 dB re 1 µPArms à 1 000 m pour la bande de 16 000 Hz ;

Retour d'expériences sur le port de La Rochelle :

En 2016, Port Atlantique La Rochelle (PALR) souhaitait évaluer l'impact acoustique subaquatique des phases de travaux maritimes d'aménagement du port de service.

L'objectif était de quantifier les niveaux des émissions sonores engendrés et d'identifier les éventuels impacts sur l'environnement marin, en particulier durant les opérations de mise en place de pieux.

Pour se faire, une série de mesures de contrôle acoustique et de surveillance visuelle du plan d'eau était demandée par PALR avec pour objectif de limiter l'impact acoustique sur les mammifères marins.

Les mesures réalisées dans le cadre des opérations de battages dans le port de La Rochelle (secteur portuaire peu profond) montrent des distances d'atténuation comparables :

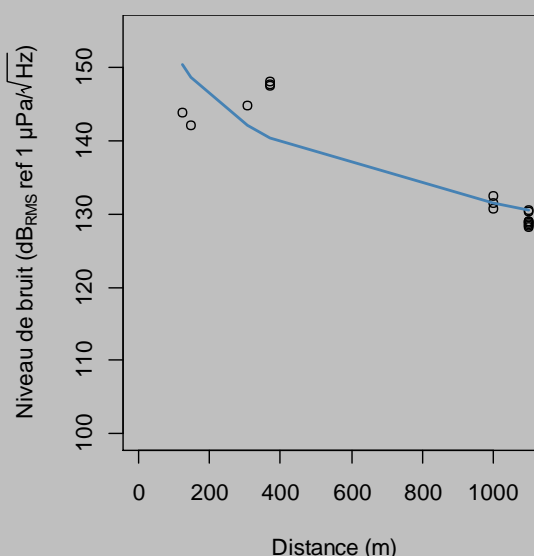


Figure 73 : Niveau de bruit généré par le battage de pieu (niveau de pression sonore estimé à 192 dB_{RMS} ref 1µPa/√Hz à 1 mètre de la source) en fonction de la distance à la source lors d'opérations de battage de pieu dans le port de La Rochelle (CREOCEAN & Grand Port Autonome de La Rochelle, 2015; NEREIS, 2016)

Lors de cette étude, le niveau de pression sonore passe de 192 dB (1m de la source) à environ 130 dB (à 1 000m de la source), soit une atténuation d'environ 50-60 dB.

► **Sensibilité des cétacés au bruit :**

Les cétacés sont, d'une manière générale, très sensibles à toute production de sons sous-marins. Les émissions acoustiques présentent plusieurs niveaux de dangerosité pour les mammifères marins : gêne négligeable, gêne avérée, risques physiologiques.

Les odontocètes (dauphins), qui utilisent l'écholocalisation, ont une large gamme d'audition de fréquences allant de 200 Hz à 200 kHz alors que les mysticètes (baleines à fanon) ont un spectre de communication plus bas, entre 15 Hz et 20 KHz.

Les mysticètes ayant un seuil plus bas de perception des sons sont donc plus en mesure de les entendre. Ils sont alors potentiellement plus susceptibles d'être perturbés par des sources sonores, que les odontocètes.

Domages corporels et auditifs : Comme pour les poissons, il a été observé qu'à des niveaux de pressions sonores élevées (240 dB re 1 µPa), comme ceux typiques des explosions sous-marines, des mortalités peuvent survenir chez des espèces de mammifères marins. Il est à noter que la probabilité de mortalité augmente avec un niveau de pression supérieur à 240 dB re 1 µPa, et avec une période d'exposition croissante.

Les risques de mortalité en lien avec le chantier sur les mammifères marins sont négligeables, du fait de niveau de pression sonore inférieur à 240 dB.

A des niveaux inférieurs, une perte d'audition, permanente (PTS) ou temporaire (TTS), peut se produire lorsque les animaux marins sont exposés à des niveaux sonores élevés pendant de longues périodes de temps. Cela donne lieu à une augmentation du seuil de sensibilité sur les fréquences concernées. Les deux types de dommages auditifs sont référencés suivant la gravité et la durée du dommage (Ifremer 2007) :

- PTS (Permanent Treshold Shifts) : **Perte auditive permanente**, correspond à une augmentation permanente du seuil de sensibilité sur les fréquences concernées.
- TTS (Temporary Treshold Shifts) : **Perte auditive temporaire**, correspond à une blessure qui est récupérable sur une période de temps allant de quelques minutes à quelques jours, voire des semaines ;

Le seuil concernant les dommages corporels généralement admis aujourd'hui est fixé à 180 dB re 1µPa (Lurton & Antoine, 2007; MEEDM, 2010). C'est celui utilisé depuis 1997 par les organismes régulateurs américains (US National Marine Fisheries Service : NMFS) pour l'évaluation des risques acoustiques et qui est défini par le niveau A de harcèlement. Il est à noter que c'est une limite de précaution en comparaison des limites proposées par Southall et al., 2007.

Dommmages comportementaux : A de plus faibles niveaux de pression acoustique, il a été observé que les mammifères marins pouvaient présenter des changements dans leur comportement normal. Des études ont reporté une fuite des baleines à fanons (ou mysticètes) graduée en fonction de l'intensité : 10% évitent les zones soumises à 115 dB, alors que 90% quittent les endroits où l'intensité atteint 128 dB (Richardson, W.J., Greene, C.R. Jr, Malme, & Thomson, 1995). Les odontocètes (dauphins) apparaissent un peu moins sensibles d'après la littérature : une gêne se fait sentir chez les dauphins en présence d'intensités de l'ordre de 150 dB (Taylor, Johnston, & Verboom, 1997; Verboom, n.d.) et de petites altérations transitoires de l'audition (3-6 dB) sont survenues chez des dauphins suite à des expositions avec des SEL⁵ de 190 à 204 dB. Tout en surveillant le dauphin commun (*Delphinus delphis*) avant, pendant et après une mission sismique en mer d'Irlande, Goold, 1996 a observé une réaction d'évitement de la zone, entre 1 et 2 km du navire de recherche.

En résumé, des dommages corporels sur les mammifères pourraient se produire si ceux-ci se trouvaient à proximité directe de la source de travaux (<200m). Les clubs de plongée n'ont jamais observé de mammifères marins à la sortie du port de Port-Louis sur les 5 dernières années (com. Pers., 2022).

Des comportements d'évitement sont observés chez les mysticètes et les odontocètes pour des niveaux sonores compris entre 130 et 160 dB.

Le risque global est également plus important pour les mysticètes, plus sensibles et particulièrement pour la baleine à bosse qui fréquente les Antilles françaises (dont les eaux marines de Marie-Galante comme en témoigne les nombreuses observations réalisées par l'OMMAG) pour se reproduire entre décembre et mai.

Une perte d'audition temporaire peut survenir entre 0 et 200 mètres du point de déroctage pour les espèces sensibles aux faibles et moyennes fréquences (baleines à bosse, dauphins et cachalots notamment).

Des troubles du comportement des mammifères (fuite, apeurement, stress) sont possibles au-dessus de 130 dB ref.1µPa²s, ce qui représente théoriquement une distance entre 200 m et 1.5 km depuis le point de travaux.

⁵ SEL : *Sound Exposure Level*. Il s'agit d'une mesure du niveau sonore ressenti par un organisme (Girondot, 2012. *Réponses aux interrogations sur la sensibilité différentielle des mysticètes par rapport aux odontocètes dans le contexte de l'exploitation pétrolière*).



Figure 74 : Secteur théorique de modification comportementale (orange) et de perte d'audition temporaires (jaune) des mammifères marins (d'après MCCauley, 2000)

Bien que les enjeux liés à la conservation des mammifères marins soient forts sur ce territoire situé au sein du sanctuaire AGOA (aire marine protégée dédiée aux mammifères marins dans les Antilles françaises), les incidences sont jugées négligeables.

La zone de fréquentation habituelle des dauphins (principalement *Tursiops truncatus*) est distante de la zone de travaux de plus de 3 km (pointe d'Antigue, pointe plate, ...).

La probabilité de passage de mammifères marins en période de travaux de déroctage (70 jours) et à moins de 1 000 mètres de la source principale du bruit est extrêmement faible.

Si toutefois des mammifères étaient présents, la mise en œuvre des actions de surveillance (observateurs, d'une procédure soft-start et de rideau de bulles d'atténuation de bruit permettraient de réduire drastiquement les incidences au point de les rendre négligeables.

Les baleines à bosse (*Megaptera noveanglica*) ne seront pas concernées car les travaux seront réalisés en dehors de leur période de migration, à partir de juin 2023 (Mesure d'Évitement 1)

D'après le guide GEODE (2018) en collaboration avec le Ministère de la Transition Ecologique (page 155), il est avéré que les impacts du dragage et déroctage sont forts au niveau de la source du bruit mais dès lors que l'éloignement est suffisant (25 mètres), les incidences diminuent rapidement.

Tableau 13 : Appréciation des risques d' impacts liés aux bruits et aux vibrations d' un chantier de dragage sur les mammifères marins (in rapport GEODE, 2018)

Dimensionnement des risques du projet (avant mesures)	Espèces à enjeu fort			Espèce à enjeu modéré		Espèce à enjeu très modéré à faible			
	Baleine à bosse	Grand dauphin	Cachalot	Dauphin tacheté de l'Atlantique	Dauphin à long bec	Dauphin tacheté pantropical	Orque	Globicéphale tropical	Cachalot pygmée & <i>Kogia spp.</i>
PHASE 1 et 2 : IMPACTS DIRECTS ET INDIRECTS DUS AUX BRUITS ET VIBRATIONS / TEMPORAIRES (sauf autre trafic)									
Dragage DSD, DAM, BACKOE	élevé jusqu'à 25 m			modéré jusqu'à 25 m		Faible			modéré jusqu'à 25 m

Pour rappel, le rayon minimal d'exclusion autour de la zone de bruit défini par le guide 2020 du Ministère (« *Préconisations pour limiter les impacts des émissions acoustiques en mer* ») est de 500 mètres. Celui défini dans le cadre de cette étude est doublé, soit **1 000 mètres** par mesure de précaution.

Ainsi, au-delà du périmètre de surveillance défini (1 000 mètres), aucune incidence physiologique ne se produira. Le dérangement produit par les travaux à cette distance, sera équivalente à des passages de navires côtiers à pleine vitesse en pleine mer à proximité des mammifères marins.

Compte tenu de ces éléments, l'intensité de l'effet « bruit » sur les mammifères marins est donc considérée comme temporaire, faible, directe et durera le temps des travaux, après mise en œuvre des mesures ERCS (cf. Mesures de Réduction MR 4 et MR9)

► **Sensibilité des tortues marines au bruit :**

Pour les tortues marines (vertes et imbriquées), des bruits de plus de 166 dB re 1 μ Pa induisent une augmentation de leur vitesse de nage, dénotant une stratégie de fuite.

Au-dessus de 175 dB re 1 μ Pa, les individus présentent un comportement erratique, y compris au niveau reproductif, avec une perturbation possible de la ponte, de la durée entre deux pontes et du comportement de reproduction (Moein et al., 1994; O'Hara, 1990). Toutefois, certaines observations suggèrent que les tortues présentes lors d'activités sismiques du même type ne montrent pas de changement significatif de comportement (Weir, 2007).

Le seuil communément accepté correspondant à des effets sur le comportement des tortues est de 166 dB re 1 μ Pa.

Dans le guide « *préconisations pour limiter les impacts des émissions acoustiques en mer d'origine anthropique sur la faune marine* » (MTES, 2020), les tortues marines sont considérées comme « *faiblement à moyennement exposées au bruit engendré par un dragage ou un déroctage* »

On peut donc s'attendre à des incidences notables mais faibles à modérées sur les 2 espèces de tortues en phase d'alimentation et de repos fréquentant le secteur des travaux caractérisées par des modifications de comportements (comportements de nage, évitement et fuite,).

Le niveau de pression sonore étant modéré au niveau de la source (déroctage) les effets y seront plus intenses. Toutefois, ces incidences physiologiques restent très peu probables compte tenu des comportements d'évitement et de fuite attendu et de l'atténuation rapide du niveau de pression sonore avec la distance à la source.

Le secteur à 1 km autour de la zone des travaux sera évité par les tortues marines pendant la phase de travaux ; la carte ci-dessous représente la zone « impactée » pour les tortues marines.



Figure 75 : Secteur théorique de modification comportementale (orange) et de perte d'audition temporaires (jaune) des tortues marines (d'après MCCAuley, 2000)

La probabilité de croiser une tortue marine dans une zone de 500m autour du bruit est faible, du fait :

- De la densité modérée de passages de navires entrants/sortants du port (production de bruit constante de 130-160 dB, à peine inférieur au bruit d'un déroctage) ;
- Des habitats sableux dans un rayon de 500m des travaux, peu propice aux fonctions écologiques des tortues marines ;
- L'éloignement des écosystèmes que les tortues fréquentent (herbiers, zones coralliennes).

La mise en œuvre d'une procédure « soft start », associée à un rideau de bulles et à une surveillance en mer permettra de diminuer de manière notable le risque de gêne des mammifères marins et des tortues marines.

► Pendant la phase opérationnelle :

- **La présence des navires qui accostent le quai à annexe** pourra perturber les mammifères marins. Toutefois, la zone de fréquentation habituelle des mammifères est distante de l'ouvrage. Aucun effet n'est à attendre.
- **La présence physique des ouvrages** : En termes d'effets directs, celui relevant de l'occupation de l'espace maritime par l'emprise des ouvrages est fonction de la superficie occupée par rapport à l'aire de répartition des différentes espèces. Ce rapport est nul compte tenu de la taille des aires de répartition des mammifères marins. En termes d'effet indirects, la diminution potentielle des proies (ichtyofaune, peuplement planctonique) pourrait induire un effet négatif sur les mammifères marins. Cependant les effets du projet sur les proies sont nuls à l'échelle des populations et n'occasionneront de ce fait aucun impact sur les mammifères marins.

9.4.4.2. En phase travaux de transit et d'immersion des sédiments

Ainsi les incidences potentielles de l'immersion des déblais de dragage en mer sont essentiellement liées aux risques que les engins percutent un individu en surface lors du transport des déblais vers le site d'immersion.

La zone d'immersion est une zone où des cétacées peuvent potentiellement se déplacer, notamment le sténo rostré.

Toutefois les probabilités pour que ceci survienne sont très faibles, d'autant plus que les mammifères marins sont capables de se déplacer et d'éviter les navires qui ont des vitesses très réduite, particulièrement à l'aller (lorsqu'ils sont chargés) : 4 à 5 nœuds.

Il convient de noter que les travaux se déroulant en dehors des périodes de migration des baleines à bosses (peu présente sur ce secteur), la probabilité d'accidents est d'autant plus réduite.

Les retours d'expérience lors des précédents projets de clapage (Sainte-Rose, Grand-bourg, 3 Rivières) ont montré l'absence de ce type d'incidences de collision.

Les effets du clapage sur les mammifères marins sur le site d'immersion seront directs, temporaires mais faibles.

9.4.4.3. En phase d'exploitation et post-travaux

Un risque supplémentaire à considérer pour les mammifères est le risque de contamination par bio-accumulation de contaminants au travers de la chaîne alimentaire. Situés en bout de chaîne, ils sont indirectement sensibles à tout rejet de contaminants dans le milieu marin susceptibles de s'intégrer dans la chaîne trophique.

Il apparait complexe de déterminer le risque que peuvent représenter des matériaux de dragage contaminés au regard de la pollution anthropique globale du milieu marin et la part de la ressource alimentaire des mammifères qu'ils sont susceptibles de contaminer (en considérant les effets d'intégration dans la chaîne trophique et les zones d'alimentation des mammifères).

On retiendra néanmoins que ce type de matériaux est susceptible de contribuer à ce risque de contamination des mammifères marins en participant à la contamination globale du milieu.

9.4.5. Effet potentiel sur l'avifaune

9.4.5.1. En phase travaux

Les travaux de déroctage à proximité du littoral généreront majoritairement du bruit sous-marin et très peu dans le milieu aérien.

Vis-à-vis des oiseaux, les bruits engendrés par les travaux sont principalement les échappements du moteur principal de la barge et de la pelle, des équipements de ventilation et des pompes associées. Ce bruit est estimé à 80 dB à 15m de la source du bruit (in GEODE, 2018, page 150). Ce bruit est légèrement supérieur au bruit ambiant terrestre routier (sans tenir du bruit des navires de pêche). Les travaux ne généreront pas un bruit suffisant pour entraîner un dérangement de l'avifaune à proximité.

Ces effets seront temporaires, localisés à la zone de travaux et d'intensité négligeable vis-à-vis de l'avifaune marine.

Les différents retours d'expérience des différents travaux d'immersion de sédiment en mer en Guadeloupe n'ont jamais montré de modifications d'activités de l'avifaune à proximité des navires.

La zone étant en pleine mer et éloignée des côtes, les espèces présentes sur ce secteur sont peu nombreuses (frégates, pélicans, sternes).

Il est rarement observé d'attroupement d'oiseaux lors d'arrivée sur le point de clapage. La dispersion du panache turbide étant rapide, les incidences sur l'avifaune marine sont jugées négligeables.

Ces effets seront temporaires (temps d'atténuation du panache turbide en surface), faibles et localisés à la zone de travaux.

9.4.5.2. En phase exploitation

Une fois les travaux de dragage effectués, l'exploitation du site restera inchangée et l'avifaune recolonisera le milieu.

9.4.6. Effet potentiel sur la faune et la flore terrestre

Les travaux de dragage n'auront aucune incidence sur la faune et flore terrestre du fait d'une activité de travaux purement maritime. Le chantier à terre est situé sur des terres-pleins déjà bétonnés et artificialisés.

Les travaux de déroctage n'entraîneront pas d'effets sur les plages et les zones de forêts littorales. L'absence d'effet sur la courantologie et la dynamique sédimentaire n'entraînera pas d'érosion ou d'accrétion du littoral.

9.5. Effets potentiels sur les espaces protégés ou inventoriés

9.5.1.1. En phase travaux de dragage/déroctage

Le port de Port-Louis se trouve dans un secteur géographique de la Guadeloupe présentant un intérêt écologique fort, le Grand Cul-de-Sac Marin, avec plusieurs formes de protection du milieu naturel (Réserve de biosphère, Aire Maritime Adjacente du Parc National de la Guadeloupe, zone Ramsar.). Les travaux de dragage étant strictement limités à l'enceinte portuaire, les espaces protégés ne seront pas impactés.

Les travaux de déroctage ayant lieu en-dehors de la zone portuaire, les espaces protégés seront impactés. Il convient de rappeler que le secteur dérocté est très appauvri et correspond à une zone ensablée d'un platier sub-affleurant, très peu colonisé à très faible diversité écologique.

Les effets du dragage sur les espaces protégés sont négligeables.

Les effets du déroctage sur les espaces protégés sont directs, permanents mais de faible intensité.

9.5.1.2. En phase travaux de transit et d'immersion des sédiments

La zone d'immersion se trouve à l'extérieur du périmètre de l'Aire Maritime Adjacente du Parc National, et situés à environ 7 km au Nord du d'une zone de cœur de parc.

Les espaces les plus proches inventoriés sont les ZNIEFF de type 1 et 2 sur les communes de Port-Louis et Anse Bertrand. Situés à environ 5 km du site d'immersion, ils ne seront pas impactés par le clapage des sédiments.

Les effets du clapage sur les espaces protégés seront nuls.

9.6. Effets potentiels sur le paysage

9.6.1.1. En phase travaux de dragage/déroctage

Le port de Port-Louis ne présente pas un intérêt paysager particulier du fait de sa localisation et de l'état des infrastructures portuaires.

L'incidence des travaux sur le paysage portuaire sera négligeable.

9.6.1.2. En phase travaux de transit et d'immersion des sédiments

La présence des engins de chantiers sur la zone d'immersion, située à environ 5 km du littoral de la Grande-Terre, aura très peu d'incidence sur le paysage environnant.

Cet effet sera temporaire (durant le temps des travaux), peu significatif car cantonné à la zone nord du Grand Cul-De-Sac Marin et à la zone d'accès au port de Port-Louis, également empruntée par d'autres navires (pêche et plaisance).

9.7. Effets potentiels sur les activités

9.7.1. Effets sur les activités portuaires

9.7.1.1. En phase travaux de dragage/déroctage

Durant la phase de travaux dans le port de Port-Louis une gêne temporaire liée à la perturbation du trafic dans le port et à l'indisponibilité des places à quai va être occasionnée par la présence des engins de dragage et des filets à particules.

Toutefois, au vu de la petite surface mobilisée pour le dragage et de sa mobilité jour après jour, les travaux devront être organisés en avance afin que les navires, de pêche, de loisirs et de plaisance puissent s'organiser en conséquence et se déplacer sur une ou l'autre extrémité du port selon l'avancement des travaux.

Cette gêne est toutefois temporaire (4 mois environ) et permettra une amélioration des activités portuaires à long terme. Aussi, une bonne information des usagers sur l'organisation et le déroulé des travaux passant par une bonne signalisation, avant et pendant les opérations, permettra de réduire au maximum la gêne occasionnée pendant la phase de dragage.

Les effets des travaux sur les activités portuaires seront temporaires, localisés à l'enceinte portuaire mais de niveau modéré.

9.7.1.2. En phase de transit et d'immersion de sédiments

Durant la phase de travaux, une gêne temporaire liée à la perturbation du trafic maritime va être occasionnée par la présence des chalands, notamment en phase d'immersion des sédiments. Toutefois, l'expérience antérieure a montré que la présence des chalands ne perturbait pas le trafic, avec des temps d'immersion inférieurs à 10 minutes.

Les effets des travaux sur le trafic maritime seront temporaires, localisés et de faible ampleur.

9.7.2. Effets potentiels sur les activités de plaisance

Les incidences sur les activités humaines seront dues aux va-et-vient des chalands entre la zone de dragage et la zone d'immersion, et concerneront essentiellement la navigation des navires sur cette zone de transit.

Les navires (pêche, plaisance) seront prévenus des perturbations temporaires de la navigation sur la zone. Notamment ils seront informés de l'importance de ne pas gêner le chaland au moment de l'immersion des déblais de dragage, phase délicate des opérations. Les autorités maritimes et usagers seront informés du périmètre d'immersion et pourront en conséquence l'éviter lorsque la drague sera sur site ou en transit.

Les dragues devront être équipées de système de positionnement permettant l'enregistrement de l'ensemble des données capteurs avec un pas paramétrable.

Sur la zone d'immersion proprement dite, les travaux de clapage ne devraient pas perturber la circulation nautique car le site ne se trouve ni sur une zone d'attente des navires de commerce, ni sur une zone de servitude.

Toutefois, la drague ne sera pas en permanence sur le site d'immersion, l'opération de clapage proprement dite (présence de la drague sur le site d'immersion) dure environ 10 minutes.

Le périmètre d'immersion sera communiqué aux autorités maritimes et mentionné aux usagers. Les plaisanciers peuvent fréquenter la zone d'immersion. La présence de la drague par intermittence n'est pas pénalisante.

Les effets des travaux sur les activités nautiques de plaisance seront temporaires, localisés au secteur de transit et d'intensité faible.

9.7.3. Effets potentiels sur la pêche

L'immersion pourra engendrer une incidence sur les activités de pêches sur la zone d'immersion elle-même, d'une part par la présence du navire d'immersion (gêne à la navigation) et d'autre part par la perturbation temporaire des ressources halieutiques sur la zone. L'immersion des sédiments ayant un impact direct et négatif sur la ressource en poisson sur le secteur. Les nuisances sonores et visuelles du rejet des sédiments provoqueront très probablement la fuite des espèces présentes sur le site.

Un effet direct sur les populations de crustacés de grande profondeur est également à attendre. L'enfouissement engendré par la chute des sédiments sur le fond entraînera la mort ou des lésions chez certains individus. En revanche cet effet sera limité, du fait de la profondeur importante sur le site d'immersion et de la dilution importante au terme de la sédimentation des matériaux clapés, l'épaisseur de sédiment déposé au fond étant estimée inférieure à 1mm.

Notons que, comme énoncé précédemment, le risque de bioaccumulation de plusieurs contaminants présent dans les sédiments du port au cœur de la chaîne trophique est possible. Ce phénomène ne sera limité que par la mobilité des espèces pélagiques et la diffusion des particules fines.

Les effets des travaux sur les activités de pêche professionnelles seront temporaires et d'intensité modérée.

9.7.3.1. En phase exploitation

Le projet de déroctage du chenal d'accès au port de Port-Louis est inscrit dans le schéma global de réaménagement du port (travaux achevés en 2006). La présente étude a pour objet de poursuivre ce projet à l'échelle régionale en concertation avec les différents acteurs locaux : commune, association de pêcheurs, riverains, compagnie de transport, plaisanciers...

Les travaux de dragage permettront un meilleur fonctionnement des activités de pêche et de plaisance dans le port de Port-Louis, en facilitant la navigation et l'accès à toutes les zones du port départemental.

Ce projet s'inscrit dans une zone maritime et terrestre marquée par une activité portuaire préexistante et diversifiée (pêche, plaisance, loisirs) ; cette activité s'est renforcée depuis la fin des travaux d'extension mais reste fragile en raison des difficultés d'accès du port (hauts fonds dans le chenal d'accès).

Faciliter l'accès au port permettra de finaliser l'extension du port et ainsi renforcer les impacts socio-économiques du projet portuaire global. En effet, à l'égard du contexte urbain du site, l'extension du port est un élément visant :

- ▶ Diversification de l'activité portuaire : renforcement des capacités d'accueil des bateaux de plaisance, ouverture au trafic de passagers et au fret, développement des activités de pêche. Cette diversification permettra de redynamiser les activités économiques portuaires en créant de nouveaux emplois, directement et indirectement reliés aux nouveaux flux ainsi générés.
- ▶ Aménagement de la façade littorale : en concertation avec la mairie et le conseil régional, l'extension du port s'inscrit dans le cadre d'un projet visant à réconcilier la ville avec son littoral. Le déroctage du chenal d'accès faisant partie intégrante du projet d'extension du port, reste essentiel pour renforcer l'attractivité du site et ainsi poursuivre l'ouverture de la ville sur la mer.
- ▶ Développement du tourisme : le port étendu de Port-Louis permet d'assurer une continuité des points touristiques depuis la plage du Souffleur, en passant par le front de mer. L'accessibilité du port constitue un point de liaison incontournable vers et depuis l'extérieur.

La finalisation du chenal d'accès au port facilitera et sécurisera son accès, ce qui renforcera son attractivité touristique (plaisance, transporteurs) et les activités de pêche.

Les effets, en phase d'exploitation, sur les usages maritimes seront positifs, permanents et d'intensité modérée.

9.8. Effets potentiels sur la sécurité et la santé des personnes

9.8.1. Effets potentiels sur la sécurité des personnes en phase travaux

Les incidences potentielles sur la sécurité du site sont liées au respect des règles de sécurité du chantier.

Ainsi, l'importance de la mise en sécurité du chantier sera un point important à respecter par l'entreprise de travaux. Cela passera par l'obligatoire présence des éléments de sécurité à bord de la barge de dragage (bouées, gilets, etc.), du port des équipements individuels de sécurité par l'ensemble des personnes intervenant sur les travaux, ainsi que par la signalisation des travaux pour éviter que toute personne étrangère au chantier ne s'y introduise.

Le respect des consignes de sécurité du chantier réduira au maximum les risques d'accident.

9.8.2. Effets potentiels sur la santé des personnes en phase travaux

9.8.2.1. Effets potentiels sur la baignade

Le risque principal **théorique** réside dans l'effet d'altération de la qualité des eaux et plus particulièrement de contamination microbiologique des eaux de baignade par remobilisation d'agents pathogènes enfouis dans les sédiments de dragage.

Dans le cas présenté ici, l'éloignement est important du site de dragage et d'immersion des zones de baignade n'entraînent pas de risque sur la santé des baigneurs (respectivement les plus proches plages, situées à 5 et 8 km des zones de travaux).

9.8.2.2. Accidents de chantier

Les principaux effets sur la santé humaine sont liés aux accidents potentiels pouvant survenir sur le chantier de dragage : chute, noyade, blessures par les engins en présence sur les travaux lors de leur manipulation, fuite d'hydrocarbures dans le milieu.

Le respect des consignes de sécurité du chantier réduira au maximum les risques d'accident.

9.8.2.3. Bruit des travaux pour le voisinage

Le bruit ambiant sur le port n'a pas été mesuré, néanmoins il s'agit d'une zone relativement calme sans activité bruyante. Dans l'ensemble les ateliers de dragage génèrent peu de nuisance acoustique pour les riverains car les émissions sont atténuées par l'eau. Reste les émissions liées à la présence des excavateurs (pelle mécanique). Le niveau de puissance acoustique mesuré conformément aux méthodes et aux principes spécifiés par la directive 2000/14/CE, pour une pelle hydraulique de 70 tonnes est de 107 dB(A)⁶.

Les travaux seront réalisés de façon à limiter les niveaux acoustiques émis par le chantier : limitation des engins de chantier afin de respecter les seuils de voisinage, positionnement du matériel bruyant (groupe électrogène) loin des lieux d'habitation.

Pour des adultes exposés à un bruit important sur le lieu de travail, la limite de bruit est fixée aux niveaux de pression acoustique maximaux de 140 dB, et l'on estime que la même limite est appropriée pour ce qui concerne le bruit dans l'environnement. Dans le cas des enfants, en prenant en compte leur habitude de jouer avec des jouets bruyants, la pression acoustique maximale ne devrait jamais excéder 120 dB.⁷

Compte-tenu des émissions limitées et de l'éloignement des habitations, l'effet a été qualifié de modéré, direct, temporaire et faible pour les riverains, et négligeable pour la faune terrestre.

⁶ Source : note descriptive d'une pelle hydraulique Caterpillar 365C, utilisé lors des dernières opérations de dragage du département.

⁷Source : <http://www.bruitparif.fr> , <http://www.sante.gouv.fr> et <http://www.afsse.fr>

9.9. Effets potentiels sur le climat

9.9.1. En phase de travaux

La contribution du chantier à la pollution atmosphérique sera principalement liée à l'émission de polluants classiques provenant de la combustion des moteurs des engins nautiques et les émissions atmosphériques produites par les engins de chantier. Il s'agit :

- ▶ Des oxydes d'azote (NOx) générés par des combustions à haute température ;
- ▶ Du dioxyde de soufre (SO₂) qui a pour origine le soufre contenu dans les combustibles ;
- ▶ Du monoxyde de carbone (CO), des hydrocarbures (HC) et des composés organiques volatils (COV), issus d'une combustion incomplète qui provoquent une acidification du sol et une formation d'ozone dans les basses couches de l'atmosphère ;
- ▶ Des particules fines telles que suies et cendres, présentes dans le gas-oil.

Il convient de noter que plusieurs actions sont mises en œuvre par le Département pour rendre les travaux plus efficaces et limiter la durée des opérations de dragage et donc les émissions de gaz à effets de serre associées, à l'origine du réchauffement climatique. Par exemple :

- ▶ Le choix d'un clapage en mer à la place d'un stockage à terre, permet d'éviter de très nombreuses rotations de camions du point de dragage au site de stockage :
 - La capacité des barges fendables utilisées en Guadeloupe est de 415 m³. Néanmoins, au vu des contraintes liées à l'accès au port et aux problématiques éventuelles de surverse, les chargements seront limités à 90 % de la capacité totale du navire utilisé soit environ 370 m³. Ainsi, pour les opérations de clapage, il a été considéré qu'une centaine d'allers-retours seraient nécessaires pour évacuer l'intégralité des matériaux.
 - A titre de comparaison, un camion transportant des matériaux pouvant circuler sur le réseau viaire de Guadeloupe, ne peut transporter plus de 50 m³. Le nombre de rotations nécessaire pour évacuer la même quantité de matériaux est de plus de 900 rotations de camion. Notons par ailleurs que la carrière la plus proche est celle de Petit Canal. La distance à celle-ci est de plus de 14 km. Ainsi, le choix du clapage est un choix rationnel tant en termes de rotations de navire que du nombre de tonnes transportées par kilomètre. Cette différence très significative a pour conséquence une réduction sensible des émissions de CO₂.
- ▶ Ce choix a pour conséquence de réduire significativement les émissions de CO₂ ainsi que les nuisances associées au transport routier (bruit, vibration, odeur, perturbation du trafic, etc.).
- ▶ Le choix d'une zone d'immersion à proximité de la zone draguée, permet d'optimiser le nombre d'allers-retours des barges et ainsi de limiter la distance parcourue en mer ;
- ▶ L'utilisation de matériel présent localement permettant d'éviter les amenés et replis de matériel loin de la zone d'intervention ;

Par conséquent, les émissions des gaz à effets de serre induites par l'augmentation du trafic routier liée au chantier ne seront pas significatives. En effet, aucun axe routier ne sera emprunté durant toute la durée du chantier à l'exception des trajets dédiés au transport des groupes électrogènes et des consommables.

L'incidence sur le climat et la qualité de l'air est donc qualifiée de négative, directe, temporaire et négligeable pendant les travaux.

9.9.2. En phase d'exploitation

Les travaux de dragage et de déroctage de la passe d'entrée du port de Port-Louis ont pour vocation de permettre l'accueil de navire à passagers ainsi que de faciliter l'accès au port à des voiliers ayant un tirant d'eau de l'ordre de 2,50 m. Seuls les mouvements des navires à passagers généreront des émissions de gaz à effet de serre. Celles-ci augmenteront proportionnellement au niveau de service envisagé. Dans le cas où l'activité envisagée est similaire à celles observées sur les ports à passagers du Département, il y aura 2 à 3 rotations par jour dans le cas d'un transport dédié à la Guadeloupe. Le nombre de rotations serait moindre dans le cas d'une desserte des Îles du Nord.

Notons également que la réalisation des travaux permettant l'accès au port d'une navette maritime permet, dans le cas où le service est mis en place, un report modal. L'impact positif des navettes, lié au report modal, est proportionnel au nombre de voyageurs estimé sur chaque itinéraire (il s'agit du potentiel maximum par jour). L'étude de définition du projet réalisé par EGIS en juillet 2015, identifiait un report modal pouvant aller jusqu'à 200 personnes par jour sur l'itinéraire Port-Louis – Bergevin.

Par ailleurs, l'augmentation du tirant d'eau permettra d'accueillir des événements nautiques du type du Défi de l'atlantique. Cette manifestation a pour vocation de faciliter le retour par la mer vers la métropole des Class40 et d'éviter les retours par cargo et par conséquent les émissions liés aux transports.

L'incidence sur le climat et la qualité de l'air est donc qualifiée de négative, directe, permanente et faible pendant la durée d'exploitation des équipements.

9.10. Synthèse des effets potentiels des dragages et des immersions sur l'environnement

Les figures suivantes synthétisent les impacts effectifs sur le projet d'aménagement de Port-Louis.

CONSEIL DEPARTEMENTAL DE LA GUADELOUPE
TRAVAUX DE DRAGAGE DU PORT DE PORT-LOUIS (GUADELOUPE)
DOSSIER D'AUTORISATION AU TITRE DES ARTICLES L214-1 A L214-6 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT



GEODE



Non concerné par le projet

Contexte et enjeux des opérations de dragage et immersion

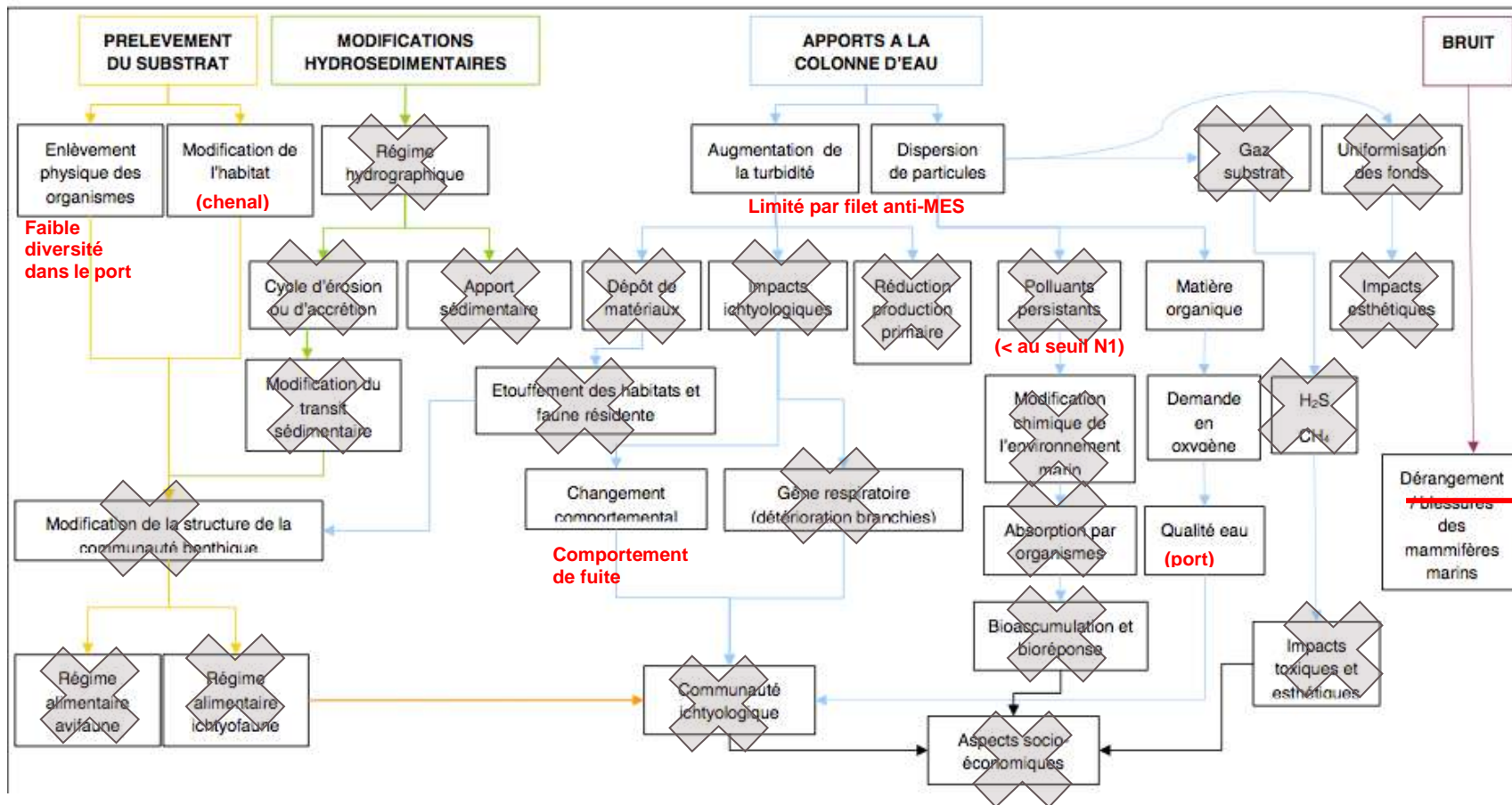


Figure 76 : schéma de synthèse des effets potentiels des dragages sur l'environnement extrait du guide de GEODE

CONSEIL DEPARTEMENTAL DE LA GUADELOUPE
TRAVAUX DE DRAGAGE DU PORT DE PORT-LOUIS (GUADELOUPE)
DOSSIER D'AUTORISATION AU TITRE DES ARTICLES L214-1 A L214-6 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT



GEODE

Contexte et enjeux des opérations de dragage et immersion

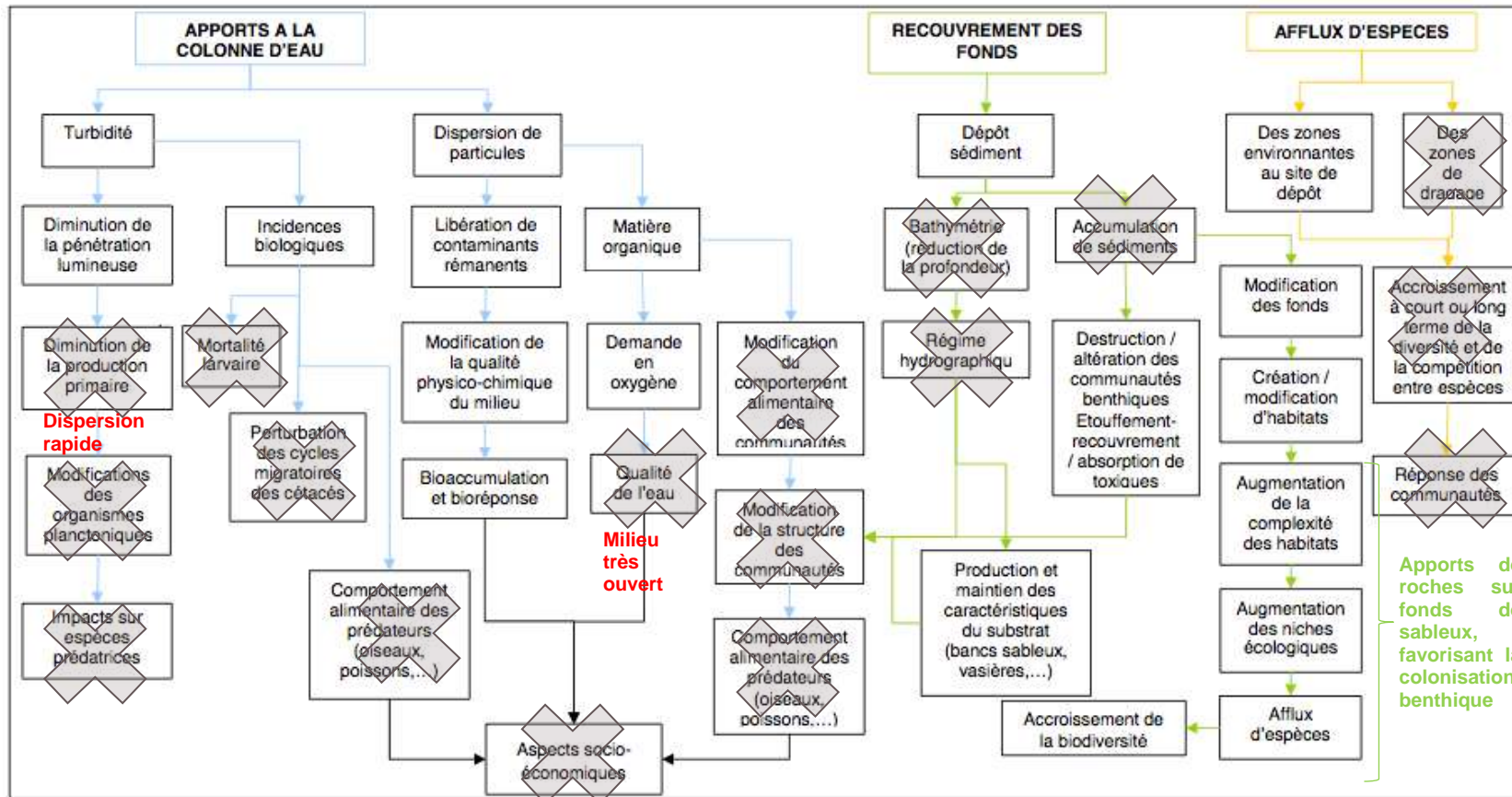


Figure 77 : schéma de synthèse des effets potentiels des immersions sur l'environnement extrait du guide de GEODE

CONSEIL DEPARTEMENTAL DE LA GUADELOUPE
TRAVAUX DE DRAGAGE DU PORT DE PORT-LOUIS (GUADELOUPE)
DOSSIER D'AUTORISATION AU TITRE DES ARTICLES L214-1 A L214-6 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

Tableau 14 : tableau de synthèse des incidences avant et après la mise en œuvre des mesures « éviter, réduire »

Composante	Nature	Incidence AVANT Mesures « Eviter, Réduire »	Mesures « Eviter, réduire » mises en œuvre	Incidence APRES Mesures « Eviter, Réduire
Qualité des matériaux	Modification de la qualité des matériaux par dépôt de matériaux de qualité différente	Incidence modérée, sur moyen-terme		Incidence modérée, sur moyen-terme
	Modification de la qualité des eaux par remise en suspension de matériaux et de contaminants potentiellement associés	Incidence modérée, temporaire	Mise en place de 2 dispositifs anti-MES limitant la dispersion des particules	Incidence faible, court-terme
Benthos / Algues / Flore aquatique	Prélèvement du benthos / des algues / de la flore aquatique avec les matériaux lors des dragages	Incidence faible du fait de l'absence de benthos		Incidence faible
	Recouvrement du benthos / des algues / de la flore aquatique par les dépôts de matériaux lors des immersions	Incidence inconnue en l'absence de données	Décalage du point d'immersion sur un secteur recensé par une campagne KARUBENTHOS 2 montrant un site constitué très majoritairement de vase	Incidence faible selon données KARUBENTHOS 2 car site vaseux et pas d'épifaune observée
	Destruction de colonies coralliennes protégées lors du déroctage	Incidence forte permanente	Décalage du chenal d'accès sur un secteur sans espèces protégée.	Incidence nulle
	Destruction d'autres colonies coralliennes lors du déroctage	Incidence modérée permanente	Transplantation des colonies coralliennes restantes sur un secteur approprié	Incidence faible
	Exposition du benthos / des algues / de la flore aquatique à une modification des caractéristiques physiques, chimiques ou biologiques du substrat.	Incidence modérée, à moyen-terme		Incidence modérée, à moyen-terme
Ichtyofaune	Exposition de l'ichtyofaune à des émissions sonores générées en phase travaux.	Incidence modérée, temporaire	Processus soft-start	Incidence faible
	Exposition de l'ichtyofaune à une modification de la qualité des eaux	Incidence modérée, temporaire	Rideau de bulles, protégeant de la dispersion des particules et atténuant les ondes sonores (-12 dB)	Incidence faible

CONSEIL DEPARTEMENTAL DE LA GUADELOUPE
TRAVAUX DE DRAGAGE DU PORT DE PORT-LOUIS (GUADELOUPE)
DOSSIER D'AUTORISATION AU TITRE DES ARTICLES L214-1 A L214-6 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

Mammifères marins	Exposition des mammifères marins à des émissions sonores générées en phase travaux.	Incidences fortes, temporaires mais probabilité faible	Processus soft-start Rideau de bulles (-12 dB) Observateurs en mer	Incidence faible
	Exposition des baleines à bosse en période de migration	Incidences fortes, temporaires probabilité forte	Evitement de la période de migration. Travaux prévus en juin 2023	Incidence négligeable
	Perturbation des mammifères marins avec risque de collision	Incidence modérée, temporaire	Faible vitesse de navigation	Incidence similaire

10. Analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus

Sur le port, des travaux d'aménagement terrestres, des terre-pleins sont envisagés à court terme. Dans le but de favoriser son développement, le Conseil Départemental entend poursuivre l'aménagement du port par la mise en œuvre d'installations et de structures à destination des marins-pêcheurs leur permettant d'exercer leurs activités à terre dans de bonnes conditions. Les projets envisagés intègrent notamment une zone de gestion opérationnelle avec la construction d'un bâtiment de type R+1 (surfaces de 60 m² pour le rez-de-chaussée et de 68 m² à l'étage au niveau R+1), ainsi que la réalisation de boxs pour les marins pêcheurs et un abri pour le ramendage. Le montant prévisionnel des travaux est de **1 323 284 € HT**.

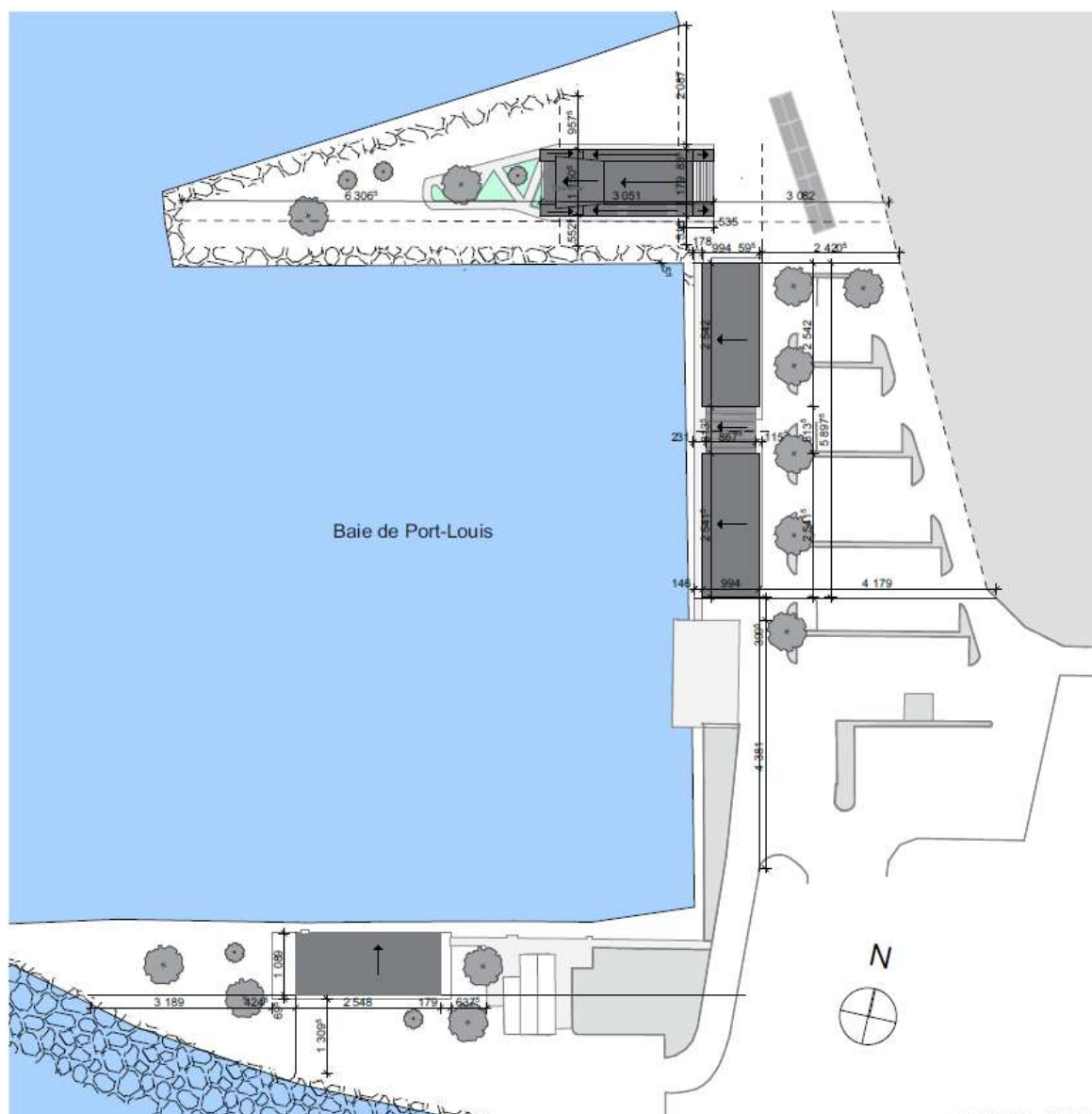


Figure 78 : Plan masse des aménagements terrestres



Figure 79 : Illustration graphique du bâtiment en projet qui sera construit sur le terre-plein central du port (source : SAS B&M ARCHITECTURE 2022)

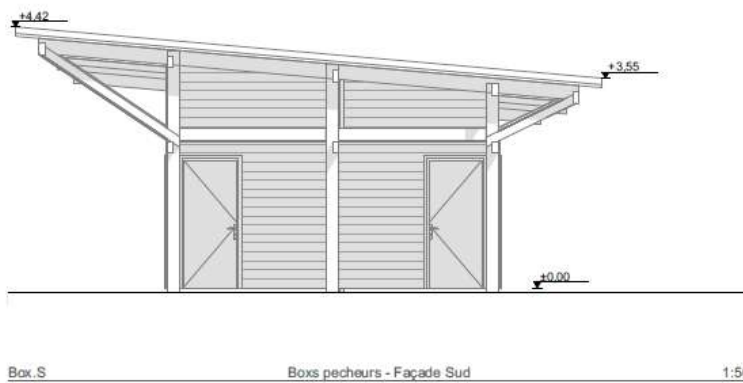
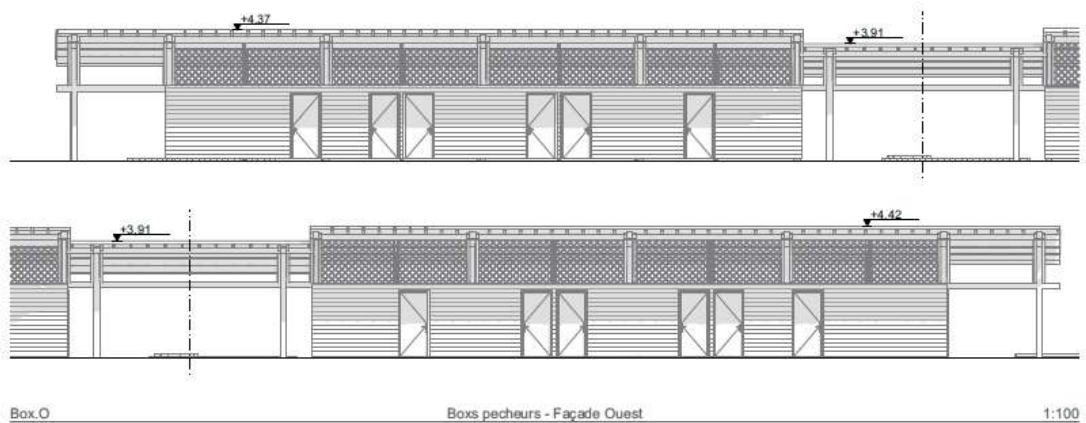


Figure 80 : Coupes du principe d'aménagement des boxs des marins pêcheurs

CONSEIL DEPARTEMENTAL DE LA GUADELOUPE
TRAVAUX DE DRAGAGE DU PORT DE PORT-LOUIS (GUADELOUPE)
DOSSIER D'AUTORISATION AU TITRE DES ARTICLES L214-1 A L214-6 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

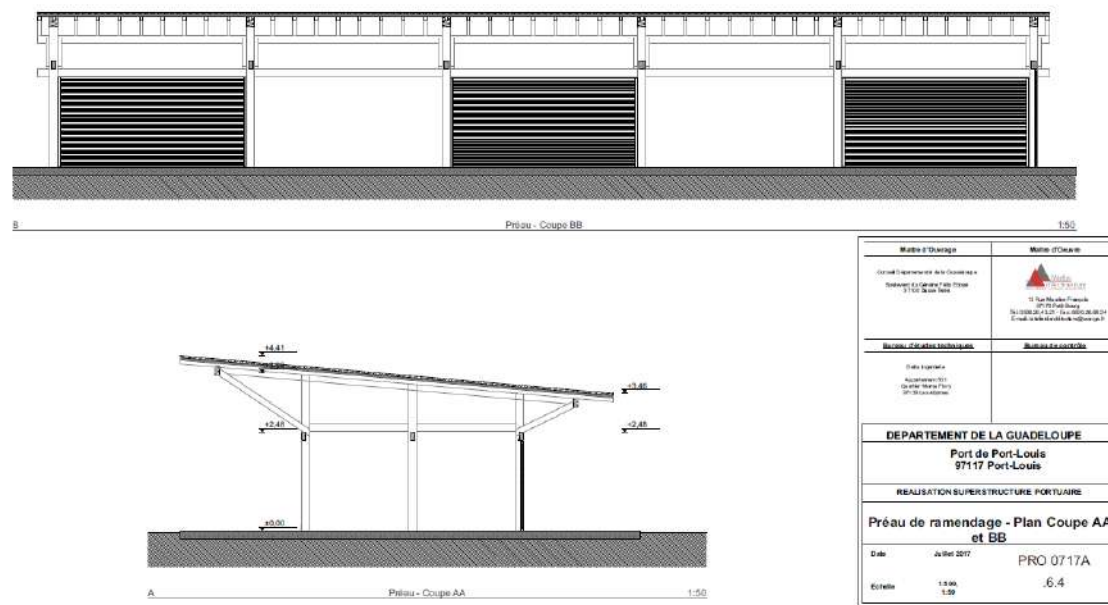


Figure 81 : Coupes de principe de la zone de ramendage

Le planning prévisionnel de l'opération est le suivant :

- ▶ Démarrage : 1er trimestre 2023 ;
- ▶ Travaux de terrassement / gros-œuvre : 1er semestre 2023 ;
- ▶ Livraison des équipements dédiés aux marins pêcheurs (boxs et zone de ramendage) : juin 2023 ;
- ▶ Livraison du bâtiment principale : octobre 2023 ;

Les travaux qui seront effectués sur le terre-plein peuvent avoir des incidences qui se cumulent avec les travaux de dragage/déroctage. Les effets cumulés sont précisés dans les paragraphes suivants :

- ▶ Incidence sur la qualité de l'eau :

Lors des travaux de construction, il y a un risque de pollution des eaux de ruissellement avec l'émission de poussières générée lors des travaux ainsi que les rejets accidentels des installations. En effet, lors des opérations de terrassement, en période de fortes pluies, les eaux chargées en matières en suspension se rejettent dans le bassin du port et provoqueront l'augmentation de la turbidité de l'eau de mer. Néanmoins, la période de terrassement est prévue d'être finalisée fin mars, soit 4 mois avant le début des opérations de dragage. Ainsi, ce projet n'aura pas d'effet cumulatif avec le projet de dragage/déroctage du port.

- ▶ Incidence sur l'avifaune :

Les principales incidences du projet sur les oiseaux, sont les suivantes :

- Dérangeant des individus par le bruit et les vibrations des engins de chantier, par les envois de poussières et par le dérangeant visuel ;
- Risque de collision d'individus avec les véhicules de chantier.

Les incidences sur les oiseaux sont considérées comme moyennes à faibles pendant la durée des travaux d'aménagement des terre-pleins. Les oiseaux peuvent en effet, de part leur capacité de déplacement d'une part, s'éloigner du site lors de la phase travaux ainsi éviter les collisions avec des véhicules de chantier et d'autre part, retrouver aisément des zones qui leur sont favorables à proximité (présence de zones boisées, de prairies, de jardins à proximité des travaux).

Rappelons que seuls les travaux de finalisation de la capitainerie seront concomitants aux travaux de dragage/déroctage du port de Port-Louis. La finalisation, consistera principalement en des finitions qui ne généreront peu voire pas de nuisance sonore à l'extérieur du bâtiment. Ainsi, les effets cumulés, sont très faible à nul.

► Impacts sur la qualité de l'air

Les travaux sont susceptibles d'impacter la qualité de l'air en causant l'envol de poussière lors de la phase de terrassement, ainsi que pendant le transport des matériaux avec la production de gaz d'échappement par les engins de chantier. Cependant, seules les premières phases de terrassement et d'approvisionnement de matériaux seront susceptibles d'impacter significativement la qualité de l'air. Par conséquence, les effets cumulés des travaux sur la qualité de l'air sont estimés à faible voire nul.

► Impacts sur l'environnement sonore

Les nuisances sonores produites par la construction du chantier durant toute la période des travaux seront gênantes pour les alentours de la zone. Cependant, comme pour les incidences sur la qualité de l'air, les effets cumulés liés aux travaux seront limités car la période de coactivité étant limitée à la période de livraison du bâtiment principale. Notons par ailleurs, que le bruit induit par les engins (camion de livraison, chariot élévateur, petit matériel, ...) ne sera une source de gêne que durant des périodes limitées à des heures où il se mêlera aux bruits engendrés par les travaux de dragage/déroctage.

Afin de prévenir tous effets cumulés entre le projet de dragage et d'immersion et d'autres projets en cours, nous nous sommes également rapprochés de la DEAL de la Guadeloupe afin d'avoir une vue des projets connus, soit :

► **Ceux ayant fait l'objet d'une étude d'impacts :**

Au regard des projets énoncés sur le site internet de la DEAL de la Guadeloupe, mis à jour au fil des avis rendus, **il s'avère qu'il n'y aucun projet connu dans le secteur d'étude** entre 2019 et 2021 (Source : Site de la DEAL de la Guadeloupe pour les avis environnementaux rendus entre 2019 et 2021) :

► **Ceux ayant fait l'objet (entre 2019 et 2021) d'une procédure d'autorisations ou de déclarations au titre de la Loi sur l'Eau :**

- **Pose de 8 vis d'ancrage - Plage du Port de pêche** ayant fait l'objet d'une procédure d'Autorisation Environnementale ([Arrêté n°2018-354DEAL/MDDEE](#))
- **Projet de centrale photovoltaïque au sol sur l'ancienne décharge** Le renforcement du quai 13 du port de Jarry à Baie-Mahault a fait l'objet d'une procédure de Déclaration Loi sur l'Eau (Avis délibéré 2019APGUA2de de la MRAE Guadeloupe du 24 Mai 2019).

Seuls les travaux de pose de vis d'ancrage, réalisés à proximité directe du port (plage du port de pêche au nord) (dates de réalisation des travaux non connus) ne sont pas susceptibles de cumuler certaines incidences, sauf si ces travaux sont réalisés simultanément. En effet, la problématique principale vient notamment du bruit sous-marin engendré en phase de travaux par l'enfoncement des vis dans le sédiment. Un effet cumulatif est possible seulement si les travaux se déroulent sur la même période, provoquant une augmentation des émissions sonores. Si ce n'est pas le cas, cela entraîne seulement une continuité dans le bruit émis, pouvant provoquer une gêne continue pour certaines espèces, notamment les mammifères marins.

Du point de vue de la turbidité, l'effet cumulatif des travaux présentés précédemment n'est pas susceptible d'entraîner une modification de la turbidité naturelle de l'eau, qui est déjà élevée sur ce secteur toute l'année, du fait de l'exposition aux houles de Nord et des alizés une moitié de l'année. Dans la plupart de ces travaux, la mise en place de barrière anti-MES permet de limiter la propagation de matières en suspension.

11. Esquisse des principales solutions de substitution examinées

11.1. Variante dans le plan de dragage

Le plan de dragage a été défini par le choix de la cote de dragage à - 3,5 m CM sur plan d'eau. Ces cotes d'exploitation ont été définies au regard des besoins des activités du port de Port-Louis, avec le projet potentiel de trajets de navettes maritimes inter-îles.

Le plan de dragage sera affiné suite à la réalisation d'une bathymétrie d'avant dragage. Ce choix de cote de dragage a été pris en fonction des besoins des usagers du port, raison principale de la réalisation de ces travaux.

11.2. Solutions de substitution examinées

Ce chapitre vise à mettre en évidence, lorsqu'elles existent, les différentes options envisagées d'implantation, de choix de périmètre, notamment la gestion et/ou la valorisation des sédiments par l'exploitant. Il expose également les éléments qui ont conduit à la validation du projet, eu égard aux effets sur l'environnement ou la santé humaine.

11.2.1. Solutions de substitution examinées pour le tracé du chenal

L'analyse des solutions envisagées a porté en partie essentiellement sur la définition du tracé du chenal. L'analyse et le choix du tracé a relevé de considérations liées à :

- ▶ La capacité d'accueil port et la définition du bateau de projet par la maîtrise d'ouvrage ;
- ▶ Les standards de dimensionnements internationaux ;
- ▶ La protection de certaines espèces coralliennes.

Lors de l'élaboration du projet, le Département a fait évoluer progressivement son projet de tracé du chenal. Trois principaux scénarios ont été envisagés :

- ▶ Scénario 1 : tracé historique envisagé lors de la création du port ;
- ▶ Scénario 2 : tracé respectant les règles de dimensionnement de chenal préconisées dans les guides internationaux ;
- ▶ Scénario 3 : tracé optimisé permettant de conserver une navigabilité acceptable pour les usages actuels et de préserver de nombreuses colonies coralliennes.

Le tableau ci-dessous synthétise l'évolution du projet depuis 2009 selon les différents scénarii envisagés.

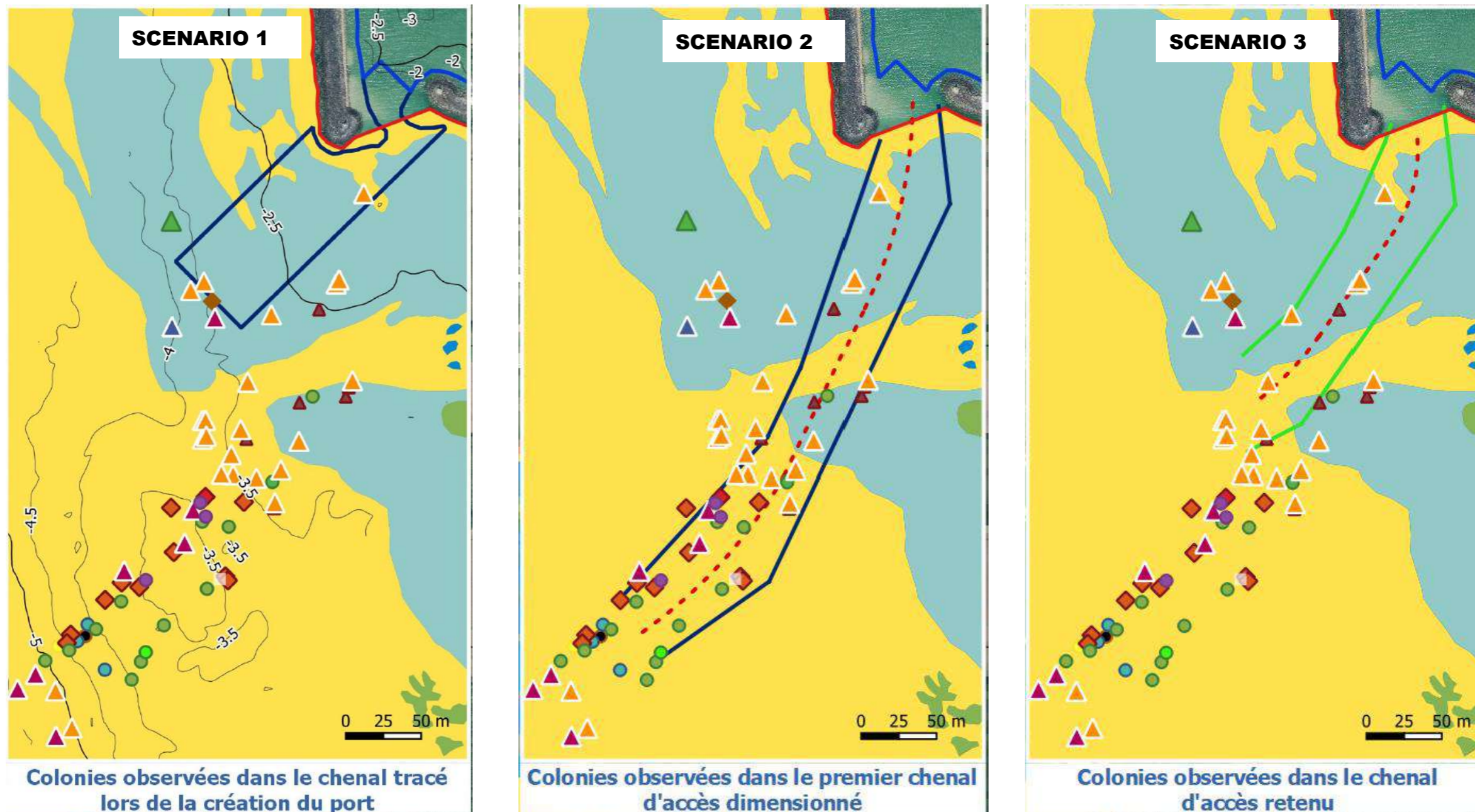
Il est à noter que le projet a été modifié de manière conséquente, afin de :

- ▶ Prendre en considération les contraintes de navigabilités ;
- ▶ Réduire les surfaces de déroctages ;
- ▶ Prendre en considération les espèces protégées (*Orbicella*).

Tableau 15 : tableau comparatif des scénarios envisagés pour le chenal d'accès

Scénario étudié	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Longueur du chenal	187 m	410 m	230 m
Surfaces du chenal	9 600 m ²	20 380 m ²	11 900 m ²
Standard international (dimensionnement du chenal)	Ne répond pas aux standards internationaux	Répond aux standards internationaux au regard du bateau de projet	Ne répond pas aux standards internationaux mais est en adéquation avec les usages actuels
Volume de dragage/déroctage	11 240 m ³	12 247 m ³	12 017 m ³
Nombre de colonie coralliennes impactées	4	27	9

Le scénario retenu correspond à la solution (**scénario 3**).



- Colonies observées**
- ▲ Bloc rocheux colonisé
 - Colpophyllia natans
 - ▲ Dichocenia stokesii
 - Diploria labyrinthiformis
 - Montastrea cavernosa
 - ◆ Orbicella annularis
 - ◆ Orbicella faveolata
 - Porites asteroides
 - Porites furcata
 - Porites porites
 - ▲ Pseudodiploria strigosa
 - Siderastrea siderea
 - ▲ Solenastrea bournoni
 - ▲ Agaricia spp
 - ◆ Corps-morts

Figure 82 : présentation des scénarios envisagés pour le chenal d'accès

11.2.2. Solutions de substitution examinées pour la destination des sédiments dragués

Tout d'abord, il est important de préciser que les sédiments dragués deviennent des déchets, à partir du moment où ceux-ci doivent aller vers une filière à terre.

D'ores et déjà, l'exportation des sédiments vers la métropole en vue d'un traitement ou d'une valorisation est également prohibitive et ne peut être envisagé à l'heure actuelle.

Ensuite, il convient de distinguer la **valorisation** et le **stockage** qui sont deux processus différents.

❖ **Valorisation à terre :**

La valorisation des sédiments portuaires n'est possible uniquement lorsque ceux-ci présentent des caractéristiques mécaniques suffisantes et / ou sont peu susceptibles d'être contaminés tels que les sables, graviers, galets et autres minéraux solides. Ils peuvent être ainsi valorisés pour du rechargement de plage, du remblaiement ou pour l'amendement des sols par exemple.

Les sédiments du port de Port-Louis présentent un dépassement léger du seuil N2 en métaux lourds (Cuivre) et un dépassement de certains seuil N1 pour les HAP. Par ailleurs, aucun site n'est actuellement présent dans les Antilles pour stocker provisoirement les matériaux notamment dans l'attente du ressuyage.

Dans le même temps, la place sur le port (3 600 m²) n'est pas suffisante pour mettre en place des zones de stockage temporaire : seulement 6 000 m³ pourraient être valorisés mais les contraintes techniques de stockage, associées aux incidences négatives du transport (émissions de gaz à effet, incidences sur le paysage portuaire, la faune-flore terrestre) ne sont pas jugées pertinentes par le Maître d'Ouvrage. Le stockage à terre entraînerait des contraintes et des incidences négatives importantes qui ne sont pas à la hauteur des volumes considérés (6 000 m³).

La première solution proposée par le pétitionnaire est une valorisation partielle des matériaux déroctés (roches entre 20 et 50 cm) tenant compte des contraintes de stockage et de ré-utilisation comme matériau de renforcement d'ouvrages maritimes existants (de type digue portuaire) pour une surface de **1000m²** (soit **un volume de 1500-2000 m³**) et une durée de **1 an de stockage**.

Même si le seul volume dérocté était pris en considération (soit 12 000 m³), il est nécessaire de disposer d'une superficie estimée de 4 000 m² sur lesquels les stocker. Le stockage d'un tel volume sur une telle superficie nécessite la réalisation d'études techniques à part entière afin de :

- juger des caractéristiques géotechniques du sol (risque d'affaissement ?) au vu des volumes ;
- juger de la naturalité du site et des espèces faunistiques et floristiques en présence ;
- définir les moyens techniques et logistiques de mise en place d'une plate-forme.

L'autre solution possible sera l'utilisation de ce volume pour des projets d'aménagement **synchrones** (aménagement de voeries, remblais, etc..) à proximité directe de Port-Louis, qui ne nécessiterait pas de stockage à terre mais un envoi direct à la sortie de l'eau vers un autre chantier en cours au même moment. A notre connaissance, le Conseil Départemental ne possède aucun projet nécessitant ses volumes dans le planning considéré (entre juin et décembre 2023) mais ce dernier est susceptible d'évoluer.

❖ **Stockage/traitement :**

Les filières communément utilisées pour l'élimination des sédiments sont l'enfouissement en centre de stockage de déchets inertes (classe III), non dangereux (classe II) ou dangereux (classe I).

Le choix de l'installation est dicté par les résultats de la caractérisation physico-chimique du sédiment et les critères d'acceptabilité définis dans l'arrêté préfectoral autorisant l'exploitation de l'installation de stockage.

Actuellement la société SITA Espérance (Sainte-Rose) exploite une Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND) qui est « techniquement » en mesure de recevoir ces déchets portuaires.

En tant que centre de Classe II, des tests de lixiviation sont nécessaires et les seuils d'admission retenus sont ceux de la décision du conseil européen n°2003/33/CE du 19 décembre 2002 qui sont utilisés. Ces tests complémentaires devraient alors être faits pour s'assurer de la possibilité de mise en décharge.

Toutefois, pour pouvoir être stockés dans cette installation (sous réserve que cela soit possible), il est nécessaire au préalable que les sédiments dragués soient déshydratés, pour les rendre pelletables et transportable.

La mise sur une plateforme de dépôt provisoire à proximité du port a été envisagée par le Conseil Départemental mais au vu des volumes (sédiments + roches estimés à 50 216 m³, cela représenterait une superficie de stockage de 16 000 m² (1,6 hectares).

Il est important de souligner que du fait de la nature des fonds (sable + roche calcaire), la déshydratation entraîne la séparation des sous-produits du déroctage et des matériaux sableux. Ainsi, deux plateformes distinctes doivent être mise en place et deux types d'engins de dragages sont nécessaires pour différencier ces deux opérations.

Méthodologie

La solution de traitement à terre des sédiments implique de revoir l'ensemble de la méthodologie initialement prévue. En effet, cela nécessite d'utiliser des moyens de dragage supplémentaire au ponton et à la pelle mécanique (envisagée ici pour le dragage).

Dans le cadre d'un traitement à terre des sédiments, il est alors nécessaire d'avoir recours à une drague hydraulique stationnaire qui refoule la mixture (eau + sédiment) au travers de conduites vers le centre de traitement / dépôt situé à terre et à proximité de la zone de dragage (terre-plein du port par exemple).

La mixture est par la suite injectée dans des chaussettes en géotextiles (Géotubes©), solution technique la moins longue et la moins coûteuse à mettre en œuvre en Guadeloupe pour déshydrater des sédiments.

Ces systèmes de Géotubes© sont entreposés dans un casier étanche. Des polymères (floculant) doivent être ajoutés afin de permettre la floculation des sédiments et éviter que ceux-ci ne traversent le géotextile.

Les eaux issues du ressuyage des sédiments seront collectées et éventuellement traitées si besoin en cas de contamination, avant rejet dans le milieu naturel.



Figure 83 : Illustration de géotubes remplis

La gestion à terre des sédiments demande une superficie importante à proximité directe du lieu de dragage.

A titre d'exemple, la mise en Géotubes© de 45 000 m³ de sédiments sur un port en Allemagne (Husum) a nécessité une emprise de 15 000 m².

On peut donc estimer que la superficie nécessaire pour déshydrater les 17 395 m³ serait d'environ 7 000 m² de terre-plein.

La mobilisation d'une telle superficie à proximité du port ne paraît pas envisageable pour le moment en l'absence de foncier de disponible : la superficie mobilisable est de l'ordre de 2 800m² au droit de la zone plaisance et de 2 000m² entre l'espace pêche et plaisance. Pour des raisons techniques et d'exploitation du port, le terre-plein principal ne peut pas être mobilisé.



Figure 84 : Illustration du chantier de Husum (géotubes à gauche de la photo).

❖ Estimations financières

Les opérations de dragage et de déshydratation des sédiments (hors roches) sont estimées à environ 1 220 000 € pour 17 400 m³.

Une fois les sédiments déshydratés, ils peuvent être envoyés en ISDND si les critères d'admission sont respectés.

Le coût estimé de l'enfouissement de sédiments portuaires sur le site de SITA Espérance est de 102€/tonne (données SITA Espérance). On peut estimer à 31 000 tonnes, la quantité de sédiment qui seront enfouis. Cela représenterait un coût d'environ 3 160 000 €. Ces données devront être affinées avec SITA espérance, notamment en fonction des critères d'admissibilité.

Ainsi, le coût global de l'opération de dragage, la mise en Géotubes©, l'évacuation vers la décharge (transport) et l'enfouissement représenterait donc un montant de 4 380 000 €. Ce coût n'inclue pas le traitement des eaux de ressuyage. A cela s'ajoute le cout du déroctage et du clapage des matériaux rocheux ou de la valorisation des sous-produits du déroctage qui est de l'ordre de 2 000 000 €.

Par conséquent, la réalisation de tels travaux pour un seul dragage (« one shot ») paraît disproportionnée techniquement et financièrement. Il sera nécessaire de phaser les travaux en plusieurs opérations distinctes, allongeant considérablement la durée des travaux et les impacts associés.

❖ **Durée des travaux avec déshydratation des sédiments**

12 mois

❖ **Analyse multi-critères**

Tableau 16 : comparaison entre l'immersion en mer et le traitement à terre des sédiments

	Immersion en mer	Traitement à terre
Coût	2,3 M€	6,4 M€
Durée des travaux	4 mois	12 mois
Impacts sur l'exploitation du port	Léger impact sur le trafic maritime et sur l'exploitation du plan d'eau. Peut être géré par un phasage des travaux. (135 aller/retour de la barge)	Emprise foncière des installations sur les Terres pleines du port. Conflit d'usage. Impact sur la circulation routière (2 500 rotations de camions)
Impacts sur le trafic routier	Néant.	Impact fort lors de l'évacuation des déchets vers le site d'enfouissement.
Impact sur le milieu naturel	Très forte remise en suspension des sédiments et pollution avérée sur le site de clapage. Incidence sur les fonds marins	Forte remise en suspension des sédiments en zones portuaires lors du dragage. Rejet des eaux de ressuage Pollution atmosphérique du fait de la rotation des camions
Impact paysager	Néant.	Néant, car le stockage ne peut se faire sur le site du port.
Nuisance olfactive	Si elle existe, nuisance ponctuelle et temporaire le temps de l'extraction.	Nuisance importante lors de la déshydratation des sédiments.

Dans le cadre de la révision complète de sa stratégie de gestion des ports départementaux, le Conseil Départemental a engagé des réflexions en interne auprès de différents prestataires pour le développement d'une filière locale de stockage et d'économie circulaire afin de valoriser au mieux les sédiments de dragage. Néanmoins, en l'absence d'une filière structurée, il reste très complexe, voire impossible de valoriser les sédiments dragués.

❖ Choix du site d'immersion :

Le site d'immersion des sédiments portuaires a été choisi selon un ensemble de contraintes environnementales (type d'habitats sur le fond, richesse et diversité écologique des fonds marins, dispersion du panache turbide selon les courants) mais aussi techniques (distance du point à la côte vis-à-vis des allers-retours de la barge).

Du point de vue des contraintes environnementales, le choix du site a été fait sur la base des données écologiques disponibles (exclusivement à partir des données KARUBENTHOS 2 qui sont les seules disponibles en grande profondeur).

Le secteur au Nord de Port-Louis et au large de Anse-Bertrand (encadré vert), celui au sud-ouest de Port-Louis (encadré violet) et à l'Est (encadré rouge) ont été évités car les données récoltées par la campagne scientifique montraient la présence de substrats durs avec une forte diversité spécifique sessile (hydraires, gorgones, spongiaires) mais aussi vagile (crustacées, échinodermes, poissons).

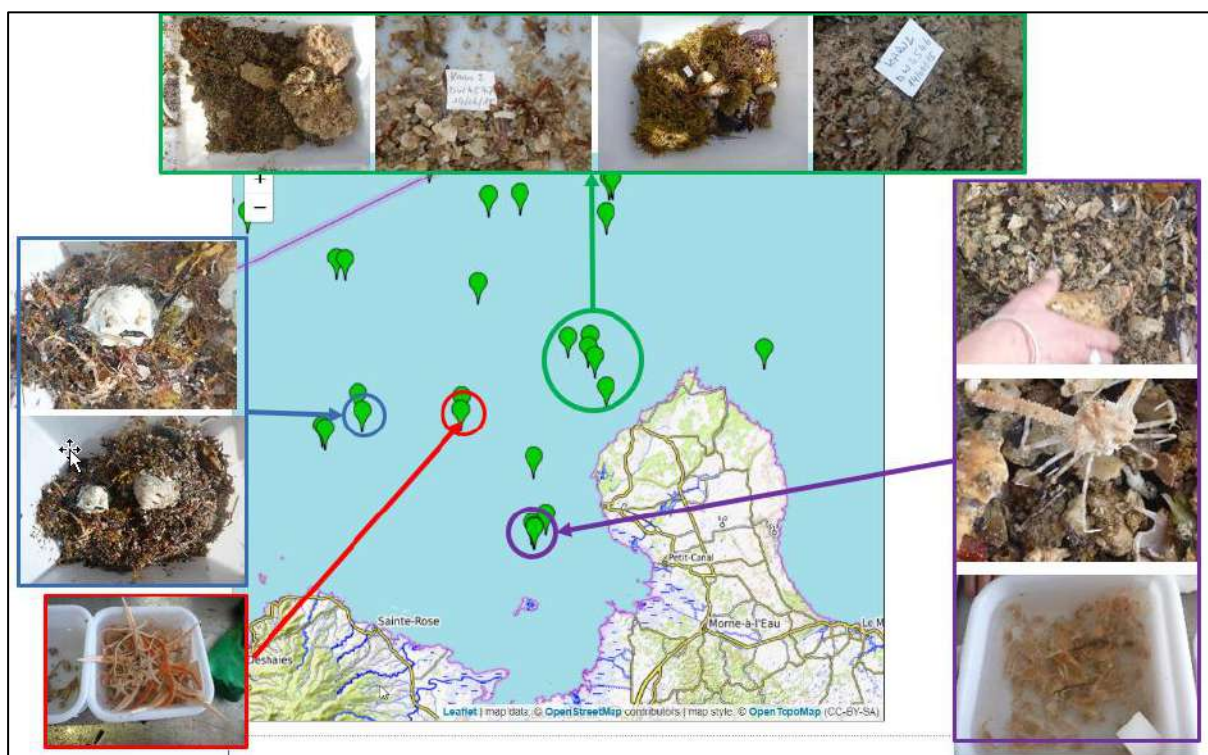


Figure 85 : extrait des images des échantillons prélevés lors de la mission KARUBENTHOS 2

Seuls deux secteurs (encadré orange et jaune) semblent présenter des plaines homogènes de vases pures, dépourvues de zones rocheuses denses. La station la plus isolée a été retenue (encadré jaune) comme point d'immersion des sédiments portuaires. Il est en outre compatible avec les contraintes techniques du projet (moindre distance à la côte).



Figure 86 : extrait des images des échantillons prélevés lors de la mission KARUBENTHOS 2 à proximité de la zone de clapage

12. Compatibilité du projet avec les documents de planification

12.1. Schéma de mise en valeur de la mer (SMVM)

Le port de Port-Louis est reconnu comme à vocation majeure de pêche professionnelle, mais considéré comme polyvalent. Il fait partie des principaux ports de pêche locale sur lesquels des extensions et aménagements portuaires seront effectués (SMVM, 2011, fiche descriptive n°55).

Le Schéma d'Aménagement Régional et le Schéma de Mise en Valeur de la Mer ne font pas mention des opérations de dragage pour l'entretien des ports à proprement parler.

Notons également que le SMVM, au sein de l'Orientation 3, prévoit l'amélioration du fonctionnement des ports et leur développement, afin de concentrer efficacement les efforts pour réaliser les équipements et aménagements de mise à niveau pour les principaux ports de pêche.

Si les projets de dragage des ports ne sont pas décrits dans le SMVM, ils font toutefois partie des aménagements nécessaires au bon fonctionnement et au développement des ports, notamment par le maintien de l'accessibilité de ces derniers aux navires de pêches et de transport de passagers.

Le projet de dragage et d'immersion n'est donc pas incompatible avec le Schéma d'Aménagement Régional incluant le Schéma de Mise en Valeur de la Mer de la Guadeloupe (SAR – SMVM, 2010)

12.2. Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE)

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux de la Guadeloupe 2022-2027 a été adopté le 4 mai 2022 par le comité de l'Eau et de la Biodiversité.

Le SDAGE décrit la stratégie (objectifs et moyens) à mettre en œuvre entre 2022 et 2027 pour répondre aux objectifs environnementaux suivants fixés par la directive européenne cadre sur l'eau, dite DCE (Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau) :

- ▶ La non-dégradation des masses d'eau ;
- ▶ La prévention et la limitation de l'introduction de polluants dans les eaux souterraines ;
- ▶ L'atteinte du bon état des eaux ;
- ▶ L'inversion de toute tendance à la hausse, significative et durable, de la concentration de polluants dans les eaux souterraines ;
- ▶ La réduction progressive ou, selon les cas, la suppression, des émissions, rejets et pertes de substances prioritaires, pour les eaux de surface ;
- ▶ L'atteinte des objectifs liés aux zones protégées (captage d'eau potable, zone de baignade, zones sensibles aux pollutions).

Les 5 orientations et 22 dispositions du SDAGE 2022-2027 s'imposent à toutes les décisions dans le domaine de l'eau.

La préservation des milieux côtiers constitue la seule disposition de cet outil stratégique destiné aux collectivités, gestionnaires, aménageurs, et à chaque usager.

O5D4 : PRESERVER LES MILIEUX COTIERS



Par milieu côtier ou milieu marin, il est considéré l'ensemble des eaux territoriales françaises de la Guadeloupe, les îles des Saintes, Marie-Galante, La Désirade et Saint-Martin. Ces eaux ont été découpées en masses d'eau, définies dans le cadre du réseau de contrôle de surveillance de la DCE.

Dans le cadre du Grenelle de l'environnement, les enjeux relatifs au milieu marin ont été nettement exprimés et un engagement a été pris pour « gérer de façon cohérente et concertée mer et littoral ».

Le milieu marin est en effet le compartiment récepteur final de l'ensemble des pressions impactant les différents bassins versants.

De plus, la prise en compte de pressions spécifiques au littoral et au milieu marin (protection du trait de côte, rejets en mer, espèces exotiques envahissantes), a nécessité la mise en place d'une feuille de route adaptée à ces nouveaux enjeux.

Figure 87 : extrait de l'orientation O5D4 du SDAGE 2022-2027 de Guadeloupe

La qualité des masses d'eau sera altérée temporairement par le clapage des sédiments portuaires sur le site d'immersion. Cet effet sera temporaire et limité à la zone d'immersion. Le panache turbide engendra des pics très ponctuels des valeurs de turbidité plus élevées que la normale.

Le projet ne viendra donc pas compromettre l'atteinte des objectifs d'état des masses d'eau de la Guadeloupe, dont la station de suivi et de surveillance est située à plus d'un kilomètre du projet de déroctage.

12.3. Compatibilité avec le plan de gestion des risques d'inondation (PGRI)

Le présent projet, en phase travaux comme en phase d'exploitation, n'a pas d'incidence sur le risque d'inondation.

12.4. Incidences dues à la vulnérabilité du projet face aux risques

L'article R.122-5 du code de l'environnement exige que l'étude d'impact comporte :

« Une description des incidences négatives notables attendues du projet sur l'environnement qui résultent de la vulnérabilité du projet à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs en rapport avec le projet concerné. Cette description comprend le cas échéant les mesures envisagées pour éviter ou réduire les incidences négatives notables de ces événements sur l'environnement et le détail de la préparation et de la réponse envisagée à ces situations d'urgence ».

Les incidences négatives peuvent être le fait d'accidents d'une part et de phénomènes météorologiques exceptionnels d'autre part :

- ▶ Certains faits accidentels (collision, incendie, etc.) ou liés au mauvais entretien des engins de terrassement sont susceptibles de provoquer une pollution des sols. Ces conséquences sont peu probables compte tenu du fait que la zone de travaux sera réglementée et qu'un plan de prévention des risques sera mis en œuvre.

- ▶ Des épisodes météorologiques exceptionnels sont susceptibles d'intervenir dans la zone du projet (cyclones, ouragans). En alerte cyclonique, les aménagements maritimes déjà existants ne seront pas impactés par un risque de submersion marine au vu des modélisations réalisées. Il est possible qu'un re-engraissement du chenal d'accès et du port se produisent

Par ailleurs, il n'y a pas de risques technologiques sur le secteur de Port-Louis.

Pièce 5 : Mesures ERC

13. Mesures d'évitement, de réduction, de compensation

Le point n°7 de l'article R.122-5 du Code de l'Environnement précise : « *Les mesures prévues par le pétitionnaire ou le maître d'ouvrage pour :*

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

On distingue les mesures qui visent à éviter, réduire, compenser et les mesures de suivi :

- ▶ Les mesures d'évitement sont des mesures qui modifient un projet afin de supprimer ou du moins limiter, un impact négatif notable identifié dans ce projet dès sa conception. L'intégration de ces mesures a été prise en compte dans l'évaluation des effets et n'entraîne donc pas de réduction d'impacts. Elles reflètent les choix du Maître d'Ouvrage dans la conception d'un projet de moindre impact ;
- ▶ Les mesures de réduction sont des mesures qui sont définies après celles d'évitement et visent à réduire les impacts négatifs notables permanents ou temporaires d'un projet sur l'environnement, en phase de chantier ou en phase d'exploitation. Le nouveau niveau d'impact est alors nommé impact résiduel ;
- ▶ Les mesures de compensation doivent permettre de maintenir voire d'améliorer l'état de conservation des habitats, des espèces, les services écosystémiques rendus et la fonctionnalité des continuités écologiques concernés par un impact négatif résiduel notable. Elles doivent être équivalentes aux impacts du projet et additionnelles aux engagements publics et privés ;
- ▶ Les suivis des mesures et de leurs effets : il s'agit de suivre l'efficacité des mesures mises en œuvre et dans certains cas de permettre l'amélioration des connaissances ».

13.1. Mesures d'évitement

13.1.1. ME 0 : modification du site d'immersion pour ne pas impacter l'épifaune des grandes profondeurs

Après analyse des données stationnelles (photos des traits de chaluts réalisés) issues des campagnes en mer scientifiques **KARUBENTHOS 2** menées par le Museum National d'Histoire Naturelle (MNHN), il a été choisi de déplacer le point de clapage (pour lequel aucune donnée n'est disponible) plus au Nord (décalage d'un kilomètre) pour le positionner sur un secteur apparemment pauvre en substrats durs et en épifaune benthique. D'après les photos réalisées sur cette station, le secteur se caractérise par une plaine vaseuse homogène, sur laquelle le dépôt de sédiments fins dragués aura un impact réduit du fait d'une similitude dans la granulométrie ambiante. L'endofaune (vivant dans les sédiments meubles) ne sera pas impacté par l'épaisseur sédimentaire ajouté du fait du dépôt. Les substrats rocheux immergés, issus du déroctage, constitueront un support pour la faune benthique sessile et entraîneront une augmentation de la biodiversité marine (ampleur inconnue).

Cette mesure ne génère pas de coût supplémentaire car la modification plus au nord n'engendre pas des temps de déplacements plus importants.

13.1.2. ME 1 : évitement de la période de migration des baleines à bosse

Les travaux seront réalisés en-dehors de la période de migration des baleines à bosse (décembre-mai). Ces derniers seront réalisés à partir du mois de juin, conformément aux attentes et instructions de la DEAL.

Cette mesure ne génère pas de coût supplémentaire mais oblige à un décalage des opérations non compatibles avec d'autres événements festifs et maritimes.

13.1.3. ME2 : modification du tracé du chenal pour ne pas impacter des espèces coralliennes déjà présentes

Un plan de dragage a été élaboré suite à la définition d'un bateau de projet par le Maître d'Ouvrage. Du choix de ce bateau de projet, des cotes d'exploitation ont été définies et un premier tracé répondant aux règles de dimensionnement de chenal préconisées dans les guides internationaux a été préconisé.

Un inventaire des biocénoses marines dans le périmètre du projet, a été réalisé les 10/02/2022 et les 20/04/2022 par des plongeurs biologistes. Cet inventaire a mis en évidence la présence de nombreuses colonies coralliennes sur le tracé (près de 40 colonies coralliennes ont été observées, appartenant à 6 espèces différentes). Parmi ces dernières, **8 d'entre elles étaient espèces protégées.**

Du fait de la présence de nombreuses colonies et d'espèces protégées, une décision a été prise de déplacer le tracé pour ne pas impacter ces dernières et réduire significativement le nombre de colonies touchées par les opérations de déroctage. Le plan de dragage a été optimisé, en réduisant significativement le rayon de courbure en entrée de chenal.

11 colonies coralliennes (de 3 espèces) sont situées dans le nouveau projet de chenal (ou directement à proximité). **Aucune espèce protégée n'a été identifiée sur le nouveau tracé.** Les colonies restantes seront déplacées et transplantées (cf. mesure d'évitement ME3).

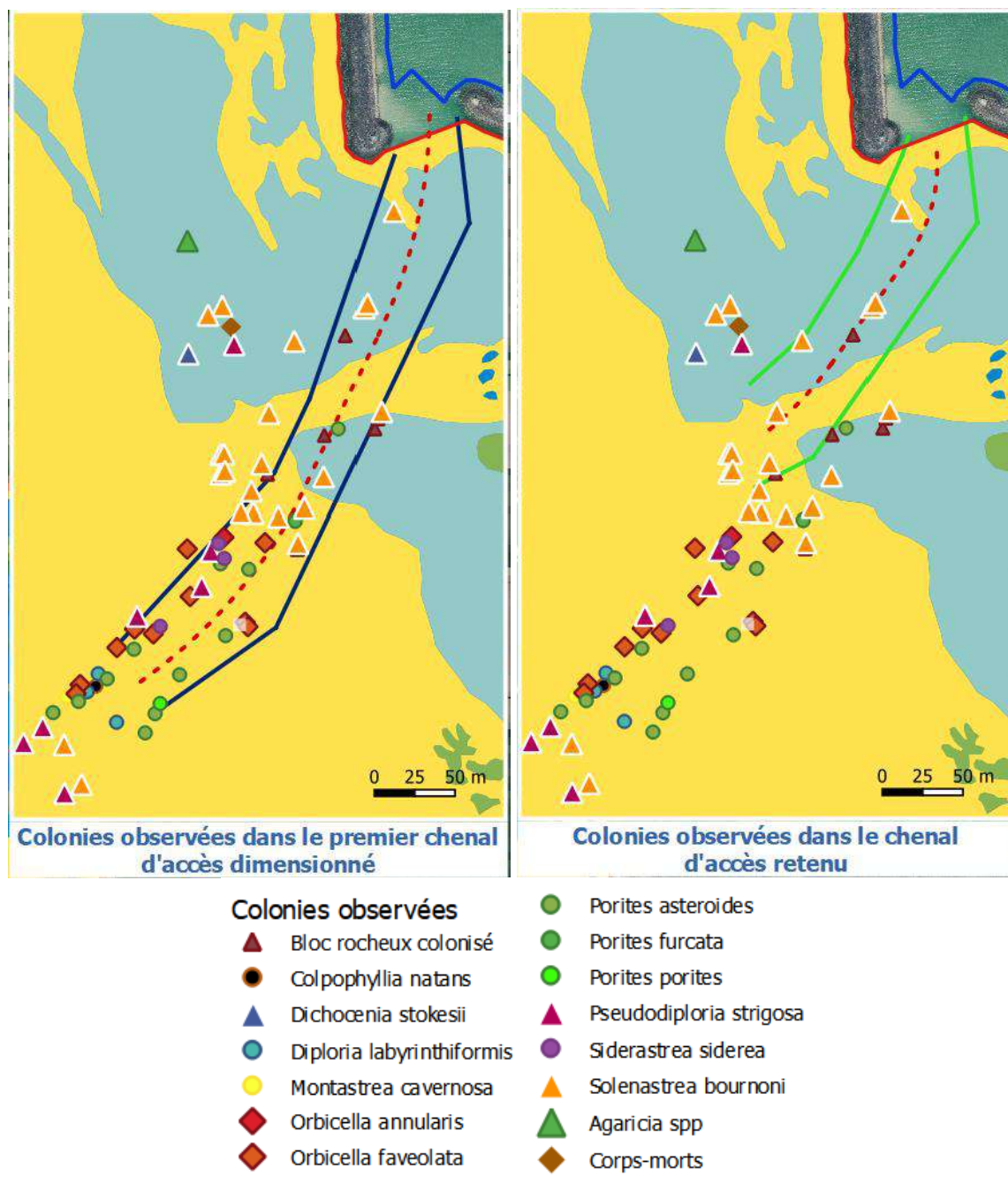


Figure 88 : Recensement des colonies coralliennes : gauche : projet initial répondant aux standards internationaux / droite : projet retenu

Cette disposition permet d'éviter la destruction de nombreuses colonies coralliennes et de réduire ainsi les incidences sur les biocénoses marines ainsi que les espèces qui y sont associées.

Cette mesure n'entraîne pas de sur-coût financier.

13.1.4. ME 3 : adaptation des chantiers autour de l'activité portuaire existante et de sa zone urbaine

Les chantiers seront conduits en tenant compte de l'activité portuaire existante alentour. Un planning prévisionnel d'intervention a été pensée pour maintenir le nombre de place dans le port et un dispositif de type rideau à bulles sera mis en œuvre. Ce dispositif permet à la fois de maintenir l'accessibilité du port et de lutter contre la dispersion des MES.

Le chantier s'insère dans un secteur urbanisé, ainsi il sera recherché à limiter les nuisances sonores du chantier qui peut induire des nuisances sonores continues.

Afin de garantir un niveau sonore admissible, les entreprises respecteront les limitations réglementaires. Des précautions seront prises pour limiter les bruits des chantiers, comme le respect des conditions d'utilisation des matériels, des comportements qui ne soient pas anormalement bruyants ou le respect des jours et horaires autorisés pour le chantier. Ainsi, il n'y aura pas de déroctage ni de dragage sur les horaires de nuit. Les horaires du chantier sont fixés de 7h à 18h. Aucune opération ne sera réalisée en dehors de ces horaires.

Cette mesure n'entraîne pas de sur-coût financier.

13.1.5. ME 4 : interdiction de dragage dans la zone où le seuil N2 est dépassé pour la molécule de cuivre

Pour éviter la diffusion de polluant dans l'eau et les sédiments portuaires, le port ne sera pas dragué dans sa partie nord-est sur une surface de l'ordre de 4000 m² (cf. Figure 89).



Figure 89 : Localisation de la zone non draguée

Une campagne complémentaire de prélèvements est prévue (3 mois avant les travaux au plus tard) sur **7 stations** autour de la station n°1, afin de mieux délimiter la zone d'exclusion de dragage.

La figure ci-dessous illustre l'effort d'échantillonnage envisagé (plan à valider avec la DEAL)



Figure 90 : Localisation des stations complémentaires pour délimiter la zone d'exclusion

Cette mesure entraîne un sur-coût de 4-5 000 € pour la réalisation de la campagne complémentaire et du traitement des résultats.

13.1.6. ME 5 : protection individuelle contre le bruit

Le port de casques anti-bruit ou bouchons d'oreilles adéquats sera obligatoire à tout personnel du chantier et toute personne intervenant à proximité de l'atelier de dragage. Les engins de dragage devront être également insonorisés pour permettre de limiter le port de bouchon une fois la cabine de l'appareil fermé.

Cette mesure n'entraîne pas de sur-coût financier.

13.1.7. ME 6 : schéma organisationnel d'un Plan Assurance Environnement et un Plan de Respect de l'Environnement

Le chantier dans son ensemble comporte un risque de pollution par rejets accidentels, tels qu'une fuite d'hydrocarbures ou de fluide hydraulique depuis les engins utilisés pendant les travaux. Le comportement des opérateurs, la proscription de tout rejet de déchets, d'effluents ou de matériaux divers et la prise d'un maximum de garanties en matière de fonctionnement et d'entretien des engins de chantier permettra de préserver efficacement la qualité du milieu.

L'entreprise de travaux mettra en place un Schéma Organisationnel d'un Plan Assurance Environnement et un Plan de Respect de l'Environnement (SOPAE - PRE) dans lequel figure notamment les éléments suivants :

- ▶ Les moyens permettant d'éviter une pollution par fuite d'hydrocarbures et/ou d'huiles. L'entreprise chargée des travaux s'assurera que l'ensemble des engins utilisés est en bon état de fonctionnement et non susceptible de générer ce type de pollution. L'entreprise s'assurera d'avoir à proximité immédiate du chantier le matériel nécessaire pour palier une telle éventualité (terre de diatomée et barrage hydrocarbure). Les autorités seront immédiatement prévenues en cas de fuite ;
- ▶ La gestion des déchets du chantier.

Cette mesure n'entraîne pas de sur-coût financier.

13.1.8. ME 7 : Mesures d'évitement des émissions de gaz à effet de serre

- ▶ Il convient de noter que plusieurs actions sont mises en œuvre par le Département pour rendre les travaux plus efficaces et limiter la durée des opérations de dragage et donc les émissions de gaz à effets de serre associées, à l'origine du réchauffement climatique. Par exemple :
- ▶ Le choix d'un clapage en mer à la place d'un stockage à terre, permet d'éviter de très nombreuses rotations de camions du point de dragage au site de stockage :
 - La capacité des barges fendables utilisées en Guadeloupe est de 415 m³. Néanmoins, au vu des contraintes liées à l'accès au port et aux problématiques éventuelles de surverse, les chargements seront limités à 90 % de la capacité totale du navire utilisé soit environ 370 m³. Ainsi, pour les opérations de clapage, il a été considéré qu'une centaine d'allers-retours seraient nécessaires pour évacuer l'intégralité des matériaux.
 - A titre de comparaison, un camion transportant des matériaux pouvant circuler sur le réseau viaire de Guadeloupe, ne peut transporter plus de 50 m³. Le nombre de rotations nécessaire pour évacuer la même quantité de matériaux est de plus de 900 rotations de camion. Notons par ailleurs que la carrière la plus proche est celle de Petit Canal. La distance à celle-ci est de plus de 14 km. Ainsi, le choix du clapage est un choix rationnel tant en termes de rotations de navire que du nombre de tonnes transportées par kilomètre. Cette différence très significative a pour conséquence une réduction sensible des émissions de CO₂.
- ▶ Ce choix a pour conséquence de réduire significativement les émissions de CO₂ ainsi que les nuisances associées au transport routier (bruit, vibration, odeur, perturbation du trafic, etc.).
- ▶ Le choix d'une zone d'immersion à proximité de la zone draguée, permet d'optimiser le nombre d'allers-retours des barges et ainsi de limiter la distance parcourue en mer ;
- ▶ L'utilisation de matériel présent localement permettant d'éviter les amenés et replis de matériel loin de la zone d'intervention ;
- ▶ Par conséquent, les émissions des gaz à effets de serre induites par l'augmentation du trafic routier liée au chantier ne seront pas significatives. En effet, aucun axe routier ne sera emprunté durant toute la durée du chantier à l'exception des trajets dédiés au transport des groupes électrogènes et des consommables.

13.2. Mesures de réduction

13.2.1. MR 0 : transplantation des colonies coralliennes présentes dans le périmètre de déroctage

Pour éviter toute destruction de colonies coralliennes au moment des travaux de déroctage dans le périmètre du chenal d'accès, il sera procédé, en amont des travaux, à une opération de déplacement/transplantation des colonies coralliennes par une équipe technique et scientifique. Les colonies coralliennes qui seront transplantées sont toutes des **espèces non protégées** (*Solenastrea bournoni* principalement et quelques colonies de *Pseudodiploria strigosa* et *Porites asteroides*). Celles-ci seront déplacées à proximité directe de la zone, en dehors du chenal d'accès, dans un secteur favorable à leur réintroduction (étude ultérieure menée), très certainement sur la pente récifale, plus au sud, sur une profondeur de 10-12 mètres (rectangle rouge sur figure ci-dessous)

Les modalités de transplantation feront l'objet d'une note méthodologique spécifique auprès des services instructeurs de la DEAL, mais se baseront sur des protocoles similaires à ceux mis en œuvre lors des opérations de transplantation réalisées par CREOCEAN pour le Grand Port Maritime de Guadeloupe (à une échelle beaucoup plus réduite).

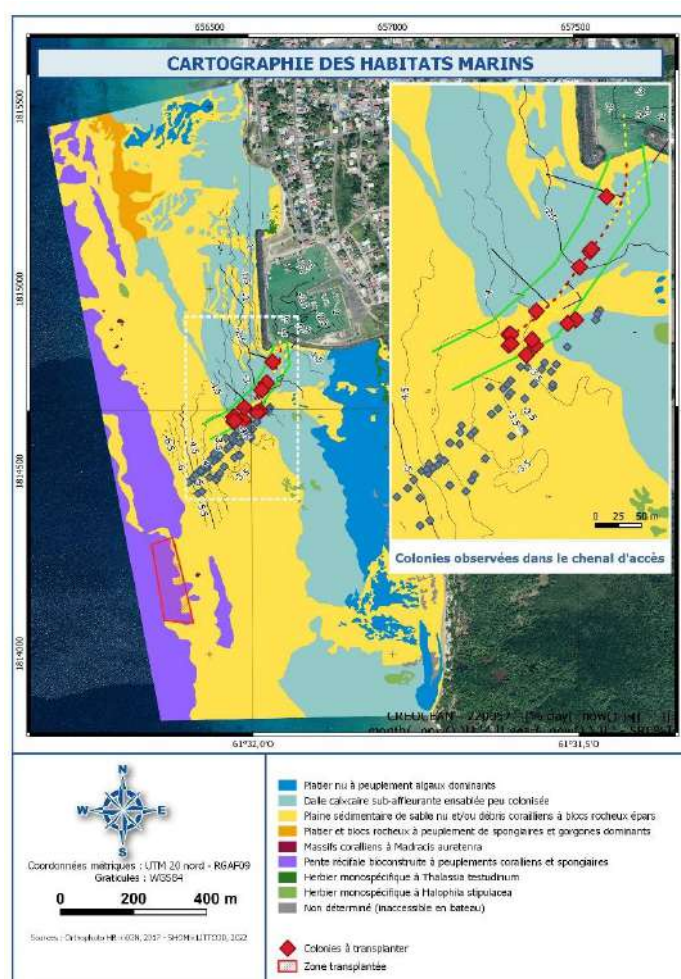


Figure 91 : Localisation des colonies à transplanter (carrés rouges) en dehors du chenal et zone de transplantation (rectangle rouge)

Les opérations se dérouleront certainement sur 2-3 jours et le nombre exact de colonies devra être précisé ultérieurement, grâce à un inventaire préalable pour être certain du recensement exhaustif de l'ensemble des colonies coralliennes

Les étapes de ce processus sont les suivants :

- 1) Repérage préalable de la zone « donneuse » et marquage des colonies et de celle « receveuse » (où se trouveront les colonies transplantées)
- 2) Récupération des colonies coralliennes par 2 équipes de plongeurs par décollage du pied calcaire. Les colonies seront ensuite positionnées dans des bacs de récupérations qui seront ensuite remontées en surface.
- 3) A bord du navire, les colonies seront conservées en permanence immergées. Elles seront dénombrées et mesurées.
- 4) Préparation du système de fixation sur le navire (soit par colle bi-composante, soit par préparation d'un béton) et mise en douille pour immersion
- 5) Déplacement sur le site « receveur » et installation des colonies coralliennes, avec fixation (après brossage préalable du substrat)
- 6) Réalisation d'une cartographie et d'un calepinage du positionnement de la dizaine de colonies transplantées (T0)
- 7) **3 suivis** du taux de survie des colonies coralliennes **au cours de la première année** (T+1 mois, T+6 mois et T+12 mois) et ensuite **une fois par an pendant une période de 4 ans**

Cette mesure entraîne un sur-coût estimé à 75 000 €.

13.2.2. MR 1 : réduction de la superficie et des volumes déroctés

Afin de réduire les zones de déroctage dans le chenal, un travail a été mené afin d'optimiser le tracé du chenal sur des parties présentant une faible présence de colonie corallienne.

Ainsi, la superficie de déroctage a été réduite de manière conséquente (de 15 346 m² à 11 680 m²) grâce à une modification du rayon de courbure et une réduction de la longueur du chenal.

Cette modification de l'emprise de la surface déroctée pour conséquence une réduction des volumes de déroctage. Le volume est ainsi réduit de 12 247 m³ à 12 017 m³.

1 500 -2 000 m³ de ces roches seront stockées à terre pour une valorisation ultérieure par le Conseil Départemental de Guadeloupe. Elles seront disposées sur un terre-plein portuaire de 1000 m².

=>15-16% du volume dérocté sera valorisé à terre et ne sera pas immergé.

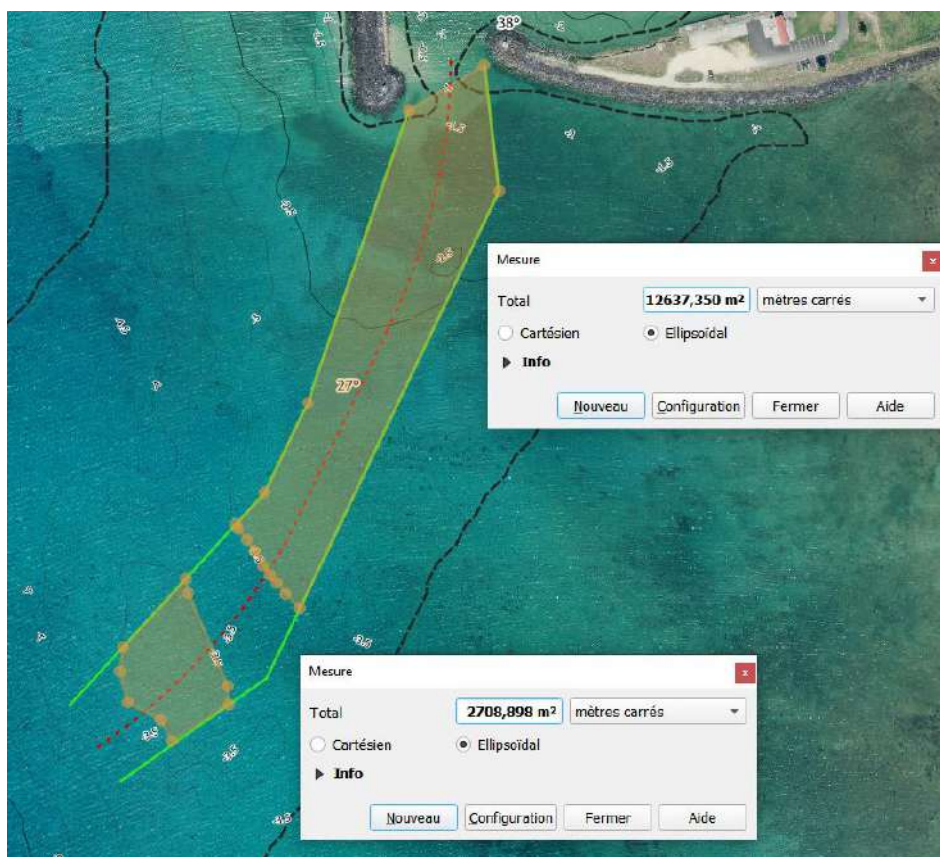


Figure 92 : Estimation des surfaces déroctées du premier chenal dimensionné

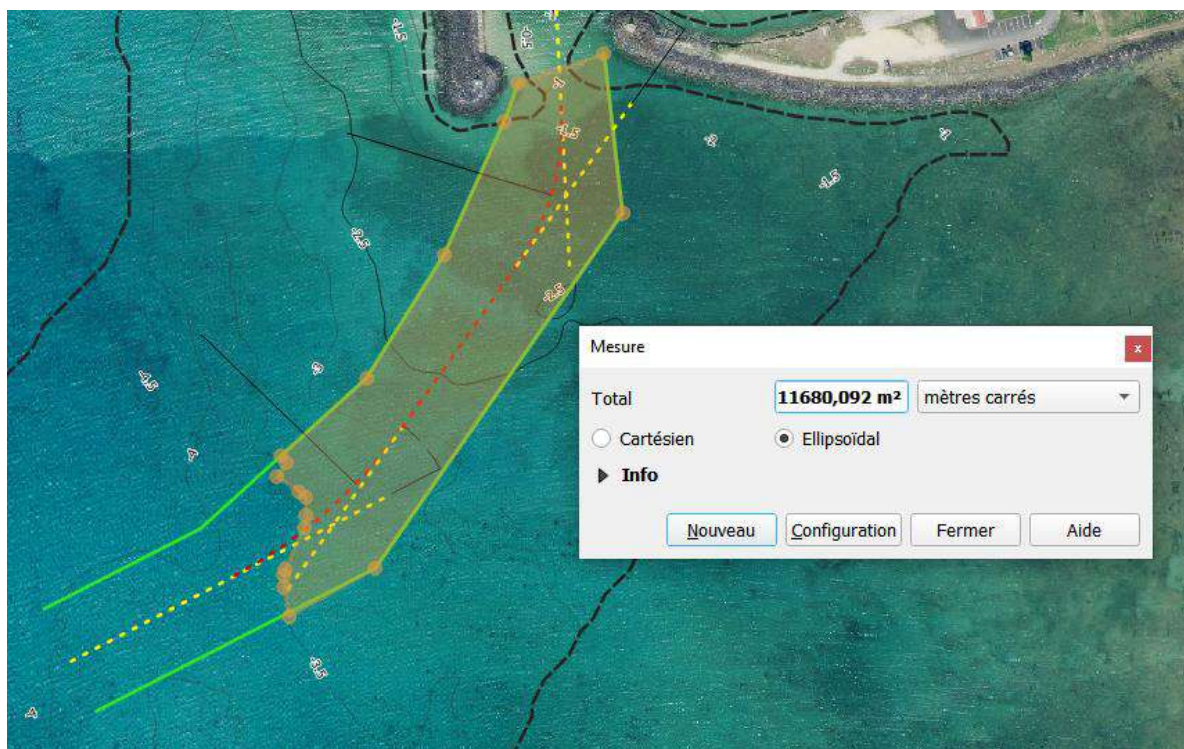


Figure 93 : Estimation des surfaces déroctées du chenal retenu

13.2.3. MR 2 : réduction de l'expansion du panache turbide sur le site de dragage

Afin de réduire les impacts du panache turbide pendant la réalisation des travaux, il sera demandé à ce que l'entreprise en charge du dragage dispose un système anti-dispersion de MES, dans le périmètre des travaux de façon à contenir le nuage turbide qui sera créé lors du remaniement des fonds sédimentaires et ainsi favoriser la sédimentation des fines sur un secteur confiné du périmètre des travaux. Ces systèmes seront déplacés en fonction de l'avancement des travaux dans le port.

Le système est disposé verticalement et fonctionne sur toute la colonne d'eau, afin de stopper la progression des polluants en surface ou en profondeur. Le barrage permettra de retenir les matières en suspension transférées dans la colonne d'eau depuis le sédiment remobilisé, et permettra leur re-dépôt dans l'enceinte du port. Ce barrage évitera la dissémination de la contamination des sédiments remobilisés en dehors de la zone confinée et vers le lagon.

Il est ancré à ses extrémités de façon à éviter sa dérive. C'est un système bien maîtrisé et couramment employé pour des travaux de dragage notamment. L'entreprise veillera à attribuer cette surveillance au chef de chantier, ou à un Responsable Environnement.

La mise en œuvre de ce barrage anti-MES permettra ainsi de réduire les incidences sur la qualité de l'eau, sur la qualité des sédiments, sur les biocénoses présentes à proximité ainsi que sur les peuplements phytoplanctoniques.

La mise en place complémentaire d'un barrage sous forme d'un rideau de bulles constitue une technique fiable, opérationnelle et pratique dans les petites zones portuaires, relativement confinées. En effet, la mise en place de barrage en géotextiles est contraignante, surtout pour les usages maritimes et les entrées et sorties de port (marins pêcheurs). Ce système employé par le Conseil départemental sur les ports de 3-Rivières, Grand-Bourg de Marie-Galante a permis de réduire drastiquement l'incidences sur les mouvements quotidiens des navettes maritimes, notamment lors de période des fêtes de fin d'année.

Dans le cadre de Port-Louis, ce système permettra de fluidifier les mouvements de bateaux de marins pêcheurs, tout en assurant une efficacité anti-dispersive.

Le système de fonctionnement est assez simple : la mise en place d'un tuyau percé (généralement positionné en travers de l'entrée portuaire), dans lequel de l'air comprimé est envoyé en continu, alimenté par un compresseur, positionné sur la digue à proximité.

Cette mesure correspond au sur-coût de mise en œuvre de 2 filets de protection pendant la totalité des travaux.

Ce coût est estimé à **75 000€** pendant la totalité des travaux.



Figure 94 : Illustration de la mise en œuvre d'une barrière anti-MES sous forme d'un rideau de bulles (source : CREOCEAN, 2019)

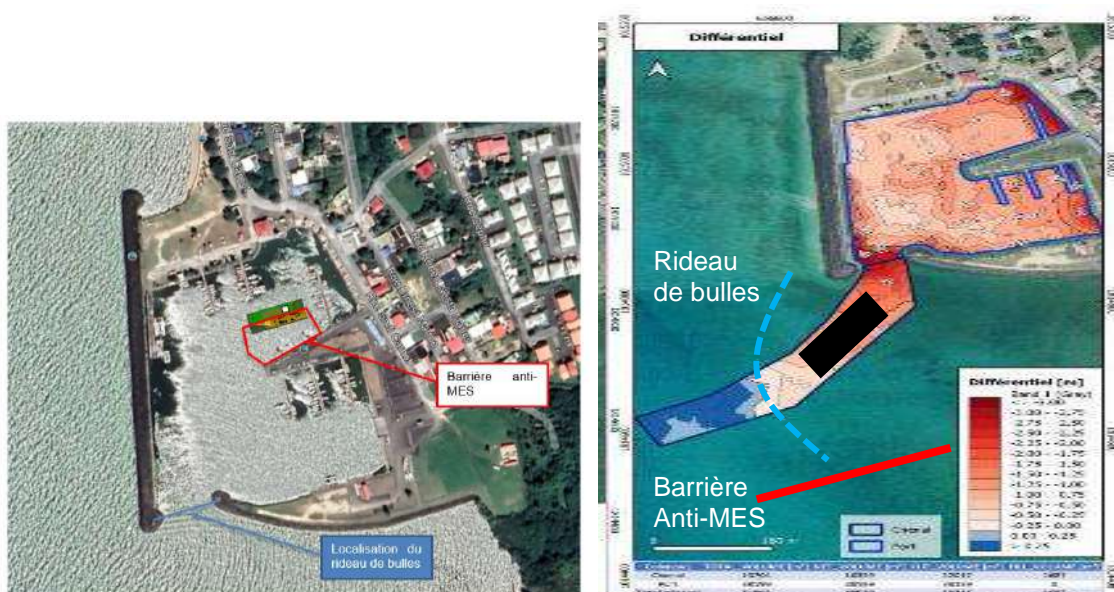


Figure 95 : Illustration de la mise en œuvre des deux procédés dans l'enceinte portuaire (gauche) et dans le chenal d'accès (droite)

Ainsi, pour les opérations de dragage dans l'enceinte portuaire, il sera installé :

- 1) un barrage filtrant anti-MES autour de la zone proche de dragage
- 2) un rideau de bulles complémentaire dans le chenal de sortie.

De cette manière, une double protection sera mise en œuvre pour limiter la propagation d'un panache turbide.

Pour les opérations de déroctage dans le chenal d'accès, il sera installé également les deux systèmes de protection :

- 1) un barrage anti-MES au sud de la zone de déroctage pour empêcher la diffusion d'un panache turbide vers les colonies coralliennes éparses
- 2) un rideau de bulles, à l'ouest de la barge de déroctage pour limiter la propagation du bruit sous-marin.

13.2.4. MR 3 : prévention des pollutions accidentelles

L'entreprise devra mettre en place une cuve adaptées (double fond) pour l'alimentation du groupe électrogène et un kit d'urgence dans le but de limiter l'apparition d'une pollution accidentelle des eaux portuaires.

13.2.5. MR 4 : mise en place d'une procédure soft-start

Afin de réduire l'impact des travaux d'aménagement sur l'environnement acoustique (pour les tortues marines et les mammifères marins), il sera réalisé la mise en place d'une procédure de type « soft start » ou « ram up » durant les phases de travaux afin de prévenir tout risque physiologique en provoquant un comportement de fuite des mammifères marins présents dans l'environnement proche de la source sonore.

L'étude bibliographique présentée dans l'évaluation environnementale a permis d'établir une liste d'espèces principales présentes ou susceptibles de l'être dans la zone d'emprise acoustique du projet ainsi que leur sensibilité. Nous avons pu définir les zones d'impact physiologique et ainsi évaluer les effets potentiels sur les espèces marines si elles venaient à être présentes dans ces périmètres. Les mesures d'atténuation proposées ont été étudiées et sélectionnées en fonction des contraintes techniques, environnementales et budgétaires. **Des protocoles ont été établis conformément à la réglementation en vigueur et adaptés aux conditions locales.**

Les procédures recommandées, décrites ci-après, se basent sur les standards habituellement préconisés dans le cadre de travaux de battage *JNCC, 2010, Statutory nature conservation agency protocol for minimising the risk of injury to marine mammals from piling noise Joint Nature Conservation Committee 14 p*, ainsi que le *Guide ministériel 2020, Préconisations pour limiter les impacts des émissions acoustiques en mer d'origine anthropique sur la faune marine* et ont été adaptées aux risques et enjeux liés aux travaux d'installation du ponton, évalués lors de l'étude des impacts sonores de cette étude.

13.2.6. Surveillance avant travaux (pre-watch)

La surveillance avant travaux, ou pre-watch, consiste en général à définir un périmètre d'exclusion et à réaliser une surveillance minutieuse afin de s'assurer qu'aucun animal n'est présent à l'intérieur de ce périmètre avant les travaux et, le cas échéant, de définir les actions à mener en cas de présence avérée. **Nous préconisons la mise en place de ce protocole pendant 30 minutes tous les jours avant le démarrage des travaux. La surveillance devra être réalisée depuis la terre ou un support maritime par un opérateur formé à l'observation de la faune marine.** Attention le protocole pre-watch est généralement adapté aux mammifères marins, mais peu aux tortues de mer, du fait de leur plus faible capacité à s'éloigner. Un protocole pre-watch adapté est proposé ci-dessous :

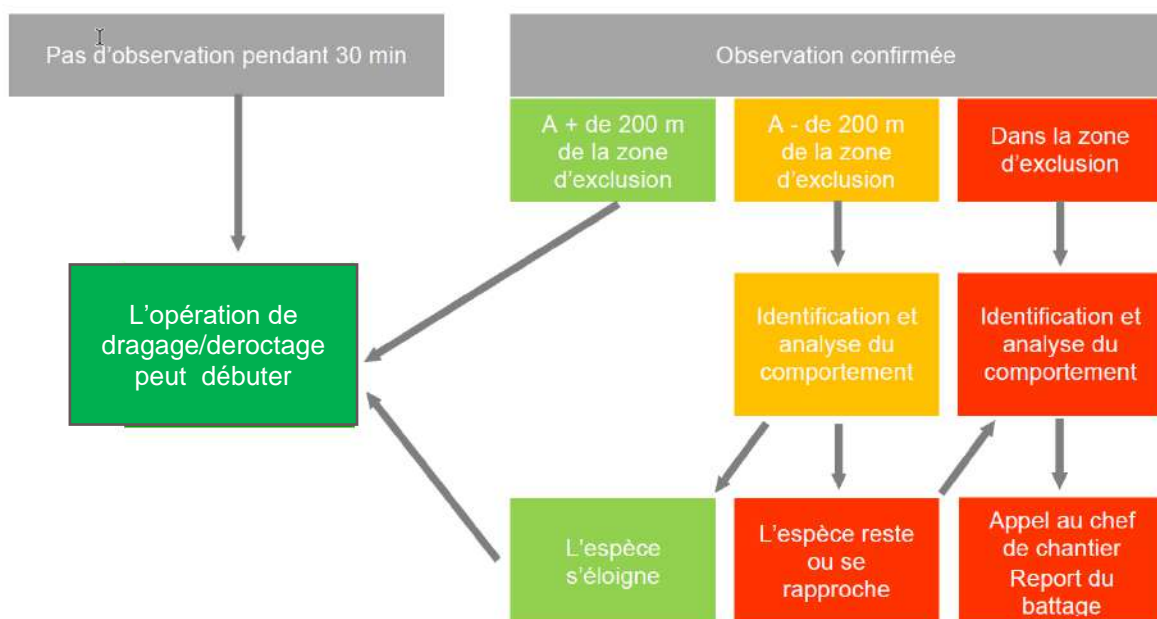


Figure 96 : Protocole pre-watch

13.2.7. Définition d'une zone d'exclusion autour de la source sonore

Ce périmètre est généralement déterminé par la zone d'impact la plus grande, à savoir l'impact TTS pour les cétacés basse fréquence (LF) avec pour centre la position du brise roche hydraulique (la position centrale évolue donc en fonction de l'avancée du chantier). La définition de ce périmètre permet d'établir une zone maximale de risque physiologique toutes espèces confondues pour les procédures qui suivent. Étant donné que seule la baleine à bosse est un cétacé basse fréquence (LF) et qu'une adaptation du planning est recommandée, **nous préconisons alors une zone d'exclusion comprenant au minima l'impact TTS des cétacés haute fréquence (HF) à savoir un minimum de 330m et une zone d'alerte de 500m.**

13.2.8. Augmentation progressive du niveau sonore et de la fréquence

Le soft-start consiste à augmenter progressivement le niveau sonore généré par les travaux afin de permettre aux espèces marines potentiellement présentes aux alentours de s'éloigner de la zone de travaux et éviter ainsi tous dommages liés au bruit. Dans le cas du déroctage, le soft start consiste à augmenter progressivement la cadence de déroctage jusqu'à atteindre le niveau maximum d'émission. Dans le cas de travaux de déroctage, **nous recommandons la mise en place d'un soft start si celui-ci est techniquement réalisable** en produisant une montée en fréquences par étapes durant **20 min** (20% par 20%) jusqu'au niveau nominal de travail. Un protocole soft-start adapté est proposé ci-dessous :



Figure 97 : Protocole soft-start

A défaut de pouvoir régler la puissance du BRH, la procédure de soft start sera **réalisée** en effectuant une augmentation de la durée du déroctage par étapes : 1^{ère} phase de démarrage de **20 min**, phase de repos de 5 min, 2^{ème} phase de travail de 40 min, 5min de repose et ensuite, redémarrage en continu des opérations de déroctage.

La mise en place d'une procédure d'arrêt des engins lors des phase de déroctage (ou work stoppage). Ce protocole permet de définir les actions à mener en cas de présence d'un animal dans la zone d'exclusion par l'arrêt ou la réduction du niveau sonore du battage. **Nous préconisons la surveillance de la zone d'exclusion** depuis la terre ou un support maritime **par, minimum, une équipe (idéalement 2) de 2 opérateurs formés** à l'observation de la faune marine afin de prévenir de l'entrée d'un animal dans la zone d'impact durant les phases de travaux. NB : En cas d'arrêt du

déroctage supérieur à 15 min en raison de la présence d'un animal ou pour des raisons techniques, il est recommandé de réaliser un pre-watch + soft-start depuis le début.

L'ensemble de la procédure ci-dessus a été soumise à l'appréciation du sanctuaire AGOA qui l'a validé. Celle-ci intègre les remarques émises vis-à-vis de la version initiale, à savoir :

- * la définition plus précise du périmètre de la zone d'exclusion (330m) et de la zone d'alerte (500m).
- * l'arrêt pur et simple des travaux en cas de présence de mammifères (et pas seulement une réduction de puissance)
- * le nombre d'observateurs est porté à un minimum de 2 (et non un seul, comme écrit précédemment)

Le document signé entre CREOCEAN et le sanctuaire AGOA est joint en Annexe de la réponse à l'Autorité Environnementale.

13.2.9. MR 5 : réduction de la pollution portuaire par l'enlèvement des macro-déchets et épaves abandonnés dans le port

Les bassins portuaires sont parfois les réceptacles de nombreux macrodéchets abandonnés (volontairement ou non), enfouis dans le sédiment : moteurs de bateaux (servant de mouillages), filets de pêche, batteries de voiture, etc. Ces macro-déchets sont une source diffuse de pollution, au travers des composants rejetés (hydrocarbures, acides, plastiques, etc..).

Ainsi, lors de la phase de dragage, la récolte de ces derniers entraîne une évacuation spécifique vers un centre de tri adapté, après une mise en benne, le temps des travaux.

Ainsi, l'élimination de ces sources de polluants constituent une réduction de la pollution diffuse au sein de l'emprise portuaire.



Figure 98 : Illustration de macro-déchets récoltés lors du dragage du port de 3-Rivières (source : CREOCEAN, 2019)

Par ailleurs, une zone dédiée à la collecte des déchets sera choisie par la Maîtrise d'ouvrage pour les bennes afin de trier les déchets à la source, et permettre un traitement adapté à chaque type de déchet. Les bennes seront placées le plus proche possible des sources de déchets et seront accessibles aux poids lourds pour évacuation.

Cette mesure correspond au sur-coût de **1 000€** pour la mise en œuvre d'une benne de récupération des macro-déchets et une évacuation vers un centre spécialisé.

13.2.10. MR 6 : réduction du risque de surverse des chalands lors du transit

Concernant le transit des matériaux dragués depuis le port jusqu'au point d'immersion défini dans ce document, la barge ou tout autre moyen de transport maritime utilisé par l'entreprise devra respecter scrupuleusement la limite de remplissage de l'outil de travail (**90%**) afin d'éviter tout déversement de sédiments accidentel pendant le transit. Les volumes chargés et immergés, ainsi que la route maritime empruntée à chaque rotation seront enregistrés dans un rapport et mis à disposition des services compétents à leur demande.

En cas de conditions météorologiques dégradées, les travaux sont reportés ou suspendus s'ils ont commencé.

- ▶ En vigilance jaune pour fortes houles, l'entreprise devra prendre toutes les dispositions nécessaires pour éviter toute surverse dans le milieu. Cela passe notamment par la réduction du volume de chargement des chalands.
- ▶ En vigilance orange pour fortes houles, les travaux de dragages devront être suspendus par l'entreprise titulaire du marché.

Cette mesure n'engendre pas de sur-coût car cela est inclus dans les marchés de travaux.

13.2.11. MR 7 : optimisation des volumes dragués

Les opérations de dragage nécessitent un suivi précis de la bathymétrie, des volumes et de la qualité des sédiments de dragage visant à optimiser, en organisant et prévoyant, les pratiques de dragage et donc à réduire l'impact de cette activité sur le milieu.

Une bathymétrie avant travaux sera réalisée pour faire un état initial du port. Un levé intermédiaire ainsi qu'un levé final seront réalisés afin de suivre l'état d'avancement du chantier.

13.2.12. MR 8 : choix de la méthode de déroctage

Les essais laboratoire réalisés lors de la construction du port ont montré que les travaux peuvent être réalisés à l'aide d'une pelle mécanique d'une puissance adaptée. La nature hétérogène du massif calcaire et le retour d'expérience des travaux réalisés en 2000-2006 à l'intérieur du port ont montré que l'utilisation d'explosif s'est avérée inadaptée. Ainsi, cette technique sera interdite au vu de leur inefficacité et de l'impact environnemental potentiel. L'utilisation du brise roche hydraulique (BRH) sera utilisé pour les passages plus durs.

13.2.13. MR 9 : surveillance de la présence de cétacé

Afin de s'assurer de l'absence de mammifères marins à proximité de la zone de travaux (uniquement en phase de déroctage), une surveillance maritime sera mise en place avec des observateurs-experts. Ceux-ci devront surveiller la zone dans un secteur de 2 km minimum et être en liaison avec le chef de chantier. En cas d'observations de mammifères en passage sur le secteur définir, les travaux devront être stoppés, le temps de passage des individus.

Le protocole précis sera défini en concertation avec les experts et les observateurs en s'appuyant sur les méthodologies existantes en métropole.

Le coût est estimé à **1 500 € HT/journée de travaux de déroctage.**

13.3. Mesures générales de prévention durant les travaux

13.3.1. Sécurité des travaux

13.3.1.1. Mesures d'information / communication vis-à-vis des riverains et usagers du port pour éviter les conflits

Il est important d'anticiper les demandes et les inquiétudes des riverains et des usagers, en les informant du déroulement du chantier, des nuisances qu'il engendre et des mesures prises pour les minimiser.

L'entreprise mettra en place à minima des panneaux d'affichage à l'entrée du chantier, dans le but d'informer en continu sur les opérations et leur avancement. L'entreprise mandataire tiendra à disposition un registre recueillant les remarques émanant de personnes extérieures au chantier (riverains, élus, usagers...). Il devra répondre aux éventuelles remarques ou plaintes en concertation avec la maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre.

L'information de la population concernant la vie du chantier sera du ressort du maître d'ouvrage :

- ▶ Lors de la préparation du chantier, la commune réalisera une réunion d'information de riverains, si nécessaire ;
- ▶ Les usagers seront informés par des panneaux implantés près de l'emprise du chantier : ces panneaux indiquent clairement l'objet du chantier, sa durée, l'identité des intervenants ainsi qu'un courriel et un téléphone de contact à utiliser pour les demandes de renseignements ;
- ▶ La visibilité des intervenants du chantier par affichage de logos, et de tout autre dispositif visuel, est prioritairement assurée au profit du maître d'ouvrage.

Avant le démarrage des travaux, une information sur la nature, la localisation, la durée des travaux et les moyens mis en œuvre sera donnée aux usagers du plan d'eau par avis à la navigation et diffusion dans la presse locale et en mairie, ainsi qu'il est d'usage.

Une information similaire sera mise en place sous forme de placardage en mairie.

13.3.1.2. Signalisation des travaux et gestion du trafic

Afin d'assurer la sécurité sur et aux abords des travaux, un balisage rigoureux devra être mis en place. Ces marques délimitant les sites successifs du chantier dans le port seront diurnes et nocturnes. Une information préalable des travaux sera diffusée auprès des autorités maritimes et usagers de la mer concernant la position du site de dragage et d'immersion.

L'entreprise en charge des travaux veillera à mettre en place des moyens matériels ou humains pour la surveillance de ces derniers. Aussi, en plus des avis à la navigation, un plan de gestion du trafic sur site pourra être mis en place en fonction de l'organisation des travaux de dragage.

13.3.1.3. Plan de prévention des risques

Le cahier des charges du marché des travaux prescrira la nécessité de proposer un plan de prévention des risques et des nuisances environnementales pour encadrer le déroulement des travaux, le comportement des personnels et pour gérer l'intégralité des déchets et émissions de chantier.

Ce plan présente les procédures et moyens envisagés en la matière, intègre les justificatifs relatifs à l'entretien des différents engins, identifie un « Responsable Environnement » et engage la responsabilité du prestataire en cas de contamination ou d'accident environnemental avéré.

13.3.1.4. Arrêt des travaux

Les travaux seront réalisés, si possible, hors période cyclonique et seront stoppés en cas d'intempérie ou de prévision d'intempérie.

13.4. Mesure de compensation

13.4.1. MC 0 : Amélioration de la gestion des effluents (eaux grises et noires)

Le pétitionnaire s'engage dans une démarche d'amélioration de la gestion des déchets dans les ports (y compris les eaux grises et les eaux noires), ainsi qu'une optimisation du niveau de service dans ses ports. Ainsi, pour la problématique spécifique de la gestion des effluents des navires du port, le Conseil Départemental s'engage dans la réalisation (*a minima*) d'une étude de faisabilité d'implantation d'une cuve de récupération des eaux grises/noires ou d'un branchement au réseau d'assainissement collectif à proximité.

14. Mesures de suivi

14.1. SU 1 : suivi de la turbidité en phase de travaux

L'entreprise surveillera visuellement l'efficacité du dispositif mis en œuvre pendant toute la durée de l'opération. L'entreprise veillera à attribuer cette surveillance au chef de chantier, ou à un référent environnement. La surveillance visuelle du plan d'eau au niveau de la barrière anti-MES sera mise en œuvre dans le but d'arrêter temporairement le chantier dans le cas d'extensions trop importantes du panache turbide des travaux à l'extérieur de la zone confinée. En cas de constatation d'un défaut sur le dispositif, la réparation ou le repositionnement du barrage « anti-MES » sera effectuée.

Des stations de suivi seront placées en fonction des contraintes de mise en œuvre, de la localisation des opérations de nivellement, de la sensibilité du site et de son environnement. Elles seront fixes pendant toute la phase de travaux, sauf mention contraire. Les suivis feront l'objet d'une note technique qui sera validé par les services de l'État. Le suivi sera à la charge de la maîtrise d'ouvrage.

Le suivi de turbidité devra être effectué avant le démarrage des travaux pour avoir une idée du bruit de fond de la turbidité dans le port et à proximité du site. Une seconde mesure hebdomadaire est nécessaire directement après la mise en œuvre du barrage anti-MES pendant la phase de travaux afin de caractériser l'efficacité du dispositif mis en œuvre par l'entreprise. Enfin une mesure ponctuelle devra être effectuée lorsque les travaux seront terminés.

Le coût du suivi de la turbidité est estimé **8 000€** pendant la durée totale des travaux (à raison d'un suivi/semaine)

14.2. SU 2 : suivi de la qualité des sédiments dragués

Avant chaque campagne de dragage, la nature des sédiments à draguer (paramètres physiques, chimiques et bactériologiques de moins de 3 ans, le plan de dragage, mentionnant les zones à draguer et les côtes à atteindre, ainsi que les volumes à extraire sont déterminés et communiqués au service en charge de la police de l'eau.

Le coût du suivi de la qualité des sédiments avant une opération de dragage est estimé à **5 000€**.

14.3. SU 3 : suivi aérien du panache turbide

Un suivi aérien sera à réaliser pendant la phase de dragage des matériaux meuble. Ce suivi sera conduit lors d'une rotation d'un chalands du site de dragage vers le site de clapage et se présentera sous la forme d'un reportage photographique. A minima, le suivi photographique se fera en trois points différents :

- ▶ Sur le site de dragage, pendant et à la fin d'une phase de remplissage d'un chalands. Plusieurs vues aériennes du port pendant l'opération de dragage doivent être réalisés afin de déterminer l'efficacité du rideau de bulles. Des vues peuvent être réalisés au moment du départ de la barge ;
- ▶ Le long du transit vers le site d'immersion ;
- ▶ Sur le site d'immersion, au début et à la fin de la phase de clapage, ainsi que juste avant le prochain (pour voir la dispersion du panache entre deux rotations)

Le coût du suivi aérien est estimé à **3 000€**.

14.4. SU 4 : Suivi physico-chimique du panache turbide

Le pétitionnaire s'engage à la mise en place d'un suivi physico-chimique de l'eau *in situ* grâce à une sonde multi-paramètres (a minima sur la turbidité, principale cause de dégradation sur des organismes photosynthétiques tels que les herbiers ou les coraux) sur plusieurs heures, en suivant la dérive du panache turbide (grâce à une bouée flottante dérivante) pour voir sa propagation à la fois horizontale en surface (sur plusieurs kilomètres) mais aussi verticale (**entre 0 et 100 mètres de profondeur**). Il sera réalisé un profil vertical de turbidité toutes les demi-heures pendant au moins 3 heures.

- 3 campagnes de suivi seront réalisées pendant les travaux, espacées d'au moins 2 semaines.
- 1 campagne de suivi sera réalisé après les travaux (1 semaine).

Préalablement à l'opération de clapage, un suivi de turbidité sera réalisé pour avoir un jeu de données-témoin.

Le montant de cette opération est estimé à **7 000€**.

14.5. SU 5 : Acquisition de données sur la population de tortues en phase de nourrissage

Un échange a eu lieu avec le coordinateur inter-régional du Plan National d'Actions « Tortues Marines » des Petites Antilles de l'Office National des Forêts (ONF), afin d'établir les besoins en termes de mesures de compensation. Il a été clairement énoncé par l'ONF la difficulté, voire l'impossibilité de mettre en œuvre des mesures de compensation pour des effets potentiels de dérangements sur les tortues marines dont la population sur le secteur d'étude est inconnue.

L'ONF encourage plutôt la réalisation de mesures d'accompagnement par l'acquisition de données de suivis de surveillance des tortues en phase d'alimentation, dans le cadre d'un suivi démographique des populations des 2 espèces principales de tortues marines (vertes et imbriquées).

Actuellement, le protocole de déploiement stratégique en mer de surveillance n'est pas disponible mais l'ONF recommande la réalisation de suivis en plongeur-tracté en surface par manta tow.

Le pétitionnaire s'engage à la réalisation d'un suivi en mer par un prestataire scientifique reconnu sur 4 passages pendant 1 an. Le protocole, encore expérimental, sera discuté avec l'ONF. Il s'agira de couvrir pendant **4 campagnes de 3 jours un large secteur au droit de Port-Louis pour déterminer les observations de tortues en phase d'alimentation.**

Le montant du suivi est estimé **30-40 000€**.

15. Synthèse des mesures de la procédure ERC et des suivis à mettre en place

Le tableau ci-dessous synthétise l'ensemble des mesures proposés par le pétitionnaire et le coût associé.

	N°	Mesure proposée	Objectif	Coût
EVITEMENT	ME0	Choix du site d'immersion	Immerger des sédiments et des roches sur une zone de vase, sans épifaune diversifiée	-
	ME1	Evitement de la période de migration des baleines à bosse	Eviter les incidences et interactions avec une espèce protégée en période de migration	-
	ME2	Modification du tracé du chenal	Éviter la destruction d'espèces coralliennes protégées	-
	ME3	Adaptation des chantiers autour de l'activité portuaire existante	Permettre la continuité dans l'activité portuaire existante alentour.	-
	ME4	Interdiction de dragage dans la zone où le seuil N2 est dépassé pour la molécule de cuivre	Eviter toute dispersion de polluant où les seuils réglementaires mesurés dépassent N2	-
	ME5	Protection individuelle contre le bruit	Le port de casques anti-bruit ou bouchons d'oreilles adéquats sera obligatoire à tout personnel du chantier et toute personne intervenant dans un rayon de 150 m du chantier.	-
	ME6	Schéma Organisationnel d'un Plan Assurance Environnement	Limiter l'apparition d'une pollution accidentelle des eaux portuaires	-
	ME7	Evitement des émissions de gaz à effet de serre	Limiter le volume des émissions de gaz à effet de serre induit par le transport terrestre	-
REDUCTION	MR0	Transplantation de colonies coralliennes et suivi pendant 5 ans	Préserver les colonies coralliennes en bonne santé présent sur le tracé du chenal maritime	75 000€
	MR1	Réduction de la superficie déroctée	Réduire la surface et la quantité de matériaux déroctés	-
	MR2	Réduction de l'expansion du panache turbide sur le site de dragage	Confinement de la zone immédiate des travaux : Barrière anti-MES amarrée ou rideau de bulles	70 000€
	MR3	Prévention des pollutions accidentelles	Limiter l'apparition d'une pollution accidentelle des eaux portuaires par la mise en place d'une cuve adaptée (double fond) et de kit d'urgence	-
	MR4	Réduction du risque de blessure auditive due au bruit par démarrage progressif des opérations de déroctage (soft start)	Démarrage progressif pour permettre aux espèces mobiles sensibles au bruit de s'éloigner	-
	MR5	Réduction de la pollution portuaire par l'enlèvement des	Reduction de la pollution diffuse issue des macro-déchets portuaires	1 000€

CONSEIL DEPARTEMENTAL DE LA GUADELOUPE
TRAVAUX DE DRAGAGE DU PORT DE PORT-LOUIS (GUADELOUPE)
DOSSIER D'AUTORISATION AU TITRE DES ARTICLES L214-1 A L214-6 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

		macro-déchets et épaves abandonnées dans le port		
	MR6	Chargement des chalants à 90 % de leur capacité	Réduction du risque de surverse des chalands le long de la zone de transit	-
	MR7	Optimisation des volumes dragués	Réduction de la durée des travaux, du nombre d'aller/retour et des volumes clapés en mer	-
	MR8	Choix de la méthode de déroctage (interdiction du minage)	Réduction des impacts sur le milieu marin environnant	-
	MR9	Surveillance de la présence de cétacé	Réduction du risque de blessure auditive due au bruit du déroctage	70 000€ (à confirmer)
COMPENSATION	MC0	Gestion des effluents	Réalisation (<i>a minima</i>) d'une étude de faisabilité d'implantation d'une cuve de récupération des eaux grises/noires ou d'un branchement au réseau d'assainissement collectif à proximité	
SUIVI DE SURVEILLANCE	SU1	Suivi de la turbidité en phase de travaux	Suivre la turbidité de l'eau du port et à proximité et réduire des risques de pollution par diffusion du panache turbide au-delà de la zone de travaux et vérifier l'extension du panache au niveau de la zone de clapage	8 000€
	SU2	Suivi de la qualité des sédiments dragués	Contrôler la qualité des sédiments en amont du dragage pour éviter le clapage de sédiments pollués	5 000€
	SU3	Suivi aérien du panache turbide	Suivre la direction et l'étendue du panache turbide	3 000€
	SU4	Suivi physico-chimique du panache turbide	Suivre la direction et l'étendue du panache turbide par mesures <i>in situ</i>	7 000€
	SU5	Suivi de la population de tortues marines	Acquisition de données sur la population de tortues en phase de nourrissage	30-40 000€

Le montant total maximum des mesures ERC et de suivis de surveillance est d'environ **280 000 €**.

16. Moyens d'intervention en cas d'incident ou d'accident

Un avis aux navigateurs sera diffusé par la capitainerie, précisant la nature et la durée des travaux, la position des équipements, l'identification des moyens nautiques et leur signalisation maritime, ainsi que la conduite à tenir à l'approche de la zone de travaux. La zone d'implantation des travaux sera signalée et non accessible au public.

Pendant la phase travaux, une surveillance des conditions météorologiques permet de réagir rapidement et ainsi d'éviter des incidents, notamment sur le dispositif anti-MES. Ainsi, l'entreprise en charge des travaux s'informerait des conditions météorologiques (fortes pluies, vents importants) régulièrement. Il conviendrait d'être vigilant sur ce point afin de stopper et/ou différer les interventions (en mettant en sécurité personnel, ouvrage et outillage) en cas de conditions défavorables.

Afin d'éviter une pollution par fuite d'hydrocarbures et/ou d'huiles, l'entreprise chargée des travaux s'assurera que l'ensemble des engins utilisés est en bon état de fonctionnement et non susceptible de générer ce type de pollution. L'entreprise s'assurera d'avoir à proximité immédiate du chantier le

matériel nécessaire pour palier une telle éventualité. Les autorités seront immédiatement prévenues en cas de fuite.

Afin d'éviter tout accident ou incident, les ouvriers travaillant sur le chantier porteront les équipements de protection individuels adéquats et veilleront à adopter une conduite sécuritaire. En cas d'accident, le chantier sera immédiatement arrêté et le personnel et / ou les usagers concernés seront immédiatement évacués et pris en charge par les secours.

17. Programme de travaux

Le présent dossier de demande d'autorisation est déposé pour une seule opération.

Au cours de cette période le port de Port-Louis pourra faire l'objet des travaux de dragage d'entretien, tel que :

- ▶ **Année 1** : dragage et déroctage de l'enceinte portuaire et du chenal avec extraction d'un volume estimé à 50 216 m³ ;
- ▶ **Année 5 à 10** : dragage d'entretien sur de faible volume non estimé à ce jour ;

18. Scénario de référence et évaluation de l'absence de mise en œuvre du projet

Le scénario de référence décrit l'évolution, en cas de mise en œuvre du projet, des aspects économiques, paysagé, acoustique et biodiversité. L'évolution des différents aspects, en l'absence de la mise en œuvre du projet, sera également abordée.

18.1. Sur le plan économique

La création d'un chenal de plus grande envergure et le dragage du port, peut avoir une influence économique positive. Lors de la construction, les retombées pour les sociétés locales sont potentiellement importantes, avec une estimation des travaux de l'ordre de 2,3 millions d'euros. En phase exploitation, les retombées fiscales n'ont pas été estimées par le Conseil Départemental de Guadeloupe mais le développement de la marina de Port-Louis va entraîner une attractivité économique conséquente, avec le développement de commerces et d'une activité maritime renouvelée.

Ensuite, l'exploitation du port crée des emplois dans les sociétés d'exploitation et de maintenance ainsi que dans les bureaux d'études spécialisés sur l'environnement lors de la réalisation des mesures d'accompagnement et de suivis.

L'ensemble de ces retombées permettent au territoire d'investir dans des projets d'avenir et de bénéficier d'un effet de levier.

Les différents services et aménagements destinés aux publics pourront notamment être développés et améliorés augmentant ainsi la qualité de vie et l'attractivité du territoire.

L'absence de mise en œuvre du projet privera les collectivités et particuliers de ressources économiques qui auraient pu leur permettre de financer et réaliser des projets de territoire.

18.2. Sur le plan paysager

Le scénario de référence du projet concernant le plan paysager est similaire aux impacts paysagers attendus.

L'ensemble de l'analyse de l'évolution du paysage avec le projet est présenté dans le chapitre **4.6** « Effets sur le paysage ».

En l'absence de mise en œuvre du projet ; le paysage évoluera lentement en fonction du changement climatique, des évolutions du littoral et aménagements anthropiques.

A court et moyen terme, il sera sensiblement similaire à la description réalisée dans l'état initial présentée dans le chapitre **3.12** « Contexte paysager et socio-économique ».

18.3. Sur le plan acoustique

Le scénario de référence du projet sur le plan acoustique correspond aux simulations présentées dans le chapitre **4.8** « Effets sur la sécurité et la santé des personnes ».

En cas d'absence de mise en œuvre du projet, le milieu sonore ambiant sera similaire à celui mesuré dans l'état initial présenté dans le chapitre **3.9** « Nuisances sonores ».

18.4. Sur la biodiversité

Le scénario de référence du projet sur la biodiversité correspond à l'état de l'environnement une fois le projet réalisé.

18.4.1. Sur les habitats marins et les espèces associées

L'évolution des habitats marins et des espèces associées en dehors des espaces consommés par le projet ne sera que très peu influencée par la mise en œuvre de l'aménagement portuaire de Port-Louis. Les habitats marins identifiés lors de l'état initial seront sensiblement les mêmes et évolueront en fonction du changement climatique (dont les phénomènes extrêmes) et autres projets anthropiques. Les espaces consommés par le projet seront artificialisés de manière à permettre la construction et l'exploitation des éoliennes. Ces surfaces ont vocation à rester en parfait état d'accessibilité pendant toute la durée d'exploitation du parc éolien.

L'absence de mise en œuvre du projet n'influencera que très peu les habitats marins, peu productifs (pas de récif corallien ou d'herbier sur la zone déroctée), du fait de l'absence de relief, d'un fort ensablement et d'un milieu environnementale contraignant, ayant fortement limiter leur développement. Les évolutions seront dues au dérèglement climatique, aux activités littorales et à d'autres projets anthropiques.

18.4.2. Sur les mammifères marins

L'évolution de l'activité de la mégafaune marine au sein de la zone de projet en cas de mise en œuvre du projet ne sera que très peu influencée. Un effet effarouchement sera constaté en phase construction, du fait du bruit et de l'activité de chantier. Mais rapidement en phase d'exploitation, la mégafaune marine reprend ses habitudes sur le site. Aucune zone de reproduction ou de nourrissage n'est impactée par le projet et les emprises au sol du déroctage n'impacteront pas les habitats identifiés.

L'absence de mise en œuvre du projet n'influencera que très peu le cortège d'espèces identifié lors de l'état initial. Là encore, les évolutions seront dues principalement au dérèglement climatique, à l'évolution des pratiques maritimes et de la pêche professionnelle.

18.4.3. Sur l'avifaune

L'activité avifaunistique lors de la nidification sera équivalente à celle identifiée lors de l'état initial. La zone est caractérisée par des milieux agricoles ouverts et comprend un nombre d'espèces nicheuses patrimoniales modéré.

En présence de l'aménagement, aucune espèce nicheuse s'éloignera du port et restera dans l'aire rapprochée du projet.

L'absence de mise en œuvre du projet n'influencera que très peu les oiseaux nicheurs ou migrateurs identifiés lors de l'état initial. Les évolutions seront dues au dérèglement climatique, aux activités agricoles et à d'autres projets anthropiques.

19. Méthodes utilisées pour établir l'évaluation environnementale et limites rencontrées

Le dossier d'étude d'impact constitue l'une des pièces maîtresses du dossier d'autorisation d'exploiter. Elle permet d'apprécier les conséquences que peuvent avoir la réalisation d'aménagements ou d'ouvrages sur l'environnement du projet. Le Code de l'Environnement précise à l'alinéa 5 de l'article R.122-3 l'exigence d'« une analyse des méthodes utilisées pour évaluer les effets du projets sur l'environnement mentionnant les difficultés éventuelles de nature technique ou scientifique rencontrées pour établir cette évaluation »

Ainsi, le présent dossier décline la méthode officielle de la façon suivante :

1. L'analyse des sensibilités du territoire autour du projet, composée des éléments suivants :
 - A. Définition d'une aire d'étude autour du projet d'aménagement portuaire,
 - B. Inventaire des caractéristiques du territoire,
 - C. Inventaire de l'éolien existant sur l'aire d'étude et définition d'orientations d'aménagement liées à cet état de l'éolien,
 - D. Inventaire de la biodiversité en présence (terrestre, marine)
 - E. Inventaire des sites patrimoniaux de l'aire d'étude et analyse de leur sensibilité attendue au projet,
2. La définition d'un projet d'aménagement, avec :
 - A. La définition de plusieurs variantes de dragage et le choix de la variante la mieux adaptée au milieu marin
 - B. La proposition d'aménagements annexes au projet et l'étude de leur impact visuel sur le paysage proche.
3. L'étude des impacts terrestres et marins :
 - A. Analyse des impacts sur la biodiversité marines et terrestre, les paysages, les usages maritimes
 - B. Analyse des impacts sur le patrimoine, des sites les plus remarquables au petit patrimoine,
 - C. Analyse des impacts cumulés

Sur le volet « biocénoses marines et espèces associées », **plusieurs campagnes de terrain ont été réalisées spécifiquement pour la réalisation du présent dossier de demande d'autorisation et son étude d'impacts :**

CREOCEAN, 2022 - a. Etudes réglementaires pour l'aménagement du port départemental de Port-Louis. Rapport de phase 1 : Etude préalable de caractérisation des sédiments marins. 48 pages hors annexes. Pour le compte du Conseil Départemental 971.

CREOCEAN, 2022 - a. Etudes réglementaires pour l'aménagement du port départemental de Port-Louis. Rapport de phase 2 : Etude préalable de caractérisation des biocénoses marines au droit du secteur d'étude et identification des colonies coralliennes présentes dans le chenal d'accès.

CREOCEAN 2020. Actualisation du diagnostic du chenal du port de Port-Louis. Etude faune-flore et caractérisation des sédiments marins. ANTEA GROUP.

Ces rapports qui détaillent les méthodologies employées et les résultats détaillés sont joints en annexe du présent document.

Les éléments bibliographiques ci-dessous ont été utilisés pour rédiger la présente étude d'impacts :

- ALZIEU C, QUINIOU F, 2001. Géodrisk, la démarche d'analyse des risques liés à l'immersion des boues de dragage des ports maritimes. IFREMER - GEODE, 2001.
- AAMP, 2013. Agence des Aires Marines Protégées. Analyse régionale Guadeloupe. Synthèse des connaissances. 241 pages hors annexes.
- ANTEA, 2000. Caractérisation des courants marins de la Rivière Salée au droit du pont de la Gabarre, Abymes (Guadeloupe). Pour le compte de la Direction Départementale de l'Équipement de la Guadeloupe.
- Arrêté du 27 juillet 2015 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères l'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement.
- Arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement. NOR: DEVO1001032A. Version consolidée au 09 juin 2016.
- Arrêté du 30 juin 2008 relatif aux limites maximales applicables aux résidus de chlordécone que ne doivent pas dépasser certaines denrées alimentaires d'origine végétale et animale pour être reconnues propres à la consommation humaine. NOR : AGRG0816067A.
- BELLAIR P., POMEROL C. 1977. Eléments de géologie. Armand Colin, Paris, 528p.
- BRL, 2008. Gestion et développement équilibré du littoral Guadeloupéen - état des lieux - rapport de phase 2.
- CEREMA, 2021. Opérations de dragages maritimes et modalités de gestion de leurs matériaux. Note technique Cerema, 2021. Collection : Références. ISBN : 978-2-37180-445-6.
- CETMEF, 2008. Dragage en milieu marin, immersion et code de l'environnement : le guide des procédures préalables – Les outils – GEODE et MEEDDAT.
- Civallero E, Caumont M. et Seux B. (2020) - Pré-étude des sédiments de curage et de dragage en Guadeloupe en vue d'améliorer leur gestion – Année 2020. Rapport final BRGM/RP-70379-FR, 104 p., 22 ill., 38 tab., 18 ann.
- CREOCEAN, 2020. Suivi de surveillance des masses d'eau de Guadeloupe dans le cadre du Réseau de Surveillance et de la Directive Cadre Eau.
- CREOCEAN, 2015. Mesures de surveillance, d'analyses du port départemental de Sainte-Rose : Surveillance de la qualité des eaux. Pour le compte du Conseil Départemental de la Guadeloupe. Décembre 2015. 18 pages hors annexes.
- CREOCEAN, 2014. Diagnostic des ports départementaux sur la base du schéma directeur d'aménagement des ports. Mai 2014. Pour le compte du Conseil Général de la Guadeloupe.
- CREOCEAN, 2017. Suivi de l'impact des effluents de la STEU de Port-Louis (Guadeloupe) sur les milieux aquatiques. GENERALE DES EAUX GUADELOUPE.
- CREOCEAN, 2009. Projet d'aménagement du port départemental de Sainte-Rose – Guadeloupe. Pour le compte du Conseil Général de la Guadeloupe. 129p.
- CREOCEAN, 2009. Modification des ouvrages de protection du port de Port-Louis. Modélisation de la circulation de la masse d'eau après ouverture d'une ou de plusieurs brèches dans les digues de protection. 13 pages hors annexes. Pour le compte du Conseil Général de la Guadeloupe.
- Direction générale de la santé, 2008. Coordination interministérielle chlordécone. Plan d'action chlordécone en Martinique et en Guadeloupe 2008-2010.

CONSEIL DEPARTEMENTAL DE LA GUADELOUPE
TRAVAUX DE DRAGAGE DU PORT DE PORT-LOUIS (GUADELOUPE)
DOSSIER D'AUTORISATION AU TITRE DES ARTICLES L214-1 A L214-6 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

- EGIS EAU, IMPACT-MER, PARETO, EGIS FRANCE, 2013. Grand Projet de Port du Grand Port Maritime de la Guadeloupe. Dossier d'Autorisation au titre des articles L214-1 et suivants du code de l'environnement intégrant étude d'impact au titre des articles L122-1 et suivants du code de l'environnement.
- GEODE, 2014. Rédaction des études d'impact d'opération de dragage et d'immersion en milieu estuarien et marin. Annexe technique « effet et impacts ».
- GEODE et CEREMA, 2014. Evaluation des risques sanitaires des opérations de dragage et d'immersion en milieu estuarien et marin.
- GEODE, 2012. Suivis environnementaux des opérations de dragage et d'immersion – Guide méthodologique. Groupe d'Etudes et d'Observation sur les Dragages et l'Environnement (GEODE) avec la collaboration du MEDDE. 133 pages hors annexes.
- GWAD'AIR. Rapport annuel 2020.
- IFREMER, 2005. Analyse de contaminants organiques dans les sédiments marins. Ed. Ifremer, Méthodes d'analyse en milieu marin, 44 p.
- IFREMER, 2003. Bioévaluation de la qualité environnementale des sédiments portuaires et des zones d'immersion.
- IFREMER, CREOCEAN, Université de Montpellier 2, 2000. Mise à jour d'indicateurs du niveau d'eutrophisation des milieux lagunaires méditerranéens. Pour le compte de l'Agence de l'eau RMC et la Région LR.
- INERIS, 2013. INERIS : Valeur Guide Environnementale – Chlordécone – n° CAS : 143-50-0. Version 24/03/2013.
- IXSURVEY, 2011. Analyse des mesures de courant en baie de Pointe-à-Pitre. Rapport provisoire.
- LICARI M. L. 1998. Système d'aide à l'interprétation des données benthiques en milieu marin et lagunaire, IARE, 1998 pour le compte de la Région PACA et l'Agence de l'EAU RMC).
- IFREMER, 1999. Dragages et environnement marin – Etat des connaissances.
- Ministère de la transition écologique et solidaire, Juin 2020. Rapport « Préconisations pour limiter les impacts des émissions acoustiques en mer d'origine anthropique sur la faune marine ».
- Parc National de la Guadeloupe (PNG), 2012. Les sternes de l'îlet Blanc. Grand Cul-de-Sac Marin. Guadeloupe. 2 pages.
- OSPAR COMMISSION, 2009. Overview of the impact of anthropogenic underwater sound in the marine environment,
- PARETO, 2015: DCE : Suivi du réseau de surveillance des masses d'eaux littorales du district de la Guadeloupe. Année 2014. Biologie, Physico-chimie, Hydromorphologie. Rapport final de synthèse, mai 2015, 153 pages + annexes. Mission de service pour le compte de Office de l'eau de Guadeloupe (ODE).
- PARETO 2014. Pôle nautique de Port-Louis – état initial de l'environnement. Expertise du milieu marin. Guadeloupe Port Caraïbes.
- Réserve Naturelle du Grand Cul-de-Sac Marin – Guadeloupe, 2008 PLAN DE GESTION DE LA RÉSERVE NATURELLE DU GRAND CUL-DE-SAC MARIN - GUADELOUPE - 2009-2013. 298 pages hors annexes.
- Rivages français d'Amérique – Stratégie d'intervention 2015- 2050. Pages 16 – 17.
- Robert S., 2011. Historique de la contamination des sédiments littoraux des Antilles françaises par la chlordécone (ChloSed). Rapport final de convention MAAP-Ifremer. Ifremer, L'Hourneau.
- Schéma d'Aménagement Régional de la Guadeloupe. Projet approuvé par la section des Travaux publics du Conseil d'Etat le 24 mai 2011. (incluant Schéma de Mise en Valeur de la Mer).

CONSEIL DEPARTEMENTAL DE LA GUADELOUPE
TRAVAUX DE DRAGAGE DU PORT DE PORT-LOUIS (GUADELOUPE)
DOSSIER D'AUTORISATION AU TITRE DES ARTICLES L214-1 A L214-6 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du district hydrographique comprenant la Guadeloupe et Saint-Martin. Programme de mesures – Version novembre 2015.

Wetzel D. and Reynolds J., 2010. Assessment of levels and possible risks of chlordecone (kepone) levels and levels of other organic contaminants of concern in marine ecosystems of Guadeloupe, French West Indies. Université des Antilles et de la Guyane, Mote Marine Laboratory.

Les sites internet suivants ont été consultés en novembre 2021 :

baignades.sante.gouv.fr

<https://www.karugeo.fr/accueil>

<https://cites.org>

www.conservatoire-du-littoral.fr

<http://daaf971.agriculture.gouv.fr/>

www.guadeloupe.developpement-durable.gouv.fr

www.gwadair.fr

www.insee.fr/

www.meteofrance.gp/

www.ramsar.org/

www.sanctuaire-agoa.fr/

<http://sextant.ifremer.fr/>

<https://www.geoportail.gouv.fr/>

20. Difficultés rencontrées pour réaliser l'étude d'impacts

Les difficultés rencontrées viennent essentiellement du manque de données sur les biocénoses marines présentes sur le site d'immersion. Les données obtenues en milieu de projet, auprès du MNHN a permis de réduire les incertitudes concernant les fonds marins de grande profondeur sur le site de clapage.

La quantification des risques de bio-accumulation dans la chaîne trophique est complexe à mettre en œuvre et la distinction entre ce qui relève du projet et ce qui relève du reste des activités anthropiques est à l'heure actuelle impossible à faire.

Des données sur la nature et la qualité des biocénoses présentes au large des côtes à l'Ouest de la Grande Terre, permettraient d'alimenter les connaissances et références sur ces milieux et ainsi permettre une meilleure identification des impacts du clapage.

Sur les données acquises sur le terrain, les difficultés proviennent de la précision des données cartographiques produites, du fait de la difficulté de géo-référencer de manière très précise les habitats et les espèces associées.

Lors de la caractérisation des espèces présentes dans le chenal d'accès et le périmètre de déroctage, la difficulté est liée à la précision du GPS en surface par rapport aux observations du plongeur sous l'eau. Un système a été mis en place pour que le point GPS soit situé au-dessus du plongeur, sur un radeau mis en place spécifiquement, et non au niveau du bateau (déport d'une dizaine de mètres sinon). En outre, la visibilité réduite en sortie du port a une incidence sur le plongeur dans sa détection des observations faites, malgré les nombreux passages effectués.

Liste des Figures

Figure 1 : Localisation du site de dragage (port de Port-Louis) et du site d'immersion	10
Figure 2 : Plan de dragage du port de Port-Louis pour atteindre les côtes de projet	14
Figure 3 : Plan d'échantillonnage des prélèvements de sédiments du chenal en 2020 et du port de Port-Louis en 2022	17
Figure 4 : Localisation de la zone d'immersion des sédiments portuaires	19
Figure 5 : Photos de la collecte sur la station DW4530 (source : https://expeditions.mnhn.fr/campaign/karubenthos2/event/DW4530?area=1#les_photos).....	20
Figure 6 : Illustration des photos des chaluts sur les stations KARUBENTHOS 2 autour du point d'immersion (croix) (d'après les données disponibles sur https://expeditions.mnhn.fr/campaign/karubenthos2#cartographie)	20
Figure 7 : Illustration des moyens de dragage et clapage mis en œuvre (source : CREOCEAN, 2019).....	22
Figure 8 : Illustration (à gauche) d'une dent ripper et (à droite) d'un atelier de déroctage au brise roche hydraulique (source : www.tramaf.fr/).....	22
Figure 9 : Illustration d'un atelier de dragage classique composé d'un ponton dipper et d'une barge fendable	22
Figure 10 : Illustration d'un atelier de dragage en mer avec une barrière anti-MES (source : www.tramar.fr)	24
Figure 11 : Localisation du ponton provisoire, du transfert des navires du ponton N°4 et des barrières anti-MES en vue des opérations de dragage du port.....	24
Figure 12 : Représentation schématique de l'étape 2 : dragage de la zone Sud-Ouest	25
Figure 13 : Représentation schématique de l'étape 2 deuxième partie : déplacement des mouillages des pontons 5 et 6 et zone d'intervention de l'atelier de dragage	25
Figure 14 : Représentation schématique de l'étape 3 : dragage de la zone Sud-Est.....	26
Figure 15 : Représentation schématique de l'étape 3 bis	26
Figure 16 : Représentation schématique de l'étape 4 : dragage de la zone Nord	27
Figure 17 : Représentation schématique de l'étape 4 bis: repositionnement des mouillages des pontons 1, 2 et 3	27
Figure 18 : Pluviométrie – Normales annuelles 1981-2010 (en mm).....	34
Figure 19 : Rose des vents à la station Le Raizet Aéroport (1995-2008).....	35
Figure 20: Circulation des masses d'eau dans le lagon du GCSM (d'après Assor, 1988 in AAMP, 2013).....	36

Figure 21 : Courantologie au niveau du port de Port-Louis (ANTEA, 2010)	37
Figure 22 : Série temporelle de 2019 à 2022 des composantes u, v et de la norme du courant au niveau du point d'immersion des sédiments (Copernicus).	38
Figure 23 : Carte des courants modélisés (Mike) à marée descendante dans le Grand Cul-de-sac Marin (source CREOCEAN 2022)	38
Figure 24 : Synthèse des conditions d'agitation au large de la Guadeloupe (Sources : modèle WNA, Google, CREOCEAN, 2016).....	39
Figure 25 : Évolution de l'activité cyclonique dans l'Atlantique entre 1965-2013 et 2031-2080 (scénario RCP 8.5 du GIEC) vue par le modèle Arpège-climat.....	41
Figure 26 : Élévation relative du niveau de la mer en Guadeloupe selon le scénario RCP 8.5 Source : Le Cozannet et al., submitted.	42
Figure 27 : Projection du recul du trait de côte à échéance 100 ans sur les côtes basses meubles de la Guadeloupe (Source : Guillen et al, 2017)	43
Figure 28 : Répartition granulométrique des sédiments marins du port de Port-Louis	44
Figure 29 : Répartition granulométrique des sédiments marins à l'extérieur du port de Port-Louis	45
Figure 30 : Carte des formations sédimentaires superficielles du plateau insulaire guadeloupéen et sur la zone de projet	46
Figure 31 : Géomorphologie récifale du plateau insulaire guadeloupéen	48
Figure 32 : Cartographie des entités géomorphologiques du Grand-Cul-de-Sac-Marin (d'après Chauvaud, 2005).....	49
Figure 33 : Cartographie des biocénoses marines au droit de Port-Louis (d'après Carex Environnement, 2001).....	49
Figure 34 : Carte bathymétrique au niveau de la zone de projet.....	51
Figure 35 : Classement des eaux de baignades des sites du GCSM au titre de l'année 2021	52
Figure 36 : Classement de l'état chimique des masses d'eau au titre de la DCE de l'année 2018	54
Figure 37 : Cartographie des teneurs en chlordécone dans les sols de Port-Louis.....	55
Figure 38 : Nombre de dépassement des seuils règlementaires journaliers relatifs aux particules fines PM10 (source : Rapport annuel 2020, Gwad'Air)	58
Figure 39 : Identification des zones calmes (sources : Routes de Guadeloupe).....	59
Figure 40 : Évaluation de l'état écologique partiel provisoire des MEC de Guadeloupe à fin 2020 sans prise en compte de la chlordécone	60
Figure 41 : Illustration du peuplement et des espèces coralliennes associées à la pente récifale externe.....	63

Figure 42: Peuplement de spongiaires dominants	64
Figure 43 : Illustration d'un des massifs de <i>Madracis auretenra</i> (CREOCEAN, 2022)	65
Figure 44 : Illustration de la dalle calcaire peu colonisée (CREOCEAN, 2022).....	66
Figure 45: Photographies des plaines sédimentaires sableuses rencontrées sur le site.....	67
Figure 46: Photographies du platier à macro-algues dominantes.....	67
Figure 47 : Photographies des herbiers rencontrés sur le site au nord (gauche) et au sud (droite)	68
Figure 48 : Photographies des herbiers d'<i>Halophila stipulacea</i>	68
Figure 49 : Carte des biocénoses marines (CREOCEAN, 2022).....	69
Figure 50 : Illustration des colonies coralliennes présentes dans la future zone de déroctage du chenal d'accès	71
Figure 51 : Caractérisation des colonies coralliennes ponctuelles observées sur le tracé du chenal	72
Figure 52 : cartographie de l'inventaire de la faune profonde (source AAMP 2011).....	73
Figure 53 : Illustration des photos des chaluts sur les stations KARUBENTHOS 2 autour du point d'immersion (croix) (d'après les données disponibles sur https://expeditions.mnhn.fr/campaign/karubenthos2#cartographie)	74
Figure 54 : Photos de la collecte sur la station DW4530 (source : https://expeditions.mnhn.fr/campaign/karubenthos2/event/DW4530?area=1#les_photos).....	74
Figure 55 : Cartographie des biocénoses de Guadeloupe.....	75
Figure 56 : Synthèse 2019 des activités de ponte en Guadeloupe (https://www.tortues-marines-antilles.org/_files/ugd/891b35_f76c167324df4d3da97cf7aff03300ad.pdf)	78
Figure 57 : Caractéristique des habitats sur les sites de ponte du nord Grande Terre (Mailloux, 2005 in ONCFS, 2014).....	79
Figure 58 : Carte de synthèse de l'état de connaissance des oiseaux marins	80
Figure 59 : Odontocètes et baleines à bosse en Guadeloupe	82
Figure 60 : Espaces protégés ou inventoriés du secteur (périmètre AGOA non inclus)	86
Figure 61 : Illustration de la BD parcellaire du secteur (jaune : bâtiments identifiés).....	87
Figure 62 : Localisation des différents bâtis aux abords du port départemental (jaune : bâtiments identifiés).....	88
Figure 63 : Photos du port de Port-Louis	89

Figure 64 : Dispositifs de Concentrations de Poissons autour de la Guadeloupe (Source : http://sextant.ifremer.fr).....	91
Figure 65 : Synthèse des activités de pêche professionnelle sur les milieux profonds	93
Figure 66 : Activité de plaisance dans le Grand Cul-de-Sac Marin et dans le nord de la Basse-Terre (AAMP, 2013).....	94
Figure 67 : Synthèse du trafic maritime en Guadeloupe (AAMP, 2013).....	96
Figure 68 : Différentes phases d'évolution des matériaux (IFREMER, 1999).....	98
Figure 69 : Profil vertical de l'augmentation de la turbidité sur la colonne d'eau (CREOCEAN, 2018).....	101
Figure 70 : Illustration d'un clapage en mer réalisé dans le cadre du dragage du port de Sainte-Rose (DE BOER Dec. 2020)	103
Figure 71 : Illustration d'un clapage en mer réalisé dans le cadre du dragage du port de la Désirade (DE BOER Dec. 2022).....	104
Figure 72 : Atténuation sonore mesurée au large du port de Québec en comparaison avec les prédictions des modèles de dispersion sphérique et cylindrique. Mesures réalisées par bandes d'un tiers d'octave (200 à 5 000 Hz) le 17 et le 29 septembre 2015. (WSP, 2016)	111
Figure 73 : Niveau de bruit généré par le battage de pieu (niveau de pression sonore estimé à 192 dBRMS ref 1µPa/√Hz à 1 mètre de la source) en fonction de la distance à la source lors d'opérations de battage pieu dans le port de La Rochelle (CREOCEAN & Grand Port Autonome de La Rochelle, 2015; NEREIS, 2016)	112
Figure 74 : Secteur théorique de modification comportementale (orange) et de perte d'audition temporaires (jaune) des mammifères marins (d'après MCCAuley, 2000).....	114
Figure 75 : Secteur théorique de modification comportementale (orange) et de perte d'audition temporaires (jaune) des tortues marines (d'après MCCAuley, 2000)	116
Figure 76 : schéma de synthèse des effets potentiels des dragages sur l'environnement extrait du guide de GEODE	125
Figure 77 : schéma de synthèse des effets potentiels des immersions sur l'environnement extrait du guide de GEODE	126
Figure 78 : Plan masse des aménagements terrestres	129
Figure 79 : Illustration graphique du bâtiment en projet qui sera construit sur le terre-plein central du port (source : SAS B&M ARCHITECTURE 2022)	130
Figure 80 : Coupes du principe d'aménagement des boxs des marins pêcheurs	130
Figure 81 : Coupes de principe de la zone de ramendage.....	131
Figure 82 : présentation des scénarios envisagés pour le chenal d'accès	134
Figure 83 : Illustration de géotubes remplis.....	137

Figure 84 : Illustration du chantier de Husum (géotubes à gauche de la photo)	137
Figure 85 : extrait des images des échantillons prélevés lors de la mission KARUBENTHOS 2	139
Figure 86 : extrait des images des échantillons prélevés lors de la mission KARUBENTHOS 2 à proximité de la zone de clapage	140
Figure 87 : extrait de l'orientation O5D4 du SDAGE 2022-2027 de Guadeloupe	142
Figure 88 : Recensement des colonies coralliennes : gauche : projet initial répondant aux standards internationaux / droite : projet retenu	147
Figure 89 : Localisation de la zone non draguée	148
Figure 90 : Localisation des stations complémentaires pour délimiter la zone d'exclusion	149
Figure 91 : Localisation des colonies à transplanter (carrés rouges) en dehors du chenal et zone de transplantation (rectangle rouge).....	151
Figure 92 : Estimation des surfaces déroctées du premier chenal dimensionné	153
Figure 93 : Estimation des surfaces déroctées du chenal retenu.....	153
Figure 94 : Illustration de la mise en œuvre d'une barrière anti-MES sous forme d'un rideau de bulles (source : CREOCEAN, 2019).....	154
Figure 95 : Illustration de la mise en œuvre des deux procédés dans l'enceinte portuaire (gauche) et dans le chenal d'accès (droite).....	155
Figure 96 : Protocole pre-watch.....	156
Figure 97 : Protocole soft-start.....	157
Figure 98 : Illustration de macro-déchets récoltés lors du dragage du port de 3-Rivières (source : CREOCEAN, 2019).....	158

Liste des tableaux

Tableau 1 : Coordonnées du centre du projet de dragage (WGS84-Géographique)	9
Tableau 2 : Coordonnées du site d'immersion potentiel (WGS84-Géographique)	9
Tableau 3 : Synthèse des paramètres suivis par rapport aux seuils N1/N2.....	16
Tableau 4 : Coordonnées du site d'immersion potentiel (WGS84-Géographique - Latitude/Longitude).....	21
Tableau 5 : Estimation de la durée des travaux de dragage par type d'intervention.....	23
Tableau 6 : Détails de la rubrique 4.1.3.0. de la nomenclature (A = Autorisation ; D = Déclaration)	30
Tableau 7 : Niveau de marée de la Guadeloupe (Pointe-à-Pitre).....	35
Tableau 8 : tableau des analyses de la qualité physico-chimique des eaux du port de Port-Louis (CREOCEAN 2018).....	53
Tableau 9 : Synthèse des paramètres suivis par rapport aux seuils N1/N2.....	57
Tableau 10 : Liste des espèces coralliennes et ichtyologiques recensées	63
Tableau 11 : Liste des espèces identifiées (source : CREOCEAN, 2022).....	76
Tableau 12 : Synthèse des remontées d'observation de mammifères marins dans le secteur de Port Louis (nombre d'observations réalisées et effectifs approximatifs recensés par espèce et selon la profondeur) (source : données brutes OMMAG).....	81
Tableau 13 : Appréciation des risques d'impacts liés aux bruits et aux vibrations d'un chantier de dragage sur les mammifères marins (in rapport GEODE, 2018).....	114
Tableau 14 : tableau de synthèse des incidences avant et après la mise en œuvre des mesures « éviter, réduire »	127
Tableau 15 : tableau comparatif des scénarios envisagés pour le chenal d'accès	133
Tableau 16 : comparaison entre l'immersion en mer et le traitement à terre des sédiments ...	138

ANNEXE 1 : NOTE TECHNIQUE DE CARACTERISATION DES SEDIMENTS



RAPPORT

Etudes réglementaires pour le dragage et le déroctage du port départemental de Port-Louis : prélèvements, analyses et caractérisation des sédiments marins

Rapport de phase 1 : Etude préalable de caractérisation des sédiments marins

Février 2022



CLIENT :

RAISON SOCIALE	CONSEIL DEPARTEMENTAL DE LA GUADELOUPE
COORDONNÉES	Hôtel du Département Boulevard du gouverneur Felix Eboué 97100 BASSE-TERRE Tél. : 05 90 80 62 00 - Fax : 05 90 80 62 33
INTERLOCUTEUR (nom et coordonnées)	Monsieur Richard ALBINA , Directeur général adjoint des infrastructures et du développement durable E-mail : richard.albina@cg971.fr Madame Valérie TERRAM , Directrice adjointe des infrastructures et du développement durable E-mail : valerie.terram@cg971.fr Monsieur David DELVER Directeur des Routes, Ports et Aéroports E-mail : david.delver@cg971.fr

CREOCEAN ANTILLES-GUYANE :

COORDONNÉES	1 Lotissement les Mussendas Plaisance 97122 BAIE-MAHAULT Tel : 05 90 41 16 88
INTERLOCUTEUR	Stéphane RENAUD Chef de projet en aménagement du littoral stephane.renaud@creocean.fr

RAPPORT :

BON DE COMMANDE	NOTRE RÉFÉRENCE	Étude 220057
TITRE	Etudes réglementaires pour le dragage et le déroctage du port départemental de Port-Louis : prélèvements, analyses et caractérisation des sédiments marins Rapport de phase 1 : Etude préalable de caractérisation des sédiments marins	
NOMBRE DE PAGES TOTAL	41	
NOMBRE D'ANNEXES	03	

CONTRIBUTEURS :

DATE	VERSION	OBJET DE LA RÉVISION	REDACTEUR(S)	VALIDÉ PAR / CONTRÔLE QUALITE
04/03/2022	V1	-	CCH	SRE

Sommaire

Préambule	9
1. Matériel et méthodes	10
1.1. Localisation de la zone d'étude	10
1.2. Planning d'intervention	12
1.2.1. Prélèvements dans le chenal.....	12
1.2.2. Prélèvements dans l'enceinte portuaire	12
1.3. Moyens nautiques et humains	12
1.3.1. Prélèvements dans le chenal.....	12
1.3.2. Prélèvements dans l'enceinte portuaire	13
1.4. Méthodologie d'échantillonnage	14
1.4.1. Prélèvements.....	14
1.5. Conditionnement et transport	15
1.6. Analyse des sédiments marins	15
1.7. Mode de traitement des résultats	16
1.7.1. Paramètres généraux	16
1.7.2. Contaminants	16
2. Résultats	17
2.1. Structure du sédiment	17
2.1.1. Caractéristiques générales des sédiments	17
2.1.2. Granulométrie.....	20
2.2. Nutriments	25
2.2.1. Indice de pollution organique (Alzieu, 2003)	25
2.3. Contaminants chimiques	26
3. Synthèse sur la qualité des sédiments	31
3.1. Synthèse de la matière organique vis à vis des seuils pour sédiments marins	31
3.2. Synthèse des polluants vis à vis des seuils réglementaires N1 et N2	32
4. Conclusion	34
5. Bibliographie	35
ANNEXE 1 : Fiches terrain	37
ANNEXE 2 : Données brutes	38

ANNEXE 3 : Seuils de contamination de référence N1 et N2 en vigueur dans la législation française pour les Métaux, HAP, PCB et TBT dans les sédiments marins..... 39

Liste des Figures

Figure 1 : Plan d'échantillonnage des prélèvements de sédiments du chenal en 2020 et du port de Port-Louis en 2022	11
Figure 2 : Photographies des sites de prélèvement du chenal de Port-Louis 2022.....	13
Figure 3 : Photographies des sites de prélèvement portuaire de Port-Louis 2022.....	14
Figure 4 : Prélèvement à la benne Van Veen, dans le chenal (à gauche) et dans le port (à droite)	15
Figure 5 : Photographie des sédiments du chenal lors des prélèvements à Port-Louis en 2020	18
Figure 6 : Photographie des sédiments portuaires lors des prélèvements à Port-Louis en 2022	19
Figure 7 : Répartition granulométrique globale des sédiments du chenal de Port-Louis 2020..	22
Figure 8 : Répartition granulométrique globale des sédiments marins de Port-Louis 2022.....	24

Liste des tableaux

Tableau 1 : Coordonnées géographiques des stations de prélèvement de sédiment.....	10
Tableau 2 : Date de prélèvement et conditions météorologiques – Chenal de Port-Louis	12
Tableau 3 : Date de prélèvement et conditions météorologiques - Port de Port-Louis.....	12
Tableau 4 : Descriptions des prélèvements de sédiments du chenal de Port-Louis 2020.....	18
Tableau 5 : Descriptions des prélèvements de sédiments portuaires de Port-Louis 2022.....	20
Tableau 6 : Classification granulométrique d'après Larssonneur (en % de masse de fractions fines < 63 µm).....	20
Tableau 7 : Synthèse de la fraction <63 µm des sédiments du chenal de Port-Louis avec le taux d'envasement correspondant	21
Tableau 8 : Répartition granulométrique par laser (en % relatif) et mesures physiques	21
Tableau 9 : Classes granulométriques (exprimées en %) par Blott et Pye (2001) des sédiments du chenal de Port-Louis 2020	21
Tableau 10 : Synthèse de la fraction <63 µm des sédiments portuaires de Port-Louis avec le taux d'envasement correspondant	22

Tableau 11 : Répartition granulométrique par laser (en % relatif) et mesures physiques	22
Tableau 12 : Classes granulométriques (exprimées en %) par Blott et Pye (2001) des sédiments portuaires de Port-Louis 2022.....	23
Tableau 13 : Définition des classes ou indices de contamination pour les trois micropolluants exprimant la pollution organique selon Alzieu (2003)	25
Tableau 14 : Synthèse des concentrations en nutriments mesurées dans les sédiments du chenal de Port-Louis en 2020 et dans le port en 2022	26
Tableau 15 : Eléments traces métalliques présents dans le chenal de Port-Louis.....	27
Tableau 16 : Concentration en métaux lourds présents dans le port de Port-Louis 2022	27
Tableau 17 : Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAPs) présents dans les sédiments du chenal de Port-Louis	28
Tableau 18 : Concentrations en HAP mesurées dans les sédiments portuaires de Port-Louis en 2022.....	29
Tableau 19 : Organostanniques présents dans les sédiments du chenal de Port-Louis 2020 ...	30
Tableau 20 : Organostanniques présents dans les sédiments portuaires de Port-Louis 2022 ..	30
Tableau 21 : Polychlorobiphényles (PCB) présents dans les sédiments de la zone d'étude de Port-Louis.....	31
Tableau 22 : Synthèse de la matière organique et des nutriments présents dans les sédiments de la zone du projet de dragage/déroctage du Port-Louis selon Alzieu (2003)	31
Tableau 23 : Synthèse des polluants dans les sédiments du chenal de Port-Louis 2020.....	32
Tableau 24 : Synthèse des polluants dans les sédiments du port de Port-Louis 2022	33

Préambule

Le Conseil Départemental de la Guadeloupe souhaite réaliser une opération de dragage et de déroctage du port polyvalent de Port-Louis afin de maintenir les capacités d'accueil des navires de pêche et de plaisance. Il est également envisagé d'agrandir le chenal d'accès par des opérations de déroctage, pour permettre le passage de navires à passagers.

Ces travaux, réalisés en contact avec le milieu marin, sont soumis aux articles L.214-1 à L.214-6 du Code de l'Environnement.

Le Conseil Départemental de la Guadeloupe a mandaté CREOCEAN afin de réaliser les étapes préalables aux travaux suivantes :

- ▶ **Phase 1, objet du présent rapport : Etude préalable de caractérisation des sédiments à extraire incluant les prélèvements et analyses des échantillons, au regard de la réglementation sur les dragages et immersions ;**
- ▶ Phase 2 : caractérisation des biocénoses marines au droit du secteur d'étude et identification des colonies coralliennes présentes dans le chenal d'accès ;
- ▶ Phase 3, à venir : Réalisation du dossier réglementaire correspondant, déclaration ou autorisation.

La réalisation de la phase 1 - prélèvements et analyses sur les sédiments portuaires - permet de caractériser la qualité des sédiments à extraire selon la circulaire du 14 juin 2000, modifiée et complétée par les arrêtés du 09/08/2006, du 23/12/2009 et du 17/07/2014.

Le présent document constitue le rapport de phase 1, présentant les opérations réalisées ainsi que les résultats d'analyses des sédiments en laboratoire de la zone d'étude.

1. Matériel et méthodes

L'objectif est de caractériser les sédiments marins à extraire avant la réalisation des travaux de dragage. Des prélèvements de sédiments marins ont été réalisés les 1 et 7 juillet 2020 dans le chenal. Les prélèvements dans l'enceinte portuaire ont été effectués le 10 février 2022. Ces deux campagnes ont fait l'objet d'analyses en laboratoire.

1.1. Localisation de la zone d'étude

Le chenal et le port où seront réalisés les travaux de dragage se situent sur la commune de Port-Louis. Des sédiments ont été prélevés sur **3 stations** dans le chenal et **6 stations** dans l'enceinte portuaire.

Le plan d'échantillonnage et les coordonnées des stations sont indiqués dans les figures suivantes. Les coordonnées des stations ont été déterminées à l'aide d'un équipement GPS Garmin.

Tableau 1 : Coordonnées géographiques des stations de prélèvement de sédiment

Stations		WGS84		Analyses
		Latitude	Longitude	
Chenal	A	16° 24.588'N	61° 31.961'O	Physico-chimiques + granulométriques
	B	16° 24.545'N	61° 32.003'O	
	C	16° 24.519'N	61° 32.025'O	
Port	1	16°24.733' N	61°31.900' O	
	2	16°24.709' N	61°31.968' O	
	3	16°24.679' N	61°31.912' O	
	4	16°24.651' N	61°31.958' O	
	5	16°24.610' N	61°31.904' O	
	6	16°24.630' N	61°31.865' O	

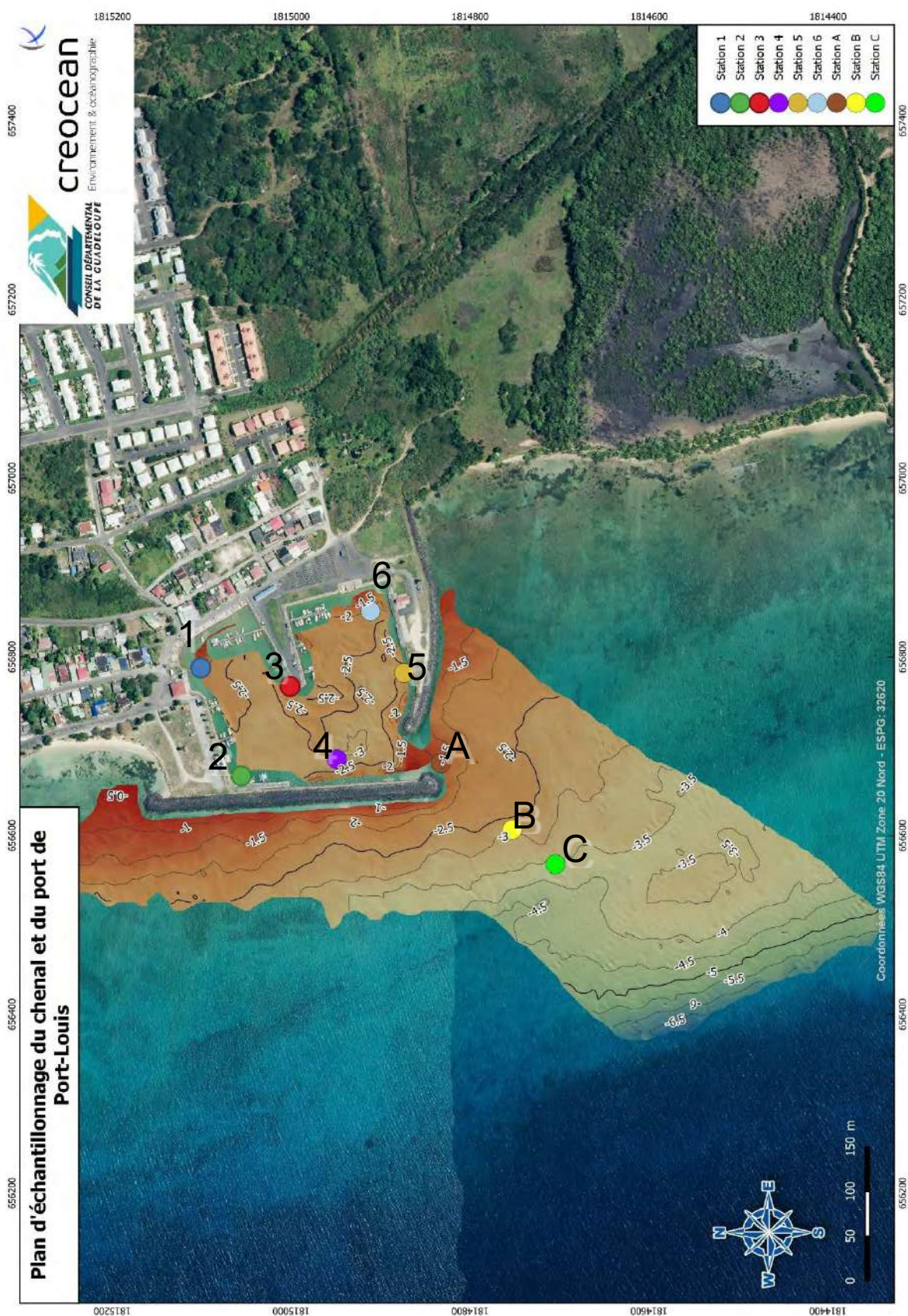


Figure 1 : Plan d'échantillonnage des prélèvements de sédiments du chenal en 2020 et du port de Port-Louis en 2022

1.2. Planning d'intervention

1.2.1. Prélèvements dans le chenal

Les prélèvements de sédiments de la station A et B ont été effectués grâce à une benne Van Veen de 1 litre, le 1^{er} juillet 2020. La collecte de sédiments sur le point C a été réalisée le 7 juillet en 2020, en plongée sous-marine. En effet, la couche sédimentaire relativement fine (quelques centimètres) sur la dalle corallienne n'a pas permis un prélèvement par benne.

Tableau 2 : Date de prélèvement et conditions météorologiques – Chenal de Port-Louis

Station	Date et Heure	Conditions météorologiques
A	01/07/2020 11h	Mer calme, vent S à E fort, nuageux
B	01/07/2020 10h	
C	07/07/2020 10h	

1.2.2. Prélèvements dans l'enceinte portuaire

Les prélèvements de sédiments à la benne ont été réalisés le 10 février 2022. Les conditions météorologiques au moment des prélèvements sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3 : Date de prélèvement et conditions météorologiques - Port de Port-Louis

Station	Date et Heure	Conditions météorologiques
1	10/02/2022 06h50	Nuageux, plan d'eau calme
2	10/02/2022 07h25	Ensoleillée, mer calme
3	10/02/2022 08h05	Venteux, nuageux, mer calme
4	10/02/2022 09h20	Forte pluie, puis ensoleillé, mer calme
5	10/02/2022 09h40	Grand soleil, fort vent, mer calme
6	10/02/2022 09h55	Grand soleil, fort vent, mer calme

1.3. Moyens nautiques et humains

1.3.1. Prélèvements dans le chenal

Les sédiments de surface ont été prélevés depuis un zodiac du club de plongée Antidote. Les opérations ont mobilisé 3 personnes, dont deux opérateurs CREOCEAN sur une demi-journée :



Zone de prélèvement station A



Zone de prélèvement station B



Zone de prélèvement station C

Figure 2 : Photographies des sites de prélèvement du chenal de Port-Louis 2022

1.3.2. Prélèvements dans l'enceinte portuaire

Les prélèvements de surface ont été réalisés depuis une saintoise à faible tirant d'eau de la Direction de la Mer. Les opérations ont mobilisé 3 personnes, dont deux opérateurs de la Direction de la Mer et un opérateur CREOCEAN sur une demi-journée :



Zone de prélèvement station 1



Zone de prélèvement station 2



Zone de prélèvement station 3



Zone de prélèvement station 4



Zone de prélèvement station 5



Zone de prélèvement station 6

Figure 3 : Photographies des sites de prélèvement portuaire de Port-Louis 2022

1.4. Méthodologie d'échantillonnage

Les prélèvements ont été réalisés sur la base des instructions techniques de l'arrêté interministériel du 14 juin 2000.

Le positionnement sur les stations de prélèvement a été effectué grâce à un GPS à main de type GARMIN et un sondeur à main permettant de vérifier la profondeur d'eau et ainsi de prélever sur des zones qui seront effectivement draguées.

Chaque échantillon a été photographié et ses caractéristiques notées sur la fiche de terrain associée : *texture, homogénéité, fluidité, odeur, couleur, organismes vivants visibles...*

1.4.1. Prélèvements

Sur les stations dans le port : **station 1, station 2, station 3, station 4, station 5 et station 6**, plusieurs réplicats (entre 5 et 10 prélèvements unitaires) par station ont été prélevés à l'aide d'une benne de type « Van Veen » afin de constituer un échantillon moyen à analyser. Lors de la campagne de terrain, une estimation visuelle de la granulométrie a été effectuée afin d'obtenir un échantillonnage davantage varié, notamment pour la station 2.

Les différents répliquats ont été homogénéisés à l'aide d'une petite pelle en inox afin de constituer un échantillon moyen de la station. Le préleveur portait des gants non poudrés pour effectuer le mélange, sans le contaminer.

Chaque échantillon a été photographié et ses caractéristiques notées sur une fiche de terrain : texture, homogénéité, fluidité, odeur, couleur, organismes vivants visibles.



Figure 4 : Prélèvement à la benne Van Veen, dans le chenal (à gauche) et dans le port (à droite)

1.5. Conditionnement et transport

Le flaconnage, dans lequel ont été conditionnés les échantillons de sédiments marins, a été fourni par le laboratoire EUROFINS en charge de la réalisation des analyses.

Chaque échantillon a été étiqueté afin de permettre une identification sans confusion. Durant l'ensemble des opérations, les échantillons prélevés ont été conservés au frais et à l'abri de la lumière en glacières munies de packs réfrigérants.

Une fois les opérations de terrain terminées, les packs de glace ont été changés et la glacière a été envoyée le 29 novembre 2021 par transporteur rapide au laboratoire. Les échantillons ont été réceptionnés par le laboratoire le 7 décembre 2021 avec une température de 8,6 °C.

1.6. Analyse des sédiments marins

C'est sur la base de la circulaire du 14 juin 2000, modifiée par l'arrêté du 9 août 2006 complétée par les arrêtés du 23 décembre 2009, du 8 février 2013 et du 17 juillet 2014, définissant les niveaux de référence à prendre en compte lors d'une analyse de sédiments marins ou estuariens présents en milieu naturel ou portuaire, qu'a été dressée la liste des analyses à réaliser.

Les paramètres à analyser dans les sédiments de Port-Louis sont les suivants :

- **Métaux** : Arsenic, Cadmium, Chrome, Cuivre, Mercure, Nickel, Plomb et Zinc ;
- **Polychlorobiphényles (PCB)** : PCB Totaux, CB28, CB52, CB101, CB118, CB138, CB153 et CB180 ;
- **Organoétains** : TBT, DBT, MBT ;
- **Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)** : Naphtalène ; Acénaphène ; Acénaphylène ; Fluorène ; Anthracène ; Phénanthrène ; Fluoranthène ; Pyrène ; Benzo [a] anthracène ; Chrysène ; Benzo [b] fluoranthène ; Benzo [k] fluoranthène ; Benzo [a] pyrène ; Di benzo [a, h] anthracène ; Benzo [g,h,i] pérylène ; Indéno [1,2,3-cd] pyrène ;
- **Granulométrie** par tamisage et laser ;

- **Carbone organique total (COT) ;**
- **Matière sèche ;**
- **Nutriments** : Azote selon Kjeldahl (NTK) ; Phosphore total ;
- **Aluminium (Al) ;**
- **Densité.**

Les limites de quantifications (LQ) du laboratoire respectent les seuils de qualité réglementaires¹. Les méthodes d'analyses du laboratoire pour chaque paramètre sont présentées en annexe de ce document.

L'accréditation COFRAC (Comité Français d'Accréditation) atteste de la compétence du laboratoire pour les essais couverts par l'accréditation.

Les résultats d'analyse ont été transmis par le laboratoire le 29 juillet 2020, pour les prélèvements dans le chenal. Ceux du port ont été transmis par le laboratoire le 4 mars 2022.

1.7. Mode de traitement des résultats

1.7.1. Paramètres généraux

Les paramètres généraux des sédiments marins (matière sèche, densité, enrichissement organique et minéral) ne font pas l'objet d'une réglementation particulière. Ils sont ici analysés au regard des données de référence existantes pour ce type de milieu.

1.7.2. Contaminants

Les contaminants recherchés dans les sédiments portuaires sont les éléments traces métalliques (ETM), les polychlorobiphényles (PCB), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et le tributylétain (TBT).

L'interprétation des résultats obtenus pour ces paramètres repose sur une comparaison des teneurs mesurées dans les sédiments avec les niveaux de référence N1 et N2².

Ces seuils constituent des points de repère et permettent de mieux apprécier l'incidence que peut avoir l'opération projetée, ainsi :

- ▶ **Au-dessous des niveaux 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 ou quelques échantillons analysés, ne nécessite pas de complément sauf raison particulière (par exemple toxicité de l'élément considéré : Cd, Hg...). De façon générale, l'investigation complémentaire doit être proportionnée à l'importance de l'opération envisagée. Elle peut porter, pour les substances concernées, sur des mesures complémentaires et/ou des estimations de sensibilité du milieu. Toutefois, le coût et les délais en résultant doivent rester proportionnés au coût du projet et le maître d'ouvrage doit intégrer les délais de réalisation des analyses dans son propre calendrier ;

¹ Seuils établis par l'arrêté du 9 août 2006 complété par les arrêtés du 23 décembre 2009, du 8 février 2013 et du 17 juillet 2014 relatifs 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 canaux relevant respectivement des rubriques 2.2.3.0, 3.2.1.0 et 4.1.3.0 de la nomenclature annexée à l'article R. 214-1 du code de l'environnement

² Seuils définis par l'arrêté interministériel du 14 juin 2000, modifié par l'arrêté du 9 août 2006 complété par les arrêtés du 23 décembre 2009, du 8 février 2013 et du 17 juillet 2014 (voir en annexe)

- ▶ **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 globale du sédiment, une évaluation de l'impact prévisible sur le milieu et, le cas échéant, affiner le maillage des prélèvements sur la zone concernée (afin, par exemple, de délimiter le secteur plus particulièrement concerné). En fonction des résultats, le maître d'ouvrage pourra étudier des solutions alternatives pour réaliser le dragage, ou des phasages de réalisation (exemple : réduire le dragage en période de reproduction ou d'alevinage de certaines espèces rares très sensibles).

2. Résultats

L'ensemble des résultats d'analyses des sédiments est présenté en annexe. Une synthèse de ces résultats est présentée ci-après.

Pour rappel, les analyses réalisées sont :

- ▶ 3 analyses « pack dragage », comprenant une analyse granulométrique et une analyse de polluants dans le chenal ;
- ▶ 6 analyses « pack dragage », comprenant une analyse granulométrique et une analyse de polluants dans le port.

2.1. Structure du sédiment

2.1.1. Caractéristiques générales des sédiments

2.1.1.1. Sédiments du chenal

Lors des prélèvements, les observations sur le terrain indiquent que les sédiments du chenal aux stations A, B et C sont relativement sableux.



Station A



Station B



Station C

Figure 5 : Photographie des sédiments du chenal lors des prélèvements à Port-Louis en 2020

Le tableau suivant résume l'ensemble des prélèvements de la campagne de terrain de port de Port-Louis :

Tableau 4 : Descriptions des prélèvements de sédiments du chenal de Port-Louis 2020

Station	Profondeur (m)	Couleur du réplikat	Odeur	Remarques
A	1,5	Beige à gris	Pas d'odeur	Quelques petits débris coquillés, présence de faune benthique (crustacés, vers...). Large plaque de cyanophycées observées autour du point
B	3,5	Beige à gris	Pas d'odeur	Quelques petits débris coquillés, présence de faune benthique (crustacés, vers...), observations de nombreux débris noirs d'1 mm environ.
C	5	Beige à gris	Pas d'odeur	Zone de platier corallien ensablé, prélèvement très difficile

2.1.1.2. Sédiments portuaires

Lors des prélèvements, les observations sur le terrain indiquent que les sédiments portuaires aux stations 2 et 4 sont relativement sableux. Les autres stations situées plus à l'intérieur du port sont davantage vaseuse.



Station 1



Station 2



Station 3



Station 4



Station 5



Station 6

Figure 6 : Photographie des sédiments portuaires lors des prélèvements à Port-Louis en 2022

Le tableau suivant résume l'ensemble des prélèvements de la campagne de terrain de port de Port-Louis :

Tableau 5 : Descriptions des prélèvements de sédiments portuaires de Port-Louis 2022

Station	Profondeur (m)	Couleur du réplikat	Odeur	Remarques
1	2,5	Gris, beige	Pas d'odeur	-
2	0,5	Beige	Pas d'odeur	Trace d'hydrocarbure en surface
3	2,5	Gris, marron foncé	Pas d'odeur	-
4	3,4	Noir, gris foncé, beige	Forte odeur	Passages de bateaux lors des prélèvements + présence de cailloux
5	3,1	Marron clair, beige et gris	Pas d'odeur	Présence de coquillage
6	2,9	Marron foncé, beige, gris clair	Pas d'odeur	-

2.1.2. Granulométrie

La granulométrie permet d'expliquer la variabilité naturelle des éléments traces dans les sédiments. Plus le pourcentage de la fraction fine (particules inférieures à 63 µm) est important, plus la capacité du sédiment à absorber les éléments hydrophobes (dont contaminants) est forte (Licari, 1998). Les sédiments sont classés en fonction de la taille de leurs particules (Bellair et Pomerol, 1977) :

- ▶ **Les particules d'un diamètre supérieur à 63µm** correspondent aux sables et matériels inorganiques silicatés. On distingue généralement les graviers (diamètre > à 2 mm) et les sables (diamètre entre 63 µm et 2 mm) ;
- ▶ **Les particules d'une taille inférieure à 63µm** correspondent aux minéraux argileux ayant un diamètre compris entre 0,2 et 2 µm et de silt ayant un diamètre compris entre 2 µm et 63 µm.

Le ratio entre la fraction inférieure à 63 µm (limite entre les sables et les vases) et les autres fractions permet de nommer le sédiment, tel que présenté dans le tableau ci-dessous (Géode 2016) :

Tableau 6 : Classification granulométrique d'après Larsonneur (en % de masse de fractions fines < 63 µm)

% Fraction pélitique	Taux d'envasement du sédiment
< 10 %	Sédiment de sable pur
10 - 20 %	Sédiment sableux peu envasé
20 - 40 %	Sédiment sableux envasé
40 - 60 %	Sédiment très envasé à dominante de sables
60 - 80 %	Sédiment très envasé à dominante de vases
> 80 %	Sédiment de vases pures

2.1.2.1. Sédiments du chenal

L'analyse granulométrique des sédiments du chenal de Port-Louis, incluant la fraction supérieure à 2 mm, révèle que les stations A, B et C sont des **sédiments sableux peu envasés** selon la classification de du GEODE (2016) (fraction péltique inférieure à 20 %) :

Tableau 7 : Synthèse de la fraction <63 µm des sédiments du chenal de Port-Louis avec le taux d'envasement correspondant

Stations	Fraction <63 µm	Taux d'envasement
<i>Chenal</i>	%	
Station A	3,71	Sédiment de sable pur
Station B	11,11	Sédiment sableux peu envasé
Station C	6,41	Sédiment de sable pur

Les classes granulométriques utilisées sont celles adaptées de Wentworth (1924) par Blott et Pye (2001). Elles incluent les fractions inférieures à 2 mm ainsi que le refus de tamisage, considéré comme gravier. Elles sont présentées dans les tableaux et la figure ci-dessous :

Tableau 8 : Répartition granulométrique par laser (en % relatif) et mesures physiques

		Station A	Station B	Station C
Matières sèches (105°C)	%	66,2	61,1	65,2
Surface spécifique	m ² /g	0,05	0,189	0,13
Fraction supérieure à 2 mm	%	2,32	4,67	6,66
Masse volumique sur échantillon brut	g/cm ³	2,28	1,60	1,75

Tableau 9 : Classes granulométriques (exprimées en %) par Blott et Pye (2001) des sédiments du chenal de Port-Louis 2020

		Station A	Station B	Station C
Fraction inférieure à 2 µm	Argile	0,43	1,43	0,98
Fraction inférieure à 10 µm	Limon	1,91	6,34	3,93
Fraction inférieure à 63 µm		1,39	3,34	1,50
Fraction inférieure à 250 µm	Sablon et Sable très fin	5,88	59,61	46,26
Fraction inférieure à 500 µm	Sable fin	46,53	19,36	21,67
Fraction inférieure à 1000 µm	Sable moyen	39,52	2,46	12,72
Fraction inférieure à 2000 µm	Sable grossier	2,01	2,79	6,27
Fraction supérieure à 2000 µm	Gravier	2,32	4,67	6,66

Ces résultats révèlent que les sédiments présents dans le chenal sont **majoritairement constitués de sable** (fraction > 63 µm) pour les trois stations. La station B présente le plus fort taux de vase avec une fraction < 63 µm de 11,11%. La figure ci-dessous illustre la répartition des différentes fractions granulométriques.

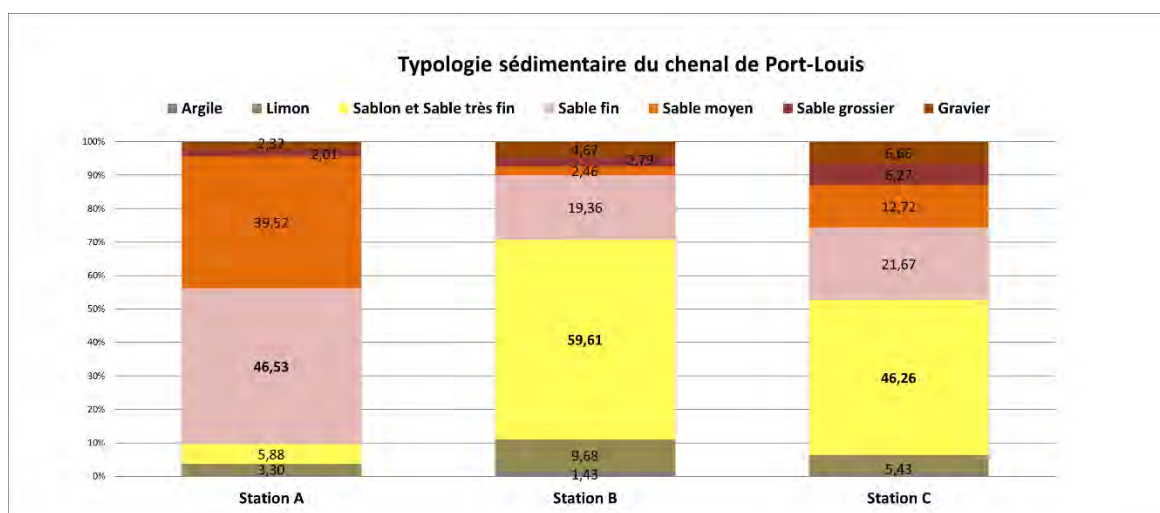


Figure 7 : Répartition granulométrique globale des sédiments du chenal de Port-Louis 2020

2.1.2.2. Sédiments portuaires

Selon la classification du GEODE (2016), les sédiments du port de Port-Louis, en incluant la fraction supérieure à 2 mm révèle que les sédiments sont **en majorité envasés** quelle que soit la station. La station 2 fait figure d'exception où le sédiment est considéré comme du sable pur.

Tableau 10 : Synthèse de la fraction <math><63 \mu\text{m}</math> des sédiments portuaires de Port-Louis avec le taux d'envasement correspondant

Stations	Fraction <math><63 \mu\text{m}</math>	Taux d'envasement
Portuaires	%	
Station 1	69,40	Sédiment très envasé à dominante de vases
Station 2	4,61	Sédiment de sable pur
Station 3	54,98	Sédiment très envasé à dominante de sables
Station 4	37,10	Sédiment sableux envasé
Station 5	50,84	Sédiment très envasé à dominante de sables
Station 6	70,76	Sédiment très envasé à dominante de vases

Les classes granulométriques utilisées sont celles adaptées de Wentworth (1924) par Blott et Pye (2001). Elles incluent les fractions inférieures à 2 mm ainsi que le refus de tamisage, considéré comme gravier. Elles sont présentées dans les tableaux et la figure ci-dessous :

Tableau 11 : Répartition granulométrique par laser (en % relatif) et mesures physiques

	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Station 5	Station 6
Matières sèches (105°C)	46,8	67,4	53,3	69,0	52,2	61,6
Surface spécifique (m ² /g)	1,22	0,07	1,03	0,52	0,94	1,03
Fraction supérieure à 2 mm	27,40	3,03	37,50	8,61	33,10	13,30
Masse volumique sur échantillon brut (g/cm ³)	1,58	1,46	2,04	1,86	1,85	1,70

Tableau 12 : Classes granulométriques (exprimées en %) par Blott et Pye (2001) des sédiments portuaires de Port-Louis 2022

Diamètres des particules	Classifications	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Station 5	Station 6
Fraction inférieure à 2 µm	Argile	7,19	0,62	5,19	3,91	5,09	7,26
Fraction inférieure à 10 µm	Limon	42,83	2,45	28,99	18,57	29,38	40,91
Fraction inférieure à 63 µm		19,38	1,53	20,79	14,62	16,37	22,59
Fraction inférieure à 250 µm	Sablon et Sable fin	3,15	8,40	7,36	32,89	8,22	15,42
Fraction inférieure à 500 µm	Sable moyen	0,05	64,51	0,16	21,26	6,48	0,52
Fraction inférieure à 1000 µm	Sable grossier	0,00	19,45	0,00	0,14	1,36	0,00
Fraction inférieure à 2000 µm	Sable très grossier	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fraction supérieure à 2000 µm	Gravier	27,40	3,03	37,50	8,61	33,10	13,30

Selon la classification granulométrique, les sédiments sont constitués majoritairement de limon pour 5 stations, à l'exception de la station 2 dont la fraction dominante est constituée de sable moyen. La fraction inférieure à 63 µm (composée d'argiles et limons) est très faible sur la station 2, avec seulement 4,61%. Cette station se distingue nettement des autres stations, avec un taux de sable moyen de 63,23 %. Cette différence de granulométrie est due à la présence d'une buse d'avivement à proximité, qui apporte du sable de l'extérieur et qui est issu de la dérive littorale.

Le graphique ci-dessous illustre la forte similitude des stations portuaires entre les stations 1, 3 et 6, qui ont un taux de gravier et la fraction d'argile et limon, supérieures aux autres stations. En effet, ce sont les stations les plus éloignées du chenal. Les stations 4 et 5 ont un taux de sable moyen plus élevé que ces dernières. La station 2 détient la plus forte proportion de sable moyen (64,51 %) et de sable grossier (19,45 %).

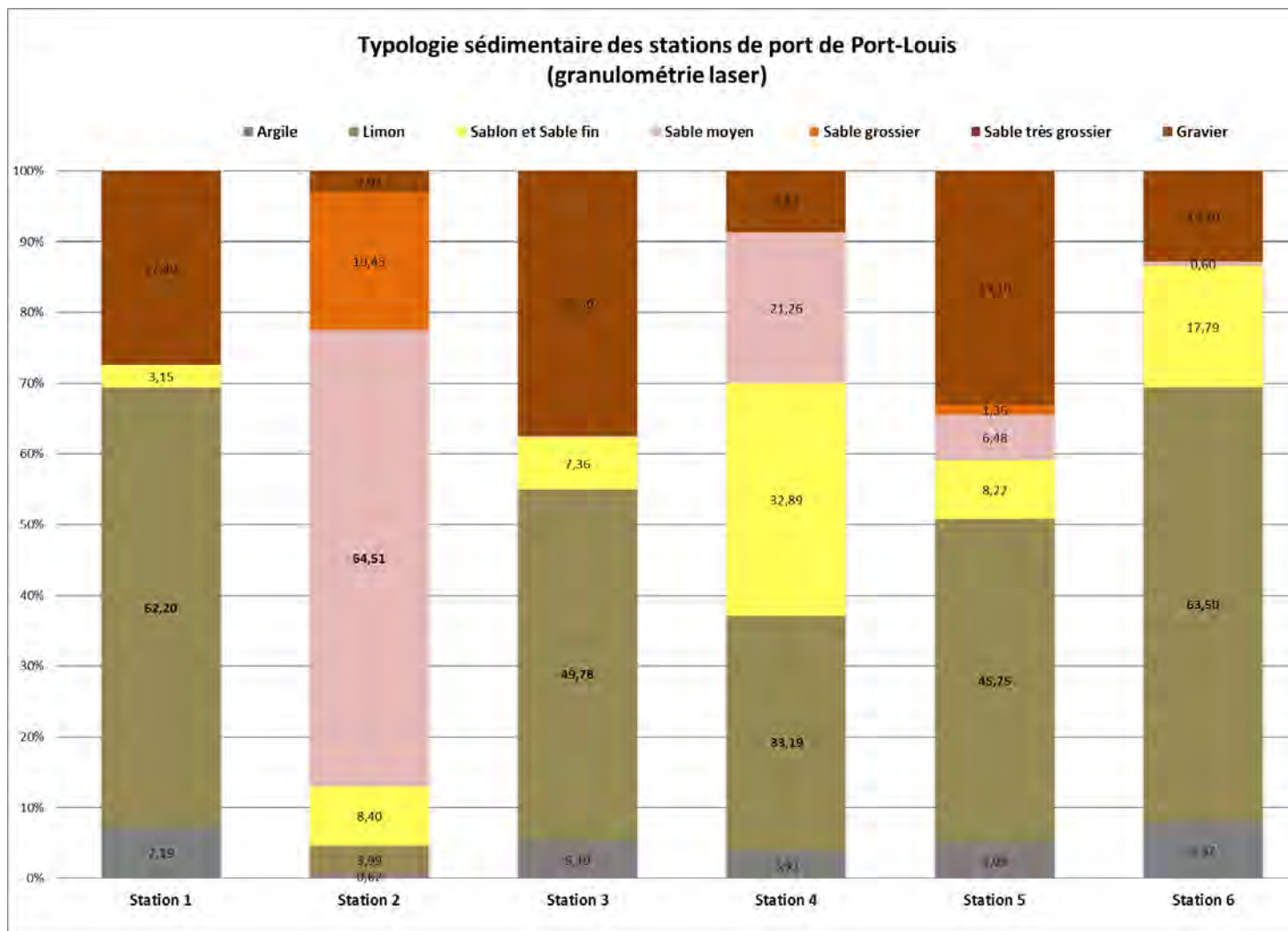


Figure 8 : Répartition granulométrique globale des sédiments marins de Port-Louis 2022

2.2. Nutriments

La matière organique et les nutriments viennent enrichir en partie le sédiment. Les concentrations des paramètres d'enrichissement en matière organique ont été mesurées sur la fraction < 2 mm. A noter que les valeurs seuils des nutriments sont indiquées à titre d'indices indicatifs et ne constituent pas des valeurs réglementaires.

D'une manière générale, les sédiments fins et riches en **carbone organique total (COT)** présentent une plus forte capacité d'adsorption des contaminants organiques. Les teneurs en COT dans les sédiments correspondent au stock de matière organique carbonée déposée sur le fond et liée au sédiment.

L'azote Kjeldahl représente l'azote organique total qui comprend l'azote ammoniacal et l'azote organique. Ainsi l'azote sous forme réduite tels que les nitrates et nitrites ne sont pas compris.

Le phosphore joue un rôle essentiel dans le développement algal. Il provient essentiellement des apports domestiques et agricoles. Les concentrations en phosphore, comme en azote, sont très variables dans les sédiments marins portuaires.

2.2.1. Indice de pollution organique (Alzieu, 2003)

La matière organique et les nutriments viennent enrichir en partie le sédiment. Un indice synthétique de pollution organique peut être calculé à partir de teneurs en carbone organique total, azote et phosphore (Alzieu, 2003).

Des classes de contamination sont établies d'après les teneurs mesurées. Les notes relatives à chaque classe de contamination pour les 3 éléments considérés sont ensuite sommées pour obtenir un indice synthétique compris entre 0 et 11.

Tableau 13 : Définition des classes ou indices de contamination pour les trois micropolluants exprimant la pollution organique selon Alzieu (2003)

Carbone Organique Total (COT)		Azote Kjeldahl (NTK)		Phosphore total (P)	
Valeurs % sec	Indice	Valeurs (mg/kg sec)	Indice	Valeurs (mg/kg sec)	Indice
< 0,6	0	< 600	0	< 500	0
0,6 – 2,3	1	600 - 1200	1	500 - 800	1
2,4 – 4,0	2	1200 - 2400	2	800 - 1200	2
4,1 – 5,8	3	2400 - 3600	3	> 1200	3
> 5.8	4	> 3600	4		

A noter qu'il s'agit d'un **indice indicatif et non d'un référentiel réglementaire**. Les résultats n'ont donc pas une valeur réglementaire.

Les concentrations en éléments nutritifs dans les sédiments prélevés dans le chenal en 2020 et dans l'enceinte portuaire en 2022, ainsi que l'indice de pollution organique sont présentées dans le Tableau 14 ci-dessous :

Tableau 14 : Synthèse des concentrations en nutriments mesurées dans les sédiments du chenal de Port-Louis en 2020 et dans le port en 2022

Stations		Carbone organique	Azote Kjeldahl	Phosphore total	Indice Alzieu
		% MS	mg (NTK) /kg MS	mg /kg sec	-
Chenal	Station A	0,35	600	758	2
	Station B	0,45	900	730	2
	Station C	3,09	800	757	4
Port	Station 1	0,93	1200	1560	5
	Station 2	3,71	500	577	3
	Station 3	0,91	1300	1180	5
	Station 4	4,2	600	880	5
	Station 5	0,74	1600	1040	5
	Station 6	0,62	800	754	3

Les valeurs mesurées en éléments nutritifs montrent un faible enrichissement des sédiments dans le chenal de Port-Louis. En effet, l'indice Alzieu varie entre 2 et 4 (sur une échelle de 11) pour les stations A, B et C. **Ces valeurs indiquent une bonne qualité des sédiments du chenal de Port-Louis.**

Pour les sédiments situés dans l'enceinte portuaire, les valeurs sont légèrement plus élevées (variant entre 3 et 5), indiquant un enrichissement moyen des sédiments dans le port de Port-Louis. **Ces valeurs indiquent une qualité moyenne des sédiments du port de Port-Louis.**

2.3. Contaminants chimiques

2.3.1.1. Eléments traces métalliques

Les **éléments traces**, « métaux lourds », comprennent les métaux présents à l'état de traces dans le sédiment (cadmium, cuivre, etc.) ainsi que des éléments non métalliques, tels que l'arsenic. La plupart de ces éléments, les oligoéléments, sont, en faibles doses, nécessaires à la vie. Toutefois, si les doses sont trop importantes, ils peuvent s'avérer nocifs pour le milieu et la santé. D'autres éléments ne sont pas nécessaires à la vie et leur présence, en fortes doses, peut être préjudiciable. Ces éléments s'accumulent dans les organismes vivants et ont des effets toxiques à plus ou moins long terme. Par exemple, le mercure (Hg), le cadmium (Cd) et le plomb (Pb) sont les métaux lourds les plus toxiques pour l'homme et les animaux, et sont tous présents à l'état naturel dans l'environnement.

Le mercure et le cadmium s'accumulent dans la chaîne trophique alors que le plomb ne s'accumule pas par l'intermédiaire de la chaîne trophique. Ces métaux pénètrent le milieu marin par l'intermédiaire d'un certain nombre de processus naturels, agricoles et industriels, des apports fluviaux ou des eaux de ruissellement à terre (évaluation de l'indicateur des apports de métaux lourds).

Certains métaux sont utilisés en tant que produits chimiques antisalissures (cuivre essentiellement) et sont laissés intentionnellement dans le milieu marin, étant utilisés sur la coque des navires ou par des installations marines et sont la cause de points chauds des teneurs en ces métaux dans les ports et à proximité.

Les métaux lourds ne disparaissent pas au fil du temps et peuvent être piégés dans les niveaux plus profonds des sédiments jusqu'à ce que des processus miniers, géologiques ou biologiques les libèrent. Ils pourront alors affecter le milieu vivant. Il est donc essentiel de les mesurer dans le milieu naturel.

2.3.1.1.1. Caractérisation des éléments traces métalliques des sédiments du chenal

Les résultats d'analyse des éléments traces métalliques dans les sédiments du chenal de Port-Louis sont présentés dans le tableau ci-dessous aux regards des valeurs seuils N1/N2.

Tableau 15 : Eléments traces métalliques présents dans le chenal de Port-Louis

	LQ (mg/kg/sec)	Niveau 1 (mg/kg/sec)	Niveau 2 (mg/kg/sec)	Station A	Station B	Station C
Arsenic	1	25	50	4,29	9,58	8,05
Cadmium	0,1	1,2	2,4	<0.10	<0.10	<0.10
Chrome	0,1	90	180	7,56	9,44	9,16
Cuivre	5	45	90	<5.00	<5.00	<5.00
Mercure	0,1	0,4	0,8	<0.10	<0.10	0,22
Nickel	1	37	74	1,19	<1.00	<1.00
Plomb	5	100	200	<5.00	<5.00	<5.00
Zinc	5	276	552	<5.00	7,85	5,63

Tous les éléments titrés sont inférieurs au seuil N1.

2.3.1.1.2. Caractérisation des éléments traces métalliques des sédiments du port

Les résultats d'analyse des éléments traces métalliques dans les sédiments du port de Port-Louis sont présentés dans le tableau ci-dessous aux regards des valeurs seuils N1/N2.

Tableau 16 : Concentration en métaux lourds présents dans le port de Port-Louis 2022

	LQ (mg/kg/sec)	Niveau 1 (mg/kg/sec)	Niveau 2 (mg/kg/sec)	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Station 5	Station 6
Arsenic	1	25	50	16,4	2,76	12,2	9,45	9,28	10,5
Cadmium	0,1	1,2	2,4	0,13	<0,10	0,13	0,14	0,18	0,13
Chrome	0,1	90	180	20,4	5,84	14,6	10,1	15,6	10,9
Cuivre	5	45	90	99,9	<5,00	63,9	24,7	50,8	42,7
Mercure	0,1	0,4	0,8	<0,10	0,31	<0,10	<0,10	<0,10	<0,11
Nickel	1	37	74	10,5	<1,00	8,78	6,67	6,4	6,84
Plomb	5	100	200	23,3	<5,00	14,3	6,28	7,26	7,61
Zinc	5	276	552	62,4	6,65	38,4	19,8	31,7	28,2

Le taux de cuivre dépasse les seuils N1 aux stations 3 et 5 et le seuil N2 à la station 1. Les concentrations aux stations 4 et 6 sont relativement élevées. Seule la station 2 a une concentration inférieure à la limite de quantification, comme les sédiments dans le chenal. Il y a donc une contamination de cuivre dans le port.

A noter que d'après l'INRA (2011), les valeurs mesurées dans les sols de Grande-Terre variaient de 20 à 60 mg/kg et dans les sédiments du Grand-Cul-de-Sac Marin, de 20 à 30 mg/kg. Ainsi, le dépassement du seuil N2 ne semblerait pas être dû uniquement à un bruit de fond géochimique du site.

La comparaison des résultats des éléments traces avec les seuils N1 et N2 du référentiel met en évidence une **forte contamination en cuivre dans le port de Port-Louis.**

2.3.1.2. Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAPs)

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAPs) présents dans l'environnement résultent de différents processus : biosynthèse par les organismes vivants, perte 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, essentiellement d'origine anthropique, est la principale voie d'entrée des HAP dans l'environnement.

2.3.1.2.1. Caractérisation des HAP des sédiments du chenal

16 HAP ont été dosés dans les sédiments du chenal, les résultats sont présentés dans le Tableau 17.

Tableau 17 : Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAPs) présents dans les sédiments du chenal de Port-Louis

HAP	LQ (µg/kg/sec)	Niveau 1 (µg/kg/sec)	Niveau 2 (µg/kg/sec)	Station A	Station B	Station C
Naphtalène	2	160	1130	<2	4,6	<2
Acénaphène	2	15	260	2,4	14	<2
Acénaphylène	2	40	340	<2	7,6	<2
Fluorène	2	20	280	3,7	16	<2
Anthracène	2	85	590	<2	2,6	<2
Phénanthrène	2	240	870	5,1	18	2
Fluoranthène	2	600	2850	<2	11	<2
Pyrène	2	500	1500	<2	8,3	<2
Benzo (a) anthracène	2	260	930	<2	7,7	<2
Chrysène	2	380	1590	<2	5,8	<2
Benzo (b) fluoranthène	2	400	900	<2	9,4	<2
Benzo (k) fluoranthène	2	200	400	<2	3,9	<2
Benzo (a) pyrène	2	430	1015	<2	8,5	<2
Dibenzo (a,h) anthracène	2	60	160	<2	4,7	<2
Benzo (g,h,i) périlène	2	1700	5650	<2	6,1	<2
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	2	1700	5650	<2	6,9	<2

Les résultats ne révèlent aucun dépassement des seuils N1 et N2 pour l'ensemble des HAP étudiés.

La concentration en *acénaphène* sur la station B peut toutefois être soulignée (14 µg/kg) car très proche de la limite de niveau 1 (15 µg/kg). Cette molécule, composant naturel du pétrole brut, est libérée lors de la combustion anthropique de charbon ou des échappements de moteurs diesel.

2.3.1.2.2. Caractérisation des HAP des sédiments portuaires

Les résultats mesurés pour les sédiments présents dans l'enceinte portuaire sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 18 : Concentrations en HAP mesurées dans les sédiments portuaires de Port-Louis en 2022

HAP	LQ (µg/kg /sec)	Niveau 1 (µg/kg/sec)	Niveau 2 (µg/kg/sec)	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Naphtalène	2	160	1130	300	2,8	250	98	4	3,9
Acénaphthylène	2	40	340	34	5,5	34	26	3,6	6,7
Acénaphtène	2	15	260	120	2,6	130	77	3,6	3,5
Fluorène	2	20	280	83	4,6	93	68	7,9	6,9
Phénanthrène	2	240	870	48	6,8	59	43	12	18
Anthracène	2	85	590	110	4,2	120	130	18	52
Fluoranthène	2	600	2850	11	4,8	11	67	14	41
Pyrène	2	500	1500	8,6	3,5	8,2	48	12	37
Benzo (a) anthracène	2	260	930	5	3,9	3,7	26	8,9	31
Chrysène	2	380	1590	4,6	3,8	3,8	24	6,7	34
Benzo (b) fluoranthène	2	400	900	8,5	5,6	9,9	37	12	38
Benzo (k) fluoranthène	2	200	400	3,6	4,3	3,4	17	5,1	23
Benzo (a) pyrène	2	430	1015	6,3	4,3	5	33	7,6	28
Dibenzo (a,h) anthracène	2	60	160	2,2	<0,0022	<0,0022	4,6	2,6	6,9
Benzo (g,h,i) perylène	2	1700	5650	9,8	3,1	6,4	26	7	24
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	2	1700	5650	5,2	4,3	4	25	5,8	18

Les concentrations en HAP sont toutes inférieures aux seuils N1 sauf pour **4 molécules** : naphtalène, acénaphthylène, fluorène et phénanthrène. Ces seuils N1 sont dépassés pour ces molécules au niveau des stations 1, 3 et 4.

Les résultats révèlent des dépassements des seuils N1 uniquement pour le naphtalène, acénaphtène, fluorène et phénanthrène au niveau de 3 stations. Cependant les mesures ne montrent aucun dépassement des seuils N2

2.3.1.3. Organostanniques

Seul le Tributylétain (TBT) présente un seuil réglementaire pour les organoétains. Le **TBT** est un composé organostannique et un biocide qui fut très utilisé comme pesticide et antifouling. L'emploi de ce composé et de ses dérivés dans les antifouling est limité en France depuis 1981. Les résultats d'analyse des organoétains dans les sédiments du port de Port-Louis sont présentés dans le tableau ci-dessous et comparés aux valeurs seuils N1/N2.

2.3.1.3.1. Caractérisation des organostanniques des sédiments du chenal

Les résultats d'analyse des organoétains dans les sédiments du chenal de Port-Louis sont présentés dans le tableau ci-dessous et comparés aux valeurs seuils N1/N2.

Tableau 19 : Organostanniques présents dans les sédiments du chenal de Port-Louis 2020

	LQ (µg/kg/sec)	Niveau 1 (µg/kg/sec)	Niveau 2 (µg/kg/sec)	Station A	Station B	Station C
TBT	2	100	400	<2.0	<2.0	<2.0
DBT	2	-	-	<2.0	<2.0	<2.0
TeBT	10	-	-	<10	<10	<10
MBT	2	-	-	<2.0	<2.0	<2.0
TPhT	2	-	-	<2.0	<2.0	<2.0
MOT	2	-	-	<2.0	<2.0	<2.0
DOT	2	-	-	<2.0	<2.0	<2.0
TcHexT	2	-	-	<2.0	<2.0	<2.0

Le dosage des molécules d'organoétains dans les sédiments des stations A, B, C n'a révélé aucune trace de ces polluants au-delà de la limite de quantification du laboratoire.

2.3.1.3.2. Caractérisation des organostanniques des sédiments portuaires

Les résultats d'analyse des organoétains dans les sédiments du port de Port-Louis sont présentés dans le tableau ci-dessous et comparés aux valeurs seuils N1/N2.

Tableau 20 : Organostanniques présents dans les sédiments portuaires de Port-Louis 2022

	LQ (µg/kg/sec)	Niveau 1 (µg/kg/sec)	Niveau 2 (µg/kg/sec)	S1	S2	S3	S4	S5	S6
TBT	2	100	400	10	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
DBT	2	-	-	39	<2.0	2,6	<2.0	<2.0	<2.0
TeBT	10	-	-	<10	<10	<10	<10	<10	<10
MBT	2	-	-	49	<2.0	7,8	<2.0	3,7	<2.0
TPhT	2	-	-	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
MOT	2	-	-	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
DOT	2	-	-	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
TcHexT	2	-	-	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0

Il y a une absence de contamination des molécules d'organoétains aux 6 stations portuaires.

2.3.1.4. Polychlorobiphényles (PCB)

Les **polychlorobiphényles (PCB)** représentent une famille de 209 congénères. Ce sont des composés aromatiques organochlorés dérivés du biphenyle. Ils constituent des témoins particulièrement spécifiques de la pollution contemporaine des milieux aquatiques, car contrairement aux métaux et aux hydrocarbures, ils ne sont pas présents naturellement dans le milieu. Leur origine est donc exclusivement anthropique. Ces composés toxiques sont interdits en France depuis 1987.

Les résultats sont présentés dans le Tableau 21.

Tableau 21 : Polychlorobiphényles (PCB) présents dans les sédiments de la zone d'étude de Port-Louis

Stations		PCB 028	PCB 052	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180
LQ (mg/kg/sec)		0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Niveau 1 (mg/kg/sec)		0,005	0,005	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01
Niveau 2 (mg/kg/sec)		0,01	0,01	0,02	0,02	0,04	0,04	0,02
Chenal	Station A	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	Station B	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	Station C	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Port	Station 1	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	Station 2	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	Station 3	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	Station 4	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	Station 5	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	Station 6	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Les résultats d'analyses permettent d'observer que les PCB ne sont pas détectés dans les sédiments du chenal et portuaires de Port-Louis (concentrations inférieures à la limite de quantification du laboratoire).

3. Synthèse sur la qualité des sédiments

3.1. Synthèse de la matière organique vis à vis des seuils pour sédiments marins

Le Tableau 22 résume les teneurs en matière organique et en nutriments mesurées et les seuils de Alzieu (2003) pour des sédiments marins. Quatre classes de valeur avec un code couleur ont été définies par Créocéan pour l'Indice d'Enrichissement Organique (X) selon le tableau suivant :

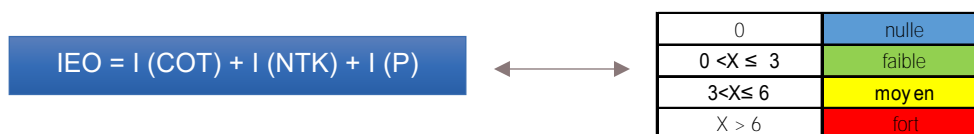


Tableau 22 : Synthèse de la matière organique et des nutriments présents dans les sédiments de la zone du projet de dragage/déroctage du Port-Louis selon Alzieu (2003)

Stations		Indice Alzieu
Chenal	Station A	Sédiment faiblement enrichi
	Station B	Sédiment faiblement enrichi
	Station C	Sédiment moyennement enrichi
Port	Station 1	Sédiment moyennement enrichi
	Station 2	Sédiment faiblement enrichi
	Station 3	Sédiment moyennement enrichi
	Station 4	Sédiment moyennement enrichi
	Station 5	Sédiment moyennement enrichi
	Station 6	Sédiment faiblement enrichi

Les sédiments présents sur la zone de dragage sont donc généralement moyennement enrichis en matière organique. La station C apparaît plus enrichie, du fait de son taux de carbone organique total élevé.

3.2. Synthèse des polluants vis à vis des seuils réglementaires N1 et N2

Le tableau ci-dessous synthétise les valeurs des polluants obtenues en 2020 sur les stations du chenal de Port-Louis, en lien avec les seuils N1 et N2 définis dans la réglementation.

Tableau 23 : Synthèse des polluants dans les sédiments du chenal de Port-Louis 2020

	Paramètres	Contamination			Station A	Station B	Station C
		Nullé à faible	Moyenne (N1)	Forte (N2)			
Métaux lourds (mg/kg/sec)	Arsenic	< 25	25 - 50	> 50	4,29	9,58	8,05
	Cadmium	< 1,2	1,2 - 2,4	> 2,4	<0.10	<0.10	<0.10
	Chrome	< 90	90 - 180	> 180	7,56	9,44	9,16
	Cuivre	< 45	45 - 90	> 90	<5.00	<5.00	<5.00
	Mercure	< 0,4	0,4 - 0,8	> 0,8	<0.10	<0.10	0,22
	Nikel	< 37	37 - 74	> 74	1,19	<1.00	<1.00
	Plomb	< 100	100 - 200	> 200	<5.00	<5.00	<5.00
	Zinc	< 276	276 - 552	> 552	<5.00	7,85	5,63
Polychlorobiphényles - Organochlorés (µg/kg/sec)	PCB 028	< 5	5-10	> 10	<1	<1	<1
	PCB 052	< 5	5-10	> 10	<1	<1	<1
	PCB 101	< 10	10 - 20	> 20	<1	<1	<1
	PCB 118	< 10	10 - 20	> 20	<1	<1	<1
	PCB 138	< 20	20 - 40	> 40	<1	<1	<1
	PCB 153	< 20	20 - 40	> 40	<1	<1	<1
	PCB 180	< 10	10 - 20	> 20	<1	<1	<1
	PCB totaux	< 80	80 - 160	> 160	<1	<1	<1
Organoétains (µg/kg/sec)	TBT	< 100	100-400	>400	<2.0	<2.0	<2.0
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) (µg/kg/sec)	Naphtalène	< 160	160 - 1130	> 1130	<2.0	4,6	<2.0
	Acénaphthylène	< 40	40-340	>340	<2.0	7,6	<2.0
	Acénaphthène	< 15	15 - 260	> 260	2,4	14	<2.0
	Fluorène	< 20	20 - 280	> 280	3,7	16	<2.0
	Phénanthrène	240	240 - 870	> 870	<2.0	2,6	<2.0
	Anthracène	< 85	85 - 590	> 590	5,1	18	2
	Fluoranthène	< 600	600 - 2850	> 2850	<2.0	11	<2.0
	Pyrène	< 600	600 - 2850	> 2850	<2.0	8,3	<2.0
	Benzo (a) anthracène	< 260	260 - 930	> 930	<2.0	7,7	<2.0
	Chrysène	< 380	380 - 1590	> 1590	<2.0	5,8	<2.0
	Benzo (b) fluoranthène	< 400	400 - 900	> 900	<2.0	9,4	<2.0
	Benzo (k) fluoranthène	< 200	200 - 400	> 400	<2.0	3,9	<2.0
	Benzo (a) pyrène	< 430	430 - 1015	> 1015	<2.0	8,5	<2.0
	Dibenzo (a,h) anthracène	< 60	60 - 160	> 160	<2.0	4,7	<2.0
	Benzo (g,h,i) périlène	< 1700	1700 - 5650	> 5650	<2.0	6,1	<2.0
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	< 1700	1700 - 5650	> 5650	<2.0	6,9	<2.0	

Les 3 stations représentatives de la zone d'étude ne présentent aucune contamination pour les différents polluants étudiés. Une immersion peut donc être envisagée pour ces sédiments.

La majorité des molécules n'est pas détectée (concentration inférieure au seuil de quantification). Les molécules détectées sont en concentration inférieure aux seuils de qualité N1 et N2.

Le Tableau 24 ci-dessous résume les valeurs obtenues aux stations 1 à 6 au sein du port de Port-Louis en 2022, en lien avec les seuils N1 et N2 définis dans la réglementation.

Tableau 24 : Synthèse des polluants dans les sédiments du port de Port-Louis 2022

	Paramètres	Contamination			S1	S2	S3	S4	S5	S6
		Nulle à faible	Moyenne (N1)	Forte (N2)						
Métaux lourds (mg/kg/sec)	Arsenic	< 25	25 - 50	> 50	16,4	2,76	12,2	9,45	9,28	10,5
	Cadmium	< 1,2	1,2 - 2,4	> 2,4	0,13	<0,10	0,13	0,14	0,18	0,13
	Chrome	< 90	90 - 180	> 180	20,4	5,84	14,6	10,1	15,6	10,9
	Cuivre	< 45	45 - 90	> 90	99,9	<5,00	63,9	24,7	50,8	42,7
	Mercure	< 0,4	0,4 - 0,8	> 0,8	<0,10	0,31	<0,10	<0,10	<0,10	<0,11
	Nikel	< 37	37 - 74	> 74	10,5	<1,00	8,78	6,67	6,4	6,84
	Plomb	< 100	100 - 200	> 200	23,3	<5,00	14,3	6,28	7,26	7,61
	Zinc	< 276	276 - 552	> 552	62,4	6,65	38,4	19,8	31,7	28,2
Polychlorobiphényles - Organochlorés (µg/kg/sec)	PCB 028	< 5	5-10	> 10	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	PCB 052	< 5	5-10	> 10	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	PCB 101	< 10	10 - 20	> 20	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	PCB 118	< 10	10 - 20	> 20	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	PCB 138	< 20	20 - 40	> 40	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	PCB 153	< 20	20 - 40	> 40	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	PCB 180	< 10	10 - 20	> 20	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	PCB totaux	< 80	80- 160	> 160	0	0	0	0	0	0
Organoétains (µg/kg/sec)	TBT	< 100	100-400	>400	10	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) (µg/kg/sec)	Naphtalène	< 160	160 - 1130	> 1130	300	2,8	250	98	4	3,9
	Acénaphylène	< 40	40-340	>340	34	5,5	34	26	3,6	6,7
	Acénaphène	< 15	15 - 260	> 260	120	2,6	130	77	3,6	3,5
	Fluorène	< 20	20 - 280	> 280	83	4,6	93	68	7,9	6,9
	Phénanthrène	240	240 - 870	> 870	48	6,8	59	43	12	18
	Anthracène	< 85	85 - 590	> 590	110	4,2	120	130	18	52
	Fluoranthène	< 600	600 - 2850	> 2850	11	4,8	11	67	14	41
	Pyrène	< 600	600 - 2850	> 2850	8,6	3,5	8,2	48	12	37
	Benzo (a) anthracène	< 260	260 - 930	> 930	5	3,9	3,7	26	8,9	31
	Chrysène	< 380	380 - 1590	> 1590	4,6	3,8	3,8	24	6,7	34
	Benzo (b) fluoranthène	< 400	400 - 900	> 900	8,5	5,6	9,9	37	12	38
	Benzo (k) fluoranthène	< 200	200 - 400	> 400	3,6	4,3	3,4	17	5,1	23
	Benzo (a) pyrène	< 430	430 - 1015	> 1015	6,3	4,3	5	33	7,6	28
	Dibenzo (a,h) anthracène	< 60	60 - 160	> 160	2,2	<2,2	<2,0	4,6	2,6	6,9
	Benzo (g,h,i) périlène	< 1700	1700 - 5650	> 5650	9,8	3,1	6,4	26	7	24
	Indéno (1,2,3-cd) pyrène	< 1700	1700 - 5650	> 5650	5,2	4,3	4	25	5,8	18

L'analyse des valeurs seuils aux stations 1 à 6 nous indiquent :

- ▶ Un dépassement du seuil N2 pour le cuivre à la station 1 ;
- ▶ Un dépassement du seuil N1 pour le cuivre au niveau des stations 3 et 5 ;
- ▶ Une contamination par les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques, pour 4 molécules avec un dépassement du seuil N1 ;

- ▶ Aucune contamination par les PCB ;
- ▶ Aucune contamination par les organoétains (TBT et dérivés).

Les sédiments du port de Port-Louis sont en partie de mauvaise qualité physico-chimique (dépassement des seuils N1 et N2).

4. Conclusion

Analyse granulométrique :

Les sédiments prélevés en 2020 dans le **chenal** du port de Port-Louis sont majoritairement composés de **sable pur**.

Les sédiments présents dans l'**enceinte portuaire** sont majoritairement composés de **sédiments très envasés à dominante de sables et de vases**.

Analyse physico-chimique :

Dans la zone du chenal, les concentrations des métaux lourds, HAP, PCB et TBT sont **inférieures au seuil de N1** aux stations A, B et C. Les teneurs en matières organiques sont faibles. Ainsi les sédiments du chenal apparaissent de bonne qualité physico-chimique et ne présentent pas de contamination. Les sédiments du chenal de Port-Louis sont donc immergeables.

Les sédiments dans l'enceinte portuaire présentent ponctuellement un dépassement des seuils N1 et N2. Le dépassement des seuils N1 pour les HAP, n'entraîne pas systématiquement des investigations complémentaires et dépend du projet et du degré de dépassement du niveau N1. Le dépassement du seuil N2, sur le paramètre du cuivre, n'implique pas non plus systématiquement des analyses complémentaires et une interdiction du clapage en mer.

5. Bibliographie

- Alzieu, C., Michel, L. P., Chiffolleau, J-F., Boutier, B., Abarnou, A., 1999. Contamination chimique des sédiments. Dans : Dragages et environnement marin. Ed. Ifremer : 67-107.
- Alzieu, C., (coord.) 2003. Bioévaluation de la qualité environnementale des sédiments portuaires et des zones d'immersion. Ed. Ifremer, 248 p.
- Bellair, P., Pomerol, C., 1977. Eléments de géologie. Armand Colin, Paris, 528p.
- Blott, S. J., Pye, K., 2001. Gradistat: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms*, **26**, 1237-1248.
- GEODE, 2012. Suivis environnementaux des opérations de dragage et d'immersion – Guide méthodologique. Groupe d'Etudes et d'Observation sur les Dragages et l'Environnement (GEODE) avec la collaboration du MEDDE. 133 pages hors annexes.
- INRA, 2011. Eléments traces métalliques dans les sols de Guadeloupe. Pour le compte du Port Autonome de la Guadeloupe, 7p.
- Licari, M. L., 1998. Système d'aide à l'interprétation des données benthiques en milieu marin et lagunaire, IARE, 1998 pour le compte de la Région PACA et l'Agence de l'EAU RMC).

ANNEXE 1 : Fiches terrain

STATION (1)

Date: 10/21/22 Observateur: CMH

Heure: 6H50

Coordonnées: 16°24' 733"O 61°31' 900"

Position:

Conditions météorologiques: nuageux, calme

Profondeur: 2,5 m

SEDIMENT

Méthode d'échantillonnage: Béne

% de remplissage: 80%

% de masse perdu (sédiment):

Nombre de réplicats: 3

Contonnement:

Texture (sable, vase, cailloux): vaseux

Homogénéité: assez homogène

Odeur: \emptyset

Couleur: gris / beige

Observation (coquilles, ...):

STATION (3)

Date: 10/21/22 Observateur: CMH

Heure: 8H25

Coordonnées: 16°24' 709"O 61°31' 698"

Position:

Conditions météorologiques: ensoleillé, calme

Profondeur: 0,5 m

SEDIMENT

Méthode d'échantillonnage: Béne

% de remplissage: 30%

% de masse perdu (sédiment): 20%

Nombre de réplicats: 7

Contonnement:

Texture (sable, vase, cailloux): vaseux

Homogénéité: très

Odeur: \emptyset

Couleur: beige

Observation (coquilles, ...):

STATION <u>3</u>	
Date	10/2/22
Heure	8H05
Coordonnées	16°24, 679' 61°31, 912'
Position	
Conditions météorologiques	venteux, vagueux
Profondeur	2,5 m
Observateur : <u>CAH</u>	

SEDIMENT	
Méthode d'échantillonnage	Beune
% de remplissage	80%
% de masse perdu (sédiment)	
Nombre de réplicats	5
Contonnement	
Texture (sable, vase, cailloux)	vaseux,
Homogénéité	très
Odeur	Ø
Couleur	gris / brun marron foncé
Observation (coquilles, ...)	

STATION <u>4</u>	
Date	10/2/22
Heure	8H10-9H20
Coordonnées	1) 16°24, 651' 61°31, 958'
Position	2) 16°24, 673' 61°31, 972' (44)
Conditions météorologiques	pluie, peu vent, calme
Profondeur	3,4 m
Observateur : <u>CAH</u>	

SEDIMENT	
Méthode d'échantillonnage	Beune
% de remplissage	30%
% de masse perdu (sédiment)	
Nombre de réplicats	15
Contonnement	
Texture (sable, vase, cailloux)	sable vaseux
Homogénéité	très hétérogène
Odeur	forte odeur
Couleur	'noir' gris brun + beige
Observation (coquilles, ...)	cailloux + passages de baléus

STATION (6)

Date 10/2/22 Observateur : CAH

Heure 9H45-9H55

Coordonnées 16°24,630' 61°31' 865'

Position Port de Port-Louis

Conditions météorologiques grand soleil, ventoux

Profondeur 2,9 m

SEDIMENT

Méthode d'échantillonnage Boute

% de remplissage 75%

% de masse perdu (sédiment)

Nombre de répliquats 4

Contonnement

Texture (sable, vase, cailloux) vaseux

Homogénéité texture homogène, couleur hétéro

Odeur \emptyset

Couleur marron foncé / beige / gris clair

Observation (coquilles, ...)

STATION (2)

Date 16/2/22 Observateur : CAH

Heure 9H20-9H40

Coordonnées 16°24,610' 61°31' 904'

Position Port de Port-Louis

Conditions météorologiques soleil grand, ventoux, mer calme

Profondeur 3,1 m

SEDIMENT

Méthode d'échantillonnage Boute

% de remplissage 19% copilage puis 80% vase

% de masse perdu (sédiment)

Nombre de répliquats 5 (peu que coquillage)

Contonnement

Texture (sable, vase, cailloux) vaseux.

Homogénéité

Odeur \emptyset

Couleur marron clair / beige / gris

Observation (coquilles, ...)

coquilles, puis vaseux

ANNEXE 2 : Données brutes

CREOCEAN CARAIBES
Madame Colette CHENG
 Agence CREOCEAN Guadeloupe
 1 lotissement les Mussendas-Plaisance
 97122 BAIE-MAHAULT
 GUADELOUPE

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 22E030443

Version du : 04/03/2022

N° de rapport d'analyse : AR-22-LK-043834-01

Date de réception technique : 17/02/2022

Première date de réception physique : 17/02/2022

Référence Dossier : N° Projet : 220057 Dragage de Port-Louis

Nom Projet : Dragage du port de Port-Louis

Nom Commande : Dragage du port de Port-Louis

Référence Commande :

Coordinateur de Projets Clients : Marion Medina / MarionMedina@eurofins.com / +33 64974 5158

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Sédiments	(SED)	Station 1
002	Sédiments	(SED)	Station 2
003	Sédiments	(SED)	Station 3
004	Sédiments	(SED)	Station 4
005	Sédiments	(SED)	Station 5
006	Sédiments	(SED)	Station 6

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 22E030443

Version du : 04/03/2022

N° de rapport d'analyse : AR-22-LK-043834-01

Date de réception technique : 17/02/2022

Première date de réception physique : 17/02/2022

Référence Dossier : N° Projet : 220057 Dragage de Port-Louis

Nom Projet : Dragage du port de Port-Louis

Nom Commande : Dragage du port de Port-Louis

Référence Commande :

N° Echantillon	001	002	003	004	005	006
Référence client :	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Station 5	Station 6
Matrice :	SED	SED	SED	SED	SED	SED
Date de prélèvement :	08/02/2022	08/02/2022	08/02/2022	08/02/2022	08/02/2022	08/02/2022
Date de début d'analyse :	22/02/2022	22/02/2022	22/02/2022	22/02/2022	22/02/2022	22/02/2022
Température de l'air de l'enceinte :	5.1°C	5.1°C	5.1°C	5.1°C	5.1°C	5.1°C

Préparation Physico-Chimique

XXS06 : Prétraitement et séchage à 40°C		* Fait	* Fait	* Fait	* Fait	* Fait	* Fait
LSA07 : Matière sèche	% P.B.	* 46.8	* 67.4	* 53.3	* 69.0	* 52.2	* 61.6
XXS07 : Refus Pondéral à 2 mm	% P.B.	* 27.4	* 3.03	* 37.5	* 8.61	* 33.1	* 13.3

Mesures physiques

LS918 : Masse volumique sur échantillon brut	g/cm³	1.58	1.46	2.04	1.86	1.85	1.70
LS995 : Perte au feu à 550°C	% MS	10.4	4.69	7.05	3.27	6.26	4.39

Granulométrie

LS4WH : Pourcentage cumulé 0.02 à 2 µm	%	* 9.91	* 0.64	* 8.31	* 4.28	* 7.61	* 8.37
LS4P2 : Pourcentage cumulé 0.02 à 20 µm	%	* 68.90	* 3.17	* 54.69	* 24.60	* 51.53	* 55.55
LSQK3 : Pourcentage cumulé 0.02 à 63 µm	%	* 95.59	* 4.75	* 87.96	* 40.60	* 76.01	* 81.61
LS3PB : Pourcentage cumulé 0.02 à 200 µm	%	* 99.48	* 6.31	* 98.52	* 65.88	* 85.91	* 98.15
LS9AT : Pourcentage cumulé 0.02 à 2000 µm	%	* 100.00	* 100.00	* 100.00	* 100.00	* 100.00	* 100.00
LS9AS : Fraction 2 - 20 µm	%	* 58.99	* 2.53	* 46.38	* 20.31	* 43.92	* 47.18
LSSKU : Fraction 20 - 63 µm	%	* 26.68	* 1.59	* 33.27	* 16.00	* 24.47	* 26.06
LS9AV : Fraction 63 - 200 µm	%	* 3.89	* 1.56	* 10.56	* 25.28	* 9.90	* 16.54
LS3PC : Fraction 200 - 2000 µm	%	* 0.52	* 93.69	* 1.48	* 34.12	* 14.09	* 1.85

Analyses immédiates

LSL4H : pH H2O		9.0	9.0	8.9	9.0	8.9	8.9
pH extrait à l'eau							
Température de mesure du pH	°C	19	20	19	19	19	19

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 22E030443

Version du : 04/03/2022

N° de rapport d'analyse : AR-22-LK-043834-01

Date de réception technique : 17/02/2022

Première date de réception physique : 17/02/2022

Référence Dossier : N° Projet : 220057 Dragage de Port-Louis

Nom Projet : Dragage du port de Port-Louis

Nom Commande : Dragage du port de Port-Louis

Référence Commande :

N° Echantillon	001	002	003	004	005	006
Référence client :	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Station 5	Station 6
Matrice :	SED	SED	SED	SED	SED	SED
Date de prélèvement :	08/02/2022	08/02/2022	08/02/2022	08/02/2022	08/02/2022	08/02/2022
Date de début d'analyse :	22/02/2022	22/02/2022	22/02/2022	22/02/2022	22/02/2022	22/02/2022
Température de l'air de l'enceinte :	5.1°C	5.1°C	5.1°C	5.1°C	5.1°C	5.1°C

Indices de pollution

LS916 : Azote Kjeldahl (NTK)	g/kg M.S.	*	1.2	*	<0.5	*	1.3	*	0.6	*	1.6	*	0.8
LSSKM : Carbone organique total (COT) par combustion sèche (Sédiments)	mg/kg M.S.	*	9320	*	37100	*	9090	*	42000	*	7380	*	6170

Métaux

XXS01 : Minéralisation eau régale - Bloc chauffant		*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-
LS862 : Aluminium (Al)	mg/kg M.S.	*	16000	*	630	*	11700	*	8340	*	13600	*	8200
LS865 : Arsenic (As)	mg/kg M.S.	*	16.4	*	2.76	*	12.2	*	9.45	*	9.28	*	10.5
LS874 : Cuivre (Cu)	mg/kg M.S.	*	99.9	*	<5.00	*	63.9	*	24.7	*	50.8	*	42.7
LS881 : Nickel (Ni)	mg/kg M.S.	*	10.5	*	<1.00	*	8.78	*	6.67	*	6.40	*	6.84
LS882 : Phosphore (P)	mg/kg M.S.	*	680	*	252	*	513	*	384	*	455	*	329
LS883 : Plomb (Pb)	mg/kg M.S.	*	23.3	*	<5.00	*	14.3	*	6.28	*	7.26	*	7.61
LS894 : Zinc (Zn)	mg/kg M.S.	*	62.4	*	6.65	*	38.4	*	19.8	*	31.7	*	28.2
LSA09 : Mercuré (Hg)	mg/kg M.S.	*	<0.10	*	0.31	*	<0.10	*	<0.10	*	<0.10	*	<0.11
LS931 : Cadmium (Cd)	mg/kg M.S.	*	0.13	*	<0.10	*	0.13	*	0.14	*	0.18	*	0.13
LS934 : Chrome (Cr)	mg/kg M.S.	*	20.4	*	5.84	*	14.6	*	10.1	*	15.6	*	10.9
LSA6B : Phosphore total (P2O5)	mg/kg M.S.	*	1560	*	577	*	1180	*	880	*	1040	*	754

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSRHU : Naphtalène	mg/kg M.S.	*	0.3	*	0.0028	*	0.25	*	0.098	*	0.004	*	0.0039
LSRHI : Fluorène	mg/kg M.S.	*	0.083	*	0.0046	*	0.093	*	0.068	*	0.0079	*	0.0069
LSRHJ : Phénanthrène	mg/kg M.S.	*	0.048	*	0.0068	*	0.059	*	0.043	*	0.012	*	0.018
LSRHM : Pyrène	mg/kg M.S.	*	0.0086	*	0.0035	*	0.0082	*	0.048	*	0.012	*	0.037
LSRHN : Benzo-(a)-anthracène	mg/kg M.S.	*	0.005	*	0.0039	*	0.0037	*	0.026	*	0.0089	*	0.031
LSRHP : Chrysène	mg/kg M.S.	*	0.0046	*	0.0038	*	0.0038	*	0.024	*	0.0067	*	0.034
LSRHS : Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg M.S.	*	0.0052	*	0.0043	*	0.004	*	0.025	*	0.0058	*	0.018
LSRHT : Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg M.S.	*	0.0022	*	<0.0022	*	<0.002	*	0.0046	*	0.0026	*	0.0069

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 22E030443

Version du : 04/03/2022

N° de rapport d'analyse : AR-22-LK-043834-01

Date de réception technique : 17/02/2022

Première date de réception physique : 17/02/2022

Référence Dossier : N° Projet : 220057 Dragage de Port-Louis

Nom Projet : Dragage du port de Port-Louis

Nom Commande : Dragage du port de Port-Louis

Référence Commande :

N° Echantillon	001	002	003	004	005	006
Référence client :	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Station 5	Station 6
Matrice :	SED	SED	SED	SED	SED	SED
Date de prélèvement :	08/02/2022	08/02/2022	08/02/2022	08/02/2022	08/02/2022	08/02/2022
Date de début d'analyse :	22/02/2022	22/02/2022	22/02/2022	22/02/2022	22/02/2022	22/02/2022
Température de l'air de l'enceinte :	5.1°C	5.1°C	5.1°C	5.1°C	5.1°C	5.1°C

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

	001	002	003	004	005	006
LSRHV : Acénaphthylène	mg/kg M.S. * 0.034	mg/kg M.S. * 0.0055	mg/kg M.S. * 0.034	mg/kg M.S. * 0.026	mg/kg M.S. * 0.0036	mg/kg M.S. * 0.0067
LSRHW : Acénaphène	mg/kg M.S. * 0.12	mg/kg M.S. * 0.0026	mg/kg M.S. * 0.13	mg/kg M.S. * 0.077	mg/kg M.S. * 0.0036	mg/kg M.S. * 0.0035
LSRHK : Anthracène	mg/kg M.S. * 0.11	mg/kg M.S. * 0.0042	mg/kg M.S. * 0.12	mg/kg M.S. * 0.13	mg/kg M.S. * 0.018	mg/kg M.S. * 0.052
LSRHL : Fluoranthène	mg/kg M.S. * 0.011	mg/kg M.S. * 0.0048	mg/kg M.S. * 0.011	mg/kg M.S. * 0.067	mg/kg M.S. * 0.014	mg/kg M.S. * 0.041
LSRHQ : Benzo(b)fluoranthène	mg/kg M.S. * 0.0085	mg/kg M.S. * 0.0056	mg/kg M.S. * 0.0099	mg/kg M.S. * 0.037	mg/kg M.S. * 0.012	mg/kg M.S. * 0.038
LSRHR : Benzo(k)fluoranthène	mg/kg M.S. * 0.0036	mg/kg M.S. * 0.0043	mg/kg M.S. * 0.0034	mg/kg M.S. * 0.017	mg/kg M.S. * 0.0051	mg/kg M.S. * 0.023
LSRHH : Benzo(a)pyrène	mg/kg M.S. * 0.0063	mg/kg M.S. * 0.0043	mg/kg M.S. * 0.005	mg/kg M.S. * 0.033	mg/kg M.S. * 0.0076	mg/kg M.S. * 0.028
LSRHX : Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg M.S. * 0.0098	mg/kg M.S. * 0.0031	mg/kg M.S. * 0.0064	mg/kg M.S. * 0.026	mg/kg M.S. * 0.007	mg/kg M.S. * 0.024
LSFF9 : Somme des HAP	mg/kg M.S. 0.76	mg/kg M.S. 0.064	mg/kg M.S. 0.74	mg/kg M.S. 0.75	mg/kg M.S. 0.13	mg/kg M.S. 0.37

Polychlorobiphényles (PCBs)

	001	002	003	004	005	006
LS3U7 : PCB 28	mg/kg M.S. * <0.001	mg/kg M.S. * <0.001	mg/kg M.S. * <0.001	mg/kg M.S. * <0.001	mg/kg M.S. * <0.001	mg/kg M.S. * <0.001
LS3UB : PCB 52	mg/kg M.S. * <0.001	mg/kg M.S. * <0.001	mg/kg M.S. * <0.001	mg/kg M.S. * <0.001	mg/kg M.S. * <0.001	mg/kg M.S. * <0.001
LS3U8 : PCB 101	mg/kg M.S. * <0.001	mg/kg M.S. * <0.001	mg/kg M.S. * <0.001	mg/kg M.S. * <0.001	mg/kg M.S. * <0.001	mg/kg M.S. * <0.001
LS3U6 : PCB 118	mg/kg M.S. * <0.001	mg/kg M.S. * <0.001	mg/kg M.S. * <0.001	mg/kg M.S. * <0.001	mg/kg M.S. * <0.001	mg/kg M.S. * <0.001
LS3U9 : PCB 138	mg/kg M.S. * <0.001	mg/kg M.S. * <0.001	mg/kg M.S. * <0.001	mg/kg M.S. * <0.001	mg/kg M.S. * <0.001	mg/kg M.S. * <0.001
LS3UA : PCB 153	mg/kg M.S. * <0.001	mg/kg M.S. * <0.001	mg/kg M.S. * <0.001	mg/kg M.S. * <0.001	mg/kg M.S. * <0.001	mg/kg M.S. * <0.001
LS3UC : PCB 180	mg/kg M.S. * <0.001	mg/kg M.S. * <0.001	mg/kg M.S. * <0.001	mg/kg M.S. * <0.001	mg/kg M.S. * <0.001	mg/kg M.S. * <0.001
LSFEH : Somme PCB (7)	mg/kg M.S. 0.004	mg/kg M.S. 0.004	mg/kg M.S. 0.004	mg/kg M.S. 0.004	mg/kg M.S. 0.004	mg/kg M.S. 0.004

Organoétains

	001	002	003	004	005	006
LS2GK : Dibutylétain cation-Sn (DBT)	µg Sn/kg M.S. * 39	µg Sn/kg M.S. * <2.0	µg Sn/kg M.S. * 2.6	µg Sn/kg M.S. * <2.0	µg Sn/kg M.S. * <2.0	µg Sn/kg M.S. * <2.0
LS2GL : Tributylétain cation-Sn (TBT)	µg Sn/kg M.S. * 10	µg Sn/kg M.S. * <2.0	µg Sn/kg M.S. * <2.0	µg Sn/kg M.S. * <2.0	µg Sn/kg M.S. * <2.0	µg Sn/kg M.S. * <2.0
LS2IJ : Tétrabutylétain -Sn (TeBT)	µg Sn/kg M.S. <10	µg Sn/kg M.S. <10	µg Sn/kg M.S. <10	µg Sn/kg M.S. <10	µg Sn/kg M.S. <10	µg Sn/kg M.S. <10
LS2IK : Monobutylétain cation-Sn (MBT)	µg Sn/kg M.S. * 49	µg Sn/kg M.S. * <2.0	µg Sn/kg M.S. * 7.8	µg Sn/kg M.S. * <2.0	µg Sn/kg M.S. * 3.7	µg Sn/kg M.S. * <2.0

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 22E030443

Version du : 04/03/2022

N° de rapport d'analyse : AR-22-LK-043834-01

Date de réception technique : 17/02/2022

Première date de réception physique : 17/02/2022

Référence Dossier : N° Projet : 220057 Dragage de Port-Louis

Nom Projet : Dragage du port de Port-Louis

Nom Commande : Dragage du port de Port-Louis

Référence Commande :

N° Echantillon	001	002	003	004	005	006
Référence client :	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Station 5	Station 6
Matrice :	SED	SED	SED	SED	SED	SED
Date de prélèvement :	08/02/2022	08/02/2022	08/02/2022	08/02/2022	08/02/2022	08/02/2022
Date de début d'analyse :	22/02/2022	22/02/2022	22/02/2022	22/02/2022	22/02/2022	22/02/2022
Température de l'air de l'enceinte :	5.1°C	5.1°C	5.1°C	5.1°C	5.1°C	5.1°C

Organoétains

LS2IL : Triphénylétain cation-Sn (TPHt)	µg Sn/kg M.S.	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0
LS2IM : MonoOctyletain cation-Sn (MOT)	µg Sn/kg M.S.	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0
LS2IN : DiOctyletain cation-Sn (DOT)	µg Sn/kg M.S.	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0
LS2IP : Tricyclohexyletain cation-Sn (TcHexT)	µg Sn/kg M.S.	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0	*	<2.0

D : détecté / ND : non détecté

z2 ou (2) : zone de contrôle des supports

Observations	N° Ech	Réf client
Du fait d'une LQ labo supérieure à la LQ règlementaire, la valeur retenue pour le calcul de la somme SOMME PCB (7) pour le(s) paramètre(s) PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 180 est LQ labo/2	(001) (002) (003) (004) (005) (006)	Station 1 / Station 2 / Station 3 / Station 4 / Station 5 / Station 6 /



 Marion Medina
 Coordinatrice Projets Clients

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 22E030443

Version du : 04/03/2022

N° de rapport d'analyse : AR-22-LK-043834-01

Date de réception technique : 17/02/2022

Première date de réception physique : 17/02/2022

Référence Dossier : N° Projet : 220057 Dragage de Port-Louis

Nom Projet : Dragage du port de Port-Louis

Nom Commande : Dragage du port de Port-Louis

Référence Commande :

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 10 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire. Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné ou notifiée en observation
L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec $k = 2$) sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : <http://www.labeau.ecologie.gouv.fr>

Laboratoire agréé pour la réalisation des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Laboratoire agréé par le gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg pour l'accomplissement de tâches techniques d'étude et de vérification dans le domaine de l'environnement – Détail disponible sur demande

Le résultat d'une somme de paramètres est soumis à une méthodologie spécifique développée par notre laboratoire. Celle-ci peut dépendre de la LQ réglementaire du ou des paramètres sommés. Pour plus d'informations, n'hésitez pas à contacter votre chargé d'affaires ou votre coordinateur de projet client.

Annexe technique

Dossier N° :22E030443

N° de rapport d'analyse : AR-22-LK-043834-01

Emetteur : Madame Colette CHENG

Commande EOL : 006-10514-833866

Nom projet : N° Projet : 220057 Dragage de Port-Louis

Référence commande :

Dragage du port de Port-Louis

Nom Commande : Dragage du port de Port-Louis

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LS2GK	Dibutylétain cation-Sn (DBT)	GC/MS/MS [Dérivation, extraction Solide/Liquide] - XP T 90-250	2	34%	µg Sn/kg M.S.	Eurofins Analyses pour l'Environnement France
LS2GL	Tributylétain cation-Sn (TBT)		2	35%	µg Sn/kg M.S.	
LS2IJ	Tétrabutylétain -Sn (TeBT)		10	45%	µg Sn/kg M.S.	
LS2IK	Monobutylétain cation-Sn (MBT)		2	35%	µg Sn/kg M.S.	
LS2IL	Triphénylétain cation-Sn (TPHT)		2	46%	µg Sn/kg M.S.	
LS2IM	MonoOctylétain cation-Sn (MOT)		2	40%	µg Sn/kg M.S.	
LS2IN	DiOctylétain cation-Sn (DOT)		2	36%	µg Sn/kg M.S.	
LS2IP	Tricyclohexylétain cation-Sn (TcHexT)		2	35%	µg Sn/kg M.S.	
LS3PB	Pourcentage cumulé 0.02 à 200 µm		Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0		
LS3PC	Fraction 200 - 2000 µm	0			%	
LS3U6	PCB 118	GC/MS/MS [Extraction Hexane / Acétone] - NF EN 17322	0.001	34%	mg/kg M.S.	
LS3U7	PCB 28		0.001	30%	mg/kg M.S.	
LS3U8	PCB 101		0.001	32%	mg/kg M.S.	
LS3U9	PCB 138		0.001	34%	mg/kg M.S.	
LS3UA	PCB 153		0.001	29%	mg/kg M.S.	
LS3UB	PCB 52		0.001	32%	mg/kg M.S.	
LS3UC	PCB 180		0.001	37%	mg/kg M.S.	
LS4P2	Pourcentage cumulé 0.02 à 20 µm		Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0		%
LS4WH	Pourcentage cumulé 0.02 à 2 µm	0			%	
LS862	Aluminium (Al)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN ISO 54321(sol,boue) Méthode interne(autres)	5	50%	mg/kg M.S.	
LS865	Arsenic (As)		1	40%	mg/kg M.S.	
LS874	Cuivre (Cu)		5	50%	mg/kg M.S.	
LS881	Nickel (Ni)		1	40%	mg/kg M.S.	
LS882	Phosphore (P)		1	45%	mg/kg M.S.	
LS883	Plomb (Pb)		5	30%	mg/kg M.S.	
LS894	Zinc (Zn)		5	25%	mg/kg M.S.	
LS916	Azote Kjeldahl (NTK)		Volumétrie [Minéralisation] - Méthode interne (Sols) - NF EN 13342 (autres matrices)	0.5	35%	g/kg M.S.
LS918	Masse volumique sur échantillon brut	Gravimétrie - Méthode interne			g/cm³	

Annexe technique

Dossier N° :22E030443

N° de rapport d'analyse : AR-22-LK-043834-01

Emetteur : Madame Colette CHENG

Commande EOL : 006-10514-833866

Nom projet : N° Projet : 220057 Dragage de Port-Louis

Référence commande :

Dragage du port de Port-Louis

Nom Commande : Dragage du port de Port-Louis

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LS931	Cadmium (Cd)	ICP/MS [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 17294-2 - NF EN ISO 54321(sol,boue) Méthode interne(autres)	0.1	28%	mg/kg M.S.	
LS934	Chrome (Cr)		0.1	30%	mg/kg M.S.	
LS995	Perte au feu à 550°C	Gravimétrie - NF EN 12879 (annulée)	0.1		% MS	
LS9AS	Fraction 2 - 20 µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0		%	
LS9AT	Pourcentage cumulé 0.02 à 2000 µm		0		%	
LS9AV	Fraction 63 - 200 µm		0		%	
LSA07	Matière sèche	Gravimétrie - NF EN 12880	0.1	5%	% P.B.	
LSA09	Mercuré (Hg)	SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 54321(sol,boue) Méthode interne(autres) - NF ISO 16175-2 (boue) - NF ISO 16772 (sol)	0.1	20%	mg/kg M.S.	
LSA6B	Phosphore total (P2O5)	Calcul - Calcul			mg/kg M.S.	
LSFEH	Somme PCB (7)				mg/kg M.S.	
LSFF9	Somme des HAP				mg/kg M.S.	
LSL4H	pH H2O pH extrait à l'eau Température de mesure du pH	Potentiométrie - Ad. NF ISO 10390 (SED) NF EN 12176 (abrogée,BOU)			°C	
LSQK3	Pourcentage cumulé 0.02 à 63 µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0		%	
LSRHH	Benzo(a)pyrène	GC/MS/MS [Extraction Hexane / Acétone] - NF ISO 18287 (Sols) - PR NF EN 17503	0.002	46%	mg/kg M.S.	
LSRHI	Fluorène		0.002	27%	mg/kg M.S.	
LSRHJ	Phénanthrène		0.002	39%	mg/kg M.S.	
LSRHK	Anthracène		0.002	34%	mg/kg M.S.	
LSRHL	Fluoranthène		0.002	41%	mg/kg M.S.	
LSRHM	Pyrène		0.002	36%	mg/kg M.S.	
LSRHN	Benzo-(a)-anthracène		0.002	34%	mg/kg M.S.	
LSRHP	Chrysène		0.002	36%	mg/kg M.S.	
LSRHQ	Benzo(b)fluoranthène		0.002	39%	mg/kg M.S.	
LSRHR	Benzo(k)fluoranthène		0.002	41%	mg/kg M.S.	
LSRHS	Indeno (1,2,3-cd) Pyrène		0.002	36%	mg/kg M.S.	
LSRHT	Dibenzo(a,h)anthracène		0.002	31%	mg/kg M.S.	
LSRHU	Naphtalène		0.002	34%	mg/kg M.S.	
LSRHV	Acénaphthylène		0.002	32%	mg/kg M.S.	

Annexe technique

Dossier N° :22E030443

N° de rapport d'analyse : AR-22-LK-043834-01

Emetteur : Madame Colette CHENG

Commande EOL : 006-10514-833866

Nom projet : N° Projet : 220057 Dragage de Port-Louis

Référence commande :

Dragage du port de Port-Louis

Nom Commande : Dragage du port de Port-Louis

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LSRHW	Acénaphène		0.002	31%	mg/kg M.S.	
LSRHX	Benzo(ghi)Pérylène		0.002	34%	mg/kg M.S.	
LSSKM	Carbone organique total (COT) par combustion sèche (Sédiments)	Combustion [sèche] - NF EN 15936 - Méthode B	1000	40%	mg/kg M.S.	
LSSKU	Fraction 20 - 63 µm	Spectroscopie (Diffraction laser) - Méthode interne	0		%	
XXS01	Minéralisation eau régale - Bloc chauffant	Digestion acide -				
XXS06	Prétraitement et séchage à 40°C	Séchage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] - NF ISO 11464 (Boue et sédiments)				
XXS07	Refus Pondéral à 2 mm	Tamissage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] -	1		% P.B.	

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flacons des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 22E030443

N° de rapport d'analyse : AR-22-LK-043834-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-833866

Nom projet : N° Projet : 220057 Dragage de Port-Louis
Dragage du port de Port-Louis

Référence commande :

Nom Commande : Dragage du port de Port-Louis

Sédiments

N° Ech	Référence Client	Date & Heure Prélèvement	Date de Réception Physique (1)	Date de Réception Technique (2)	Code-Barre	Nom Flacon
001	Station 1	08/02/2022	17/02/2022	17/02/2022		
002	Station 2	08/02/2022	17/02/2022	17/02/2022		
003	Station 3	08/02/2022	17/02/2022	17/02/2022		
004	Station 4	08/02/2022	17/02/2022	17/02/2022		
005	Station 5	08/02/2022	17/02/2022	17/02/2022		
006	Station 6	08/02/2022	17/02/2022	17/02/2022		

(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire.

Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon.

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

Référence de l'échantillon (Matrice) :

22e030443-001 (SED) - Average

Date de l'analyse :

mercredi 2 mars 2022 16:39:09

NF EN ISO/IEC 17025 COFRAC ESSAIS 1-1488 (portée disponible sur www.cofrac.fr) - Methode interne

Opérateur :

FPEP

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

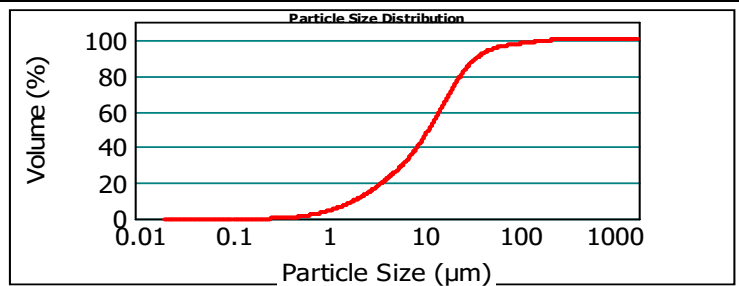
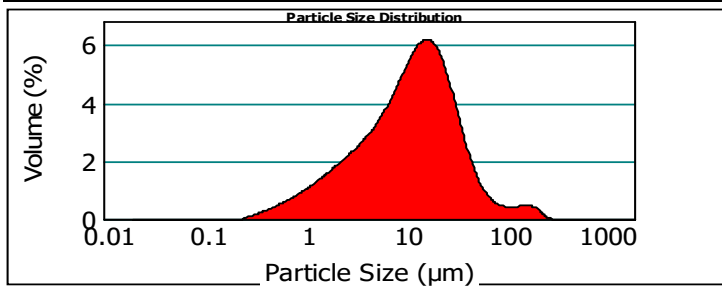
Surface spécifique :	Moyenne :	Médiane :	Variance :	Ecart type :	Rapport moyenne/médiane :	Mode :
1.22 m ² /g	19.870 μm	12.433 μm	790.528 μm ²	28.116 μm	1.598 μm	17.157 μm

*** Pourcentages cumulés :**

Percentage between 0.02 μm and 2.00 μm : 9.91%
 Percentage between 0.02 μm and 20.00 μm : 68.90%
 Percentage between 0.02 μm and 63.00 μm : 95.59%
 Percentage between 0.02 μm and 200.00 μm : 99.48%
 Percentage between 0.02 μm and 2000.00 μm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 μm and 2.00 μm : 9.91%
 Percentage between 2.00 μm and 20.00 μm : 58.99%
 Percentage between 20.00 μm and 50.00 μm : 24.63%
 Percentage between 50.00 μm and 200.00 μm : 5.94%
Percentage between 20.00 μm and 63.00 μm : 26.68%
Percentage between 63.00 μm and 200.00 μm : 3.89%
 Percentage between 200.00 μm and 2000.00 μm : 0.52%



■ 22e030443-001 (SED) - Average

mercredi 2 mars 2022 16:39:09

Size (μm)	Volume In %	Size (μm)	Volume In %	Size (μm)	Volume In %	Size (μm)	Volume In %	Size (μm)	Volume In %	Size (μm)	Volume In %
0.020	3.86	6.000	7.35	20.000	14.36	100.000	1.13	400.000	0.00	1000.000	0.00
1.000	6.06	8.000	6.83	30.000	6.93	150.000	0.85	500.000	0.00	1500.000	0.00
2.000	2.75	10.000	14.97	40.000	3.35	200.000	0.45	600.000	0.00	2000.000	0.00
2.500	7.26	15.000	2.60	50.000	2.05	250.000	0.07	800.000	0.00		
4.000	8.21	16.000	9.02	63.000	1.92	300.000	0.00	900.000	0.00		
6.000		20.000		100.000		400.000		1000.000			

Size (μm)	Vol Under %	Size (μm)	Vol Under %	Size (μm)	Vol Under %	Size (μm)	Vol Under %	Size (μm)	Vol Under %	Size (μm)	Vol Under %
0.020	0.00	6.000	28.13	20.000	68.90	100.000	97.51	400.000	100.00	1000.000	100.00
1.000	3.86	8.000	35.48	30.000	83.26	150.000	98.63	500.000	100.00	1500.000	100.00
2.000	9.91	10.000	42.31	40.000	90.19	200.000	99.48	600.000	100.00	2000.000	100.00
2.500	12.66	15.000	57.29	50.000	93.54	250.000	99.93	800.000	100.00		
4.000	19.92	16.000	59.89	63.000	95.59	300.000	100.00	900.000	100.00		

Paramètre d'analyse

Type d'instrument :	Malvern Mastersizer 2000	Durée d'analyse :	2 X 30 secondes
Gamme de mesure :	Préparateur Hydro MU 0.020 μm à 2000 μm	Indice de réfraction :	1.33
Logiciel :	Malvern Application 5.60	Liquide :	Water 800 mL
Modèle optique :	Fraunhofer	Obscuracion :	9.35 %
Vitesse de la pompe :	3000 rpm	<i>- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure</i>	

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025 COFRAC ESSAIS 1-1488 (portée disponible sur www.cofrac.fr) - Methode interne

Référence de l'échantillon (Matrice) :

22e030443-002 (SED) - Average

Date de l'analyse :

jeudi 24 février 2022 12:20:02

Opérateur :

FPEP

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

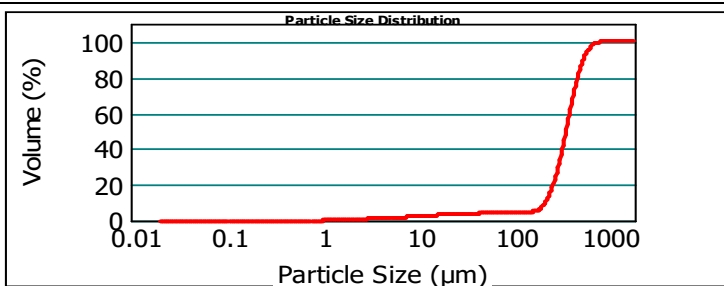
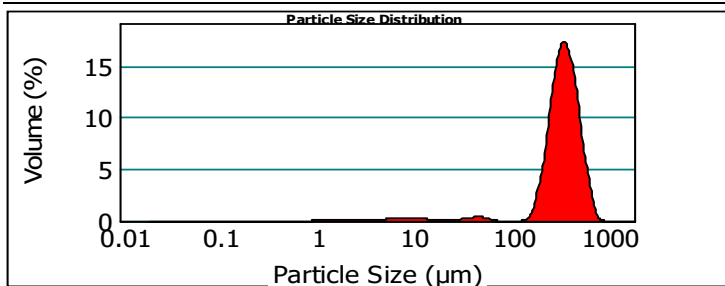
Surface spécifique :	Moyenne :	Médiane :	Variance :	Ecart type :	Rapport moyenne/médiane :	Mode :
0.072 m ² /g	384.456 µm	375.453 µm	22553.729 µm ²	150.178 µm	1.023 µm	382.451 µm

*** Pourcentages cumulés :**

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 0.64%
 Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 3.17%
 Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 4.75%
 Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 6.31%
 Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 0.64%
 Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 2.52%
 Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 1.09%
 Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 2.06%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 1.59%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 1.56%
 Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 93.69%



■ 22e030443-002 (SED) - Average

jeudi 24 février 2022 12:20:02

Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.020	0.00	6.000	0.38	20.000	0.22	100.000	0.00	400.000	22.73	1000.000	0.00
1.000	0.64	8.000	0.33	30.000	0.37	150.000	1.43	500.000	12.23	1500.000	0.00
2.000	0.20	10.000	0.56	40.000	0.49	200.000	7.10	600.000	7.44	2000.000	0.00
2.500	0.39	15.000	0.07	50.000	0.50	250.000	13.13	800.000	0.38		
4.000	0.42	16.000	0.18	63.000	0.13	300.000	30.68	900.000	0.01		
6.000		20.000		100.000		400.000		1000.000			

Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00	6.000	1.65	20.000	3.17	100.000	4.89	400.000	57.22	1000.000	100.00
1.000	0.00	8.000	2.03	30.000	3.39	150.000	4.89	500.000	79.94	1500.000	100.00
2.000	0.64	10.000	2.36	40.000	3.76	200.000	6.31	600.000	92.18	2000.000	100.00
2.500	0.84	15.000	2.92	50.000	4.25	250.000	13.41	800.000	99.62		
4.000	1.23	16.000	2.99	63.000	4.75	300.000	26.54	900.000	99.99		

Paramètre d'analyse

Type d'instrument :	Malvern Mastersizer 2000	Durée d'analyse :	2 X 30 secondes
Gamme de mesure :	Préparateur Hydro MU 0.020 µm à 2000 µm	Indice de réfraction :	1.33
Logiciel :	Malvern Application 5.60	Liquide :	Water 800 mL
Modèle optique :	Fraunhofer	Obscuracion :	11.24 %
Vitesse de la pompe :	3000 rpm	<i>- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure</i>	

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

Référence de l'échantillon (Matrice) :

22e030443-003 (SED) - Average

Date de l'analyse :

mercredi 2 mars 2022 16:11:24

NF EN ISO/IEC 17025 COFRAC ESSAIS 1-1488 (portée disponible sur www.cofrac.fr) - Methode interne

Opérateur :

FPEP

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

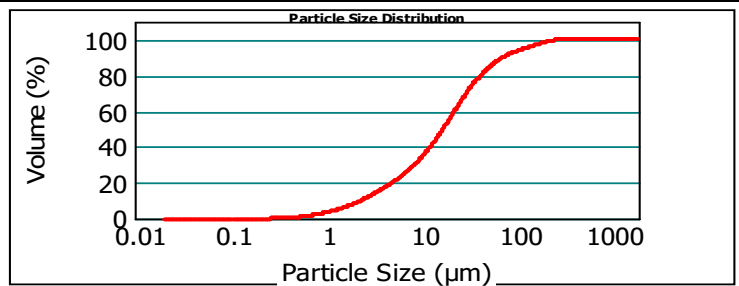
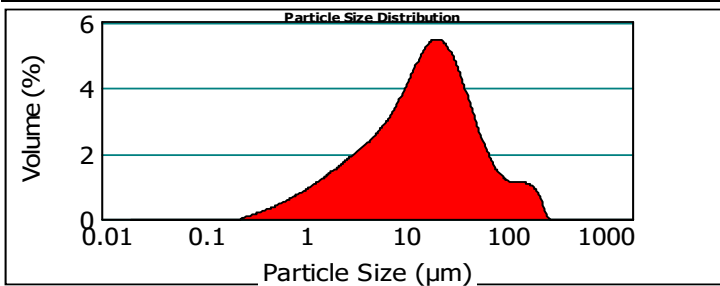
Surface spécifique : 1.03 m ² /g	Moyenne : 31.188 µm	Médiane : 17.485 µm	Variance : 1747.688 µm ²	Ecart type : 41.805 µm	Rapport moyenne/médiane : 1.783 µm	Mode : 22.687 µm
---	-------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------	--	----------------------------

*** Pourcentages cumulés :**

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 8.31%
 Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 54.69%
 Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 87.96%
 Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 98.52%
 Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 8.31%
 Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 46.38%
 Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 28.86%
 Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 14.96%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 33.27%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 10.56%
 Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 1.48%



■ 22e030443-003 (SED) - Average

mercredi 2 mars 2022 16:11:24

Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.020	3.29	6.000	5.54	20.000	14.35	100.000	3.06	400.000	0.00	1000.000	0.00
1.000	5.02	8.000	5.08	30.000	8.94	150.000	2.05	500.000	0.00	1500.000	0.00
2.000	2.25	10.000	11.47	40.000	5.57	200.000	1.22	600.000	0.00	2000.000	0.00
2.500	5.86	15.000	2.10	50.000	4.40	250.000	0.26	800.000	0.00		
4.000	6.41	16.000	7.68	63.000	5.45	300.000	0.00	900.000	0.00		
6.000		20.000		100.000		400.000		1000.000			

Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00	6.000	22.84	20.000	54.69	100.000	93.41	400.000	100.00	1000.000	100.00
1.000	3.29	8.000	28.37	30.000	69.04	150.000	96.47	500.000	100.00	1500.000	100.00
2.000	8.31	10.000	33.45	40.000	77.98	200.000	98.52	600.000	100.00	2000.000	100.00
2.500	10.56	15.000	44.92	50.000	83.56	250.000	99.74	800.000	100.00		
4.000	16.43	16.000	47.02	63.000	87.96	300.000	100.00	900.000	100.00		

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000	Durée d'analyse : 2 X 30 secondes
Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU 0.020 µm à 2000 µm	Indice de réfraction : 1.33
Logiciel : Malvern Application 5.60	Liquide : Water 800 mL
Modèle optique : Fraunhofer	Obscuracion : 10.46 %
Vitesse de la pompe : 3000 rpm	<i>- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure</i>

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

EUROFINS Analyses pour l'Environnement France - Site de Saverne
 5, rue d'Otterswiller 67700 SAVERNE -
 Telephone 03 88 911 911 - Fax : 03 88 91 65 31 - Site Web : www.eurofins.fr/env
 SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS Saverne 422 998 971

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025 COFRAC ESSAIS 1-1488 (portée disponible sur www.cofrac.fr) - Methode interne

Référence de l'échantillon (Matrice) :

22e030443-004 (SED) - Average

Date de l'analyse :

mercredi 2 mars 2022 16:34:31

Opérateur :

FPEP

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

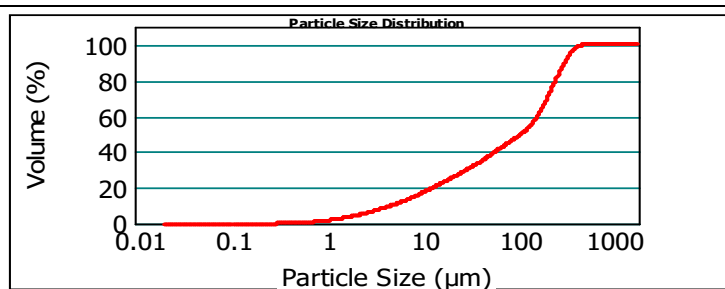
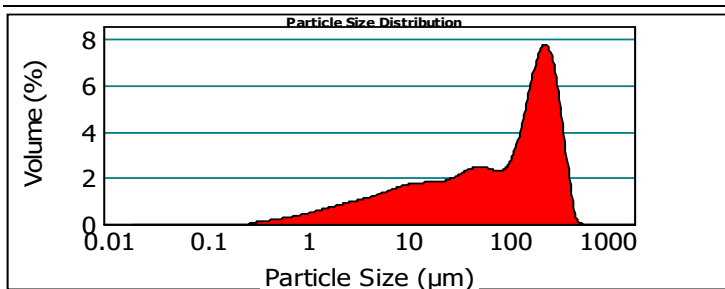
Surface spécifique : 0.517 m ² /g	Moyenne : 143.052 µm	Médiane : 115.390 µm	Variance : 16536.378 µm ²	Ecart type : 128.593 µm	Rapport moyenne/médiane : 1.239 µm	Mode : 258.398 µm
--	--------------------------------	--------------------------------	--	-----------------------------------	--	-----------------------------

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 4.28%
 Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 24.60%
 Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 40.60%
 Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 65.88%
 Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 4.28%
 Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 20.31%
 Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 12.27%
 Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 29.01%
Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 16.00%
Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 25.28%
 Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 34.12%



■ 22e030443-004 (SED) - Average

mercredi 2 mars 2022 16:34:31

Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.020	1.64	6.000	2.67	20.000	4.90	100.000	8.03	400.000	3.17	1000.000	0.00
1.000	2.64	8.000	2.32	30.000	3.94	150.000	10.17	500.000	0.15	1500.000	0.00
2.000	1.18	10.000	4.61	40.000	3.43	200.000	10.71	600.000	0.00	2000.000	0.00
2.500	2.99	15.000	0.75	50.000	3.72	250.000	9.16	800.000	0.00		
4.000	3.18	16.000	2.61	63.000	7.08	300.000	10.93	900.000	0.00		
6.000		20.000		100.000		400.000		1000.000			

Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00	6.000	11.64	20.000	24.60	100.000	47.68	400.000	96.68	1000.000	100.00
1.000	1.64	8.000	14.30	30.000	29.50	150.000	55.71	500.000	99.85	1500.000	100.00
2.000	4.28	10.000	16.62	40.000	33.44	200.000	65.88	600.000	100.00	2000.000	100.00
2.500	5.46	15.000	21.23	50.000	36.87	250.000	76.59	800.000	100.00		
4.000	8.46	16.000	21.98	63.000	40.60	300.000	85.76	900.000	100.00		

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000	Durée d'analyse : 2 X 30 secondes
Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU 0.020 µm à 2000 µm	Indice de réfraction : 1.33
Logiciel : Malvern Application 5.60	Liquide : Water 800 mL
Modèle optique : Fraunhofer	Obscuracion : 7.63 %
Vitesse de la pompe : 3000 rpm	- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025 COFRAC ESSAIS 1-1488 (portée disponible sur www.cofrac.fr) - Methode interne

Référence de l'échantillon (Matrice) :

22e030443-005 (SED) - Average

Date de l'analyse :

mercredi 2 mars 2022 16:07:03

Opérateur :

FPEP

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

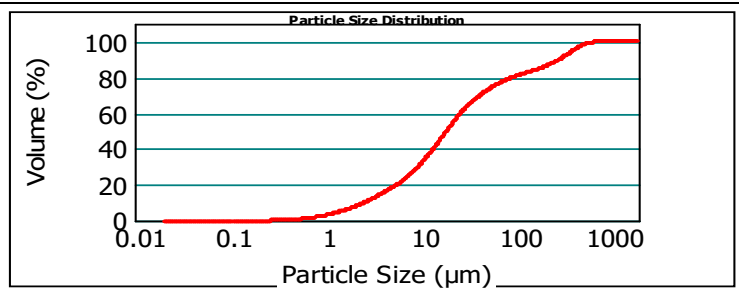
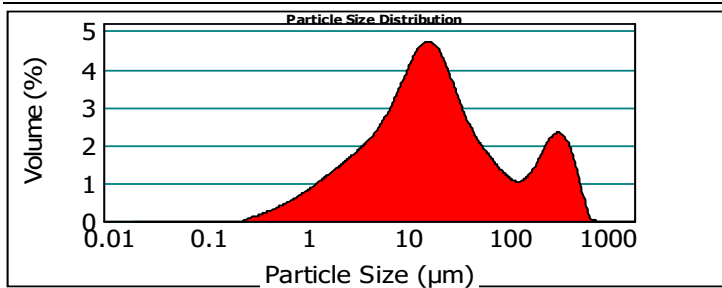
Surface spécifique : 0.942 m²/g Moyenne : 75.693 µm Médiane : 19.026 µm Variance : 16932.089 µm² Ecart type : 130.123 µm Rapport moyenne/médiane : 3.978 µm Mode : 17.633 µm

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 7.61%
 Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 51.53%
 Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 76.00%
 Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 85.91%
 Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 7.61%
 Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 43.92%
 Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 21.28%
 Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 13.09%
 Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 24.47%
 Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 9.90%
 Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 14.09%



22e030443-005 (SED) - Average

mercredi 2 mars 2022 16:07:03

Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.020	2.99	6.000	5.35	20.000	11.33	100.000	2.91	400.000	2.90	1000.000	0.00
1.000	4.62	8.000	5.03	30.000	6.19	150.000	2.23	500.000	1.51	1500.000	0.00
2.000	2.09	10.000	11.23	40.000	3.76	200.000	2.38	600.000	0.53	2000.000	0.00
2.500	5.40	15.000	1.97	50.000	3.19	250.000	2.45	800.000	0.00		
4.000	5.97	16.000	6.89	63.000	4.77	300.000	4.32	900.000	0.00		
6.000		20.000		100.000		400.000		1000.000			

Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00	6.000	21.07	20.000	51.53	100.000	80.77	400.000	95.06	1000.000	100.00
1.000	2.99	8.000	26.41	30.000	62.87	150.000	83.68	500.000	97.96	1500.000	100.00
2.000	7.61	10.000	31.44	40.000	69.05	200.000	85.91	600.000	99.47	2000.000	100.00
2.500	9.70	15.000	42.68	50.000	72.82	250.000	88.28	800.000	100.00		
4.000	15.10	16.000	44.65	63.000	76.00	300.000	90.74	900.000	100.00		

Paramètre d'analyse

Type d'instrument : Malvern Mastersizer 2000 Durée d'analyse : 2 X 30 secondes
 Gamme de mesure : Préparateur Hydro MU Indice de réfraction : 1.33
 0.020 µm à 2000 µm
 Logiciel : Malvern Application 5.60 Liquide : Water 800 mL
 Modèle optique : Fraunhofer Obscurité : 8.37 %
 Vitesse de la pompe : 3000 rpm

- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Annexe au rapport d'analyse

LS08F : Granulométrie laser a pas variable

prestation réalisée sur le site de SAVERNE

NF EN ISO/IEC 17025 COFRAC ESSAIS 1-1488 (portée disponible sur www.cofrac.fr) - Methode interne

Référence de l'échantillon (Matrice) :

22e030443-006 (SED) - Average

Date de l'analyse :

jeudi 24 février 2022 13:49:13

Opérateur :

FPEP

Résultat de la source :

Moyenne de 2 mesures

Données statistique

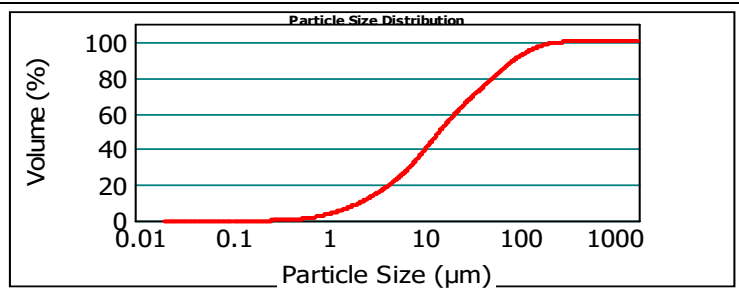
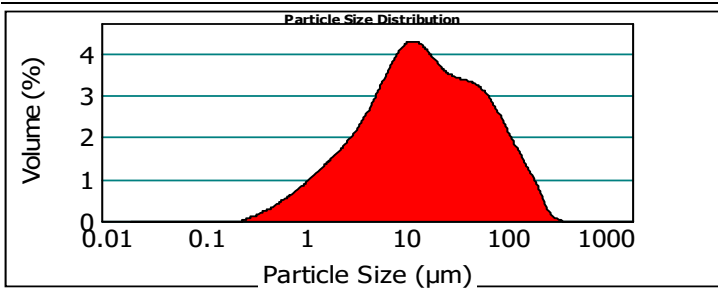
Surface spécifique : 1.03 m ² /g	Moyenne : 36.304 µm	Médiane : 16.236 µm	Variance : 2362.255 µm ²	Ecart type : 48.603 µm	Rapport moyenne/médiane : 2.235 µm	Mode : 12.945 µm
---	-------------------------------	-------------------------------	---	----------------------------------	--	----------------------------

* Pourcentages cumulés :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 8.37%
 Percentage between 0.02 µm and 20.00 µm : 55.55%
 Percentage between 0.02 µm and 63.00 µm : 81.61%
 Percentage between 0.02 µm and 200.00 µm : 98.15%
 Percentage between 0.02 µm and 2000.00 µm : 100.00%

Pourcentages relatifs :

Percentage between 0.02 µm and 2.00 µm : 8.37%
 Percentage between 2.00 µm and 20.00 µm : 47.18%
 Percentage between 20.00 µm and 50.00 µm : 21.15%
 Percentage between 50.00 µm and 200.00 µm : 21.45%
 Percentage between 20.00 µm and 63.00 µm : 26.06%
 Percentage between 63.00 µm and 200.00 µm : 16.54%
 Percentage between 200.00 µm and 2000.00 µm : 1.85%



22e030443-006 (SED) - Average

jeudi 24 février 2022 13:49:13

Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %	Size (µm)	Volume In %
0.020	3.16	6.000	6.52	20.000	9.81	100.000	5.38	400.000	0.00	1000.000	0.00
1.000	5.21	8.000	5.79	30.000	6.45	150.000	2.56	500.000	0.00	1500.000	0.00
2.000	2.35	10.000	11.29	40.000	4.89	200.000	1.26	600.000	0.00	2000.000	0.00
2.500	6.23	15.000	1.78	50.000	4.91	250.000	0.47	800.000	0.00		
4.000	7.27	16.000	5.95	63.000	8.59	300.000	0.13	900.000	0.00		
6.000		20.000		100.000		400.000		1000.000			

Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %	Size (µm)	Vol Under %
0.020	0.00	6.000	24.22	20.000	55.55	100.000	90.20	400.000	100.00	1000.000	100.00
1.000	3.16	8.000	30.74	30.000	65.35	150.000	95.58	500.000	100.00	1500.000	100.00
2.000	8.37	10.000	36.53	40.000	71.81	200.000	98.15	600.000	100.00	2000.000	100.00
2.500	10.72	15.000	47.82	50.000	76.70	250.000	99.40	800.000	100.00		
4.000	16.94	16.000	49.60	63.000	81.61	300.000	99.87	900.000	100.00		

Paramètre d'analyse

Type d'instrument :	Malvern Mastersizer 2000	Durée d'analyse :	2 X 30 secondes
Gamme de mesure :	Préparateur Hydro MU 0.020 µm à 2000 µm	Indice de réfraction :	1.33
Logiciel :	Malvern Application 5.60	Liquide :	Water 800 mL
Modèle optique :	Fraunhofer	Obscuracion :	9.43 %
Vitesse de la pompe :	3000 rpm	- L'alignement du laser est effectué avant chaque mesure	

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale, en complément du rapport d'analyse auquel il est annexé. Il comporte 1 page. Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

ANNEXE 3 : Seuils de contamination de référence N1 et N2 en vigueur dans la législation française pour les Métaux, HAP, PCB et TBT dans les sédiments marins

ETUDES REGLEMENTAIRES POUR LE DRAGAGE ET LE DEROGTAGE DU PORT DEPARTEMENTAL DE PORT-LOUIS : PRELEVEMENTS, ANALYSES ET CARACTERISATION DES SEDIMENTS MARINS

	Réglementation dragage			Autres valeurs guides			
	Niveaux de référence ¹			Bruits de fond			Critères écotoxicologiques
	Elément	N1	N2	BF Geode ²	BF Méditerranée ³	BF Ospar ⁴	ERL /EAC Ospar US EPA ⁵
Métaux mg/kg sédiment sec	Arsenic	25	50	4.4		15	-
	Cadmium	1.2	2.4	0.5	0.15	0.2	1.2
	Chrome	90	180	45		60	81
	Cuivre	45	90	35	15	20	34
	Mercure	0.4	0.8	0.2	0.05	0.05	0.15
	Nickel	37	74	20		30	-
	Plomb	100	200	47	25	25	47
	Zinc	276	552	115	90	90	150
PCB µg/kg sédiment sec	PCB totaux	500	1000				
	PCB 28	5	10			0/0,5	1.7
	PCB 52	5	10			0/0,5	2.7
	PCB 101	10	20			0/0,5	3
	PCB 118	10	20			0/0,5	0.6
	PCB 138	20	40		0.5	0/0,5	7.9
	PCB 153	20	40		0.2	0/0,5	40
	PCB 180	10	20			0/0,5	12
TBT µg/kg sédiment sec	TBT	100	400		40		
HAP µg/kg sédiment sec	Naphtalène	160	1130			5	160
	Acénaphène	15	260				-
	Acénaphylène	40	340				-
	Fluorène	20	280				-
	Anthracène	85	590			3	85
	Phénanthrène	240	870			17	240
	Fluoranthène	600	2850		40	20	600
	Pyrène	500	1500			13	665
	Benzo(a)anthracène	260	930			9	261
	Chrysène	380	1590			11	384
	Benzo(b)fluoranthène	400	900		200		-
	Benzo(k)fluoranthène	200	400		100		-
	Benzo(a)pyrène	430	1015		100	15	430
	Di Benzo (ah)anthracène	60	160				-
	Benzo(ghi) pérylène	1700	5650		100	45	85
	Indeno(123cd)pyrène	1700	5650		100	50	240

1 Niveaux de référence N1 et N2 (réglementation française sur les sédiments dragués ¹)

Concentration < N1 : « sédiment non toxique »

Concentration > N1 et < N2 : « sédiment nécessitant des investigations écotoxicologiques »

Concentration > N2 : « sédiment toxique »

2 Bruit de fond nationaux établis par le groupe Geode (RLM)

« teneur naturelle sans apports anthropiques identifiables » concernant les métaux, établi à partir de mesures réalisées sur l'ensemble des ports français

3 Bruits de fond (Etat 1) établis en Méditerranée (RLM)

« Etat 1 : caractérise les niveaux inférieurs ou égaux au bruit de fond de la contamination chimique établi chaque contaminant à l'échelle de la Méditerranée française. Le bruit de fond correspond à la valeur limite au-dessus de laquelle une contamination peut être suspectée dans un sédiment fin. Pour les sédiments correspondant à cet état, le RLM ne recommande aucune mesure particulière autre que la surveillance régulière du site. »

4 Bruits de fond établis par Ospar (Ospar 2009)

Teneurs ambiantes dans l'Atlantique Nord-Est dans des sites éloignés ou dans des conditions pristinnes (sans apports anthropiques)

5 ERL/EAC : Critères écotoxicologiques d'Ospar (US EPA, Ospar 2009)

ERL (HAP) (Effect Range Low) et EAC (PCB) Ecotoxicological Assessment Criteria : teneur d'un contaminant dans les sédiments au-dessous de laquelle on ne s'attend à aucun effet chronique sur les espèces marines



www.creocean.fr



ANNEXE 2 : NOTE TECHNIQUE DE CARACTERISATION DES BIOCENOSSES MARINES



RAPPORT

Etudes réglementaires pour l'aménagement du port de Port-Louis

Note technique - Caractérisation des biocénoses marines

Mai 2022

CONSEIL DÉPARTEMENTAL DE LA GUADELOUPE



CLIENT : Conseil Départemental de la Guadeloupe

COORDONNÉES	Hôtel du Département BD du Gouverneur Général Félix EBOUE 97109 Basse-Terre Tel. 05 90 99 77 77 – Fax. 05 90 99 76 00
INTERLOCUTEUR	Monsieur Richard ALBINA Directeur général des infrastructures richard.albina@cg971.fr

CREOCEAN

COORDONNÉES	Agence CREOCEAN Guadeloupe 1 lotissement les Mussendas-Plaisance 97122 BAIE-MAHAULT 05 90 41 16 88
INTERLOCUTEUR	Monsieur Florian LABADIE Tél. : 05 90 41 16 88 – 06 90 15 78 24 E-mail : labadie@creocean.fr

RAPPORT

TITRE	Etudes règlementaires pour l'aménagement du port de Port-Louis Note technique - Caractérisation des biocénoses marines
N° DE COMMANDE	Marché à Bons de Commande n°220A003N014
NOMBRE DE PAGES TOTAL	31

VERSION

RÉFÉRENCE	VERSION	DATE	REDACTEUR	CONTRÔLE QUALITE
Note technique - Actualisation	V2	16/02/2022	FLA	JKL/CBA
Note technique - Actualisation	V3	10/05/2022	FLA	-
Note technique - Actualisation	V4	19/05/2022	FLA	-

Sommaire

Préambule	1
1. Méthodologie	2
1.1. Acquisition des images	2
1.2. Prétraitements	2
1.2.1. Conversions.....	2
1.2.2. Correction des reflets spéculaires.....	2
1.2.3. Correction de hauteur d'eau	2
1.2.4. Pré-classification semi-automatique	3
1.2.5. Utilisation des données topo-bathymétriques et des fonds marins actuellement disponibles	5
1.3. Synthèse de la chaîne de traitement cartographique	6
1.4. Validation de terrain de la pré-cartographie	7
2. Résultats	9
2.1. Description des biocénoses marines	9
2.1.1. Introduction.....	9
2.1.2. Pente récifale à peuplements coralliens et spongiaires.....	9
2.1.3. Platier et blocs rocheux à peuplements de spongiaires et gorgonaires	12
2.1.4. Massifs coralliens de <i>Madracis auretenra</i>	12
2.1.5. Dalle calcaire plus ou moins ensablée peu colonisée	14
2.1.6. Plaines sédimentaires de sable nu et/ou débris coralliens à blocs rocheux épars	15
2.1.7. Platier à peuplement algaux dominants	16
2.1.8. Herbier à <i>Thalassia testudinum</i>	16
2.1.9. Herbier à <i>Halophila stipulacea</i>	17
2.2. Zoom sur le chenal d'accès	18
2.2.1. Objectifs et méthodologie	18
2.2.2. Résultats	18
Cartographie des habitats marins	21
Conclusion	22

Liste des Figures

<i>Figure 1 : Exemple de correction des reflets spéculaires.....</i>	<i>2</i>
<i>Figure 2 : Exemple de correction de hauteur d'eau.....</i>	<i>3</i>
<i>Figure 3: Pré-classification des fonds de Port-Louis</i>	<i>4</i>
<i>Figure 4: Carte bathymétrique du secteur d'étude de Port-Louis.....</i>	<i>5</i>
<i>Figure 5: Schéma de la synthèse de traitement cartographique employée.....</i>	<i>6</i>
<i>Figure 6: Photographie des moyens mis en œuvre pour les prospections sous-marines</i>	<i>7</i>
<i>Figure 7 : Plan d'échantillonnage des vérités-terrain sur la base de la pré-cartographie.....</i>	<i>8</i>
<i>Figure 8 : Illustrations du peuplement et des espèces coralliennes associées à la pente récifale externe.....</i>	<i>10</i>
<i>Figure 9: Peuplement de spongiaires dominants</i>	<i>12</i>
<i>Figure 10 : Illustration d'un des massifs de <i>Madracis auretenra</i> (Creocean, 2022)</i>	<i>13</i>
<i>Figure 11 : Illustration de la dalle calcaire peu colonisée (Creocean, 2022).....</i>	<i>14</i>
<i>Figure 12: Photographies des plaines sédimentaires sableuses rencontrées sur le site.....</i>	<i>15</i>
<i>Figure 13: Photographies du platier à macro-algues dominantes.....</i>	<i>16</i>
<i>Figure 14: Photographies des herbiers rencontrés sur le site au nord (gauche) et au sud (droite)</i>	<i>16</i>
<i>Figure 15 : Photographies des herbiers d'<i>Halophila stipulacea</i></i>	<i>17</i>
<i>Figure 16: Illustration des colonies coralliennes ou blocs rocheux présents dans la future zone de déroctage du chenal d'accès</i>	<i>19</i>
<i>Figure 17: Illustration des blocs rocheux colonisés présentes dans la future zone de déroctage du chenal d'accès.....</i>	<i>20</i>
<i>Figure 18: <i>Orbicella faveolata</i> (espèce protégée)</i>	<i>20</i>
<i>Figure 19 : Cartographie des habitats marins.....</i>	<i>21</i>

Liste des tableaux

<i>Tableau 1 : Liste des espèces coralliennes et ichtyologiques recensées</i>	<i>11</i>
---	-----------

Préambule

Le Conseil Départemental de la Guadeloupe souhaite réaliser le dragage du port polyvalent de Port-Louis afin de développer ses capacités d'accueil des navires de pêche et de plaisance. Il est également envisagé d'agrandir le chenal d'accès par des opérations de déroctage, pour permettre le passage de navires ayant un tirant d'eau de 3 m.

Ces travaux, réalisés en contact avec le milieu marin, sont soumis aux articles L.214-1 à L.214-6 du Code de l'Environnement.

Le Conseil Départemental de la Guadeloupe a mandaté CREOCEAN afin de réaliser les étapes préalables aux travaux suivants :

- ▶ Phase 1 : étude préalable de caractérisation des sédiments à extraire incluant les prélèvements et analyses des échantillons, au regard de la réglementation sur les dragages et immersions ;
- ▶ **Phase 2, objet du présent rapport : caractérisation des biocénoses marines au droit du secteur d'étude et identification des colonies coralliennes présentes dans le chenal d'accès ;**
- ▶ Phase 3, à venir : réalisation du dossier réglementaire correspondant, déclaration ou autorisation.

La réalisation de la phase 2 - cartographie des biocénoses marines - permettra de mieux appréhender les composantes écologiques et biologiques du secteur et viendra compléter les données bibliographiques qui seront décrites dans l'état initial des dossiers réglementaires environnementaux.

Le présent document constitue le rapport de phase 2, présentant les opérations réalisées en plongée sous-marine ainsi que les résultats obtenus, la cartographie des biocénoses de la zone d'étude et le repérage de colonies coralliennes dans le périmètre du tracé du futur chenal.

1. Méthodologie

1.1. Acquisition des images

Une recherche minutieuse a été effectuée dans les données d'archives des satellites WV2 et WV3 dans la base de données DigitalGlobe® (<https://browse.digitalglobe.com/imagefinder/>) afin de trouver un cliché récent et de qualité suffisante (absence de nuage, pas ou peu de turbidité apparente, spéculaire raisonnable et angle de prise de vue minimum).

Notre choix s'est porté sur une zone de 25 km² extraite du cliché BD-ORTHO Haute résolution (20 cm/pixel RVB) © IGN, 2017).

Ce cliché semble correspondre aux critères, bien que la résolution des imagerie de prévisualisation ne permette pas de juger de la qualité radiométrique de l'image.

Le géo-référencement de l'image a été vérifié et mis en concordance avec les autres documents (notamment l'ortholittorale v2, MEDDE 2012).

1.2. Prétraitements

1.2.1. Conversions

Les données ont été transformées afin d'obtenir la radiance au niveau du sol. A cette fin, nous avons utilisé Orpheo Tool Box. Les compteurs de chaque pixel sont convertis en radiance au niveau du capteur et ensuite en radiance au niveau du sol. Ceci afin de travailler sur de véritables mesures physiques et supprimer les effets de l'atmosphère.

1.2.2. Correction des reflets spéculaires

L'image présentant des reflets spéculaires sur les crêtes des vagues (figure de gauche), un traitement spécifique a été appliqué afin de les réduire. Ce traitement dépend essentiellement de la qualité des bandes proche-infra-rouge (qui en l'occurrence étaient assez bruitées).

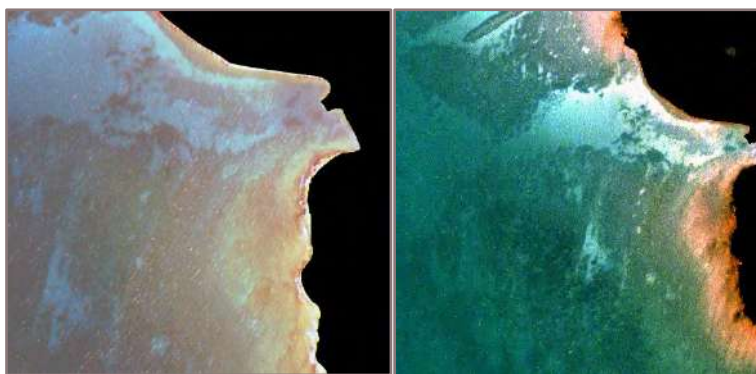


Figure 1 : Exemple de correction des reflets spéculaires

1.2.3. Correction de hauteur d'eau

La correction de hauteur d'eau permet d'obtenir une image du fond « sans eau », ou plutôt un index invariant des fonds. Les différents faciès sont alors plus facilement discriminables. La méthode utilisée est celle développée par Lyzenga *et al.*(1978, 1981).

Elle est basée sur la linéarisation des rapports entre les bandes en utilisant le logarithme naturel.

Plusieurs essais ont été effectués afin de parvenir à un résultat optimal, mais il n'a pas été possible de s'affranchir totalement de la colonne d'eau probablement en raison de la turbidité.

- ▶ Ci-dessous à gauche, l'index invariant pour les sables ressort en bleu alors que le sol recouvert de végétation tire vers les roses.
- ▶ Ci-dessous à droite, le traitement a permis d'obtenir un index des fonds plus détaillé : on peut y distinguer plus facilement les différents faciès (sables, mattes mortes, roche, herbier), surtout dans les profondeurs de -5 à -15 m.
- ▶ Au-delà de -15 m, le rapport signal/bruit est très important.

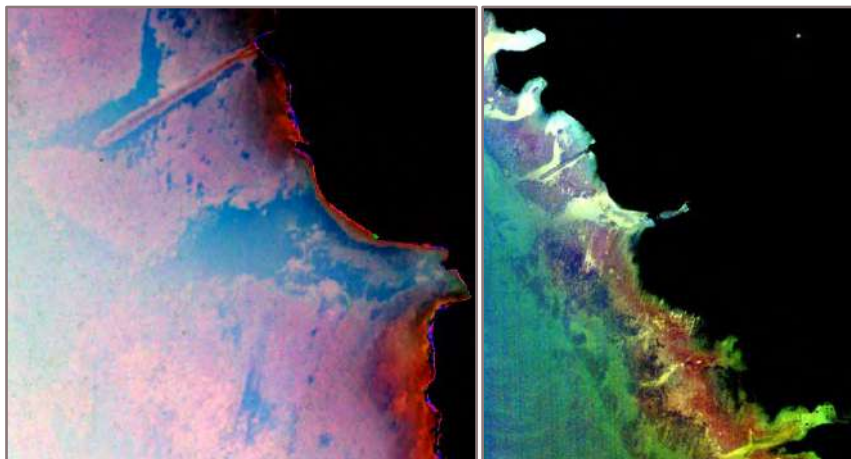


Figure 2 : Exemple de correction de hauteur d'eau

1.2.4. Pré-classification semi-automatique

Une pré-classification sommaire a été effectuée afin de déterminer les faciès principaux. Elle a permis de déterminer les endroits où devaient être effectuées les vérités terrain afin de « calibrer » l'interprétation. Des zones d'apprentissage ont été définies manuellement et une classification de type « maximum likelihood » a été effectuée.

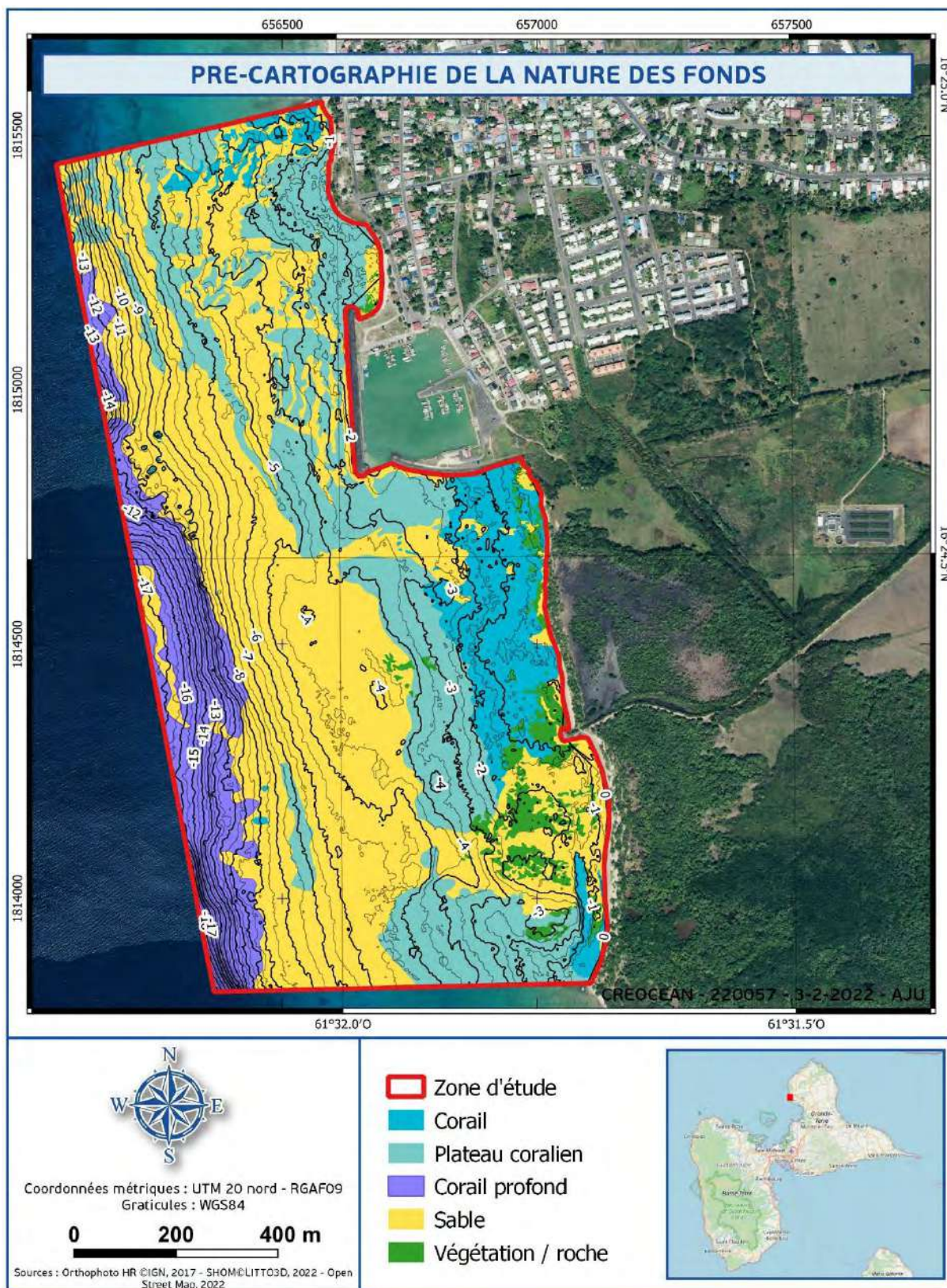


Figure 3: Pré-classification des fonds de Port-Louis

1.2.5. Utilisation des données topo-bathymétriques et des fonds marins actuellement disponibles

De la donnée topo-bathymétrique de précision peut apporter des informations importantes pour l'interprétation de la nature des fonds. La donnée « Litto3D » (©shom-ign) est la plus récente (2014) et la plus précise disponible sur cette zone.

Nous en avons extrait une grille bathymétrique, qui a été incorporée dans le processus d'interprétation et qui constitue donc un niveau d'information supplémentaire pour le modèle.

► Carte bathymétrique :

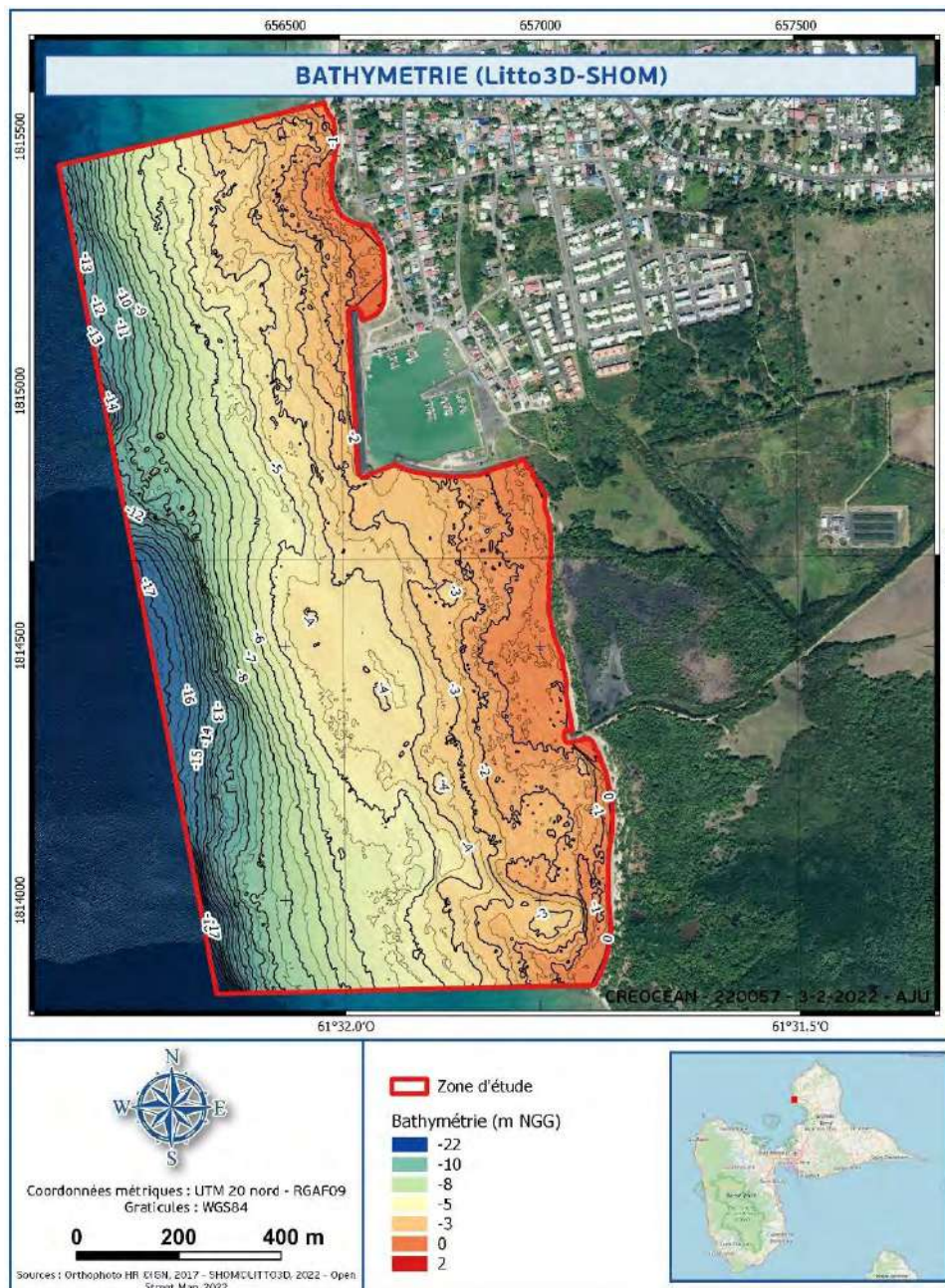


Figure 4: Carte bathymétrique du secteur d'étude de Port-Louis

► Carte des fonds

Afin de produire la carte finale des fonds, les différentes données obtenues sont comparées et introduites dans une chaîne de décision logique (modèle). Le résultat de ce modèle est alors repris manuellement en utilisant une version « pansharpened » de l'image comme support.

Une image « pansharpened » est constituée à partir de 3 bandes couleurs à 2 m / pixel et 1 bande niveau de gris (dite « panchromatique ») à 0,5 m / pixel, ce qui permet d'avoir visuellement une image couleur à 0,5 m / pixel et donc d'affiner les contours des faciès.

1.3. Synthèse de la chaîne de traitement cartographique

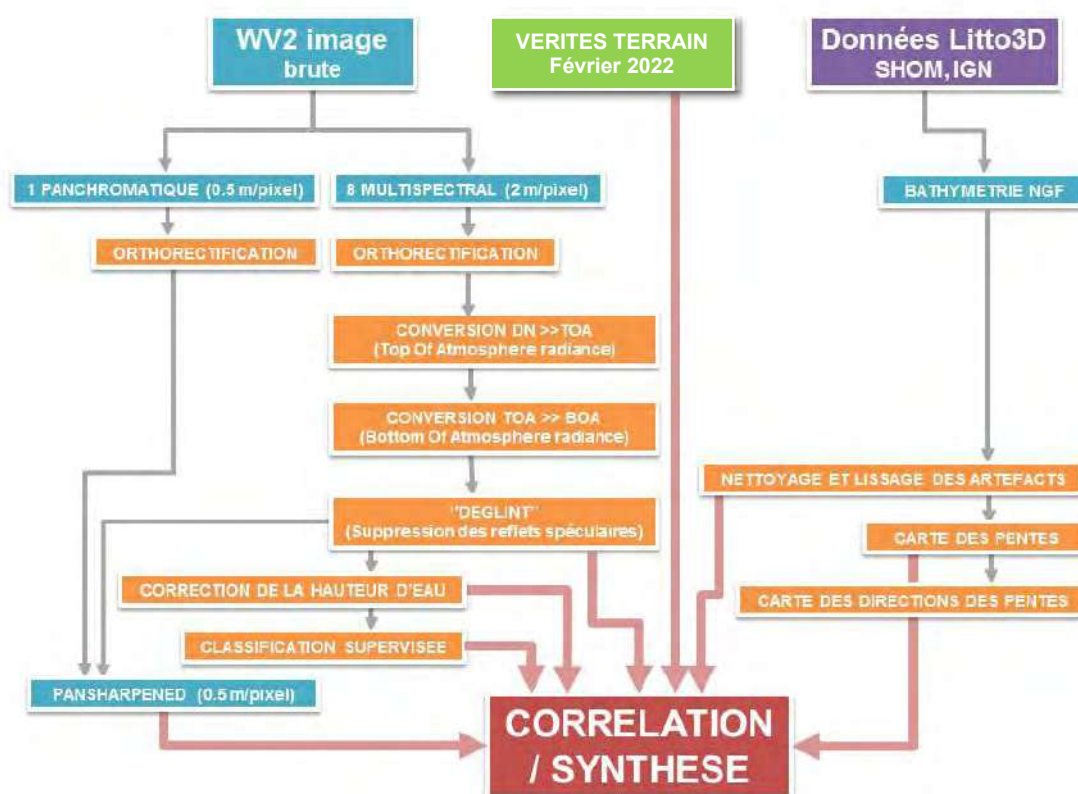


Figure 5: Schéma de la synthèse de traitement cartographique employée

1.4. Validation de terrain de la pré-cartographie

La vérification des habitats marins et celle de la cartographie associée a été réalisée le **10 février 2022** et le **29 avril 2022** (compléments sur le chenal d'accès suite à la modification du périmètre du projet) par 2 ingénieurs de CREOCEAN.

La vérification a été réalisée en plongée sous-marine, selon la réglementation en vigueur, avec comme support logistique de surface, le navire du club de plongée ANTIDOTE. L'équipe était composée de 2 ingénieurs de CREOCEAN, équipés (outre les Equipements de Protection Individuelle de plongée) d'une bouée de tractage (manta tow) pour les petits fonds, de plaquettes de note, et d'un appareil photographique.



Figure 6: Photographie des moyens mis en œuvre pour les prospections sous-marines

L'objectif de la mission de terrain est triple :

- ▶ Vérifier la cohérence de la pré-cartographie établie par le cartographe afin de confirmer ou d'infirmer les observations faites sur les images satellites ;
- ▶ Identifier les habitats marins non visibles sur la photo aérienne, du fait d'un panache turbide issu de la proximité directe de la rivière ;
- ▶ Identifier la présence d'espèces protégées / structurantes / patrimoniales / invasives sur site et plus particulièrement dans le chenal d'accès qui sera dérocté en phase de travaux.

Ainsi, les éléments relevés sont :

- ▶ Date et heure ;
- ▶ Profondeur de la station ;
- ▶ Substrat ;
- ▶ Type d'habitat ;
- ▶ Etat de santé (si possible) ;
- ▶ Espèces structurantes de l'habitat ;
- ▶ Espèces protégées ;
- ▶ Macrofaune observée ;
- ▶ Commentaires divers.

Ainsi, **26 stations ponctuelles de vérité-terrain** et **8 km de prospection en bouée tractée** ont été réalisés durant cette prospection.

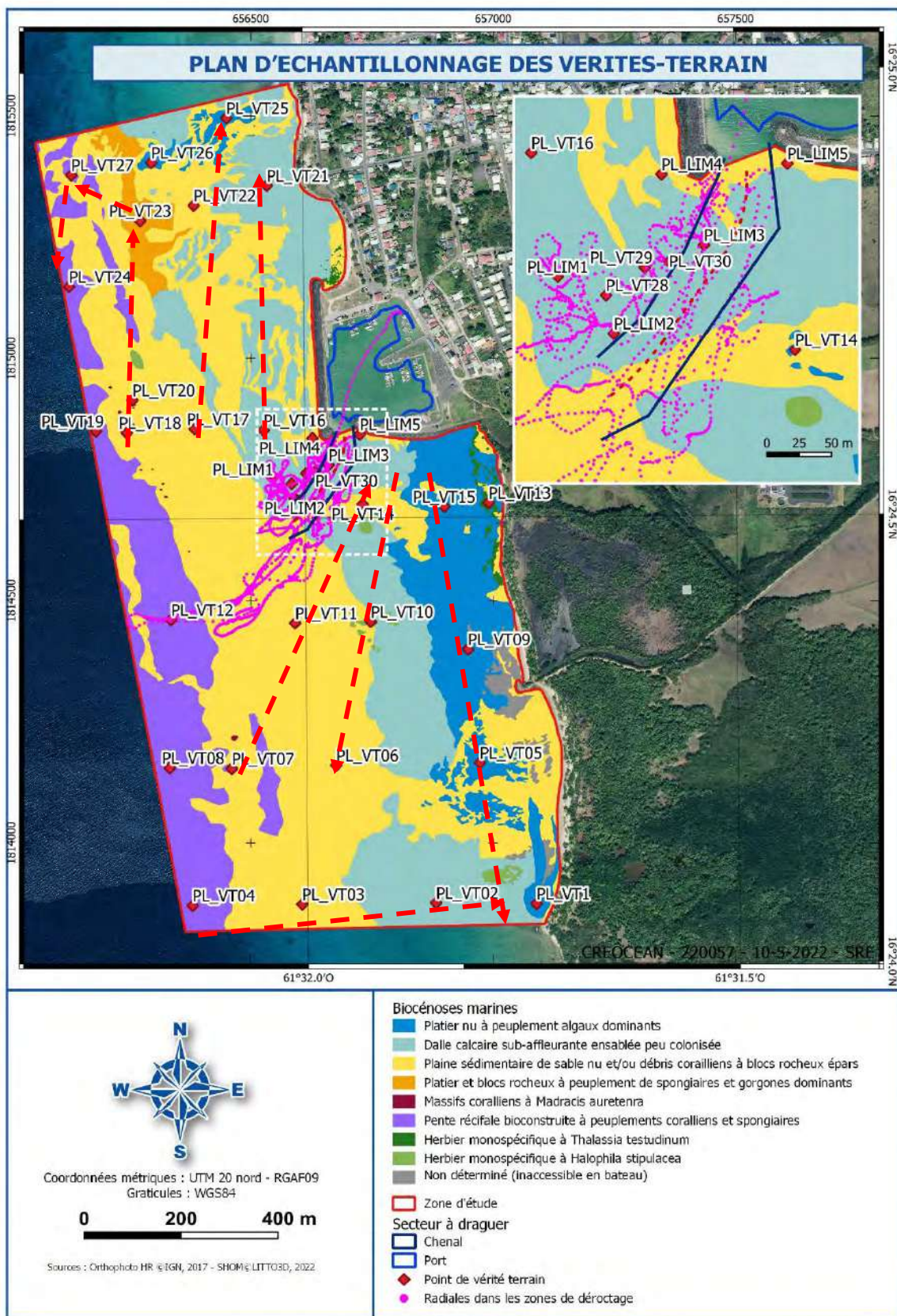


Figure 7 : Plan d'échantillonnage des vérités-terrain sur la base de la pré-cartographie

2. Résultats

2.1. Description des biocénoses marines

2.1.1. Introduction

L'objectif est de couvrir l'ensemble du secteur d'étude afin d'identifier l'ensemble des habitats marins et les espèces structurantes associées, mais également de se focaliser sur les espèces patrimoniales, halieutiques et protégées.

2.1.2. Pente récifale à peuplements coralliens et spongiaires

Ce peuplement est observé à partir de 12 m de profondeur et s'étend au-delà du secteur d'étude, sur plus de 25 m de profondeur. Il est présent du nord au sud de la zone d'étude et principalement sur les secteurs où la bathymétrie augmente rapidement. Il couvre une superficie d'environ 15 hectares.

Ce peuplement est caractérisé par une importante diversité de coraux durs, de spongiaires et ponctuellement de gorgonaires. En ce qui concerne les coraux, 20 espèces ont été recensées (cf. tableau ci-dessous). Parmi ces dernières, notons la présence de six espèces protégées en Guadeloupe (Arrêté du 25 avril 2017 visant à protéger 16 espèces de **coraux** endémiques de la région Caraïbe 2017), à savoir :

- ▶ *Orbicella faveolata*,
- ▶ *Orbicella annularis*,
- ▶ *Orbicella francksii*,
- ▶ *Agaricia lamarcki*,
- ▶ *Mycetophyllia aliciae*,
- ▶ *Mycetophyllia lamarckiana*.

Le recouvrement corallien est évalué visuellement entre 10 et 15% (variable selon les zones). Il convient de noter que les massifs de grande taille d'*Orbicella annularis* sont fortement dégradés (seule l'extrémité est vivante) et certains massifs d'*O. faveolata* présentent de nombreux signes de nécrose. La raréfaction de plusieurs espèces « labyrinthiformes » tels que *Colpophyllia natans*, *Pseudodiploria clivosa* et *Diploria labyrinthiformis* est également à signaler. Cette diminution d'abondance est due à la présence dans les eaux guadeloupéennes d'une maladie bactérienne, la Stony Coral Tissue Loss Disease (maladie corallienne liée à la perte de tissus) ou SCTLD, qui touche principalement ces espèces.

De nombreux signes de casse physique de colonies coralliennes (vivantes ou mortes) sont observés dans le nord de la zone occupée par ce faciès.

En ce qui concerne les spongiaires, de nombreuses espèces ont également été recensées. Des formes encrustantes, massives, tubulaires ou cordées sont présentes. Les principales espèces observées sont listées ci-dessous :

- ▶ *Amphimedon compressa*,
- ▶ *Agelas tunulata*,
- ▶ *Agelas clathrodes*,
- ▶ *Aplisina conifera*,
- ▶ *Aplisina fistularis*,
- ▶ *Aiolochoira crassa*,
- ▶ *Aplisina cauliformis*,
- ▶ *Aplisina fulva*,
- ▶ *Cliona delitrix*,
- ▶ *Mycale laevis*,
- ▶ *Niphates digitalis*,
- ▶ *Sphaciospongia cuspidifera*,
- ▶ *Verongula rigida*,
- ▶ *Xestospongia muta*.

Les gorgones sont beaucoup plus rares, les espèces *Gorgonia ventalina*, *Plexaura homomalla*, *Pseudopterogorgia americana*, *Antillogorgia sp.*, *Eunicea calyculata*, *Erythropodium caribaeorum*, *Plexaurella nutans* ont par exemple été observées. Les gorgonaires sont plus fréquents dans la partie nord de ce faciès.

Les couvertures en macro-algues (principalement *Dictyota dichotoma* et *Lobophora variegata*) et en cyanophycées sont élevées, au détriment des coraux.

A l'échelle de la zone d'étude, une **variabilité des richesses spécifiques coralliennes et des abondances ichthyologiques selon les stations** est observée. Il apparaît que le secteur au droit de Port-Louis présente un état plus dégradé (en termes de peuplement corallien) mais ichthyologiquement plus riche que les secteurs nord et sud.

De ce fait, l'état de santé général de ce peuplement est évalué comme bon à moyen (classe comprise entre 2,5 et 3 sur l'échelle de classement DCE, adapté de Bouchon et Navarro, 2008), du fait :

- ▶ de nombreuses nécroses constatées ;
- ▶ d'une forte couverture en macro-algues et de larges patches de cyanophycées (environ 1 m) ; des traces de sédimentation, notamment dans la partie nord.



Figure 8 : Illustrations du peuplement et des espèces coralliennes associées à la pente récifale externe

Tableau 1 : Liste des espèces coralliennes et ichthyologiques recensées

Espèces coralliennes observées	Espèces protégées	Poissons	Etat de Santé général
<p><i>Agaricia agaricites</i> <i>Colpophyllia natans</i> <i>Diploria labyrinthiformis</i> <i>Isophyllia sinuosa</i> <i>Madracis decactis</i> <i>Millepora alcicornis</i> <i>Montastrea Cavernosa</i> <i>Mussa angulosa</i> <i>Porites astreoides</i> <i>Porites porites</i> <i>Porites divaricata</i> <i>Pseudodiploria clivosa</i> <i>Siderastrea siderea</i> <i>Solenastrea bournoni</i> <i>Stichopathes luetkeni</i></p>	<p><i>Orbicella faveolata</i> <i>Orbicella annularis</i> <i>Orbicella francksii</i> <i>Agaricia lamarcki</i> <i>Mycetophyllia aliciae</i> <i>Mycetophyllia lamarckiana</i></p>	<p><i>Epinephelus striatus</i> <i>Epinephelus adscensionis</i> <i>Cephalopholis fulvus</i> <i>Scarus iseri</i> <i>Scarus taeniopterus</i> <i>Sparisoma rubripinne</i> <i>Chromis cyanea</i> <i>Chromis multilineata</i> <i>Chromis insolata</i> <i>Ocyurus chrysurus</i> <i>Haemulon flavolineatum</i> <i>Halichoeres garnoti</i> <i>Thalassoma bifasciatum</i> <i>Holocentrus rufus</i> <i>Haemulon chrysargyreum</i> <i>Haemulon aurolineatum</i> <i>Lutjanus griseus</i> <i>Lutjanus mahogani</i> <i>Lutjanus apodus</i> <i>Mulloidichthys martinicus</i> <i>Pterois volitans</i> <i>Clepticus parrae</i> <i>Chaetodon capistratus</i> <i>Myripristis jacobus</i> <i>Hypoplectrus sp.</i> <i>Heteropriacanthus cruentatus</i> <i>Acanthurus spp.</i> <i>Cantherhines pullus</i></p>	<p>2,5-3</p>

Des macro-déchets (anciens engins de pêche) ont été observés sur ce faciès.

2.1.3. Platier et blocs rocheux à peuplements de spongiaires et gorgonaires

Cet habitat, localisé à l'extrémité nord de la zone d'étude, sur 2 hectares, est très similaire à la pente récifale externe (en plus appauvri). Il semble constituer un faciès transitoire entre les secteurs de platier nu, de plaine sédimentaire et le secteur corallien.

Il est toutefois largement dominé par des spongiaires et quelques gorgonaires. Les colonies coralliennes (*Porites astreoides* et *Millepora spp.* principalement) sont petites, éparses et ne forment pas un véritable couvert corallien, du fait notamment de la présence de nombreuses zones de sable ou de débris coralliens.

Les principales espèces observées sont des éponges tubulaires jaunes (*Aplysina fistularis*), des éponges-cordes lavande (*Niphactes erecta*), des éponges-bois (*Sphaciospongia cuspidifera*), éponges-barrique (*Xetospongia muta*) et parfois des éponges perforantes (*Siphonodictyon coralliphagum*). Les espèces de gorgonaires sont représentées par les gorgones arborescentes (*Eunicea sp.* et *Pseudoplexaura sp.*)



Figure 9: Peuplement de spongiaires dominants

2.1.4. Massifs coralliens de *Madracis auretenra*

Des massifs de *Madracis auretenra* de taille moyenne (10-20m de long sur 5-10m de large ; superficie estimée à 640 m²) ont été observés ponctuellement en haut de la pente externe récifale. Situés sur des secteurs sableux ou de débris coralliens, ces massifs sont plutôt rares à l'échelle du secteur et dans un état partiellement dégradé, notamment sur les zones périphériques. L'observation de nombreux engins de pêche (un filet de fond était posé sur un des massifs lors de nos investigations) et de bateaux au mouillage peut expliquer cette dégradation. Les colonies de *Madracis auretenra* sont associées à des éponges cordes rouges ou vertes (*Aplysina spp.*). De très larges patches de cyanophycées sont observés entre les massifs coralliens, témoignant d'une eutrophisation du milieu.

Ces massifs concentrent une faune ichthyologique, ainsi un barracuda (*Sphyraena barracuda*), des demoiselles bicolores (*Stegastes bipartitus*), un hamlet (*Hypopectrus sp.*), des juvéniles de labres à tête bleue (*Thalassoma bifasciatum*), des pagres (*Lutjanus sp.*) et des poissons chirurgiens noirs (*Acanthurus tractus*) ont été observés.

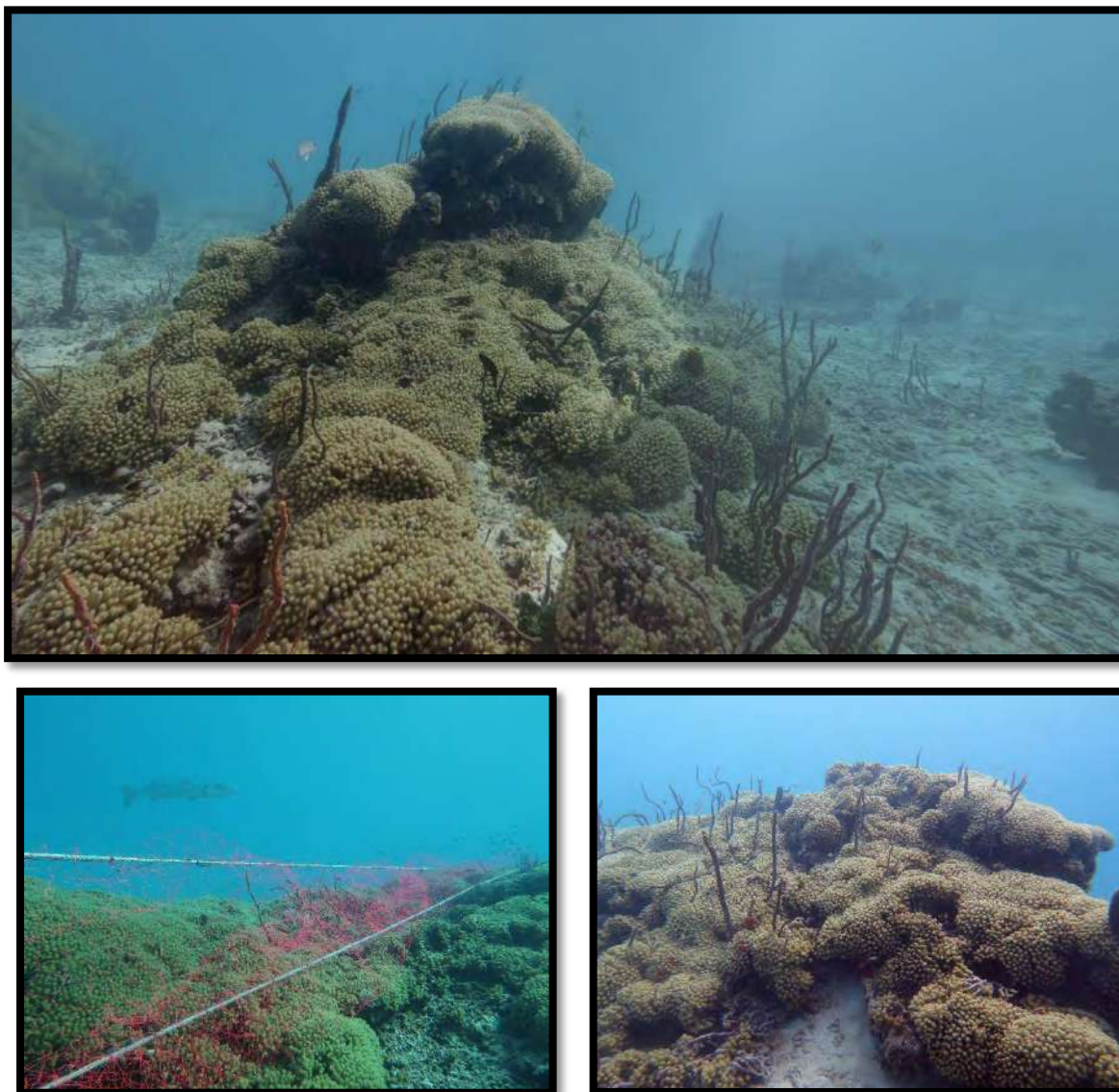


Figure 10 : Illustration d'un des massifs de *Madracis auretenra* (Creocean, 2022)

2.1.5. Dalle calcaire plus ou moins ensablée peu colonisée

La zone d'étude prospectée est caractérisée par une dalle calcaire sub-affleurante qui domine très largement en termes de superficie. Celle-ci est plus ou moins ensablée et abrite pas ou très peu d'épifaune sessile ou vagile. Les mouvements sédimentaires marqués sur ce faciès semblent limiter l'implantation de spongiaires, coraux et gorgonaires (présents mais peu abondants). Parmi les quelques espèces coralliennes observées, citons *Pseudodiploria strigosa* et *Porites astreoides*.

Ce faciès domine le secteur côtier, entre 0 et 7 m de profondeur. La superficie de cet habitat est de 27,8 hectares au sein de la zone d'étude.

Dans le secteur **nord**, une zone occupée par une densité relativement importante (par rapport au reste du secteur d'étude) de colonies coralliennes vivantes de *Pseudodiploria strigosa* a été observée. Cela est d'autant plus remarquable que cette espèce a fortement régressé au cours des deux dernières années, au point de devenir quasiment absente des récifs coralliens.

Au sud du port, en zone côtière, le débouché d'une ravine se traduit par une accumulation de blocs rocheux, très peu colonisés, tant en termes de couverture algale qu'en termes de colonies coralliennes (en grande partie à cause de la faible salinité liée aux apports d'eau douce). Seuls des juvéniles de poissons d'espèces inféodées aux zones coralliennes rocheuses ont été observés en faible nombre : demoiselles bicolores (*Stegastes bipartitus*), chirurgiens (*Acanthurus spp.*), girelles communes (*Halichoeres spp.*). La turbidité relativement importante n'a pas permis de disposer d'une vision exhaustive de toutes les espèces présentes. Ponctuellement, des densités importantes d'oursins diadèmes (*Diadema antillarum*) colonisent le fond, limitant le développement algal.

Il faut noter toutefois la présence de nombreuses colonies de *Solenastrea bournoni* dispersées sur le fond sur un secteur assez vaste, au sud du port de Port-Louis. Les grandes colonies (1 m de haut) sont la plupart mortes (certainement suite à la maladie SCTL) mais il reste encore des colonies de plus petite taille (20-50 cm) encore vivantes, associées à des colonies de *Pseudodiploria strigosa*.



Figure 11 : Illustration de la dalle calcaire peu colonisée (Creocean, 2022)

2.1.6. Plaines sédimentaires de sable nu et/ou débris coralliens à blocs rocheux épars

Sur la zone prospectée, la superficie de cet habitat est de 60 hectares. Cet habitat est très fortement corrélé au précédent, en termes de proximité géographique et en termes d'ensablement. De manière générale, il constitue la transition entre la dalle calcaire ensablée côtière et la pente récifale. Par endroit, cet habitat se prolonge jusqu'au littoral. Toutefois, la distinction entre le platier sub-affleurant ensablé et la plaine sédimentaire est parfois difficile.

Sur cet habitat, de vastes étendues de sable fin sont observées (parfois envasées sur la zone côtière) alternant par endroit avec de larges zones occupées par des débris coralliens branchus anciens (*Porites spp.* ou *Madracis spp.*).

Tout comme les habitats décrits précédemment, ce faciès est peu colonisé par l'épifaune sessile. La présence dispersée de blocs rocheux permet la fixation de spongiaires, macro-algues et quelques colonies coralliennes. Ces blocs rocheux ne présentent toutefois pas de grand intérêt écologique (couverture corallienne réduite, pas d'attraction de bancs de poissons, etc.).



Figure 12: Photographies des plaines sédimentaires sableuses rencontrées sur le site

2.1.7. Platier à peuplement algaux dominants

Cet habitat est situé sur le secteur sud-est de la zone d'étude. Il couvre une superficie estimée à 12,23 hectares.

Proche de la côte, ce faciès subit une sédimentation parfois forte.

En termes d'épifaune, une large dominance de macro-algues brunes (principalement *Dictyota dichotoma*) et quelques algues rouges (non identifiées) sont observées. Aucune espèce corallienne protégée n'a été relevée sur cet habitat.

Les oursins diadèmes (*Diadema antillarum*) sont observés sur ce faciès, notamment à proximité du port. Quelques oursins blancs (*Tripneustes ventricosus*) sont aussi comptabilisés.

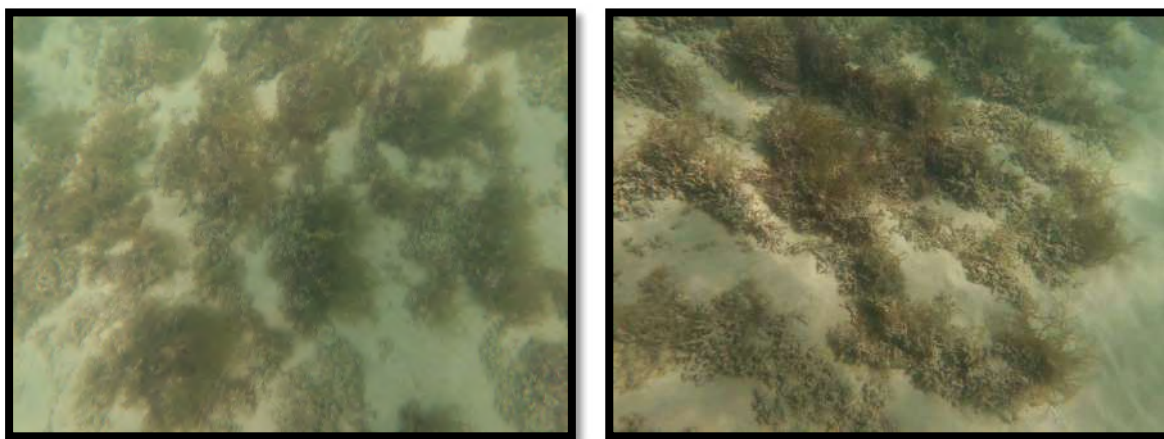


Figure 13: Photographies du platier à macro-algues dominantes

2.1.8. Herbier à *Thalassia testudinum*

Cet habitat est localisé dans de très faibles profondeurs (<1 m de fond) sous la forme de patches de superficie assez réduite, au :

- ▶ Sud du port ;
- ▶ Nord du port, dans le renforcement de la digue principale.

Ceux-ci sont assez enclavés et restreints en termes de taille (superficie estimée de 5 200 m²) mais ils présentent des densités importantes de plants.

L'herbier au nord présente un état globalement meilleur, avec moins de sédimentation et moins de macro-algues (*Dictyota dichotoma*).

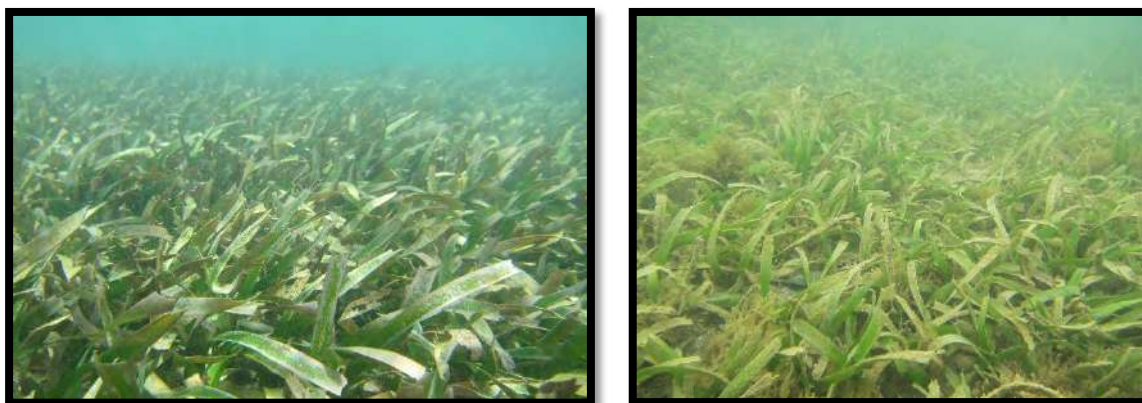


Figure 14: Photographies des herbiers rencontrés sur le site au nord (gauche) et au sud (droite)

2.1.9. Herbier à *Halophila stipulacea*

Plus au large, des herbiers de l'espèce invasive *Halophila stipulacea* font leur apparition, d'abord en patchs clairsemés (vers -3 m de profondeur), avant de se densifier et devenir un herbier plus homogène et continu (vers 9-10 m de profondeur). Du fait des mouvements réguliers de sédiments et l'exposition aux houles de nord, celui-ci ne se développe pas sur de très grandes surfaces, contrairement à des secteurs plus abrités.

La superficie de cet habitat est estimée à environ 4 000 m².

Cette espèce, structurante mais invasive, est en compétition avec l'espèce indigène précédemment décrite, *Thalassia testudinum*.



Figure 15 : Photographies des herbiers d'*Halophila stipulacea*

La macrofaune associée à ces herbiers est peu diversifiée et peu abondante : quelques spécimens d'étoiles de mer communes (*Oreaster reticulatus*) sont observés mais de manière dispersée. Un oursin blanc (*Tripneustes ventricosus*) a été observé le long des radiales.

2.2. Zoom sur le chenal d'accès

2.2.1. Objectifs et méthodologie

Une prospection spécifique a été menée sur la zone de projet de dragage du chenal d'accès, afin d'identifier la présence de colonies coralliennes et tout objet de taille importante pouvant gêner les travaux de déroctage.

L'objectif était de les localiser et de les identifier, afin de pouvoir définir par la suite si des opérations de transplantation de coraux seraient nécessaires.

Pour cela, deux plongeurs ont été tractés à l'arrière du bateau le long d'une dizaine de radiales, afin de couvrir en totalité le secteur à dérocter et/ou draguer. Au total, environ 116 points géoréférencés et photographiés ont été faits (tous ne sont pas des colonies coralliennes).

2.2.2. Résultats

Sur les 116 points géoréférencés :

- 54 points ne présentent pas d'éléments d'intérêt (points de caractérisation du substrat)
- **22 colonies coralliennes** sont situées à l'extérieur du périmètre du futur chenal d'accès (dont des colonies de *Colpophyllia natans* et *Diploria labyrinthiformis*).
- 42 sont des massifs rocheux colonisés ou des colonies coralliennes (supérieure à 20cm)
- 3 massifs rocheux et **11 colonies coralliennes sont situés à l'intérieur du périmètre du futur chenal d'accès**

Ainsi, **11 colonies coralliennes ont été recensées et géoréférencées sur le périmètre du chenal d'accès**. Il convient de préciser que, malgré un effort d'échantillonnage important, il est possible que certaines colonies n'aient pas été recensées, au vu de la superficie à couvrir (22 000 m²) et de la visibilité réduite en sortie de port. Ce comptage n'est donc pas totalement exhaustif (marge d'erreur estimée de 20%).

Sur ces 11 colonies coralliennes, **3 espèces différentes** ont été observées :

- 7 individus de *Solenastrea bournoni* ;
- 3 individus de *Pseudodiploria strigosa* ;
- 1 individu de *Porites asteroides*

Aucune de ces 3 espèces n'est protégée.

De manière générale, les colonies coralliennes de *Solenastrea bournoni* sont en mauvais état de santé (certaines touchées en ce moment par la SCTLTD) du fait d'ensablement, et de la présence de nécroses ou de maladies.

Ces colonies ne forment pas de massifs coralliens homogènes et de grande envergure, il s'agit principalement de colonies ponctuelles, dispersées sur un fond sableux ou sablo-vaseux (à proximité de l'entrée du port).



Figure 16: Illustration des colonies coralliennes ou blocs rocheux présents dans la future zone de déroctage du chenal d'accès

Les anciennes colonies mortes de *Solenastrea bournoni* ou les blocs rocheux de grande taille (1-2m) ont, par contre, un rôle écologique plus important du fait de leur architecture et leur taille pour permettre la fixation de nombreux invertébrés benthiques (spongiaires, anémones, recrues coralliennes) et servir également de refuge pour certains poissons, notamment des juvéniles.





Figure 17: Illustration des blocs rocheux colonisés présentes dans la future zone de déroctage du chenal d'accès

Il convient de noter que la modification du périmètre du chenal permettra d'éviter la transplantation de 25 colonies supplémentaires dont 8 individus appartenant deux espèces protégées (*Orbicella faveolata* et *Orbicella annularis*)

Les espèces « évitées » par déplacement d chenal sont présentées ci-dessous :

- 11 individus de *Solenastrea bournoni* ;
- 8 individus de *Porites asteroides*
- 7 individus d'*Orbicella faveolata* ;
- 3 individus de *Siderastrea sp.*
- 3 individus de *Pseudodiploria strigosa* ;
- 1 individu de *Dichocoenia stokesi* ;
- 1 individu de *Orbicella annularis* ;
- 1 individu de *Porites porites* ;
- 1 individu de *Porites furcata*.



Figure 18: *Orbicella faveolata* (espèce protégée)

Cartographie des habitats marins

La cartographie ci-dessous synthétise les habitats observés lors de la prospection marine, ainsi que la localisation des colonies coralliennes dans le périmètre du projet d'agrandissement du chenal d'accès.

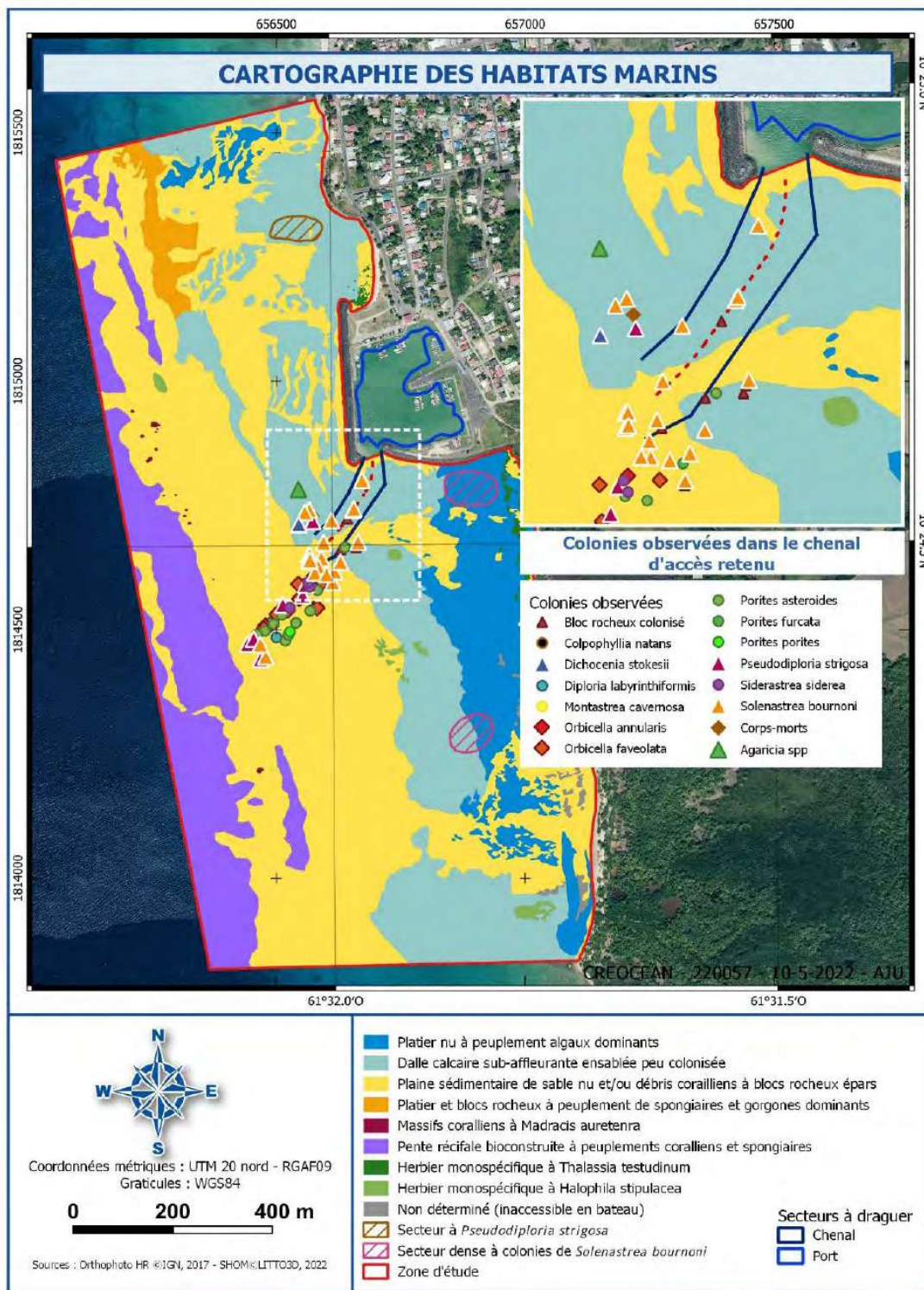


Figure 19 : Cartographie des habitats marins

Conclusion

Le secteur présente de manière générale des habitats relativement dégradés, avec un état de santé jugé comme « moyen » à médiocre sur certaines zones.

De nombreux habitats marins sont présents sur le secteur d'étude, avec notamment trois habitats présentant un intérêt écologique important :

- les patchs d'herbiers de *Thalassia testudinum* ;
- les massifs monospécifiques à *Madracis auretenra* ;
- la pente externe récifale, présentant la plus forte diversité écologique, ainsi que la présence d'espèces coralliennes protégées.

Les autres habitats présentent une faible diversité spécifique et des fonctions écologiques réduites, du fait de l'absence de relief, d'un fort ensablement et d'une exposition aux houles. Sur ces derniers, aucune espèce protégée et/ou patrimoniales n'a été recensée. Sur la future zone de travaux du chenal d'accès, 3 espèces coralliennes ont été recensées (avec 11 individus de petite taille), **mais aucune protégée** (du fait de la mesure d'évitement par modification du tracé du chenal).



creocean

Environnement & océanographie

www.creocean.fr



keran

Des hommes, une planète

[GROUPE KERAN](#)

ANNEXE 3 : DIMENSIONNEMENT DU CHENAL D' ACCES, DU RAPPORT DE PROJET



RAPPORT

Maîtrise d'œuvre partielle pour le dragage de l'accès au port de Port-Louis

PRO

Mai 2022

CONSEIL DÉPARTEMENTAL DE GUADELOUPE



CLIENT : Conseil Départemental de Guadeloupe

RAISON SOCIALE	Conseil Départemental de la Guadeloupe
COORDONNÉES	Hôtel du Département BD du Gouverneur Général Félix EBOUE 97109 Basse-Terre Tel. 05 90 99 77 77 – Fax. 05 90 99 76 00
INTERLOCUTEUR	Monsieur Richard ALBINA , Directeur général adjoint des infrastructures et du développement durable E-mail : richard.albina@cg971.fr Madame Valérie TERRAM , Directrice adjointe des infrastructures et du développement durable E-mail : valerie.terram@cg971.fr Monsieur David DELVER Directeur des Routes, Ports et Aéroports E-mail : david.delver@cg971.fr

CREOCEAN

COORDONNÉES	1, Lotissement Les Mussendas - Plaisance 97122 BAIE-MAHAULT Tél. 05.90.41.16.88 - Fax 05.90.26.57.82 E-mail : caraiibes@creocean.fr
INTERLOCUTEUR	Monsieur Stéphane RENAUD Tél. : 06 90 53 19 79 E-mail : stephane.renaud@creocean.fr

RAPPORT

TITRE	Maîtrise d'œuvre partielle pour le dragage de l'accès au port de Port-Louis PRO
NOMBRE DE PAGES TOTAL	76
NOMBRE D'ANNEXES	1

VERSION

RÉFÉRENCE	VERSION	DATE	REDACTEUR	CONTRÔLE QUALITE
220057	IND1	19/05/2022	SRE	JPL/NJA

Sommaire

Préambule	1
1. Caractéristiques et description du site de dragage	2
1.1. Description du site	2
1.1.1. Localisation géographique	2
1.1.2. Accès.....	3
1.1.3. Contexte bathymétrique.....	3
1.1.4. Contexte géologique.....	4
1.1.5. Contexte Géotechnique	5
1.1.6. Qualité biologique du milieu	6
1.2. Description de la zone d'intervention : port et chenal	8
1.2.1. Description des ouvrages et des équipements existants.....	8
1.2.2. Bathymétrie du port	9
1.2.3. Caractéristique des matériaux à draguer	12
1.3. Conditions météo-océanographiques	17
1.3.1. Les niveaux d'eau.....	17
1.3.2. Le vent.....	17
1.3.3. Agitation	17
2. Consistance des travaux	28
2.1. Objectifs	28
2.2. Généralités	28
2.3. Quantités à draguer.....	28
2.3.1. Identification des bateaux de projet	29
2.3.2. Dimensionnement du chenal d'accès.....	30
2.3.3. Estimation des volumes	36
2.4. Moyen de mise en œuvre.....	38
3. Programme de Travaux.....	39
3.1. Plan de dragage.....	39
3.1.1. Cote de dragage.....	39
3.1.2. Stabilité des talus.....	39
3.1.3. Volume à draguer par zone	39
3.1.4. Volume à claper : impact du coefficient de foisonnement.....	41

3.2. Immersion	41
3.2.1. Choix de l'immersion	41
3.2.2. Choix du site d'immersion	41
3.2.3. Localisation du site d'immersion en mer	42
3.2.4. Rappel général sur les rejets en mer par clapage	43
3.2.5. Contrôle des immersions	43
3.3. Méthodologie de mise en œuvre	44
3.3.1. Cadence des travaux	44
3.3.2. Phasage et gestion de la coactivité	45
3.4. Contraintes liées au chantier de dragage et déroctage du port de Port-Louis	50
3.4.1. Règles de bonne tenue du chantier	50
3.4.2. Contraintes organisationnelles de mise en œuvre	51
3.4.3. Contraintes environnementales	54
4. Prescription environnementale	55
4.1. Synthèse des mesures d'évitement	55
4.2. Synthèse des mesures d'évitement	55
4.3. Résumé des moyens de surveillance et de suivi	56
5. Cout et délais des opérations	57
5.1. Coût	57
5.1.1. Coût du dragage / déroctage	57
5.1.2. Coût en lien avec la gestion des équipements maritimes	58
5.2. Planning	58
Annexes	59

Liste des Figures

Figure 1-1 : Localisation du port de la Pointe de la Guérite à Port-Louis	2
Figure 1-2 : Extrait de la carte bathymétrique du SHOM.....	3
Figure 1-3 : Illustration de la coupe géologique de la Grande-Terre extraite de la carte géologique au 1/50 000^e BRGM (d'après Garrabé et al., 1988).....	4
Figure 1-4 : Carte géologique simplifiée d'après le guide des curiosités géologiques de la Guadeloupe (Graviou et al., 2011), source CEREMA, Actualisation du Catalogue sédimentologique des côtes françaises, fascicule 13, 2021.....	5
Figure 1-5 : Carte des biocénoses marines (CREOCEAN, 2022).....	7
Figure 1-6 : Extrait de la carte bathymétrique du SHOM au niveau de la zone de projet	10
Figure 1-7 : Bathymétrie du Port de Port-Louis en 2020.....	11
Figure 1-8 : Répartition granulométrique globale des sédiments marins de Port-Louis	13
Figure 1-9 : Localisation des sondages par lancement réalisés en février 2022 Source : TSA SOGETRAS	15
Figure 1-10 : Carte des épaisseurs sédimentaires Source TSA SOGETRAS.....	15
Figure 1-11 : Localisation des sondages géotechniques réalisés en 2008.....	16
Figure 1-12 : Synthèse des états des mers à l'échelle régionale (extrait du catalogue sédimentologique de la Guadeloupe, CEREMA 2020).....	19
Figure 1-13 : Exemples de propagation des vagues pour des états de mers globaux Source : Recensement des prérequis à la mise en place de navettes maritimes dans les deux Culs de Sac marins de la rivière Salée, EGIS, 2015.....	20
Figure 1-14 : Fonctionnement océanographique schématique entre décembre et mai (saison sèche) (Cartomer, 2011).....	21
Figure 1-15 : Fonctionnement océanographique schématique entre juin et novembre (saison des pluies) (Cartomer, 2011)	22
Figure 1-16. Roses de courant autour de la Guadeloupe issues des données du modèle Mercator sur 3 ans (2013-2015). La direction indiquée correspond à celle vers laquelle porte le courant.	23
Figure 1-17. Exemples de moyennes journalières des courants simulés par le modèle Mercator durant saison sèche.....	24
Figure 1-18. Exemples de moyennes journalières des courants simulés par le modèle Mercator durant saison des pluies.	25

Figure 1-19 : Illustration de l'orientation général des courant dans le Grand-cul-de-sac-marin entre décembre à mai : Gauche) Flot – Droite) Jusant.....	27
Figure 1-20 : Illustration de l'orientation général des courant dans le Grand-cul-de-sac-marin entre juin à novembre : Gauche) Flot – Droite) Jusant	27
Figure 2-1 : Illustration du type de bateau utilisé pour les liaisons maritime entre Pointe-à-Pitre et Marie-Galante : le SUNNYDAY : longueur hors tout (LOA) = 40 m, largeur = 10 m, tirant d'eau = 1,8 m.	29
Figure 2-2 : Illustration du bateau de navire à passager pouvant être utilisé dans le port de Port-Louis après l'opération de dragage.....	30
Figure 2-3 : Définition des pieds de pilote (source : Ports de commerce et de pêche : Aménagement et équipements intérieurs, Techniques de l'ingénieur Infrastructures, environnement et transport par voie d'eau - 1994)	31
Figure 2-4 : Schéma de principe d'un chenal à une voie (source : Port Designers Handbook, Third edition, Carl A. Thoresen, 2014).....	33
Figure 2-5 : Cartographie de la bathymétrie, de la cote de dragage envisagée et des épaisseurs estimées	37
Figure 2-6 : Illustration d'un atelier de dragage constitué d'un ponton avec une pelle et d'une barge fendable (source : CREOCEAN).....	38
Figure 2-7 : Illustration (à gauche) d'une dent ripper et (à droite) d'un atelier de déroctage au brise roche hydraulique (source : www.tramaf.fr)	38
Figure 3-1 : Cartographie des profondeurs de dragage estimées	40
Figure 3-3 : Localisation du site d'immersion des sédiments de dragage	42
Figure 3-4 : Différentes phases d'évolution des matériaux (IFREMER, 1999).	43
Figure 3-5 : Illustration d'un atelier de dragage en mer avec une barrière anti-MES (source : www.tramar.fr)	45
Figure 3-6 : Localisation du ponton provisoire, du transfert des navires du ponton N°4 et des barrières anti-MES en vue des opérations de dragage du port.....	46
Figure 3-7 : Représentation schématique de l'étape 2 : dragage de la zone Sud-Ouest.....	47
Figure 3-8 : Représentation schématique de l'étape 2 deuxième partie : déplacement des mouillages des pontons 5 et 6 et zone d'intervention de l'atelier de dragage	47
Figure 3-9 : Représentation schématique de l'étape 3 : dragage de la zone Sud-Est.....	48
Figure 3-10 : Représentation schématique de l'étape 3 bis	48
Figure 3-11 : Représentation schématique de l'étape 2 deuxième partie : dragage de la zone Nord	49

Figure 3-12 : Représentation schématique de l'étape 2 troisième partie : repositionnement des mouillages des pontons 1,2 et 3..... 49

Liste des tableaux

Tableau 1-1 : Contaminants analysés dans les sédiments du port de Port-Louis	14
Tableau 1-2 : Niveaux de marée du SHOM en m CM (2020)	17
Tableau 1-3 : Courants et transport sédimentaire devant l'entrée de Port-Louis pour les différentes conditions météorologiques caractéristiques	26
Tableau 2-1 : Synthèse des scénarios étudiés	34
Tableau 3-1 : Coefficient de foisonnement du dragage Source : ELEMENTSDEDRAGAGE, Prof. Dr. Ir. Yasar Argun ISIN, 2012	41
Tableau 3-2 : Tableau Coordonnées du site d'immersion potentiel (WGS84-Géographique - Latitude/Longitude)	42
Tableau 3-3 : Estimation de la durée des travaux de dragage par type d'intervention	44
Tableau 4-1 : Synthèse des mesures d'évitement	55
Tableau 4-2 : Synthèse des mesures de réduction	55
Tableau 4-3 : Synthèse des mesures surveillance et de suivi	56

Liste des annexes

<i>Annexe 1 : Rapport de synthèse des investigations géotechniques réalisées sur le port d'entrée de Port-Louis</i>	59
--	-----------

Préambule

Le port de Port-Louis en Guadeloupe, transféré au département en 1987, était constitué de :

- ▶ Un plan d'eau dragué à la cote -1,5 m ;
- ▶ Une digue en enrochements (170 m de long, 10 m de large en crête) ;
- ▶ Un appontement sur pieux (béton armé, 60 m) et d'un terre-plein (3000 m²).

En 1998, le port de Port-Louis pouvait accueillir 80 bateaux de pêche, pour la plupart des « saintoises ». Le département l'a alors équipé d'une station de carburant (appontement flottant), d'une aire de halage et d'une chambre froide. Néanmoins, le port souffrait d'un manque de place (plan d'eau de 6 000m²), d'un accès difficile par mer formée, d'un manque de terre-pleins et d'une desserte routière insuffisante.

En concertation avec la mairie, le département a lancé un projet d'extension permettant d'améliorer le port : l'objectif était alors de créer un plan d'eau de 3,8 ha, comprenant 150 places pour les pêcheurs, 150 places pour les plaisanciers et l'accueil de vedettes passagers. L'équipement du port comprenait également :

- ▶ L'alimentation en eau, électricité, carburant ;
- ▶ L'aménagement d'une cale de halage, d'une capitainerie, des sanitaires et des locaux à poubelle ;
- ▶ L'aménagement d'équipements divers pour les usagers (aire de débarquement, conservation et vente de poissons, surfaces de manutention, stockage de marchandises...).

Les travaux d'extension ont été réalisés entre 2000 et 2006 et comprennent :

- ▶ Réalisation d'une digue de protection Nord-Sud (250 ml) et d'une contre digue (150 ml) ;
- ▶ Réalisation de la passe d'entrée (45 m de large) ;
- ▶ Le dragage du bassin et aménagement des terre-pleins portuaires à l'aide des matériaux extraits ;
- ▶ La construction d'ouvrages maritimes (pontons, berges, quais) ;
- ▶ La réalisation d'aménagements de surface et équipements (capitainerie, sanitaires...).

Des travaux de déroctage du chenal d'accès étaient intégrés aux travaux d'extension réalisés entre 2000 et 2006, mais ils n'ont pas pu être réalisés pour des raisons financières. L'opération a de nouveau été programmée en 2015 et le Conseil Départemental a obtenu les autorisations nécessaires (cf. arrêté n°DEAL/RN-2015-032 du 4 août 2015) pour draguer le chenal d'accès et l'entrée du port à une côte de -3,0 m CM.

Afin de finaliser le projet d'extension initial du port avec l'approfondissement du chenal à une cote de -3,50 m CM et de réaliser un dragage d'entretien, le Conseil Départemental de La Guadeloupe, a lancé la réalisation des études réglementaires en 2021 afin d'obtenir les autorisations nécessaires à la réalisation des travaux.

Le dossier réglementaire du port Port-Louis est sera déposé en mai 2022.

Afin d'anticiper l'émission des arrêtés préfectoraux, le Conseil Départemental de la Guadeloupe a consulté CREOCEAN pour la réalisation d'une mission partielle de maîtrise d'œuvre des travaux de dragage et de déroctage du chenal d'accès et du port.

Le présent rapport constitue la description du programme de travaux.

1. Caractéristiques et description du site de dragage

1.1. Description du site

1.1.1. Localisation géographique

Le port de Port-Louis, devant faire l'objet de travaux de dragage, est localisé dans le département de La Guadeloupe.

La Figure 1-1 présente l'emplacement du port départemental dont les coordonnées (UTM Zone 20 – WGS 84) sont les suivantes :

Longitude (X) : 656 707 m / Latitude (Y) : 1 815 139 m

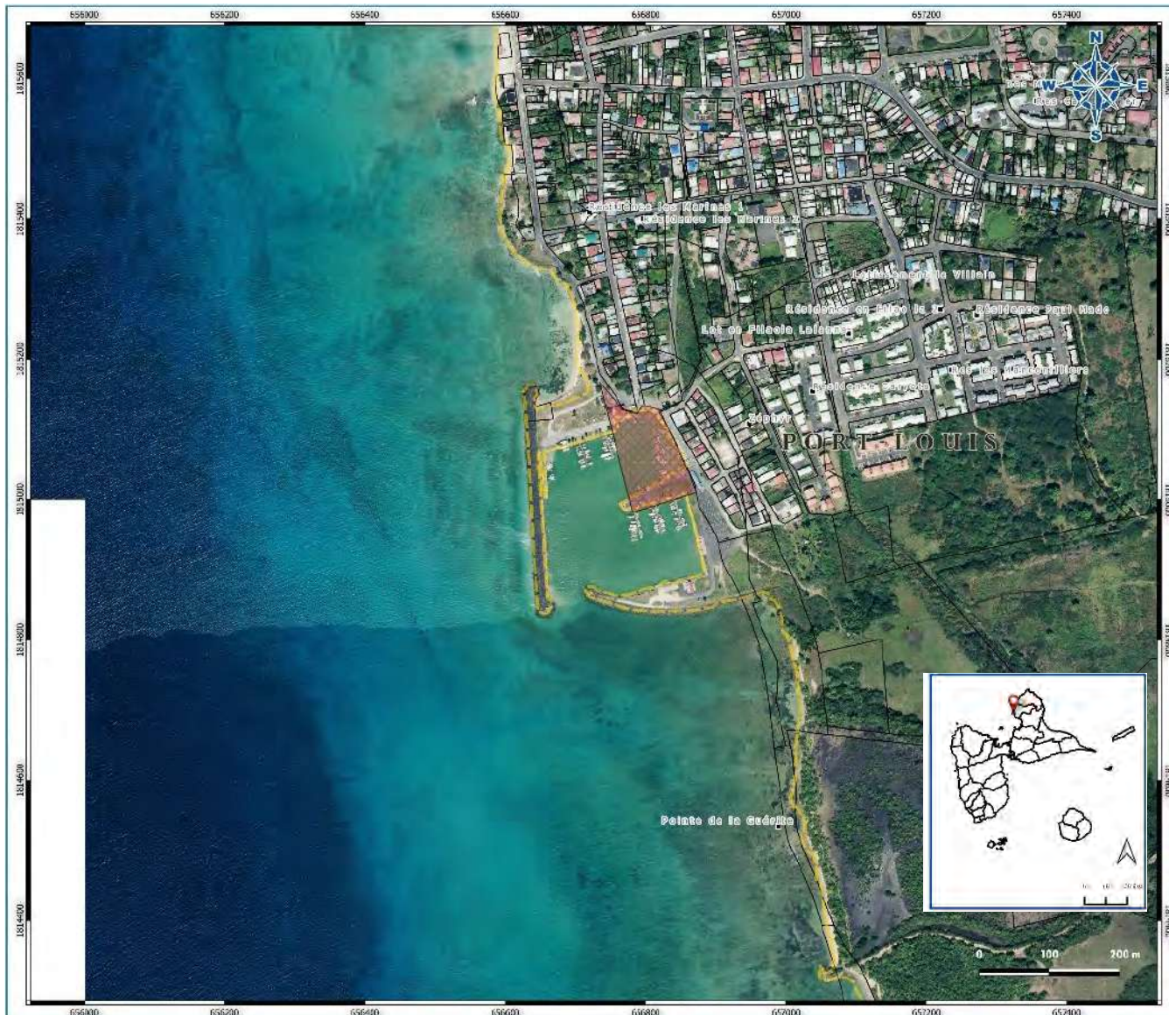


Figure 1-1 : Localisation du port de la Pointe de la Guérite à Port-Louis

1.1.2. Accès

1.1.2.1. Accès nautique

Le port est facile d'accès par la mer. L'accès est balisé par deux feux d'entrée de port situés à l'extrémité des digues.

1.1.2.2. Accès terrestre

Le port est situé au Sud du bourg de la commune. Il est relativement facile d'accès depuis la N6 puis par des voies urbaines longeant le littoral.

1.1.3. Contexte bathymétrique

Le Grand-Cul-de-Sac-Marin est une baie relativement abritée, qui est coupée en deux parties par une barrière récifale orientée d'Est en Ouest dans sa partie orientale et du Sud-Est au Nord-Ouest dans sa partie occidentale (comme illustré Figure 1-2).



Figure 1-2 : Extrait de la carte bathymétrique du SHOM

Le littoral de Port-Louis est sensiblement orienté Nord-Sud. Le site est caractérisé par la présence d'un platier d'origine calcaire (madrépores). Le port de Port-Louis est situé en mer ouverte, au Nord de la barrière récifale, sur une côte rectiligne et régulière, entre la Pointe d'Antigues (en bordure de la zone urbanisée) au Nord et une mangrove (zone marécageuse plantée de palétuviers) au Sud. Les plus fortes houles proviennent du secteur Nord-Ouest où elles peuvent atteindre exceptionnellement une hauteur de 7 à 8 m au large avec une période significative de 6 à 10 s. Les houles de secteur Ouest sont moins hautes et sont interceptées par la digue Ouest.

1.1.4. Contexte géologique

L'île de Grande-Terre correspond à une plateforme carbonatée d'âge Plio-pléistocène soumise à d'importantes contraintes structurales liées au contexte géodynamique régional (arc insulaire associé à une zone de subduction). Ces contraintes sont à l'origine de la compartimentation de l'île en unités surélevées ou effondrées les unes par rapport aux autres, le long de grands traits structuraux (failles majeures) et de son basculement général vers l'Ouest-Sud-Ouest (Figure 1-3).

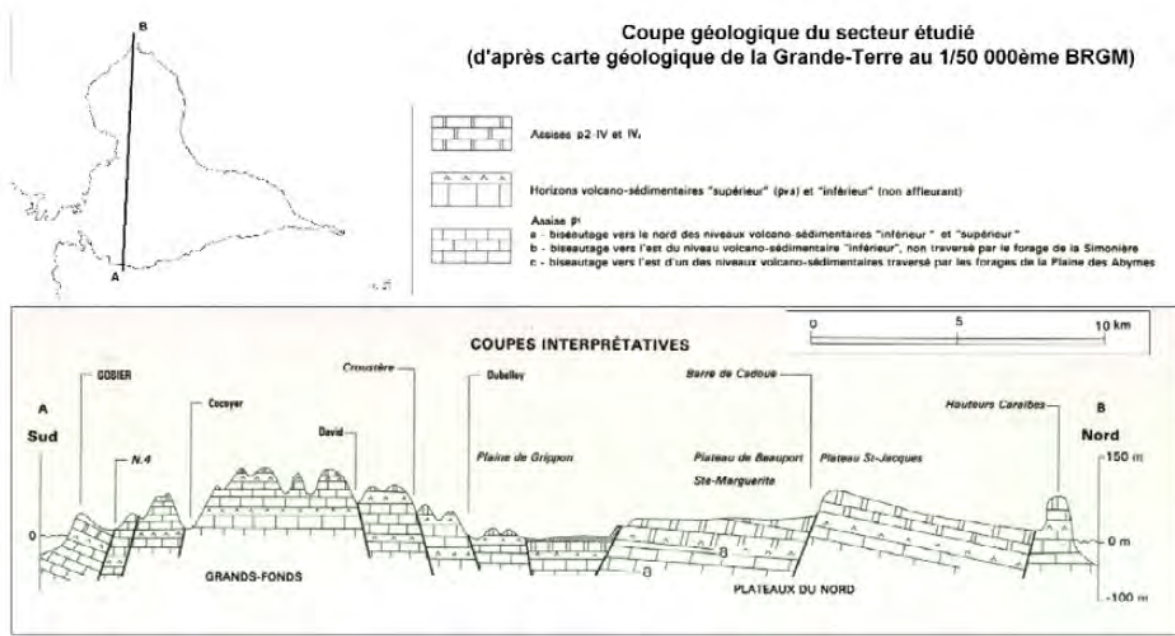


Figure 1-3 : Illustration de la coupe géologique de la Grande-Terre extraite de la carte géologique au 1/50 000^e BRGM (d'après Garrabé et al., 1988).

Les faciès observés sont sensiblement les mêmes sur l'ensemble de l'île et s'agencent selon le schéma caractéristique décrit dans la carte géologique au 1/50 000 de Grande-Terre (Garrabé et al., 1988) à partir d'observations d'affleurements.

Deux séries carbonatées se distinguent : les calcaires « inférieurs » et « supérieurs » (Dumon, Mardhel, 2009) :

- ▶ Les « calcaires inférieurs », mis en place du Pliocène moyen au Pliocène supérieur, sont constitués de calcaires biodétritiques à nodules algaires et comportent des intercalations de niveaux volcano-sédimentaires d'épaisseur et d'extension variables ;
- ▶ Les « calcaires supérieurs », mis en place du Pliocène supérieur au Pléistocène inférieur, sont constitués de calcaires à polypiers et atteignent au moins 30 m d'épaisseur.



Figure 1-4 : Carte géologique simplifiée d'après le guide des curiosités géologiques de la Guadeloupe (Graviou et al., 2011), source CEREMA, Actualisation du Catalogue sédimentologique des côtes françaises, fascicule 13, 2021

Concernant les dépôts récents, le littoral de Port-Louis (composé de l'Anse de la Guérite, l'Anse du Souffleur, l'Anse Lavolvaine...) et de façon plus générale de la Grande-Terre, comportent de nombreuses accumulations de sable bioclastique. Quelques espaces côtiers sont occupés par des zones de mangrove où dominent un sédiment particulier (la vase à palétuvier). Au droit du projet, les investigations préliminaires réalisées lors des études précédentes ont mis en évidence les formations géologiques suivantes :

- ▶ Remblais de tout venant constitués de tuf, débris divers ; l'épaisseur de cette formation varie entre 0,5 à 1,20 m ;
- ▶ Argile marronne, généralement mêlée de rognons calcaires. La base de cette formation se situe entre 1,5 à 2 m de profondeur ;
- ▶ Substratum marno-calcaire situé directement sous l'argile.

1.1.5. Contexte Géotechnique

Des carottes ont été réalisées en vue de la réalisation de la première étude réglementaire pour le dragage du port et du chenal (cf. annexe 1). Elle avait déterminé les éléments suivants :

- ▶ Les résultats des essais géotechniques mettent en avant le caractère hétérogène des fonds sous-marins. Le matériau à extraire est de nature calcaire récifal présentant des passages marneux plus tendres ;
- ▶ Sur l'ensemble des sondages réalisés, les matériaux extraits sont de nature calcaire récifale compact avec des passages plus altérés.

1.1.6. Qualité biologique du milieu

La description ci-dessous est tiré du dossier réglementaire joint en annexe du présent rapport (cf. annexe 2).

La zone portuaire se caractérise par un substrat vaseux, biologiquement pauvre où les seules colonisations ont lieu sur les supports solides (corps-morts et mouillages) avec quelques colonies algales. Aucune phanérogame marine n'a été observée depuis la surface. La biodiversité y est jugée très faible.

Le secteur présente de manière des habitats relativement dégradés, avec un état de santé jugé comme « moyen » à médiocre sur certaines zones.

De nombreux habitats marins sont présents sur le secteur d'étude, avec notamment trois habitats présentant un intérêt écologique important :

- ▶ les patchs d'herbiers de *Thalassia testudinum* ;
- ▶ les massifs monospécifiques à *Madracis auretenra* ;
- ▶ la pente externe récifale, présentant la plus forte diversité écologique, ainsi que la présence d'espèces coralliennes protégées (*Orbicella faveolata* ; *Orbicella annularis* ; *Orbicella francksii* ; *Agaricia lamarcki* ; *Mycetophyllia aliciae* ; *Mycetophyllia lamarckiana*).

Au Sud du port, à 230 m au débouché de la ravine, notons qu'un secteur dense à *Solenastrea bournoni* a été observé en 2015 sur une superficie de 400 m² (1 colonie/m²).

Les autres habitats présentent une faible diversité spécifique et des fonctions écologiques réduites, du fait de l'absence de relief, d'un fort ensablement et d'une exposition aux houles. Sur ces derniers, il n'a pas été recensé d'espèces protégées et/ou patrimoniales.

Sur la future zone de travaux du chenal d'accès, il n'a pas été observé d'espèces coralliennes protégées mais toutefois la présence de 4 colonies coralliennes, appartenant à 1 espèce (*Pseudodiploria strigosa*, *Solenastrea bournoni*, *Dichocoenia stokesii*).

Sur le trajet entre le port et le site d'immersion, les chalands traverseront des zones comportant des communautés coralliennes et des herbiers de phanérogames marines.

Sur la zone d'immersion, les biocénoses ne sont pas très connues du fait des grandes profondeurs. Il faut toutefois noter que des campagnes d'inventaires de faune profonde ont été menées au nord de la Guadeloupe et que des cnidaires profonds et des mollusques ont été ponctuellement échantillonnés entre 300 et 4000 mètres de profondeur. Les données sont toutefois lacunaires sur le sujet.

Du point de vue des tortues, le secteur de Port-Louis est très attractif pour les activités de ponte de tortues marines, notamment sur les plages entre Petit-canal et Port-Louis. En 2019, près de 90 activités ont été recensées par le réseau tortues marines.

Bien que de nombreuses espèces de mammifères soient présentes autour de la Guadeloupe, il ne semble pas que le secteur du Nord du Grand Cul-de-Sac marin soit le secteur le plus privilégié par les mammifères (1 à 4 espèces) mais des observations régulières de l'espèce sténo rostré (*Steno bredanensis*) sont à citer. D'après AAMP, 2013 : « *Sur la frange côtière de Port-Louis à la pointe de la grande vigie, un groupe de sténo rostrés identifié et suivi depuis quelques années (dont certains individus connus depuis plus de 10 ans) évolue de façon préférentielle sur la zone. Cette espèce y a des comportements avérés d'alimentation et chasse, accouplement, allaitement et repos/socialisation. D'autres espèces ont été discriminées au nord du Grand cul- de-sac marin, mais les comportements n'y sont pas encore clairement décrits* ».

Peu d'observation de baleines à bosse (*M. novaeangliae*) sont faites sur ce secteur, privilégiant le quart sud-est de l'archipel.

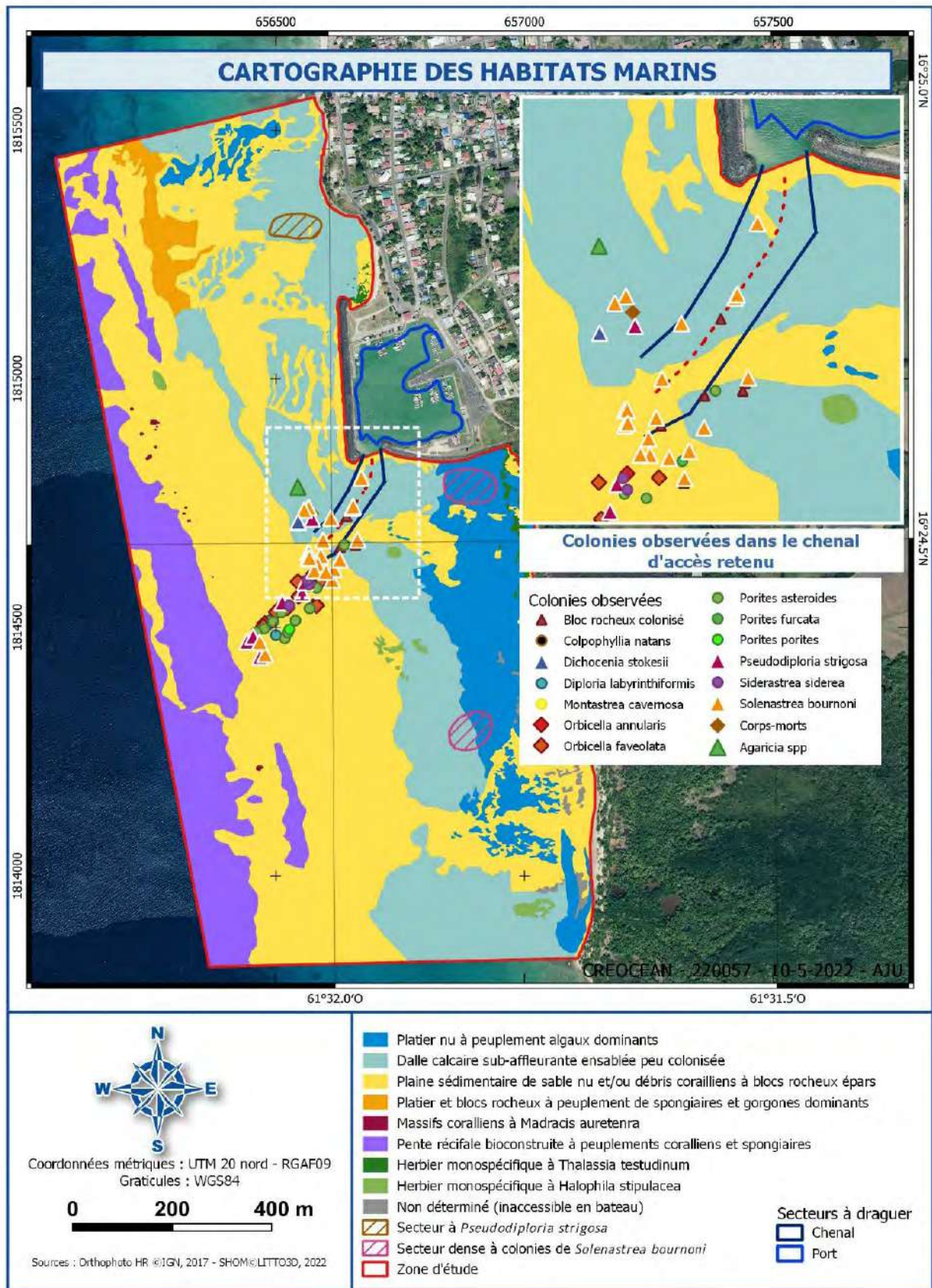


Figure 1-5 : Carte des biocénoses marines (CREOCEAN, 2022)

1.2. Description de la zone d'intervention : port et chenal

1.2.1. Description des ouvrages et des équipements existants

Le port est organisé de la manière suivante :

- ▶ Capacité d'accueil : environ 120 places ;
- ▶ Un plan d'eau d'une surface de 62 000 m² ;
- ▶ Une surface totale au sol y compris digue et terre-plein de 40 300 m² ;
- ▶ Deux digues à talus de 325 ml et 270 ml.

Aucune donnée concernant la conception des ouvrages (plan de récolement) n'est disponible. Ainsi, par mesure de sécurité et afin de ne pas déstabiliser les ouvrages, une distance de sécurité sera préconisée dans l'intervention de l'atelier de dragage.

- ▶ Une buse de renouvellement des eaux du bassin est située dans la partie Nord-Est du port ;
- ▶ La surface des pontons et estacades est de 1 327 m² ;

Les équipements du Port sont les suivants :

- ▶ Dans la zone Nord :
 - Deux pontons flottants situés au Nord du bassin et d'environ 35 ml ;
 - Un ponton fixe, à destination des marins pêcheurs, d'environ 58 ml ;
 - Un ponton fixe, à destination de navires à passagers, situé à proximité de la digue de protection Ouest, d'une longueur d'environ 67 ml ;
 - Un quai en béton d'environ 28 ml ;
- ▶ Dans la zone Sud :
 - Trois pontons flottants, situés au niveau du terre-plein central, d'environ 42 ml ;
 - Une cale de mise à l'eau ;
 - Une estacade dédiée pour l'avitaillement des bateaux et d'environ 26 ml ;
 - Une estacade dédiée pour l'accueil des plaisanciers et d'environ 24 ml ;
- ▶ Sur le terre-plein :
 - Un marché aux poissons d'environ 153 m² ;
 - Une aire de stationnement d'une soixantaine de place ;
 - Un local à l'abandon ;
 - Trois conteneurs utilisés par les marins pêcheurs pour du stockage de matériel ;
 - Une machine à glace ;
 - Une station d'avitaillement ;
 - Deux terrains vagues non aménagés d'environ 7 260 m² au Nord et de 4 180 m² au Sud

Le port étant dans une zone urbanisée, quelques activités commerciales sont présentes à proximité ainsi que de nombreuses habitations. Afin de limiter l'impact sur les activités économiques du port et les nuisances pour les riverains, les travaux auront lieu de jours et seront interdits les week-end et jours fériés.

1.2.1.1. Organisation du plan d'eau et description de la flotte actuelle

Le port peut être divisé en trois zones : la zone Nord, la Zone Sud et le terre-plein central ;

- ▶ En 2021, le port est utilisé pour les activités de pêche et de plaisance ;
- ▶ Aucune activité de transport de passagers n'a été identifiée ;
- ▶ Les places dans le port ne sont pas dédiées à des activités spécifiques. Ainsi, on retrouve sur les pontons et les terre-pleins une mixité des usages ;
- ▶ Les marins pêcheurs présents pratiquent plusieurs types de pêche : filets et casiers.

La zone Nord :

- ▶ Une grande partie de la zone Nord est occupée par des activités en lien avec la pêche :
 - Une zone artisanale de ramendage et de stockage (3 conteneurs) ;

- La machine à glace ;
- Un local en très mauvais état (et dangereux) qui accueille des activités de réparation des filets des marins pêcheurs ;
- ▶ Les quatre pontons sont occupés par une majorité de marins pêcheurs et quelques plaisanciers ;
- ▶ Le ponton pour l'accueil de navire à passagers est actuellement à l'abandon et non utilisé ;
- ▶ Les espaces à terre sont dans l'ensemble peu valorisés et laissés en friche.

La zone Sud :

- ▶ Les trois pontons sont occupés par une majorité de plaisanciers et quelques marins pêcheurs ;
- ▶ Une cale de mise à l'eau permettant de sortir de grosse unité ;
- ▶ La station d'avitaillement et son ponton permettent aux bateaux de faire le plein en carburant ;
- ▶ Un parking est présent permettant le stationnement d'une soixantaine de véhicules ;
- ▶ Une grande partie des espaces à terre est peu valorisée et laissée en friche.

La zone Centrale a pour vocation d'accueillir les activités liées à l'activité de pêche et de carénage :

- ▶ La zone centrale permet d'accéder au ponton fixe de la zone Nord et aux trois pontons flottants de la zone Sud ;
- ▶ Le terre-plein est accessible en voiture, mais la circulation et le stationnement sont réglementés par les services du département (stationnement en théorie interdit) ;
- ▶ Le marché aux poissons est présent sur le terre-plein ;

1.2.1.2. Description de la flotte actuelle

Pêche :

Le port abrite environ une quarantaine de bateaux de pêche essentiellement de type Saintoise dont la longueur est majoritairement inférieure à 8 m.

Ce type de navire présente généralement un tirant d'eau inférieur à 0,8 m.

Plaisance :

La plaisance est représentée par des bateaux de type « pêche-promenade » de longueur inférieure à 8 m et des unités plus grandes avec une longueur comprise entre 8 et 15 m. Certains navires sont à voile et présentent un tirant d'eau pouvant aller jusqu'à 2,50 m pour les voiliers.

Transport de passagers :

Aucun navire de transport à passagers ne dessert le port de Port-Louis. Néanmoins, le port dispose d'un ponton pouvant accueillir ce type de navire. Les navettes de transport à passagers en Guadeloupe ont un tirant d'eau maximum de 2 m.

1.2.2. Bathymétrie du port

Le Port de Port-Louis est situé en mer ouverte, au Nord de la barrière récifale, sur une côte rectiligne et régulière, entre la Pointe d'Antigues (en bordure de la zone urbanisée) au Nord et une mangrove (zone marécageuse plantée de palétuviers) au Sud.

Comme le montre la Figure 1-6, les isobathes suivent le trait de côte général. Les fonds descendent régulièrement et rapidement jusqu'au niveau de 100 m CM situé à environ 1,5 km de la côte.

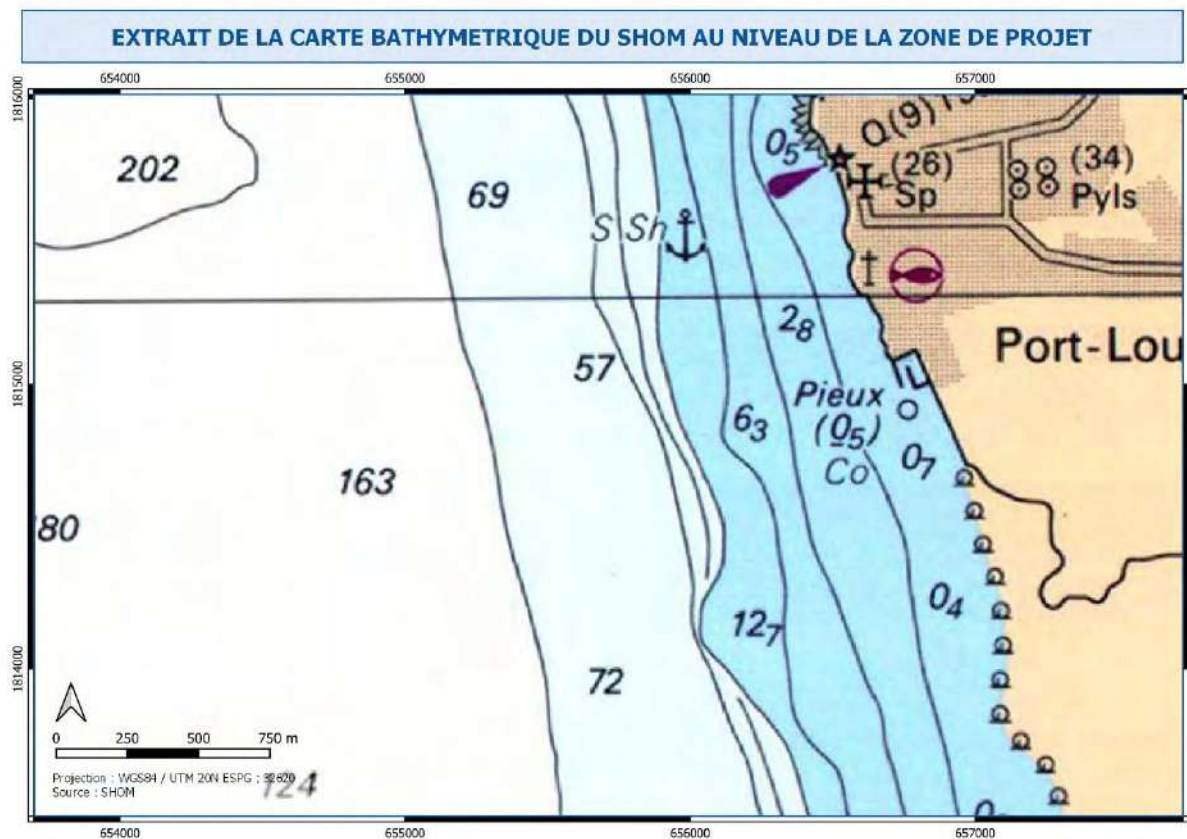


Figure 1-6 : Extrait de la carte bathymétrique du SHOM au niveau de la zone de projet

D'après le dernier levé bathymétrique du port de Port-Louis (11/2020), celui-ci présente des profondeurs comprises entre -0,80 m CM dans la passe d'entrée et -3,00 m CM. Le port comporte de fortes accumulations sédimentaires : au droit de la buse d'avivement ; au niveau de la passe d'entrée ; ainsi que dans la zone Nord-Est.



Figure 1-7 : Bathymétrie du Port de Port-Louis en 2020

1.2.3. Caractéristique des matériaux à draguer

1.2.3.1. Caractérisation des sédiments

Les sédiments du port de Port-Louis ont pu être caractérisés à la suite de prélèvements réalisés en juillet 2020 et février 2022 et analysés par le laboratoire EUROFINs.

La méthodologie appliquée ainsi que les résultats d'analyses complets sont présentés en annexe 3 du présent dossier.

Les paragraphes suivants en résument les principaux résultats.

1.2.3.1.1. Plan d'échantillonnage

Les prélèvements de sédiments ont été réalisés dans l'emprise du chenal et port départemental de Port-Louis. Neuf stations de prélèvements ont été implantées dans l'emprise des futurs travaux de dragage.

Le plan d'échantillonnage a été défini sur la base de l'arrêté du 14/06/00 relatif aux niveaux de référence à prendre en compte lors d'une analyse de sédiments marins ou estuariens présents en milieu naturel ou portuaire, et fonction des volumes à draguer.

Il a été validé avec les services de l'Etat (Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de la Guadeloupe) lors de la phase de préparation de la mission.

1.2.3.1.2. Présentation synthétique des résultats

L'interprétation des résultats d'analyses obtenus pour les éléments traces métalliques, les PCB, le TBT et les HAP repose sur une comparaison des teneurs mesurées dans les sédiments avec les niveaux de référence (N1 et N2) définis par la circulaire du 14 juin 2000, modifiée et complétée par les arrêtés du 09/08/2006, du 23/12/2009, du 17/07/2014 et celui du 30 juin 2020.

1.2.3.1.2.1. Paramètre élémentaire : Granulométrie

Les tableaux et les graphiques ci-après illustrent la répartition des classes granulométriques dans les sédiments marins du port de Port-Louis.

Selon la classification granulométrique, les sédiments sont constitués majoritairement de limon pour 5 stations à l'exception de la station 2 dont la fraction dominante est constituée de sable moyen. Le graphique Figure 1-8 illustre la forte similitude des stations portuaires entre les stations 1, 3 et 6, qui ont un taux de gravier et la fraction d'argile et limon, supérieurs aux autres stations.

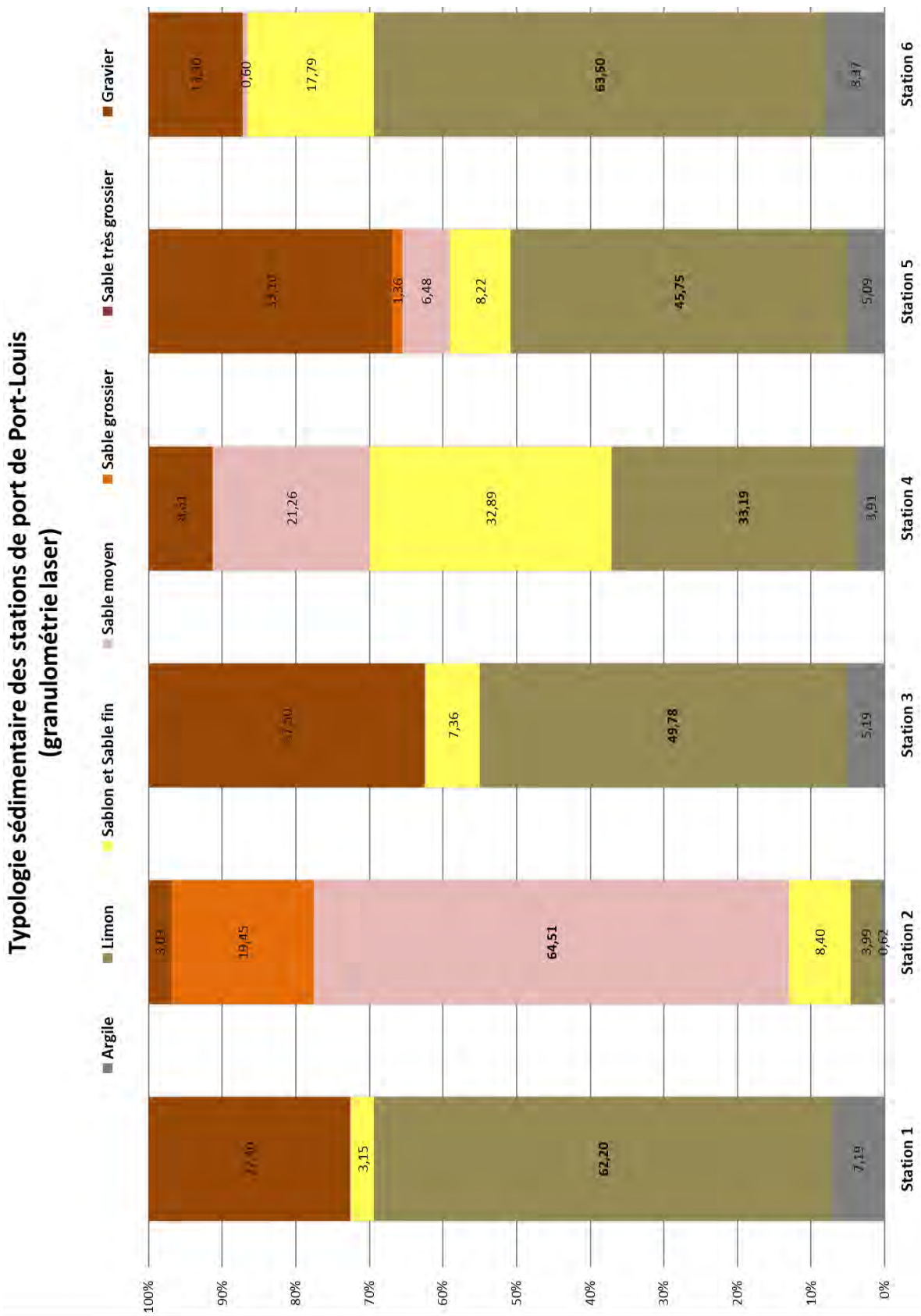


Figure 1-8 : Répartition granulométrique globale des sédiments marins de Port-Louis

Tableau 1-1 : Contaminants analysés dans les sédiments du port de Port-Louis

	Paramètres	Nullité à faible	Moyenne (N1)	Forte (N2)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	A	B	C
Métaux lourds (mg/kg/sec)	Arsenic	< 25	25 - 50	> 50	16,4	2,76	12,2	9,45	9,28	10,5	4,29	9,58	8,05
	Cadmium	< 1,2	1,2 - 2,4	> 2,4	0,13	<0,10	0,13	0,14	0,18	0,13	<0,10	<0,10	<0,10
	Chrome	< 90	90 - 180	> 180	20,4	5,84	14,6	10,1	15,6	10,9	7,56	9,44	9,16
	Cuivre	< 45	45 - 90	> 90	99,9	<5,00	63,9	24,7	50,8	42,7	<5,00	<5,00	<5,00
	Mercure	< 0,4	0,4 - 0,8	> 0,8	<0,10	0,31	<0,10	<0,10	<0,10	<0,11	<0,10	<0,10	0,22
	Nikel	< 37	37 - 74	> 74	10,5	<1,00	8,78	6,67	6,4	6,84	1,19	<1,00	<1,00
	Plomb	< 100	100 - 200	> 200	23,3	<5,00	14,3	6,28	7,26	7,61	<5,00	<5,00	<5,00
	Zinc	< 276	276 - 552	> 552	62,4	6,65	38,4	19,8	31,7	28,2	<5,00	7,85	5,63
Polychlorobiphényles Organochlorés (µg/kg/sec)	PCB 028	< 5	5-10	> 10	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	PCB 052	< 5	5-10	> 10	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	PCB 101	< 10	10 - 20	> 20	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	PCB 118	< 10	10 - 20	> 20	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	PCB 138	< 20	10 - 20	> 40	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	PCB 153	< 20	20 - 40	> 40	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	PCB 180	< 10	10 - 20	> 20	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
	PCB totaux	< 80	10 - 20	> 160	0	0	0	0	0	0	<1	<1	<1
Organoé tains	TBT	< 100	100-400	>400	10	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) (µg/kg/sec)	Naphtalène	< 160	160 - 1130	> 1130	300	2,8	250	98	4	3,9	<2.0	4,6	<2.0
	Acénaphylène	< 40	40-340	>340	34	5,5	34	26	3,6	6,7	<2.0	7,6	<2.0
	Acénaphthène	< 15	15 - 260	> 260	120	2,6	130	77	3,6	3,5	2,4	14	<2.0
	Fluorène	< 20	20 - 280	> 280	83	4,6	93	68	7,9	6,9	3,7	16	<2.0
	Phénanthrène	240	240 - 870	> 870	48	6,8	59	43	12	18	<2.0	2,6	<2.0
	Anthracène	< 85	85 - 590	> 590	110	4,2	120	130	18	52	5,1	18	2
	Fluoranthène	< 600	600 - 2850	> 2850	11	4,8	11	67	14	41	<2.0	11	<2.0
	Pyrène	< 600	600 - 2850	> 2850	8,6	3,5	8,2	48	12	37	<2.0	8,3	<2.0
	Benzo (a) anthracène	< 260	260 - 930	> 930	5	3,9	3,7	26	8,9	31	<2.0	7,7	<2.0
	Chrysène	< 380	380 - 1590	> 1590	4,6	3,8	3,8	24	6,7	34	<2.0	5,8	<2.0
	Benzo (b) fluoranthène	< 400	400 - 900	> 900	8,5	5,6	9,9	37	12	38	<2.0	9,4	<2.0
	Benzo (k) fluoranthène	< 200	200 - 400	> 400	3,6	4,3	3,4	17	5,1	23	<2.0	3,9	<2.0
	Benzo (a) pyrène	< 430	430 - 1015	> 1015	6,3	4,3	5	33	7,6	28	<2.0	8,5	<2.0
	Dibenzo (a,h) anthracène	< 60	60 - 160	> 160	2,2	<2,2	<2,0	4,6	2,6	6,9	<2.0	4,7	<2.0
Benzo (g,h,i) perylène	< 1700	1700 - 5650	> 5650	9,8	3,1	6,4	26	7	24	<2.0	6,1	<2.0	
Indéno (1,2,3-cd) pyrène	< 1700	1700 - 5650	> 5650	5,2	4,3	4	25	5,8	18	<2.0	6,9	<2.0	

1.2.3.2. Caractérisation des épaisseurs sédimentaires

Afin d'identifier les épaisseurs sédimentaires, des lançages ont été effectués afin de caractériser la profondeur du substratum rocheux. 15 sondages ont été réalisés sur l'ensemble du périmètre du projet (Figure 1-9). Ces mesures permettent d'avoir une information sur la profondeur du socle rocheux et les épaisseurs sédimentaires (cf. Figure 1-10).



Figure 1-9 : Localisation des sondages par lançage réalisés en février 2022
Source : TSA SOGETRAS



Figure 1-10 : Carte des épaisseurs sédimentaires
Source TSA SOGETRAS

Les épaisseurs sédimentaires sont très variables dans l'enceinte du port. En effet, les épaisseurs sédimentaires vont de 0 m dans le centre du bassin à 2,5 m dans la passe d'entrée du port. En moyenne, les épaisseurs sédimentaires sont de l'ordre de 0,56 m. A l'extérieur du port, le chenal est composé essentiellement d'un substratum rocheux.

1.2.3.3. Caractérisation des matériaux à dérocter

En 2008, le Département a réalisé une campagne géotechnique comprenant des essais réalisés en laboratoire sur les échantillons de sol prélevés sur les abords du port de Port-Louis (cf. Figure 1-11 et note géotechnique en annexe 1). 3 sondages carottés de 2 m de profondeur avec prélèvements d'échantillons en vue d'essais laboratoires ont été réalisés.



Figure 1-11 : Localisation des sondages géotechniques réalisés en 2008

Les résultats de ces essais mettent en avant le caractère hétérogène des fonds sous-marins. Il est précisé que le matériau à extraire est bien de nature calcaire récifal et présente des passages marneux plus tendres. Par conséquent, les résistances mécaniques mesurées varient en fonction du degré d'altération du calcaire tout comme les vitesses de propagation des ondes.

Les résultats des essais de dureté et d'abrasivité, réalisés sur un échantillon, le caractérisent comme tendre à moyennement résistant et peu abrasif. Toutefois, le caractère hétérogène de cette formation calcaire ne peut être généralisée au massif entier.

Concernant les moyens de déroctage à utiliser, les essais en laboratoire ont montré que les travaux peuvent être réalisés à l'aide d'une pelle mécanique d'une puissance adaptée. Toutefois, la nature hétérogène du massif calcaire et le retour d'expérience des travaux réalisés en 2000-2006 à l'intérieur du port, ont montré que l'utilisation de la pelle ainsi que d'une dent de déroctage s'est avéré infructueuse en raison de la présence de plaques calcaires. L'explosif a également été utilisé mais s'est avéré inadapté en raison du caractère hétérogène du massif. Ainsi, cette technique sera à proscrire au vu de leur inefficacité et de l'impact environnemental potentiel. L'utilisation du brise roche hydraulique (BRH) sera à prévoir pour les passages plus durs.

1.3. Conditions météo-océanographiques

1.3.1. Les niveaux d'eau

La marée sur le littoral de la Guadeloupe est de type semi-diurne à forte inégalité diurne : 2 pleines mers et 2 basses mers par jour de hauteur inégales.

Elle est caractérisée par un marnage moyen de l'ordre de 20 à 60 cm.

Les niveaux de marée caractéristiques, tels qu'indiqués dans la version 2020 des Références Altimétriques Maritimes du SHOM, sont compilés dans le tableau suivant (indiqués en Cote Marine) :

Tableau 1-2 : Niveaux de marée du SHOM en m CM (2020)

	Plus Haute Mer Astronomique	Pleine Mer supérieure	Niveau Moyen	Basse Mer inférieure	Plus Basse Mer Astronomique
Pointe-à-Pitre	0,86	0,70	0,55	0.40	0,15
Port-Louis	0,55	-	0,38	-	0,11

A titre indicatif, le zéro hydrographique à Port-Louis se situe 46 cm en-dessous du zéro NGG (Niveau Géodésique de la Guadeloupe).

1.3.2. Le vent

Le régime dominant en Guadeloupe est celui des alizés. **Ils soufflent du secteur Nord-Est à Sud-Est pendant presque toute l'année (80 % du temps) et ont une force moyenne de 4 à 5 sur l'échelle de Beaufort (20 à 40 km/h)**, pouvant atteindre exceptionnellement 8 (entre 62 et 74 km/h). En saison sèche (février-mars), le régime anticyclonique dirige vers les Petites Antilles un courant de Nord-Est avec des vents forts et réguliers ; en saison des pluies (mai à novembre), les alizés dominants sont le plus souvent d'est à Est-Nord-Est.

Les vents des autres secteurs sont très peu fréquents (Météo-France, 2011) :

- ▶ Les vents de secteur Sud à Sud-Ouest : moins de 5 % de l'année et de force faible ;
- ▶ Les vents de secteur Sud-Sud-Est : environ 15 % de l'année et de force moyenne de 4 à 5 sur l'échelle de Beaufort ;
- ▶ Les vents de secteur Nord : moins de 5 % de l'année et de force faible.

1.3.3. Agitation

1.3.3.1. Observations générales

Le climat de houle en Guadeloupe (EDF R&D, 2015) montre que les îles situées sur le Nord de l'arc antillais sont statistiquement plus fréquemment placées sur la trajectoire des cyclones. Quatre régimes dominants de houle peuvent être identifiés :

- ▶ Les houles d'Est (toute l'année) ;
- ▶ Les houles du sud-est (de juin à novembre avec un maximum de juin à août) ;
- ▶ Les houles du nord-nord-est (de septembre à mai avec un maximum de décembre à février) ;
- ▶ Les houles cycloniques.

La quasi-totalité des vents soufflant sur la Guadeloupe vient, en régime normal, du secteur Nord-Nord-Est à Sud-Sud-Est (régime des alizés d'Est). Ainsi, la houle dominante au niveau de la Guadeloupe a la même direction de propagation que celle du vent qui lui donne naissance, et est de secteur Est, sous influence de l'Atlantique. **75 % des houles ont une amplitude variant entre 0,25 et 1,5 m (Pujos *et al.*, 1992) ; certaines, de 6 à 9,5 m, exceptionnelles, sont liées aux cyclones.**

Un récapitulatif des conditions d'agitation est présenté sur la Figure 1-12.

De manière générale, la façade Atlantique du littoral est plus exposée aux houles extrêmes que la façade caraïbe tant sur le nombre d'événements que sur leur intensité. La valeur centennale de Hs a été estimée à 8 m vers Le Moule, 9 m au niveau de la pointe de la Grande Vigie et de l'ordre de 5 m au niveau de la côte Sous-le-vent (Lecacheux *et al.*, 2012).

1.3.3.2. Houles à proximité de la zone d'étude

La zone du Grand-Cul-de-Sac marin est plus particulièrement la zone de Port-Louis, est une zone abritée ou l'agitation est très inférieure à celles indiquées précédemment.

Le littoral de Port-Louis est sensiblement orienté Nord-Sud. Le site est complètement protégé de la plupart des houles (cf. Figure 1-13). Son ouverture à l'Ouest l'expose seulement aux états de mer levés sur la Mer des Caraïbes par les vents de secteur Nord-Ouest à Ouest qui sont assez rares. Les houles de ce secteur, dont la hauteur significative est supérieure à 2,0 m, ne représentent que 0,27% des occurrences (d'après Etude d'impact environnemental de 2009). Les états de mer de secteur Nord ne peuvent atteindre le site, que très atténués, après diffraction et réfraction sur la côte Nord.

Dynamiques et évolution du littoral Synthèse des connaissances des côtes de la Guadeloupe

Etats de mer - Hauteur significative des vagues issues des simulations ANEMOC



Hauteur significative des vagues (en m)

2.26 - 2.5
2.51 - 2.75
2.76 - 3
3.01 - 3.25
3.26 - 3.5

Pics

- ▲ Volcans
- ▲ Réseau hydrographique principal
- Limite départementale
- Bâti

Les hauteurs de vague représentées correspondent aux quantiles 50%, 90% et 99% des hauteurs significatives (Hm0) :

- Le quantile 50% correspond à la hauteur significative des vagues dépassée 50% du temps
- Le quantile 90% correspond à la hauteur significative des vagues dépassée 10% du temps
- Le quantile 99% correspond à la hauteur significative des vagues dépassée 1% du temps

Les données utilisées sont issues de la simulation rétrospective des états de mer du 1^{er} janvier 1979 au 31 décembre 2010 (produit ANEMOC 2 par EDF R&D et le Cerema). Elles ont ici été interpolées entre les points disponibles et jusqu'à la côte. Ces résultats de modélisation numérique doivent être considérés avec prudence, en particulier pour des profondeurs inférieures à 20 mètres : ils ne sont notamment pas validés entre les dernières valeurs disponibles et la côte, ainsi que dans les estuaires représentés pour l'occasion en zone « blanche ».

Pour en savoir plus : www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr

Source - Copriges : ANEMOC - EDF R&D LNHIE & Cerema
Réseau hydrographique - BD Carthage - ©IGN Paris - Reproduction interdite
Occupation du sol - BD Carthage - ©IGN Paris - Reproduction interdite
© IGN Paris - Reproduction interdite
Font barycentre - ESR

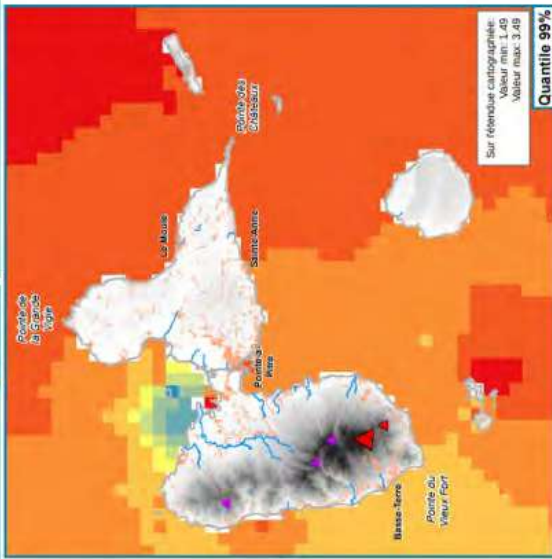
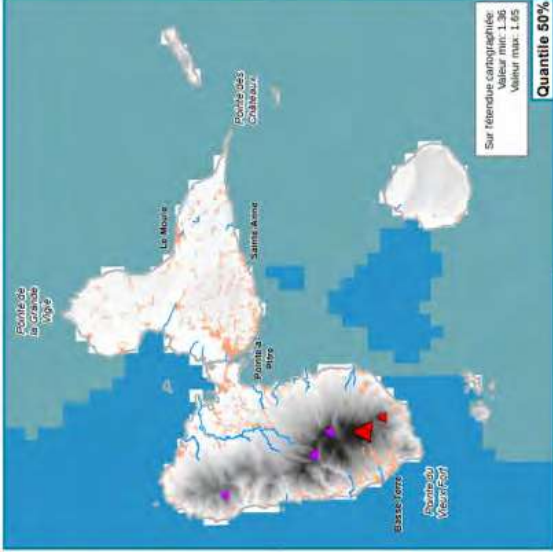
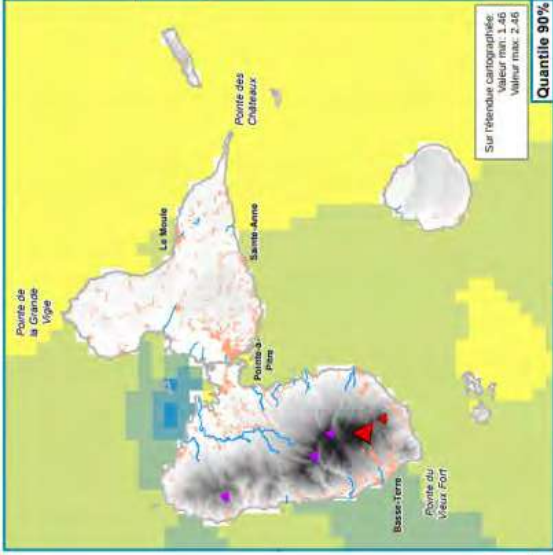


Figure 1-12 : Synthèse des états des mers à l'échelle régionale (extrait du catalogue sédimentologique de la Guadeloupe, CEREMA 2020)

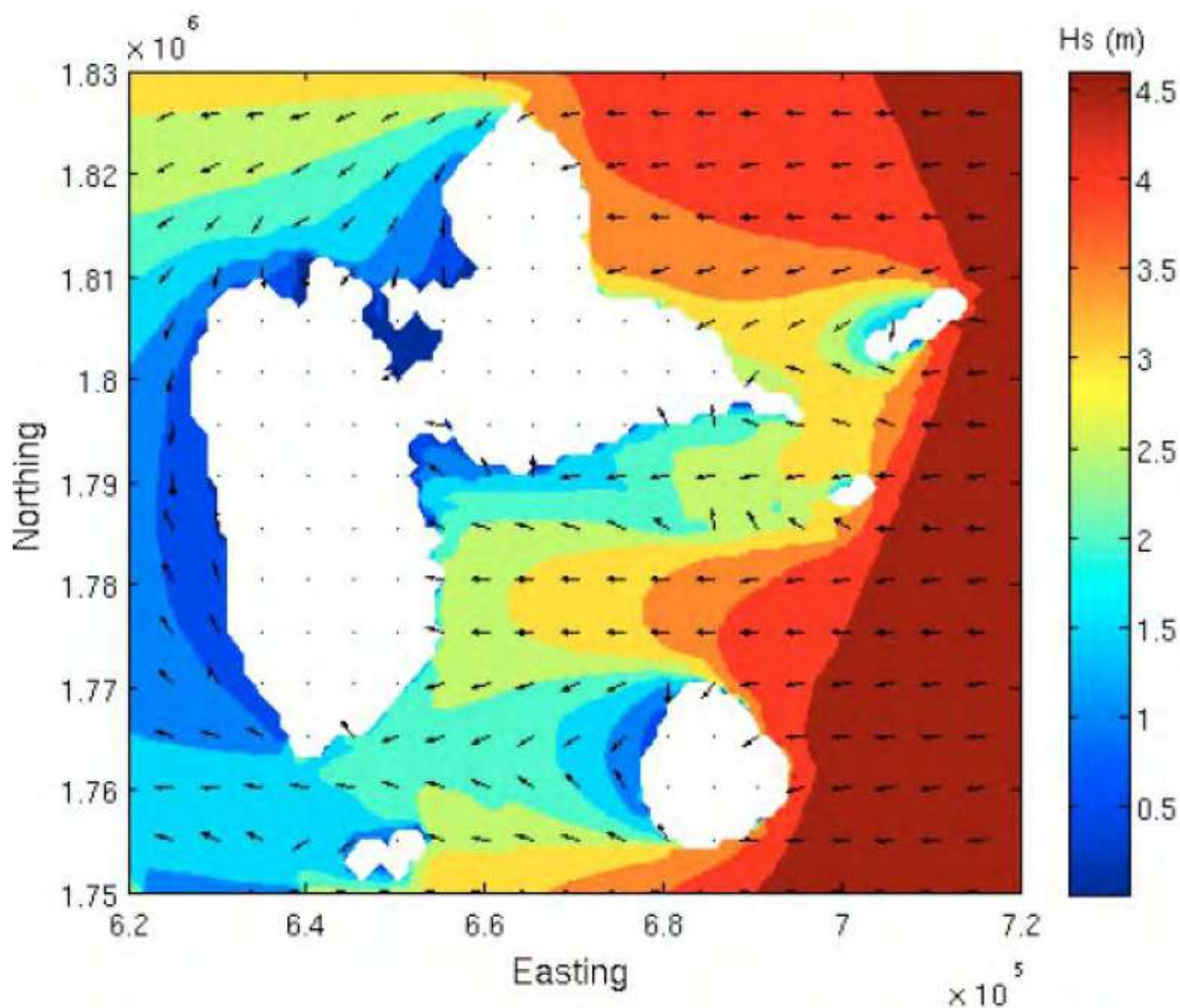


Figure 1-13 : Exemples de propagation des vagues pour des états de mers globaux

Source : Recensement des prérequis à la mise en place de navettes maritimes dans les deux Culs de Sac marins de la rivière Salée, EGIS, 2015

1.3.4. Les courants

1.3.4.1. Courants généraux

Le rapport d'analyse stratégique régionale de la Guadeloupe (Synthèse des connaissances "milieux marins" par l'AAMP) a permis d'avoir des indications schématiques sur les courants autour de la Guadeloupe en saison sèche et en saison des pluies (cf. Figure 1-14 et Figure 1-15)

Durant la saison sèche, les courants généraux au Sud de la Guadeloupe sont plutôt orientés vers l'Ouest et le Sud-Ouest tandis que durant la saison des pluies, on observe des courants généraux vers le Nord-Ouest au Sud de Marie-Galante et vers l'Est au Nord de Marie-Galante. Le courant des Antilles qui est un courant océanique chaud, s'écoule vers le Nord-Ouest depuis les Antilles à l'Est de la Guadeloupe du côté de l'océan Atlantique.



Figure 1-14 : Fonctionnement océanographique schématique entre décembre et mai (saison sèche) (Cartomer, 2011)

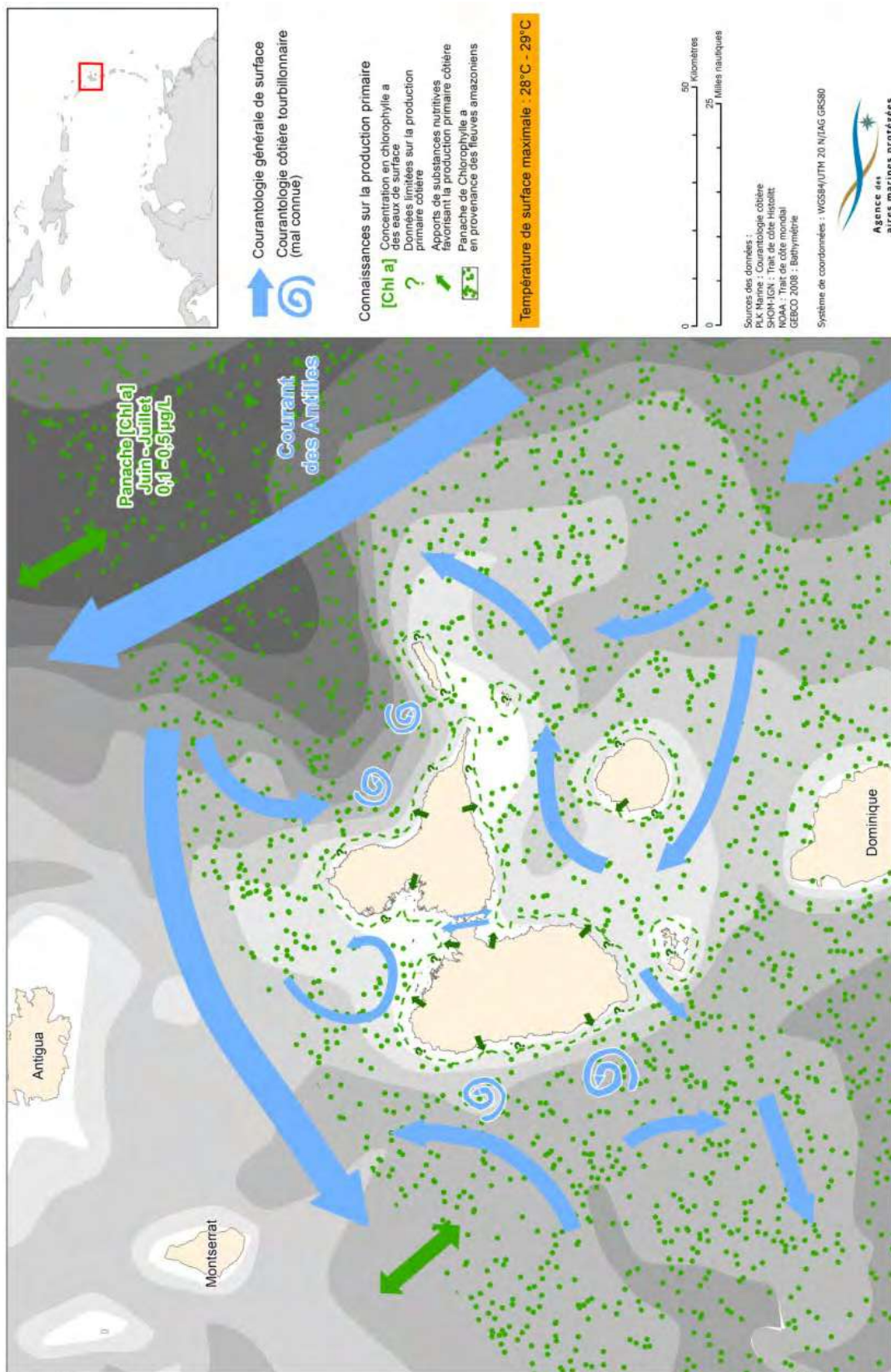


Figure 1-15 : Fonctionnement océanographique schématique entre juin et novembre (saison des pluies) (Cartomer, 2011)

Pour compléter l'analyse précédente, les données du modèle MERCATOR ont été extraites sur 3 ans (2013 -2015). Mercator est un modèle opérationnel global de prévision et d'analyse des courants océanographiques de résolution 1/12°. Il est disponible sur le site : <https://marine.copernicus.eu>.

Des roses de courants ont été réalisées en différents points autour de la Guadeloupe et sont présentées sur la Figure 1-16

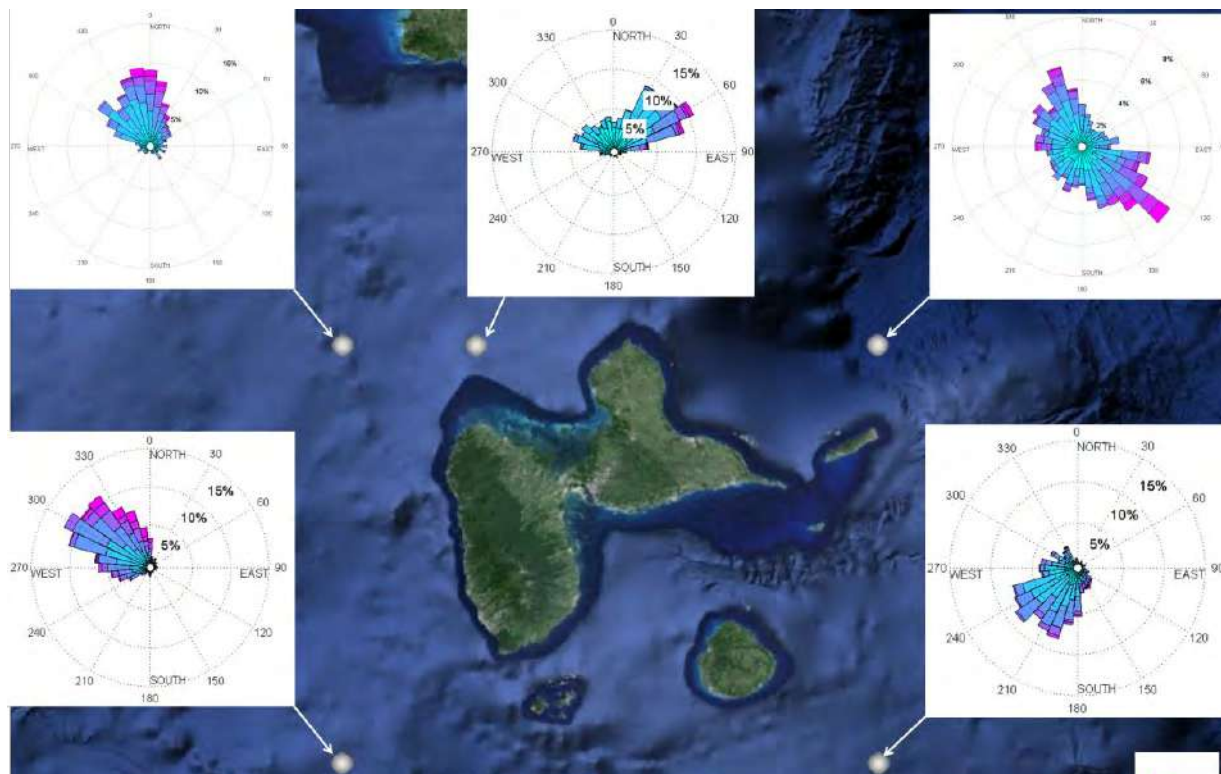


Figure 1-16. Roses de courant autour de la Guadeloupe issues des données du modèle Mercator sur 3 ans (2013-2015). La direction indiquée correspond à celle vers laquelle porte le courant.

Globalement, on retrouve les tendances décrites précédemment avec des courants portant vers le secteur Sud-Ouest au Sud de Marie-Galante. Au Nord-Ouest de Basse-Terre, les courants sont généralement dirigés vers le Nord et le Nord-Ouest, et à mesure que l'on s'approche du Grand-Cul-de-Sac marin, les courants sont de secteur Nord-Est à Nord-Ouest avec des courants majoritairement vers l'Est. Le point extrait au Nord-Est de l'archipel de la Guadeloupe présente des courants d'alizés majoritairement dirigés vers l'Ouest dus aux alizés mais également des courants dirigés vers le Sud-Est.

Les tendances précédentes sont illustrées par les cartes de la Figure 1-17 suivante, réalisées à partir des données du modèle Mercator.

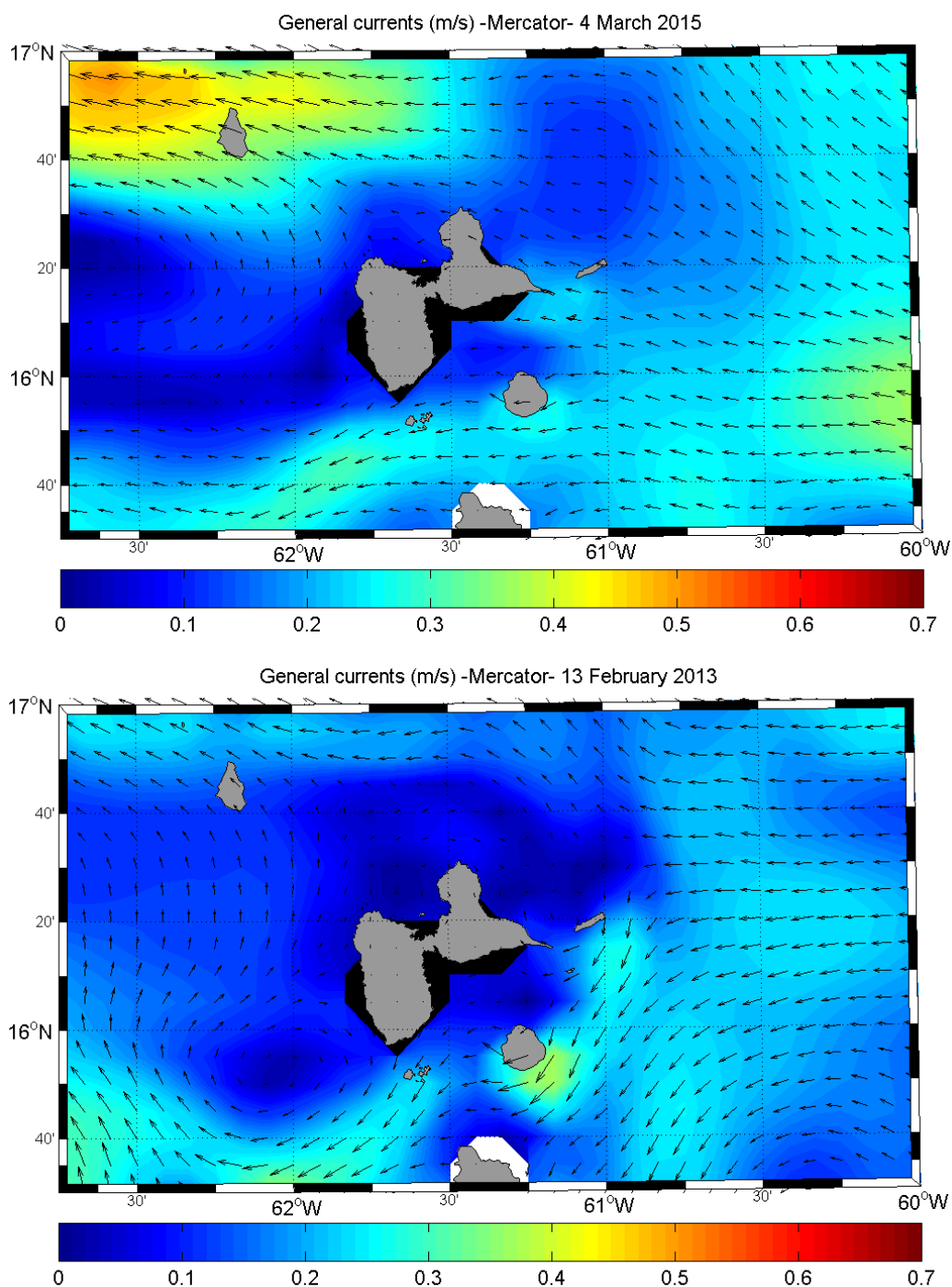


Figure 1-17. Exemples de moyennes journalières des courants simulés par le modèle Mercator durant saison sèche.

Sur les cartes de la Figure 1-17, on retrouve la circulation générale de la saison sèche, avec des courants portant généralement à l'Ouest avec des zones d'ombre plus ou moins étendues au niveau de la côte Caraïbe et du Grand Cul de Sac Marin où des structures tourbillonnaires sont parfois visibles. Précisons que la résolution du modèle (1/12°) ne permet pas de reproduire de manière réaliste les courants liés aux effets de site (proximité des côtes, zones comprises entre les îles, etc...).

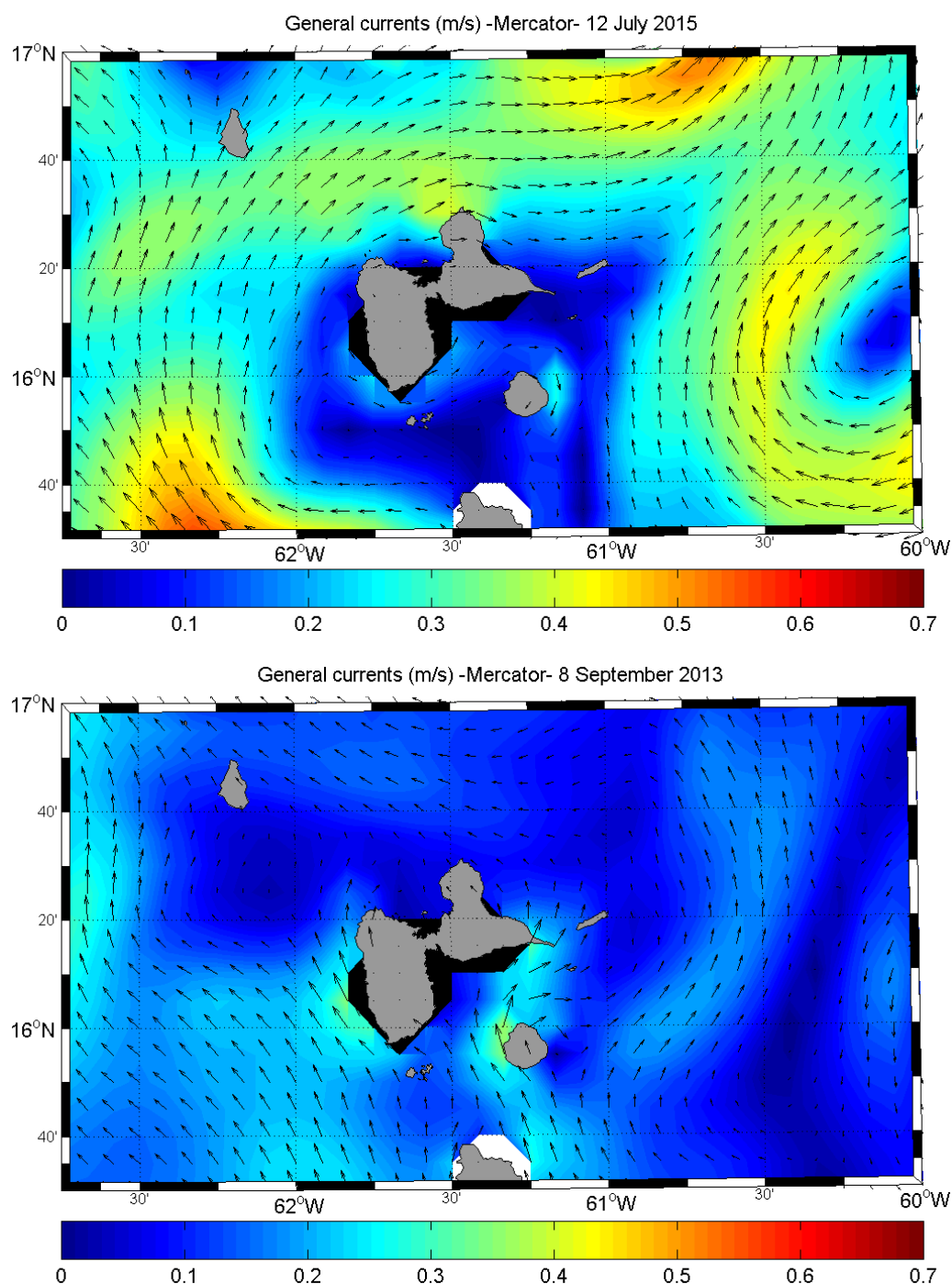


Figure 1-18. Exemples de moyennes journalières des courants simulés par le modèle Mercator durant saison des pluies.

Sur les Figure 1-18, on retrouve des situations apparaissant surtout en période de saison des pluies ou les alizés ont tendance à faiblir. En haut, une situation avec des courants importants majoritairement dirigés vers le Nord-Est et en bas, des courants plutôt faibles globalement dirigés vers le Nord-Ouest.

1.3.4.2. Courants à proximité de la zone de projet

D'après les études préliminaires menées dans le cadre des travaux d'extension du port, les régimes de vent de secteur Est mettent en place au sein du Grand Cul-de Sac marin une circulation anticyclonique. Cette courantologie est également modulée par les marées. Néanmoins le marnage est trop faible pour modifier significativement les dynamiques globales. Les Figure 1-19 et Figure 1-20 présentent les situations générales typiques au flot et au jusant respectivement pendant les deux grandes périodes de « Carême » et d'« hivernage antillais ».

Il en résulte que :

- ▶ Devant l'entrée du port de Port-Louis, les courants portent généralement au Sud-Est de décembre à mai et au Nord-Ouest de juin à novembre ;
- ▶ Le régime de vent de Sud-Est est marqué par la présence d'un contre-courant dirigé vers le Nord qui borde le littoral de Port-Louis et dont l'intensité est déterminée par la direction et la vitesse du vent ;
- ▶ Les houles les plus fréquentes (soit de secteurs Est à Nord-Est) ont une influence très réduite sur le mouvement des masses d'eau.

Le Tableau 1-3 récapitule les caractéristiques du courant et du transport sédimentaire devant l'entrée de Port-Louis pour les différentes conditions météorologiques (source : Etude d'impact environnemental pour le déroctage du chenal d'accès au port de Port-Louis, Conseil Départemental de Guadeloupe 2009).

Tableau 1-3 : Courants et transport sédimentaire devant l'entrée de Port-Louis pour les différentes conditions météorologiques caractéristiques

Planche n°	Vent		Houle H (m)	Courant		Transport sédimentaire		
	Incidence (vient du)	Vitesse (m/s)		Vitesse (cm/s)	Direction (porte au)	Direction (porte au)	Débit (g/m/s)	Accrétion / Erosion
A	NE	4	-	ESE	10 – 12	ESE	0.3 – 1.0	A
A	NE	8	-	SE	6 – 8	SE	0.1 – 0.3	E
B	NE	8	2	SE	6 – 8	SE	0.1 – 0.3	A
C	SE	4	-	WNW	10 – 12	WNW	0.3 – 1.0	A
C	SE	8	-	NW	8 – 10	NW	0.3 – 1.0	E
D	Dom. ESE	Réelle	-	NW	22 – 24	NW	3.2 – 10.	E
D	Dom. ENE	Réelle	-	NW	18 – 20	NW	10. – 32.	A

Source : SAFEGE – CETIIS (2001) *Projet Industriel-Portuaire à vocation énergétique de Port-Louis Sud – Etude de l'état initial et de l'environnement – Courantologie et dynamique particulière, Rapport final V2*

Le tableau permet de faire les constats suivants :

- ▶ La direction à proximité du port est la même que celle présente le long du trait de côte ;
- ▶ La vitesse maximale des courants devant l'entrée du port de Port-Louis est couramment de l'ordre de 10 cm/s et n'atteint qu'exceptionnellement 20 cm/s ;

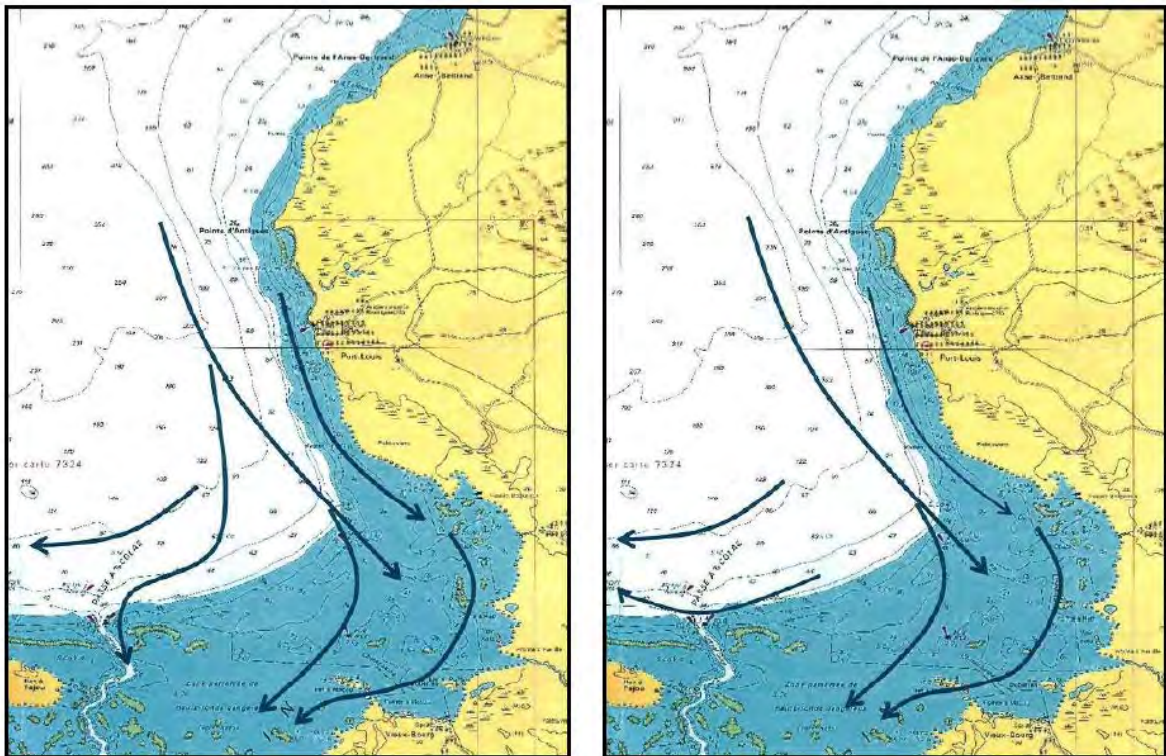


Figure 1-19 : Illustration de l'orientation général des courant dans le Grand-cul-de-sac-marin entre décembre à mai : Gauche) Flot – Droite) Jusant

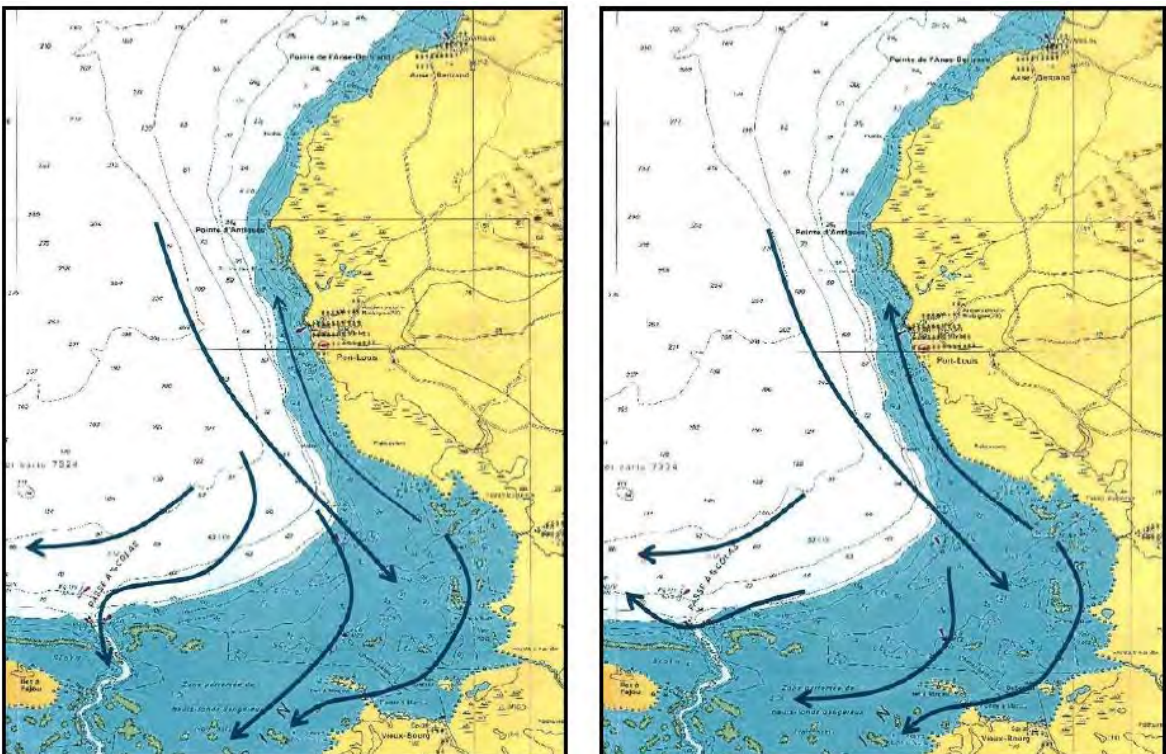


Figure 1-20 : Illustration de l'orientation général des courant dans le Grand-cul-de-sac-marin entre juin à novembre : Gauche) Flot – Droite) Jusant

2. Consistance des travaux

2.1. Objectifs

L'objectif est de rétablir une cote sécurisée pour les navires accédant aux différentes parties du ports, en atteignant une cote de dragage de -3,5 m CM. Pour des raisons sécuritaires, **Il ne sera pas procédé à des opérations de dragage dans une bande de 5 m autour des ouvrages existants pour ne pas risquer de les déstabiliser (digues et musoirs notamment) et de 10 m autour des pieux.** La tolérance d'écart avec la cote de projet est fixée à **+/-30 cm. La cote de -3,50 m CM ne devant pas être dépassée.** Les macrodéchets prélevés, seront évacués en décharge agréée.

La zone concernée par le dragage se situe dans le chenal d'accès ainsi que dans l'enceinte du port. Les sédiments à draguer sont en majorité de nature calcaire rocheuse.

Les corps morts et équipements d'amarrage seront enlevés et stockés sur le terre-plein, ou déplacés temporairement dans le bassin avant d'être remis en place une fois le dragage réalisé. Les opérations se feront à l'avancement. Le phasage de l'opération est décrit dans la partie 3.3.2.

La technique de dragage préconisée est la suivante :

- ▶ Dragage mécanique par pelle mécanique sur un ponton flottant pour les zones sableuses ;
- ▶ Déroctage au BRH puis dragage à la pelle dans les zones rocheuses ;
- ▶ Chargement et stockage des déblais en chaland à clapet ;
- ▶ Transport jusqu'au site d'immersion défini par l'arrêté préfectoral ;
- ▶ Clapage des déblais en mer.

2.2. Généralités

Les travaux suivants sont envisagés :

- ▶ La préparation et réalisation des levés bathymétriques avant et après travaux ;
- ▶ Un à deux levés intermédiaires nécessaires aux situations mensuelles et au contrôle interne de l'Entrepreneur ;
- ▶ La réalisation des études d'exécution ;
- ▶ La mise en place des installations de chantier ;
- ▶ La préparation des travaux et l'amenée du matériel nécessaire aux travaux ;
- ▶ Les mesures de limitation des effets sur l'environnement qui seront prescrites dans l'arrêté préfectoral ;
- ▶ Le dragage et le déroctage des matériaux ;
- ▶ Le transfert des sédiments dragués sur chaland ou barge à clapet ;
- ▶ Le clapage des sédiments en mer sur la zone de rejet définie dans le présent rapport et fixée par arrêté préfectoral ;
- ▶ La réalisation des contrôles pendant la réalisation des travaux (suivi environnemental et des volumes dragués) ;
- ▶ La réalisation des levés après travaux pour les zones draguées et fourniture des études et documents d'ouvrages exécutés ;
- ▶ L'enlèvement des déchets divers, pouvant être rencontrés en cours de dragage ainsi que leur mise en dépôt dans une zone qui sera à définir en accord avec le Maître d'œuvre ;
- ▶ L'enlèvement des corps morts et équipements d'amarrage (chaines mères et chaines filles), leur mise en dépôt dans une zone qui sera à définir en accord avec le Maître d'œuvre et la maîtrise d'ouvrage, et la remise en place une fois les travaux terminés.

2.3. Quantités à draguer

Afin de préciser les volumes à draguer une caractérisation du bateau de projet ainsi qu'un dimensionnement du chenal a été réalisé et est présenté dans les parties suivantes.

2.3.1. Identification des bateaux de projet

Le port est actuellement occupé par différents types de bateaux :

- ▶ Des navires dédiés à la pêche : le port abrite environ une quarantaine de bateaux de pêche essentiellement de type Saintoise dont la longueur est majoritairement inférieure à 8 m. Ce type de navire présente généralement un tirant d'eau inférieur à 0,8 m. Du fait de leur faible encombrement et tirant d'eau, les bateaux de pêche ne participent pas à la définition des caractéristiques du bateau de projet ;
- ▶ Des bateaux de plaisance : la plaisance est représentée par des bateaux de type « pêche-promenade » de longueur inférieure à 8 m et des unités plus grandes avec une longueur comprise entre 8 et 15 m. Certains navires sont à voile et présentent un tirant d'eau pouvant aller jusqu'à 2,50 m pour les voiliers.

Le port est également équipé d'un ponton pouvant accueillir des navires à passagers. La configuration spatiale du port¹, en dehors des considérations de tirant d'eau et d'amarrage, laisse la possibilité d'accueillir des navires à passager pouvant aller jusqu'à 40 m. Ce type de bateau correspond à ceux utilisés pour le transport de passager entre Pointe-à-Pitre et Marie-Galante.



Figure 2-1 : Illustration du type de bateau utilisé pour les liaisons maritime entre Pointe-à-Pitre et Marie-Galante : le SUNNYDAY : longueur hors tout (LOA) = 40 m, largeur = 10 m, tirant d'eau = 1,8 m.

Notons néanmoins, que dans une étude sur le développement du transport à passager dans le port de Port-Louis, le bateau de projet identifié disposait des caractéristiques suivantes :

« Faible largeur pour passer entre les piles du pont de la gabarre » soit :

- ▶ $3\text{ m} < L < 6\text{ m}$;
- ▶ Tirant d'air $< 3\text{ m}$;
- ▶ Tirant d'eau important pour pouvoir naviguer dans les bonnes conditions au large : $1.10\text{m} < TE << 1.30\text{m}$;
- ▶ Rapide pour compenser la distance par la route. ».

Ainsi, un navire du type Béatrix peut également être envisagé dans le port de Port-Louis : les caractéristiques du bateau sont les suivantes :

- ▶ 19,9 mètres de long ;

¹ La longueur du ponton est de 57 m et le plan d'eau laisse la possibilité de mettre en place un cercle d'évitement de l'ordre de 100 m, permettant ainsi les manœuvres d'un bateau à passager pouvant aller jusqu'à 40m.

- ▶ 5,7 mètres de large et ;
- ▶ Un tirant d'eau de 1,75m.



Figure 2-2 : Illustration du bateau de navire à passager pouvant être utilisé dans le port de Port-Louis après l'opération de dragage

La définition du bateau de projet conditionne le dimensionnement des largeurs et la profondeur du chenal d'accès au port. Le bateau de projet comportera les caractéristiques suivantes :

- ▶ Longueur = 20 m ;
- ▶ Largeur = 6 m ;
- ▶ Tirant d'eau du navire = 2,50 m.

2.3.2. Dimensionnement du chenal d'accès

2.3.2.1. Les tirants d'eau maximum à respecter pour les navires entrant dans le port

La donnée dimensionnante est le tirant d'eau du navire de projet. À celui-ci s'ajoute une marge de sécurité appelée pied de pilote (Figure 2-3). La détermination du pied de pilote est complexe, elle doit intégrer de nombreux facteurs tels que :

- ▶ Les engraisements entre deux campagnes de dragage ;
- ▶ La précision des mesures des fonds ;
- ▶ L'abaissement du niveau de l'eau et l'enfoncement du navire pendant le déplacement de ce dernier (phénomène de squat, cf. article Navires. Navigation [C 4 620]. Balisage dans ce traité) ;
- ▶ L'agitation du plan d'eau ;
- ▶ Les décotes accidentelles du niveau d'eau.

En pratique, on peut retenir un pied de pilote approximativement dimensionné comme suit :

- ▶ 20 % du tirant d'eau dans la zone d'approche au large ;
- ▶ 10 à 15 % du tirant d'eau dans les chenaux selon l'exposition ;
- ▶ 10 à 15 % en site exposé et 7 % en site abrité pour les zones de manœuvre et d'accostage.

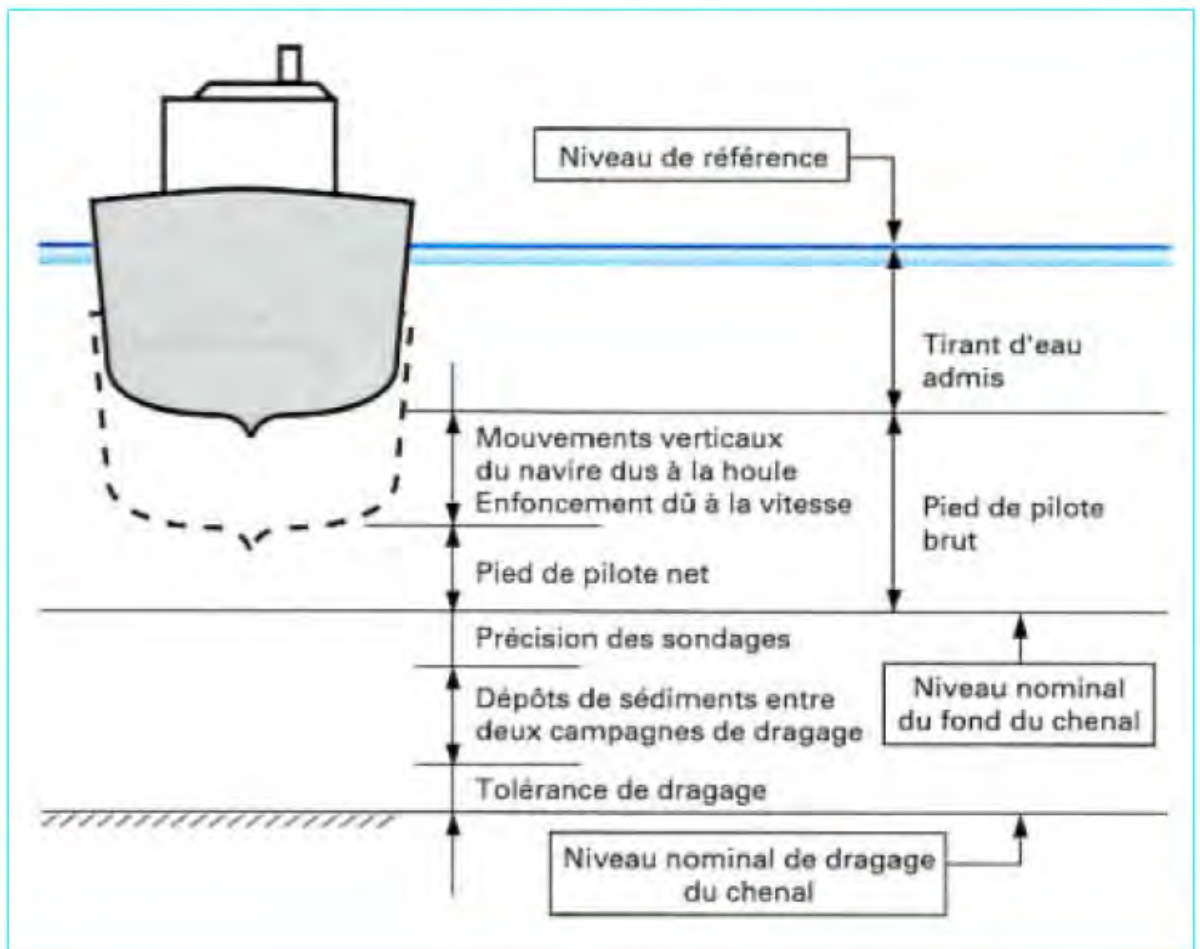


Figure 2-3 : Définition des pieds de pilote (source : Ports de commerce et de pêche : Aménagement et équipements intérieurs, Techniques de l'ingénieur Infrastructures, environnement et transport par voie d'eau - 1994)

De façon synthétique, la profondeur du chenal d'accès peut être estimée de la manière suivante² :

- Pour des houles de $H_s \leq 1\text{m}$, la profondeur varie (selon l'état des paramètres de droite) entre :

$P = (1,30 \times T_e)\text{m CM}$		<ul style="list-style-type: none"> • Type de navire • Canal exposé (+) ou protégé (-) • Houle et/ou courants transversaux significatifs (+) ou non (-) • Nature des fonds rocheux (+) ou sableux (-) • Sédimentation envisagée importante (+) ou faible (-) • Nécessité d'exploitation du port continue (+) ou non (-) • Marchandises dangereuses (+) ou non (-)
$P = (1,15 \times T_e)\text{m CM}$		
$P = (1,07 \times T_e)\text{m CM}$		

- Pour des houles de $H_s > 1\text{m}$, la profondeur doit être de manière préliminaire $> 1,3 T_e$.

² Source guide technique pour la réalisation des études portuaires, édition 1 - 2016

Pour des considérations sécuritaires, il sera considéré une profondeur de chenal égale à 1,3 fois le tirant d'eau du navire de projet. Ainsi, si l'on considère un bateau de type voilier avec un tirant d'eau de 2,5 m, la profondeur nominale du fond du chenal sera de l'ordre de 3,25 m.

Selon le guide Australian Standard, Guidelines for design of marinas, un chenal d'entrée doit avoir une profondeur minimale égale au tirant d'eau à laquelle on ajoute les valeurs suivantes :

- ▶ La moitié de la hauteur significative des vagues soit $0,5 \text{ m} / 2 = 0,25 \text{ m}^3$;
- ▶ Une marge de sécurité pour prendre en compte soit des prévisions d'ensablement soit pour réduire la fréquence du dragage d'entretien. On peut considérer comme marge de sécurité une valeur de 0,35 m en considérant que le chenal sera suivi et entretenu régulièrement ;
- ▶ Un dégagement minimal sous quille de 0,5 m afin de prendre en considération, du fait de la présence d'un matériau dur tels que de l'argile rigide, du gravier ou de la roche.

La valeur de tirant d'eau obtenue par le guide Australian Standard est ainsi de 3,60 m.

Dans le cadre du projet du chenal de Port-Louis, le tirant d'eau souhaité est de 3,61 m. Cette valeur est obtenue en ajoutant la cote de dragage définie par la maîtrise d'ouvrage de -3,5 m CM et la valeur de la cote altimétrique de la plus basse marée astronomique de +0,11 m CM. Ainsi, elle respectera les standards nationaux et internationaux.

2.3.2.2. Largeur minimum à respecter dans le chenal d'accès au port

Il est pratique d'exprimer la largeur du chenal en termes d'un multiple de la largeur d'un bateau de projet. L'AIPCN⁴ suggère, dans un rapport de 1991, **une largeur minimum du chenal d'entrée comprise entre 20 et 30 m** pour des ports ayant moins de 2 000 mouillages.

Plusieurs bateaux devant emprunter le chenal, le bateau de projet est à prendre en considération dans le dimensionnement de la largeur. Le bateau de projet, pour lequel le chenal est dimensionné, doit pouvoir y naviguer en toute sécurité. Il peut s'agir du plus grand bateau empruntant le chenal, mais ce n'est pas impératif car il ne pose pas nécessairement les plus graves problèmes de sécurité. C'est pourquoi plusieurs critères peuvent intervenir dans le choix du bateau de calcul :

- ▶ Faible maniabilité intrinsèque (fonction du rapport hauteur d'eau / tirant d'eau) ;
- ▶ Dimensions très grandes pour le port concerné ;
- ▶ Emprise excessive du vent sur la partie de coque émergée.

Le choix de la largeur de calcul est aussi basé sur tout ou partie des éléments exposés ci-dessous :

- ▶ **Les trois facteurs d'environnement**, que sont les vents traversiers, les courants et les vagues :
 - *Les vents traversiers* affectent particulièrement le bateau à vitesse réduite. Les effets sont fonction de l'emprise du vent sur la coque, du rapport hauteur d'eau / tirant d'eau (la résistance des bateaux au mouvement latéral se modifie à mesure que ce rapport approche l'unité) et de la direction apparente du vent ;
 - *Les courants transversaux* affectent le bateau de manière analogue aux vents traversiers, à la différence près que leurs effets augmentent à mesure que le rapport hauteur d'eau / tirant d'eau approche l'unité ;
 - *Les vagues* interviennent bien sûr dans le calcul de la profondeur du chenal. Si, en outre, les fronts de vagues sont transversaux au chenal, ils affectent la maniabilité du navire, et donc également la largeur du chenal.
- ▶ **La distance de croisement :**

⁴ Association Internationale Permanente des Congrès de Navigation

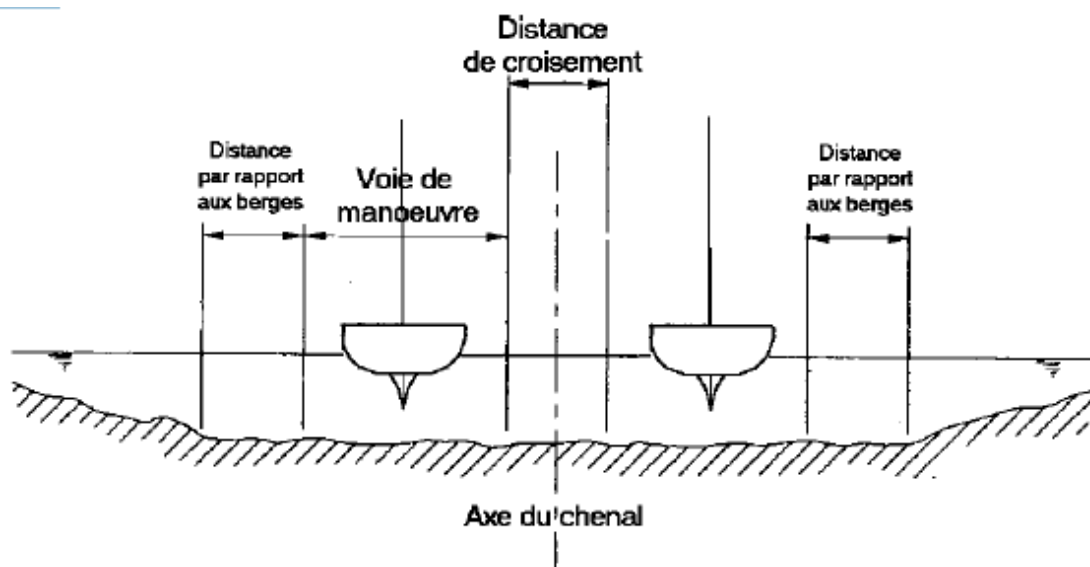
Si le chenal envisagé est à deux voies, sa largeur doit permettre aux bateaux de se croiser en toute sécurité. La largeur nécessaire au croisement doit être suffisante pour réduire au minimum acceptable l'interaction entre bateaux. En outre, elle est directement proportionnelle à la densité du trafic dans les deux voies de navigation ;

► **La distance par rapport aux berges :**

L'interaction avec les berges peut induire des embardées incontrôlables du navire. Pour éviter ceci en présence de berges immergées, une largeur excédentaire doit être prévue par rapport à la largeur de manœuvre normale.

Le chenal a également été dimensionné en considérant que le port pourra accueillir dans sa configuration actuelle des voiliers ou un navire à passagers pouvant aller jusqu'à 20 m avec un tirant d'eau de 2,50 m. Ainsi l'estimation de la largeur du chenal a été évaluée de la manière suivante :

► **Type de chenal : le chenal de navigation considéré est un chenal à deux voies de circulation.**



*Figure 2-4 : Schéma de principe d'un chenal à une voie
(source : Port Designers Handbook, Third edition, Carl A. Thoresen, 2014)*

- **Largeur du bateau de projet : 6 m ;**
- **Voie de manœuvre : 2,0 fois la largeur du navire de projet soit 12 m ;**
- **Distance de croisement : 1 fois la largeur du bateau de projet soit 6 m ;**
- **La distance par rapport aux berges : Les berges étant immergées, l'impact sera limité ainsi un coefficient de 1,0 sera pris en considération soit 6 m de part et d'autre de la voie de navigation ;**

Ainsi, selon le Port Designers Handbook, pour assurer la sécurité de la navigation du navire de projet, la largeur minimum du chenal doit être de 7 fois la largeur du bateau de projet soit 42 m.⁵

⁵ La valeur de la largeur du chenal a été estimée sur la base d'un calcul théorique conservateur et d'un bateau de projet ne fréquentant pas encore le port de Port-Louis. Ainsi, il sera nécessaire de réévaluer, en fonction du navire à passagers choisi, les conditions de navigabilité du chenal au regard de la manœuvrabilité du bateau choisi et des conditions météo-marines en présence.

Dans le cas où un navire à passagers d'une taille supérieur à 20 m serait envisagé dans le port de Port-Louis, des études sur les conditions de navigabilité seront à réaliser afin de confirmer la faisabilité technique de l'accès au port.

2.3.2.3. Tracé du chenal

Différents tracés ont été envisagés sur la base :

- ▶ Du bateau de projet défini par la maîtrise d'ouvrage ;
- ▶ Des standards de dimensionnements internationaux ;
- ▶ De la présence de colonies coralliennes.

Lors de l'élaboration du projet, le Département a fait évoluer progressivement son projet de tracé du chenal.

Trois principaux scénarios ont été envisagés :

- ▶ Scénario 1 : tracé historique envisagé lors de la création du port ;
- ▶ Scénario 2 : tracé respectant les règles de dimensionnement de chenal préconisées dans les guides internationaux ;
- ▶ Scénario 3 : tracé optimisé permettant de conserver une navigabilité acceptable pour les usages actuels et de préserver de nombreuses colonies coralliennes.

Le tableau **Tableau 2-1** synthétise l'évolution du projet depuis 2009 selon les différents scénarii envisagés.

Il est à noter que le projet a été modifié de manière conséquente, afin de :

- ▶ Prendre en considération les contraintes de navigabilités ;
- ▶ Réduire les surfaces de déroctages ;
- ▶ Prendre en considération les espèces protégées (Orbicella).

Tableau 2-1 : Synthèse des scénarios étudiés

Scénario étudié	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Longueur du chenal	187 m	410 m	230 m
Surfaces du chenal	9 600 m ²	20 380 m ²	11 900 m ²
Standard internationaux (dimensionnement du chenal)	Ne répond pas aux standards internationaux	Répond aux standards internationaux au regard du bateau de projet	Ne répond pas aux standards internationaux mais est en adéquation avec les usages actuels
Volume de dragage/déroctage (dans le chenal)	11 240 m ³	12 247 m ³	12 017 m ³
Nombre de colonie coralliennes impactées	4	27	11

Le scénario retenu correspond à la solution (**scénario 3**)



- Colonies observées**
- ▲ Bloc rocheux colonisé
 - Colpophyllia natans
 - ▲ Dichocenia stokesii
 - Diploria labyrinthiformis
 - Montastrea cavernosa
 - ◆ Orbicella annularis
 - ◆ Orbicella faveolata
 - Porites asteroides
 - Porites furcata
 - Porites porites
 - ▲ Pseudodiploria strigosa
 - Siderastrea siderea
 - ▲ Solenastrea bournoni
 - ▲ Agaricia spp
 - ◆ Corps-morts

Le tracé du scénario 3 a été réalisé en conservant un angle inférieur à 30° pour l'entrée dans le chenal et une réduction du rayon de courbure pour l'entrée dans le port. Le dimensionnement du chenal conserve une largeur suffisante pour prendre en compte la modification du tracé par rapport aux standards internationaux. Néanmoins, dans le cas où la maîtrise d'ouvrage souhaiterait mettre en service un navire de transport à passager, une étude sur les conditions de navigabilité aux regards du type bateau envisagé sera nécessaire. Les caractéristiques du tracé du chenal retenu sont les suivantes :

- ▶ Rayon de courbure de 200 m en entrée de chenal et de 100 m en entrée de port ;
- ▶ Sur-largeur en courbe 5 m ;
- ▶ Angle maximum de la courbe inférieur à 30° en entrée de chenal et inférieur à 40° en entrée de port ;

2.3.2.4. Les contraintes générales de navigation

Les vitesses de navigation sont :

- ▶ De 3 nœuds à l'approche de la passe d'entrée (dernière courbe) et dans l'enceinte du port ;
- ▶ De 5 nœuds dans la bande des 300 mètres (Cf. l'arrêté préfectoral n°2018-116 en date du 10 juillet 2018).

2.3.3. Estimation des volumes

Les volumes ont été estimés sur la base des paramètres dimensionnant précédemment cités :

- ▶ Cote de dragage -3,50 m CM ;
- ▶ Distance de sécurité entre les ouvrages et les zones draguées de 5 m ;
- ▶ Tracé du chenal retenu par la maîtrise d'ouvrage (scénario 3) ;

Le volume de matériaux théorique à draguer est estimé à 50 216 m³ (cf. Figure 2-5).

Il appartiendra à l'entreprise titulaire du marché de travaux, de réaliser avant l'opération une bathymétrie des zones à draguer pour vérifier la faisabilité du programme et les volumes de sédiments à draguer selon les cotes définies. Il appartiendra également à l'entreprise de lever le pied des ouvrages afin de préciser la distance de sécurité entre les zones de dragage et les zones non traitées. Dans tous les cas, quelles que soient les conclusions de ce levé, le volume global de sédiments à draguer ne devra pas dépasser celui estimé dans le présent document et faisant l'objet d'une demande d'autorisation.

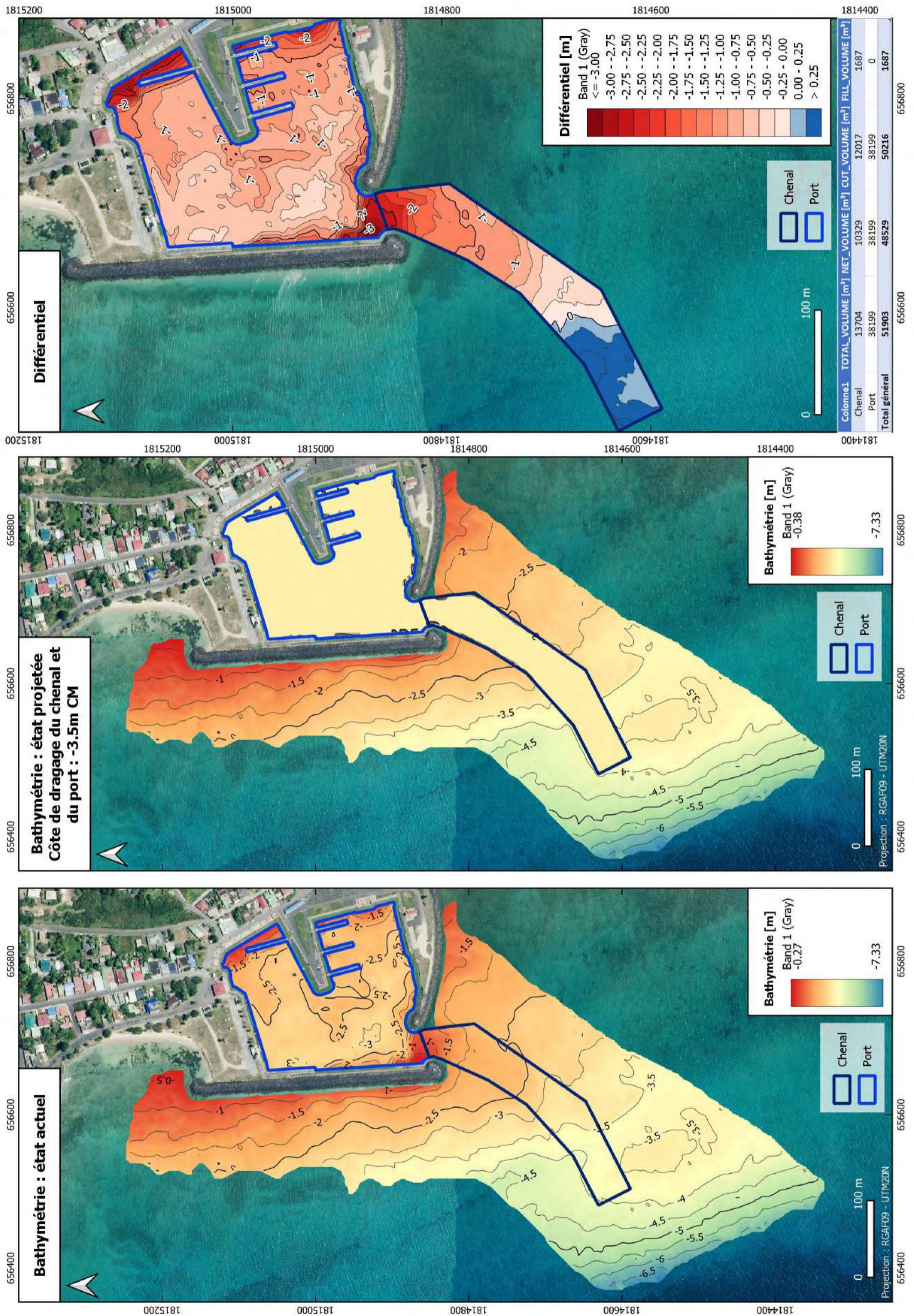


Figure 2-5 : Cartographie de la bathymétrie, de la cote de dragage envisagée et des épaisseurs estimées

2.4. Moyen de mise en œuvre

L'opération sera réalisée en deux temps :

- ▶ Le dragage des matériaux meuble ;
- ▶ Le déroctage des zones dures calcaires quand cela sera nécessaire.

Ces deux phases seront réalisées à l'avancement dans le but de libérer rapidement le port en exploitation.

Le dragage des matériaux meuble sera réalisé avec l'aide d'un atelier classique de dragage, constitué d'une pelle sur ponton un flottant et d'une barge fendable (cf. Figure 2-6).



Figure 2-6 : Illustration d'un atelier de dragage constitué d'un ponton avec une pelle et d'une barge fendable (source : CREOCEAN)

Chaque opération de déroctage est un cas particulier qui dépend de la nature des matériaux mais aussi du lieu, du volume à traiter, des moyens nautiques disponibles, des moyens de stockage et de traitement, ... Dans le cas présent, le territoire ne dispose pas d'espace suffisant stocker les sous-produits du déroctage. Par ailleurs, les couches calcaires sont relativement dures et le retour d'expérience sur les travaux d'extension ont montré que :

- ▶ L'utilisation d'une pelle n'est pas suffisante pour extraire les matériaux les plus durs ;
- ▶ Le minage est inefficace face à l'hétérogénéité des matériaux présents.

La seule solution pertinente dans le cas présent est d'utiliser une pelle hydraulique à forte capacité fixée sur un ponton flottant de grande capacité, stabilisée par des pieux. La souplesse d'intervention de la pelle hydraulique permet d'utiliser différents godets, dont des rippers pour casser et arracher les blocs les plus gros. En complément, la pelle devra être équipée d'un brise roche hydraulique ce qui permettra de réaliser des travaux précis dans des roches dures (Figure 2-7).



Figure 2-7 : Illustration (à gauche) d'une dent ripper et (à droite) d'un atelier de déroctage au brise roche hydraulique (source : www.tramaf.fr)

3. Programme de Travaux

3.1. Plan de dragage

3.1.1. Cote de dragage

Les caractéristiques des zones à draguer devront respecter les prescriptions suivantes :

- ▶ Une profondeur de -3,50 m CM sur l'ensemble de la zone draguée ;
- ▶ Les zones à draguer devront être éloignées des ouvrages (perrés, quais...) d'une dizaine de mètres environ pour ne pas risquer de les déstabiliser ou les perturber.

La nature des sédiments à draguer a été exposée au **chapitre 1.2.3.1**.

En grande majorité, les matériaux à extraire est composée de matériaux calcaires rocheux. Les sédiments meubles sont composés de limon avec une dominante de sable moyen.

Les zone de dragage/déroctage sont présentées en rouge sur la Figure 3-1.

Les cotes de dragage incluent un pied de pilote d'environ 0,5 m par rapport au bateau de projet.

La cote de dragage devra être respectée dans la limite du seuil de tolérance. Aucune sonde au-dessous de la cote de projet ne sera acceptée. Le dragage en dessous de la cote maximale ne seront pas comptabilisé dans les décomptes présentés par l'entrepreneur.

3.1.2. Stabilité des talus

L'entreprise titulaire du marché devra réaliser toutes les reconnaissances géotechniques qu'elle jugera nécessaire pour la réalisation des travaux.

L'entreprise devra prendre toutes les dispositions nécessaires pour éviter tout sur-dragage en pied d'ouvrage pouvant amener à sa déstabilisation. Comme mentionné précédemment, avant toute intervention de l'entreprise, une reconnaissance du pied d'ouvrage est nécessaire.

Il est important de noter qu'aucune donnée concernant la conception des ouvrages n'est actuellement disponible.

3.1.3. Volume à draguer par zone

Sur la base de la bathymétrie de novembre 2020 et de la côte de dragages de -3,50 m NGG, les volumes à draguer sont estimées à 50 216 m³, répartis de la manière suivante :

- ▶ Dans l'enceinte portuaire : 38 199 m³ (zone 1) ;
- ▶ Chenal d'accès : 12 017 m³ (zone 2).

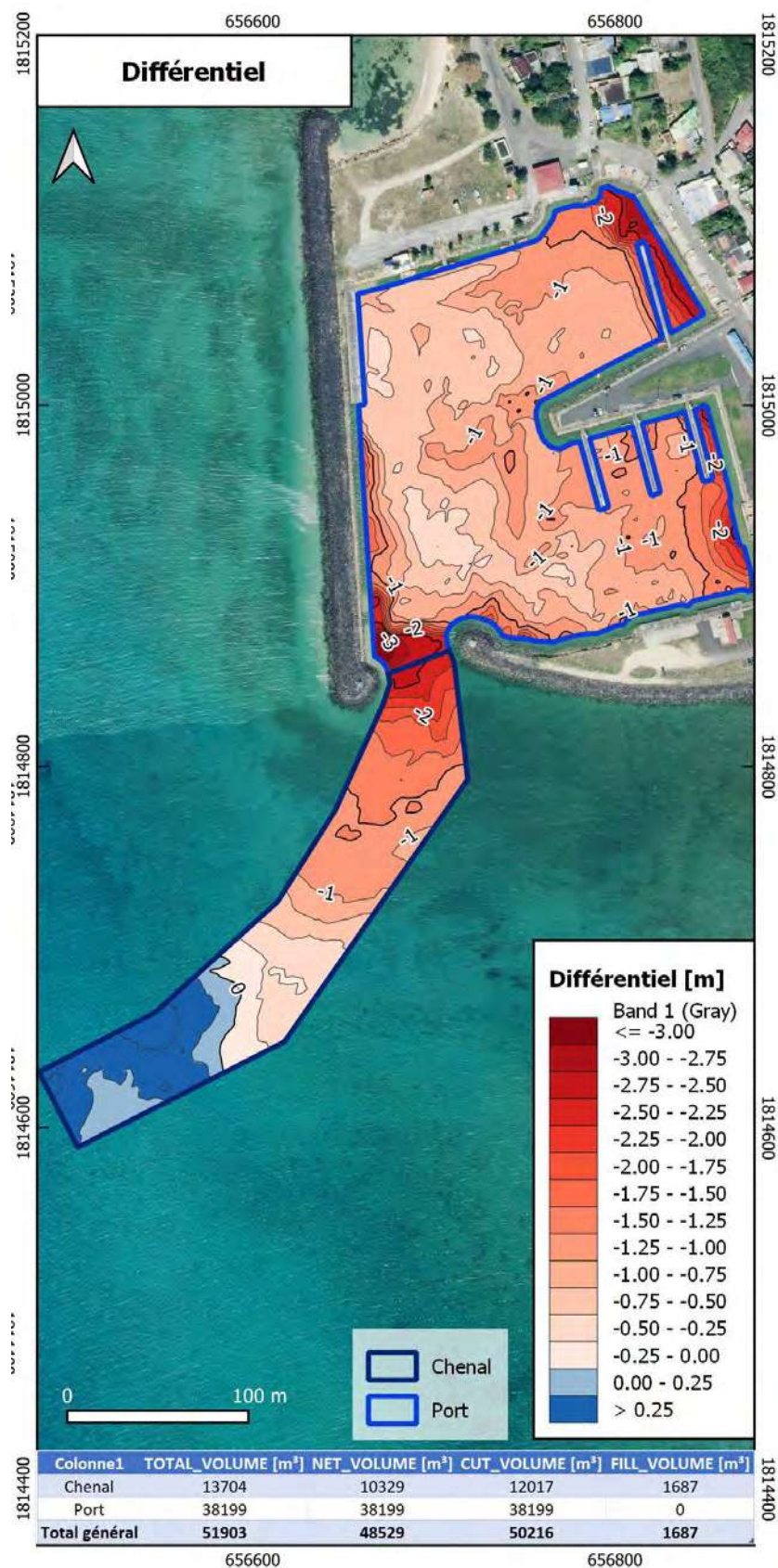


Figure 3-1 : Cartographie des profondeurs de dragage estimées

Compte tenu de la dynamique sédimentaire et de la nature des levés, une évolution est à prévoir d'ici le démarrage de l'opération. Ainsi, sur la base des levés avant travaux, l'Entrepreneur proposera pendant la période de préparation un projet de dragage permettant d'obtenir la cote cible. **En fonction des levés bathymétriques contradictoires, il est très vraisemblable que les volumes estimés en novembre 2020 aient légèrement augmenté.**

3.1.4. Volume à claper : impact du coefficient de foisonnement

Le coefficient de foisonnement du dragage est le rapport entre le volume des déblais extraits mesuré dans les chalands et celui des déblais en place mesurés par la bathymétrie. Il varie approximativement dans les limites suivantes :

Tableau 3-1 : Coefficient de foisonnement du dragage Source : ELEMENTSDEDRAGAGE, Prof. Dr. Ir. Yasar Argun ISIN, 2012

Sable et galets	1,2 à 1,3
Sable vaseux	1,33
Sable moyen	1,4
Gros sable	1,5
Vase	1,5

Les matériaux présents sont composés de :

- ▶ 17 395 m³ de matériaux de type sable/vase, il en résultera un volume à claper de l'ordre de 23 135 m³.
- ▶ 32 821 m³ de matériaux de type rocheux. Le coefficient de foisonnement pour les sous-produits de déroctage est estimé à 1,30⁶ soit un volume total à claper de l'ordre de 42 667 m³.

3.2. Immersion

3.2.1. Choix de l'immersion

La première destination à envisager pour les sédiments extraits était un stockage à terre pour une déshydratation avant une réutilisation ou un envoi vers un centre de stockage adapté. Cependant, il n'existe actuellement aucun centre de stockage de déchets sur l'île de la Guadeloupe adapté à la problématique des sédiments marins. Quant à la décontamination à terre de sédiments, la seule filière possible est l'export par voie maritime vers la métropole mais entraînant des coûts.

Les sédiments portuaires sont relativement hétérogènes avec des matériaux grossiers mélangés à des vases, rendant difficile leur valorisation. Il serait nécessaire de séparer la fraction fine des sédiments grossiers, puis un séchage pour une valorisation potentielle des éléments de granulométrie grossière (remblais).

Ainsi, au vu des forts volumes dragués, de l'absence de filière structurée de stockage des sédiments marins, du manque de place sur les terre-pleins et du contexte insulaire de l'île de Guadeloupe, la solution la plus pertinente est l'immersion en mer.

3.2.2. Choix du site d'immersion

En considérant les contraintes inhérentes au clapage (se situer à moins de 6 miles des côtes et des profondeurs supérieures à 200 mètres), une courantologie limitant le retour potentiel à la côte et la bathymétrie autour de Port-Louis, un éloignement suffisant des zones sensibles ou d'intérêt écologique (cœurs de parc, réserves naturelles, ...), un éloignement suffisant des zones d'activités maritime (Dispositifs de Concentrations de Poissons), un site potentiel a été identifié (Figure 3-3) ;

⁶ Les terrassements. 1ère partie. Supplément au n°552 d'Mai 1979. Revue générale des routes et aérodromes. J. Betoux. 1979.

Précisons qu'en l'absence d'informations précises sur les biocénoses profondes (densité, superficie, espèces présentes, etc.) les incidences exactes du clapage des sédiments sur ces dernières ne peut être évaluée.

3.2.3. Localisation du site d'immersion en mer

Les coordonnées géographiques du site d'immersion potentiel sont indiquées Tableau 3-2.

Tableau 3-2 : Tableau Coordonnées du site d'immersion potentiel (WGS84-Géographique - Latitude/Longitude)

	Latitude	Longitude
Site de clapage	16° 25.852'N	61° 35.366'O

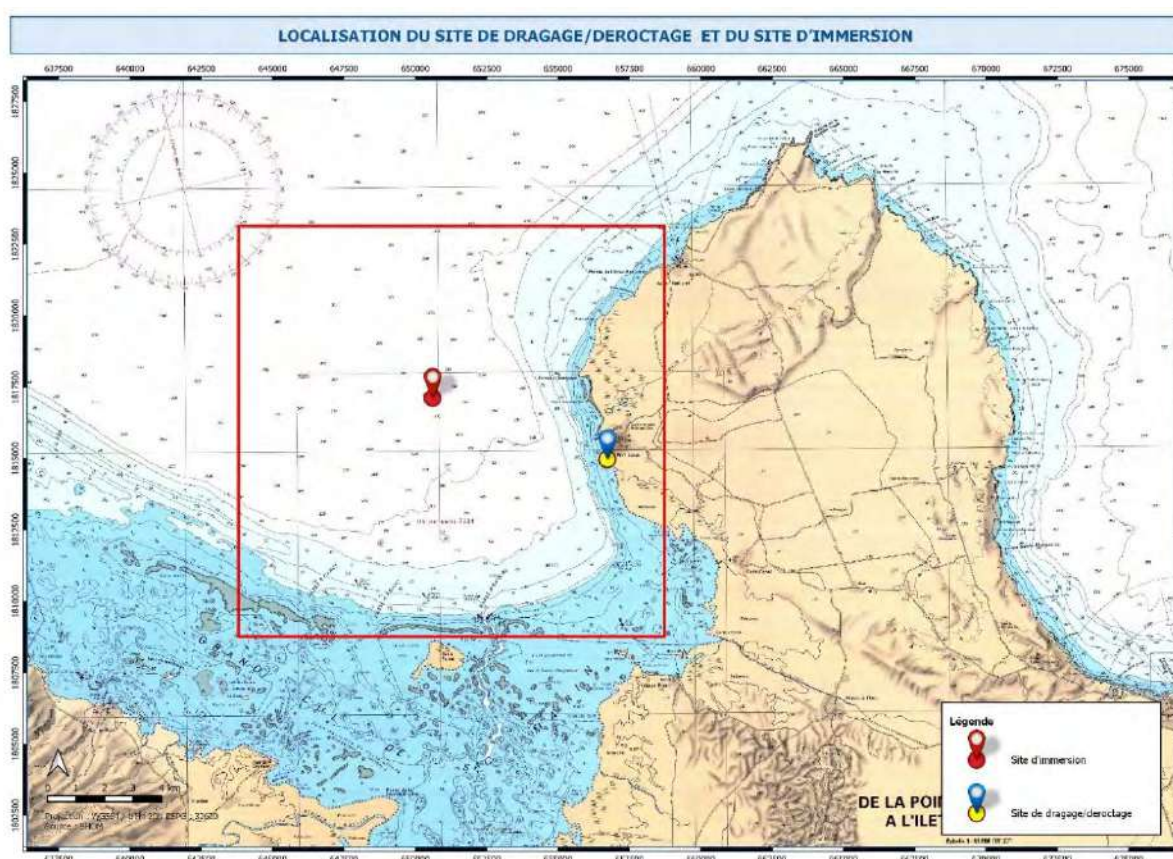


Figure 3-2 : Localisation du site d'immersion des sédiments de dragage

Les caractéristiques du site sont les suivantes :

- ▶ Situé au Nord-Ouest du port de Port-Louis, à une distance d'environ 3,5 MN du port et 2,7 MN la côte la plus proche ;
- ▶ Éloigné des zones côtières et des biocénoses remarquables ;
- ▶ Situé sur des fonds entre - 275 et - 290 mètres de profondeur ;
- ▶ Sur la zone d'immersion, les biocénoses ne sont pas très connues du fait des grandes profondeurs. Il faut toutefois noter que des campagnes d'inventaires de faune profonde ont été menées au nord de la Guadeloupe et que des cnidaires profonds et des mollusques ont été ponctuellement échantillonnés entre 300 et 4000 mètres de profondeur. Les données sont toutefois lacunaires sur le sujet ;
- ▶ Situé à 4,6 MN au Nord de l'îlet Fajou.

3.2.4. Rappel général sur les rejets en mer par clapage

Le clapage consiste à larguer les sédiments compacts par l'ouverture du fond des chalands porteurs en surface. La descente des matériaux, cohésifs ou non, se fait en masse avec seulement une faible dispersion par remise en suspension estimée à moins de 5 % du volume clapé. L'évolution de ces déblais sur le fond dépend des conditions hydrodynamiques (courants, houles) et des caractéristiques physiques des sédiments.

Les rejets de dragage sont habituellement plus denses que l'eau du milieu récepteur. Ainsi, lorsque le rejet est effectué en surface, sa densité plus importante mène à un mouvement complexe qui tend à projeter plus ou moins rapidement les produits de dragage vers le fond et se décompose en trois phases :

- ▶ Convection ou descente en masse ;
- ▶ Diffusion passive ;
- ▶ Effondrement dynamique.

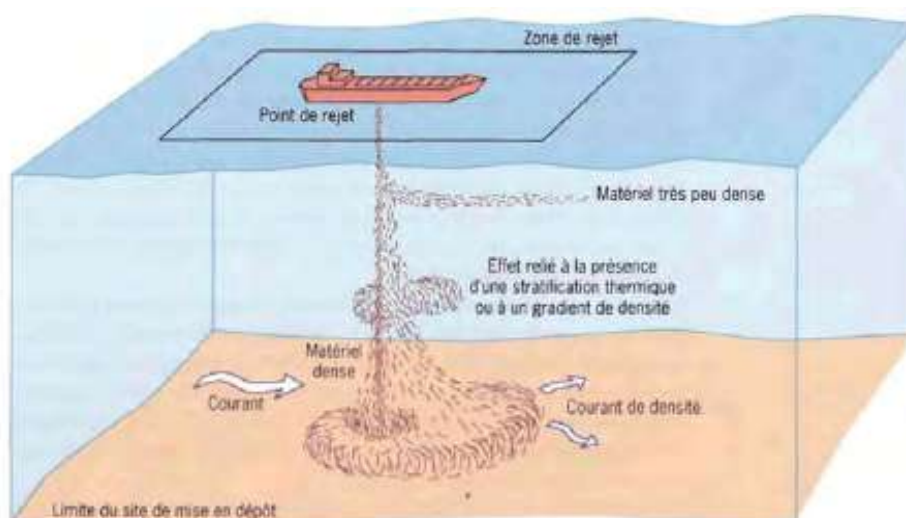


Figure 3-3 : Différentes phases d'évolution des matériaux (IFREMER, 1999).

Une fois le rejet étalé sur le fond, l'évolution du matériel à long terme peut être décrite selon deux phases :

- ▶ Formation et tassement des dépôts ;
- ▶ Remise en suspension et dispersion de ceux-ci.

Cependant, les publications sur les rejets de dragage concernent principalement des rejets en faible profondeur avec une majorité des sédiments clapés atteignant le fond et un faible pourcentage remis en suspension. Assez peu d'information est disponible sur des clapages en grande profondeur (>100m d'eau) et sur la répartition schématique de ces sédiments dans la colonne d'eau après le clapage. La littérature fait parfois état de tentatives de modélisation champ proche de sédiments dragués mais celles-ci s'avèrent peu concluantes, et peu de moyens sont disponibles pour les valider.

On notera par exemple l'étude de Stoddard *et al.*, (1985)⁷ qui utilise une modélisation champ proche pour un rejet de 4 000 m³ de sédiments en grande profondeur. Les sédiments clapés atteignent une profondeur d'équilibre de 325 m lors de la phase convective qui dépend de la densité du milieu et la densité des sédiments rejetés.

3.2.5. Contrôle des immersions

L'Entrepreneur préparera et respectera un plan de contrôle d'immersion en mer valable pour tout engin susceptible d'immerger des matériaux en mer. Ce plan de contrôle devra inclure au minimum :

⁷ Stoddard, A., R.Wells, and K. Devonald, 1985. Development and application of a deepwater ocean waste disposal model for dredged material : Yabucoa Harbor, Puerto Rico. MTS Jour. 19:26-39.

- ▶ L'enregistrement automatique de la route de la drague à partir du moment où le dragage est interrompu jusqu'à la fin de l'immersion. Les données numériques devront être recueillies, enregistrées et transmises dans les rapports journaliers avec indication des éléments suivants :
 - Numéro du chargement ;
 - Date et heures de début et fin du chargement ;
 - Position durant le clapage ;
- ▶ Un registre des opérations d'immersion dans un tableur qui sera remis de façon hebdomadaire et qui contiendra les informations suivantes :
 - Nom du navire ou du chaland ;
 - Numéro du chargement ;
 - Date ;
 - Heures de début et fin du chargement ;
 - Position du point de clapage ;
 - Heures de début et fin d'immersion ;
 - Quantité estimée du chargement.

Ces données seront conservées par l'Entrepreneur durant le projet et mis à disposition du Maitre d'Œuvre, soit à échéance régulière, soit sur demande, sous format papier et électronique.

3.3. Méthodologie de mise en œuvre

3.3.1. Cadence des travaux

Le point de clapage étant distant de 3,5 MN, il a été considéré que le chaland pourrait réaliser 4 rotations par jour. La capacité des barges fendables utilisés en Guadeloupe est de 415 m³. Néanmoins, au vu des contraintes liés à l'accès au port et aux problématiques éventuelles de surverse, les chargements seront limités à 90 % de la capacité totale du navire utilisé soit environ 370 m³. Ainsi, pour le dragage des sédiments meubles, les rendements à attendre sont de l'ordre de 1 480 m³ de matériaux foisonnés par jour soit 1 140 m³ de matériaux en place.

Pour les opérations de déroctage, le temps de chargement est plus long car il nécessite une opération de fracture des blocs rocheux, puis une opération de chargement. Il est ainsi estimé qu'une seule barge pourra être clappée en mer chaque jour, soit 370 m³ de matériaux foisonné ce qui correspond à 285 m³ de matériaux en place.

Le Tableau 3-3 présente le détail de l'estimation des travaux de dragages.

Tableau 3-3 : Estimation de la durée des travaux de dragage par type d'intervention

	Volume à draguer	Cadence	Durée des travaux en jours	Intempéries et stand-by	Durée totale
Matériaux meuble	13 395 m ³	1 140 m ³ /j	12	20% soit 3 j	15 j
Matériaux issus du déroctage	32 821 m ³	570 m ³ /j	58	20% soit 12j	70 j

Afin de limiter les nuisances les travaux seront réalisés uniquement de jour et du lundi au vendredi.

La durée des travaux est donc estimée à 4 mois hors temps de préparation.

3.3.2. Phasage et gestion de la coactivité

3.3.2.1. Informations sur le planning des travaux

En amont du commencement de l'opération, une mise au point est souhaitée afin de valider le planning d'intervention. Une fois le planning clarifié, une réunion publique d'information à destination des usagers est également à programmer. Cette réunion aura pour vocation de préciser l'organisation temporaire du plan d'eau pendant les différentes phases des travaux.

3.3.2.2. Phasage de l'opération

Les parties ci-dessous sont des préconisations quant à l'organisation du plan d'eau en phase chantier. Cette organisation a pour vocation de conserver le même nombre d'emplacement tout au long des travaux.

3.3.2.2.1. Etape 1 : dragage du chenal et préparation du dragage du Port

La première étape consistera au deroctage de la passe d'entrée afin d'optimiser les rotations des barges pour le clapage en mer. Les travaux se feront à l'avancement en partant du large vers la passe d'entrée du port. Afin de protéger l'environnement immédiat du chenal, l'entreprise devra mettre en place un dispositif permettant de ne pas disperser les matières en suspension et de limiter l'impact des bruits sous-marins (Figure 3-5).

Pendant les opérations de dragage du chenal, un ponton provisoire devra être mis en place dans la zone Sud en vue de l'accueil des navires du port. Les opérations concernant la mise en place des barrières anti-MES pourront être anticipées. Dans un objectif de limiter la coactivité dans le port, le Département devra procéder au déplacement des navires et des mouillages du ponton N°4 vers le ponton d'accueil des navettes à passagers (Figure 3-6).



Figure 3-4 : Illustration d'un atelier de dragage en mer avec une barrière anti-MES
(source : www.tramar.fr)

Etape 1bis : mise en place d'un ponton provisoire et des barrières anti-MES

Figure 3-5 : Localisation du ponton provisoire, du transfert des navires du ponton N°4 et des barrières anti-MES en vue des opérations de dragage du port

3.3.2.2.2. Etape 2 : dragage de la zone Sud-Ouest

Dès la fin de l'étape 1, l'entreprise pourra procéder au dragage de l'intégralité de la zone Sud-Ouest (Figure 3-7). L'entreprise interviendra prioritairement dans la zone située au Sud. Une fois la zone Sud draguée, les mouillages des pontons 5 et 6, ainsi que leurs navires seront déplacés au niveau du ponton provisoire (Figure 3-8). Les mouvements des navires et des mouillages devront être anticipés le plus tôt possible par le Département.



Figure 3-6 : Représentation schématique de l'étape 2 : dragage de la zone Sud-Ouest

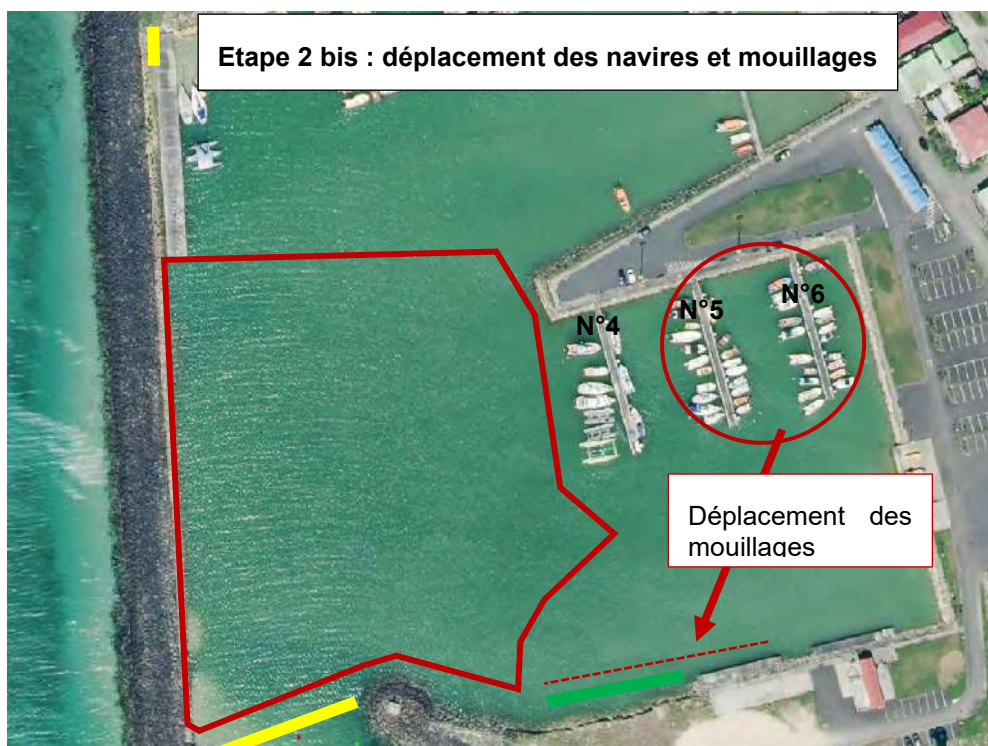


Figure 3-7 : Représentation schématique de l'étape 2 deuxième partie : déplacement des mouillages des pontons 5 et 6 et zone d'intervention de l'atelier de dragage

3.3.2.2.3. Etape 3 : dragage de la zone Sud-Est

Une fois les mouillages des pontons 5 et 6 déplacés et le dragage de la zone Sud-Ouest achevée, l'entreprise procédera aux dragages de la zone Sud-Est (Figure 3-9). L'étape 3 bis consistera, en parallèle du dragage de la zone Sud-Est, à déplacer les 2 pontons (N°1 et N°2) de la zone Nord et le déplacement des navires présent dans les zones d'accueils provisoires (Figure 3-10).



Figure 3-8 : Représentation schématique de l'étape 3 : dragage de la zone Sud-Est



Figure 3-9 : Représentation schématique de l'étape 3 bis

3.3.2.2.4. Etape 4 : dragage de la zone Nord

L'étape 4 consiste au dragage de l'intégralité de la zone Nord (Figure 3-11). A la fin de cette dernière phase, les pontons ainsi que les mouillages seront remis dans leur position initiale (Figure 3-12).



Figure 3-10 : Représentation schématique de l'étape 2 deuxième partie : dragage de la zone Nord

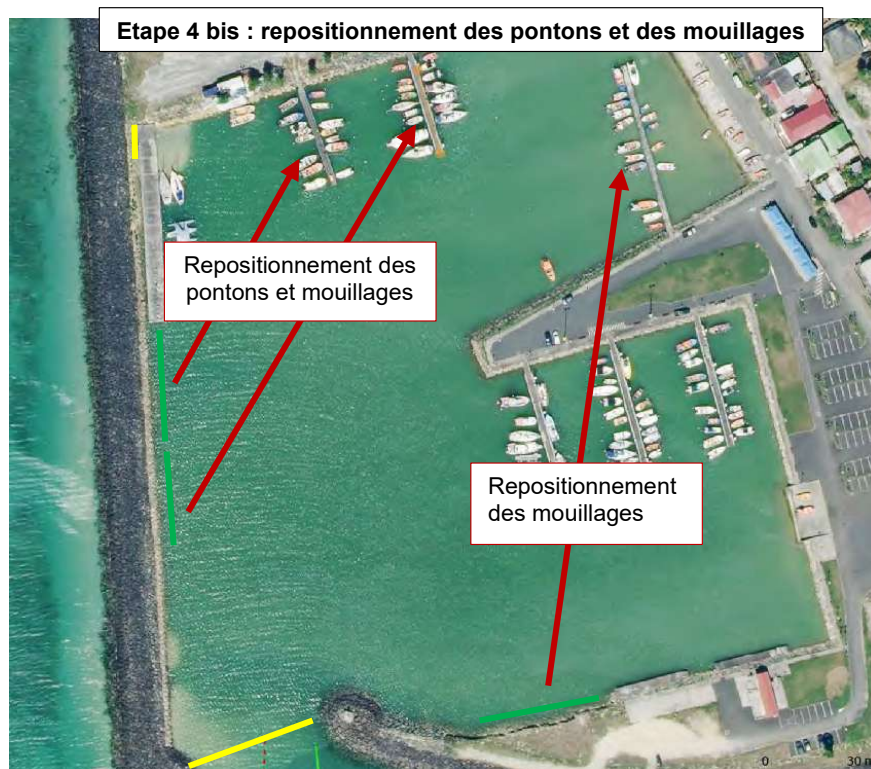


Figure 3-11 : Représentation schématique de l'étape 2 troisième partie : repositionnement des mouillages des pontons 1,2 et 3

3.4. Contraintes liées au chantier de dragage et déroctage du port de Port-Louis

3.4.1. Règles de bonne tenue du chantier

3.4.1.1. Horaires de travail

Le chantier se déroulera sur les horaires de journée : **7h-18h**.

3.4.1.2. Rappel des contraintes liées à l'environnement

Les opérations étant réalisés en milieu marin, l'entreprise devra prendre toutes les dispositions nécessaires pour éviter tout risque de nuisance ou pollution (hydrocarbures, MES lors des dragage et déroctage, ...).

A ce titre, l'entrepreneur veillera particulièrement à :

- ▶ Recueillir et traiter les eaux usées, par un dispositif d'épuration collective réglementaire ;
- ▶ Stocker les hydrocarbures dans des cuves à double étanchéité.

3.4.1.3. Gestion de la propreté du chantier

Tout moyen sera mis en place pour maintenir le chantier et ses abords en bon état de propreté dans le respect de l'environnement et des règles d'utilisation de l'espace portuaire.

En fin de chantier, l'entrepreneur devra procéder à un nettoyage de la zone de travaux et des installations de chantier.

3.4.1.4. Qualité et sécurité de l'espace de travail

Afin d'assurer un environnement de qualité pour le personnel présent sur le site de l'opération, et pour minimiser tout risque vis-à-vis de la santé et de la sécurité, les dispositions suivantes devront être mises en place :

- ▶ Des Equipements de Protection Individuelle (EPI) propres et en bon état sont mis à disposition pour les visiteurs ;
- ▶ Des procédures « santé et sécurité » devront être mises en place. Les mesures suivantes ont été identifiées:
 - Formation appropriée de toutes les équipes, y compris le personnel intérimaire, pour intégration des pratiques de santé et sécurité ;
 - Information affichée sur le chantier ;
 - Prévention de l'exposition au soleil ;
 - Archivage de tous les incidents (mineurs et sérieux) et les presque-accidents (incidents évités de justesse) ;
 - S'assurer qu'un nombre suffisant d'employés secouristes est présent sur le site ;
 - S'assurer qu'un nombre suffisant d'équipements de premiers soins est disponible sur le site.

Des panneaux d'information indiquent les coordonnées des secours les plus proches (Police, Pompiers, Urgences les plus proches) dans les différents locaux composant la base vie (salle de réunion, salle de réception, réfectoire...).

3.4.1.5. Limitation des nuisances et des pollutions

De façon générale, l'entreprise collectera les remarques émanant de personnes extérieures au chantier (personnel du port, usagers, riverains), et les fera remonter à la MOE et à la MOA. L'entreprise veillera à ce que les réclamations soient limitées par une bonne gestion environnementale.

3.4.1.5.1. Limitation des nuisances dues au trafic terrestre ou maritime

L'entreprise prendra toutes les mesures nécessaires auprès des autorités locales, des concessionnaires ainsi que des usagers, pour que les travaux n'induisent pas de perturbations trop importantes sur les trafics routiers (rotation des bennes à déchets) et maritimes.

Les itinéraires d'accès, les plans de circulation des véhicules sur chantier, les trajets prévisionnels empruntés par la barge pour le transfert de matériaux seront soumises à l'approbation du MOE.

3.4.1.5.2. Réduction des nuisances acoustiques

Le chantier s'insère dans un secteur urbanisé, ainsi il sera recherché à limiter les nuisances sonores du chantier qui peut induire des nuisances sonores continues.

Afin de garantir un niveau sonore admissible, les entreprises respecteront les limitations réglementaires.

Des précautions seront prises pour limiter les bruits des chantiers, comme le respect des conditions d'utilisation des matériels, des comportements qui ne soient pas anormalement bruyants ou le respect des jours et horaires autorisés pour le chantier. Ainsi, il n'y aura pas de déroctage ni de dragage sur les horaires de nuit. Les horaires du chantier sont fixés de 7h à 18h. Aucune opération ne sera réalisée en dehors de ces horaires.

3.4.1.5.3. Limitation des pollutions du milieu naturel

Tout rejet dans le milieu naturel de produits polluants est formellement interdit.

L'entreprise devra disposer d'un kit d'intervention d'urgence permettant d'absorber ou de neutraliser tout déversement accidentel (carburant, huile, graisse, solvant, acide, peinture, vernis...).

3.4.1.6. Interruption en cas de vigilance météorologiques

En cas de conditions météorologiques dégradées, les travaux sont reportés ou suspendus s'ils ont commencé.

- ▶ En vigilance jaune pour fortes houles, l'entreprise devra prendre toutes les dispositions nécessaires pour éviter toute surverse dans le milieu. Cela passe notamment par la réduction du volume de chargement des chalands ;
- ▶ En vigilance orange pour fortes houles, les travaux de dragages devront être suspendus par l'entreprise titulaire du marché.

L'Entrepreneur protégera ses installations contre les dommages pouvant résulter :

- ▶ Des vents ;
- ▶ Des houles ;
- ▶ Des variations du niveau de la mer (liste non exhaustive), et adaptera son programme en conséquence.

L'entrepreneur sera entièrement responsable des dégâts causés par les tempêtes et intempéries. Aucune indemnité ne lui sera accordée en cas de dégât. L'Entrepreneur devra assurer, à ses frais, les éventuelles réparations causées par les intempéries. Seul un délai supplémentaire lui sera accordé lorsque des bulletins orange ou d'importance supérieure pour fortes houles seront émis par Météo-France.

3.4.1.7. Suivi aérien

Un suivi aérien sera à réaliser pendant la phase de dragage des matériaux meuble. Ce suivi sera conduit lors d'une rotation d'un chaland du site de dragage vers le site de clapage et se présentera sous la forme d'un reportage photographique. A minima, le suivi photographique se fera en trois points différents :

- ▶ Sur le site de dragage, pendant et à la fin d'une phase de remplissage d'un chaland. Plusieurs vues aériennes du port pendant l'opération de dragage doivent être réalisées afin de déterminer l'efficacité du rideau de bulles. Des vues peuvent être réalisées au moment du départ de la barge ;
- ▶ Le long du transit vers le site d'immersion ;
- ▶ Sur le site d'immersion, à la fin de la phase de clapage.

3.4.2. Contraintes organisationnelles de mise en œuvre

3.4.2.1. Contraintes techniques

L'utilisation de drague aspiratrice en marche ou tout autre type de drague est strictement interdite.

Enfin de limiter tout risque de nuisance sur l'environnement, la pratique de la surverse est strictement interdite.

Le choix de la taille, puissance et capacité des engins sera laissé libre à l'entreprise dans la mesure, où il respecte les normes en vigueur.

3.4.2.2. Maintien des activités

Pendant l'opération de dragage, le maintien des activités nautiques principales qui ont lieu dans le port de Port-Louis devra autant que possible être assuré.

L'entrepreneur devra tout mettre en œuvre pour ne pas générer de remise en suspension dans le milieu. L'usage d'un barrage filtrant anti-MES sera disposé en sortie de port afin de confiner les MES.

3.4.2.3. Données météorologiques durant les travaux

Durant les travaux, il sera demandé à l'Entreprise d'effectuer un suivi journalier des prévisions météorologiques. Tout incident lié à des problèmes météorologiques prévisibles à l'avance ne pourra donner lieu à aucune rémunération complémentaire.

Les conditions météorologiques prévues à 5 jours devront être affichées en permanence sur le chantier et être transmise, par email, au Maître d'Œuvre.

Ces prévisions devront être corrigées 24 heures à l'avance.

3.4.2.4. Exécution de travaux imprévus

Sur ordre et selon les instructions du Maître d'Œuvre, l'Entrepreneur est tenu d'assurer l'exécution des travaux imprévus qui pourrait survenir durant le déroulement du présent marché.

3.4.2.5. Gardiennage

L'Entrepreneur sera responsable, jusqu'à réception des travaux, des vols qui pourraient être commis. Il devra remplacer immédiatement, à ses frais, les matériaux et objets disparus ou détériorés, sauf recours, à exercer à sa diligence et à ses frais, contre qui de droit.

3.4.2.6. Rapport Journalier de Chantier

Un rapport journalier de chantier sera tenu par l'entrepreneur.

Dans le journal seront consignés chaque jour :

- ▶ Les travaux exécutés : les moyens mis en œuvre, les zones d'intervention et les parties d'ouvrage traitées ;
- ▶ Le temps de travail effectif, les arrêts et leur nature ;
- ▶ L'effectif et le statut du personnel : l'identité et le statut (titulaire, intérimaire, sous-traitant...)
- ▶ des personnes travaillant sur le chantier ;
- ▶ Les conditions atmosphériques constatées ;
- ▶ Les conditions maritimes (niveau de la marée, agitation, ...) ;
- ▶ Les observations faites et les prescriptions imposées à l'Entrepreneur sur le plan technique ;
- ▶ Les observations ou prescriptions du Maître d'Œuvre ou du coordonnateur SPS concernant la sécurité et la protection de la santé ;
- ▶ Les incidents de chantier ;
- ▶ Tout incident, accident ou événement (gêne, manifestation, grève, etc...) extérieur au chantier et/ou aux entreprises travaillant sur le chantier et qui pourraient occasionner une entrave au bon déroulement du chantier ;

Pendant la période de préparation, l'Entrepreneur soumettra à l'agrément du Maître d'Œuvre un projet de cadre de rapport journalier de chantier.

Pendant l'exécution des travaux, l'Entrepreneur transmettra au Maître d'Œuvre, **chaque jour par email**, les feuilles de chantier (journée de travail + 1 jour ouvré).

S'agissant d'un document établi uniquement par l'Entrepreneur sans contrôle direct du Maître d'Œuvre, les journaux de chantier n'ont pas de valeur contractuelle. Ils ne pourront donc pas être utilisés pour justifier un quelconque aléa de chantier (pannes, arrêt, ...).

Important : Certains aléas (découverte d'ouvrage non connus...) ou la présence de matériels et/ou matériaux sur le chantier pourront par revanche être justifiés par des photographies (transmises par email).

3.4.2.7. Réunions de chantier

Le Maître d'Œuvre fixe la fréquence des réunions de chantier. La présence de représentants qualifiés de l'entrepreneur, de ses cotraitants, et de ses sous-traitants est obligatoire (Directeurs de travaux ou conducteurs de travaux suivant la nécessité).

Au cours de ces réunions, seront abordés tous les points techniques liés aux travaux.

Chaque réunion fait l'objet d'un compte-rendu diffusé aux participants.

Sous réserve des observations de leur part dans un délai d'une (1) semaine (7 jours calendaires) suivant la réception du compte-rendu, l'entrepreneur, ses cotraitants et ses sous-traitants sont supposés accepter de plein gré les dispositions prises dans ces comptes-rendus de réunions de chantier.

Les comptes rendus pouvant être transmis par courriel, l'Entrepreneur transmettra en début de chantier une adresse électronique destinée à la correspondance de chantier. Cette boîte au lettre électronique émettra automatiquement, à réception d'un courrier, un accusé de réception.

Il est entendu que la date de réception considérée sera la date portée sur l'accusé de réception automatique. De manière dérogatoire, si la date de réception est postérieure à 10h00 du matin (jour « j »), il sera considéré le jour ouvré suivant (soit « j » +1).

3.4.2.8. Sujétions dues aux conditions d'exécution des travaux

Les prescriptions, définies dans le présent dossier concernant les travaux à exécuter, ne sont pas limitatives, l'entreprise devra tous les travaux nécessaires, qu'ils figurent ou non sur le projet pour mener à bien les travaux décrits dans le marché.

L'appréciation de l'ensemble des sujétions est du ressort de l'entreprise et les prix proposés dans son offre seront réputés en tenir compte.

3.4.2.9. Sécurité et police

L'entrepreneur devra disposer du matériel de sécurité adapté au chantier tel que décrit dans le plan général de coordination en matière de sécurité et de protection de la santé.

3.4.2.10. Etat des lieux et remise en état

3.4.2.10.1. Etat des lieux

L'entrepreneur sera réputé avoir une parfaite connaissance du site et des conditions de réalisation des travaux à réaliser.

Avant toute intervention, un état des lieux contradictoire sera réalisé entre l'entrepreneur, le représentant du Maître d'Œuvre et la Maîtrise d'Ouvrage. Cette visite se déroulera en présence d'un huissier de justice (rémunéré par l'Entrepreneur).

3.4.2.10.2. Emplacements mis à la disposition de l'entreprise et conditions de remise en état des lieux

Pour l'installation de son chantier, l'Entrepreneur disposera d'emplacements indiqués par le Maître d'Ouvrage. Les terrains sont donnés en l'état.

L'Entrepreneur est réputé avoir une parfaite connaissance de l'état de ces terrains et ne pourra pas élever une quelconque réclamation à ce sujet.

En fin de chantier, tous les terrains mis à la disposition de l'Entrepreneur seront remis en état, nettoyés et rendus au Maître d'Ouvrage suivant ses exigences. La base sera l'état des lieux contradictoire réalisé avant travaux.

En fin de travaux, dans un délai maximum d'un mois après réception, les terrains ayant servi aux installations de chantier devront être remis en état.

La remise en état sera conforme aux engagements pris avec les propriétaires concernés et le propriétaire se verra fournir un quitus attestant la remise en état. Aucun matériel, même inutilisable, ne devra y subsister que celui-ci soit sa propriété, celle de ses sous-traitants éventuels, de ses fournisseurs ou de visiteurs.

Tous les restes de matériaux (déchet, agrégats et autres débris) seront évacués en décharge ou centre agréé par le Maître d'Œuvre et les redevances à payer pour décharges publiques ou privées incomberont également à l'Entrepreneur.

3.4.2.10.3. Réseaux de concessionnaires dans l'emprise de chantier

Avant le démarrage des travaux, l'Entrepreneur devra s'enquérir des plans de recollement des différents réseaux existants auprès des services concernés.

Les déclarations d'intention de travaux devront être effectuées, et toutes les mesures nécessaires afin de sauvegarder les canalisations, ouvrages ou installation de tous ordres, devront être prises en accord avec les services ou concessionnaires concernés.

3.4.3. Contraintes environnementales

L'entreprise sera tenue de respecter l'intégralité des mesures environnementales précisées dans l'arrêté d'autorisation. Les prescriptions environnementales présentées ci-après précise en synthèse les mesures envisagées. Ces mesures sont décrites dans le dossier réglementaire joint en annexe 3.

4. Prescription environnementale

4.1. Synthèse des mesures d'évitement

Tableau 4-1 : Synthèse des mesures d'évitement

N°	Mesure proposée	Objectif	Phase du projet concernée
ME1	Modification du tracé du chenal	Éviter la destruction d'espèces coralliennes protégées	Conception
ME2	Adaptation des chantiers autour de l'activité portuaire existante	Permettre la continuité dans l'activité portuaire existante alentour.	Conception
ME3	Transplantation de colonies coralliennes	Préserver les colonies coralliennes en bonne santé présent sur le tracé du chenal maritime	Travaux
ME4	Interdiction de dragage dans la zone où le seuil N2 est dépassé pour la molécule de cuivre	Eviter toute dispersion de polluant où les seuils réglementaires mesurés dépassent N2	Travaux
ME5	Protection individuelle contre le bruit	Le port de casques anti-bruit ou bouchons d'oreilles adéquats sera obligatoire à tout personnel du chantier et toute personne intervenant dans un rayon de 150 m du chantier.	Travaux
ME6	Schéma Organisationnel d'un Plan Assurance Environnement	Limiter l'apparition d'une pollution accidentelle des eaux portuaires	Travaux

4.2. Synthèse des mesures d'évitement

Tableau 4-2 : Synthèse des mesures de réduction

N°	Mesure proposée	Objectif	Phase du projet concernée
MR1	Réduction de la superficie déroctée	Réduire la surface et la quantité de matériaux déroctés	Conception
MR2	Réduction de l'expansion du panache turbide sur le site de dragage	Confinement de la zone immédiate des travaux : Barrière anti-MES amarrée ou rideau de bulles	Travaux
MR3	Prévention des pollutions accidentelles	Limiter l'apparition d'une pollution accidentelle des eaux portuaires par la mise en place d'une cuve	Travaux

		adaptée (double fond) et de kit d'urgence	
MR4	Réduction du risque de blessure auditive due au bruit par démarrage progressif des opérations de déroctage (soft start)	Démarrage progressif pour permettre aux espèces mobiles sensibles au bruit de s'éloigner	Travaux
MR5	Réduction de la pollution portuaire par l'enlèvement des macro-déchets et épaves abandonnées dans le port	Reduction de la pollution diffuse issue des macro-déchets portuaires	Travaux
MR6	Chargement des chalants à 90 % de leur capacité	Réduction du risque de surverse des chalands le long de la zone de transit	Travaux
MR7	Optimisation des volumes dragués	Réduction de la durée des travaux, du nombre d'aller/retour et des volumes clapés en mer	Travaux
MR8	Choix de la méthode de déroctage (interdiction du minage)	Réduction des impacts sur le milieu marin environnant	Travaux
MR9	Surveillance de la présence de cétacé	Réduction du risque de blessure auditive due au bruit du déroctage	Travaux

4.3. Résumé des moyens de surveillance et de suivi

Tableau 4-3 : Synthèse des mesures surveillance et de suivi

N°	Modalité de suivi	Objectifs	Responsable de la mise en œuvre
SU1	Suivi de la turbidité en phase de travaux	Suivre la turbidité de l'eau du port et à proximité et réduire des risques de pollution par diffusion du panache turbide au-delà de la zone de travaux et vérifier l'extension du panache au niveau de la zone de clapage	MOA/Entreprise
SU2	Suivi de la qualité des sédiments dragués	Contrôler la qualité des sédiments en amont du dragage pour éviter le clapage de sédiments pollués	MOA
SU3	Suivi aérien du panache turbide	Suivre la direction et l'étendue du panache turbide	Entreprise

5. Cout et délais des opérations

5.1. Coût

5.1.1. Coût du dragage / déroctage⁸

Détail Quantitatif et Estimatif

N° prix	Désignation	U	Quantités	P.U. H.T.	Total H.T.
1 - MOBILISATION DES MOYENS NAUTIQUES ET DE DRAGAGE EN GUADELOUPE					
1	1: Amené et repliement de l'atelier de dragage en Guadeloupe	Ft		1 547 000,00 €	- €
<i>Sous-total</i>					- €
2 - INSTALLATIONS, PREPARATIONS, RECEPTION ET DOSSIERS					
2	1: Installation générale de chantier	Ft	0,5%	2 271 023,53 €	11 355,12 €
2	2: Transfert de l'atelier de dragage sur site	Ft	1	100 000,00 €	100 000,00 €
2	3: Etudes et plans d'exécution	Ft	1	25 000,00 €	25 000,00 €
2	4: Levé bathymétrique avant travaux	Ft	1	40 000,00 €	40 000,00 €
<i>Sous-total</i>					176 355,12 €
<i>1MN</i>					1,852 km
3 - TRAVAUX DE DRAGAGE					
			<i>Distance au point de clapage en km</i>		6,5
3	1: Dragage mécanique des sédiments portuaires	m ³	17395	15,63 €	271 883,85 €
3	2: Transport des sédiments vers le site de clapage	m ³ km	113068	0,34 €	38 442,95 €
3	3: Immersion des sédiments sur le site de clapage	m ³	17395	0,52 €	9 045,40 €
3	4: Curage hydraulique des buses de renouvellement des eaux	Ft	1	5 000,00 €	5 000,00 €
3	5: Evacuation en décharge agréée des déchets collectés	m ³	30	25,00 €	750,00 €
<i>Sous-total</i>					325 122,20 €
4 - TRAVAUX DE DEROCTAGE					
			<i>Distance au point de clapage en km</i>		6,5
4	1: Déroctage mécanique de substratum rocheux (roche calcaire 4.1.1)	m ³	32821	50,00 €	1 641 050,00 €
4	2: Transport des sédiments vers le site de clapage	m ³ km	213337	0,34 €	72 534,41 €
4	3: Immersion des sédiments sur le site de clapage	m ³	32821	0,52 €	17 066,92 €
4	4: Curage hydraulique des buses de renouvellement des eaux	Ft	1	5 000,00 €	- €
4	5: Evacuation en décharge agréée des déchets collectés	m ³	30	25,00 €	750,00 €
<i>Sous-total</i>					1 731 401,33 €
5- Prescriptions environnementales					
5	1: Mise en œuvre d'un barrage filtrant	Mois	4,0	8 000,00 €	32 000,00 €
5	2: Suivi hebdomadaire de la turbidité	Mois	4,0	4 000,00 €	16 000,00 €
5	3: Suivi aérien	Ft	1	1 500,00 €	1 500,00 €
<i>Sous-total</i>					49 500,00 €
Total général H.T.					2 282 378,65 €
T.V.A. 8.5 %					194 002,19 €
Total général T.T.C. en Euros					2 476 380,83 €

⁸ Les prix ont été estimés sur la base du bordereau des prix unitaires N° 2018_032_143 de l'accord cadre : Travaux de dragage / déroctage

5.1.2. Coût en lien avec la gestion des équipements maritimes

N° prix	Désignation	U	Quantités	P.U. H.T.	Total H.T.
1	Installation de chantier nécessaire à la réalisation de toutes les prestations	Ft	1	3 400,00 €	3 400,00 €
2	inspection en zone subaquatique	Ft	1	1 550,00 €	1 550,00 €
3	chaînes Ø 12 pour une quantité supérieure à 5 unités	u	15	140,00 €	2 100,00 €
4	chaînes Ø 16 de 10m (chaîne mère pour les pontons 4, 5 et 6)	u	24	640,00 €	15 360,00 €
5	manille droite Ø 16	u	15	20,00 €	300,00 €
6	corps-mort 1,5 tonne pour une quantité supérieure à 3 unités	u	15	1 192,00 €	17 880,00 €
7	déplacement de corps-mort pour une quantité supérieur à 3 unités (84 unités à dépla	u	183	480,00 €	87 840,00 €
8	défenses en pneu de voiture (pour la défense du ponton du navire à passagers)	u	12	200,00 €	2 400,00 €
9	ponton de travail (4 j par phase car déplacement + repositionnement)	j	16	480,00 €	7 680,00 €
10	Passerelle d'accès (déplacement et remplacement de la passerelle d'accès)	Ft	2	1 190,00 €	2 380,00 €
11	Liaison appontements (10 bloc de 6 m soit 8 liaisons)	u	4	120,00 €	480,00 €
12	Mise en place d'un Ponton provisoire de 35 ml	Ft	1	10 000,00 €	10 000,00 €

Total général H.T.	151 370,00 €
T.V.A. 8.5 %	12 866,45 €
Total général T.T.C. en Euros	164 236,45 €

5.2. Planning

Sous réserve de l'obtention de l'Arrêté Préfectoral d'Autorisation des travaux de dragages, et considérant les éléments suivants : une cadence de travail de 8h/j, 5J/semaine ; une marge de 20% pour prendre en compte les aléas climatiques et les éventuelles pannes mécanique. Le délai d'exécution est estimé à 4 mois de travaux.

En amont du démarrage de l'opération des travaux de transplantation corallienne seront également à mettre en œuvre. Le délai estimé pour cette opération sera de l'ordre de 2 semaines.

ANNEXES

ANNEXE 1 : RAPPORT DE SYNTHESE DES INVESTIGATIONS
GEOTECHNIQUES REALISEES SUR LE PORT D'ENTREE DE PORT-
LOUIS



CONSEIL DEPARTEMENTAL DE GUADELOUPE
MAITRISE D'ŒUVRE PARTIELLE POUR LE DRAGAGE DE L'ACCES AU PORT DE PORT-LOUIS



www.creocean.fr



[GROUPE KERAN](#)

ANNEXE 4 : COURRIER DE REPONSE A LA MISSION REGIONALE DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE



RAPPORT

Travaux de dragage et de déroctage du port de Port-Louis (Guadeloupe)

Courrier de réponse à l'avis de l'Autorité Environnementale

Mars 2023

CONSEIL DÉPARTEMENTAL DE GUADELOUPE



CLIENT : Conseil Départemental de Guadeloupe

COORDONNÉES	Hôtel du Département BD du Gouverneur Général Félix EBOUE 97109 Basse-Terre Tel. 05 90 99 77 77 – Fax. 05 90 99 76 00
INTERLOCUTEUR	Monsieur ALBINA Richard Directeur général des infrastructures richard.albina@cg971.fr

CREOCEAN

COORDONNÉES	1 Lotissement les Mussendas Plaisance97122 BAIE-MAHAULT Tél. : 05 90 41 16 88 E-mail : caribes@creocean.fr
INTERLOCUTEUR	Monsieur RENAUD Stéphane Tél. : 06 90 53 19 79 E-mail : stephane.renaud@creocean.fr

RAPPORT

TITRE	Travaux de dragage et de déroctage du port de Port-Louis (Guadeloupe) Courrier de réponse à l'avis de l'Autorité Environnementale
NOMBRE DE PAGES TOTAL	5

VERSION

RÉFÉRENCE	VERSION	DATE	REDACTEUR	CONTRÔLE QUALITE
220057	IND0	15/02/2023	FLA	SRE

Sommaire

PREAMBULE	1
1. Récapitulatif des recommandations de la MRAE	1
2. Réponse du pétitionnaire et compléments apportés	2
2.1. Compléter l'analyse de l'état existant par une description du bâti existant à proximité du site de projet ;	2
2.2. Approfondir la réflexion d'une valorisation même partielle des matériaux issus du déroctage ;	3
2.3. Etudier la possibilité de mise en place d'une mesure de compensation des cétacés potentiellement dérangés en phase de travaux ; de même pour les tortues marines avec le Réseau Tortues Marine ;	4
2.3.1. Cétacés	4
2.3.2. Tortues marines.....	5
2.4. Détailler la procédure soft-start ainsi que le protocole de surveillance de la présence de cétacés et la soumettre à la validation de l'AGOA	5
2.4.1. Surveillance avant travaux (pre-watch)	6
2.4.2. Définition d'une zone d'exclusion autour de la source sonore	6
2.4.3. Augmentation progressive du niveau sonore et de la fréquence	7
2.5. Prévoir une zone de traitement des eaux noires et grises des bateaux et mettre en place une stratégie de gestion des déchets du port en tant que mesure de compensation des biocénoses benthiques impactées pendant et après les travaux	8
2.6. Augmenter la durée du suivi de transplantation, avec 3 suivis la première année puis un par an pendant 5 ans ;	8
2.7. De garantir que les produits issus du dragage n'impacteront pas le Grand Cul-de-Sac en prévoyant par exemple un suivi de ces produits par des prélèvements périodiques sur cette zone.	8
2.8. Mettre à jour le résumé non technique et le présenter sur un document séparé.	9
COURRIER DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE	10

Liste des Figures

Figure 1 : Illustration de la BD parcellaire du secteur (jaune : bâtiments identifiés)	2
Figure 2 : Localisation des différents bâtis aux abords du port départemental (jaune : bâtiments identifiés).....	3
Figure 3 : Protocole pre-watch.....	6
Figure 4 : Protocole soft-start.....	7

PREAMBULE

Le présent addendum au dossier de demande d'Autorisation des travaux de dragage et de déroctage du port de Port-Louis, vise à répondre aux remarques et observations émises par la Mission Régionale de l'Autorité Environnementale (MRAE) dans son avis n° Ae 2023APGUA3 du **7 février 2023** (en Annexe du présent document).

1. Récapitulatif des recommandations de la MRAE

Ci-dessous sont présentées les principales recommandations émises par la MRAE :

- 1. Compléter l'analyse de l'état existant par une description du bâti existant à proximité du site de projet ;**
- 2. Approfondir la réflexion d'une valorisation même partielle des matériaux issus du déroctage ;**
- 3. Etudier la possibilité de mise en place d'une mesure de compensation des cétacés potentiellement dérangés en phase de travaux ; de même pour les tortues marines avec le Réseau Tortues Marine Guadeloupe ;**
- 4. Détailler la procédure soft-start ainsi que le protocole de surveillance de la présence de cétacés et la soumettre à la validation de l'AGOA**
- 5. Prévoir une zone de traitement des eaux noires et grises des bateaux et mettre en place une stratégie de gestion des déchets du port ;**
- 6. Augmenter la durée du suivi de transplantation, avec 3 suivis la première année puis un par an pendant 5 ans ;**
- 7. De garantir que les produits issus du dragage n'impacteront pas le Grand Cul-de-Sac en prévoyant par exemple un suivi de ces produits par des prélèvements périodiques sur cette zone.**
- 8. Mettre à jour le résumé non technique et le présenter sur un document séparé.**

2. Réponse du pétitionnaire et compléments apportés

2.1. Compléter l'analyse de l'état existant par une description du bâti existant à proximité du site de projet ;

Sur le secteur d'étude, le port départemental de Port-Louis est implanté au sud (500 mètres) du centre-ville de la commune de Port-Louis.

Au Nord et à l'Est du port, le secteur est très urbanisé, de nature majoritairement résidentielle constitué de logements individuels ou collectifs.



Figure 1 : Illustration de la BD parcellaire du secteur (jaune : bâtiments identifiés)

Sur les abords directs du port, au Nord, un terre-plein de 4 700 m² est inoccupé (cf. Figure 2 polygone orange). Sur la partie Est du port, un parking d'environ 3 000 m² a été aménagé (cf. Figure 2 polygone vert), ainsi que des infrastructures de vente de poissons (150 m²). Sur la partie Sud, le fond du port a été aménagé sur environ 900m² (cf. Figure 2 polygone rouge) avec la présence de deux pontons fixes et d'une station-essence pour les navires.

Un terre-plein (cf. Figure 2 parcelle 0411, polygone bleu) fait la liaison entre le parking et la station-essence.

Toute la partie sud n'est pas aménagée et constitue une zone naturelle sauvage sur plusieurs dizaines d'hectares.



Figure 2 : Localisation des différents bâtis aux abords du port départemental (jaune : bâtiments identifiés)

=> Mise à jour dans le Dossier d'évaluation environnementale au paragraphe 8.13.1, page 89.

2.2. Approfondir la réflexion d'une valorisation même partielle des matériaux issus du déroctage ;

Pour rappel, des éléments de réponse étaient apportés dans le dossier :

« La valorisation des sédiments portuaires n'est possible uniquement lorsque ceux-ci présentent des caractéristiques mécaniques suffisantes et / ou sont peu susceptibles d'être contaminés tels que les sables, graviers, galets et autres minéraux solides. Ils peuvent être ainsi valorisés pour du rechargement de plage, du remblaiement ou pour l'amendement des sols par exemple.

Les sédiments du port de Port-Louis présentent un dépassement léger du seuil N2 en métaux lourds (Cuivre) et un dépassement de certains seuil N1 pour les HAP. Par ailleurs, aucun site n'est actuellement présent dans les Antilles pour stocker provisoirement les matériaux notamment dans l'attente du ressuyage.

Dans le même temps, la place sur le port (3 600 m²) n'est pas suffisante pour mettre en place des zones de stockage temporaire : seulement 6 000 m³ pourraient être valorisés mais les contraintes techniques de stockage, associées aux incidences négatives du transport (émissions de gaz à effet, incidences sur le paysage portuaire, la faune-flore terrestre) ne sont pas jugées pertinentes par le Maître d'Ouvrage.

Le stockage à terre entraînerait des contraintes et des incidences négatives importantes qui ne sont pas à la hauteur des volumes considérés (6 000 m³). »

(...)

La mise sur une plateforme de dépôt provisoire à proximité du port a été envisagée par le Conseil Départemental mais au vu des volumes (sédiments + roches estimés à 50 216 m³, cela représenterait une superficie de stockage de 16 000 m² (1,6 hectares).

Il est important de souligner que du fait de la nature des fonds (sable + roche calcaire), la déshydratation entraîne la séparation des sous-produits du déroctage et des matériaux sableux. Ainsi, deux plateformes distinctes doivent être mise en place et deux types d'engins de dragages sont nécessaires pour différencier ces deux opérations.

Eléments de réponse complémentaires :

La première solution proposée par le pétitionnaire est une valorisation partielle des matériaux déroctés tenant compte des contraintes de stockage et de ré-utilisation comme matériau de renforcement d'ouvrages maritimes existants (de type digue portuaire) pour une surface de 1000m² (soit un volume de 500 m³) et une durée de 1 an de stockage.

L'autre solution possible sera l'utilisation de ce volume pour des projets d'aménagement **synchrones** (aménagement de voeries, remblais, etc..) à proximité directe de Port-Louis, qui ne nécessiterait pas de stockage à terre mais un envoi direct à la sortie de l'eau vers un autre chantier en cours au même moment. A notre connaissance, le Conseil Départemental ne possède aucun projet nécessitant ses volumes dans le planning considéré (entre juin et décembre 2023) mais ce dernier est susceptible d'évoluer.

=> Mise à jour dans le Dossier d'évaluation environnementale au Paragraphe 11.2.2, page 118.

2.3. Etudier la possibilité de mise en place d'une mesure de compensation des cétacés potentiellement dérangés en phase de travaux ; de même pour les tortues marines avec le Réseau Tortues Marine ;

2.3.1. Cétacés

Il apparaît difficile de mettre en œuvre des mesures de compensation pour un dérangement (potentiel) de mammifères marins. En effet, il est rappelé que les observations à proximité de la zone d'étude sont rares et localisées plutôt sur Anse-Bertrand. De fait, les enjeux environnementaux liés aux mammifères marins sont faibles (du fait de leur occurrence réduite) et les impacts également.

La compensation d'un dérangement reviendrait à définir des « zones de quiétude » dans des secteurs maritimes, ce qui est techniquement très difficile à mettre en œuvre, sans la définition d'espaces protégés.

Un entretien téléphonique avec le référent scientifique AGOA a eu lieu et confirmé l'absence de pertinence de mise en place de mesures de compensation et la nécessité de travailler plutôt sur les mesures de réduction (détaillées ci-dessous).

Le retour d'expérience en métropole sur des projets similaires montre l'absence de mise en place de mesures de compensation vis-à-vis des mammifères marins. Seules des mesures d'évitement et de réduction sont généralement mises en œuvre (comme c'est le cas ici dont certaines sont explicitées ci-dessous).

2.3.2. Tortues marines

Un échange a eu lieu avec le coordinateur inter-régional du Plan National d'Actions « Tortues Marines » des Petites Antilles de l'Office National des Forêts (ONF), afin d'établir les besoins en termes de mesures de compensation. Il a été clairement énoncé par l'ONF la difficulté, voire l'impossibilité de mettre en œuvre des mesures de compensation pour des effets potentiels de dérangements sur les tortues marines dont la population sur le secteur d'étude est inconnue.

L'ONF encourage plutôt la réalisation de mesures d'accompagnement par l'acquisition de données de suivis de surveillance des tortues en phase d'alimentation, dans le cadre d'un suivi démographique des populations des 2 espèces principales de tortues marines (vertes et imbriquées).

Actuellement, le protocole de déploiement stratégique en mer de surveillance n'est pas disponible mais l'ONF recommande la réalisation de suivis en plongeur-tracté en surface par manta tow.

Le pétitionnaire s'engage à la réalisation d'un suivi en mer par un prestataire scientifique reconnu sur 4 passages pendant 1 an. Le protocole, encore expérimental, sera discuté avec l'ONF. Il s'agira de couvrir pendant **4 campagnes de 3 jours un large secteur au droit de Port-Louis pour déterminer les observations de tortues en phase d'alimentation.**

Le montant du suivi est estimé **30-40 000€**.

=> Mise à jour dans le Dossier d'évaluation environnementale au Paragraphe 14.5, page 147.

2.4. Détailler la procédure soft-start ainsi que le protocole de surveillance de la présence de cétacés et la soumettre à la validation de l'AGOA

L'étude bibliographique présentée dans l'évaluation environnementale a permis d'établir une liste d'espèces principales présentes ou susceptibles de l'être dans la zone d'emprise acoustique du projet ainsi que leur sensibilité. Nous avons pu définir les zones d'impact physiologique et ainsi évaluer les effets potentiels sur les espèces marines si elles venaient à être présentes dans ces périmètres. Les mesures d'atténuation proposées ont été étudiées et sélectionnées en fonction des contraintes techniques, environnementales et budgétaires. **Des protocoles ont été établis conformément à la réglementation en vigueur et adaptés aux conditions locales.**

Les procédures recommandées, décrites ci-après, se basent sur les standards habituellement préconisés dans le cadre de travaux de battage *JNCC, 2010, Statutory nature conservation agency protocol for minimising the risk of injury to marine mammals from piling noise* *Joint Nature Conservation Committee 14 p*, ainsi que le *Guide ministériel 2020, Préconisations pour limiter les impacts des émissions acoustiques en mer d'origine anthropique sur la faune marine* et ont été adaptées aux risques et enjeux liés aux travaux d'installation du ponton, évalués lors de l'étude des impacts sonores de cette étude.

Pour rappel, nos recommandations citées dans l'évaluation environnementale sont les suivantes :

- ▶ **Adaptation du calendrier en fonction de la saisonnalité/présence des espèces (hors période de migration des baleines à bosses, soit après le mois de mai)**
- ▶ **Définition d'une zone dite d'«exclusion » autour de la source sonore,**
- ▶ **La mise en place d'une procédure d'augmentation progressive du niveau sonore (ou soft-start).**

Il sera ajouté, en complément, la mesure suivante :

- **La mise en place d'une surveillance pré travaux (ou pre-watch),**

2.4.1. Surveillance avant travaux (pre-watch)

La surveillance avant travaux, ou pre-watch, consiste en général à définir un périmètre d'exclusion et à réaliser une surveillance minutieuse afin de s'assurer qu'aucun animal n'est présent à l'intérieur de ce périmètre avant les travaux et, le cas échéant, de définir les actions à mener en cas de présence avérée. **Nous préconisons la mise en place de ce protocole pendant 30 minutes tous les jours avant le démarrage des travaux. La surveillance devra être réalisée depuis la terre ou un support maritime par un opérateur formé à l'observation de la faune marine.** Attention le protocole pre-watch est généralement adapté aux mammifères marins, mais peu aux tortues de mer, du fait de leur plus faible capacité à s'éloigner. Un protocole pre-watch adapté est proposé ci-dessous :

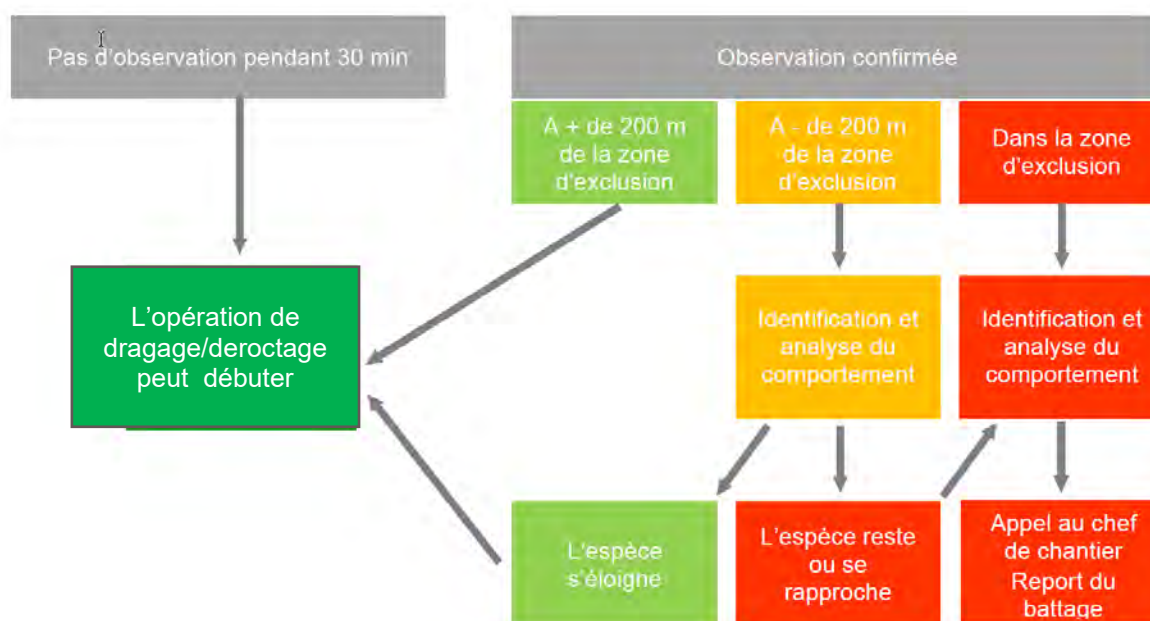


Figure 3 : Protocole pre-watch

2.4.2. Définition d'une zone d'exclusion autour de la source sonore

Ce périmètre est généralement déterminé par la zone d'impact la plus grande, à savoir l'impact TTS pour les cétacés basse fréquence (LF) avec pour centre la position du brise roche hydraulique (la position centrale évolue donc en fonction de l'avancée du chantier). La définition de ce périmètre permet d'établir une zone maximale de risque physiologique toutes espèces confondues pour les procédures qui suivent. Étant donné que seule la baleine à bosse est un cétacé basse fréquence (LF) et qu'une adaptation du planning est recommandée, **nous préconisons alors une zone d'exclusion comprenant au minima l'impact TTS des cétacés haute fréquence (HF) à savoir un minimum de 330m et une zone d'alerte de 500m.**

2.4.3. Augmentation progressive du niveau sonore et de la fréquence

Le soft-start consiste à augmenter progressivement le niveau sonore généré par les travaux afin de permettre aux espèces marines potentiellement présentes aux alentours de s'éloigner de la zone de travaux et éviter ainsi tous dommages liés au bruit. Dans le cas du déroctage, le soft start consiste à augmenter progressivement la cadence de déroctage jusqu'à atteindre le niveau maximum d'émission. Dans le cas de travaux de déroctage, **nous recommandons la mise en place d'un soft start si celui-ci est techniquement réalisable** en produisant une montée en fréquences par étapes durant **20 min** (20% par 20%) jusqu'au niveau nominal de travail. Un protocole soft-start adapté est proposé ci-dessous :



Figure 4 : Protocole soft-start

A défaut de pouvoir régler la puissance du BRH, la procédure de soft start sera **réalisée** en effectuant une augmentation de la durée du déroctage par étapes : 1^{ère} phase de démarrage de **20 min**, phase de repos 5 min, 2^{ème} phase de travail 40 min, 5min de repose redémarrage en continu des opérations de déroctage.

La mise en place d'une procédure d'arrêt des engins lors des phase de déroctage (ou work stoppage). Ce protocole permet de définir les actions à mener en cas de présence d'un animal dans la zone d'exclusion par l'arrêt ou la réduction du niveau sonore du battage. **Nous préconisons la surveillance de la zone d'exclusion** depuis la terre ou un support maritime **par, minimum, une équipe (idéalement 2) de 2 opérateurs formés** à l'observation de la faune marine afin de prévenir de l'entrée d'un animal dans la zone d'impact durant les phases de travaux. NB : En cas d'arrêt du déroctage supérieur à 15 min en raison de la présence d'un animal ou pour des raisons techniques, il est recommandé de réaliser un pre-watch + soft-start depuis le début.

L'ensemble de la procédure ci-dessus a été soumise à l'appréciation du sanctuaire AGOA. Celle-ci intègre les remarques émises vis-à-vis de la version initiale, à savoir :

- * la définition plus précise du périmètre de la zone d'exclusion (330m) et de la zone d'alerte (500m).
 - * l'arrêt pur et simple des travaux en cas de présence de mammifères (et pas seulement une réduction de puissance)
 - * le nombre d'observateurs est porté à un minimum de 2 (et non un seul, comme écrit précédemment)
- Le document signé entre CREOCEAN et le sanctuaire AGOA est joint en Annexe de l'évaluation environnementale.

=> Mise à jour dans le Dossier d'évaluation environnementale au Paragraphe 13.2.5, page 139.

2.5. Prévoir une zone de traitement des eaux noires et grises des bateaux et mettre en place une stratégie de gestion des déchets du port en tant que mesure de compensation des biocénoses benthiques impactées pendant et après les travaux

Le pétitionnaire s'engage dans une démarche d'amélioration de la gestion des déchets dans les ports (y compris les eaux gris et les eaux noires), ainsi qu'une optimisation du niveau de service dans ses ports. Ainsi, pour la problématique spécifique de la gestion des effluents des navires du port, le Conseil Départemental s'engage dans la réalisation (*a minima*) d'une étude de faisabilité d'implantation d'une cuve de récupération des eaux grises/noires ou d'un branchement au réseau d'assainissement collectif à proximité.

=> Mise à jour dans le Dossier d'évaluation environnementale au Paragraphe 13.4.1, page 145.

2.6. Augmenter la durée du suivi de transplantation, avec 3 suivis la première année puis un par an pendant 5 ans ;

Conformément aux attentes de la MRAE, le suivi de la réussite des opérations de transplantation corallienne (Mesure de Réduction MR 0) est augmenté avec **3 suivis au cours de la première année** (T+1 mois, T+6 mois et T+12 mois) et ensuite **une fois par an pendant une période de 4 ans**.

La totalité du suivi est donc programmé sur 5 ans.

Le montant des opérations (initialement de 30-35 000€) est désormais estimé à **75 000€**.

=> Mise à jour dans le Dossier d'évaluation environnementale au Paragraphe 13.2.1, page 135.

2.7. De garantir que les produits issus du dragage n'impacteront pas le Grand Cul-de-Sac en prévoyant par exemple un suivi de ces produits par des prélèvements périodiques sur cette zone.

Si, effectivement, il n'a pas été réalisé de modélisation de propagation du panache turbide sur le site d'immersion, le retour d'expérience sur un projet similaire de clapage au large de Sainte-Rose montre qu'après 6h les concentration en MES ne se distinguent plus du bruit ambiant et le panache engendré reste très éloigné des côtes et des écosystèmes marins côtiers sensibles (herbiers et récifs coralliens).

Rappelons qu'avec seulement 2 immersions de sédiments de 370 m³ unitaires par jour, espacés d'environ 5h, aucun effet cumulatif dans le temps n'est envisagé.

Enfin, la zone qui sera draguée dans l'enceinte portuaire est dénuée de polluants supérieurs au seuil N1 (rappelons que la zone contaminé en cuivre ne sera pas draguée).

Malgré cela, le pétitionnaire s'engage à la mise en place d'un suivi physico-chimique de l'eau *in situ* grâce à une sonde multi-paramètres (*a minima* sur la turbidité, principale cause de dégradation sur des organismes photosynthétiques tels que les herbiers ou les coraux) sur plusieurs heures, en suivant la dérive du panache turbide (grâce à une bouée flottante dérivante) pour voir sa propagation à la fois horizontale en surface (sur plusieurs kilomètres) mais aussi verticale (**entre 0 et 100 mètres de**

profondeur). Il sera réalisé un profil vertical de turbidité toutes les demi-heures pendant au moins 3 heures.

3 campagnes de suivi seront réalisées pendant les travaux, espacées d'au moins 2 semaines.

1 campagne de suivi sera réalisé après les travaux (1 semaine).

Préalablement à l'opération de clapage, un suivi de turbidité sera réalisé pour avoir un jeu de données-témoin.

Le montant de cette opération est estimé à **5-7 000€**.

En complément, rappelons que le pétitionnaire a prévu une caractérisation de la propagation du panache turbide par des survols réguliers en avion pour voir son évolution géographique mais aussi temporelle.

=> Mise à jour dans le Dossier d'évaluation environnementale au Paragraphe 14.4, page 147.

2.8. Mettre à jour le résumé non technique et le présenter sur un document séparé.

Le Résumé Non Technique intégrera les éléments de synthèse complémentaire ci-dessus dans un document séparé.

COURRIER DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE



creocean

Environnement & océanographie

www.creocean.fr



keran

Des hommes, une planète

[GROUPE KERAN](#)