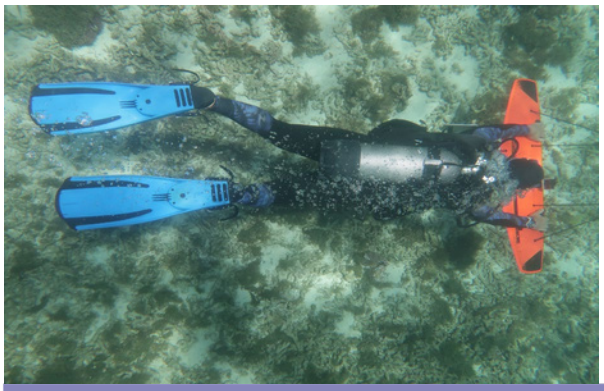

RAPPORT

Cartographie des biocénoses marines de Saint-Barthélemy

Rapport

Janvier 2024

AGENCE TERRITORIALE DE L'ENVIRONNEMENT (ATE)

AGENCE TERRITORIALE DE L'ENVIRONNEMENT ST BARTHÉLEMY

IFRECOR
INITIATIVE FRANÇAISE POUR LES RÉCIFS CORALLIENS

keran
Des hommes, une planète

creocean
Environnement & océanographie

CLIENT : AGENCE TERRITORIALE DE L'ENVIRONNEMENT (ATE)

COORDONNÉES	Rue de la République, 97133 Gustavia – ST-Barthélémy
INTERLOCUTEUR	**Monsieur Sébastien GREAUX** Tél. : 05 90 27 88 18 E-mail : sebastien.greaux@agencedelenvironnement.fr

CREOCEAN

COORDONNÉES	**CREOCEAN ANTILLES-GUYANE** 1 Lotissement les Mussendas - Plaisance - 97122 Baie-Mahault Tél. : 05 90 41 16 88 / Fax : 05 90 26 57 82 E-mail : caraïbes@creocean.fr
INTERLOCUTEUR	**Monsieur Florian LABADIE** Tél. : 06 90 15 78 24 E-mail : labadie@creocean.fr

RAPPORT

TITRE	**Cartographie des biocénoses marines de Saint-Barthélemy** **Rapport**
N° DE COMMANDE	2023000255
NOMBRE DE PAGES TOTAL	85
NOMBRE D'ANNEXES	-

VERSION

RÉFÉRENCE	VERSION	DATE	REDACTEUR	CONTRÔLE QUALITE
230540	IndA	16/01/2024	FLA/CSCN	CBA

Sommaire

Préambule 1

1. Méthodologie 2

1.1. Secteur d'étude 2

1.2. Utilisation des autres sources de données existantes 3

1.3. Pré-cartographie : acquisition et prétraitements des images satellite 5

1.3.1. Acquisition des images satellite disponibles 5

1.3.2. Utilisation des données topo-bathymétriques actuellement disponibles 6

1.3.3. Traitement des images satellites 9

1.3.4. Synthèse de la chaîne de traitement cartographique 14

1.4. Validation de terrain de la pré-cartographie 16

1.4.1. Investigations par plongeur tracté sur les secteurs les plus « profonds » 16

1.4.2. Prospections en PMT sur les petits fonds 18

1.4.3. Prospections en plongée sous-marine 19

1.4.4. Synthèse des investigations de vérité-terrain réalisées 20

1.5. Traitement des résultats 24

1.5.1. Synchronisation des photographies sous-marines 24

1.5.2. Analyses des prises de vue et caractérisation des faciès 24

1.5.3. Ajustement de la pré-cartographie 25

1.5.4. Normalisation de la typologie des biocénoses 26

1.5.5. Définition des zones d'enjeux 26

1.5.6. Précision des cartes 26

2. Résultats 27

2.1. Observations ponctuelles d'espèces patrimoniales, protégées et de macrodéchets 27

2.1.1. Les colonies d'*Acropora spp.* 27

2.1.2. Les lambis 33

2.1.3. Les tortues 34

2.1.4. Les raies 35

2.1.5. Les requins 36

2.2. Observations des macrodéchets 37

2.3. Description des biocénoses marines 39

2.3.1. Herbier à phanérogames marines sur sables 41

2.3.2. Communautés benthiques à coraux, spongiaires et gorgonaires sur roches / sables 50
2.3.3. Communautés benthiques à forte couverture algale 57
2.3.4. Communautés benthiques à turf algal et/ou *Millepora sp.* sur éboulis 60
2.3.5. Communautés appauvries sur sédiments mobiles 62
2.4. Synthèse des biocénoses marins 66
2.5. Cartographie des biocénoses marines 66
3. Comparaison de l'évolution 2013-2023 d'*Halophila stipulacea* 69
4. Enjeux et Préconisations 71
4.1. Carte des enjeux 71
Conclusion 73

Liste des Figures

Figure 1-1 : Secteur d'étude de TBM (2013), des zones de Réserve et de cartographie de Créocéan (2023) 2

Figure 1-2 : Carte des données pré-existantes utilisées pour la cartographie des fonds marins côtiers de Saint-Barthélemy 3

Figure 1-3 : Photo satellite sélectionnée (Worldview 2) 5

Figure 1-4 : Photo satellite sélectionnée (PLEIADES 1B) 6

Figure 1-5 : Carte bathymétrique des fonds marins de Saint-Barthélemy 7

Figure 1-6 : Carte des pentes des fonds marins de Saint-Barthélemy 8

Figure 1-7 : Exemple de correction des reflets spéculaires 9

Figure 1-8 : Carte de l'index invariant des fonds du secteur d'étude de Saint-Barthélemy 11

Figure 1-9 : Image WV2 pansharpened avec affinement des contours de faciès 12

Figure 1-10 : Image Pléiade 1B pansharpened avec affinement des contours de faciès 13

Figure 1-11 : Schéma de la synthèse de traitement cartographique employée 14

Figure 1-12 : Pré-classification des fonds marins de Saint-Barthélemy 15

Figure 1-13 : Illustrations de la méthodologie d'investigation par plongeur tracté 17

Figure 1-14 : Illustration des prises de vues en « time-laps » toutes les 5 secondes 17

Figure 1-15 : Illustration de la méthodologie mise en œuvre de radiales de vérité-terrain par plongeur tracté 18

Figure 1-16 : Illustrations de la méthodologie d'investigation en PMT sur les fonds peu profonds 19

Figure 1-17 : Illustrations des investigations menées en plongée sous-marine dérivante 20

Figure 1-18 : Effort d'échantillonnage selon la méthode utilisée 22

Figure 1-19 : Localisation des 7 375 photographies géoréférencées 23

Figure 1-20 : Illustrations de la mise en lien des points de vérité-terrain sur une radiale et de la prise de vue correspondante sous QGIS 24

Figure 2-1 : Colonies d'A. palmata présentes au niveau du Grand Cul-de-Sac 28

Figure 2-2 : Carte de l'ensemble des colonies d'Acropora sp observées 29

Figure 2-3 : Cartes des zones de forte densité en acropores 30

Figure 2-4 : Ferme corallienne de Gros Ilets (gauche et haut) et colonies à A. cervicornis transplantées au Petits Saints (centre et bas droite) 31

Figure 2-5 : Colonie de A. prolifera au niveau du Grand Cul-de-Sac 32

Figure 2-6 : Convergence (à gauche) et pontes de lambis de lait (à droite) 33

Figure 2-7 : Carte de localisation des lambis et nombre observé par radiale 33

Figure 2-8 : Tortues vertes observées à Gustavia (gauche) et dans la baie de Colombier (droite) 34

Figure 2-9 : Carte de localisation et dénombrement des tortues observées par radiale..... 34

Figure 2-10 : Raie léopard observée au niveau de Gros Ilet 35

Figure 2-11 : Carte de localisation et dénombrement des raies observées par radiale 35

Figure 2-12 : Jeune requin nourrice observé au niveau de Flamand 36

Figure 2-13 : Carte de localisation et dénombrement des requins observés par radiale..... 36

Figure 2-14 : Macrodéchets (pneus) observés dans les fonds marins de Saint-Barthélemy..... 37

Figure 2-15 : Carte de localisation et dénombrement de macrodéchets observés par radiale .. 38

Figure 2-16 : Illustrations de l'« Herbier monospécifique à Syringodium filiforme sur sables » 42

Figure 2-17 : Illustrations de l'« Herbier monospécifique à Thalassia testudinum sur sables » 43

Figure 2-18 : Illustrations de l'« Herbier monospécifique à Halodule wrightii sur sables »..... 44

Figure 2-19 : Illustrations de l'« Herbier monospécifique à Halophila stipulacea sur sables » .. 45

Figure 2-20 : Illustrations de l'« Herbier mixte à S. filiforme et T. testudinum sur sables »..... 46

Figure 2-21: Illustrations de l'« Herbier mixte à espèces natives » 47

Figure 2-22 : Carte de localisation des herbiers de phanérogames marines sur sables 48

Figure 2-23 : Carte de localisation des différentes biocénoses d'herbiers de phanérogames marines 49

Figure 2-24 : Illustrations de l'habitat « Front exposé de récif frangeant à Millepora et A. palmata en bon état » du Grand Cul-de-Sac 53

Figure 2-25 : Illustrations de l'habitat « Front exposé de récif frangeant à Millepora et A. palmata en bon état » de Pointe Milou 54

Figure 2-26 : Carte de localisation des « Communautés benthiques à coraux, spongiaires et gorgonaires sur roches » 55

Figure 2-27 : Carte de localisation de l'habitat « Communautés benthiques à coraux, spongiaires et gorgonaires sur sables » 56

Figure 2-28 : Illustrations des « communautés benthiques à forte couverture algale » (différentes espèces et différentes densités)..... 58

Figure 2-29 : Carte de localisation des « Communautés benthiques à forte couverture algale » 59

Figure 2-30 : Carte de localisation des « Communautés benthiques à turf algal et/ou Millepora sp. sur éboulis » 61

Figure 2-31 : Illustration de la biocénose « Communautés appauvries sur sédiments mobiles » 63

Figure 2-32 : Illustration de la zone d'agrégat de strombes laiteux en phase de reproduction.. 64

Figure 2-33 : Carte de localisation des « Communautés appauvries sur sédiments mobiles ». 65

Figure 2-34 : Cartographie des habitats marins des eaux de Saint-Barthélemy entre 0 et 18 m de profondeur..... 67

Figure 2-35 : Cartographie des habitats marins des eaux de Saint-Barthélemy entre 0 et 18m de profondeur sur l'îlet Fourchue, Mancel et Boulanger..... 68

Figure 3-1 : Observation de l'espèce invasive Halophila stipulacea en 2013 (orange) et en 2023 (vert) entre 0 et 18m de profondeur..... 70

Figure 4-1 : Cartographie des enjeux marins au sein des eaux de Saint-Barthélemy (entre 0 et 18 m) 72

Liste des tableaux

Tableau 1-1 : Bilan des photos réalisées par secteur et par méthode 21

Préambule

Les eaux marine de l'île de St-Barthélémy, gérée par l'Agence Territoriale de l'Environnement (ATE), comprennent abritent un patrimoine d'une richesse exceptionnelle avec la présence de communautés coralliennes et d'herbiers de phanérogames colonisés par une faune et une flore particulièrement diversifiée.
Afin de gérer de manière intégrée et durable ces écosystèmes marins fragiles et vulnérables aux menaces anthropiques, l'amélioration des connaissances sur l'ensemble du territoire de Saint-Barthélemy est nécessaire.
Une première cartographie des biocénoses marines a été réalisée en 2013 (TBM), sur un secteur comprenant les 5 zones en réserve, mais aussi des zones hors réserve. Afin d'adapter la gestion et de parfaire la connaissance, une actualisation de cette première cartographie est recommandée par le Comité local IFRECOR.
Les cartes d'habitats fournissent en effet des informations essentielles à la planification spatiale et stratégique, et constituent un support indispensable à tout gestionnaire de l'environnement. Elles permettent d'obtenir des données fiables, précises et chiffrées sur les écosystèmes, et leurs potentielles évolutions.
L'Agence Territoriale de l'environnement souhaite disposer d'une cartographie des biocénoses marines entre 0 et 18 m de profondeur tout autour de l'île et des îlots alentours et des zones d'enjeux, fine, standardisée et actualisée. Elle permettra, entre autres, de gérer et de préserver au mieux les écosystèmes à forte valeur environnementale, tels que les herbiers natifs de phanérogames marines et les récifs coralliens.

Cette étude s'articule autour d'un triple objectif :

- Actualiser la cartographie des biocénoses existantes (TBM 2013) pour répondre aux objectifs du Comité local IFRECOR ;
- Etablir une cartographie des zones à forts enjeux, notamment pour la gestion de mouillage des grands yachts ;
- Etudier l'évolution de certaines biocénoses spécifiques (notamment les herbiers de l'espèce exotique envahissante *Halophila stipulacea*, les herbiers natifs, et les zones à forte couverture corallienne).

Le présent document constitue le rapport présentant les opérations réalisées en vue de caractériser les fonds marins côtiers de 0 à 18m de profondeur de l'ile de Saint-Barthélemy, les résultats obtenus ainsi que la cartographie des biocénoses de la zone d'étude.

La méthodologie mise en œuvre a permis d'atteindre les objectifs suivants :

- Localiser et caractériser l'ensemble des substrats et biocénoses marines du périmètre marin de la Réserve par un protocole et une méthodologie adaptée au contexte ;
- Etablir une typologie en se basant dans la mesure du possible, sur une typologie standardisée des biocénoses (cf : *Typologie des habitats benthiques de la Martinique*, MNHN 2022) ;
- Valider l'ensemble des données (nature des fonds, localisation) par une campagne de vérité-terrain ;
- Etablir une carte bathymétrique et une carte des pentes ;
- Identifier les zones à forts enjeux en termes de biodiversité ;
- Produire une synthèse cartographique.

1. Méthodologie

1.1. Secteur d'étude

La cartographie des biocénoses marines de Saint-Barthélemy a été réalisée en 2023 sur les fonds marins de 0 à 18 m de profondeur (ligne isobathe des 18m en rouge).

Le secteur cartographié inclut celui **déjà étudié en 2013 par TBM** (en jaune, 0-30m) et les 5 zones de la Réserve Naturelle de Saint Barthélemy à savoir (Figure 1-1) :

- Gros Ilet, Petits Saints et Pain de Sucre au large de Gustavia ;
- L'îlet Fourchue ;
- Frégate et Toc-Vers ;
- La baie de Colombier et Petite Anse ;
- Les baies du nord-est (Marigot, Grand et Petit Cul-de-Sac) et l'îlet Tortue.

Afin de compléter la cartographie des fonds côtiers sur les profondeurs de 18 à 30m, une nouvelle campagne cartographique sera réalisée normalement en 2024.

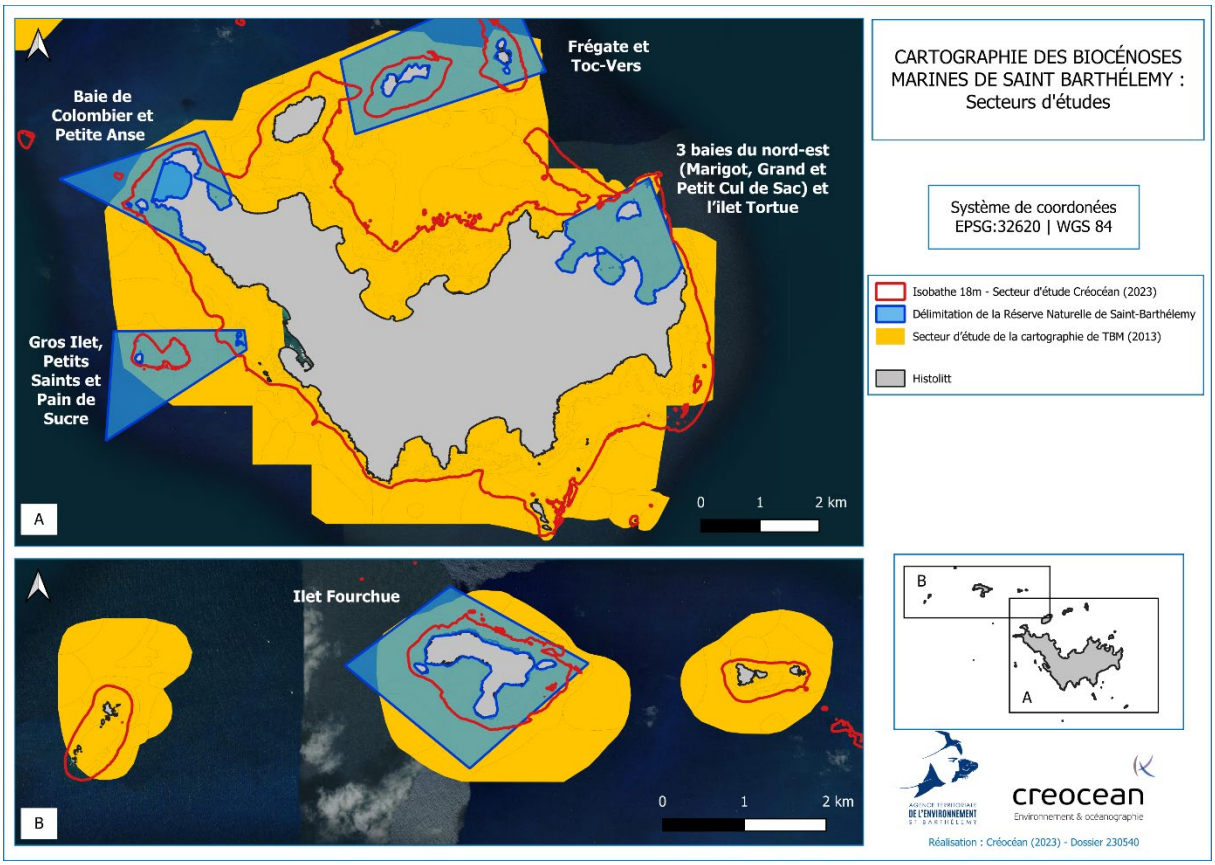

Figure 1-1 : Secteur d'étude de TBM (2013), des zones de Réserve et de cartographie de Créocéan (2023)

Les dimensions de la zone d'étude (43,5 km² ou 4 350 Ha), la profondeur d'intervention (variant entre 0 et 18 mètres) et la complexité du milieu a imposé d'utiliser des méthodes d'inventaires adaptées, afin de pouvoir couvrir de grandes distances (sur les secteurs homogènes), mais également d'être en mesure de caractériser des secteurs de faible superficie, mais à fort enjeu (barrières externes récifales notamment).

1.2. Utilisation des autres sources de données existantes

Des données récentes de la zone d'étude (0-18m) ont pu être intégrées à l'analyse et à l'interprétation des résultats permettant de compléter la cartographie des biocénoses marines côtiers de Saint-Barthélemy. Il s'agit (Figure 1-2) :

- De la cartographie de la baie de Saint-Jean qui a été réalisé en octobre 2021 par Créocéan dans le cadre d'un projet de construction d'hôtel en lien avec de potentiels rejets de saumures ayant un impact direct sur les biocénoses présentes ;
- Des radiales vidéos réalisées par Créocéan dans le cadre du suivi de la densité de Lambis en 2023 ;
- Des photos géolocalisées des fonds marins dans le cadre de l'estimation de l'état de santé des récifs de Saint-Barthélemy opéré par l'ATE ;
- Du modèle numérique altimétrique de référence issu du programme national Litto3D (SHOM, IGN, 2019).

Les données existantes et celles acquises lors de la campagne de 2023 ont servi de vérité terrain afin d'affiner la pré-cartographie faite par traitement d'image satellite.

Les données disponibles, utilisées dans le cadre de la présente étude, sont résumées sur la carte ci-dessous (Figure 1-2).

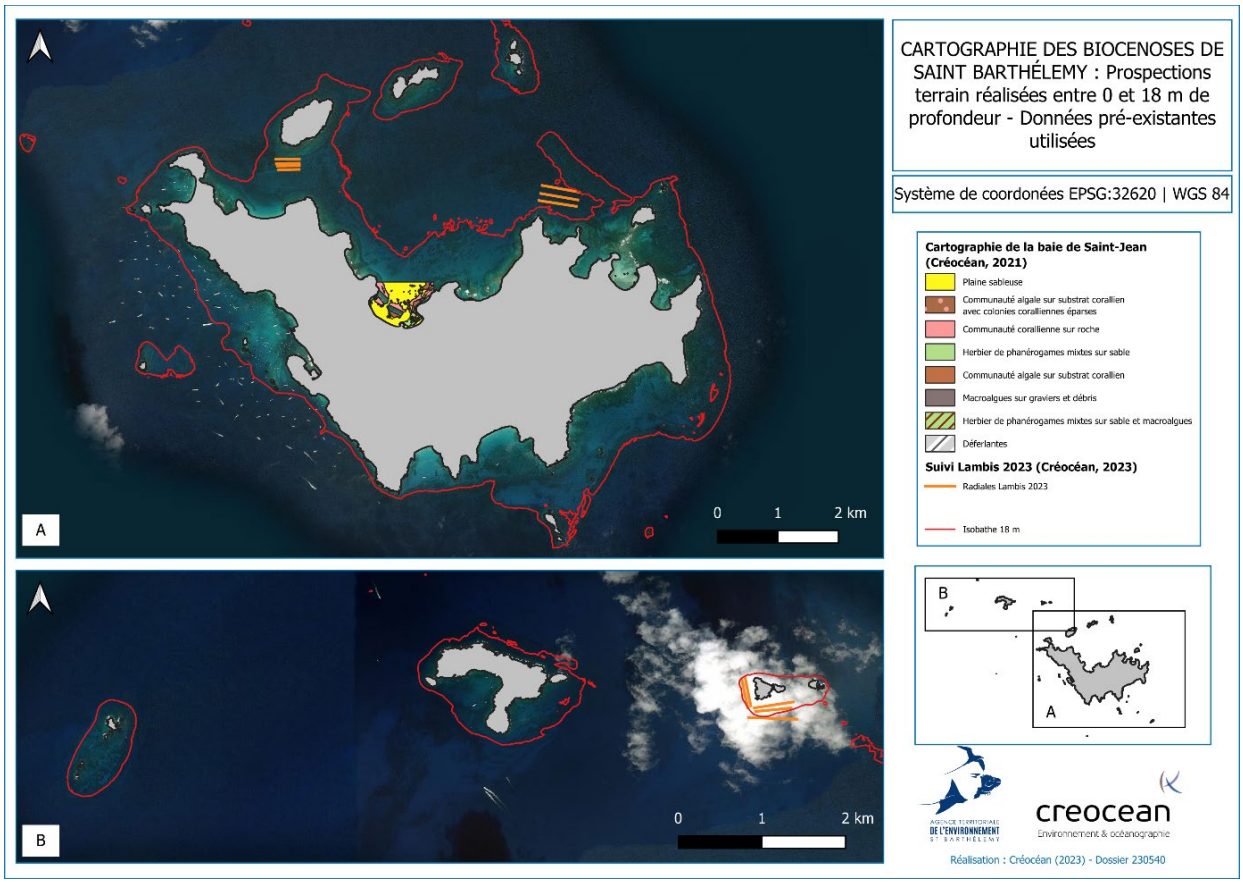

Figure 1-2 : Carte des données pré-existantes utilisées pour la cartographie des fonds marins côtiers de Saint-Barthélemy

La réalisation de la cartographie des biocénoses marines de Saint-Barthélemy s'est déroulée en **trois phases** :

1 - **Pré-cartographie** des biocénoses marines sur la base de photos satellite ;

2 - Validation de la cartographie par une phase de **vérité-terrain** en plongée sous-marine (2 semaines) ;

3 - Elaboration des **cartographies**, **description détaillée des biocénoses et identification des zones d'enjeux**.

1.3. Pré-cartographie : acquisition et prétraitements des images satellite

1.3.1. Acquisition des images satellite disponibles

Une recherche minutieuse a été effectuée dans la base d'images satellite PLEIADES et dans les données d'archives des satellites WV2 et WV3 de 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 d'achat s'est porté sur deux images :

- Worldview 2 (MAXAR) issue de la base de données (8 bandes multispectrales (coastal blue, blue, green, yellow, red, red edge, NIR1 et NIR2) : résolution 1,5 m / pixel ; 1 bande panchromatique noir et blanc : résolution 30 cm / pixel), datant du **08 janvier 2023** (bundle ortho). La précision de géolocalisation est meilleure que 3-5 m (CE90% (Circular Error), dépendant du relief).
- Pléiades 1B, datant du **18 janvier 2022.**

Ce choix a été réalisé au regard du meilleur compromis possible entre la résolution des images, leur qualité et leur ancienneté (date de prise de vue la plus proche possible de la date de réalisation de la phase de vérité-terrain). Ces clichés semblent correspondre aux critères, bien que la résolution des imagettes de prévisualisation ne permette pas de juger de la qualité radiométrique de l'image.

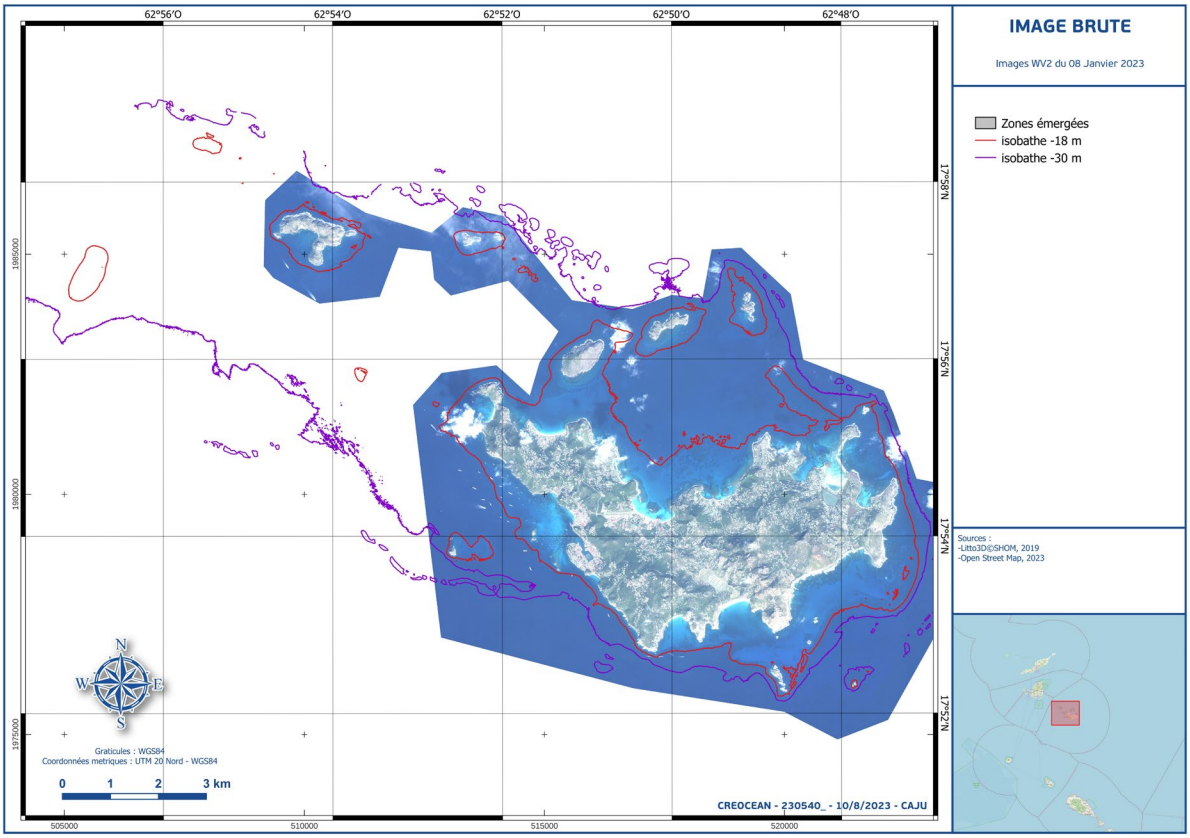

Figure 1-3 : Photo satellite sélectionnée (Worldview 2)

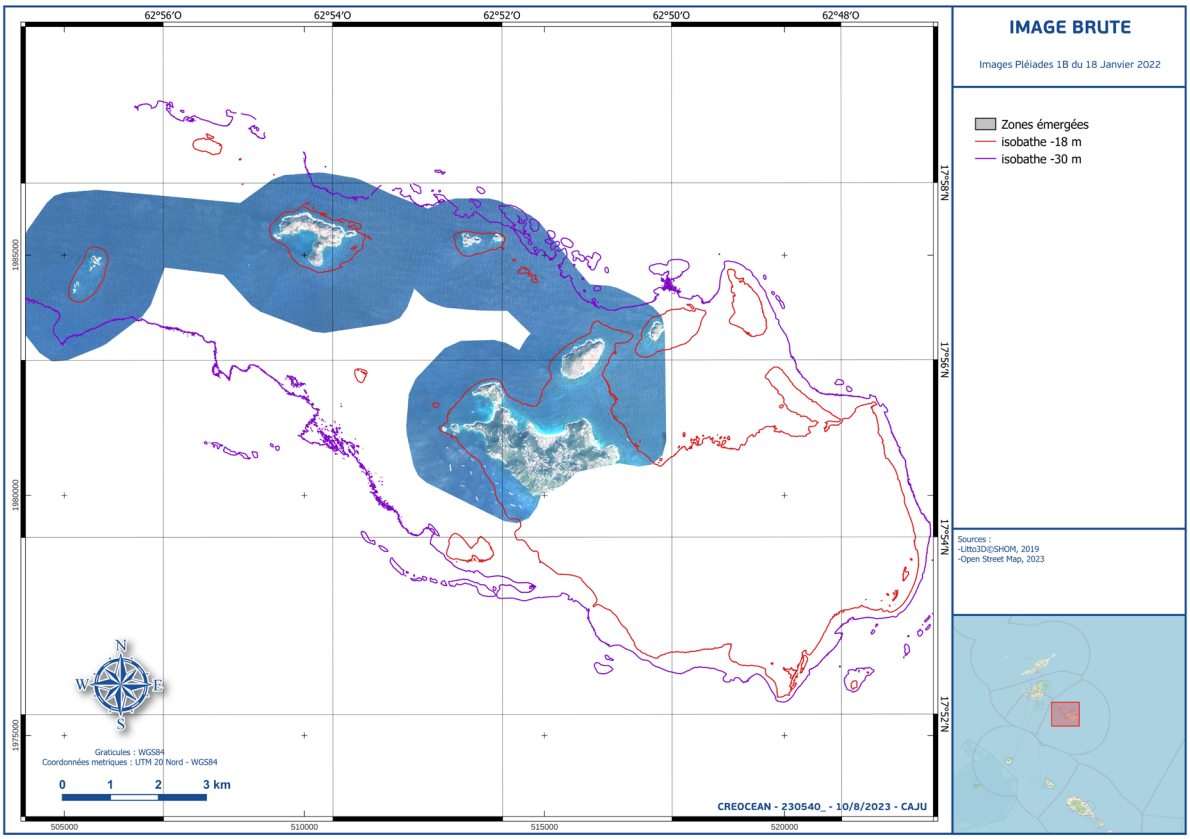

Figure 1-4 : Photo satellite sélectionnée (PLEIADES 1B)

1.3.2. Utilisation des données topo-bathymétriques actuellement disponibles

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 (2019) 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.

Saint-Barthélemy et ses iles forment un ensemble localisé sur un plateau continental ne dépassant pas les 30m de profondeur. Entre la baie de Saint-Jean et les îlets au nord (Bonhomme, Frégate et Toc vers), se situe une vaste zone plane variant entre 20 et 30 m de profondeur. En dehors du périmètre de ces îles et îlets, la profondeur augmente rapidement en particulier au sud de l'ile principale.

Le relief est assez peu marqué avec des pentes majoritairement représentées par les barrières récifales du secteur est et nord-est abritant des lagons compris entre 0 et 5 m de profondeur (Marigot, Grand Cul-de-Sac et Petit Cul-de-Sac).

La carte de la bathymétrie et la carte des pentes sont présentées ci-dessous :

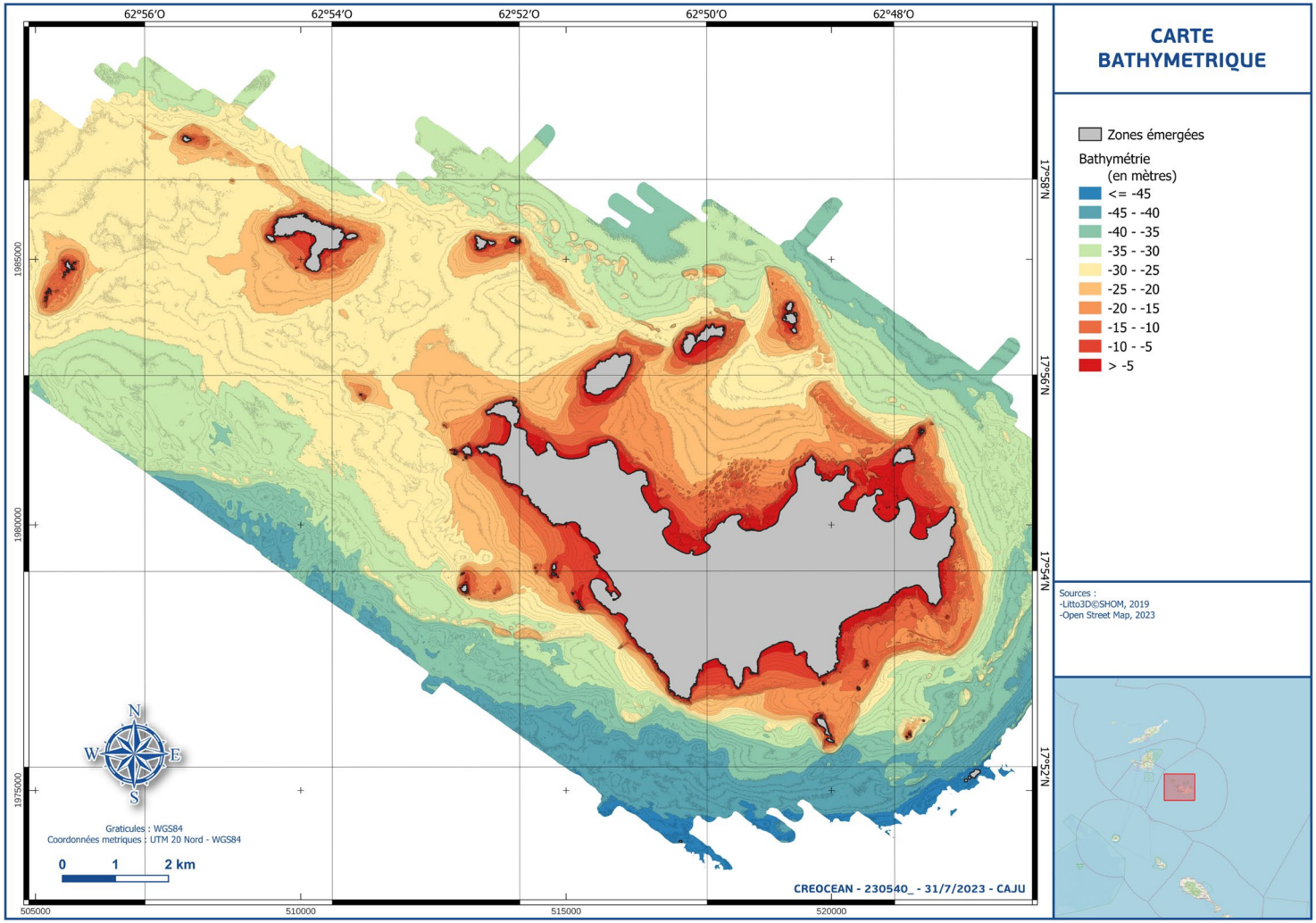

Figure 1-5 : Carte bathymétrique des fonds marins de Saint-Barthélemy

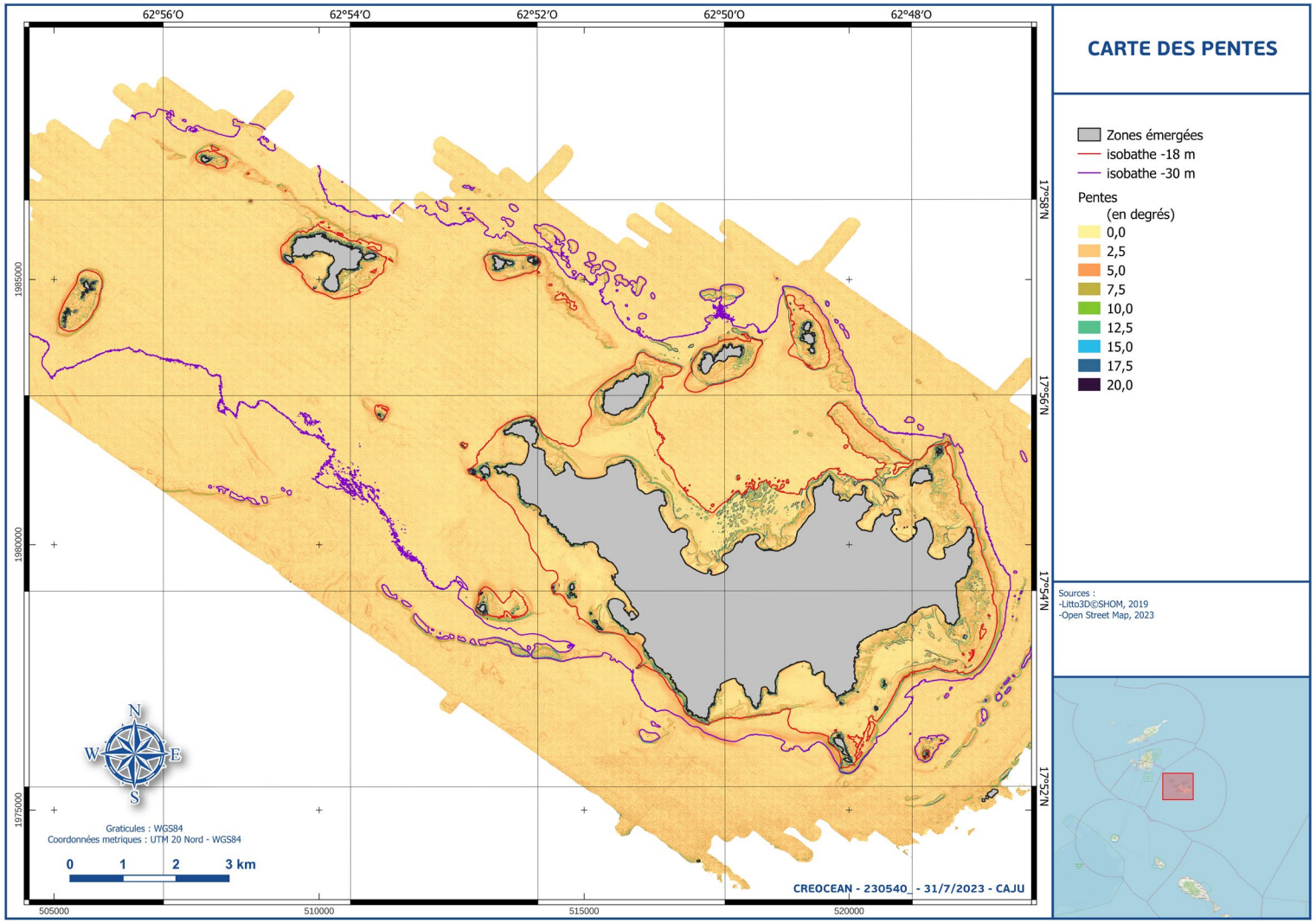

Figure 1-6 : Carte des pentes des fonds marins de Saint-Barthélemy

1.3.3. Traitement des images satellites

À partir des images satellites haute résolution (images PLEIADES et Worldview 2), un traitement informatique a été appliqué afin d'obtenir une « pré-cartographie » des habitats.

Les traitements suivants ont été réalisés :

- Géotag des clichés obtenus avec les points GPS enregistrés pendant le vol : précision absolue obtenue inférieure au mètre si la configuration des satellites est optimale (indices DOP inférieures à 2) ;
- Conversion des fichiers avec une radiance au niveau du sol (suppression des effets de l'atmosphère) ;
- Pré-traitement des clichés géolocalisés : rehaussement de contraste et élimination des reflets spéculaires ;
- Correction de la hauteur d'eau ;
- Pré-classification semi-automatique des principaux faciès sur base d'une image « pansharpened » avec affinement des contours de faciès.

Un traitement semi-automatique sera mis en œuvre afin de détourer les patchs d'herbiers. Plusieurs étapes ont été mises en œuvre :

1. Segmentation de l'image ;
2. Classification objet à partir des objets obtenus ;
3. Fusion des objets de même classe ;
4. Traitement manuel post-classification.

1.3.3.1. Conversions

Les données ont été transformées afin d'obtenir la radiance au niveau du sol. À 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.

1.3.3.2. Correction des reflets spéculaires

L'image présentant quelques reflets spéculaires sur les crêtes des vagues, un traitement spécifique a été appliqué afin de les réduire. Ce traitement dépend essentiellement de la qualité des bandes proche-infra-rouge (NIR1 et NIR2).

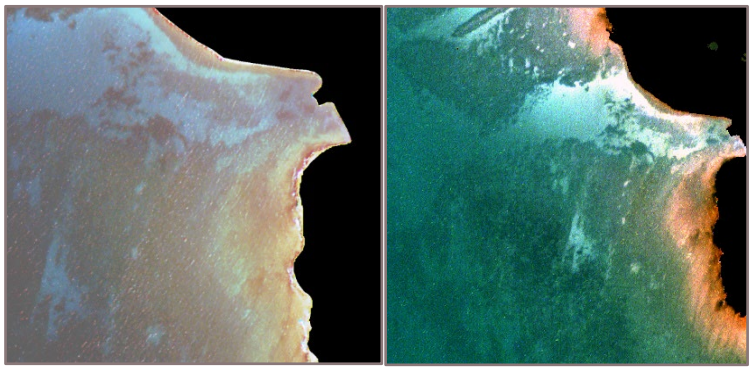

Figure 1-7 : Exemple de correction des reflets spéculaires

1.3.3.3. 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 basée sur la linéarisation des rapports entre les bandes en utilisant le logarithme naturel (Lyzenga,1978 et Green *et al.*, 2000). Elle permet de produire un index invariant de fonds, théoriquement indépendant de la hauteur de la colonne d'eau (Figure 1-8).

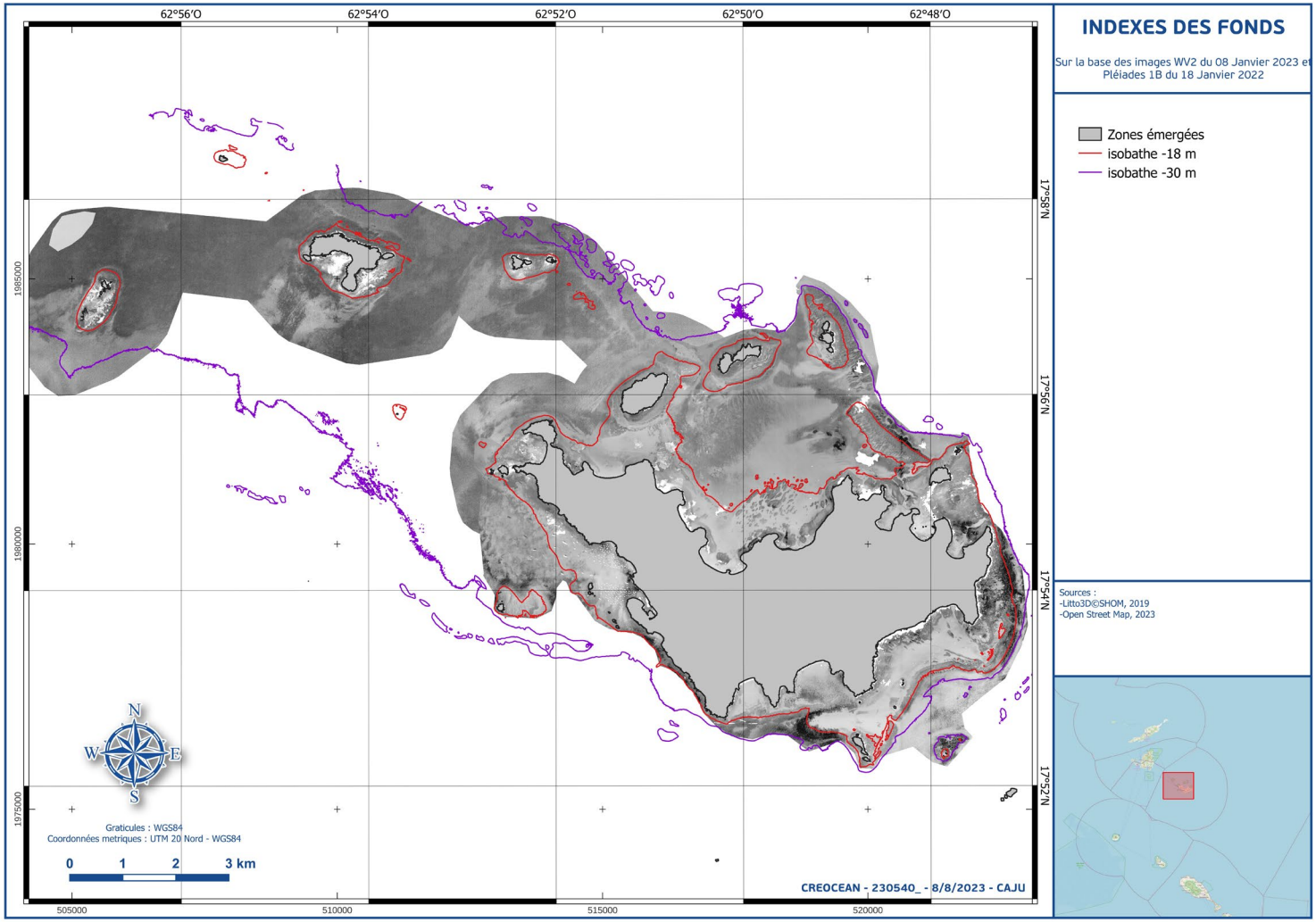

Figure 1-8 : Carte de l'index invariant des fonds du secteur d'étude de Saint-Barthélemy

1.3.3.4. 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.

1.3.3.5. Image « pansharpened »

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 » des images comme support.

Une image « pansharpened » est constituée à partir de trois bandes couleurs à 1,5 m / pixel et une bande niveau de gris (dite « panchromatique ») à 0,3 m / pixel, ce qui permet d'avoir visuellement une image couleur à 0,3 m / pixel et donc d'affiner les contours des faciès (Figure 1-9 et Figure 1-10).

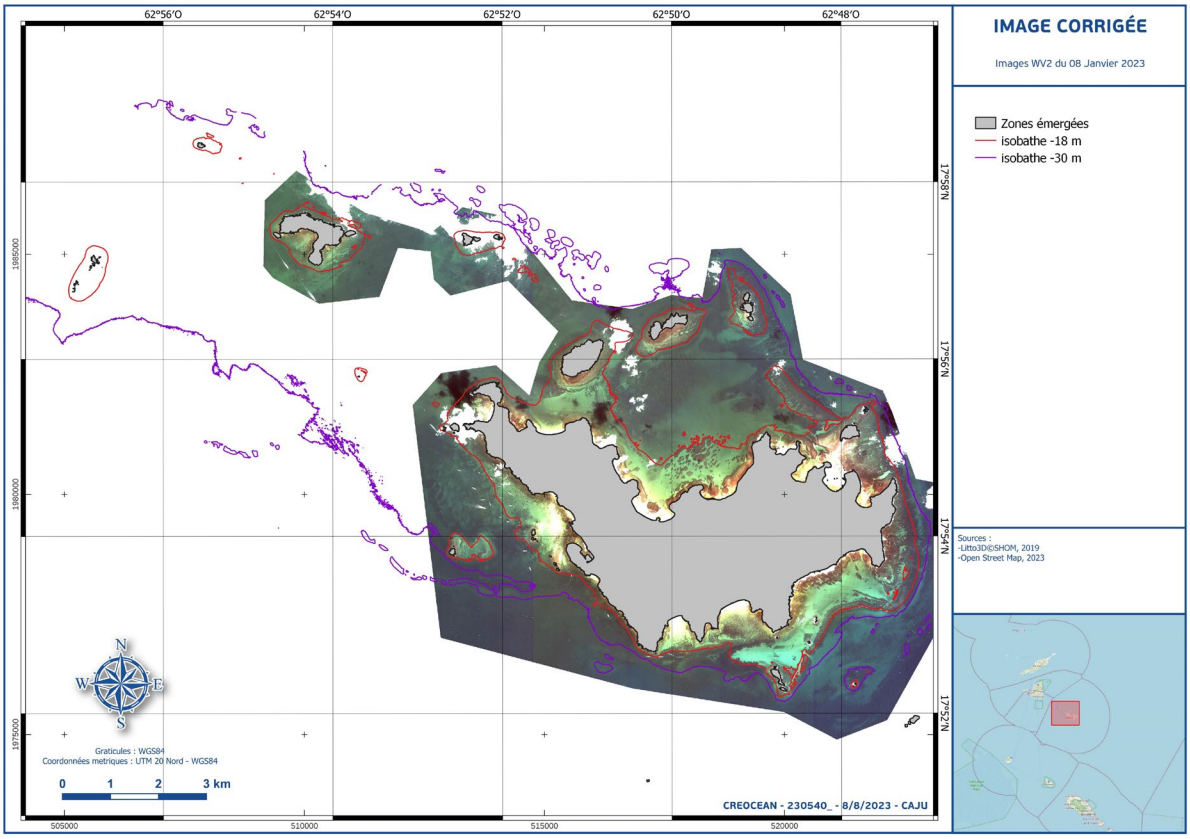

Figure 1-9 : Image WV2 pansharpened avec affinement des contours de faciès

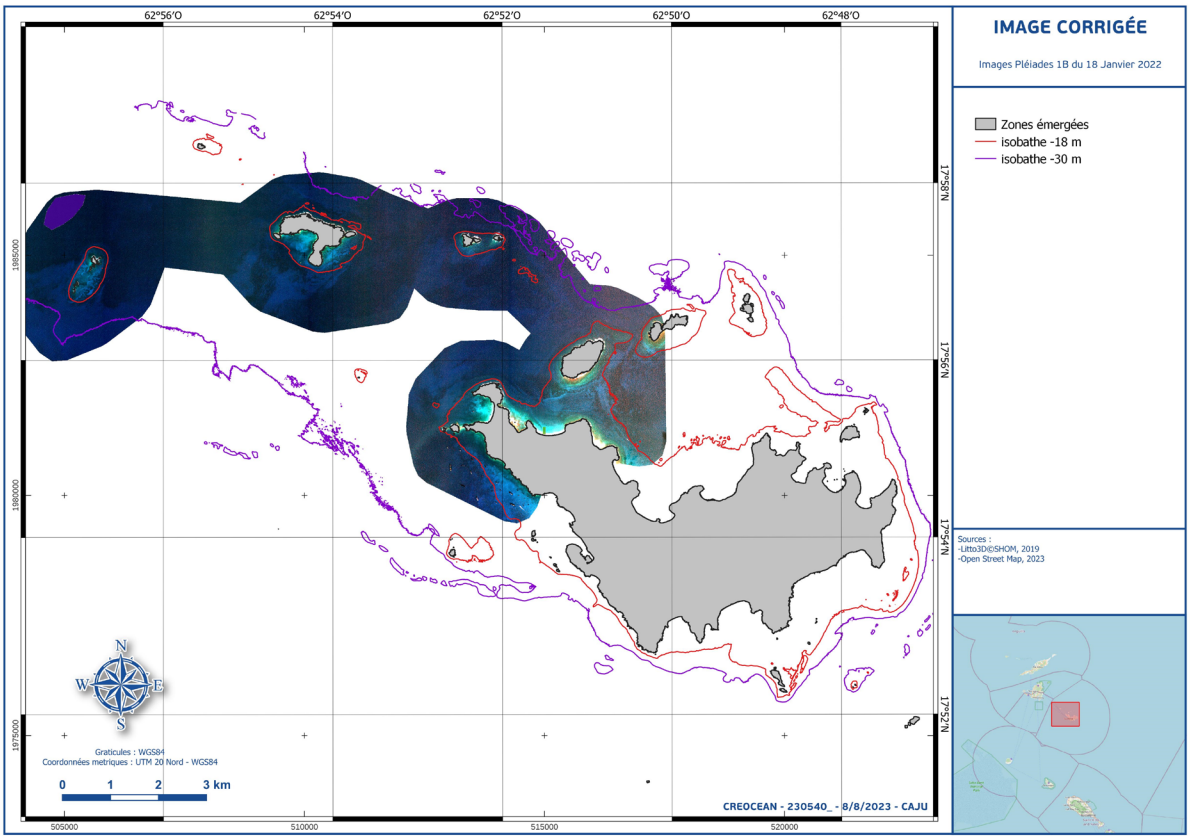

Figure 1-10 : Image Pléiade 1B pansharpened avec affinement des contours de faciès

1.3.4. Synthèse de la chaîne de traitement cartographique

Le schéma ci-dessous illustre les différentes étapes du traitement informatique appliqué sur les images satellite, afin d'obtenir une pré-cartographie complète.

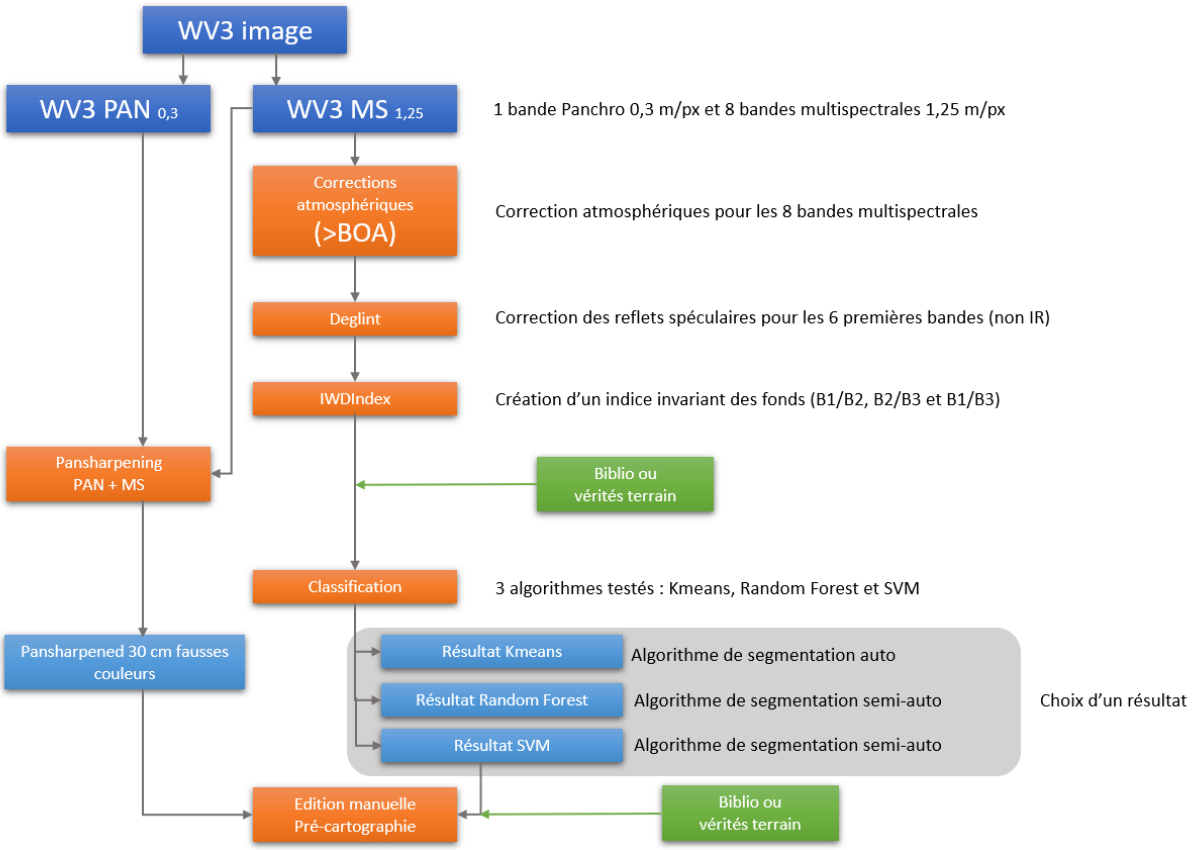

Figure 1-11 : Schéma de la synthèse de traitement cartographique employée

La carte ci-dessous est le résultat de cette procédure de traitement.

N.B : il convient de noter que la légende associée à cette carte est celle proposée par l'ingénieur cartographe, responsable du traitement de l'image ; celui-ci n'étant pas biologiste marin et n'ayant pas de connaissance écologique des écosystèmes tropicaux, celle-ci est à prendre avec précaution.

La carte produite a surtout pour objectif de révéler la présence d'entités biocénotiques/faciès différents, dont la nature exacte doit être corrigée par des vérités-terrain, réalisées par des plongeurs biologistes marins.

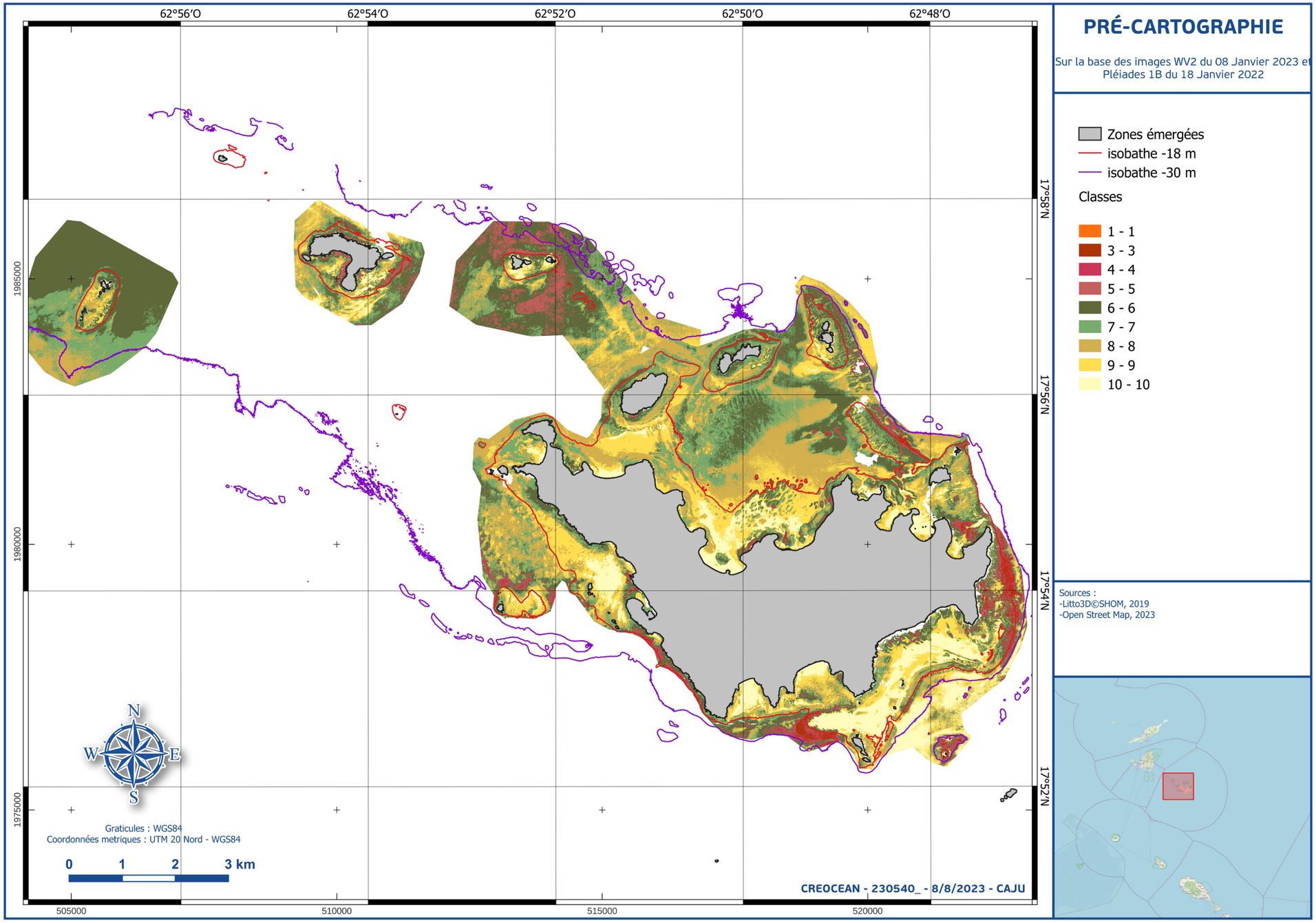

Figure 1-12 : Pré-classification des fonds marins de Saint-Barthélemy

1.4. Validation de terrain de la pré-cartographie

Cette étape doit permettre de confirmer ou corriger le travail de pré-cartographie réalisé et d'obtenir une vision exhaustive des biocénoses marines sur le secteur d'étude, notamment les zones coralliennes et les herbiers de Magnoliophytes marines.

Pour ce faire, 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 satellite ;
- Identifier les biocénoses marines non visibles sur la photo aérienne, du fait de la profondeur et d'une couverture nuageuse localisée (la profondeur limite l'analyse par imagerie satellite en général à partir de 20 m) ;
- Identifier la présence d'espèces dominantes structurantes de la biocénose / patrimoniales / protégées / invasives sur site ;
- Identifier la présence de macrodéchets.

Les validations-terrain permettent notamment d'éviter les mauvaises interprétations sur la localisation des biocénoses. Afin d'être représentatives, elles sont positionnées de sorte à couvrir plusieurs types de biocénoses susceptibles d'être confondus sur les photos aériennes (par exemple des herbiers et des dalles à couverture algale ou des herbiers épars et des zones sableuses).

La pré-cartographie précédemment réalisée a donc été complétée par des observations/vérifications de terrain visuelles en plongée sous-marine, en apnée et/ou en plongeur tracté équipé d'un appareil de prise de vue photographique et vidéo. La méthodologie a été adaptée selon les zones à prospecter :

- Plongeur tracté sur de grandes surfaces homogènes ;
- Prospections en surface en Palmes Masque Tuba (PMT) dans les petits fonds ;
- Prospections en dérive en plongée sous-marine sur des secteurs côtiers trop profonds pour une intervention en PMT.

La phase de vérification des biocénoses marines et de la cartographie associée a été réalisée sur deux semaines discontinues entre le **21 et 25 août 2023** et **le 25 et 29 septembre 2023** par deux ingénieurs-plongeurs de CREOCEAN, en étroite collaboration avec quatre personnels de la Réserve et de l'INE Saint-Barthélemy, dont deux plongeurs titulaires du Certificat d'Aptitude à l'Hyperbarie (CAH) classe 1 B ainsi que 2 pilotes.

1.4.1. Investigations par plongeur tracté sur les secteurs les plus « profonds »

Un plongeur immergé est tracté via une planche de manta tow reliée au navire, de manière à être positionné entre 1 et 2 m au-dessus du fond. Parallèlement, un plongeur secours réalise une veille active depuis la surface en étant lui-même tracté via un second système de tractage.

Le plongeur immergé a en charge d'effectuer des prises de vue des fonds grâce à **un appareil photographique de type GO PRO fixé sur la planche, réglé en mode « timelaps »** (prise de vue réalisée avec un pas de temps fixé).

En parallèle, **un radeau avec un GPS embarqué est tracté en surface, de manière à être positionné juste à l'aplomb du plongeur**. Le plongeur en sécurité surface veille à ce que la longueur de bout adéquate soit déroulée depuis le navire.

Figure 1-13 : Illustrations de la méthodologie d'investigation par plongeur tracté

Date et heures ont été préalablement synchronisées entre le GPS (embarqué à bord du radeau) et la caméra sous-marine (fixée sur la planche de manta tow). **Le GPS embarqué dans le radeau est enclenché en mode trace**, soit une coordonnée relevée toutes les 10 secondes, en même temps que la prise des photographies. La synchronisation des appareils (GPS et appareils photo) a permis de géolocaliser précisément les photographies prises sous l'eau (cf. § 1.5.1 Synchronisation des photos sous-marines).

Figure 1-14 : Illustration des prises de vues en « time-laps » toutes les 5 secondes

Cette technique a permis, *a posteriori*, de localiser avec précision les transitions entre les différentes biocénoses, de vérifier leur nature et de disposer d'illustrations photographiques de chacune d'entre elles.

La méthodologie décrite est illustrée sur la figure ci-dessous :

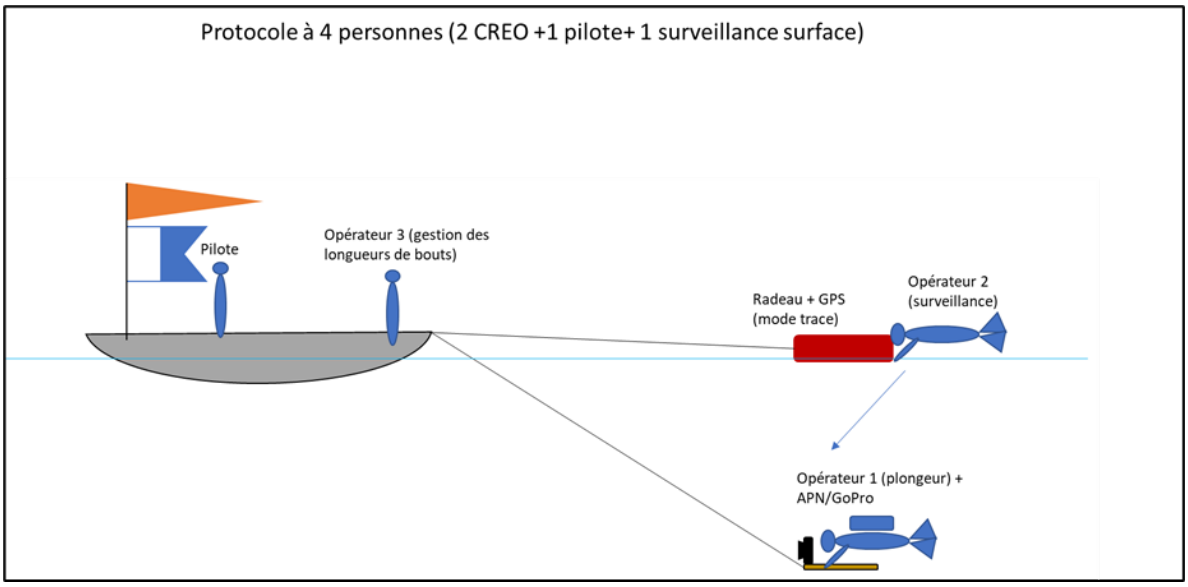

Figure 1-15 : Illustration de la méthodologie mise en œuvre de radiales de vérité-terrain par plongeur tracté

Nombre de radiales effectuées : 64

Distance parcourue : 49,8 km

Nombre de points géoréférencés : 6 311

Cette technique a permis, *a posteriori*, de localiser avec précision les transitions entre les différentes biocénoses, de vérifier leur nature et de disposer d'illustrations photographiques de chacune d'entre elles.

Seul un secteur n'a pas pu être réalisé du fait des conditions hydrodynamiques (houle longue de Sud-Est provenant du passage au large d'une Tempête Tropicale) et d'une très mauvaise visibilité ; il s'agit de l'Anse de Grand Fond et de l'îlet Coco. De fait, 6 radiales n'ont pas pu être réalisées.

1.4.2. Prospections en PMT sur les petits fonds

Des radiales ont également été réalisées en PMT de façon à couvrir la zone d'étude de manière la plus complète possible, notamment les zones littorales peu profondes (0 à -1 m) et les zones battues ne permettant pas d'accéder avec un navire (cayes et récifs peu profonds).

Les plongeurs ont évolué en PMT en binôme avec une plaquette de notation et un appareil photo. Ils étaient reliés au radeau sur lequel était embarqué un GPS, le radeau permettant également de signaler leur position. La synchronisation des appareils a permis également dans ce cas de géolocaliser précisément les photos.

Figure 1-16 : Illustrations de la méthodologie d'investigation en PMT sur les fonds peu profonds

Les principales zones concernées par cette adaptation de la méthodologie sont notamment :

- Le lagon du Grand Cul-de-Sac ;
- La baie de Marigot ;
- Le littoral de l'Anse des Cayes ;
- L'îlet de Petit Jean ;
- Une partie du littoral de Corossol ;
- Un secteur côtier de Pointe Milou ;
- La baie de Shell Beach ;
- La pointe Sud de la baie du Gouverneur, ainsi que le fond de baie Nord ;

Nombre de radiales effectuées : 21

Distance parcourue : 7,8 km

Nombre de points géoréférencés : 772 points

1.4.3. Prospections en plongée sous-marine

Une investigation en plongée sous-marine « classique » a été réalisée sur 5 secteurs :

- Le Sec de Colombier ;
- Gros Ilet ;
- Les Petits Saints ;
- Gustavia (zone de reproduction de lambis laiteux) ;
- Le Sec de Roches Roubes.

L'équipe était composée de deux ingénieurs de CREOCEAN, équipés d'une bouée de surface avec GPS (relevé en temps réel du tracé réalisé), de plaquettes de notation, et d'un appareil photographique.

L'objectif était de réaliser un inventaire qualitatif de la diversité corallienne présente). En outre, une attention particulière a été portée sur la présence de colonies d'*Acropora spp.* (localisation par prises de points GPS).

Nombre de radiales effectuées : 6

Distance parcourue : 1,6 km

Nombre de points géoréférencés : 292

Figure 1-17 : Illustrations des investigations menées en plongée sous-marine dérivante

1.4.4. Synthèse des investigations de vérité-terrain réalisées

Le Tableau 1-1 ci-dessous résume l'ensemble des prospections réalisées au cours des 10 jours de mission.

Ainsi, 7 375 points de vérité-terrain géoréférencés et illustrés ont fait l'objet d'une analyse durant cette phase d'investigation (soit environ 59 km de prospection).

Les figures ci-dessous (Figure 1-18 et Figure 1-19) illustrent d'une part la position des radiales de vérité-terrain réalisées et d'autre part la localisation des photos géoréférencées réalisées.

Tableau 1-1 : Bilan des photos réalisées par secteur et par méthode

Secteurs	Plongée dérivante			PMT			Plongée tractée			Total		
	Nombre de radiales	Longueur (m)	Nombre de Photos	Nombre de radiales	Longueur (m)	Nombre de Photos	Nombre de radiales	Longueur (m)	Nombre de Photos	Nombre de radiales	Longueur (m)	Nombre de Photos
3BAIES							12	9369	1033	**12**	**9369**	**1033**
ARBRES A CORAUX				1	55	16				**1**	**55**	**16**
BALEINE				1	112	11				**1**	**112**	**11**
BONHOMME							3	4073	405	**3**	**4073**	**405**
BOULANGER							2	1711	260	**2**	**1711**	**260**
CAYE				2	411	45	1	1605	163	**3**	**2016**	**208**
COCO							1	767	89	**1**	**767**	**89**
COLOMBIER	1	180	27	1	418	34	3	2889	332	**5**	**3487**	**393**
COROSSOL				1	193	20		20		**1**	**193**	**20**
FLAMANDS							2	1359	160	**2**	**1359**	**160**
FOURCHUE							4	4576	556	**4**	**4576**	**556**
FREGATE							4	2762	330	**4**	**2762**	**330**
GOUVERNEUR				1	531	44	2	579	90	**3**	**1110**	**134**
GRAND CUL-DE-SAC							1	2688	631	**1**	**2688**	**631**
GRAND FOND							6	4004	468	**6**	**4004**	**468**
GROS ILET	1	498	95	1	348	44				**2**	**846**	**139**
GUSTAVIA	1	135	42				13	5398	714	**14**	**5533**	**756**
LORIENT							1	1643	182	**1**	**1643**	**182**
MANCEL				1	467	30	4	2594	363	**5**	**3061**	**393**
MARIGOT				4	2117	183				**4**	**2117**	**183**
MILOU				2	739	126	1	468	59	**3**	**1207**	**185**
PAIN DE SUCRE							3	1648	250	**3**	**1648**	**250**
PETIT JEAN				1	405	38				**1**	**405**	**38**
PETITS SAINTS	2	909	101							**2**	**909**	**101**
PETITE ANSE				1	156	9				**1**	**156**	**9**
SALINE				1	363	49				**1**	**363**	**49**
SEC DE ROCHE ROUBE	1	57	7							**1**	**57**	**7**
SHELL BEACH				1	373	21				**1**	**373**	**21**
TOCVERT				2	1116	122	1	1682,21552	226	**3**	**2798**	**348**
Total	**6**	**1779**	**272**	**21**	**7803**	**792**	**64**	**49815**	**6311**	**91**	**59397**	**7375**

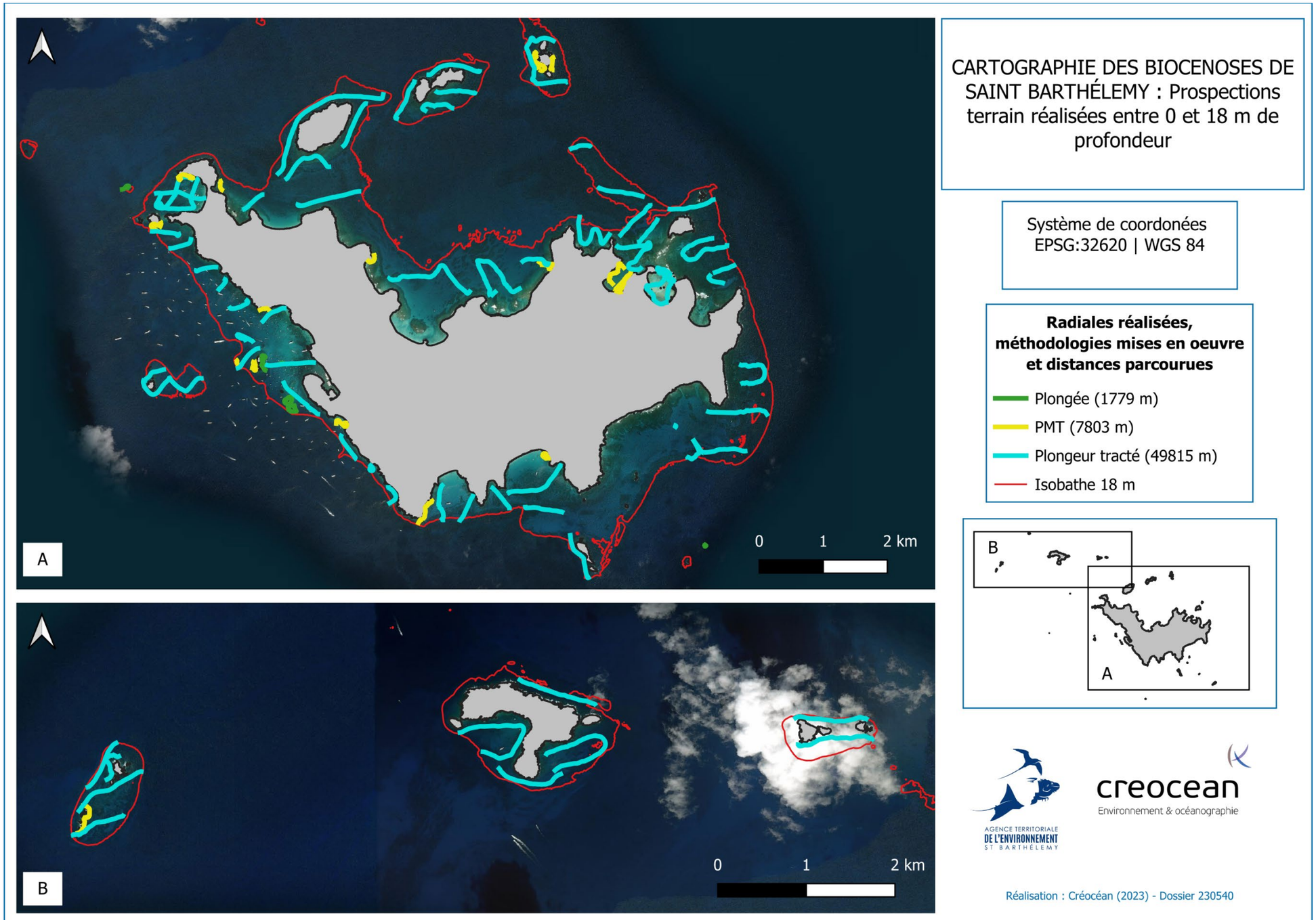

Figure 1-18 : Effort d'échantillonnage selon la méthode utilisée

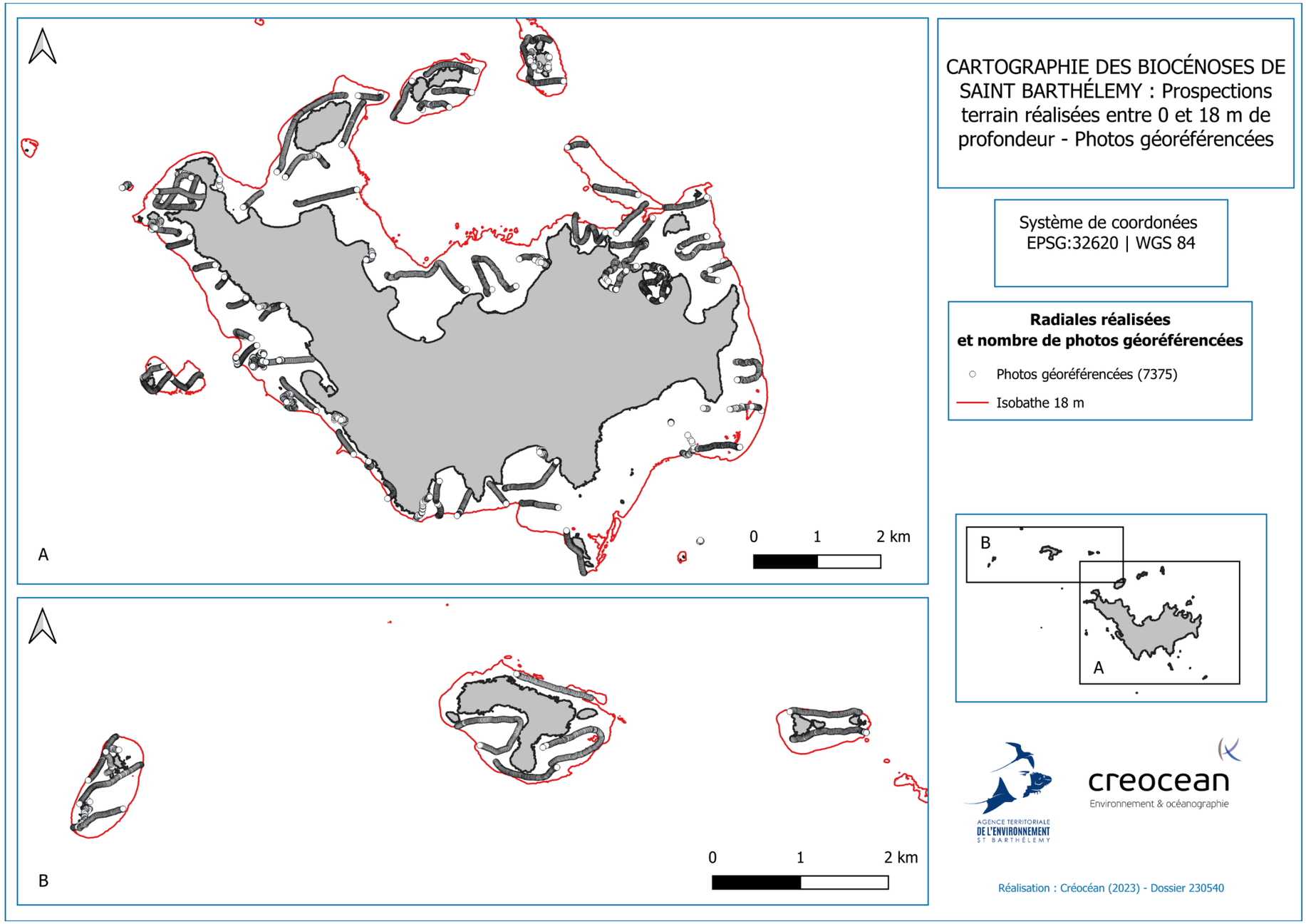

Figure 1-19 : Localisation des 7 375 photographies géoréférencées

1.5. Traitement des résultats

1.5.1. Synchronisation des photographies sous-marines

Une fois la phase de terrain réalisée, **les points GPS relevés en mode trace ont été synchronisés avec les prises de vue photographiques**.

Plus de 95% des photos réalisées ont pu être géoréférencées

Il est ainsi possible d'afficher sur un logiciel SIG, la photo du faciès présent sur un point donné (cf. illustrations ci-dessous). L'ensemble de ces éléments sera transmis à l'Agence Territoriale de l'Environnement (format .shp et kmz).

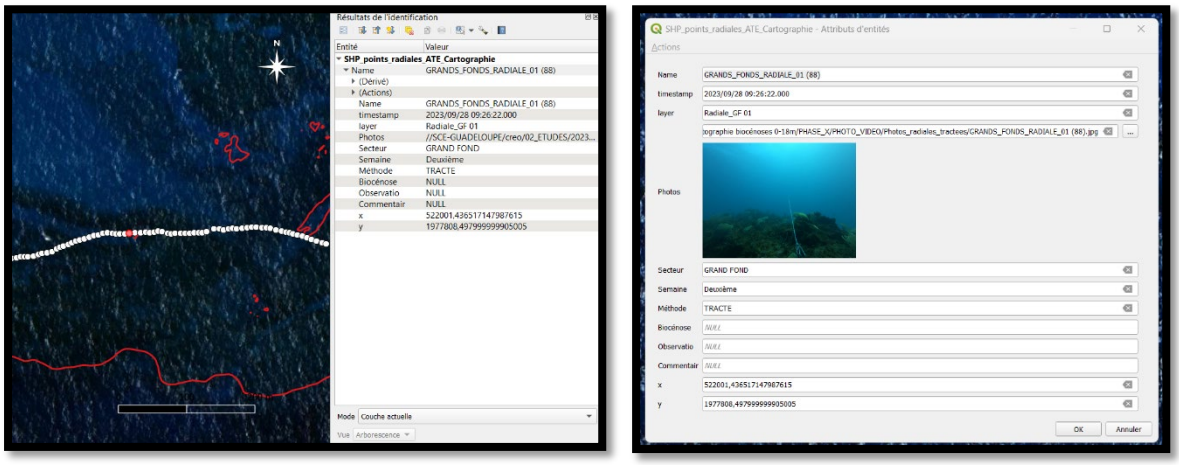

Figure 1-20 : Illustrations de la mise en lien des points de vérité-terrain sur une radiale et de la prise de vue correspondante sous QGIS

1.5.2. Analyses des prises de vue et caractérisation des faciès

Suite à la synchronisation des photos, une analyse complète de l'ensemble des photos réalisées par radiale a été menée.

Cette expertise a consisté à :

- Lister l'ensemble des numéros de photos réalisées ;
- Définir le substrat principal (platier rocheux, blocs rocheux, débris coralliens, sable, herbiers, etc.) ;
- Définir le niveau d'ensablement/envasement constaté ;
- Définir le type de biocénose rencontrée ;
- Définir plus spécifiquement la biocénose (associant géomorphologie, écosystème et dominance d'espèces);
- Définir qualitativement la densité des peuplements dominants ;
- Noter la présence d'espèces halieutiques (oursins blancs, lambis) ;
- Noter la présence de tortues, raies ou requins (macrofaune) ;
- Noter la présence de coraux à forte valeur patrimoniale et/ou protégés (principalement des colonies de corne d'élan *Acropora palmata*, de cornes de cerf *Acropora cervicornis*. La présence très localisée de l'espèce hybride *Acropora prolifera* a également été saisie).

Une codification spécifique a été définie pour différencier les différents faciès observés (cf : 1.5.4) et un code couleur leur a été attribué, afin de faciliter la visualisation à une échelle globale.

1.5.3. Ajustement de la pré-cartographie

Sur la base de la pré-cartographie et de l'analyse des milliers d'images, il a été possible d'ajuster, voire de compléter cette dernière.

Ainsi, certaines distinctions de faciès initialement faites en amont du terrain ont été supprimées : par exemple, la différence entre « sable et macroalgues », « roche faible relief avec macroalgues » et « roche et végétation » a été supprimée. L'ensemble correspond en fait à du substrat rocheux plus ou moins ensablé selon les secteurs et colonisé par des macroalgues de manière plus ou moins dense. Par ailleurs, les limites des secteurs selon leur niveau d'ensablement et niveau de densité en macroalgues ne sont pas franches et marquées (et sont probablement en constante évolution) et leur délimitation présente un intérêt limité pour le gestionnaire.

À l'inverse, à certains endroits, un faciès considéré initialement comme homogène a été redécoupé en plusieurs polygones (biocénoses distinctes).

Sur la base de ces éléments, une mise à jour de la pré-cartographie a pu être réalisée, afin de traduire en « biocénoses marines » (géomorphologie / substrat / peuplement / espèces dominantes, etc.) les faciès génériques observés.

Ainsi, une biocénose caractérisé de manière générique en « herbier » pourra se traduire, après les vérités-terrain en « plaine sédimentaire sableuse à herbier mixte à *Syringodium filiforme* et *Thalassia testudinum* » ou bien « plaine sédimentaire sableuse à herbier monospécifique à *Halophila stipulacea* ».

En complément, les éléments notables (telles que la géolocalisation des colonies d'*Acropora palmata* ou les zones de transplantation *d'Acropora cervicornis*) ont été positionnés sur la cartographie finale.

1.5.4. Normalisation de la typologie des biocénoses

L'utilisation d'une typologie adaptée et normée est indispensable, afin de pouvoir disposer d'informations comparatives avec d'autres travaux menés dans des milieux similaires.

Actuellement, peu de typologies sont adaptées à la description des biocénoses marines antillaises françaises. Il n'existe pas à l'heure actuelle de typologie normée directement transposable.

Le guide IFRECOR (*Nicet et al.*, 2015) reprend les méthodes pour la réalisation de cartes d'habitats par télédétection en milieu récifal et a pour objectif d'homogénéiser les typologies d'habitats récifaux des différents territoires d'outre-mer. En termes géomorphologiques, la typologie se base notamment sur l'Atlas des Récifs Coraliens d'Outre-Mer (Andrefouët, 2008). La méthode, qui a été testée et validée pour les territoires de l'Océan Indien, s'avère toutefois moins adaptée aux caractéristiques des biocénoses marines antillaises et nécessite des adaptations.

Le MNHN (Museum National d'Histoire Naturelle) en partenariat avec l'OFB (Office Français pour la Biodiversité) et le CNRS a rédigé récemment une nomenclature des typologies d'habitats pour la Martinique. En raison de la similarité des habitats marins, il a été choisi de se baser sur cette **typologie des habitats benthiques de la Martinique** (Andrés S. *et al.*, 2022) pour construire la typologie des habitats de la zone d'étude.

Des ajustements ont toutefois dû être opérés sur la dénomination de certains biocénoses marines, afin de s'adapter aux spécificités de la zone d'étude et de prendre en considération la problématique de « cartographie des biocénoses marines ».

1.5.5. Définition des zones d'enjeux

Conformément à la volonté du gestionnaire, sur la base de la cartographie établie, **les zones à forts enjeux de conservation en termes de biodiversité ont été identifiées pour l'ensemble de la zone investiguée.**

Elles sont hiérarchisées (en « très faible », « faible », « modéré » et « fort ») sur la base de la nature des biocénoses présentes, leur valeur patrimoniale et leurs fonctions écologiques ainsi que leur niveau de protection et des aspects paysagers.

1.5.6. Précision des cartes

La classification de la pré-cartographie a été réalisée sur l'index invariant des fonds (1,5 m / pixel). Trois algorithmes ont été utilisés, deux semi-automatiques et un automatique (cf. organigramme de traitement Figure 1-11). Le traitement automatique Kmeans ayant donné les résultats les plus cohérents, ses résultats ont été utilisés pour la pré-cartographie.

Les données de terrain ont été saisies dans une base de données Excel.

La finalisation manuelle de la carte a été réalisée à **l'échelle 1/1500** sur la base des vérités-terrain et de l'image Pansharpened (30 cm / pixel).

Sur certaines biocénoses, des informations complémentaires sur la présence d'une espèce ou d'un peuplement (spongiaires, gorgones, etc.) ont été indiquées à l'échelle des radiales réalisées, mais ne sont pas directement extrapolables aux zones proches.

2. Résultats

2.1. Observations ponctuelles d'espèces patrimoniales, protégées et de macrodéchets

Lors des phases de vérités-terrain, une attention a pu être portée sur des observations ponctuelles d'espèces patrimoniales, protégées et de macrodéchets. Ainsi, ont pu être observés sur l'ensemble des radiales prospectées :

- **1023 colonies d'*Acropora palmata*** *;*
- **247 colonies d'*Acropora cervicornis*** (dont certaines transplantées ou sur des arbres à coraux) *;*
- 1 colonies d'*Acropora prolifera ;*
- 673 lambis dont environ **450 lambis laiteux** ;
- 42 tortues (vertes et imbriquées) ;
- 26 raies (pastenagues et léopards) ;
- 21 macrodéchets ;
- 11 requins (citron, nourrice et dormeur).

2.1.1. Les colonies d'*Acropora spp.*

Les 3 espèces d'*Acropora* sont protégées nationalement selon l'arrêté du 25 avril 2017. En effet, les 2 principales espèces de la famille des Acroporidés (*A. palmata* et *A. cervicornis*) sont classées en danger critique d'extinction sur la liste rouge UICN (mondial). L'espèce hybride *A. prolifera* (*A. palmata* x *A. cervicornis*) n'est pas encore suffisamment documentée pour figurer sur une telle liste.

2.1.1.1. Acropora palmata

Les fonds de marin de Saint-Barthélemy abritent une importante densité d'Acroporidés en particulier représentée par ***A. palmata* couvrant une superficie estimée de 9,4 ha** (Figure 2-2 et Figure 2-3).

Cette couverture est sous-estimée, car tous les fonds marins n'ont pas pu être investigués. Néanmoins, elle rend compte de la répartition des colonies d'*A. palmata* avec des zones de grande densité telles que (Figure 2-3) :

- La baie de Grand Cul-de-Sac avec environ 142 colonies ;
- La baie de Milou avec environ 76 colonies ;
- L'îlet Toc Vers avec environ 68 colonies ;
- La face ouest de l'Anse du Gouverneur avec environ 41 colonies ;
- La face est de Gros Ilet avec environ 35 colonies ;
- L'îlet Frégate avec environ 21 colonies ;
- Les îlets Mancel avec environ 19 colonies ;
- Le sud de l'îlet Bonhomme avec environ 11 colonies ;
- L'îlet nord des petits Saints avec environ 8 colonies.

Figure 2-1 : Colonies d'A. palmata présentes au niveau du Grand Cul-de-Sac

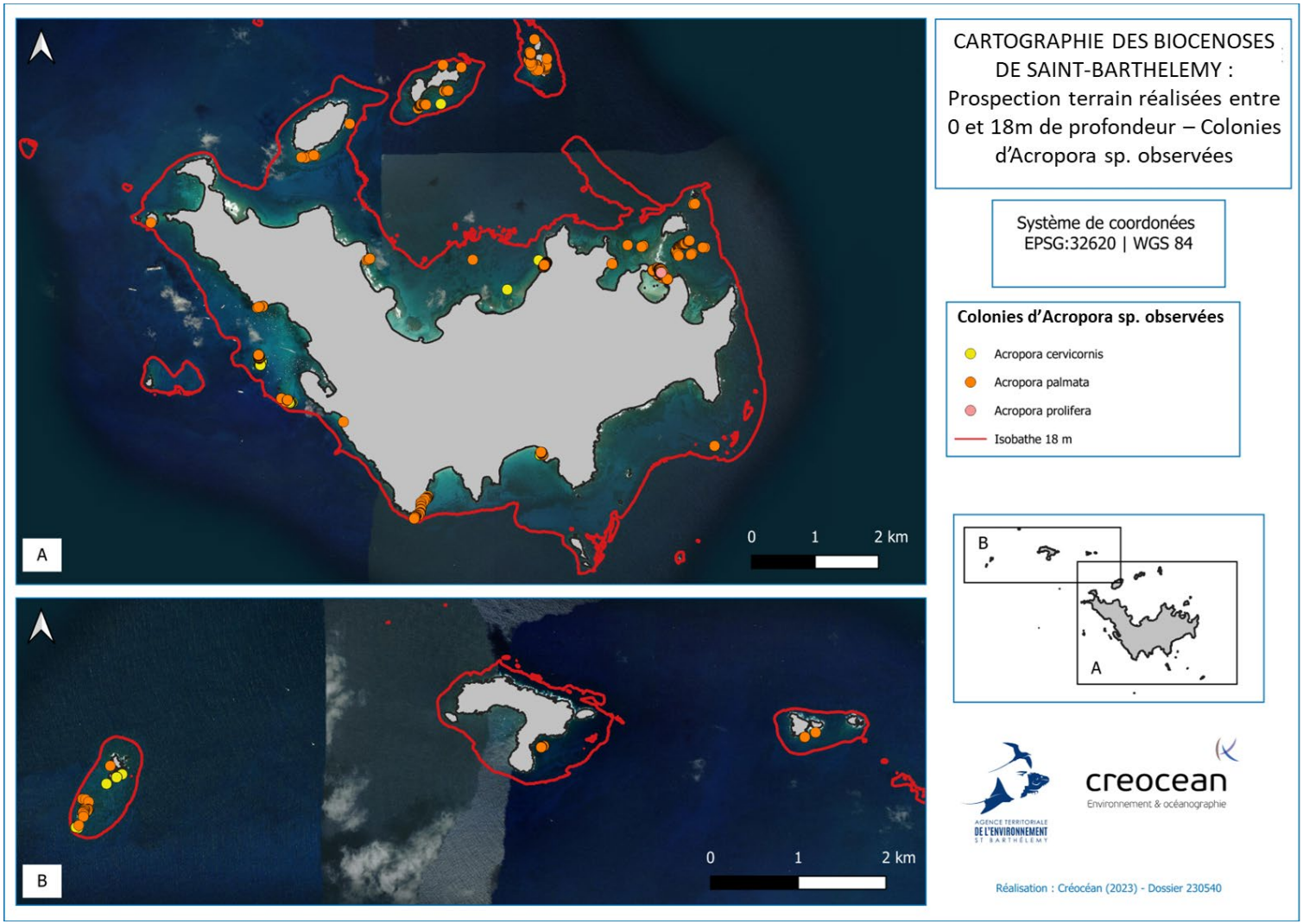

Figure 2-2 : Carte de l'ensemble des colonies d'Acropora sp observées

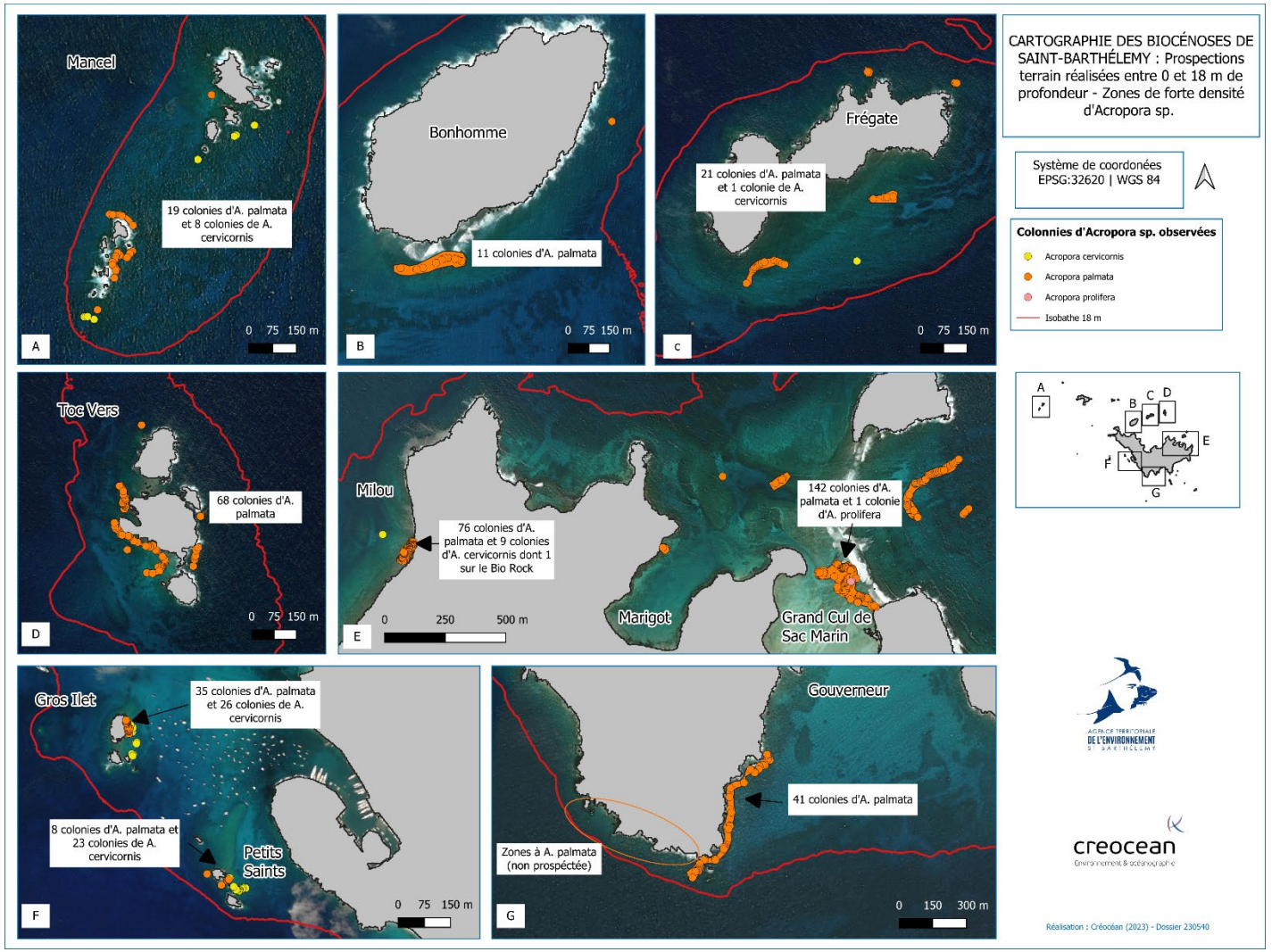

Figure 2-3 : Cartes des zones de forte densité en acropores

2.1.1.2. Acropora cervicornis

Les colonies d'*A.cervicornis* sont moins abondantes et sont éparses. Pour ces raisons, une estimation de la couverture de cette espèce ne s'est pas révélée pertinente sans engendrer de trop grosses approximations.
À noter toutefois, l'effort de transplantation corallienne fait sur cette espèce à Saint-Barthélemy, qui abrite **2 fermes coralliennes à *A. cervicornis*** dont **3 arbres à Gros Ilet** et **2 arbres à Pain de Sucre** (Figure 2-2). Des opérations de transplantation sur des structures artificielles ont été menées, mais n'ont pas permis le maintien de l'espèce.
Par ailleurs, la majorité des zones à *A. cervicornis* observées correspondent à des zones de transplantation (Gros Ilet et Petits Saints).
Les quelques colonies « naturellement » présentes (moins de 10) sont situées à l'îlet Mancel et au sud de Frégate

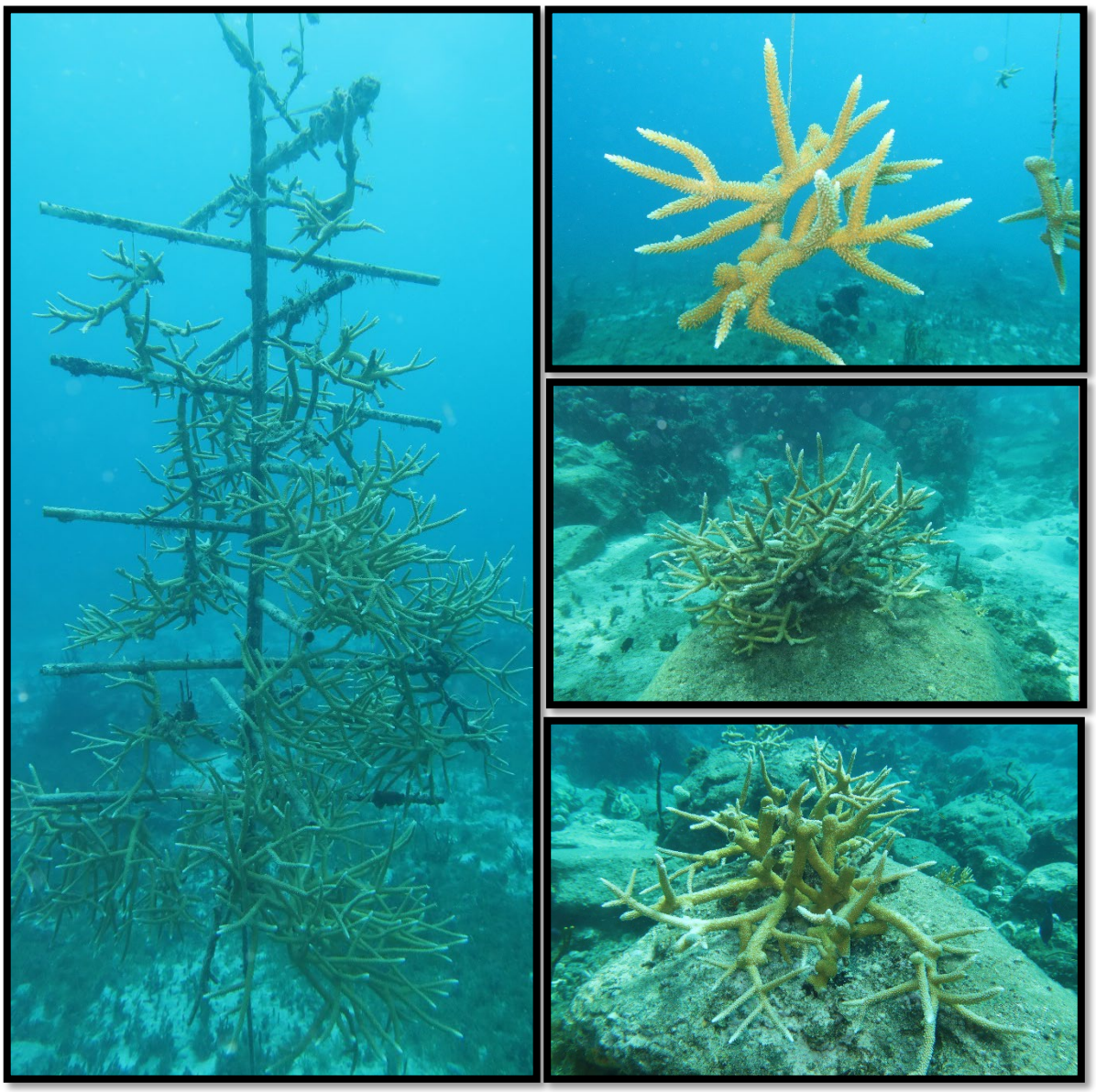

Figure 2-4 : Ferme corallienne de Gros Ilets (gauche et haut) et colonies à A. cervicornis transplantées au Petits Saints (centre et bas droite)

2.1.1.3. Acropora prolifera

Cette espèce, très rare à Saint-Barthélemy, a été observée seulement au niveau du Grand Cul-de-Sac. Lors de l'été 2023, la ponte de cette même colonie aurait été observée par des agents de l'ATE (Figure 2-3).

Figure 2-5 : Colonie de A. prolifera au niveau du Grand Cul-de-Sac

2.1.2. Les lambis

Les lambis (*Aliger gigas*) sont des mollusques d'intérêt économique important pour la pêche côtière. Malheureusement, les stocks sont vulnérables face à la pression de pêche. Lors des radiales, chaque lambi rencontré a été comptabilisé afin d'identifier les zones de forte densité autour de Saint-Barthélemy.
Au total, **223 lambis** (*Aliger gigas*) et environ **450 lambis de lait** ou strombes laiteux (*Macrostrombus costatus*) ont été comptabilisés (Figure 2-7).
Le secteur nord-ouest de l'île, du port de Gustavia jusqu'à la partie sud de l'îlet Bonhomme, ainsi que l'îlet Fourchue semblent concentrer une plus grande densité de lambis.
En outre, une extraordinaire concentration de lambis de lait a été observée au cours d'une radiale réalisée au niveau de la zone de mouillage de Gustavia (Figure 2-6). Une plongée dérivante a permis d'estimer la présence de **450 individus adultes** sur une surface de 735 m². Ce regroupement semble correspondre à un phénomène de reproduction de cette espèce. Bien que cette espèce ne soit pas pêchée, cette zone présente un intérêt écologique majeur pour celle-ci.

Figure 2-6 : Convergence (à gauche) et pontes de lambis de lait (à droite)

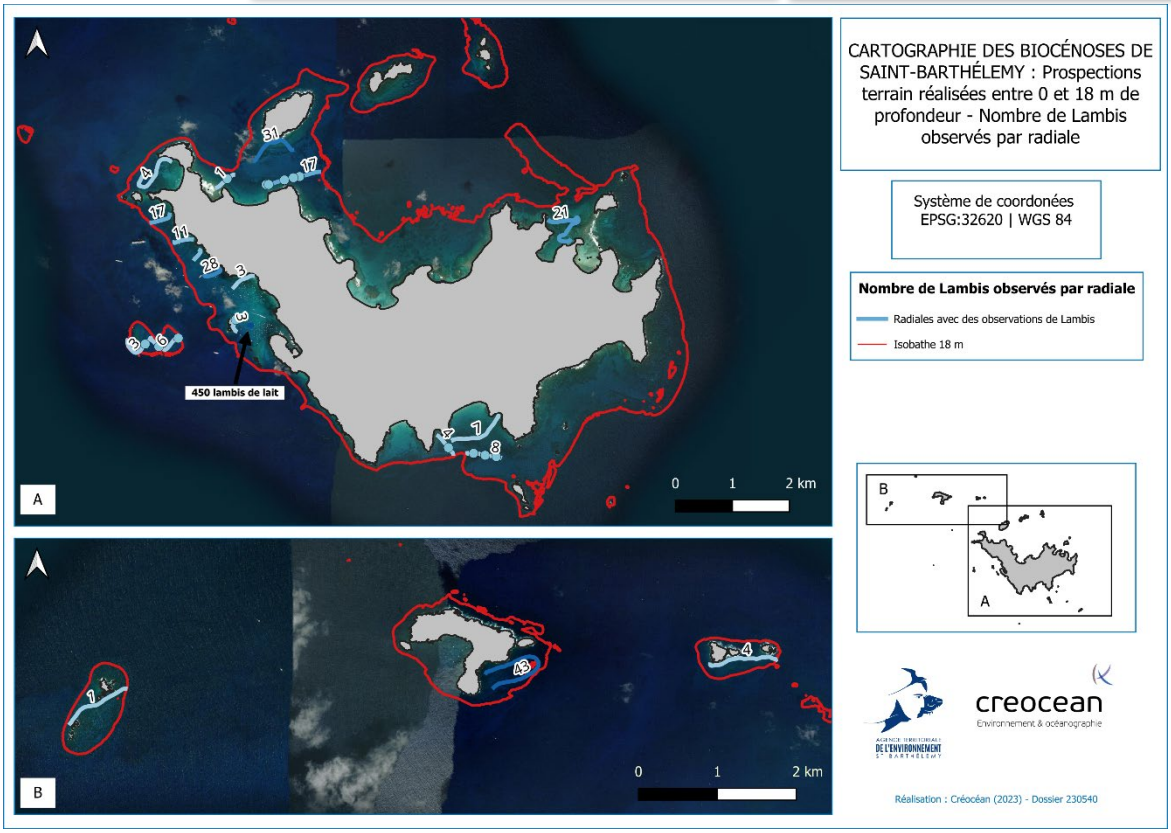

Figure 2-7 : Carte de localisation des lambis et nombre observé par radiale

2.1.3. Les tortues

Les tortues marines des Petites Antilles sont principalement représentées par la tortue imbriquée (*Eretmochelys imbricata*) et la tortue verte (*Chelonia mydas*) qui viennent pondre sur les plages de sable. Ces espèces ont une valeur patrimoniale importante.

Lors des radiales, chaque tortue rencontrée a été comptabilisée afin d'identifier les zones de forte densité autour de Saint-Barthélemy. La distinction des 2 espèces n'a pas été systématiquement possible en raison de leur comportement de fuite et de la trajectoire lors des radiales tractées.

Au total, **42 tortues** ont été comptabilisées dont la majorité a été observée au niveau du Grand Cul-de-Sac (10 individus) et de la baie de Colombier (6 individus) (Figure 2-8 et Figure 2-9). En effet, ces baies proposent des conditions optimales pour ces tortues avec des zones abritées et de vastes herbiers à *Thalassa testudinum*.

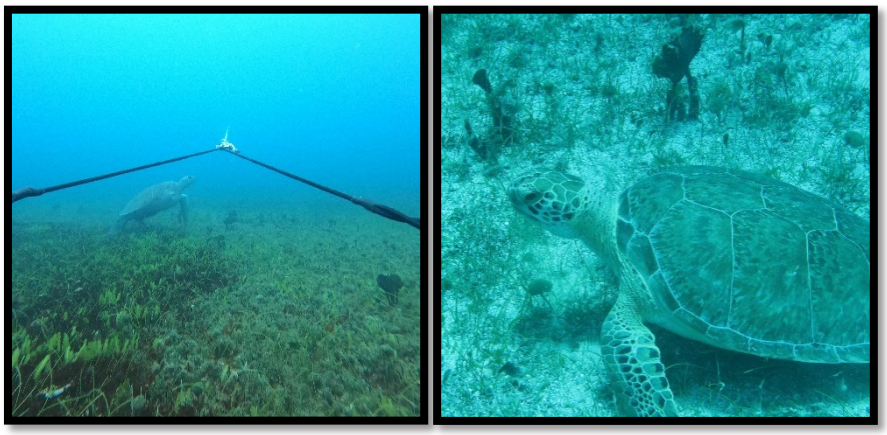

Figure 2-8 : Tortues vertes observées à Gustavia (gauche) et dans la baie de Colombier (droite)

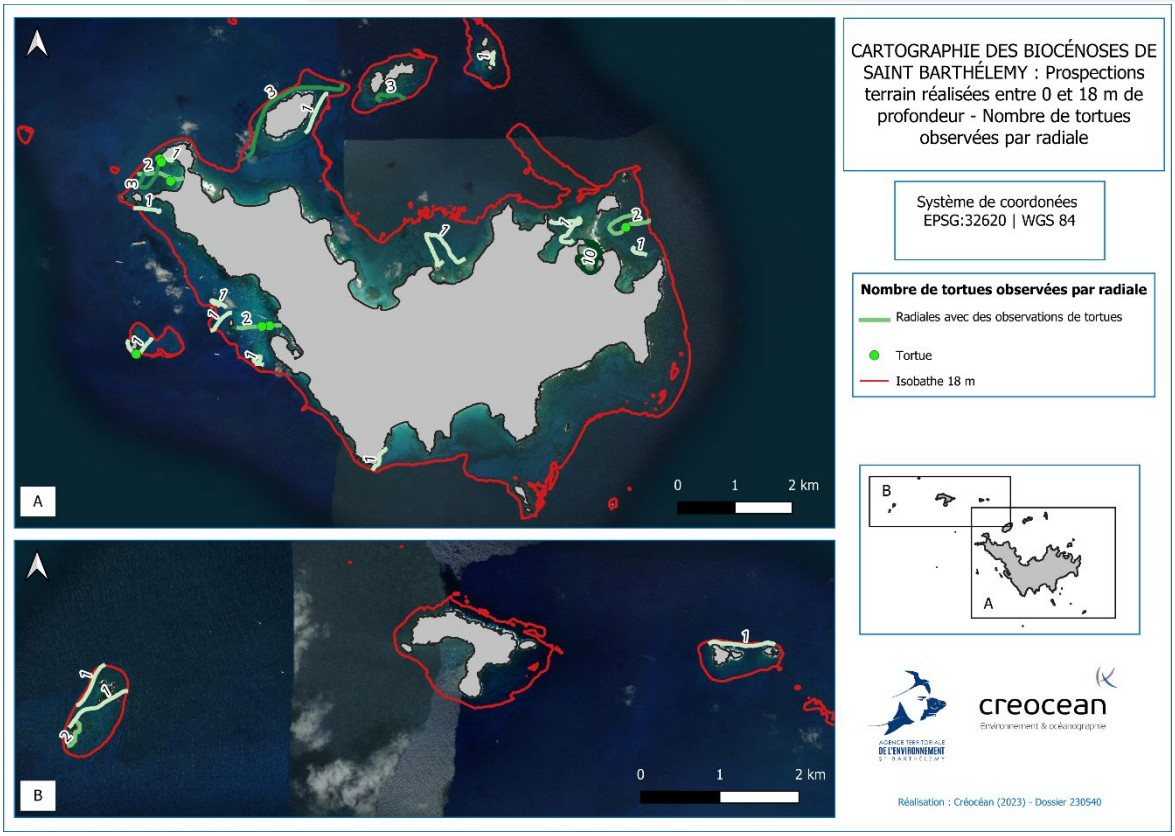

Figure 2-9 : Carte de localisation et dénombrement des tortues observées par radiale

2.1.4. Les raies

Les raies des Petites Antilles sont principalement représentées par la raie pastenague (*Dasyatis americana*), la raie léopard (*Aetobatus narinari*) et la raie torpille (*Narcine bancroftii*).

Lors des radiales, chaque raie rencontrée a été comptabilisée afin d'identifier les zones de forte densité autour de Saint-Barthélemy. Au total, **26 raies** ont été comptabilisées dont 19 raies pastenague et 4 raies léopard (Figure 2-10 et Figure 2-11).
Elles ont été observées de manière homogène autour de Saint-Barthélemy à l'exception de l'îlet Fourchue et de la face sud-est où peu de raies ont été recensées.

Figure 2-10 : Raie léopard observée au niveau de Gros Ilet

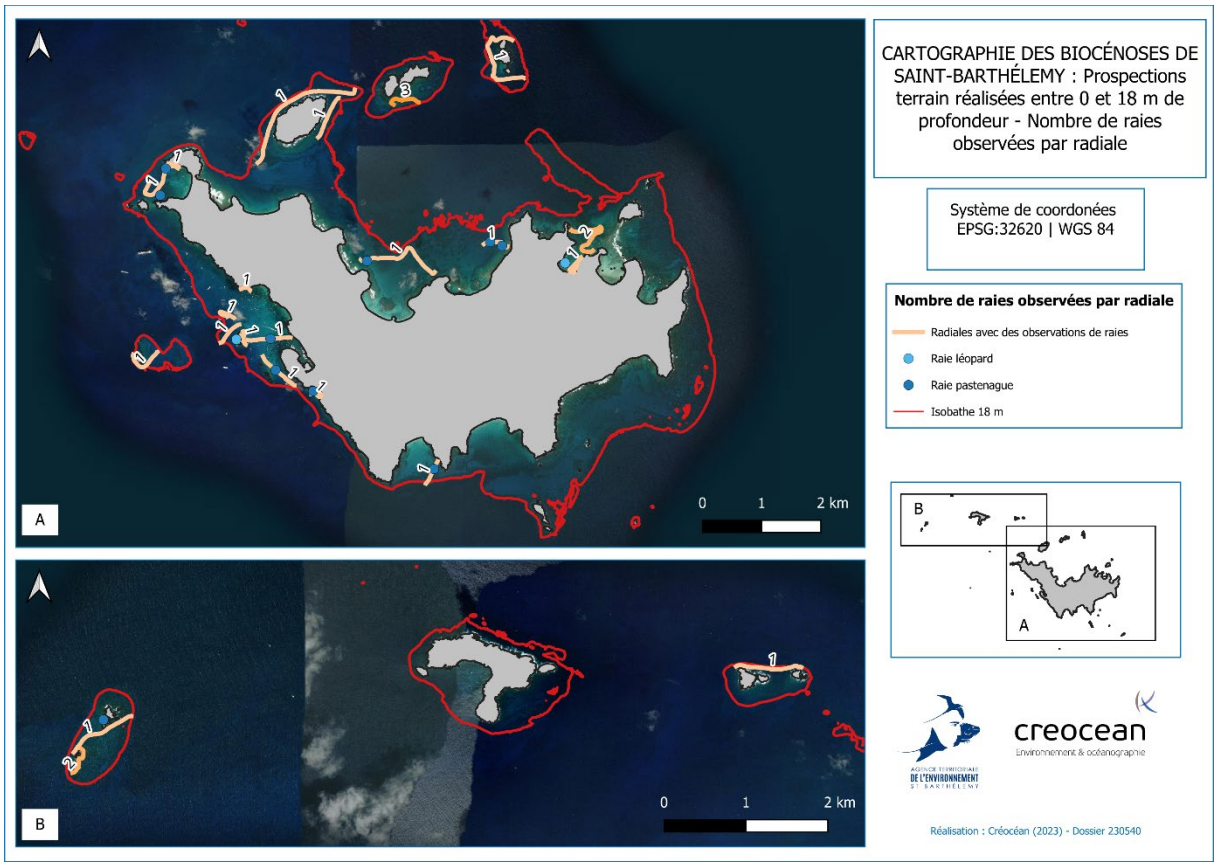

Figure 2-11 : Carte de localisation et dénombrement des raies observées par radiale

2.1.5. Les requins

Saint-Barthélemy abrite plus d'une dizaine d'espèces de requins dont 4 espèces principales : le requin de récif (*Carcharhinus perezi*), le requin nourrice (*Ginglymostoma cirratum*), le requin citron (*Negaprion brevirostris*) et le requin tigre (*Galeocerdo cuvier*).
Lors des radiales, chaque requin rencontré a été comptabilisé afin d'identifier les zones de forte densité autour de Saint-Barthélemy. Au total, **11 requins** ont été comptabilisés dont 9 requins nourrice et 2 requins citron (Figure 2-12).
Ils ont été observés de manière homogène autour de Saint-Barthélemy à l'exception des îlets du nord-ouest (Figure 2-13).

Figure 2-12 : Jeune requin nourrice observé au niveau de Flamand

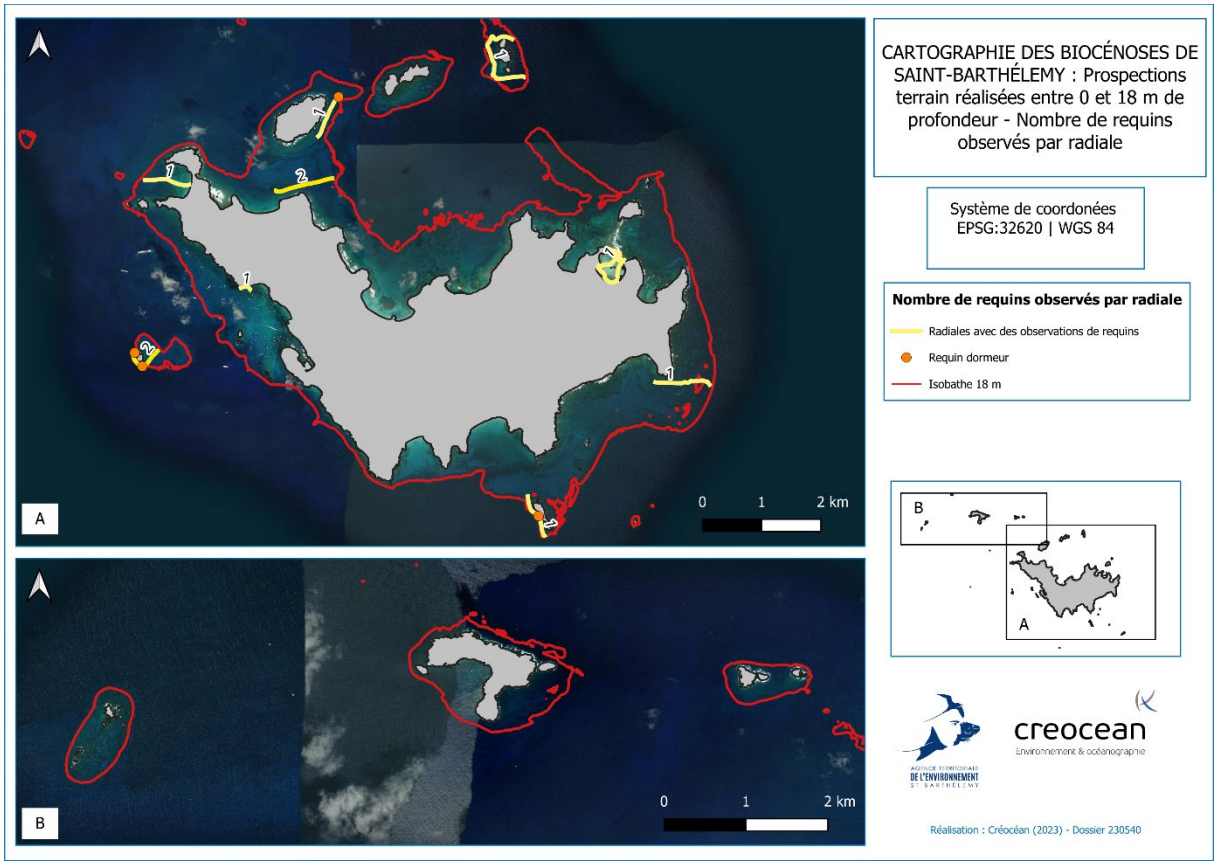

Figure 2-13 : Carte de localisation et dénombrement des requins observés par radiale

2.2. Observations des macrodéchets

Les activités anthropiques produisent de nombreux déchets qui se retrouvent parfois dans les fonds marins de manière intentionnelle ou non. Lors des radiales, les macrodéchets de taille notable rencontrés ont été comptabilisés (hors bouteilles, etc.) afin d'identifier les zones de forte pression anthropique autour de Saint-Barthélemy.
Au total, **22 macrodéchets** ont été recensés dont la majorité à proximité du port de plaisance de Gustavia et de la zone de mouillage (Figure 2-15). Il s'agissait principalement de pneus de mouillage forain, mais également d'équipements nautiques (moteur hors-bord, coque, gaffe, etc.).

Figure 2-14 : Macrodéchets (pneus) observés dans les fonds marins de Saint-Barthélemy

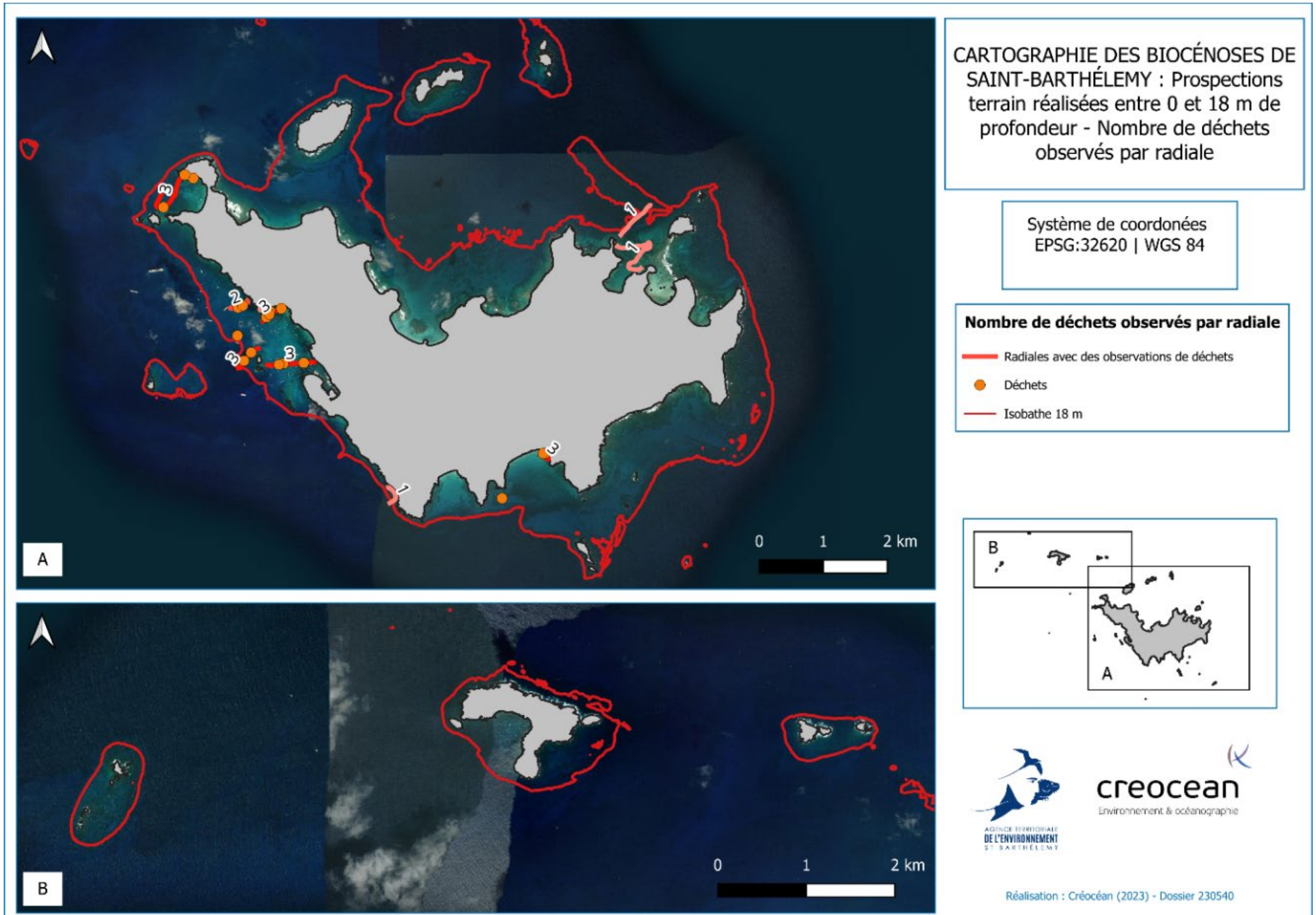

Figure 2-15 : Carte de localisation et dénombrement de macrodéchets observés par radiale

2.3. Description des biocénoses marines

Sur la quasi-totalité du secteur d'étude, l'ensemble des biocénoses marines a été identifié avec les espèces « structurantes » associées, c'est-à-dire les espèces dominantes visuellement ou ayant des impacts significatifs sur la structure des communautés et leurs fonctions.

L'analyse s'est également attachée à prendre en compte les espèces patrimoniales, halieutiques et protégées.

Lorsque les données récoltées le permettaient (visibilité sur les photos, prises de note lors des explorations en PMT), une liste non exhaustive des espèces observées a été renseignée (espèces « structurantes » voire espèces « associées » ou complémentaires (de petite taille ou retrouvées en faible densité), mais pouvant être facilement observées dans la biocénose).

Ainsi, **6 grandes catégories de biocénoses** ont été définies et cartographiées :

- Herbier à phanérogames marines sur sables ;
- Communautés benthiques à coraux, spongiaires et gorgonaires sur roches ;
- Communautés benthiques à coraux, spongiaires et gorgonaires sur sables ;
- Communautés benthiques à forte couverture algale ;
- Communautés benthiques à turf algal et/ou *Millepora sp*. sur éboulis.
- Communautés appauvries sur sédiments mobiles ;

Ces 6 biocénoses se déclinent en **26 biocénoses marines distinctes mais dont leur cartographie exhaustive n'est pas possible (limite trop floue entre deux biocénoses, superficie limitée, distinction visuellement non détectée par la pré-cartographie,etc.).**

- Champs de blocs à l'infralittoral supérieur à Millepora, corallinales encroûtantes ou turf
- Champs de blocs à turf et/ou macro-algues
- Crête de plateforme récifale côtière à coraux et gorgones - faciès à *Acropora palmata* mort
- Faciès de transition à galets/cailloutis à turf et/ou macroalgues
- Front abrité de massifs coralliens dégradés à *A. palmata et Porites spp.*
- Front exposé de récif frangeant à *Millepora* et *A. palmata* en bon état de santé
- Herbier mixte à *Syringodium filiforme* et *Halophila stipulacea* sur sables
- Herbier mixte à *Syringodium filiforme* et *Thalassia testudinum* sur sables
- Herbier mixte à *Syringodium filiforme*, H*alophila stipulacea et Thalassia testudinum* sur sables
- Herbier mixte à T*halassia testudinum* et *Halodule wrightii* sur sables
- Herbier monospécifique à *Halophila stipulacea* sur sables
- Herbier monospécifique à *Syringodium filiforme* sur sables
- Massif monospécifique à *Acropora palmata*
- Patch corallien à spongiaires, coraux et gorgones sur sables
- Pente rocheuse à coraux, éponges et gorgones
- Pente rocheuse à Oursin perforant et corallinales encroûtantes de l'infralittoral supérieur
- Pente rocheuse à peuplements algaux, éponges et gorgones de l'infralittoral intermédiaire à fort hydrodynamisme
- Pente rocheuse à turf, *Millepora* et coraux de l'infralittoral supérieur à fort hydrodynamisme
- Plateforme récifale côtière à coraux, éponges et gorgones
- Plateforme récifale côtière à macro-algues dominantes et *Xetospongia muta* à fort hydrodynamisme
- Plateforme récifale côtière à peuplements algaux dominants
- Plateforme récifale côtière à peuplements algaux, gorgones et/ou spongiaires plus ou moins éparses

- Plateforme rocheuses ensablées à macro-algues éparses
- Plateforme sédimentaire côtière à macro-algues (algueraie)
- Plateforme sédimentaire côtière à sables biogènes
- Terrasse d'arrière-récif à coraux, herbiers et algues

Toutefois, les 8 biocénoses d'herbiers de phanérogames marines (correspondant à des « assemblages » différents d'espèces), ont fait l'objet d'une délimitation cartographique précise.

Au sein de chaque biocénose avec des espèces structurantes, des éléments complémentaires sont apportés (localisation, superficie, état de santé).

L'analyse fine des images satellites (même traitées) n'a pas permis de réaliser une cartographie précise de toutes les biocénoses sans faire d'extrapolation de grande envergure sur certains secteurs. Par exemple, la distinction entre herbier de *Syringodium filiforme* et herbier de *Thalassia testudinum* n'est absolument pas visible sur les données satellitaires. L'utilisation des données bathymétriques et de pentes lors de la délimitation a toutefois permis de réduire le taux d'incertitude sur les zones non couvertes par les radiales de vérité-terrain.

2.3.1. Herbier à phanérogames marines sur sables

La biocénose génériques « herbier à phanérogames marines sur sables » se décompose en **2 catégories de biocénoses** : les **herbiers monospécifiques** (une seule espèce structurante) et les **herbiers mixtes** (plusieurs espèces structurantes) :

- Herbier monospécifique à *Syringodium filiforme* sur sables ;
- Herbier monospécifique à *Thalassia testudinum* sur sables ;
- Herbier monospécifique à *Halodule wrightii* sur sables ;
- Herbier monospécifique à *Halophila stipulacea* sur sables ;

- Herbier mixte à *Syringodium filiforme* et *Halophila stipulacea* sur sables ;
- Herbier mixte à *Syringodium filiforme* et *Thalassia testudinum* sur sables ;
- Herbier mixte à *Syringodium filiforme, Halophila stipulacea et Thalassia testudinum* sur sables ;
- Herbier mixte à *Thalassia testudinum* et *Halodule wrightii* sur sables.

Les **8 biocénoses** spécifiques sont décrites ci-dessous avec le maximum d'informations quant à leur localisation ; la cartographie est présentée à l'échelle de l'habitat « herbier de phanérogames marines sur sables » et une carte spécifique présentant la localisation des 8 biocénoses a également été réalisée.
Des informations complémentaires sont apportées vis-à-vis de l'espèce invasive *Halophila stipulacea* (localisation de sa présence, quel que soit la biocénose) dans le paragraphe 3.

2.3.1.1. Herbier monospécifique à *Syringodium filiforme* sur sables

Ce type d'herbier est observé sur du **substrat meuble sableux** généralement entre 10 et 13 m de profondeur (sauf pour Colombier où il apparaît dès 3-4 m de profondeur). Les herbiers monospécifiques à *Syringodium filiforme* ont été observés sur **9 secteurs**, répartis tout autour de l'île :

- **Sur la façade nord de l'île :** Bonhomme, Colombier, Fourchue, Grand Cul-de-Sac, Marigot ;
- **Sur la façade ouest :** Gros Ilet, Gustavia ;
- **Sur la façade sud à Grand Fond.**

Cette biocénose présente une superficie de **0,41 ha** (**10,47%** de la superficie du secteur d'étude).

L'état de santé global de l'herbier est très hétérogène selon les secteurs : il plutôt moyen avec des signes d'eutrophisation ou de sédimentation sur les zones les plus abritées (secteur de Gustavia), avec des développements de macroalgues vertes importantes.

Sur les zones plus exposées, l'herbier ne présente pas de bioturbation, ni de signes de mitage ou de fragmentation et des microfalaises (pas de signe d'érosion). Il peut être considéré en bon état de santé, avec des fonctionnalités écologiques importantes au vu des densités de lambis relevées lors de la mission d'inventaires en avril dernier. **Pour mémoire, les densités calculées de lambis en 2023 étaient de l'ordre de 9 lambis par 100 m²**.

Sur la base de la cartographie, avec des herbiers monospécifiques à *Syringodium filiforme* autour de Bonhomme d'une superficie estimée à 105 600 m², on peut considérer que l'abondance est d'environ **9 500 lambis** (sous-estimée, car de nombreux lambis sont également présents sur les zones de sable/graviers). Ces chiffres sont à prendre avec précaution du fait de l'hétérogénéité des fonds et des variations environnementales (autre que le biotope) qui peuvent affecter le préférentiel de vie des lambis.

Les secteurs présentant les plus grandes superficies et le meilleur état de santé se situent au sud de l'îlet Bonhomme et au nord de l'Anse des Flamands et Pointe à Etages (dernières photos ci-dessous).

Sur cette biocénose, une seule observation de tortue verte et de raie pastenague a été faite.

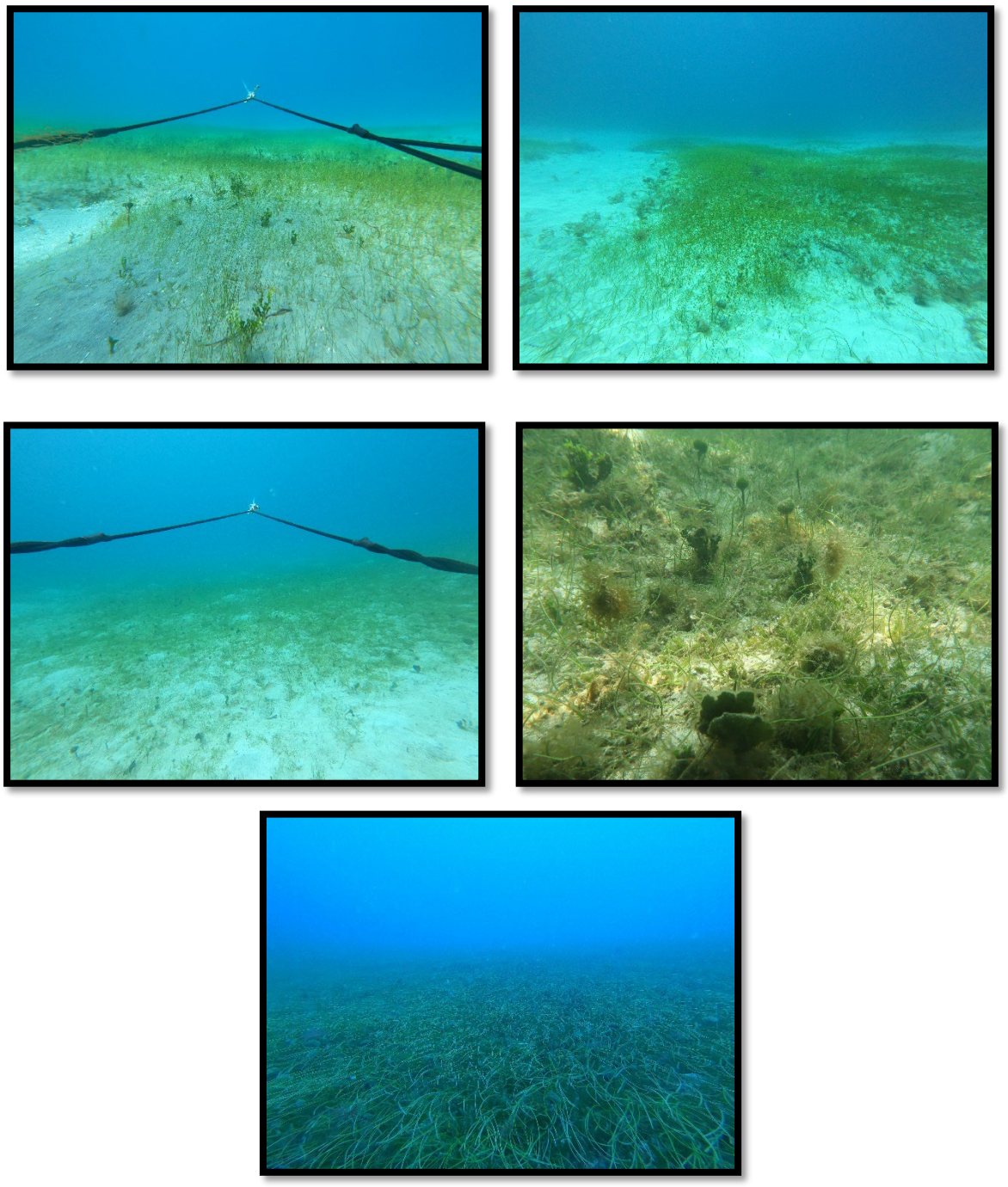

Figure 2-16 : Illustrations de l'« Herbier monospécifique à Syringodium filiforme sur sables »

2.3.1.2. Herbier monospécifique à *Thalassia testudinum* sur sables

Les herbiers monospécifiques à *Thalassia testudinum* ont été observés très ponctuellement en bordure de côte sur les secteurs de la baie de **Grand Cul-de-Sac, Marigot et Anse des Cayes** (bordure Nord). Il se présente généralement sous la forme de patchs denses, sur des zones très côtières, très peu profondes (<0,50m). En 2022, lors de prospections complémentaires, des patchs épars et dispersés avaient été observés au pied de l'hôtel « Eden Rock ».

L'état de santé global de l'herbier est plutôt bon (densité de faisceaux élevée et longs faisceaux) sur les secteurs échantillonnés, mais très réduit en termes de superficie ; il est d'ailleurs difficile de parler d'herbier, mais plutôt de « patchs » résiduels de quelques dizaines de m² généralement. Seul le secteur d'Anse des Cayes abrite l'espèce sous forme de plants de petites taille, dans vingt centimètres d'eau et rarement en herbier monospécifique.

Il est important de noter la présence de cet habitat de superficie limitée, très rare à l'échelle de l'île ; le plus souvent, l'espèce *Thalassia testudinum* est associée à l'espèce pionnière *Syringodium filiforme* et/ou se retrouve en compétition spatiale avec l'espèce invasive *Halophila stipulacea*.

Sur cette biocénose, aucune observation de tortue verte ou de raie pastenague n'a été faite.

Ces herbiers semblent présenter une superficie estimée de **13 000 m² (<0,01%** de la superficie totale de la zone d'étude). Une vérification plus exhaustive devrait être menée dans les années à venir pour cartographier l'ensemble des herbiers littoraux très côtiers. La prospection n'étant pas exhaustive sur tout le linéaire côtier et les faibles profondeurs, il est probable que cette biocénose soit présente ailleurs sur des secteurs similaires.

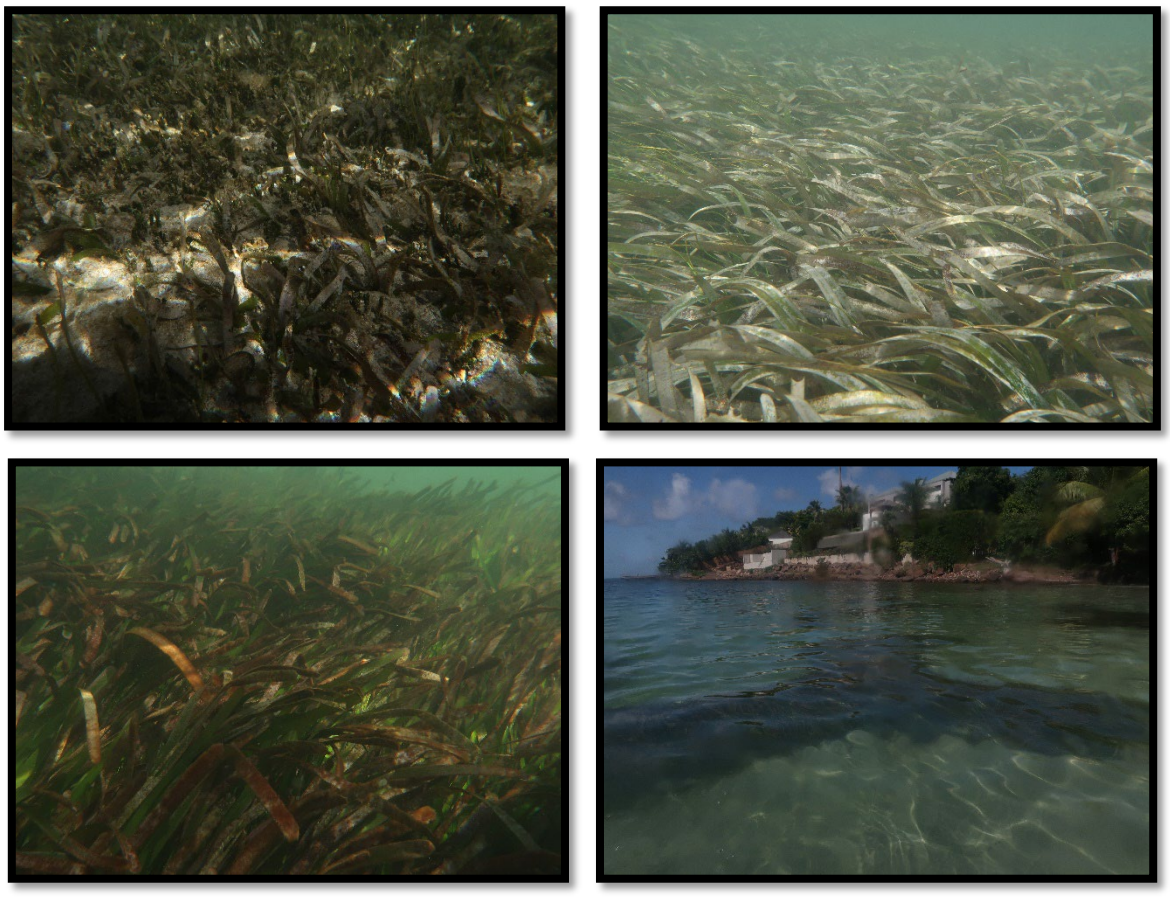

Figure 2-17 : Illustrations de l'« Herbier monospécifique à Thalassia testudinum sur sables »

2.3.1.3. Herbier monospécifique à *Halodule wrightii* sur sables

Deux herbiers monospécifiques de Magnoliophytes marines à *Halodule wrightii* ont été recensés sur du **substrat sableux**, sur des **fonds très peu profonds (< 2 m)**.

- Le premier est situé sur dans la baie de Colombier, en bordure de plage ; il constitue la transition entre les zones de sable nu très côtier et les herbiers de *Syringodium filiforme* ;
- Le second est situé dans la baie de Grand Cul-de-Sac.

Les herbiers se situent sur des secteurs très ensablés, plutôt des secteurs abrités des houles, mais potentiellement soumis à du courant (principalement dans le Grand Cul-de-Sac).

La biocénose échantillonnée couvre une superficie de **35 122 m² (<0,86%** de la superficie du secteur d'étude). Encore une fois, il est fort probable que cet habitat soit présent dans d'autres secteurs abrités très côtiers, mais cela reste de faible ampleur.

L'herbier à *H. wrightii* de Colombier, très proche du littoral, semble subir des mouvements réguliers du substrat meuble. Il est possible que celui-ci s'ensable et/ou se découvre selon les mouvements hydro-sédimentaires. Il semble également que des dépôts de sargasses sur le fond perturbent son extension (voire son maintien).

L'herbier à *H. wrightii* de Grand Cul-de-Sac est situé sur un secteur abrité des houles, mais soumis à des courants parfois modérés à forts. Cet herbier présente des densités variables en macroalgues vertes calcaires (*Halimeda incrassata*) et non calcaires (*Penicillus capitatus*, *Caulerpas cupressoides*). Deux espèces principales d'algues brunes ont été observées, mais en faible densité : *Padina sp.* et *Turbinaria sp.*

En termes de macrofaune, ces herbiers apparaissent très pauvres, mais parallèlement, **de jeunes tortues vertes (*Chelonia mydas)* s'y nourrissent** (notamment à Grand Cul-de-Sac, cf. photo ci-dessous).

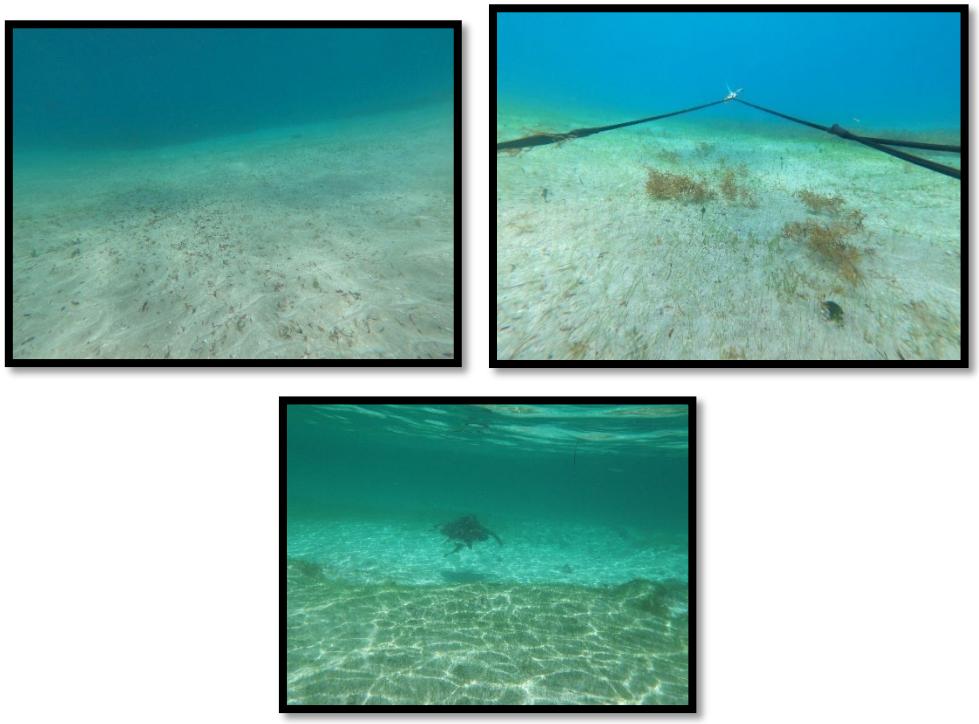

Figure 2-18 : Illustrations de l'« Herbier monospécifique à Halodule wrightii sur sables »

2.3.1.4. Herbier monospécifique à *Halophila stipulacea* sur sables

Ce type d'herbier est observé, tout comme pour *Syringodium filiforme*, sur du **substrat meuble sableux** ; en revanche, il est observé sur un plus grand gradient bathymétrique généralement entre 2 et 18 m de profondeur (s'étend au-delà). L'herbier monospécifique à *Halophila stipulacea* a été observé sur **17 secteurs**, répartis tout autour de l'île :

- **Sur la façade nord de l'île :** Bonhomme, Colombier, Saint-Jean, Fourchue, Grand Cul-de-Sac, Marigot, Milou, Flamands
- **Sur la façade ouest :** Gros Ilet, Gustavia, Shell Beach, Pain de Sucre, Petits Saints ;
- **Sur la façade sud :** Grand Fond, Gouverneur, Salines.

Cette biocénose présente une superficie de **1,39 km²** (**35,5%** de la superficie du secteur d'étude).

Le secteur présentant les plus grandes superficies se situe principalement sur toute la façade ouest de l'île et dans les secteurs les plus abrités (ce qui est logique, du fait d'un système racinaire peu profond).

D'un point de vue fonctionnel, 3 observations de lambis ont été faites (secteurs de Flamands et Pain de Sucre), mais en très faibles densités.

Figure 2-19 : Illustrations de l'« Herbier monospécifique à Halophila stipulacea sur sables »

2.3.1.5. Herbier mixte

Il a été fait le choix de séparer les herbiers mixtes avec/sans présence d'*Halophila stipulacea* pour représenter très clairement les herbiers résiduels des 2 espèces natives.

2.3.1.5.1. Herbiers mixtes à espèces natives uniquement

Ce type d'herbier est observé sur du **substrat meuble sableux** généralement entre 2 et 15 m de profondeur. Cette biocénose peut être enrichie par la présence facultative de l'espèce *Halodule wrightii* mais celle-ci étant difficilement observable en plongeur tracté, sa présence n'est pas certaine et n'a pas été inventoriée précisément.

Cette biocénose est peu représentée sur le territoire de Saint-Barthélemy, avec seulement **5 secteurs d'observation**, tous situés sur la façade nord de l'île :

- Colombier ;
- Marigot ;
- Grand Cul-de-Sac ;
- Anse des Cayes ;
- Marigot.

À l'instar des herbiers monospécifiques des 2 espèces natives, l'état de santé global de l'herbier est variable selon les niveaux d'exposition aux houles et aux courants. De manière générale, l'état est moyen, soit avec des signes de sédimentation (sur les secteurs protégés), soit, avec des densités importantes de macroalgues vertes (*Penicillus spp.* et *Avrainvillea spp.*).

Cette biocénose présente une superficie de **60 453 m²** (**0,06%** de la superficie totale du secteur d'étude).

Seulement une observation de raie pastenague a été faite sur cette biocénose. Aucune tortue verte n'a été observée en phase de nourrissage ou repos.

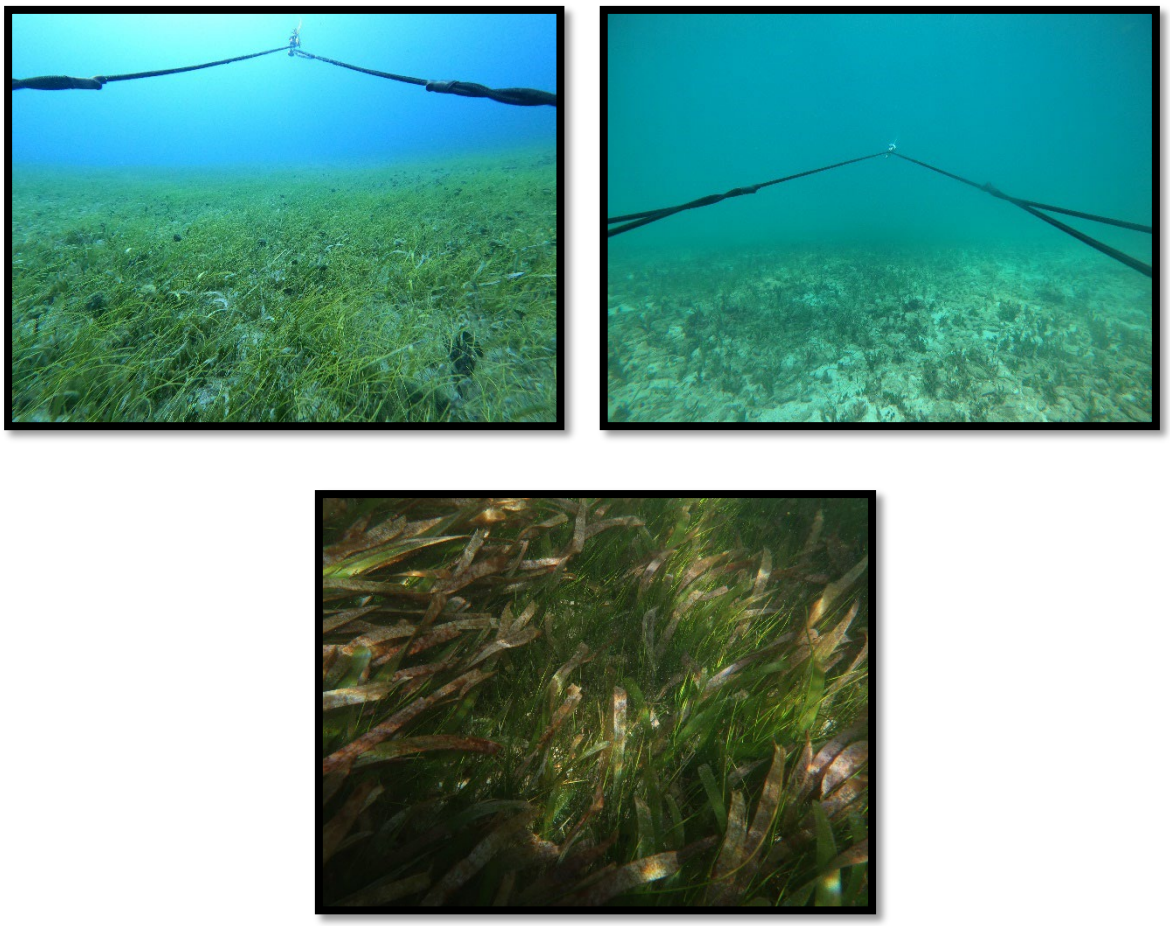

Figure 2-20 : Illustrations de l'« Herbier mixte à S. filiforme et T. testudinum sur sables »

2.3.1.5.2. Herbiers mixtes avec la présence d'Halophila stipulacea

Ce type d'herbier mixte composé de 2 à 4 espèces est caractérisé par la présence (plus ou moins majoritaire) de l'espèce invasive *Halophila stipulacea*.

Il est bien entendu rencontré sur du substrat meuble sableux, sur des zones soit exposées au courant, soit protégées des courants et de la houle, **sur des fonds allant de 50 cm à 16 m de profondeur.**

Du fait du caractère invasif de *Halophila stipulacea*, le nombre de secteurs où l'herbier mixte contient cette espèce est bien plus élevé que celui contenant l'herbier mixte natif : 14 secteurs ont été échantillonnés avec cette biocénose, tout autour de l'île.

- Bonhomme ;
- Anse des Cayes
- Colombier ;
- Corossol ;
- Flamands ;
- Fourchue ;
- Frégate ;
- Gouverneur ;
- Grand Cul-de-Sac ;
- Grands Fonds ;
- Marigot ;
- Salines ;
- Shell Beach.

Cette biocénose présente une superficie de **45 010 m² (<1,10%** de la superficie totale du secteur d'étude).

4 observations de tortues vertes et 1 de raie pastenague ont été faites sur cette biocénose.

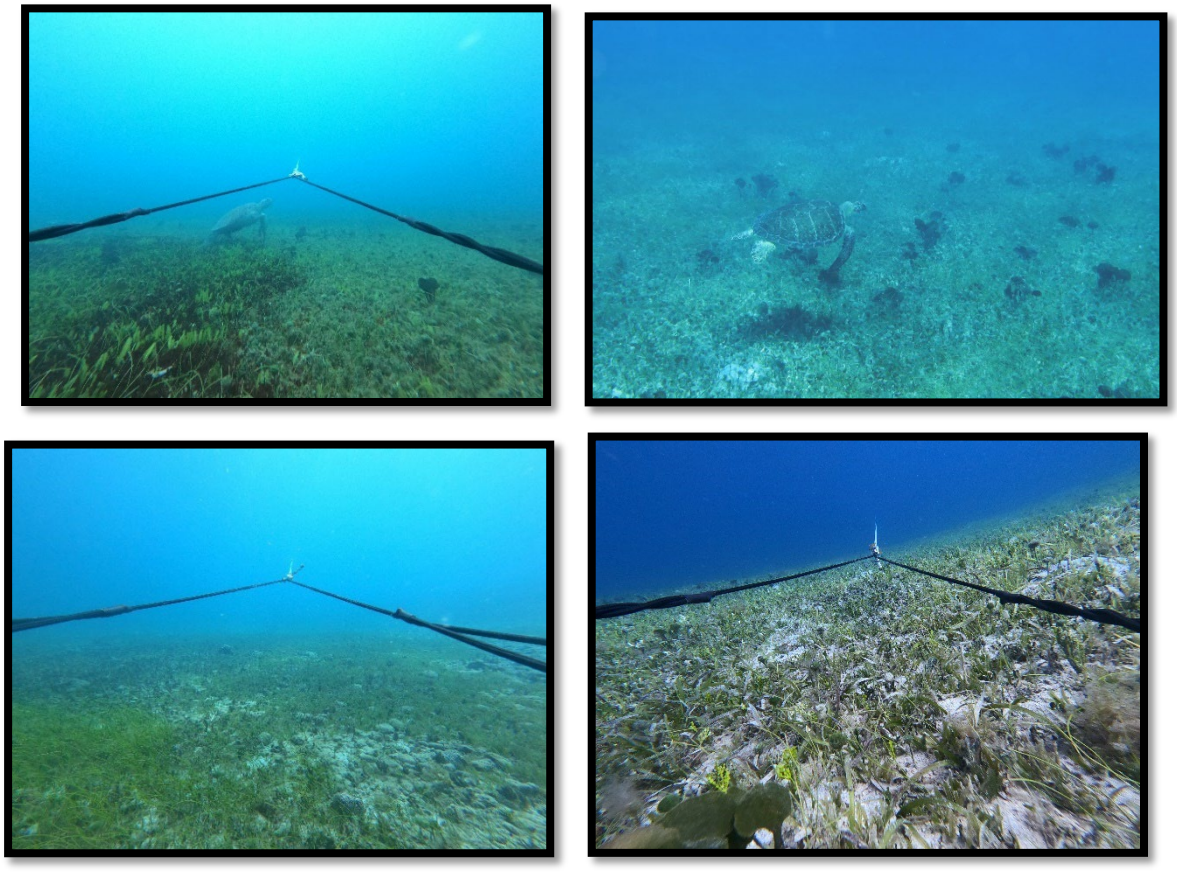

Figure 2-21: Illustrations de l'« Herbier mixte à espèces natives »

Une cartographie de l'ensemble des zones d'herbiers recensées est présentée sur la Figure 2-22.

La figure ci-dessous présente plus en détail les **8 biocénoses spécifiques**, rattachée à la biocénose plus globale « Herbiers à phanérogames marines sur sables ».

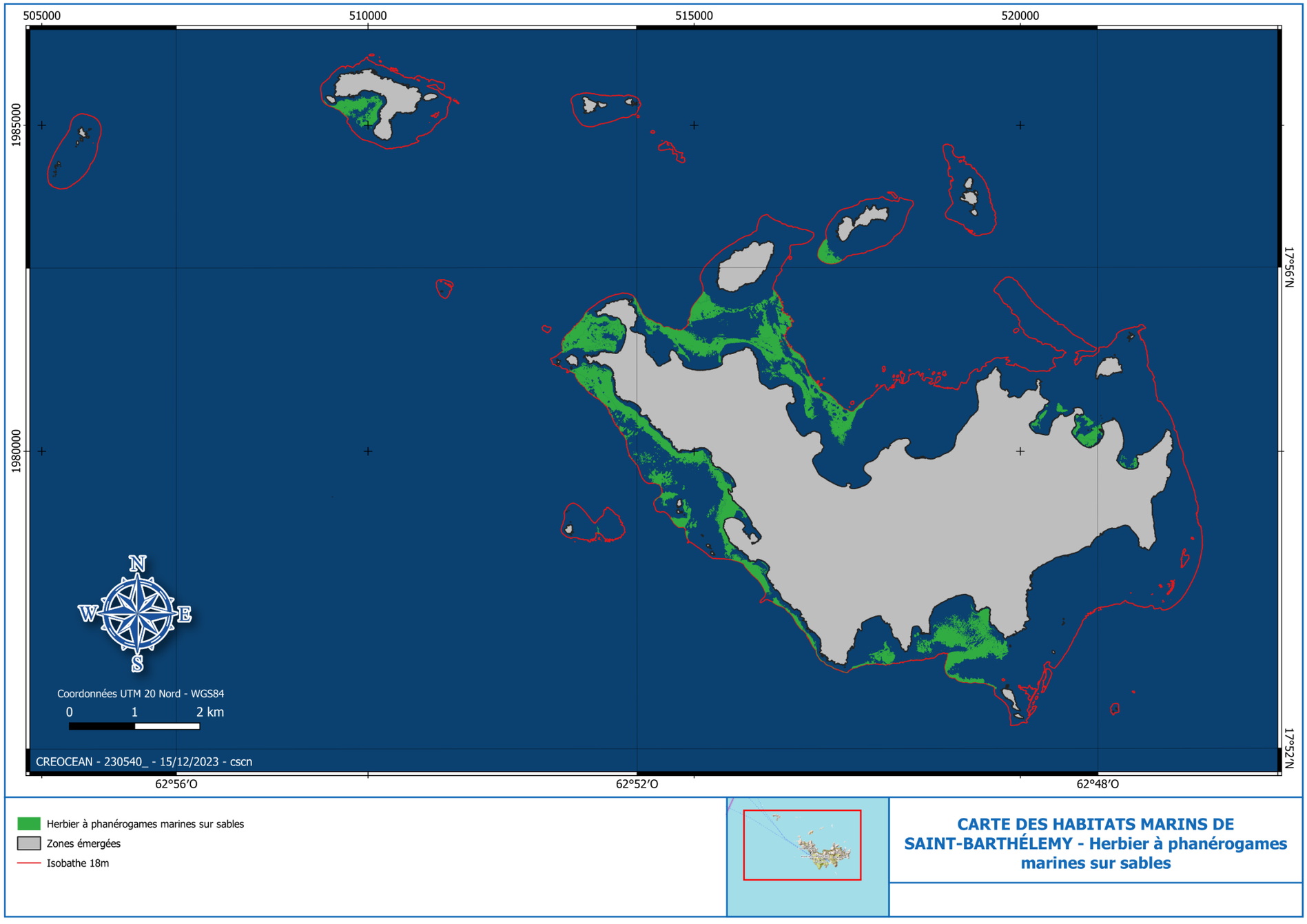

Figure 2-22 : Carte de localisation des herbiers de phanérogames marines sur sables

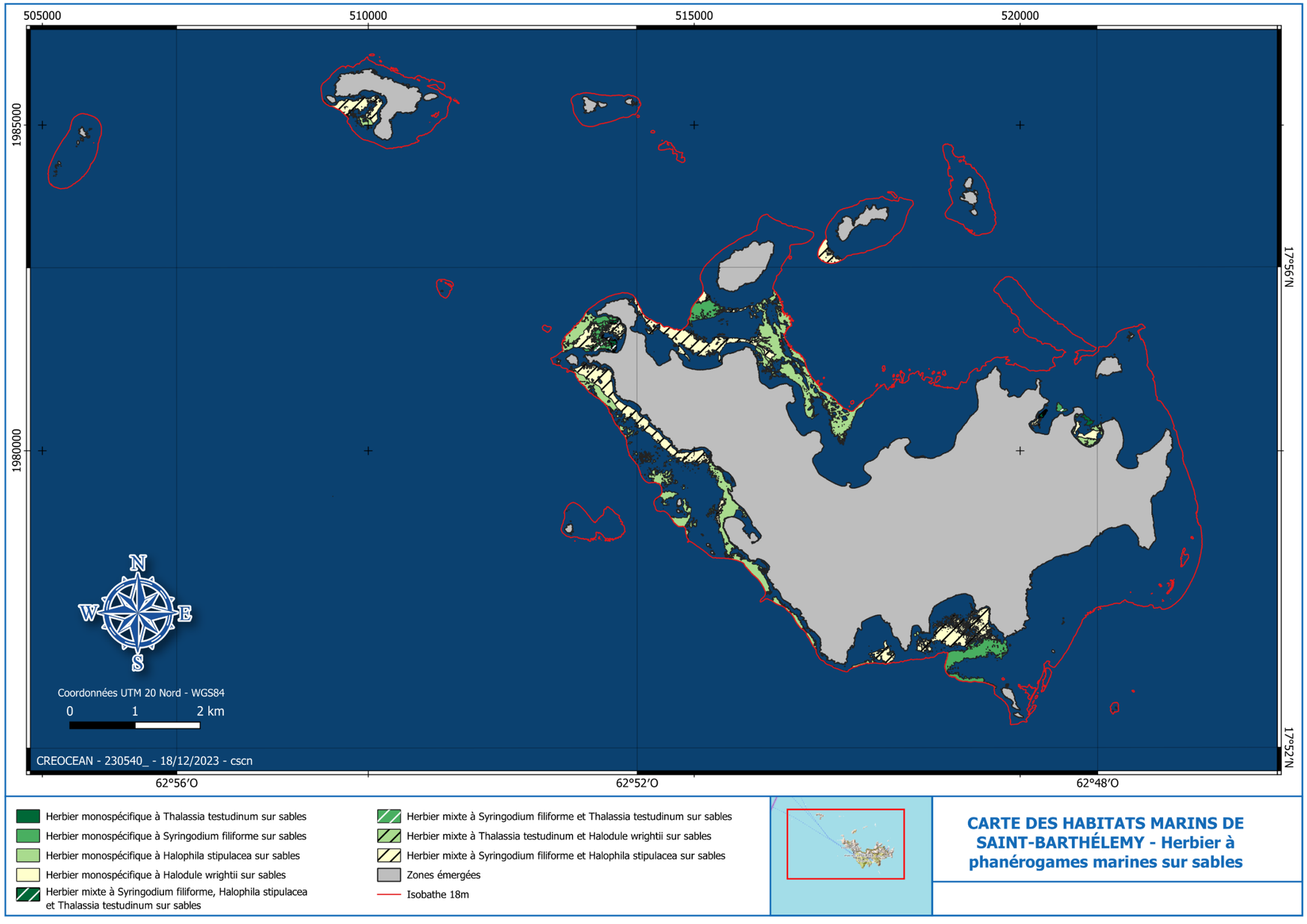

Figure 2-23 : Carte de localisation des différentes biocénoses d'herbiers de phanérogames marines

2.3.2. Communautés benthiques à coraux, spongiaires et gorgonaires sur roches / sables

Cette biocénose générique « Communautés benthiques à coraux, spongiaires et gorgonaires sur roches / sables » est très générique et regroupe près de **10 habitats (non cartographiés)** :

- Crête de plateforme récifale côtière à coraux et gorgones - faciès à *Acropora palmata* mort ;
- Front abrité de massifs coralliens dégradés à *A. palmata et Porites spp.* ;
- Front exposé de récif frangeant à *Millepora et A. palmata* en bon état de santé ;
- Massif monospécifique à *Acropora palmata* ;
- Patch corallien à spongiaires, coraux et gorgones sur sables ;
- Pente rocheuse à coraux, éponges et gorgones ;
- Pente rocheuse à oursin perforant et corallines encroûtantes de l'infralittoral supérieur ;
- Pente rocheuse à turf, *Millepora* et coraux de l'infralittoral supérieur à fort hydrodynamisme ;
- Plateforme récifale côtière à coraux, éponges et gorgones ;
- Terrasse d'arrière-récif à coraux, herbiers et algues.

De manière générale, cette biocénose est fortement représentée sur la zone d'étude, sur la quasi-totalité des secteurs échantillonnés (27).

D'un point de vue géomorphologique, cette biocénose caractérise par un socle rocheux, mais avec une diversité géomorphologique :

- Crête de plateforme récifale côtière ;
- Patchs coralliens ;
- Pente rocheuse (=caye) ;
- Plateforme récifale ;
- Terrasse d'arrière-récif.

D'un point de vue écologique, il se caractérise par une **dominance d'éléments biologiques animaux** (et non végétaux), avec majoritairement des spongiaires, des gorgonaires et des coraux (regroupant les hydrocoralliaires par souci de simplification).

Leur densité est hétérogène, mais reste globalement faible, en régression marquée, notamment pour les colonies coralliennes. Cela s'explique notamment par un ensemble de facteurs, mais dont le principal pour ces dernières années est l'apparition de la maladie SCTLD qui a conduit à une chute brutale du recouvrement corallien.

De fait, l'état de santé est globalement moyen à médiocre, du fait d'une couverture corallienne généralement réduite (entre 5 et 15%), au profit des spongiaires et des macroalgues.

Seuls les secteurs peu profonds présentent encore une couverture corallienne importante, mais très largement dominée par le corail de feu, qui présentait, à l'heure des relevés de terrain, un état de stress très avancé (blanchissement massif), rendant très incertain sa survie.

Parmi les coraux (au sens large), citons principalement *Millepora alcicornis*, *Porites astreoides, P. porites, Pseudodiploria clivosa*, *Pseudodiploria strigosa, Siderastra siderea, Siderastrea radians.* De manière anecdotique désormais, il est observé *Favia fragum, Dendrogyra cylindricus, Montastrea cavernosa et Diploria labyrinthyformis.* Très localement des densités importantes *d'Acropora palmata et Acropora cervicornis* sont relevées (cf. chapitres précédents).

Les espèces dominantes de spongiaires observées sont l'éponge barrique *Xetospongia muta*, *Aplysina fistularis,* l'éponge baril *Verongula gigantea*, et des éponges encroûtantes et/ou perforantes (*Cliona cf. langae*).

Les gorgones sont principalement des gorgones éventail *Gorgonia ventalina* et les gorgones arborescentes *Plexaura spp.*).

Les espèces algales présentes sont soit des macroalgues (principalement des genres *Turbinaria*, *Dictyota et Sargassum)* en densité plutôt faible, soit du gazon algal sous forme de turf.

Les cayes rocheuses abritent une ichtyofaune généralement diversifiée et relativement abondante : chirurgiens noirs, bleus (*Acanthurus spp.*), demoiselles, poissons-papillons, juvéniles de capitaines caye (*Bodianus rufus*) juvéniles de perroquets (*Scarus spp.*) et de jeunes mérous (*Epinephelus sp.*) ont ainsi été observés régulièrement.

Dès lors que la couverture en macroalgues est importante, dominante et majoritaire, la biocénose change et devient « *Communautés benthiques à forte couverture algale* ».

Sur certains secteurs très dégradés, des couvertures importantes en cyanophycées ont été observées, dont la sur- abondance traduit souvent une pollution du milieu par de la matière organique.

Les communautés benthiques sur roches et sur sables représentent respectivement des superficies de **4,35 km²** (**<19,3%** de la superficie totale du secteur d'étude) et de 0,21 km² (**<0,91%** de la superficie totale du secteur d'étude).

L'habitat « Front exposé de récif frangeant à *Millepora et A. palmata* en bon état de santé »

Cas particulier de Grand Cul-de-Sac :

Du fait du **fort hydrodynamisme** sur ce secteur (déferlement de vagues) et de la très faible hauteur d'eau, l'habitat sur ce secteur n'a pas pu faire l'objet d'une délimitation précise. Toutefois, 3 massifs importants à *Acropora palmat*a ont été cartographiés (détourage extérieur des massifs).

Aussi, sa position est indiquée sur la cartographie, mais son contour a été défini approximativement, sur la base de la position des zones de ressac sur la photographie aérienne et des photos géoréférencées qui ont pu être prises *in situ* sur ce secteur. Le secteur où sont situés les massifs à *Acropora palmata* expertisés par CREOCEAN y a également été intégré.

D'un point de vue géomorphologique, il s'agit d'un **front exposé de récif frangeant**.

Les espèces structurantes sont le corail de feu *Millepora sp.* qui codominent avec de grands massifs d'*A. palmata* en bon état. Une colonie de l'espèce hybride *Acropora prolifera* est également présente, localisée sur le massif le plus au nord (et le plus exposé aux houles). Quelques colonies *d'Acropora cervicornis* ont été observées, mais sur des secteurs plus abrités et moins exposés à la houle.

L'espèce associée *P. astreoides* a également été observée de manière plus sporadique.

Quelques macroalgues sont présentes (majoritairement *Turbinaria sp*. et des espèces de macroalgues rouges calcaires).

Certaines zones (probablement de transition entre cet habitat et celui du « *Front abrité de massifs coralliens dégradés à A. palmata et Porites spp »*) sont occupées par d'anciens massifs morts d'*A. Palmata* ou des zones de débris de *P. porites*.

L'habitat est peu étendu, mais sa superficie exacte n'a pas pu être déterminée.

Le relief y est particulièrement découpé et la complexité paysagère élevée.

Trois zones de fortes densités d'individus ont été observées, pour une surface totale d'environ 3000-4000 m². Sur ces zones, les colonies sont très anciennes et une continuité entre les colonies voisines est observée. Des colonies remarquables (en termes de taille) isolées ont aussi été localisées ponctuellement. Ces dernières sont parfois très grandes, parfois plus petites, mais se développant systématiquement sur d'anciennes colonies mortes de grandes tailles.

Un des 3 sites à forte densité en *Acropora palmata*, à proximité de la passe de sortie de la baie, fait l'objet d'une modélisation 3D du récif grâce à la technique innovante de la photogrammétrie.

En ce qui concerne l'état de santé de ce secteur, la taille peu commune des colonies (certaines colonies sont supérieures à 2 m de diamètre) révèle des conditions favorables à leur développement. Toutefois, quelques perturbations sont présentes sur les colonies :

- Des signes de prédation sont observés, par des mollusques ou par broutage par les poissons (perroquets, papillons, demoiselles) ;
- Des traces de maladie sont observées ponctuellement sur quelques colonies ;
- Quelques perturbations causées par des vers tubicoles (*Spirobranchus giganteus*), qui se développent au sein du corail. Ces points de perturbation sont souvent le départ de nécroses sur les colonies coralliennes.

Malgré les perturbations ponctuelles observées, le peuplement d'*Acropora* est en bon état de santé. La station à forte densité d'*Acropora palmata* au nord est exceptionnelle d'un point de vue de la couverture corallienne et de l'envergure de certaines colonies.

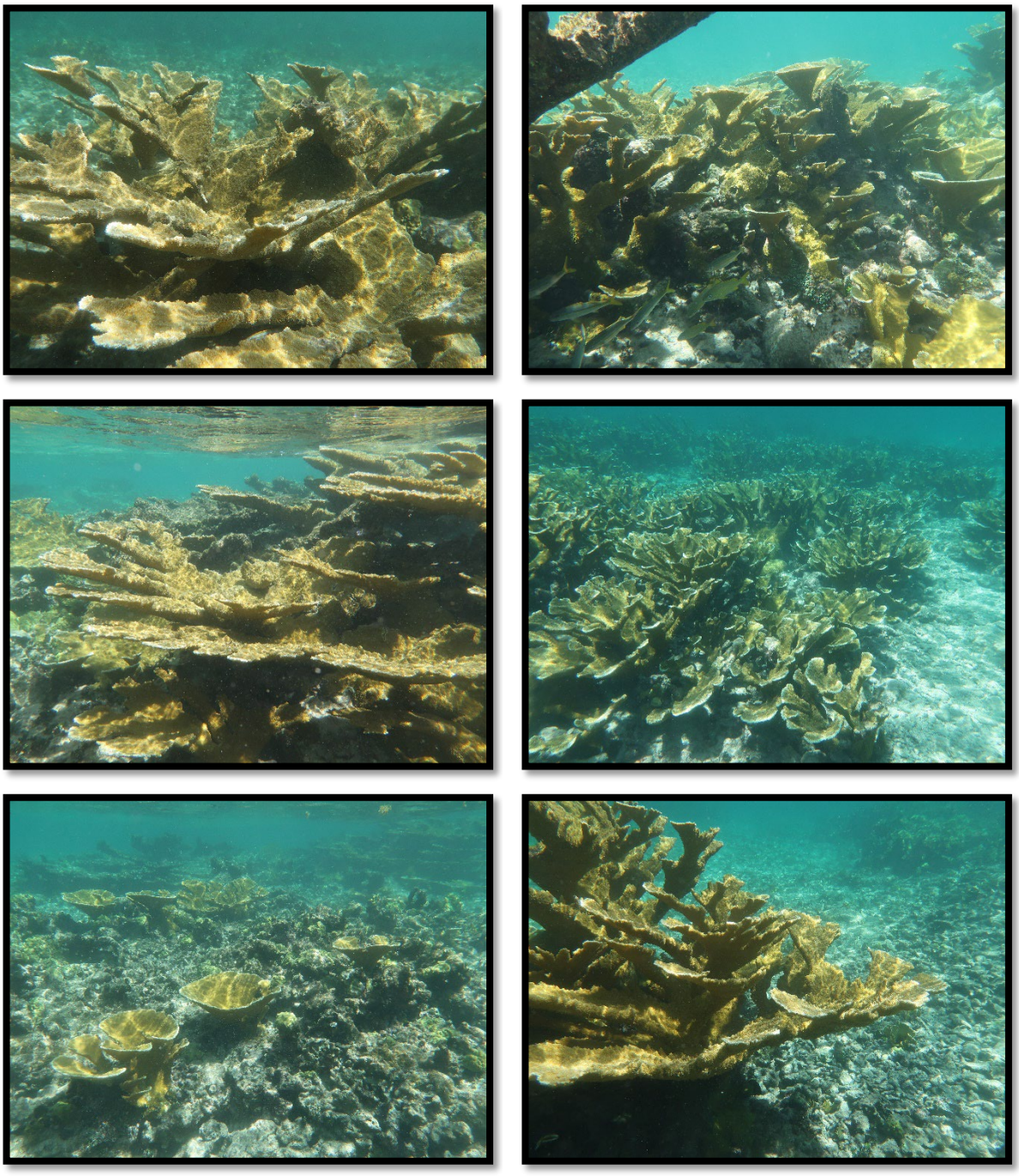

Figure 2-24 : Illustrations de l'habitat « Front exposé de récif frangeant à Millepora et A. palmata en bon état » du Grand Cul-de-Sac

<u>Cas particulier de la pointe Milou</u>

Comme précédemment, du fait du **fort hydrodynamisme** sur ce secteur (déferlement de vagues), de la très faible hauteur d'eau et d'une grande dispersion des colonies d'*Acropora palmat*a, cet habitat sur ce secteur n'a pas pu faire l'objet d'une délimitation précise.

Aussi, sa position est indiquée sur la cartographie, mais son contour a été défini approximativement, sur la base de la position des photos géoréférencées prises à chaque extrémité.

D'un point de vue géomorphologique, il s'agit également d'un **front exposé de récif frangeant**.

L'espèce structurante est le corail de feu *Millepora sp.* qui codomine avec de grands massifs d'*A. palmata* en bon état. Ces dernières, contrairement au Grand Cul-de-Sac, ne forment pas des massifs denses et continus ; ici, les colonies sont dispersées, avec une forme en plateau. Quelques colonies (5-6) *d'Acropora cervicornis* ont été observées.

L'espèce associée *P. astreoides* a également été observée de manière plus sporadique.

Quelques macroalgues sont présentes (majoritairement *Turbinaria sp*. et *Galaxaura sp*.).

L'habitat est peu étendu et sa superficie a été estimée à 3 000 m².

Lors de l'échantillonnage, un blanchissement important des colonies de corail de feu a été constaté, estimé à 60-70%; les colonies d'*Acropora* étaient moins touchées par le blanchissement (15-20% environ) et le reste présentait un bon état de santé. Cette station à forte densité d'*Acropora palmata* est elle aussi remarquable.

La localisation de ces fortes densités de coraux est présentée dans le chapitre « **2.1.1 colonies d'*Acropora spp.*** ».

Figure 2-25 : Illustrations de l'habitat « Front exposé de récif frangeant à Millepora et A. palmata en bon état » de Pointe Milou

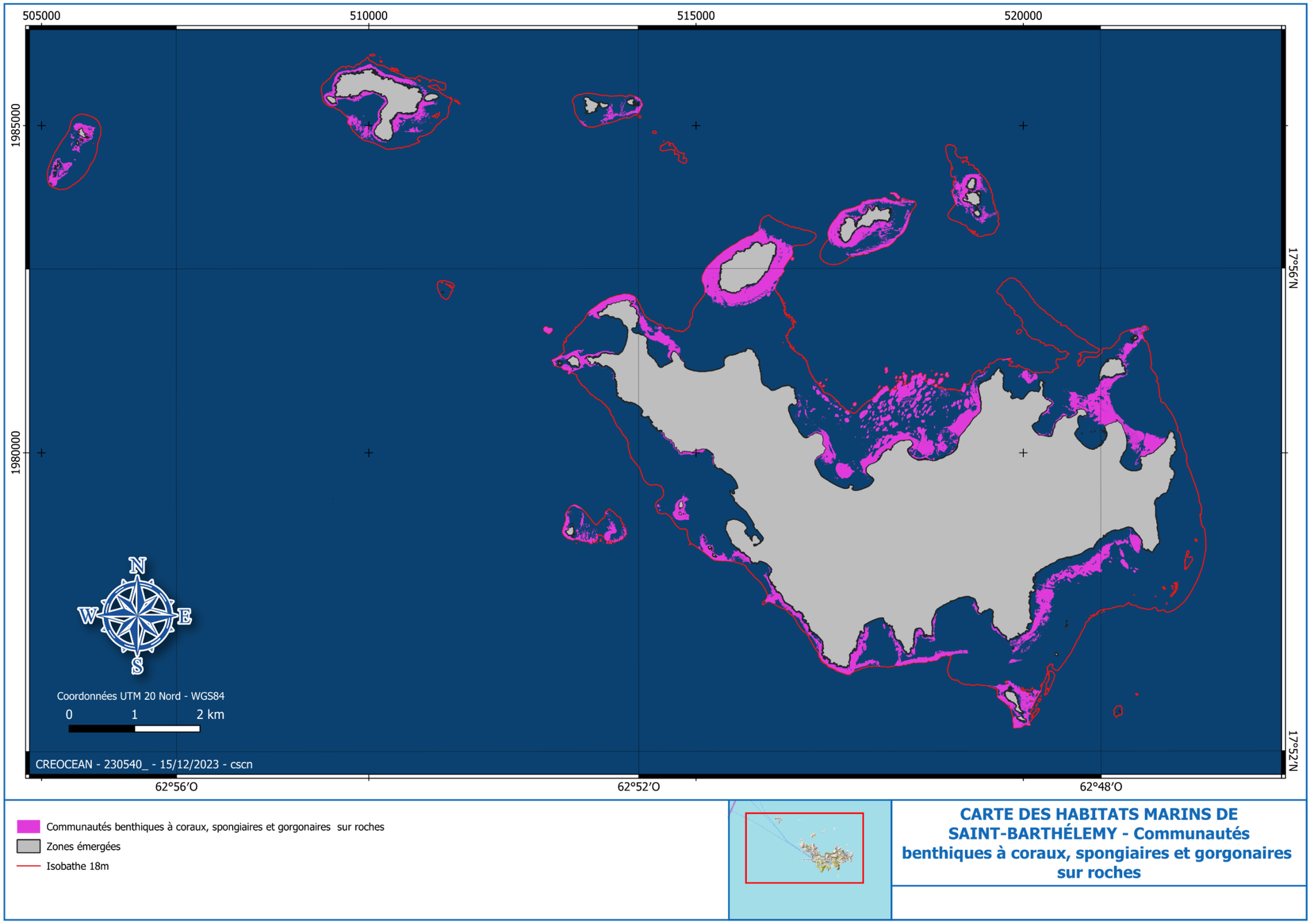

Figure 2-26 : Carte de localisation des « Communautés benthiques à coraux, spongiaires et gorgonaires sur roches »

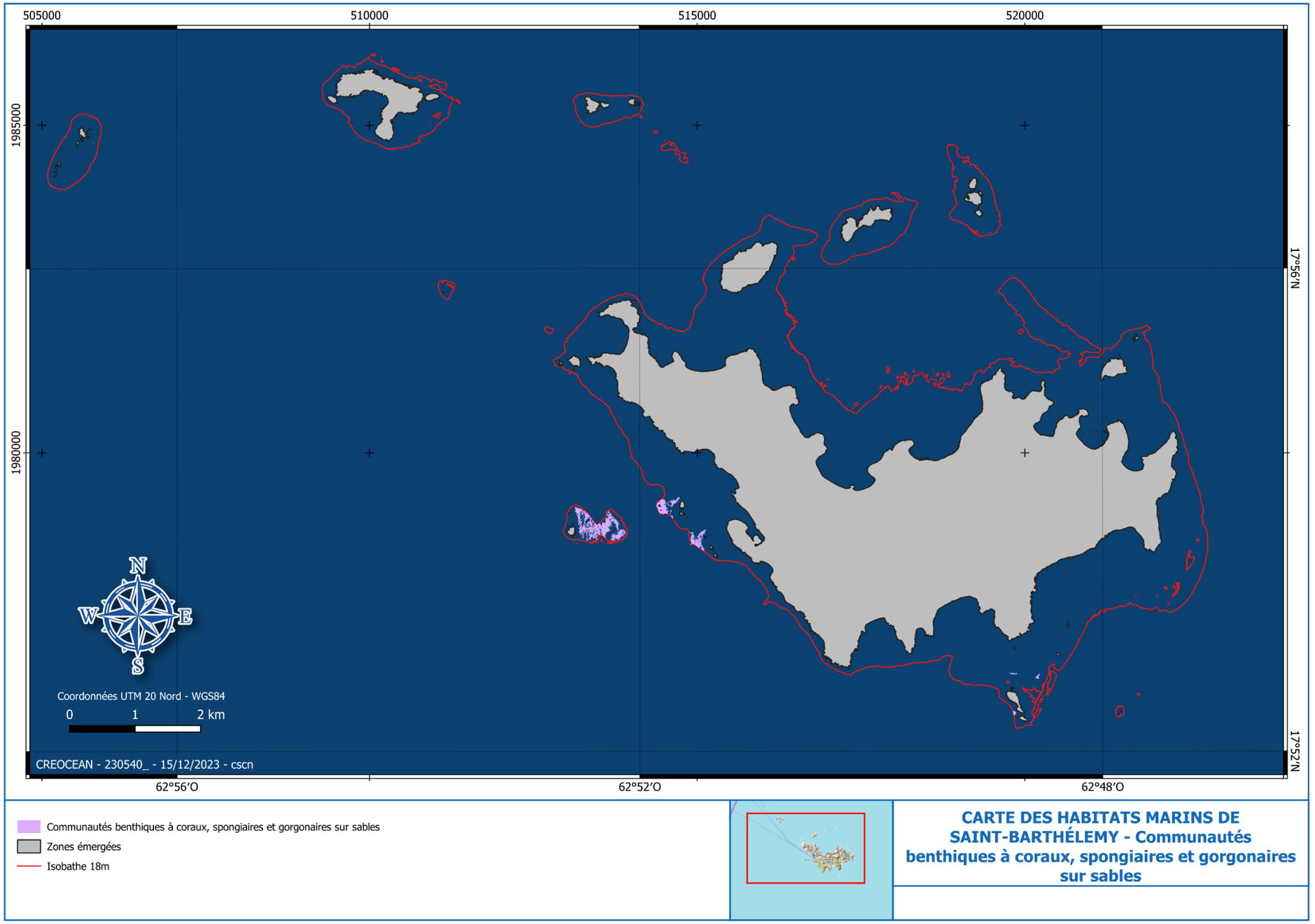

Figure 2-27 : Carte de localisation de l'habitat « Communautés benthiques à coraux, spongiaires et gorgonaires sur sables »

2.3.3. Communautés benthiques à forte couverture algale

Cette biocénose correspond à un **substrat rocheux** ; **les zones de substrat rocheux sub-affleurant alternent avec des zones relativement ensablées** où la roche est invisible, mais les peuplements fixés (algues, spongiaires) sont abondants, signe que le substratum rocheux est proche de la surface du fond. La couverture en macroalgues est hétérogène selon les zones du secteur d'étude, mais **peut atteindre près de 100% du substrat par endroits**.

Cette biocénose est observée **sur la très grande majorité des fonds** entre 0 et 18 m de profondeur. **L'hydrodynamisme y est modéré à fort**.

D'un point de vue géomorphologique, elle correspond à la **partie intermédiaire de la plus large plateforme récifale côtière** (entre 13 et 20 mètres). Il se caractérise par la **dominance d'algues brunes** qui structurent la biocénose. Elles sont associées à des densités variables (généralement faibles) d'éponges, de gorgones ou de coraux sur certains secteurs précis. La diversité d'espèces est très faible, avec une dominance quasi exclusive du milieu par **quatre genres de macroalgues brunes** : *Turbinaria* (a priori espèce *turbinata*), *Dictyopteris* (a priori espèce *jolyana), Sargassum* (a priori majoritairement l'espèce *fluitans*) *et Dictyota* (a priori espèce *dichotoma).* Dans une moindre mesure, des algues rouges filamenteuses ont été ponctuellement observées sur certains secteurs.

Cette biocénose couvre environ **5,78 km²** du secteur d'étude (soit **25,61 %** de la superficie totale du secteur d'étude).

Généralement, ces algueraies présentent un faible relief et une très grande homogénéité d'un point de vue paysager. Cette observation est notamment visible sur la carte bathymétrique et celle des pentes où les lignes sont très espacées.

Les spongiaires sont présents en association avec les macroalgues sur certains secteurs dont la délimitation est floue (non visibles sur la photographie aérienne et non extrapolable sur la base de la vérité-terrain réalisée), sans toutefois constituer une espèce structurante.

L'espèce dominante observée est l'éponge tubulaire jaune l'éponge barrique *Xetospongia muta*, généralement en peuplement mono-spécifique, associée à des secteurs assez profonds, à fort hydrodynamisme.

Les autres espèces plus anecdotiques sont *Aplysina fistularis,* l'éponge baril *Verongula gigantea*, et des éponges encroûtantes et/ou perforantes (*Cliona cf. langae*).

Quelques coraux (largement dominés par *Porites astreoides* et *Pseudodiploria clivosa*) et quelques gorgones (notamment gorgones éventail *Gorgonia ventalina* et gorgones arborescentes *Plexaura sp.*) peuvent être, très ponctuellement observées.

En ce qui concerne l'ichtyofaune, la diversité est relativement réduite et le peuplement peu abondant. Quelques labridés (girelles notamment de type *Halichoeres garnoti*), des balistes royaux (*Balistes vetula*) des poissons-perroquets queue jaune (*Sparisoma rubripinne*), des cardinaux à queue fine (*Holocentrus rufus*) et quelques juvéniles de chirurgiens (*Acanthurus tractus* et *A. coeruleus*) ont été observés.

En termes d'invertébrés, des oursins blancs (*Tripneuses ventricosus*) et des oursins diadèmes (*Diadema antillarum*) ont été **très ponctuellement observés**. Lorsque le platier présente des sous-bassements ou quelques effondrements rocheux, des langoustes royales ou brésiliennes (*Panilurus spp.*) sont observées, mais généralement avec un ou deux individus.

Peu de grandes espèces vagiles (tortues marines, requins ou raies) ont été observées sur cet habitat.

Cette biocénose **présente un intérêt faunistique limité tant d'un point de vue benthique qu'ichtyologique. L'absence de relief paysager (failles, amas de roche, hauts-fonds) limite d'autant plus l'attractivité pour les poissons.**

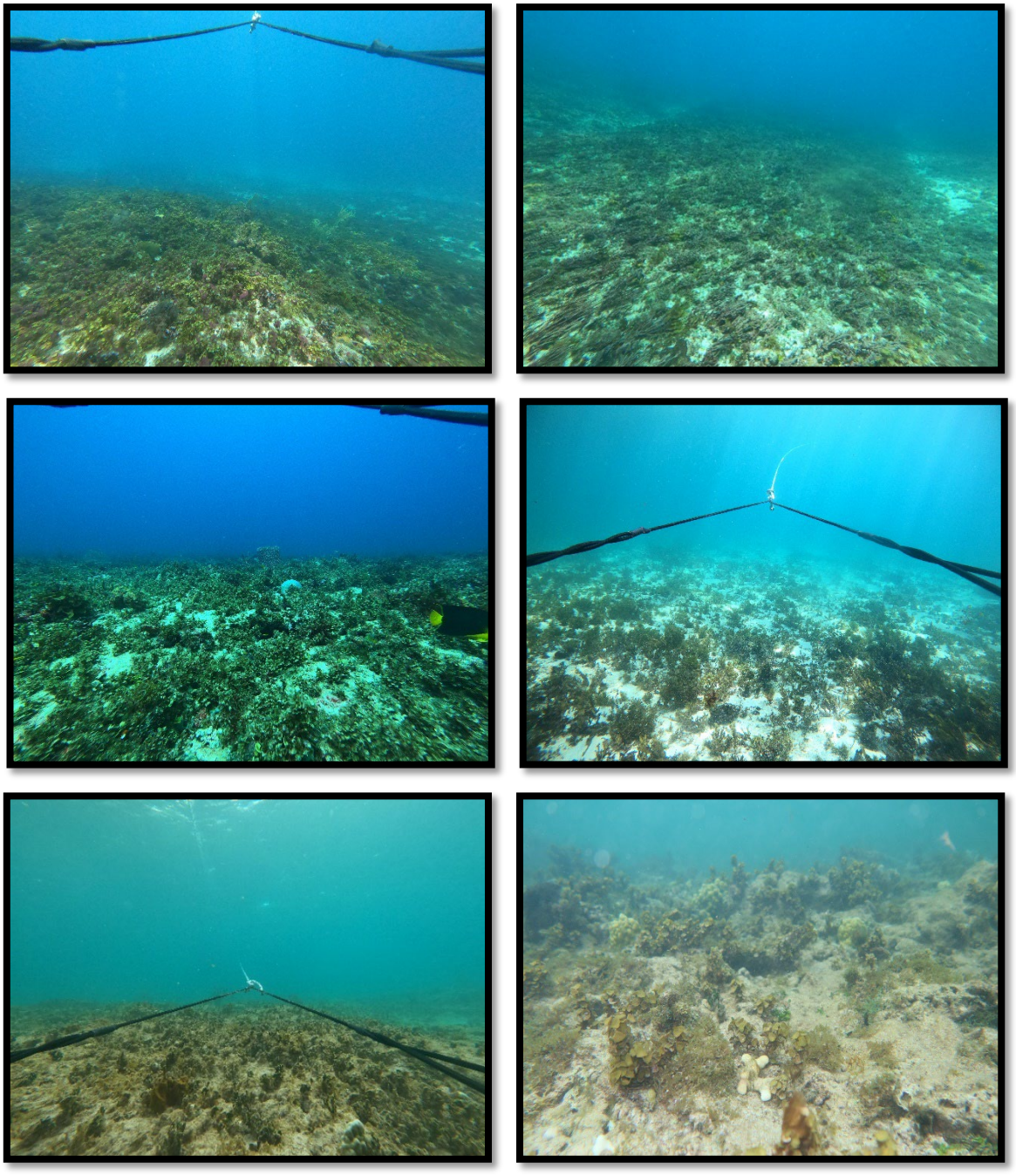

Figure 2-28 : Illustrations des « communautés benthiques à forte couverture algale » (différentes espèces et différentes densités)

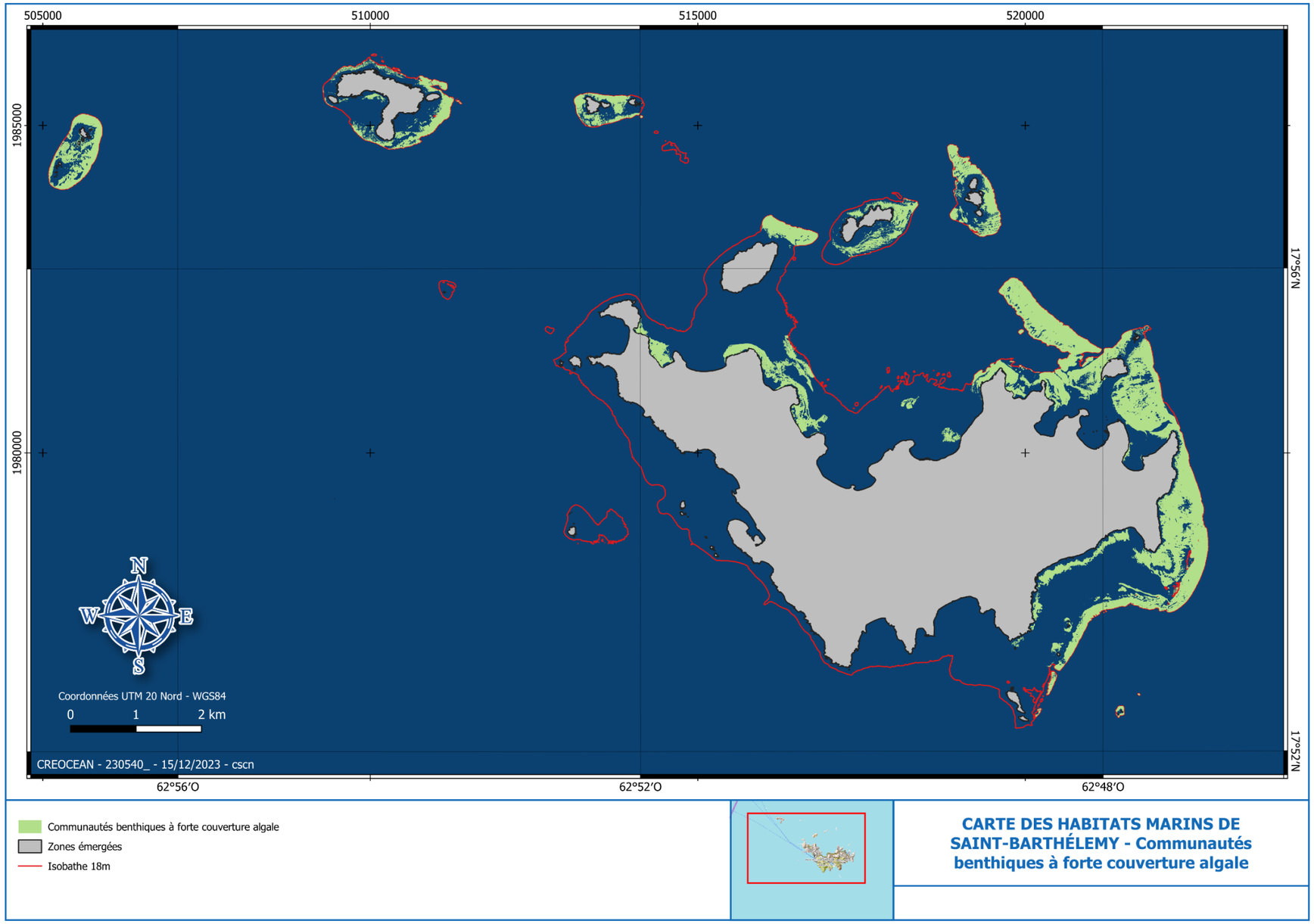

Figure 2-29 : Carte de localisation des « Communautés benthiques à forte couverture algale »

2.3.4. Communautés benthiques à turf algal et/ou *Millepora sp.* sur éboulis

Cette biocénose correspond à un **substrat rocheux** constitué d'enrochements et d'éboulis de roche.

Elle est observée **sur un très grand linéaire côtier, mais est, généralement, limité aux premiers mètres de profondeur.**

D'un point de vue géomorphologique, elle correspond à la **partie transitoire entre le littoral terrestre et la plateforme récifale côtière**, entre 0 et 5 mètres de profondeur environ. Il se définit généralement par une pente relativement importante sur une faible distance.

Elle se caractérise par la **dominance d'un gazon turf algal et/ou d'une forte couverture en corail de feu.** Il est associé à des densités généralement faibles d'éponges, de gorgones ou de coraux sur certains secteurs précis. La diversité d'espèces est très faible, le recouvrement algal également (limité généralement à *Dictyota dichotoma*).

Cette biocénose couvre environ **1,05 km²** du secteur d'étude (soit **4,65 %** de la superficie totale du secteur d'étude).

Généralement, cette biocénose présente un intérêt modéré pour les peuplements ichtyologiques qui peuvent y trouver des abris/caches contre les prédateurs.

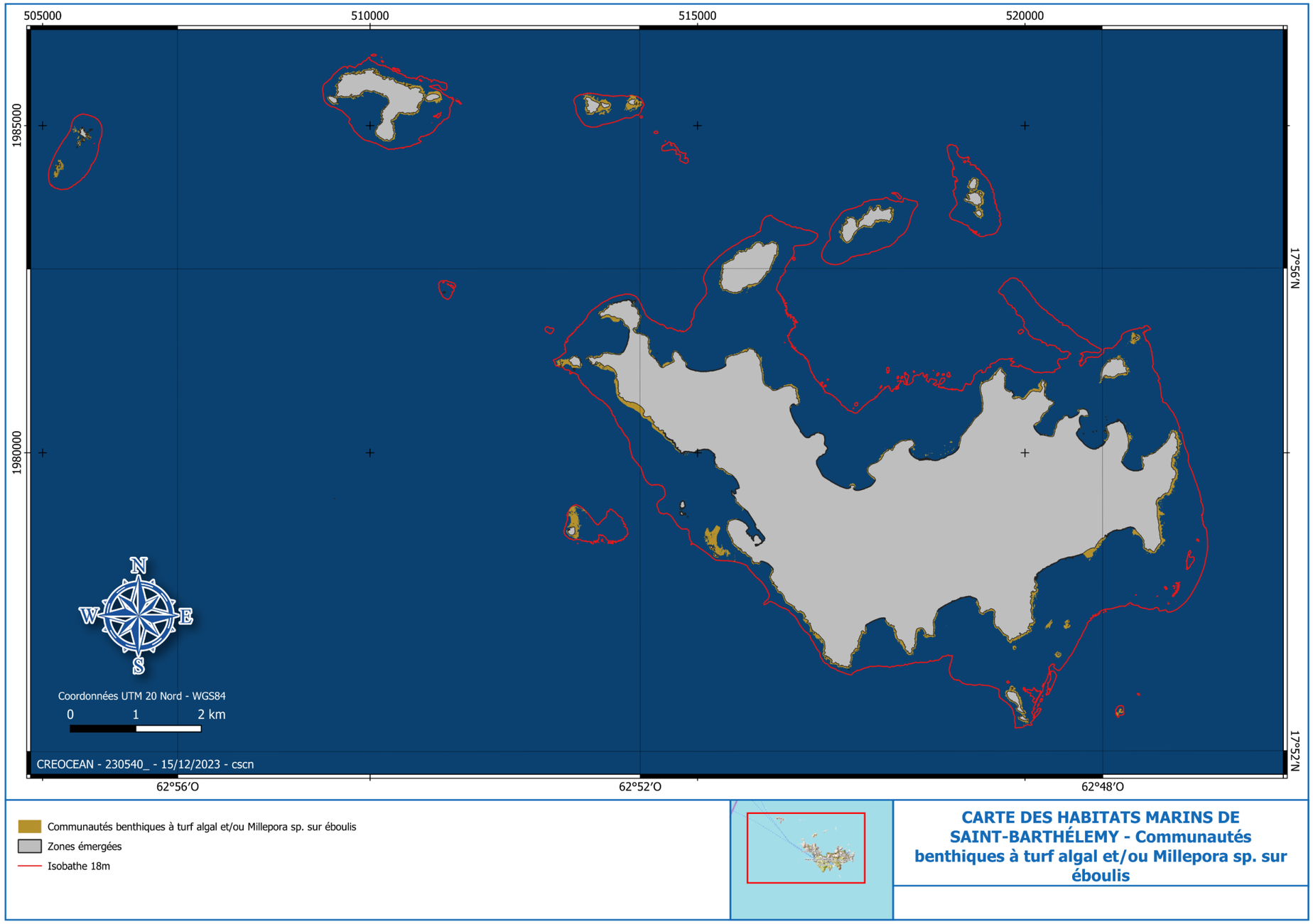

Figure 2-30 : Carte de localisation des « Communautés benthiques à turf algal et/ou Millepora sp. sur éboulis »

2.3.5. Communautés appauvries sur sédiments mobiles

Cette biocénose correspond majoritairement à du **substrat meuble constitué de sable ou de graviers/cailloutis**. Il est localisé de manière homogène tout autour de l'île et des îlots, sur **des profondeurs variables, entre 2 et 18 m**.

Cette biocénose regroupe les **4 habitats suivants** :

- Plateforme sédimentaire côtière à sables biogènes ;
- Plateforme sédimentaire côtière à macroalgues (algueraie) ;
- Plateforme rocheuse ensablée à macroalgues éparses ;
- Faciès de transition à galets/cailloutis à turf et/ou macroalgues.

Ponctuellement, ces zones de substrat meuble nues sont observées sur les parties côtières des îles, à l'interface de peuplements rocheux, avec généralement, un faciès de transition à galets/cailloutis à turf et/ou macroalgues (décrit ci-dessous).

D'un point de vue géomorphologique, il correspond à la partie de la **plateforme, recouverte de sable d'origine majoritairement corallienne**.

L'hydrodynamisme y est marqué du fait de l'exposition régulière aux houles dominantes, dont les signes sont observables sous l'eau au travers de ripple-marks (=dunes de sable), caractérisant la mobilité du substrat.

Du ce fait, il se caractérise par une **absence quasi complète d'épifaune structurante**.

Seules quelques macroalgues (souvent calcaires) sont présentes, laissant supposer un substrat subaffleurant proche.

Des débris végétaux dérivants sont observables selon les radiales. Des accumulations de sargasses ont ainsi été observées sur les secteurs exposés (Lorient, Gouverneur, Grands Fonds, etc.). Aucune macro-épifaune n'a été observée sur cette biocénose (oursins, spatangues, gastéropodes, lambis, etc.), ni aucun invertébré benthique (coraux, éponges).

De manière ponctuelle, des raies pastenagues américaines (*Dasyatis americana*) ont été observées, mais elles ne semblent pas strictement inféodées à ce type de milieu.

Les secteurs de plateforme sédimentaire sableuse sont relativement peu étendus, excepté au sud-ouest de la zone d'étude ; l'habitat occupe **7,70 km²**, soit **34 %** de la superficie de la zone d'étude.

Cette biocénose ne présente pas d'intérêt faunistique majeur du point de vue de l'épifaune benthique et de l'ichtyofaune, la faune y étant principalement endogée.

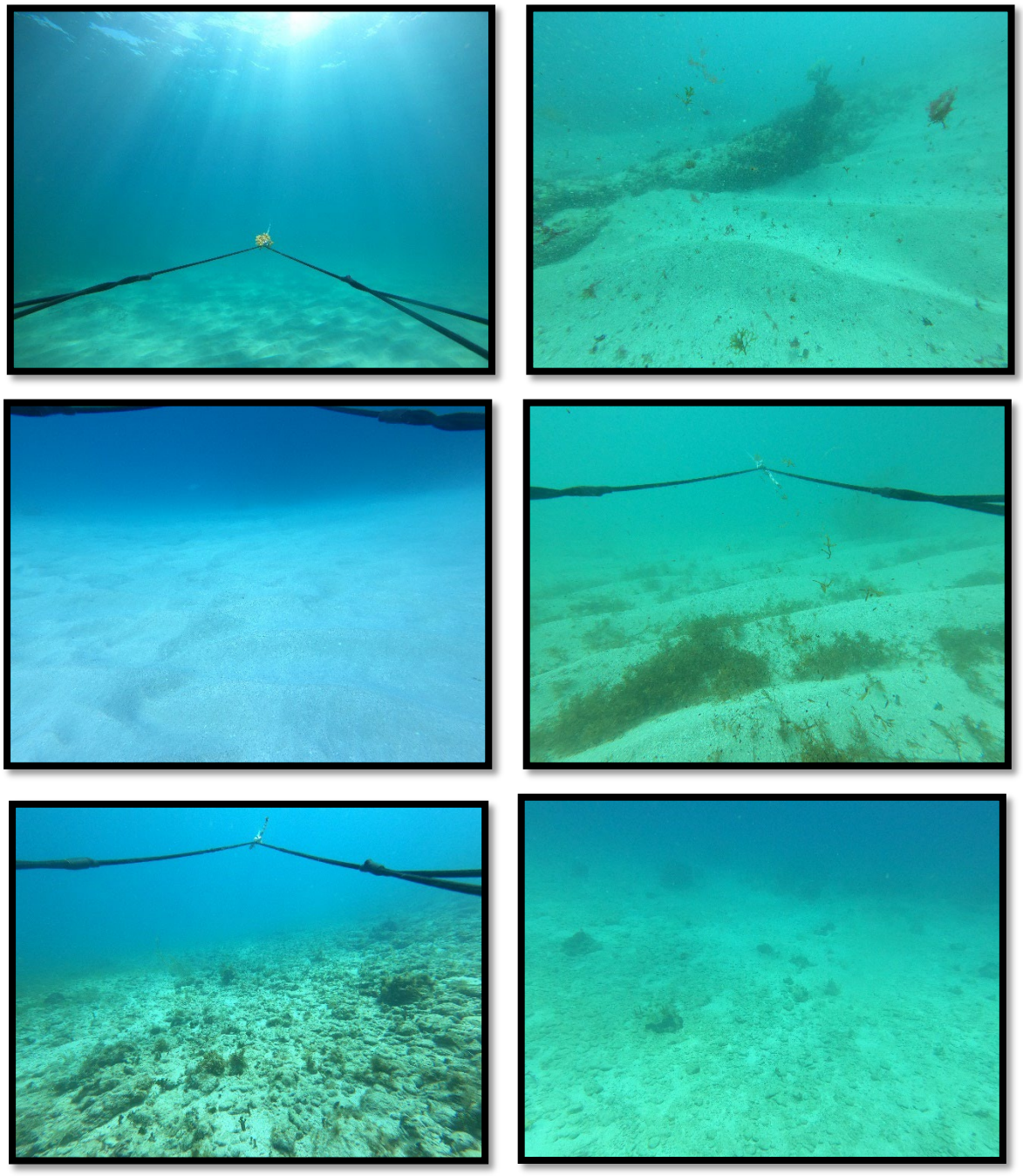

Figure 2-31 : Illustration de la biocénose « Communautés appauvries sur sédiments mobiles »

Nota bene : il convient toutefois de noter que 4 secteurs principaux sont à relever, car présentant un intérêt halieutique ou écologique notable :

- **Sur les secteurs de Bonhomme, Boulanger et Pointe Milou, les zones de cailloutis/graviers constituent des zones à fortes densités de lambis (*Aliger gigas*), espèces à très haute valeur halieutique. Si ce travail de cartographie n'a pas permis une évaluation précise de leur superficie et des densités, il n'en reste pas moins important de le faire apparaître de manière visuelle sur la cartographie finale ;**

- **Sur un secteur de Gustavia, une zone de sables remarquable a été observée du fait d'une très forte concentration de strombes laiteux (*Macrostrombus costatus*) en phase de reproduction.** Sur cette zone de faible emprise (1000 m²), il est estimé une abondance de 300-400 individus, soit 0.4 individu/m².

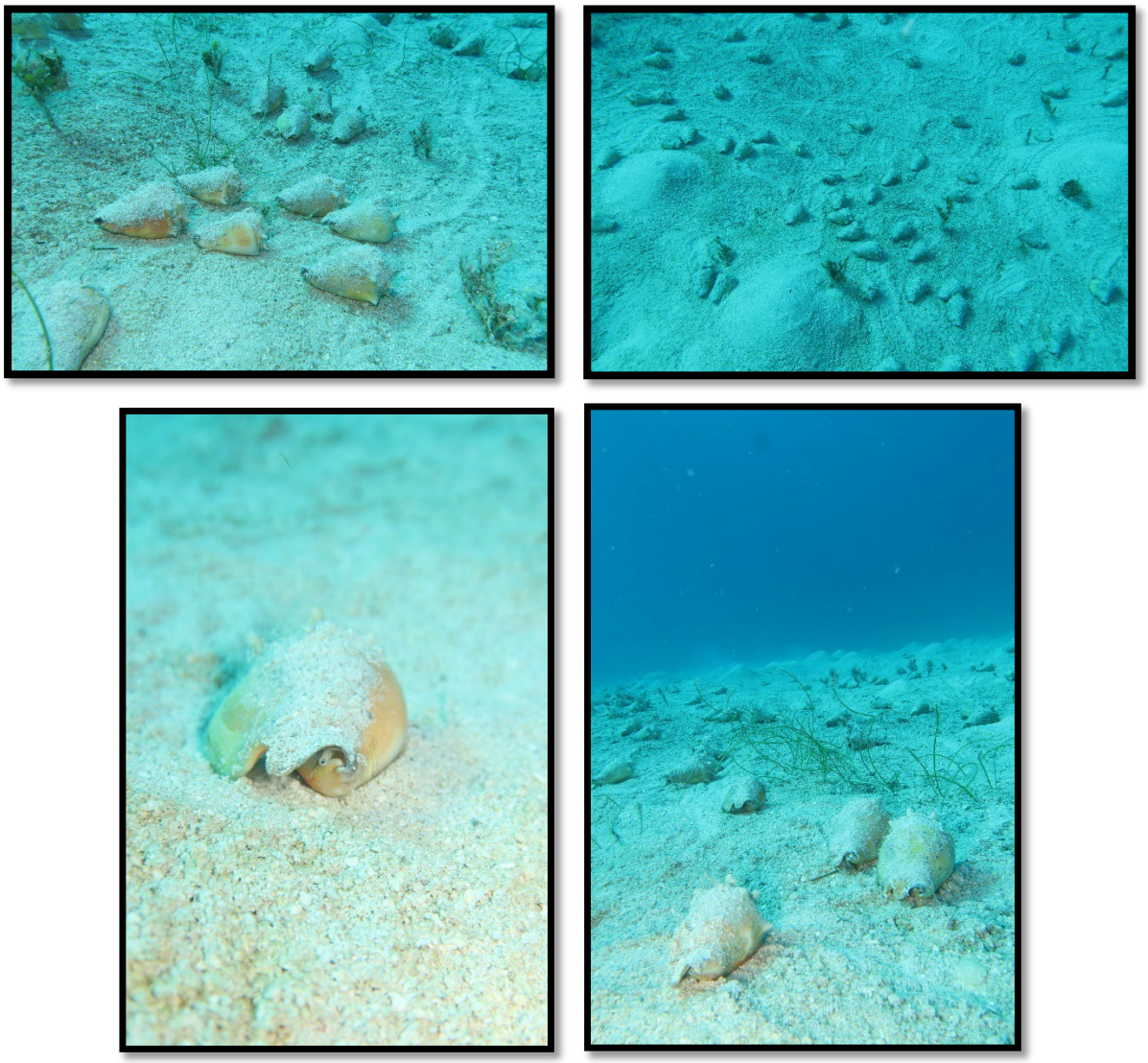

Figure 2-32 : Illustration de la zone d'agrégat de strombes laiteux en phase de reproduction

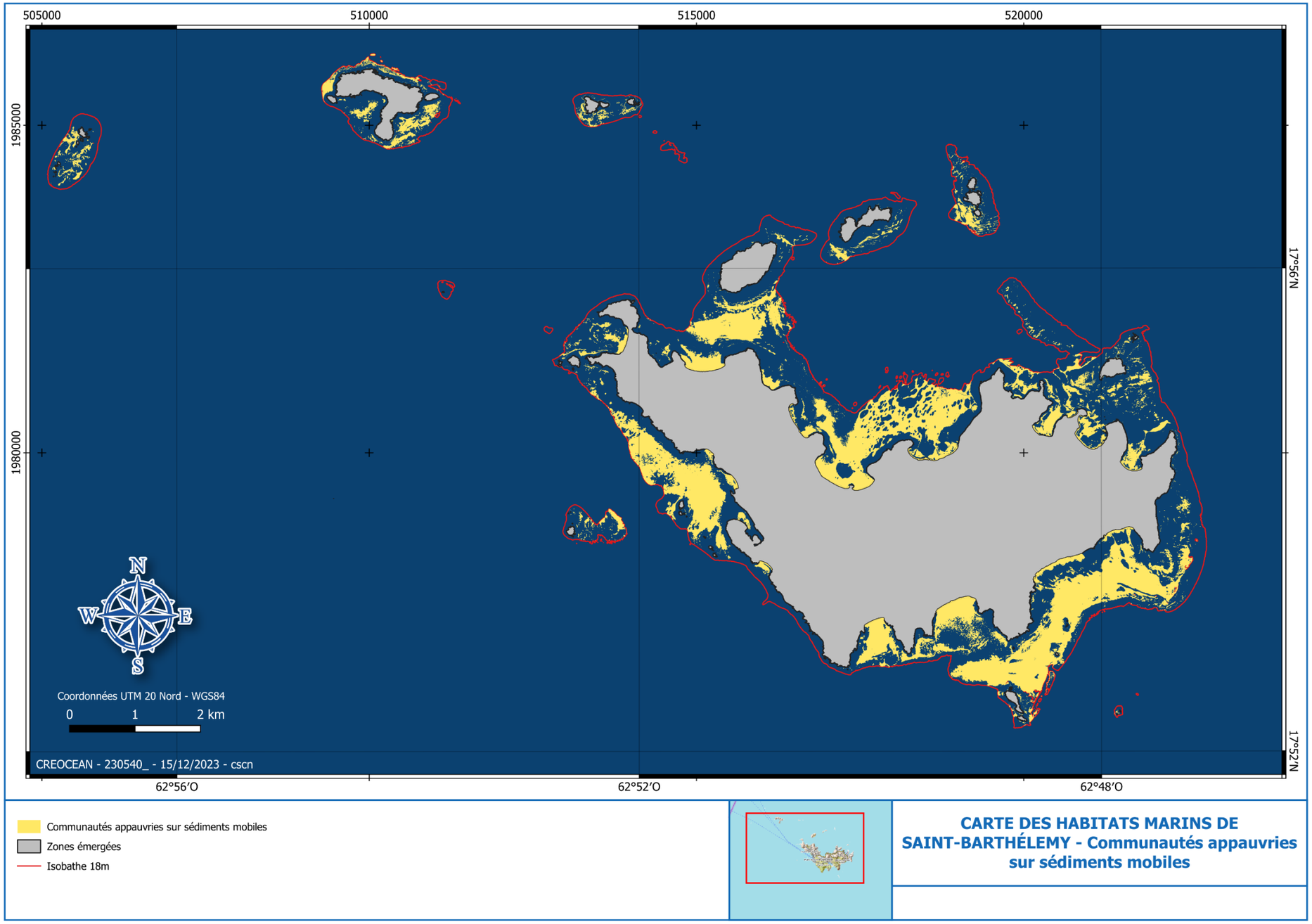

Figure 2-33 : Carte de localisation des « Communautés appauvries sur sédiments mobiles »

2.4. Synthèse des biocénoses marins

Le tableau ci-dessous synthétise la superficie de chaque biocénose identifiée (classée par superficie décroissante).

Habitat	Superficie (km²)
Communautés appauvries sur sédiments mobiles	**7.70**
Communautés benthiques à forte couverture algale	**5.78**
Communautés benthiques à coraux, spongiaires et gorgonaires sur roches	**4.35**
Herbier à phanérogames marines sur sables	**3.43**
Dont Herbier mixte à Syringodium filiforme et Halophila stipulacea sur sables	*1.47*
Dont Herbier mixte à Syringodium filiforme et Thalassia testudinum sur sables	*0.06*
Dont Herbier mixte à Syringodium filiforme, Halophila stipulacea et Thalassia testudinum sur sables	*0.03*
Dont Herbier mixte à Thalassia testudinum et Halodule wrightii sur sables	*0.01*
Dont Herbier monospécifique à Halodule wrightii sur sables	*0.04*
Dont Herbier monospécifique à Halophila stipulacea sur sables	*1.39*
Dont Herbier monospécifique à Syringodium filiforme sur sables	*0.41*
Dont Herbier monospécifique à Thalassia testudinum sur sables	*0.01*
Communautés benthiques à turf algal et/ou *Millepora sp*. sur éboulis	**1.05**
Communautés benthiques à coraux, spongiaires et gorgonaires sur sables	**0.21**

2.5. Cartographie des biocénoses marines

Les cartes ci-dessous constituent la synthèse des biocénoses marines des eaux de Saint-Barthélemy entre 0 et 18 m de profondeur sur la base des données bibliographiques existantes, les photographies aériennes et les vérités-terrain réalisées en août 2022.

Les zones où des colonies d'*Acropora palmata* ont été relevées sont indiquées sur la cartographie.

En termes de livrables cartographiques, les cartes suivantes sont livrées également de manière séparée, avec 3 zooms distincts pour faciliter la lecture (emprise très large incluant tous les îlots, emprise centrée sur Saint-Barthélemy et emprise rétrécie sur les îlets du nord-ouest) :

- La carte bathymétrique et la carte des pentes ;
- Les cartes de répartition de chacun des habitats ;
- La carte de répartition des biocénoses d'herbiers ;
- La carte d'évolution *d'Halophila stipulacea* entre 2013 et 2023 ;
- Les cartes de localisation des coraux d'intérêt (*Acropora spp., Dendrogyra cylindricus*, etc.) ;
- Les cartes de localisation de la macrofaune vagile observée (tortues, raies, requins) ;
- Les cartes de localisation des macrodéchets.

Enfin, en complément, toutes les couches de cartographie sont fournies au format SIG pour être lues sous QGIS.

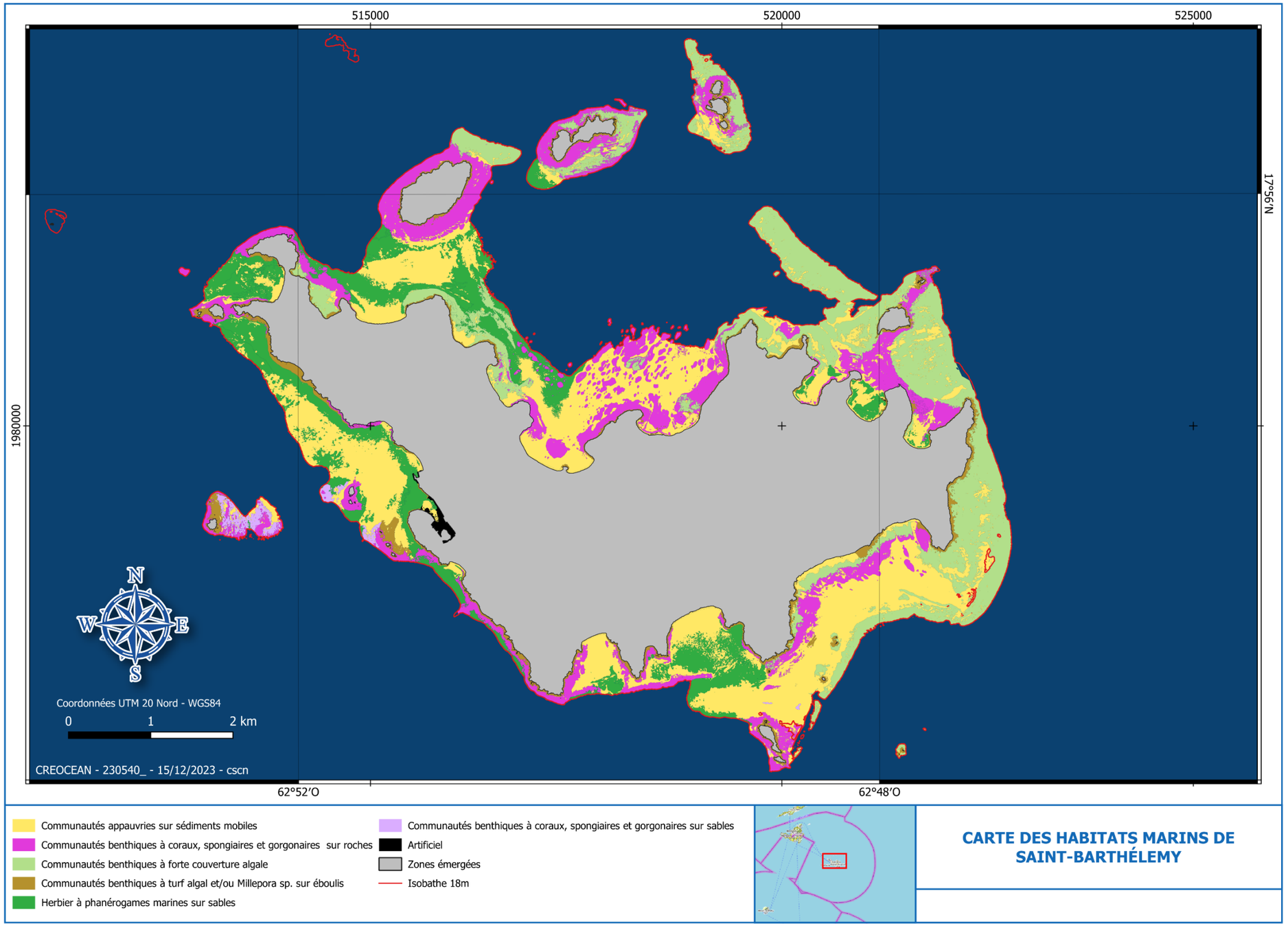

Figure 2-34 : Cartographie des habitats marins des eaux de Saint-Barthélemy entre 0 et 18 m de profondeur

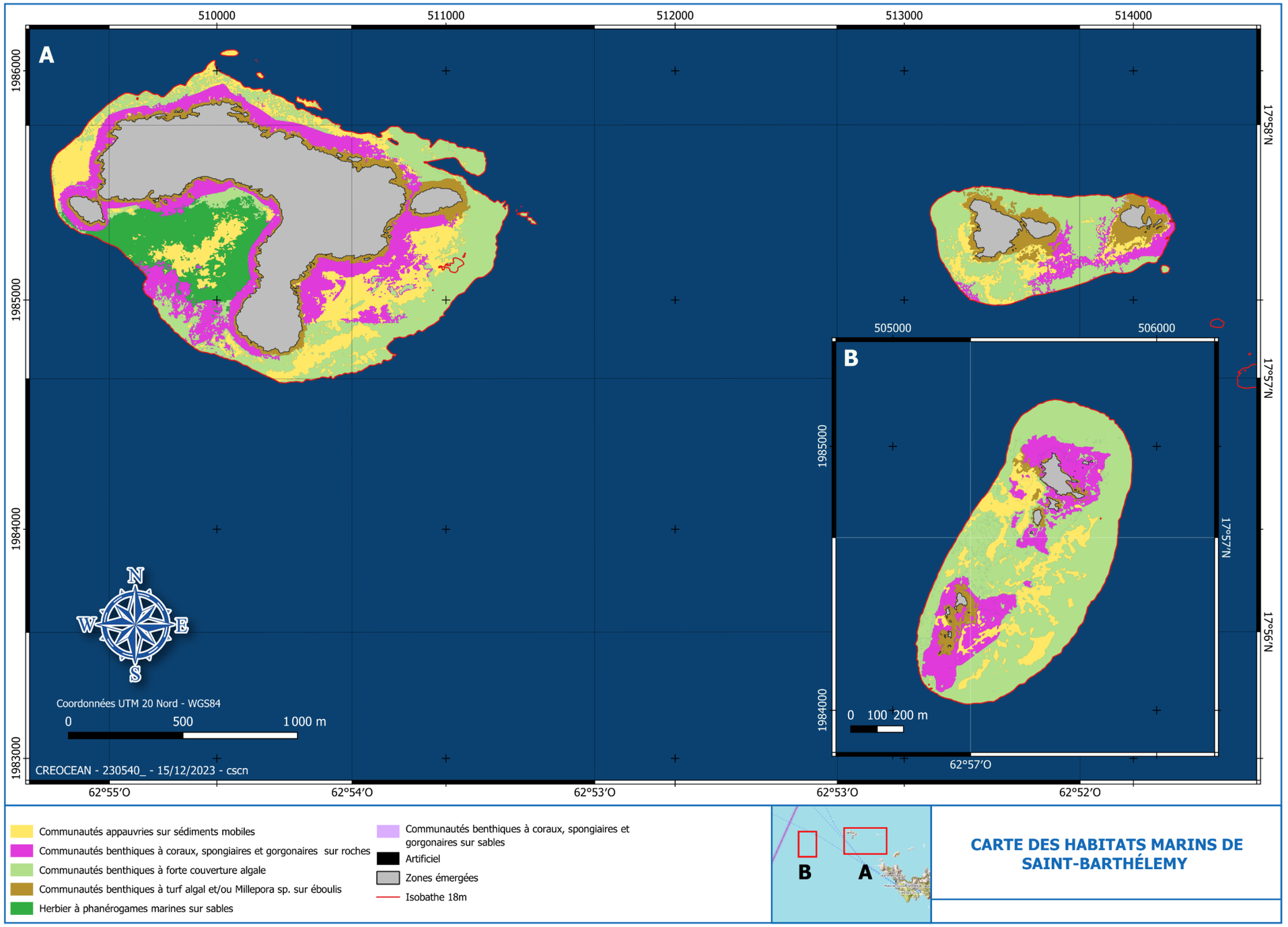

Figure 2-35 : Cartographie des habitats marins des eaux de Saint-Barthélemy entre 0 et 18m de profondeur sur l'îlet Fourchue, Mancel et Boulanger

3. Comparaison de l'évolution 2013-2023 d'*Halophila stipulacea*

La donnée cartographique des habitats marins au sein de la réserve naturelle de Saint-Barthélemy datant de 2004 n'étant pas disponible de manière exhaustive et en format SIG, il est difficile de comparer et de juger de l'évolution des peuplements.
Ainsi, nous comparons ici uniquement les informations de 2013 avec les observations faites en 2023.

En 2013, les observations d'*Halophila stipulacea* réalisées par TBM (**en orange sur la carte ci-dessous**) étaient exclusivement faites sur la façade ouest de l'île, entre Shell Beach au sud et la baie des Flamands au Nord. Les secteurs les plus « denses » (en termes d'observations en 2013) étaient répartis en 8 zones :

- 2 zones au sud de Gustavia ;
- 4 zones au droit Ouest du port de Gustavia ;
- Anse Gros Jean ;
- 1 zone au large de Petite Anse et Anse des Flamands.

Il serait scientifiquement inexact et délicat d'estimer les superficies d'herbiers observés en 2013 du fait de la méthode d'échantillonnage (ponctuelle) qui, par sa nature, sous-estime les superficies concernées (pas de méthode exhaustive).

En 2023, il apparaît de manière assez nette une expansion des herbiers à *Halophila stipulacea* (**en vert sur la carte**) sur environ la moitié ouest de l'île de Saint-Barthélemy, avec un développement :

- Sur les fonds littoraux côtiers entre Grande Pointe au sud et l'île Petit Jean au nord sur la façade ouest de l'île ;
- Dans la baie du Gouverneur et l'Anse de Grande Saline ;
- Dans la baie de Colombier ;
- Entre îlet Bonhomme et l'Anse Saint-Jean ;
- Au sud-est de Frégate ;
- Dans la baie abritée de Fourchue ;
- Dans les baies de Marigot et Grand Cul-de-Sac (plus restreint).

Au total, la superficie couverte par de l'herbier monospécifique à *Halophila stipulacea* est de **1,43 km²** (soit 35 % de la superficie de la zone d'étude, entre 0 et 18 m de profondeur).

Si l'on considère également les herbiers mixtes où elle est présente (en densités variables), la superficie colonisée par l'espèce est de **2,93 km²** (71 % de la superficie totale).

La façade est n'est pas colonisée par l'espèce, du fait notamment d'une exposition élevée aux houles du large.

Le secteur de Grand Fond n'a pas été suffisamment prospecté du fait des conditions hydrodynamiques pour garantir son absence sur ce secteur. De même, en baie du Petit Cul-de-Sac, la présence de radeau de sargasses empêchait la possibilité de caractériser la partie ouest de la baie.

Enfin, la cartographie se limitant à l'isobathe des 18 mètres, il est fort probable que l'espèce ait colonisé de grandes superficies, plus en profondeur, notamment entre les îlets de Bonhomme, Frégate et le littoral Nord de Saint-Barthélemy.

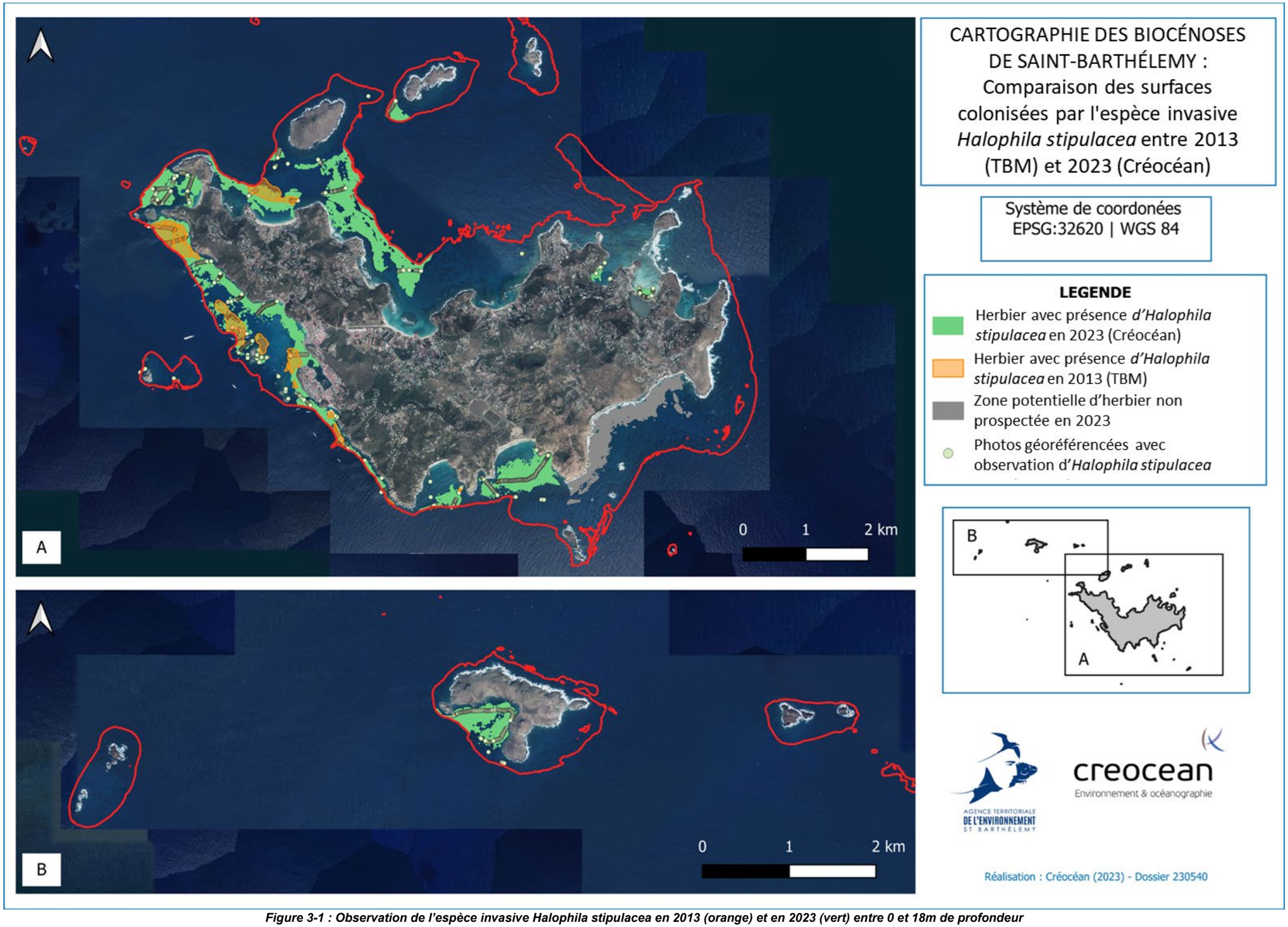

Figure 3-1 : Observation de l'espèce invasive Halophila stipulacea en 2013 (orange) et en 2023 (vert) entre 0 et 18m de profondeur

4. Enjeux et Préconisations

4.1. Carte des enjeux

Sur la base de la cartographie établie, les zones à enjeux de conservation en termes de biodiversité ont été identifiées. **Quatre niveaux d'enjeu** ont ainsi été définis : « très faible », « faible », « modéré » ou « fort ». Ils ont été attribués à des secteurs spécifiques en fonction de la nature des biocénoses présentes, leurs fonctions écologiques, leur valeur patrimoniale ainsi que leur niveau de protection et leurs aspects paysagers.

Les zones à enjeu fort correspondent :

- **Aux secteurs à forte densité d'*Acropora palmata*, du fait de leur caractère patrimonial et protégé ;**
- **À l'ensemble des communautés benthiques à coraux, spongiaires et gorgonaires sur roches et sables ;** malgré leur état relativement dégradé et les densités coralliennes faibles, ces récifs coralliens frangeants doivent être préservés compte tenu de leurs rôles fonctionnels et des pressions qui les affectent à une échelle plus globale. Par ailleurs, des colonies d'*A. palmata* de taille relativement grande ont été observées sur ces zones.
- **À l'ensemble des biocénoses d'herbiers de phanérogames marines** (hors herbier monospécifique à *Halophila stipulacea)*. Ces biocénoses présentent un enjeu majeur en termes de conservation des tortues marines et notamment la tortue verte (*Chelonia mydas*), qui sont des espèces protégées et faisant l'objet d'un Plan National d'Actions (PNA) Tortues Marines. Ces dernières sont fréquemment observées en train de se nourrir sur les zones d'herbiers et elles fréquentent de manière régulière la zone centrale du platier (« lagon » de Grand Cul-de-Sac) en tant que zone de repos, les herbiers se situant dans les zones abritées en périphérie de celui-ci. Les herbiers au sens large présentent par ailleurs un rôle de zone de reproduction et de nurserie pour de nombreuses espèces de poissons.
- **Les zones à fortes densités de lambis** (*Aliger gigas*) **ou de strombes laiteux** (*Macrostrombus costatus*) du fait des densités exceptionnelles observées, de l'intérêt halieutique de l'une et de l'intérêt écologique (zone de reproduction) de l'autre.

Les zones à enjeu de conservation modéré correspondent aux :

- **Communautés benthiques à turf algal et/ou *Millepora sp.* sur éboulis**. L'intérêt écologique est faible en ce qui concerne les peuplements benthiques (état général dégradé et faible densité corallienne). Par contre, il apparaît élevé vis-à-vis de la macrofaune vagile (tortues, langoustes, raies et requins) et des peuplements de poissons.

Les zones à enjeu de conservation faible correspondent à :

- **L'herbier monospécifique à *Halophila stipulacea*** du fait de son caractère invasif ;
- **L'ensemble des « *Communautés benthiques à forte couverture algale* »**, majoritaire sur le périmètre d'étude. Si les algueraies constituent généralement un abri pour la faune vagile et une source d'alimentation pour les poissons herbivores et certains oursins, l'intérêt faunistique apparaît limité. L'absence de relief limite l'attractivité pour les poissons. Les macroalgues sont présentes en abondance, au détriment des coraux et autres invertébrés benthiques, créant un paysage homogène, sans diversité architecturale.

Les zones à enjeu de conservation très faible correspondent aux « *Communautés appauvries sur sédiments mobiles* ». Son intérêt faunistique du point de vue de l'épifaune benthique est très faible, de même en ce qui concerne l'ichtyofaune.

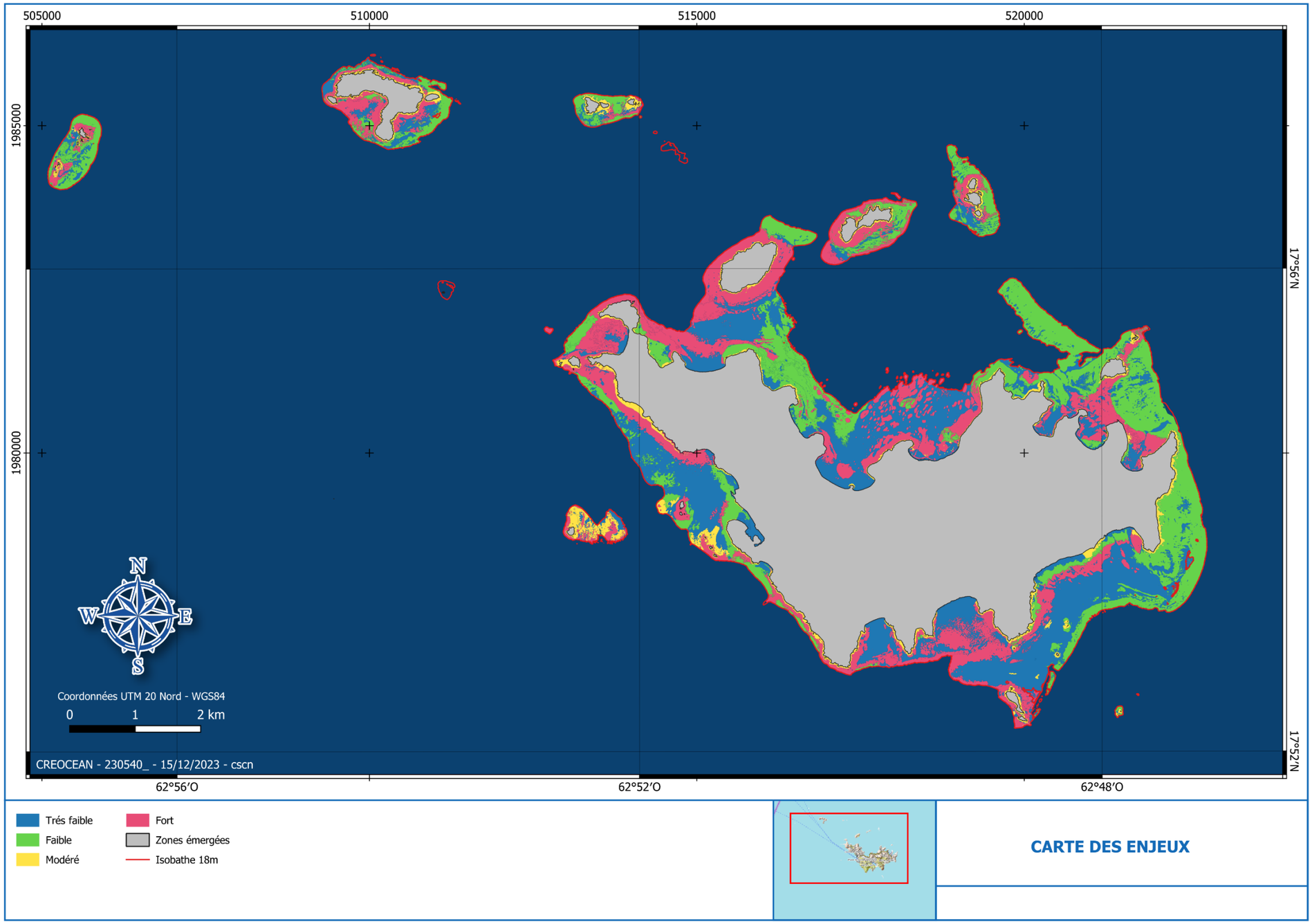

Figure 4-1 : Cartographie des enjeux marins au sein des eaux de Saint-Barthélemy (entre 0 et 18 m)

Conclusion

Un grand nombre de biocénoses marines sont présentes sur le secteur d'étude (estimées à 26), mais dont **6 principales sont recensées et cartographiables et quatre sont majeures en termes de superficie :**

- **Communautés appauvries sur sédiments mobiles (34% de la superficie totale) ;**
- **Communautés benthiques à forte couverture algale (25%) ;**
- **Communautés benthiques à coraux, spongiaires et gorgonaires sur roches (19%) ;**
- **Herbiers de phanérogames marines sur sables (15%).**

Au niveau de ce dernière biocénose, 8 biocénoses distinctes ont été identifiées dont la plus importante (en termes de superficie) est liée au développement de l'espèce invasive *Halophila stipulacea*.

La comparaison des données SIG fournies révèle une évolution importante du développement invasif de cette espèce depuis 2013. Les résultats obtenus cette année sont sous-estimés, car il est probable que celle-ci soit présente au-delà de 18 mètres de profondeur. Il conviendra donc de compléter cette analyse en 2024 lors de l'intégration des données cartographiques entre 18 et 30 mètres de profondeur.

En termes d'enjeu et d'importance écologique, quelques biocénoses prioritaires ont été recensées, mais en superficie très restreinte :

- Le massif corallien à *Acropora palmata* su Grand Cul-de-Sac et dans une moindre mesure, certains secteurs à forte densité de colonies ponctuelles (Pointe Milou, Baie de Gouverneur, Petits Saints), du fait de leur valeur patrimoniale régionale ;

- Les secteurs à communautés benthiques mixtes (coraux, éponges et gorgonaires) dont la complexité structurale et la diversité spécifique, sont en forte régression, notamment du fait de la perte de diversité en espèces coralliennes. Il conviendra de suivre attentivement la propension des macroalgues en compétition spatiale avec les espèces benthiques sessiles citées précédemment ;

- Les herbiers natifs (mixtes ou monospécifiques) de phanérogames marines (*Thalassia testudinum, Syringodium filiforme, Halodule wrightii*).

Du point de vue des espèces patrimoniales et/ou halieutiques, il semble que Saint-Barthélemy présente effectivement des densités importantes en lambis. En effet, la cartographie réalisée n'a pas permis la détection de nouveaux « hotspots » de densités de lambis, au-delà de ceux suivis par CREOCEAN depuis 2022 (à savoir Pointe Milou, Bonhomme et Boulanger). Bien que le strombe laiteux ne présente pas un attrait halieutique aussi fort que le lambi, il convient de noter la présence de regroupements importants en vue de processus de reproduction, au droit du port de Gustavia.

Du point de vue de la macrofaune vagile (tortues, raies, requins), les résultats sont hétérogènes et n'ont pas révélé de spots de très fortes densités, hormis la baie du Grand Cul-de-Sac pour les grandes concentrations de tortues vertes et imbriquées.

Ainsi, cette première phase de réactualisation de la cartographie des biocénoses marines dans les eaux côtières de Saint-Barthélemy devra être complétée en 2024 par un travail plus en profondeur (au-delà de 18 m), afin de pouvoir fournir une cartographie exhaustive à l'ATE.

creocean

Environnement & océanographie

www.creocean.fr

keran

Des hommes, une planète

GROUPE KERAN