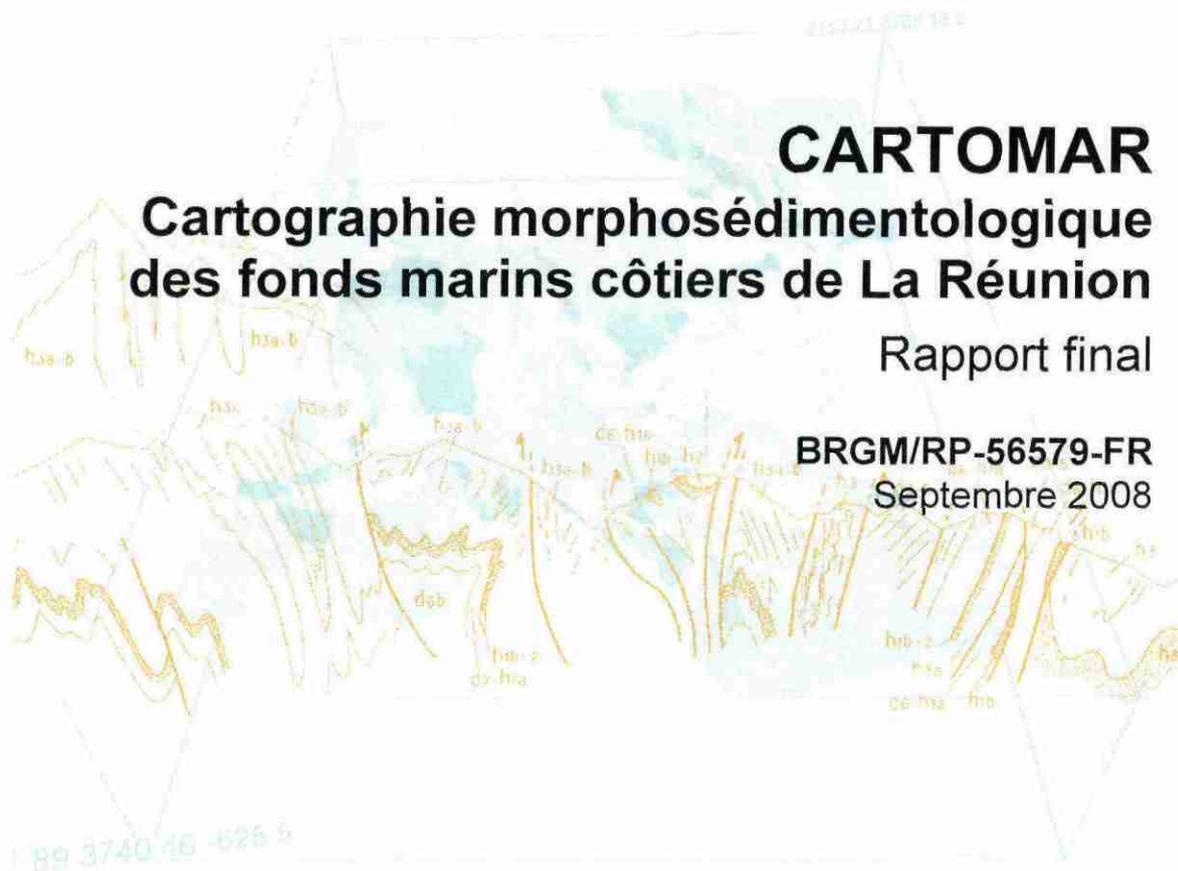


Document public



CARTOMAR

Cartographie morphosédimentologique des fonds marins côtiers de La Réunion

Rapport final

BRGM/RP-56579-FR

Septembre 2008





CARTOMAR

Cartographie morphosédimentologique des fonds marins côtiers de La Réunion

Rapport final

BRGM/RP-56579-FR
Septembre 2008

Étude réalisée dans le cadre du projet
de Service public du BRGM 2006-07LITC09

P. Guennoc, C. Villain, I. Thinon, M. Le Roy

Vérificateur :
Nom : De La Torre Ywenn
Date :
Signature :

Approbateur :
Nom : Nedellec Jean-Louis
Date :
Signature :

En l'absence de signature, notamment pour les rapports diffusés en version numérique,
l'original signé est disponible aux Archives du BRGM.

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.



Mots clés :

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

GUENNOC P., VILLAIN C., THINON I., LE ROY M., 2008 – Cartographie morphosédimentologique des fonds marins côtiers de l'île de La Réunion, Rapport BRGM/RP56-579-FR – 43 p.

Synthèse

La DIREN de La Réunion a confié au BRGM la réalisation d'une cartographie morpho-sédimentologique du plateau insulaire de La Réunion. La zone d'étude comprend les fonds entre -20 et -100 mètres de profondeur sur le pourtour de l'île à l'exclusion du secteur sud-est très penté et accidenté qui borde la zone volcanique active de la Fournaise.

Les campagnes de levés en mer en mars et octobre 2007 ont permis de réaliser une reconnaissance détaillée avec une couverture complète de la zone par imagerie acoustique au moyen d'un sonar latéral puis de reconnaître la nature des fonds par des observations de vidéo sous-marine et des prélèvements de sédiments. Du fait des conditions de navigation difficiles liées en partie au support nautique disponibles, un travail important de traitement des données d'imagerie acoustique a été entrepris à l'aide du logiciel Caraïbes d'Ifremer.

L'interprétation combinée sous SIG et minutes au 1/10 000 de l'important volume de données a permis d'établir la première cartographie au 1/25 000 de la nature des fonds du domaine côtier de la Réunion. Cette cartographie met en évidence selon les secteurs la prédominance de la sédimentation d'origine volcanique (sable volcanique fin) à laquelle se superpose une sédimentation biodétritique d'épaisseur très variable et l'importance de la dynamique au niveau du fond révélée par des formes sédimentaires variées allant des nombreuses rides décimétriques aux dunes de longueur d'onde pluridécamétriques parfois très linéaires.

Chaque façade et secteur présente une distribution particulière de la nature des fonds en fonction de la morphologie et de la présence ou non de substrat récifal à l'affleurement. Sur la façade ouest à sud-ouest de l'île, la nature de la sédimentation est mixte, le sable volcanique étant partiellement recouvert d'une pellicule biodétritique parfois très mince ou plus épaisse à proximité de la côte et des zones de récifs coralliens affleurants. Le secteur nord-ouest qui présente la plate-forme la plus étendue révèle une sédimentation biodétritique homogène. Au Nord puis à l'Est-Nord-Est les sédiments volcaniques et mixtes alternent. Le secteur depuis Le Port jusqu'à Saint Denis et la zone côtière orientale présentent une pente assez prononcée et sont découpés par des têtes de canyons, sièges de transits sédimentaires importants vers la pente insulaire et les grands fonds. L'importance de ces transferts a été mise en évidence par les études antérieures sur les grands fonds de l'île.

Cette première cartographie du domaine côtier de La Réunion met en évidence l'importance des phénomènes sédimentaires récents à actuels sur le pourtour de l'île dont le littoral est soumis à des fortes pressions naturelles et anthropiques. Pour une analyse de l'importance des phénomènes sédimentaires et des ressources potentielles, cette étude devra être complétée par une reconnaissance détaillée des épaisseurs des unités sédimentaires récentes de la morphologie détaillée des formes sédimentaires.

Sommaire

1. Introduction	7
2. Morphologie générale de la zone d'étude et connaissances antérieures	9
2.1. DONNEES HYDROGRAPHIQUES DU SHOM : MORPHOLOGIE DE DU DOMAINE MARIN COTIER.....	9
2.1.1. Levés hydrographiques et modèles numériques de terrain.....	9
2.1.2. Morphologie générale de la plate-forme insulaire	12
2.2. ETUDES ANTERIEURES.....	14
3. Reconnaissance du domaine côtier - Exploitation des données.....	15
3.1. CAMPAGNES D'ACQUISITION	15
3.1.1. Campagnes Reuson.....	15
3.1.2. Campagne Reused	17
3.2. TRAITEMENTS DES DONNEES	19
3.2.1. Données d'imagerie acoustique	19
3.2.2. Prélèvements de sédiments	22
3.2.3. Vidéo sous-marine	22
3.3. CARACTERISATION DES FACIES DE NATURE DE FONDS.....	23
3.3.1. Fonds rocheux	23
3.3.2. Faciès sédimentaires	25
3.3.3. Formes sédimentaires.....	29
3.3.4. Incisions - zones de transit	30
4. Cartographie morphosédimentologique	33
4.1. PRESENTATION DE LA CARTOGRAPHIE	33
4.2. DISTRIBUTION DES FACIES ET FORMES SEDIMENTAIRES DANS LES DIFFERENTS SECTEURS (ANNEXE 3 H.T.)	33
4.2.1. Façade sud-ouest.....	33
4.2.2. Façade nord-ouest	34
4.2.3. Façade nord.....	36
4.2.4. Façade Est.....	37
5. Conclusions.....	39

6. Bibliographie 41**Liste des illustrations**

Illustration 1- Carte bathymétrique de l'île de La Réunion et limite -100 mètres	7
Illustration 2 – Structure générale de l'édifice volcanique de la Réunion (Oehler et al., 2008 et 2004). Note L'isobathe -100m – limite de la présente étude- est représentée (trait rouge)	8
Illustration 3- Extrait montrant la distribution des sondes numériques issues des levés hydrographiques du SHOM autour de la Réunion	10
Illustration 4 – MNT à la maille de 50 mètres du domaine côtier de La Réunion et principaux domaines morphologiques.....	11
Illustration 5 – Extrait du MNT à la maille de 50 mètres sur le plateau NW et isobathes tous les 5 mètres.	12
Illustration 6 – Carte des pentes du domaine côtier et principaux domaines morphologiques	14
Illustration 7- Navire et sonar utilisé pour la reconnaissance acoustique des fonds	16
Illustration 8 – Profils d'imagerie acoustique lors de la campagne Reuson2 (mars 2007).	16
Illustration 9- Distribution des prélèvements de sédiments (triangles jaunes) et des stations de vidéo sous-marines (carrés verts) de la campagne Reused (octobre 2007).....	17
Illustration 10 – Navire et systèmes utilisés pour les prélèvements de sédiments et observations du fond	18
Illustration 11- Exemples de navigation et d'image géoréférencée « dégradée »	19
Illustration 12 – Exemple de données de navigation d'assez bonne qualité (A), de leur dispersion (zoom - B), et de la navigation traitée et lissée par le logiciel Caraibes (C).....	20
Illustration 13 – Comparaison des mosaïques acoustiques traitées sous Isi Sonar et Delph Map et avec le logiciel Caraibes d'Ifremer.....	22
Illustration 14 – Exemples de faciès acoustiques de zones de roches.....	25
Illustration 15 – Faciès sédimentaires distingués d'après les prélèvements à la benne et les analyses granulométriques.....	27
Illustration 16- Exemples de faciès et de formes sédimentaires.....	31
Illustration 17 - Grandes dunes de direction E-W observées au sud de Saint-Gilles au sonar latéral et par bathymétrie multifaisceaux (source SHOM, 2008)	35

Liste des annexes

Annexe 1 Exemples de faciès et formes sédimentaires extraits de vidéos sous-marines	43
Annexe 2 Exemples de nature de fonds extraits de vidéos sous-marine	45

Annexe 3 - Hors Texte Cartographie morphosédimentologique des fonds marins
côtiers de La Réunion 5 cartes au 1 : 25 00047

1. Introduction

La DIREN de La Réunion a confié au BRGM la réalisation d'une cartographie morphosédimentologique du domaine côtier de La Réunion (Illustration 1). La zone d'étude a été limitée au fonds entre -20 et -100 mètres de profondeur, à l'exclusion du secteur sud à sud-est de l'île en raison de la morphologie à forte pente et très accidentée de ce secteur volcanique actif difficile d'accès pour les moyens de reconnaissance utilisés.

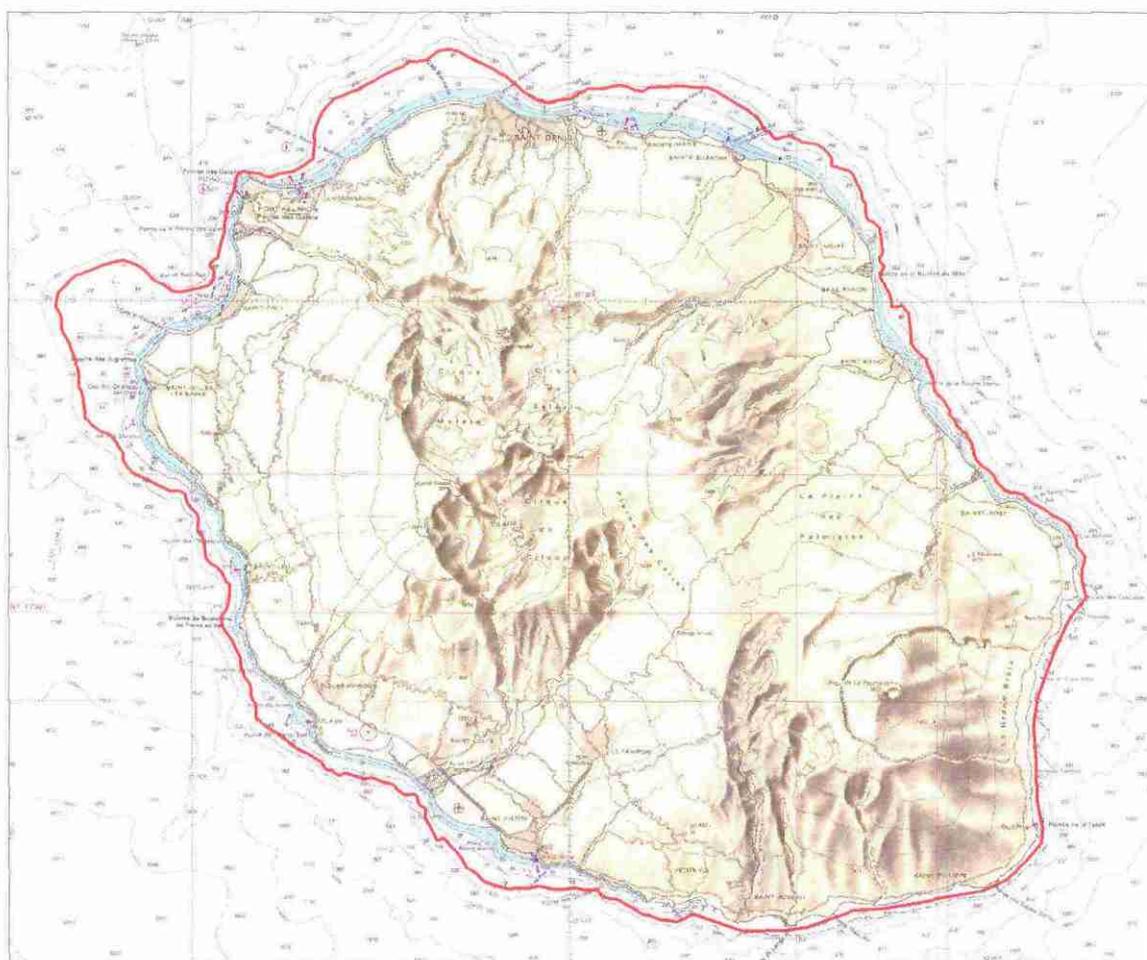


Illustration 1- Carte bathymétrique de l'île de La Réunion et limite -100 mètres

L'île de La Réunion représente la partie émergée d'un très important édifice volcanique de plus de 7 kilomètres de hauteur et 200 kilomètres de large (Illustration 2). Le domaine côtier de la Réunion est dans l'ensemble étroit et constitue un domaine de transition entre le domaine émergé et la pente insulaire.

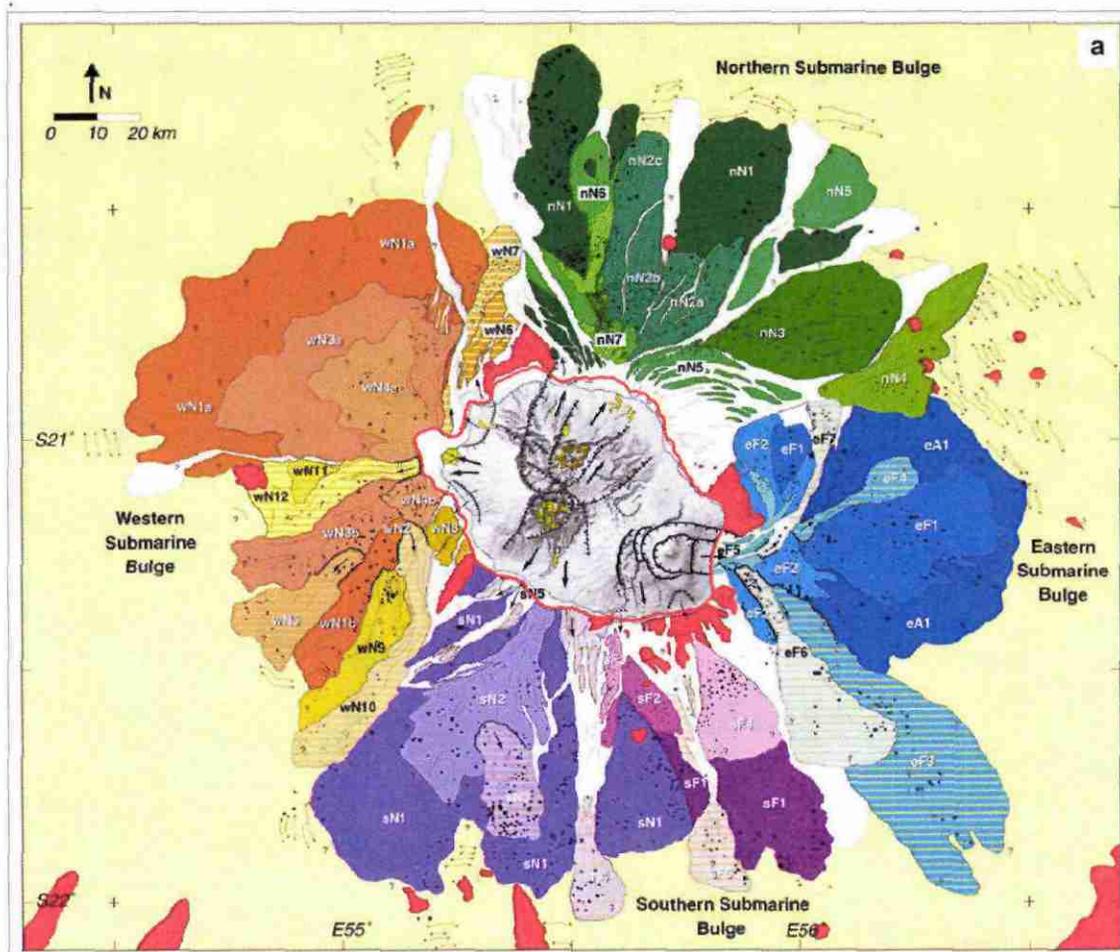


Illustration 2 – Structure générale de l'édifice volcanique de la Réunion (Oehler et al., 2008 et 2004). Note L'isobathe -100m – limite de la présente étude- est représentée (trait rouge)

Ce rapport introduit tout d'abord le contexte morphologique de la zone ainsi que les données et études antérieures existantes. Il s'attache par la suite aux campagnes de reconnaissance ainsi qu'au traitement des données qui en sont issues. La cartographie est enfin présentée et commentée.

2. Morphologie générale de la zone d'étude et connaissances antérieures

2.1. DONNEES HYDROGRAPHIQUES DU SHOM : MORPHOLOGIE DE DU DOMAINE MARIN COTIER

2.1.1. Levés hydrographiques et modèles numériques de terrain

Les données de bathymétrie et de morphologie du domaine marin côtier disponibles pour cette étude sont les sondes issues des levés hydrographiques du SHOM¹ (Illustration 3). Selon les procédures des levés hydrographiques, les profondeurs ont été relevés manuellement sur les bandes de profils au sondeur monofaisceau et les sondes validées (et corrigées : marée,...) ont été reportées sur des minutes de sondes en fonction de l'échelle des levés (un levé au 1/10 000 correspond à 1 profil tous 100 mètres soit tous les 1 cm cartographiques. Autour de la Réunion, les levés ont été réalisés du 1/5000 au 1/10 000 dans la zone d'étude. Après numérisation des minutes de sondes par le SHOM, les semis de points obtenus constituent l'information numérique de base pour la connaissance de la bathymétrie et de la morphologie des fonds sur la plupart des zones de plates-formes françaises en l'absence de levés récents par sondeurs multifaisceaux qui permettent une couverture continue.

¹ Service Hydrographique et Océanographique de la Marine

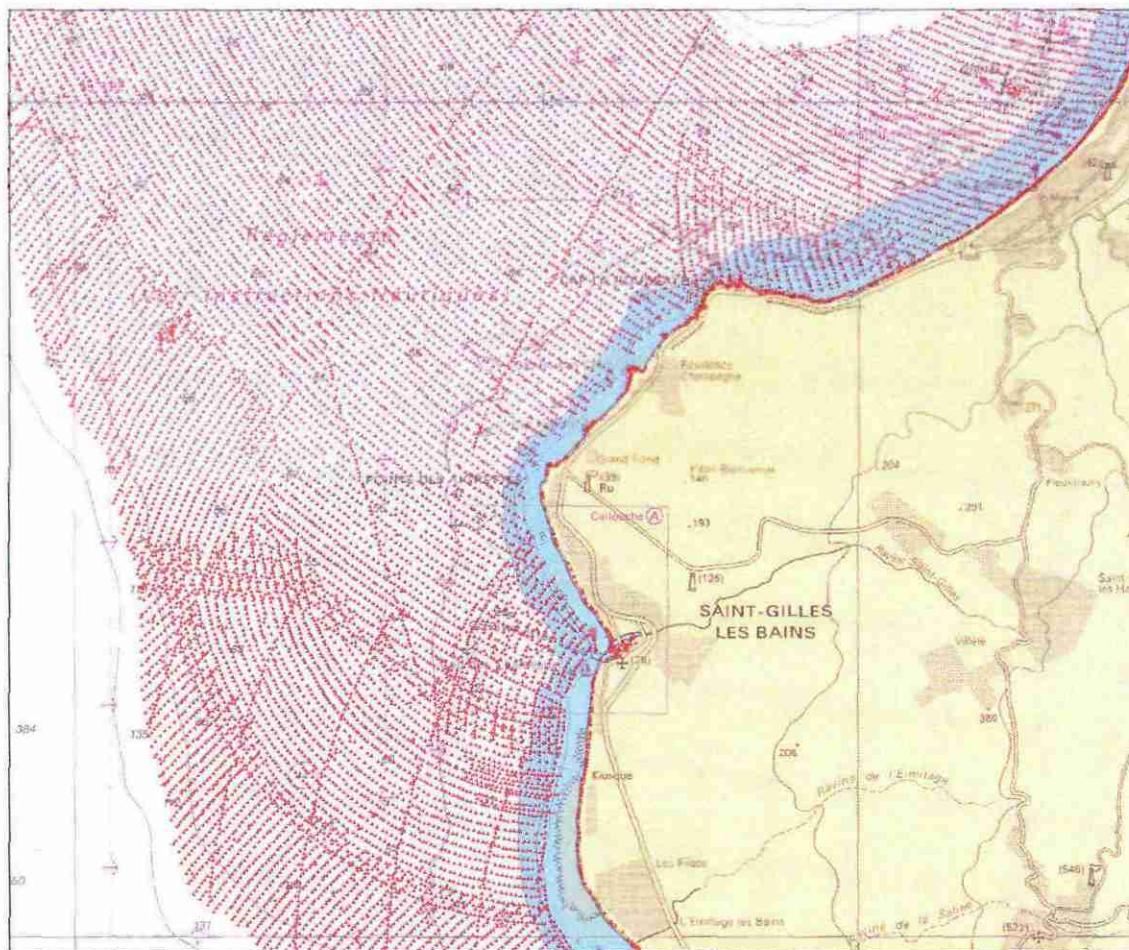


Illustration 3- Extrait montrant la distribution des sondes numériques issues des levés hydrographiques du SHOM autour de la Réunion

Compte tenu de l'espacement des profils (100 à localement 50 mètres) et des sondes (50 mètres à 25 mètres) le long de ceux-ci, des Modèles Numériques de Terrain (MNT) à maille plus ou moins serrées peuvent être calculés selon les secteurs.

Un MNT moyen à la maille de 50 mètres a été calculé et s'avère satisfaisant pour la majeure partie du domaine étudié en prenant bien en compte le fait que des valeurs sont interpolées entre les profils de sondes (Illustration 4).

Sur le plateau nord, entre Le Port et Saint-Denis, toutefois les sondes sont trop espacées et seule une maille de 100 mètres permet d'obtenir un MNT continu.

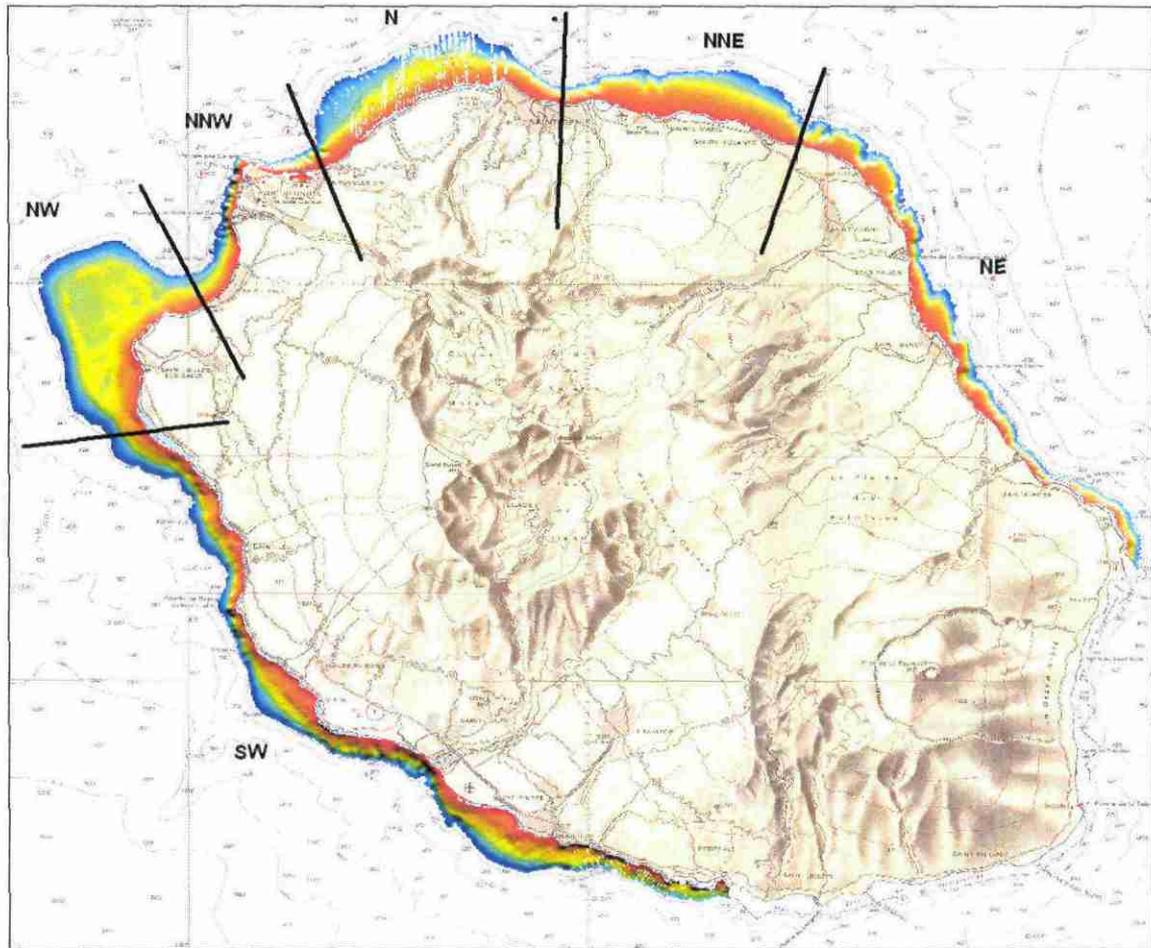


Illustration 4 – MNT à la maille de 50 mètres du domaine côtier de La Réunion et principaux domaines morphologiques

A partir de ce MNT des isobathes à espacement variable peuvent être calculées afin de compléter la visualisation et l'analyse de la topographie générale. Il convient de noter que ces courbes interpolées (à partir d'un modèle) peuvent s'écarter localement assez significativement des isobathes figurant sur les cartes de navigation établies elles à partir des données originales (Illustration 5).

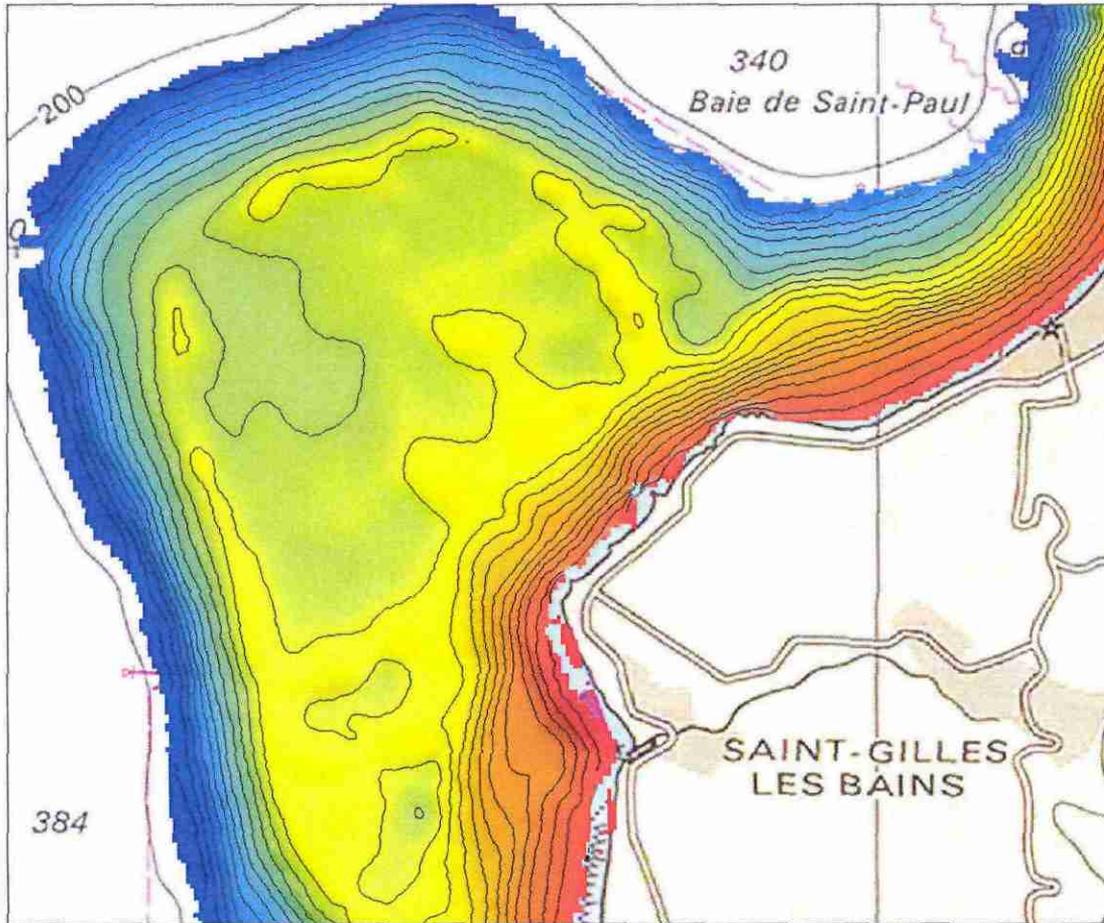


Illustration 5 – Extrait du MNT à la maille de 50 mètres sur le plateau NW et isobathes tous les 5 mètres.

2.1.2. Morphologie générale de la plate-forme insulaire

Le MNT calculé permet une vue d'ensemble de la morphologie de la zone côtière de l'île. En fonction de la largeur et de la pente de cette zone côtière 6 principaux domaines peuvent être distingués (Illustration 6) :

- au SW, de Petite-île au nord de Saint-Leu, le domaine côtier est relativement étroit et s'étend de 2,5 à 3 km à moins de 1km au niveau des pointes ; il s'agit donc d'une pente côtière entre coupées de replats étroits et allongés dans les secteurs les plus larges ;
- au NW, au large du Cap La Housaye s'étend le plateau le plus étendu de l'île caractérisé par une pente côtière jusqu'aux profondeurs de 55 mètres puis une plate-forme étendue sur plus de 5km à des profondeurs constantes autour de 60 mètres ; une légère dépression est présente sur la partie ouest de cette plate-forme. Malgré l'absence de reconnaissance géologique, ces traits

morphologiques permettent de présumer qu'il s'agit d'une plate-forme bioconstruite sur des reliefs volcaniques lors de stationnements de la mer.

- au NNW, les baies de Saint Paul et de la Possession séparées par le promontoire de la pointe des Galets sont caractérisées par une pente côtière qui s'accroît à l'approche du promontoire de la Pointe des Galets ;
- au N, entre la Possession et Saint-Denis, le domaine côtier s'élargit sur plus de 3 km et forme une zone étendue et assez régulière sur près de 12 km le long de la côte. Des zones allongées de replats se distinguent autour de -55 m et au-delà de -80 mètres dans la partie ouest. Après un secteur étroit au droit de Saint-Denis, le domaine côtier du secteur NNE s'élargit à nouveau mais la zone de « replat » est cette fois située au niveau des petits fonds, entre la côte et -20m, alors que plus au large la pente est continue ;
- au NE de l'île le domaine côtier est assez étroit et se réduit progressivement vers le sud-est; les secteurs de pente plus faible sont aussi dans les petits fonds à proximité de la côte et sont séparés par les incisions des canyons de la pente insulaire ; vers le sud, il n'y a plus de replats et la pente devient quasi-continue entre le domaine émergé le secteur sous-marin.

D'une manière générale, seuls les secteurs du NW et à un degré moindre du Nord, présentent une morphologie de plate-forme, c'est-à-dire de zone à très faible pente entre le littoral et la pente insulaire. Partout ailleurs, une pente plus ou moins régulière est observée, entrecoupée localement d'étroites zones de replat plus ou moins prononcées. Il est donc abusif de parler de plate-forme ou plateau insulaire pour l'ensemble des fonds côtiers (0 à -100 m) qui bordent l'île, l'appellation de « domaine côtier » (sous-entendu sous-marin) semblant plus appropriée.

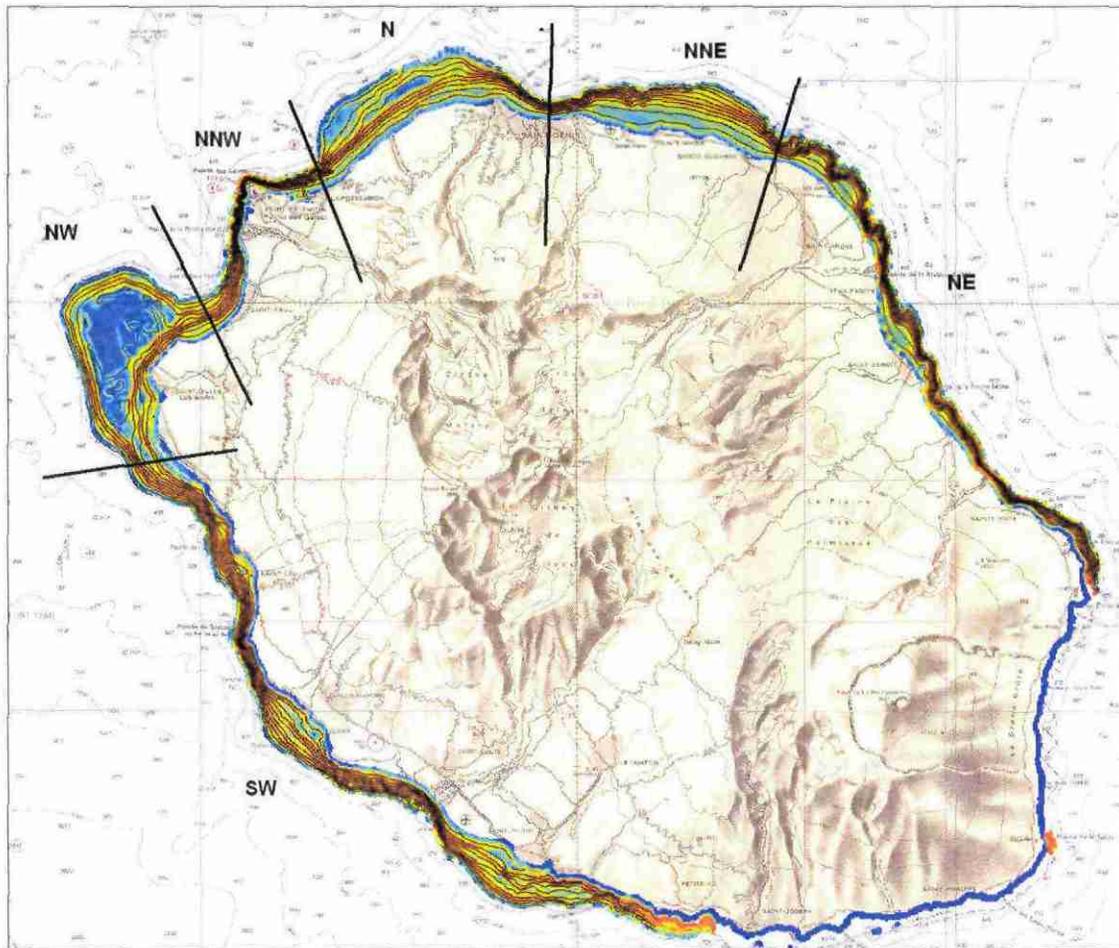


Illustration 6 – Carte des pentes du domaine côtier et principaux domaines morphologiques

2.2. ETUDES ANTERIEURES

Si des études relativement nombreuses ont été consacrées à la géologie de l'île, à la géomorphologie et la nature de la frange littoral émergée d'une part, aux grands fonds de la pente de l'île d'autre part, en revanche la zone côtière n'avait fait l'objet que d'un très petit nombre de reconnaissances. Si l'on excepte les levés réalisés à titre privé pour des besoins d'aménagement et pour l'essentiel implantés dans les eaux très peu profondes (entre 0 et 10 mètres de profondeur), les données antérieures disponibles dans la zone d'étude sont limitées à quelques prélèvements de sédiments et observations des fonds dans la partie orientale du plateau NW (Bosc, 1987) et le long de radiales jusqu'à 50-0m de profondeur dans les secteurs voisins des baies de Saint-Paul et de la Possession (Troadec, 1991).

Les levés réalisés dans le cadre de ce programme constituent donc la première reconnaissance d'ensemble des fonds marins côtiers de La Réunion.

3. Reconnaissance du domaine côtier - Exploitation des données

3.1. CAMPAGNES D'ACQUISITION

3.1.1. Campagnes Reuson

La première campagne de reconnaissance par imagerie acoustique au sonar latéral (ou sonal) a eu lieu en mars 2007. Une première tentative en novembre 2006 interrompue à la suite de problèmes du matériel sonar. (cf. rapport d'avancement, juillet 2007). Les levés de sonar latéral ont été rendus difficiles du fait de problèmes de moyens nautiques, le navire prévu ayant été endommagé par le cyclone GAMEDE juste avant les levés et le premier navire de remplacement a dû être lui-même remplacé au début de la mission en raison de problèmes de navigation (problèmes de tenue de cap).

Du 7 au 28 mars 2007, la campagne Reuson2 (participants : Y. De la Torre et I. Thinon BRGM, M. Violet de la Société CERES en charge des levés sonar, Illustration 7) a cependant permis de réaliser un levé d'imagerie acoustique complet de la zone d'étude (Illustration 8). Les profils espacés tous les 250 mètres en moyenne ont été réalisés avec une couverture de 2 x 160 mètres soit un recouvrement sur les bords de près de 30% environ (afin de pallier à la dégradation éventuelle de l'imagerie sur ces bordures). Au total plus de 1000 km de profils ont été réalisés et une superficie de près de 250 km² a été reconnue par imagerie acoustique.

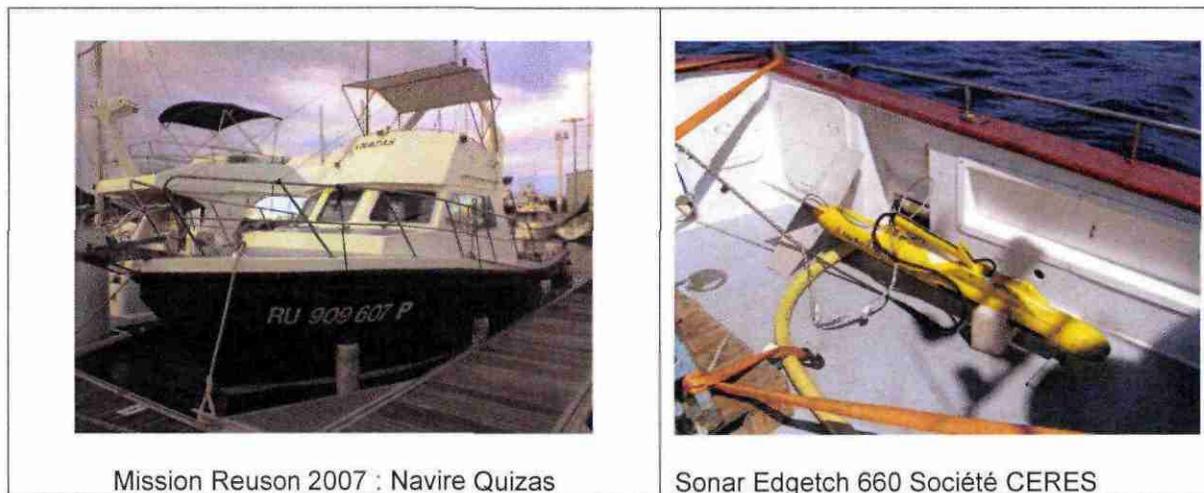


Illustration 7- Navire et sonar utilisé pour la reconnaissance acoustique des fonds

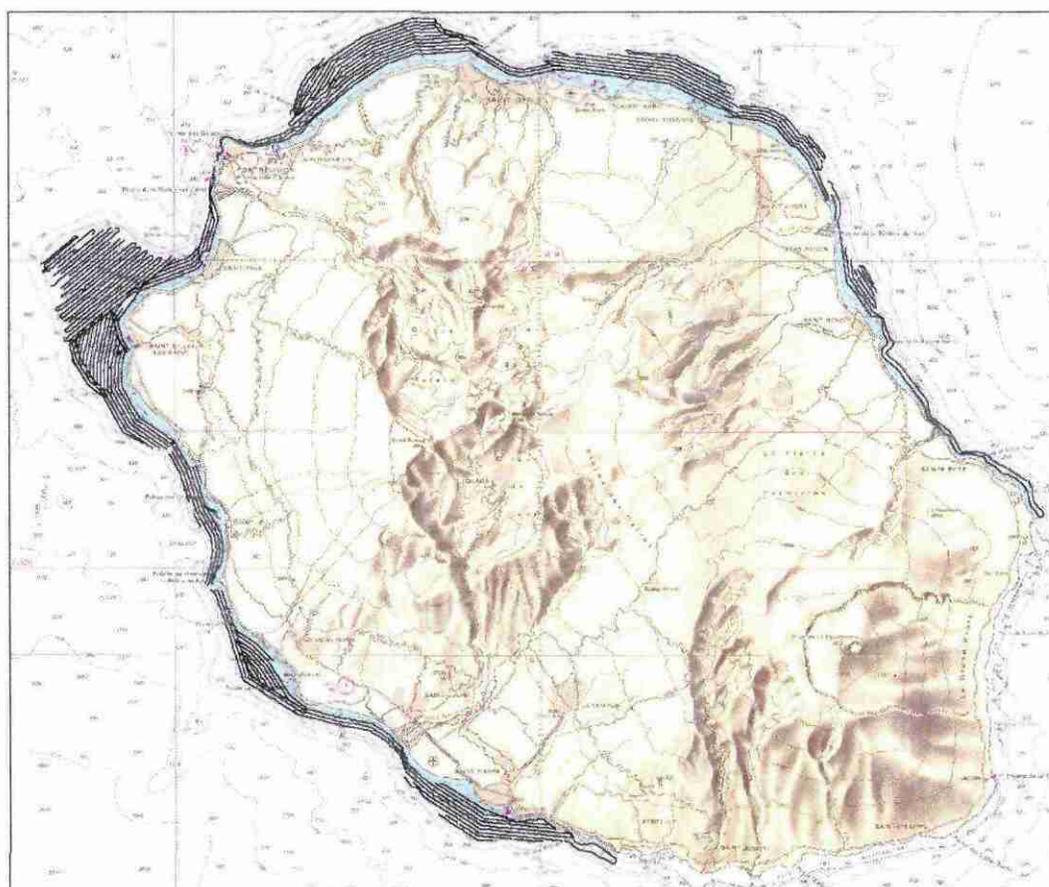


Illustration 8 – Profils d'imagerie acoustique lors de la campagne Reuson2 (mars 2007).

3.1.2. Campagne Reused

Du 2 au 10 octobre 2007, la campagne Reused a été consacrée à la réalisation de prélèvements de sédiments et de vidéo sous-marine à bord du navire LAKSMY, palangrier de 14 mètres basé à Saint-Pierre (Illustration 10). Les participants à cette mission étaient P. Guennoc et Y De La Torre (BRGM, Orléans et La Réunion), Jean Turquet (ARVAM) et G. Hervé (IFREMER, La Seyne-sur-Mer). La réalisation des prélèvements a été réalisée en collaboration avec l'ARVAM et les observations de vidéo sous-marines avec l'IFREMER. Malgré les conditions de mer parfois délicates (houle), 212 prélèvements par benne Van Veen (Illustration 9) et 50 stations de vidéo sous-marines (durée d'observation de 5 à plus de 20 minutes sur le fond) ont été réalisées sur l'ensemble de la zone étudiée. Lors des observations le navire était en dérive ou en marche réduite et l'observation des fonds a pu s'étendre sur une distance variable de 50 à 500 m (en moyenne de 100 à 150 m).

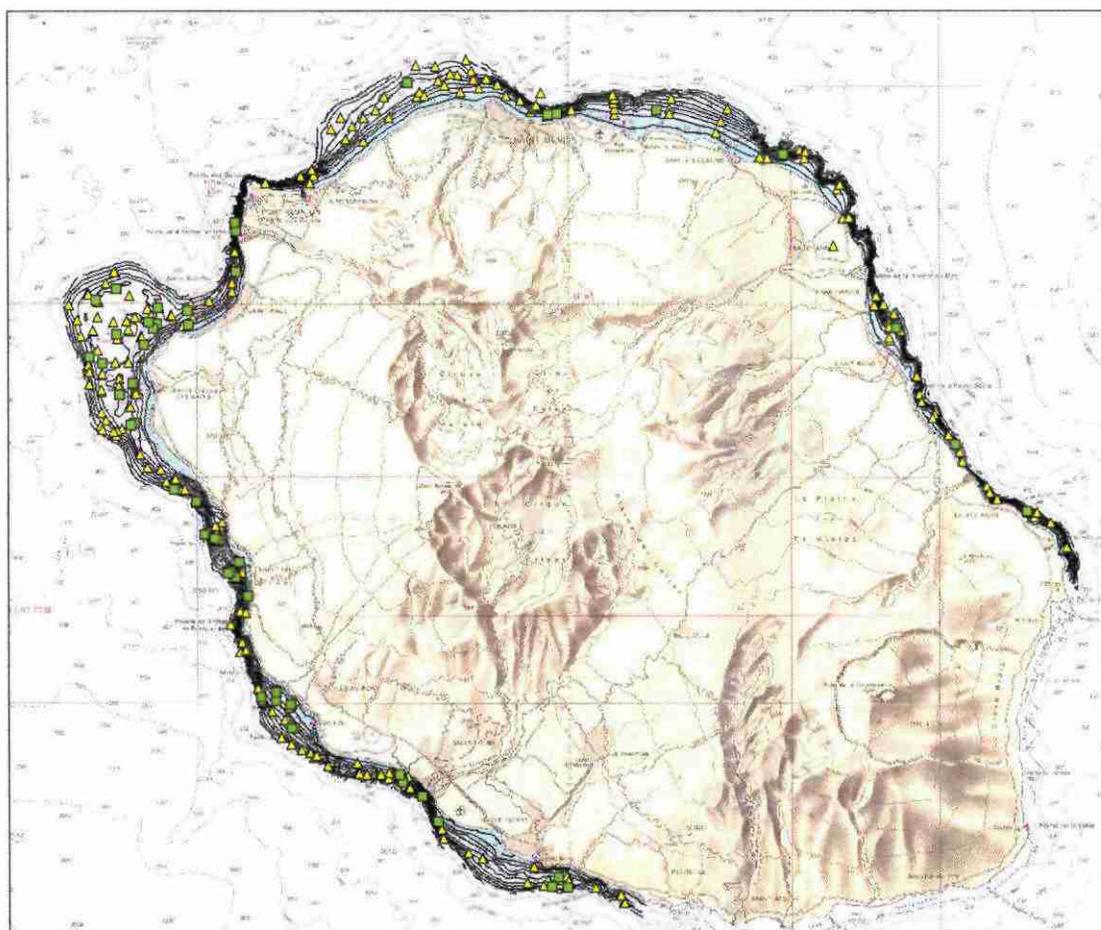


Illustration 9- Distribution des prélèvements de sédiments (triangles jaunes) et des stations de vidéo sous-marines (carrés verts) de la campagne Reused (octobre 2007)



Illustration 10 – Navire et systèmes utilisés pour les prélèvements de sédiments et observations du fond

3.2. TRAITEMENTS DES DONNEES

3.2.1. Données d'imagerie acoustique

Traitement Isis® Sonar et Delphmap®

Les données d'imagerie acoustique ont fait l'objet d'un premier traitement en 2007 à l'aide du logiciel Isis® Sonar et DelphMap® de Triton Elics International (cf. rapport d'avancement, juillet 2007).

Ce traitement a permis de réaliser une mosaïque d'imagerie acoustique de l'ensemble des sections de profils et après un premier examen des faciès observés, de positionner les sites de prélèvements de sédiments et de vidéo sous-marine pour la campagne prévue à l'automne 2007.

Cependant les problèmes de navigation (support nautique) rencontrés notamment au début de la mission et les conditions de mer ont perturbés les levés et l'acquisition des données de navigation dans quelques secteurs. Le principal problème est lié au fait que la navigation enregistrée était celle du navire et non celle du poisson (pas de pinger) toutes les variations de cap parfois brusques sont affectées au positionnement de l'image acoustique. Du fait de ces informations de positionnement très dispersées et des possibilités assez réduites de traitement et de lissage de la navigation à l'aide du logiciel Isis®, le géoréférencement de l'image acoustique a produit une image très « hachée » et donc peu ou pas lisible selon les secteurs.

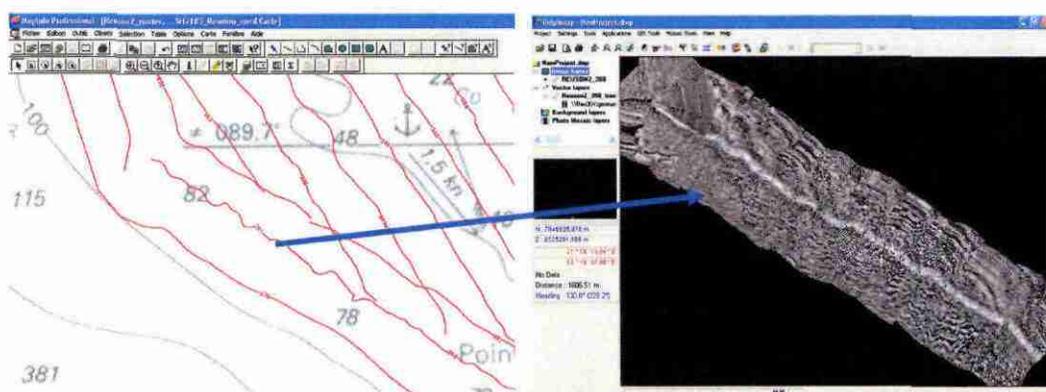


Illustration 11- Exemples de navigation et d'image géoréférencée « dégradée »

Traitement logiciel Caraïbes (© Ifremer)

Afin de pallier, au moins en partie, aux problèmes de lisibilité de l'imagerie obtenue, un long traitement des très nombreuses données de sonar latéral a été entrepris, après une phase de test, avec le logiciel Caraïbes (© Ifremer) avec l'autorisation de la Direction et le support de Jean-Marc SINQUIN.

La phase de traitement avec le logiciel Caraïbes comporte deux étapes principales : le traitement de la navigation et celui de l'imagerie.

• Traitement de la navigation

Les fichiers de navigation, extraits des fichiers de données brutes, sont constitués d'une succession de points très proches en fonction de l'acquisition des données sonar (cycles d'émission). L'acquisition de la navigation de qualité variable, bonne en général pouvant être de qualité moyenne à localement très mauvaise durant cette mission (navire inadapté en début de mission, état de la mer, réception satellite difficile localement...) ont dégradé la qualité de certaines données d'imagerie. De ce fait les points de navigation ne sont pas alignés mais assez dispersés sous forme d'un « nuage » le long de la route suivie ou d'un trajet en dents de scie si l'on relie les points successifs. Chaque section de profils (c'est à dire chacun des 572 fichiers de données) a donc été traitée un par un en adaptant le traitement et en effectuant successivement les filtrages, lissages, et ré-interpolations et même parfois des modifications manuelles, afin d'obtenir non pas une droite (trop éloigné de la réalité) mais une courbe donnant les tendances de la navigation réelle (Illustration 12).

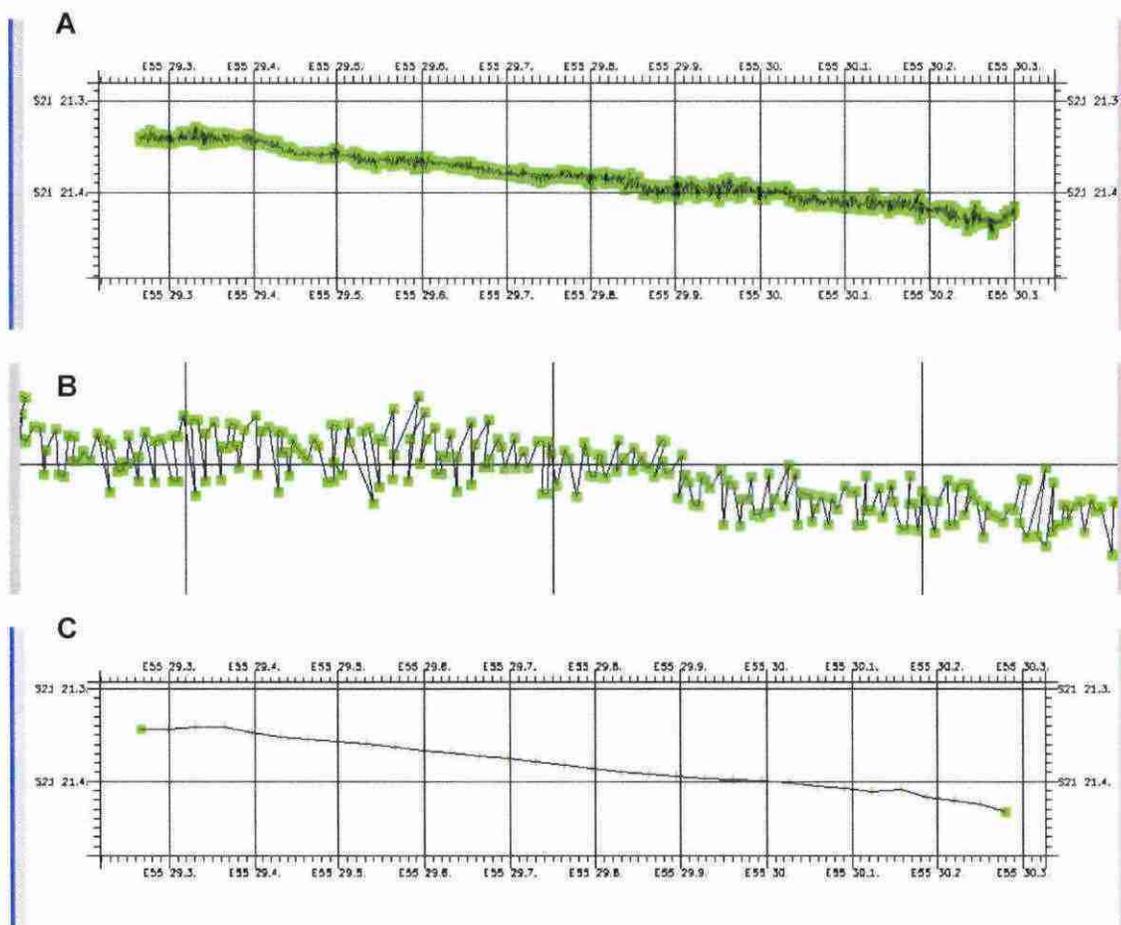


Illustration 12 – Exemple de données de navigation d'assez bonne qualité (A), de leur dispersion (zoom - B), et de la navigation traitée et lissée par le logiciel Caraïbes (C)

• Traitement de l'imagerie

Le traitement de l'imagerie est constitué de plusieurs étapes permettant de corriger des paramètres spécifiques de l'imagerie au sonar latéral tels que les corrections d'obliquité, de halo, de gain, la détection de hauteur ou encore les contrastes.

Une fois ces deux traitements effectués, l'imagerie est « plaquée » sur la navigation, à l'échelle et à la résolution voulue et un dernier rehaussement des contrastes est effectué. Nous avons décidé de choisir une forte résolution afin de conserver le maximum d'information sur chaque profil. Nous avons donc réussi à obtenir des profils dont chaque pixel fait 50 cm de côté. Cependant cette forte résolution génère des fichiers très lourds, difficilement gérable par le logiciel Caraïbes, ce qui nous a obligé à partitionner les profils en plusieurs tronçons et donc a compliqué et allongé le temps de travail.

Cependant, malgré les efforts de traitements, des problèmes d'acquisition résulte une dégradation des mosaïques (segmentation, hachurage ; sud du plateau nord ouest) voir même pour quelques uns l'impossibilité d'obtenir une image corrigée géoréférencée.

A partir des 560 fichiers d'entrée, et après regroupement de certaines sections de profils, 168 fichiers mosaïques ont été obtenus, couvrant l'ensemble du plateau continental de la Réunion.

Malgré les difficultés liées à la qualité de certaines données et aussi au volume très important des données numériques (130 giga-octets de données traitées et 50 giga-octets d'images mosaïquées), et malgré l'impossibilité de traiter complètement certains fichiers, le temps passé au traitement sous Caraïbes s'est avéré être très largement justifié au vu des images résultantes. La qualité et la résolution de ces images a permis d'effectuer une interprétation plus approfondie et précise, avec une meilleure corrélation avec les données de vidéo-sous-marine et de prélèvements, ce qui n'aurait pas été possible avec les images obtenues avec le logiciel Delph Map (Illustration 13).

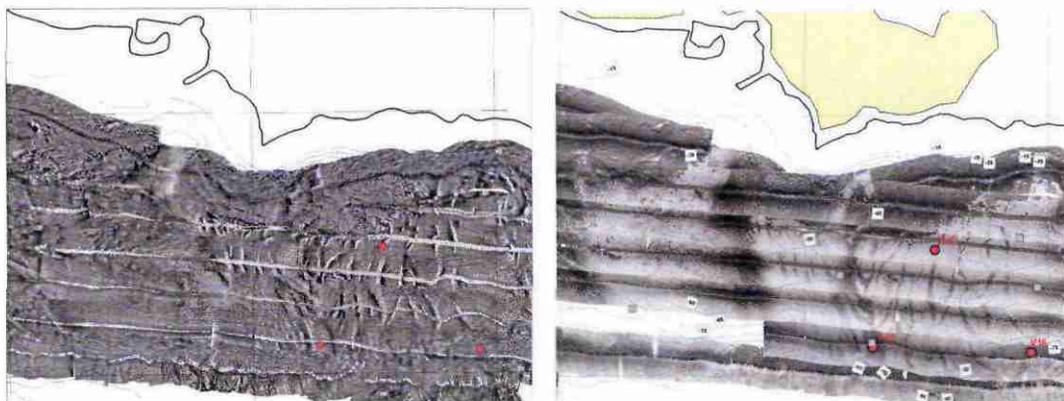


Illustration 13 – Comparaison des mosaïques acoustiques traitées sous Isi Sonar et Delph Map et avec le logiciel Caraïbes d'Ifremer

• Interprétation sous SIG :

Les images extraites de Caraïbes ont été exportées sous ArcGIS, puis géoréférencées. Les différentes informations (bathymétrie, prélèvements par bennes, vidéos) ont pu ensuite être superposées aux images de réflectivité des fonds pour l'interprétation cartographique (cf. 4.1).

3.2.2. Prélèvements de sédiments

Les prélèvements de sédiments meubles à la benne ont fait l'objet de prises de vue et de descriptions visuelles sommaires à bord puis d'analyses granulométriques et calcimétriques confiées aux soins de l'ARVAM.

Les résultats d'analyses sous forme d'histogrammes et les observations des prélèvements ont permis de classer les principaux types de sédiments rencontrés sur la plate-forme (cf. 3.3.2).

3.2.3. Vidéo sous-marine

Les films de vidéo sous-marine ont été enregistrés en haute définition à l'aide d'un système spécifique (Sony) et nécessitent dans leur format original un logiciel spécifique. Elles ont été converties en haute définition dans un format mpeg2 visible par les logiciels standards. Au total les 50 stations représentent près 45 giga octets de données.

La navigation du navire a été enregistrée lors des plongées vidéo. La route approchée du système vidéo (à l'imprécision de la dérive le long du câble) peut donc être suivie et reportée sur l'imagerie acoustique lors de l'examen des films et de l'analyse des faciès observés. Toutefois, ni les heures ni le cap n'ont été enregistrées sur les films vidéo, la durée étant la seule information disponible (en min/sec après le début de la mise en route du système à chaque plongée). De ce fait, une corrélation détaillée entre vidéo et imagerie acoustique s'est avérée délicate.

3.3. CARACTERISATION DES FACIÈS DE NATURE DE FONDS

La définition des faciès de nature de fonds est basée sur les divers types de données disponibles : imagerie acoustique, vidéo sous-marine et prélèvements de sédiments. Il est important de souligner à la fois la complémentarité des trois types de données par leur résolution et champ d'investigation et la nécessité de combiner ces observations pour caractériser les différents types de nature de fonds.

En effet par sa couverture surfacique, le sonar latéral permet une cartographie continue du fonds marin jusqu'à une résolution de 50 cm dans le cadre des levés réalisés. La vidéo sous-marine permet selon les conditions (profondeur, turbidité, éclairage...) d'avoir une observation intermédiaire –mais indirecte- couvrant une superficie de la dizaine de mètres (rarement plus) à quelques mètres et décimètres et jusqu'au centimètre lorsque le système est posé sur le fond. Enfin la benne à sédiment permet une observation directe des sédiments à l'échelle décimétrique à centimétrique mais d'un ensemble non en place car remaniés lors du prélèvement et de la remontée.

A titre d'exemple le faciès mixte remonté à de nombreuses reprises correspond quasiment toujours à un sable biodétritique surmontant un sable basaltique mélangés.

Il est également important de souligner que l'absence de données de bathymétrie détaillée et de sondeur à sédiments limite et rend délicate l'interprétation des faciès acoustiques.

3.3.1. Fonds rocheux

La caractérisation et la cartographie des fonds rocheux dépend essentiellement de l'imagerie acoustique puisque très peu de plongées de vidéo sous-marine ont été implantées à proximité de fonds durs et bien sûr aucun prélèvement à la benne (même si certains essais de prélèvements n'ont remonté que des fragments – débris plus ou moins roulés - de récifs coralliens).

Au vu de la distribution des faciès fortement réfléchissants et à structure particulière pouvant représenter des fonds indurés, quatre types de fonds rocheux ont été distingués (Illustration 14) :

- roches affleurantes : caractérisée par un faciès acoustique fortement réfléchissant et d'aspect rugueux
- roches sub-affleurantes : fonds composites où le substratum rocheux est recouvert localement de sédiments : secteurs plus ou moins larges de fonds durs assez proches
- roches éparses : fonds composites avec affleurements de fonds durs réduits (pointements rocheux) et assez denses sur le secteur cartographié
- roches isolées : pointements (extension réduite à très réduite) et isolés

Les structures observées au sonar latéral dans les zones rocheuses sont peu nombreuses. Cela tient en premier lieu à la nature présumée du substratum rocheux constitué de récif corallien assez massif.

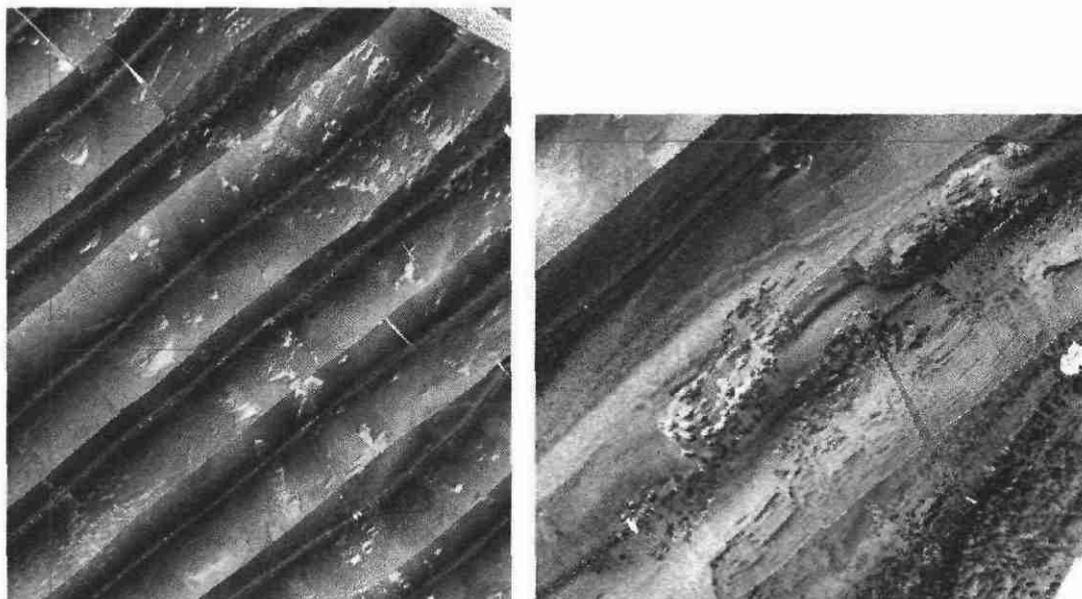
Dans la zone nord, le plateau est relativement large et plat et le substratum affleure largement. Les structures détectées sont essentiellement des couloirs sableux (fissures, fractures et petits escarpements).

Sur le plateau NW, le plus étendu et très plat, le substratum rocheux n'affleure que sur les bords.

Les faciès rocheux observés sur les autres secteurs apparaissent plus massifs, sur des zones plus pentées ou bien sont trop peu étendus sur l'imagerie sonar et les structures rocheuses y sont donc peu visibles.



A - Roche affleurante (récif corallien) et roches éparses (secteur Saint-Pierre)



B - Roches sub-affleurante (bord plateau NW) et récif corallien affleurant et sub-affleurant (sud plateau)

Illustration 14 – Exemples de faciès acoustiques de zones de roches

3.3.2. Faciès sédimentaires

La discrimination des faciès sédimentaires basées sur les réponses acoustiques a fait, et continue de faire l'objet de très nombreuses études et développements instrumentaux (ex. Garlan, 2004). Elle dépend à la fois des principes et caractéristiques des systèmes de reconnaissance (fréquence, incidence, portée, résolution) mais aussi des réglages (gain...) utilisés lors des levés et bien entendu des réponses des fonds qui peuvent être variables selon les particularités des environnements sédimentaires d'une région à une autre. La composition du sédiment et ses différents paramètres (granulométrie, texture, porosité...) et la rugosité du fond (microtopographie...) influent dans des proportions très variables sur le faciès acoustiques.

Huit faciès sédimentaires ont été différenciés en se basant principalement sur l'analyse des prélèvements par bennes (photographies, analyses granulométriques et calcimétriques) (Illustration 15) et sur la répartition de ces faciès par rapport aux faciès acoustiques des fonds également calibrés par les observations vidéo.

Sable biodétritique: constitué de petits débris de corail et de coquilles, sa granulométrie moyenne est comprise entre 1 et 2 mm mais peut parfois atteindre le centimètre (B80). Il est généralement de couleur jaune-ocre et se rencontre essentiellement dans et autour des récifs coralliens et sur l'ensemble du plateau NW. Il

assez souvent observé sous forme de « langues » ou « couloirs » sableux s'étalant sur les formations sous jacentes. Ces sédiments correspondent à une réflectivité variable (passant du clair au sombre) selon la rugosité du fond (plat ou à rides, mégarides, ...).

Sable volcanique : constitué de fines à très fines particules d'origine uniquement volcanique, sa granulométrie moyenne varie entre 125 et 250 μm . Sa couleur varie du gris moyen au noir intense (ex B21). La réflectivité de ce sable est généralement moyenne, mais peut également varier selon la configuration du fond.

Sable volcanique à fraction biodétritique : c'est un sable constitué principalement d'éléments volcaniques et présentant une fraction biodétritique mineure mais non négligeable (de 10 à 20%). Sa granulométrie présente deux fractions distinctes : l'une prédominante comprises entre 125 et 500 μm correspondant au sable volcanique et l'autre moins importante, comparable à celle d'un sable biodétritique, et supérieure à 500 μm (ex B17). Il ne montre pas de faciès acoustique caractéristique. Les limites sont souvent diffuses à l'instar de la distribution progressive de ce type de sédiment sur le domaine côtier. La cartographie de ce faciès est donc principalement basée sur la localisation des bennes.

Sable volcanique vaseux : sable constitué principalement d'éléments d'origine volcanique et possédant une fraction plus fine vaseuse. L'histogramme des fractions granulométriques montre une répartition assez homogène de 10 à 250 μm pouvant parfois descendre sous les 10 μm . Ce sable est généralement très sombre du fait de la présence de la vase (ex B124). Comme le sable volcanique à fraction biodétritique, la réflectivité seule ne permet pas de le distinguer d'un sable volcanique simple. Ce sable constitue généralement une transition entre une zone à sable volcanique et une zone de vase.

Sable volcanique vaseux et biodétritique : ce sable de couleur marron très sombre, est constitué principalement de sable d'origine volcanique. Il contient une fraction très fine vaseuse et une fraction grossière biodétritique (ex B118b). L'étude granulométrique révèle deux modes principaux : une fraction principale entre 125 et 500 μm et une deuxième plus faible composée d'élément inférieur à 63 μm . Il contient aussi un pourcentage non négligeable de fraction biodétritique (10%). Aucune réflectivité spécifique n'est attribuable à ce type de sédiment, qui manque également une zone de transition sédimentaire.

Sable mixte : c'est un sable brun constitué à parts équivalentes d'éléments d'origine volcanique et biodétritique. Sa granulométrie moyenne se situe entre 250 μm et 1mm. (ex B42). La réflectivité d'un tel sable est moyenne. Il ne correspond pas réellement à un sable bien mélangé, ce qui serait impossible dans de telles conditions hydrodynamiques, mais à un agencement particulier de sables volcanique et biodétritique. En effet, très fréquemment, le sable biodétritique est concentré dans les creux des rides du sable volcanique sous-jacent par l'action des courants. C'est pourquoi lors du prélèvement à la benne, les deux types de sédiments peuvent se retrouver mélangés en proportions équivalentes.

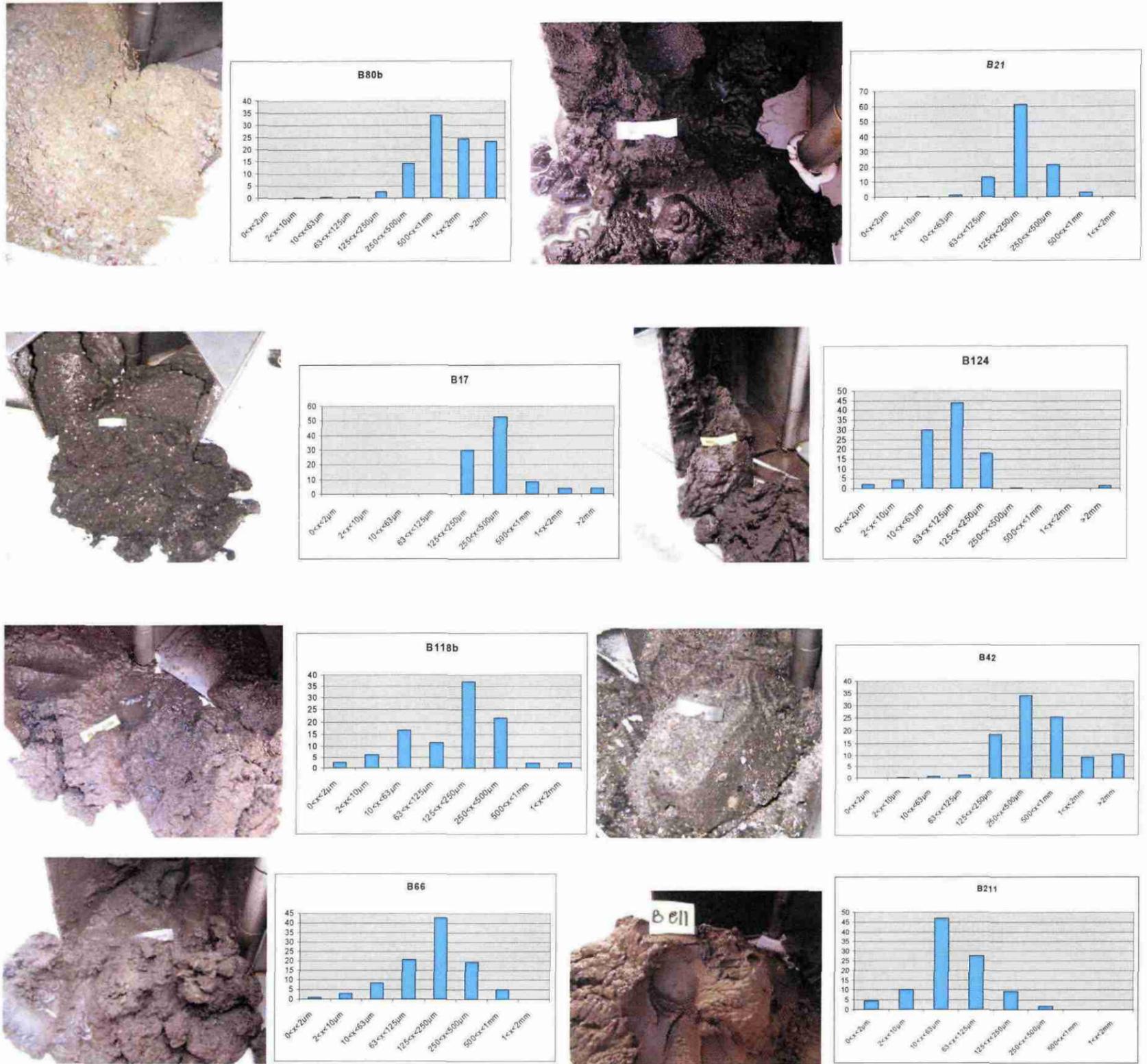


Illustration 15 – Faciès sédimentaires distingués d'après les prélèvements à la benne et les analyses granulométriques

Sable mixte vaseux : il s'agit d'un sable mixte possédant une fraction très fine non négligeable (15%, ex B66). Il se localise par « taches » dans des zones à sables mixte dominant, la vase s'accumulant dans ces zones en fonction des apports et des conditions hydrodynamiques locales.

Vase : ce terme « vase » regroupe ici différents faciès de sédiments très fins bruns à noirs. Il s'agit le plus souvent d'un sédiment d'une granulométrie moyenne de 10 à 63 μm (ex B211). Des éléments plus grossiers isolés peuvent aussi être observés dans ces sédiments. La vase a aussi été observée en fine couche plus homogène sur des sédiments plus grossiers. Ces sédiments sont observés le plus souvent aux embouchures des principaux cours d'eau côtiers de l'île, comme au niveau de la Rivière Saint Louis ou sur la façade Est.

3.3.3. Formes sédimentaires

La variété des formes sédimentaires observées par l'imagerie acoustique et la vidéo sous-marine représentent un résultat important de cette première reconnaissance du domaine marin côtier de La Réunion.

Les formes sédimentaires sous-marines sont classiquement subdivisées en formes transversales et longitudinales (par rapport aux courants de fond qui les créent). La diversité des formes transversales observées traduit la variabilité et l'importance des actions hydrodynamiques sur les fonds marins. Il est à noter que l'analyse des formes sédimentaires est limitée par l'absence de bathymétrie à haute résolution.

Les rides : sont de petites accumulations sédimentaires de quelques centimètres d'amplitude. Elles sont largement présentes sur les différents domaines et la majorité des types de sédiments, comme cela a pu être vérifié sur les vidéos. La forme des rides déterminées par les conditions locales de courant et leurs variations dans le temps sont très diverses : symétriques, en croissant, entrecroisées, discontinues ou très linéaires et organisées en champs larges Leur extension longitudinale n'est jamais très importante et dépasse rarement le mètre. Leur longueur d'onde faible ($\lambda = 10$ à 20 cm) ne permet pas de les détecter par l'imagerie acoustique lorsque leur répartition est limitée. Leur extension est donc assez difficile à cartographier sur la base des informations relativement ponctuelles et isolées des levés vidéo.

Mégarides (petites dunes) : ces accumulations sédimentaires de taille plus importante mais de hauteur modeste (amplitude de quelques dizaines de centimètres) et de longueur d'onde métrique à plurimétrique. Leurs crêtes sont la plupart du temps assez rectilignes mais dans les zones de courants plus intenses, elles peuvent être plus irrégulières. Ces mégarides, ou petites dunes, sont largement réparties sur le domaine côtier de l'île. Elles se retrouvent sur des sables volcaniques divers, de sables mixtes ou même de sables biodétritiques comme sur le plateau Nord-Ouest. Lorsqu'elles sont très régulières elles sont très bien repérées sur l'imagerie sonar comme sur le plateau Nord.

Dunes moyennes : (Illustration 16) ce sont des accumulations sédimentaires de taille plus importante, leur amplitude atteint 50cm et leur longueur d'onde 5 à 10 mètres. Elles se retrouvent principalement dans les zones de sable mixte ou biodétritique, au niveau des grands plateaux de l'île. Leur crête peut parfois atteindre plus d'un kilomètre.

Grandes dunes : (Illustration 16) ces formes sédimentaires les plus importantes atteignent des longueurs d'onde supérieures de plusieurs dizaines de mètres à 50m ($\lambda > 50m$), et leur extension latérale peut dépasser 500m. Leur amplitude dépasse le mètre. Leurs versants semblent symétriques et parallèles d'une dune à l'autre. Elles sont généralement constituées de sable mixte ou biodétritique. Elles ont été observées uniquement sur la façade ouest dans les secteurs où le plateau est assez développé, notamment au sud du plateau nord ouest.

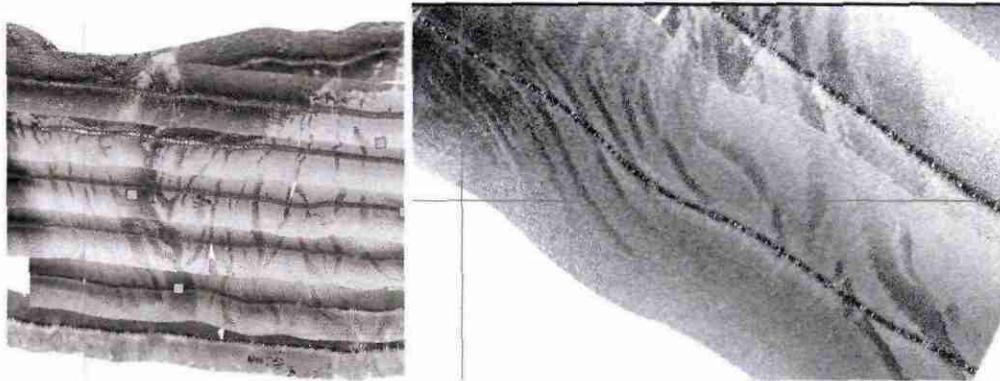
Ces formes sédimentaires peuvent parfois se surimposer, principalement les rides, mégarides et les dunes moyennes

Placages sableux : (Illustration 16) ce sont de très petites accumulations sédimentaires irrégulières, s'intercalant souvent entre des zones rocheuses. Ils sont vraisemblablement constitués de sable biodétritique au vu de leur proximité avec les récifs coralliens. Ils n'ont été localisés que dans le nord de l'île.

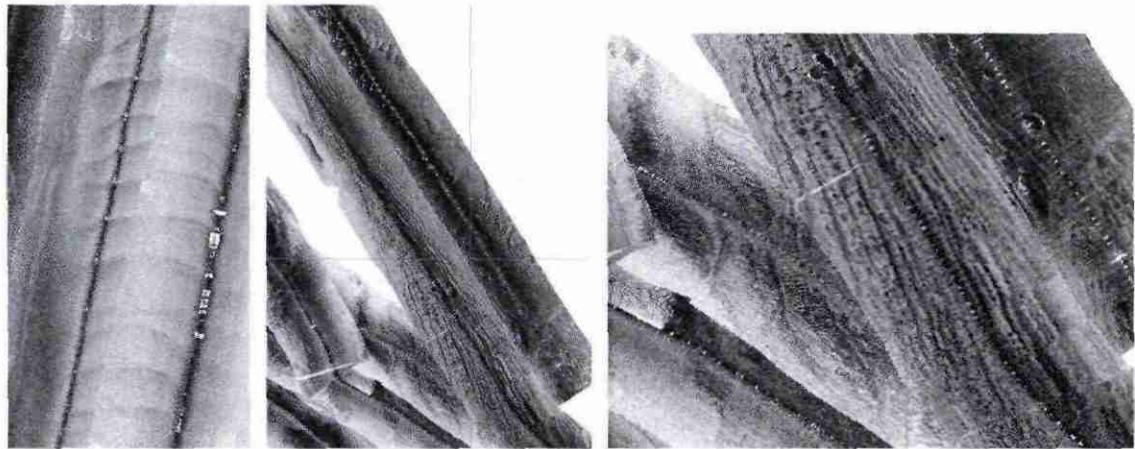
3.3.4. Incisions - zones de transit

Une des particularités du domaine côtier de la Réunion est son étroitesse et sa position entre un domaine émergé et submergé à fortes pentes. La présence de zones de transit est donc inéluctable. Peu visibles dans la topographie simplifiée établie à partir des données numériques du SHOM, ces zones se matérialisent par des faciès fortement réfléchissants (Illustration 16) et perturbés par des structures transverses régulièrement espacées interprétées comme des ondulations (dunes) sédimentaires. Les zones de transit les plus remarquables sont observées dans les secteurs les plus escarpés au NW et au SE et dans le prolongement des grandes rivières. Localement ces incisions de la pente sont prolongées en amont dans le domaine côtier par des chenaux peu marqués.

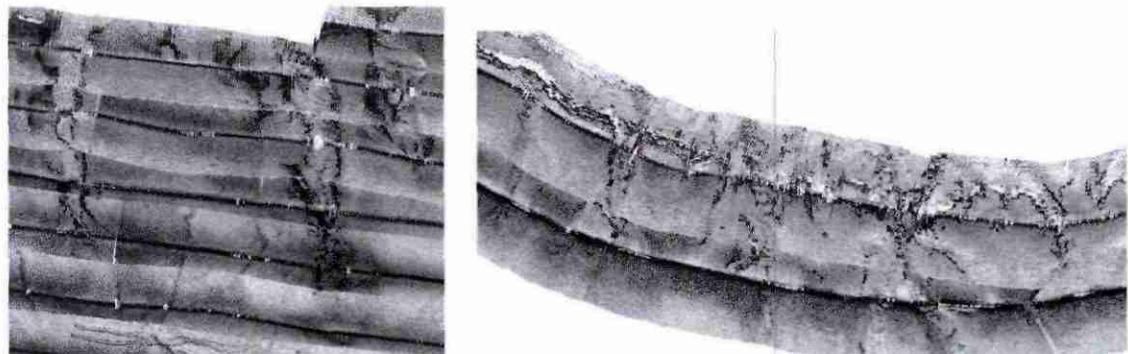
Dans ces secteurs de forte pente, l'absence de bathymétrie à très haute résolution (de type bathymétrie multifaisceaux) fait défaut et s'avère indispensable pour préciser la nature et la structure de ces zones complexes.



Placages sableux (sable biodétritique) sur sable volcanique ou mixte



Grandes dunes et dunes moyennes : vue générale et vue détaillée (secteur W)



Incisions – zones de transits

Illustration 16- Exemples de faciès et de formes sédimentaires

4. Cartographie morphosédimentologique

4.1. PRESENTATION DE LA CARTOGRAPHIE

Sur la base de l'identification des faciès et des formes sédimentaires décrites ci-dessus et de la cartes d'imagerie acoustique, la cartographie a été établie sur des minutes au 1/10 000. La numérisation des contours a ensuite été réalisée sous SIG

La représentation des formes sédimentaires des rides, mégarides, et dunes moyennes a été simplifiée sous la forme de zones du fait de leur tailles trop réduites pour une représentation au 1/25 000. Sur les cartes, la direction des traits du figuré indique la direction moyenne des mégarides et des dunes moyennes dans chaque zone.

Les différentes cartes de nature de fonds d'une part et d'imagerie ont été établies en image à l'échelle du 1/25 000. Elles ont présentées dans ce rapport en hors texte (Annexe 3).

Les divers fichiers numériques ayant trait à la cartographie de la nature des fonds (contours, prélèvements, vidéo, isobathes, toponymie...) bennes sont disponibles sous format Mapinfo.

4.2. DISTRIBUTION DES FACIES ET FORMES SEDIMENTAIRES DANS LES DIFFERENTS SECTEURS (ANNEXE 3 H.T.)

4.2.1. Façade sud-ouest

Saint-Pierre

Autour de Saint-Pierre le domaine côtier est caractérisé par la présence de zones rocheuses parfois continues notamment au SW de Saint-Pierre. De part et d'autre, le récif affleurant dans les petits fonds est recouvert de « sable mixte » vers le large. Les observations par vidéo montrent bien qu'il s'agit de sable volcanique à nombreuses rides de sables partiellement recouvert et sur lequel s'est déposé un sable biodétritique qui peut être limité au creux des rides (Annexe 1 - V17). Les bandes de sables observées sur les zones de récif corallien affleurant ou en bordure de celui-ci, près de la côte, sont constituée de sables biodétritiques plus épais. A l'Est de Saint-Pierre, l'imagerie acoustique met bien en évidence les traînées sableuses résultant vraisemblablement de l'action de tempêtes sur le sable biodétritique.

Saint-Louis – rivière Saint-Etienne

Dans ce secteur le domaine côtier plus étroit et caractérisé par une pente quasi-continue. Les zones de récifs côtier sub-affleurant, recouvert de sable mixte vers le

large diminuent progressivement vers le nord et laissent place à une couverture de sable volcanique. Ce sable est recouvert de vase à proximité de l'Etang du Gol. Au droit de ce secteur et de la rivière Saint Etienne, de nombreuses zones de transit sédimentaires sont bien mises en évidence par l'imagerie acoustique qui révèle la présence d'ondulations ou dunes transverses. Une topographie de détail serait nécessaire pour préciser la complexité des fonds dans ce secteur.

Les Avirons – l'Etang Salé

Après la Pointe de l'Etang Salé, la zone côtière s'élargit en relation avec la présence de roches sub-affleurantes plus étendues et aussi d'une zone de roche affleurante en bordure de la pente côtière.

Les fonds sableux situés au sud entre ces deux zones de roches sont caractérisés par des formes sédimentaires remarquables représentées par des grandes dunes orientées parallèlement à la côte et au bord du récif corallien. Ces dunes de 10 à 40 mètres de longueur d'onde sont caractérisées par leur linéarité et leur allongement sur près de 2 kilomètres (Annexe 1 – V24).

Vers le Nord, la fraction biodétritique diminue progressivement. La persistance et la densité des formes sédimentaires -mégarides et dunes moyennes- montrent l'importance des actions hydrodynamiques sur cette portion de côte.

Cependant, à l'approche de la Pointe au Sel, la zone côtière se rétrécit et avec l'augmentation de la pente les formes sédimentaires disparaissent.

Secteur de Saint-Leu

Au nord de la Pointe au Sel, le domaine côtier de Saint-Leu montre une relative régularité de la morphologie mais une complexité de la distribution de la nature des fonds. Les zones de roches étroites et allongées en bord de côte ou vers le large sont recouvertes de sable volcanique ou mixte.

Plus au nord, la côte s'oriente au NW et la roche affleurante en bordure du récif côtier s'élargit ; le sable mixte prédomine. Le sable biodétritique recouvre localement entièrement le sable volcanique.

4.2.2. Façade nord-ouest

Secteur sud Saint-Gilles

La terminaison sud du plateau NW au niveau de Saint-Gilles est marquée par l'élargissement de la zone côtière et le développement d'une véritable plate-forme côtière. Une bande de roches sub-affleurante continue longe la côte jusqu'à 1 kilomètre de celle-ci.

Ce secteur est surtout caractérisé par la présence de formes sédimentaires remarquables. Il s'agit de dunes à crêtes très linéaires et allongées sur près de 1500 m selon une direction NNE-SWW et de longueur d'onde 5 à 10 mètres. Très bien organisées et continues sur une largeur d'environ 100 mètres, ces dunes deviennent discontinues vers le large et la partie externe de ce champ présente une organisation plus chaotique. Ces dunes, particulières du fait de la continuité et de la régularité de leur crête sont similaires à celles observées plus au sud au large des Avirons.

Sur les indications fournies à partir des données Cartomar, un levé du SHOM de profils en transit a été réalisé lors d'un passage en 2008 à bord du Beautemps-Beaupré. Les premiers résultats de bathymétrie multifaisceaux révèlent la variété des formes dunaires de directions orthogonales sur la façade nord-ouest de l'île (Illustration 17).

Un peu plus au large des grandes dunes de direction orthogonale (~ E-W) forme un champ très allongé de plus de 4 km et large de 100 à 300 mètres.

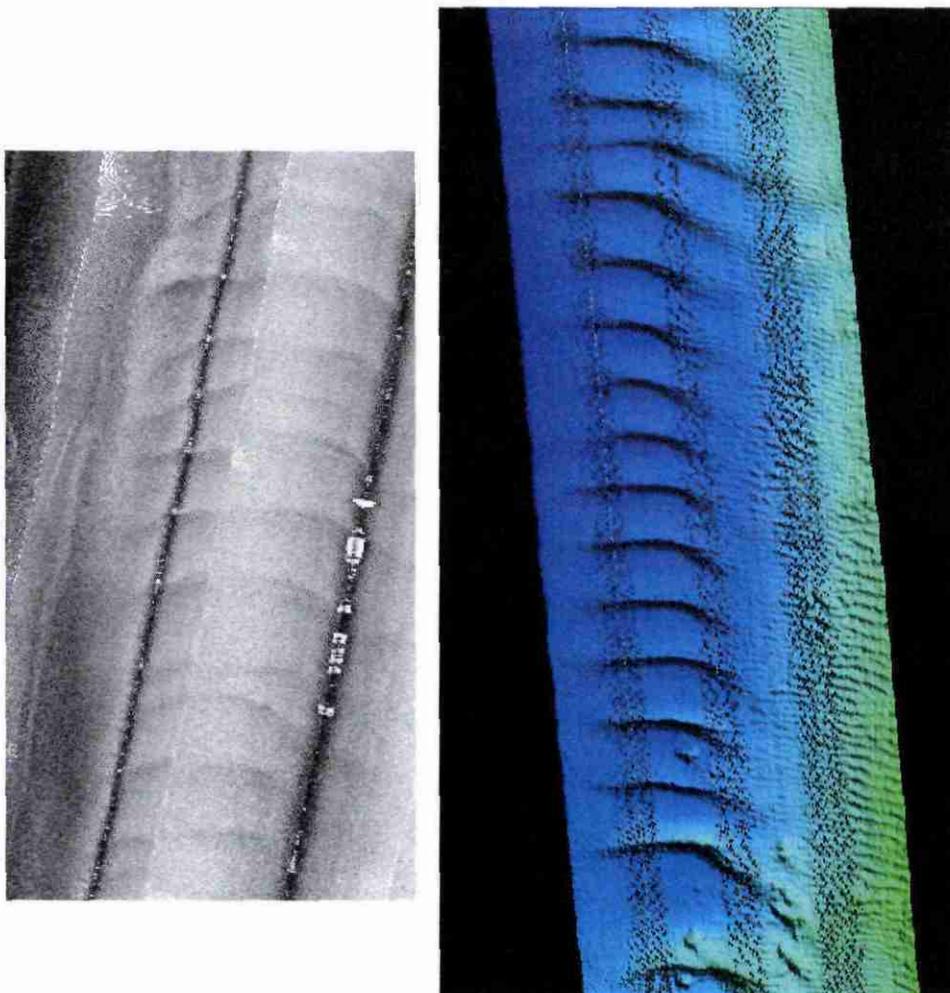


Illustration 17 - Grandes dunes de direction E-W observées au sud de Saint-Gilles au sonar latéral et par bathymétrie multifaisceaux (source SHOM, 2008)

La présence de ces formes sédimentaires spectaculaires d'amplitude et direction variées témoigne de l'importance des actions hydrodynamiques sur ce segment de plate-forme. Ces formes sédimentaires sont constituées de « sable mixte » c'est à dire de sables volcaniques sur lesquels se sont déposés des sables biodétritiques plus ou moins épais observés principalement dans les creux des dunes.

Les sables « mixtes » font place progressivement vers le nord aux sables biodétritiques s.s. .

Plateau nord-ouest

Le plateau NW s.s. est caractérisé par une couverture de sables biodétritiques quasi continue et assez homogène et la présence de mégarides et rides de sables sont observées sur la majeure partie du secteur. Les formes plus importantes, grandes dunes et dunes moyennes, ne sont observées que dans la partie côtière entre les larges zones de roches affleurantes. Les affleurements sont plus discontinus (roches sub-affleurantes) sur le bord nord-est de la plate-forme mais témoignent de la proximité du soubassement rocheux vraisemblablement d'origine corallienne.

Baie de Saint-Paul – Pointe des Galets – Baie de la Possession,

Dans la baie de Saint-Paul, la plate-forme est remplacée par une pente côtière où les fonds sont essentiellement constitués de sable volcanique fin à vaseux vers le large et vers le nord.

Vers le Nord, au fur et à mesure que la pente s'accroît, les zones des transits sédimentaires s'accroissent. Au droit de la Rivière des Galets, l'image acoustique est très chaotique et la vidéo des fonds révèle une couverture quasi continue de galets plus ou moins envasés de taille variable selon les secteurs. Au niveau de la Pointe des Galets et de la Baie de la Possession, l'imagerie acoustique, peu claire sur un secteur penté à morphologie complexe montre la prédominance de fonds à réflectivité assez forte traduit en zone de roche sub-affleurante. La présence d'une couverture de sableuse discontinue est probable. Localement des sables mixtes sont présents comme le révèle le faciès moins réflectif calibré par un prélèvement à la benne.

4.2.3. Façade nord

Plateau Nord

En relation avec sa morphologie régulière, le plateau nord est caractérisé par la présence de zones de roches affleurantes à sub-affleurantes allongées entre 25 et 80 mètres de profondeur sur la partie centrale et externe. En l'absence d'informations précises ou de prélèvements, il est néanmoins possible de préjuger que ces zones de

roches sont constituées d'anciens récifs coralliens ou platiers récifaux sans doute construits sur un promontoire de socle volcanique.

D'après les prélèvements réalisés, la nature des sédiments superficiels apparaît assez bien caractérisée entre les secteurs des sables à dominante volcanique près de la côte devenant plus vaseux vers le large à l'Est et à l'Ouest et des sables mixtes à proximité des zones de récifs qui constituent la source de ces sables.

L'imagerie acoustique révèle des champs de rides très régulières et bien organisées dans les sables mixtes à proximité des zones de roches. En dépit de son extension et de sa morphologie assez régulière, aucune forme sédimentaire de plus grande ampleur (dunes moyennes à grandes) n'a été observée sur ce plateau ce qui indique une intensité moindre des agents hydrodynamiques sur cette façade nord par rapport au secteur W.

Secteur Saint-Denis

Dans la zone côtière au droit de Saint-Denis, la pente continue (absence de replat) se traduit par la présence de zone de transits sédimentaires assez nombreuses vers la pente.

La nature des sédiments est assez homogène : sables fins volcaniques localement plus vaseux. Cette couverture doit être assez réduite car en bordure de la zone côtière le substratum rocheux affleure le long d'une mince bande.

Plateau NNE

Sur le plateau nord-nord-est, la nature des fonds est dans l'ensemble homogène et toujours constituée de sable volcanique plus ou moins vaseux. La présence de trois zones de transits assez larges (100 à 300 m) sont toutefois présentes au droit de Sainte-Marie à l'ouest ainsi que de zones de roches subaffleurantes à affleurantes au centre du plateau vers l'Est. Ici encore l'épaisseur des sédiments doit donc être réduite.

4.2.4. Façade Est

Sur la façade Est, le domaine côtier se rétrécit progressivement vers le sud et apparaît bien segmenté d'après sa morphologie. Elle présente aussi des fonds de nature assez différenciés selon les secteurs.

De Sainte-Suzanne à Saint-André, le secteur assez large est découpé par une large zone de transit. Les fonds sont constitués de sable volcanique mais comportant une proportion de sable biodétritique vers le large.

Le débouché de la Rivière du Mat est caractérisé par l'étroitesse du domaine côtier et l'importance des phénomènes de transit révélés par l'imagerie.

Au sud de la rivière du Mat, les fonds sont constitués de sable volcanique plus vaseux vers le large puis de Sainte-Anne à Sainte-Rose, les fonds de vase prédominent. Une fraction biodétritique a néanmoins été remarquée dans un prélèvement.

La morphologie complexe de ce domaine côtier se traduit dans la cartographie morphosédimentaire par la présence de zones de transit localement nombreuses à proximité des incisions et de zones de roches sub-affleurantes à affleurantes, vers le large ou à proximité de la côte.

Au sud de Sainte-Rose, les zones de roches prédominent. Les sables volcaniques vaseux comportent ici aussi une fraction biodétritique.

5. Conclusions

Le projet Cartomar a permis de réaliser la première reconnaissance d'ensemble du domaine côtier de La Réunion entre -20 et -100 mètres de profondeur et de recueillir un grand volume de données nouvelles dont une image acoustique quasi exhaustive de la zone d'étude et de nombreuses observations de la nature des fonds par prélèvements de sédiments et vidéo sous-marines. Ces données ont impliqué une phase importante de traitement et d'analyse.

Cette première cartographie permet de mettre en évidence les différents types de nature des fonds, de formes sédimentaires et leur distribution bien différenciées en fonction des différentes façades et des secteurs de l'île.

Les sables volcaniques fins constituent les sédiments dominants sur le domaine côtier à l'exception du secteur du plateau NW et de la partie sud-ouest du secteur étudié. En effet les « sables mixtes » fréquemment rencontrés sur la façade ouest sont en réalité constitués de sables volcaniques recouverts d'une couche parfois très réduite et très discontinue de sable biodétritique issue des zones proches de récifs coralliens. La concentration de cette fraction en fonction de la morphologie des fonds et sa mobilité sous l'action des courants a été bien mise en évidence par les observations de vidéo sous-marine. Si les petites rides de sables, de formes variées et, à un degré moindre, les petites dunes (mégarides) sont distribuées assez largement, les dunes moyennes et grandes dunes n'ont été observées que sur quelques secteurs de la façade ouest.

D'après leur distribution, la configuration des zones d'affleurement, la morphologie générale des secteurs concernés et quelques observations de vidéo, les zones récifales observées sont principalement constituées de substratum bioconstruit (édifices coralliens).

Dans les secteurs de forte pente, les zones de transit sédimentaire se distinguent bien en imagerie acoustique par leur faciès complexe et la présence fréquente d'ondulations transverses qui témoignent de la vigueur des processus de transfert.

Une cartographie plus précise de ces zones de transits ainsi qu'une analyse approfondie des formes sédimentaire implique la réalisation de levés détaillés de bathymétrie multifaisceaux pour reconnaître la morphologie de détail.

Cette première cartographie d'ensemble de la nature des fonds devra en outre être complétée et précisée par une reconnaissance des épaisseurs sédimentaires encore indéterminées par les études de surface réalisées.

6. Bibliographie

- BOSC P., 1987. Etude de faisabilité sur l'implantation de récifs artificiels sur la frange littorale Nord-Ouest de l'île de La Réunion. Rapport Région Réunion.
- OEHLER J.-F., LENAT J.-F., LABAZUY P., 2008. Growth and collapse of the Reunion Island volcanoes. *Bull. Volcanol.*, 70, 717-742.
- OEHLER J.-F., LABAZUY P., LENAT J.-F., 2004. Recurrence of major landslides during the last 2 Ma history of Reunion island. *Bull. Volcanol.*, 66, 585-598.
- GARLAN T., 2004. *Apports de la modélisation dans l'étude de la sédimentation marine récente*. Mémoire HDR. Université de Lille, 187 p.
- TROADEC R., 1991. Courantologie et sédimentologie des baies de Saint-Paul et de la Possession à l'île de La Réunion. *Thèse Université d'Aix-Marseille II*. 217 p., *Bibliographie. Annexes*.

Annexe 1

Exemples de faciès et formes sédimentaires extraits de vidéos sous-marines



Mégarides (flanc doux et flanc raide) et rides de directions variées



Sable volcanique et pellicule de sable biodétritique



Sable volcanique à rides et « langue » de sable biodétritique

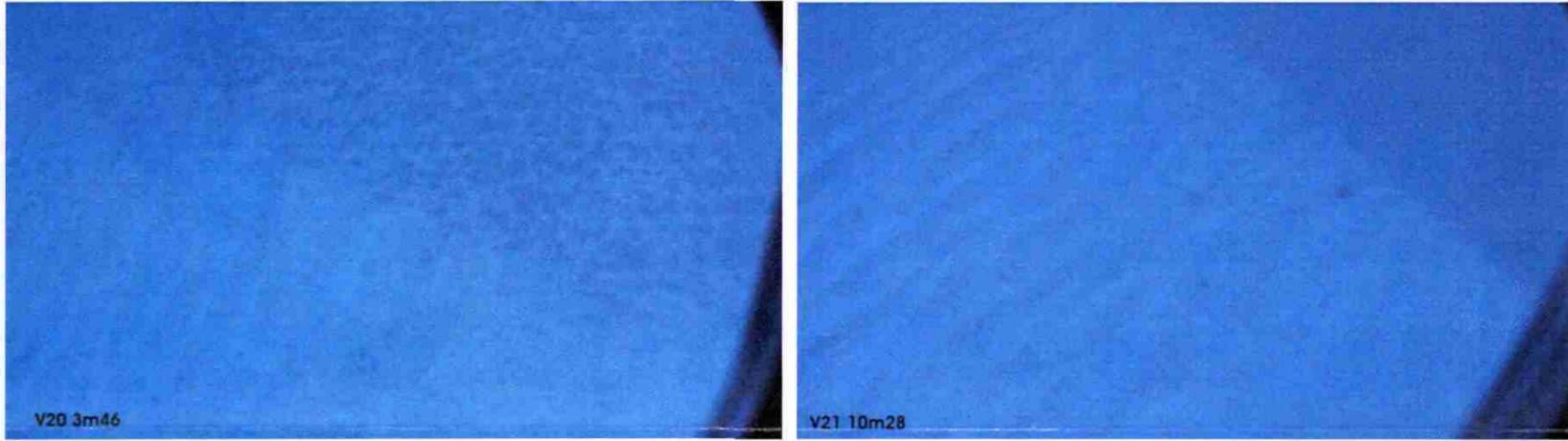


Mégarides de sable volcanique

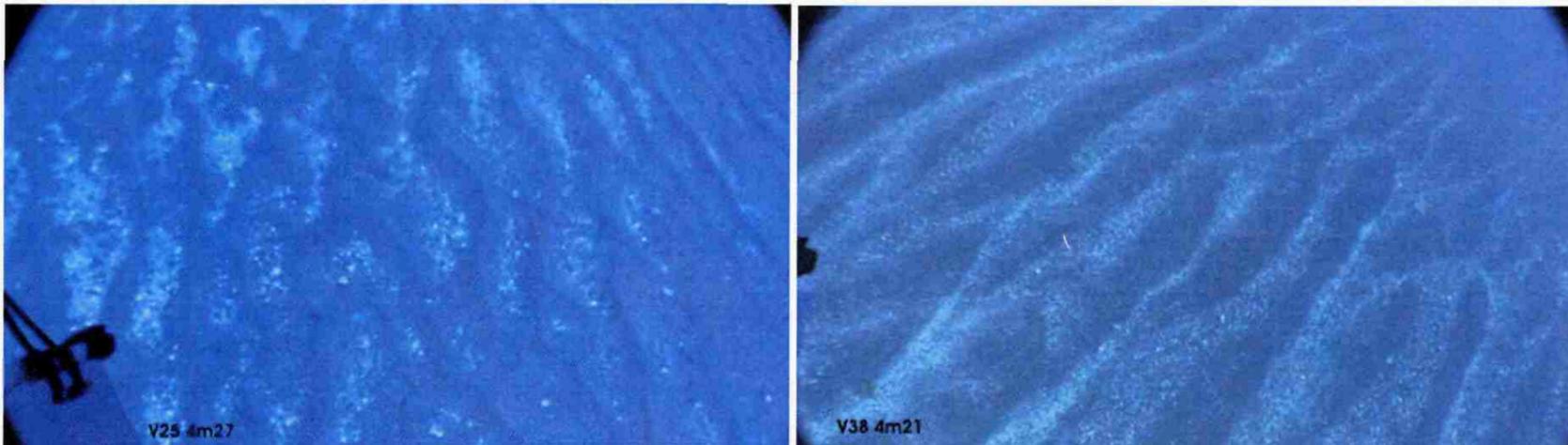


Rides dissymétriques de sable volcanique





« Couloir » de sable biodétritique sur sable volcanique à rides



Rides de sable volcanique avec « vannage » de sable biodétritique dans les creux

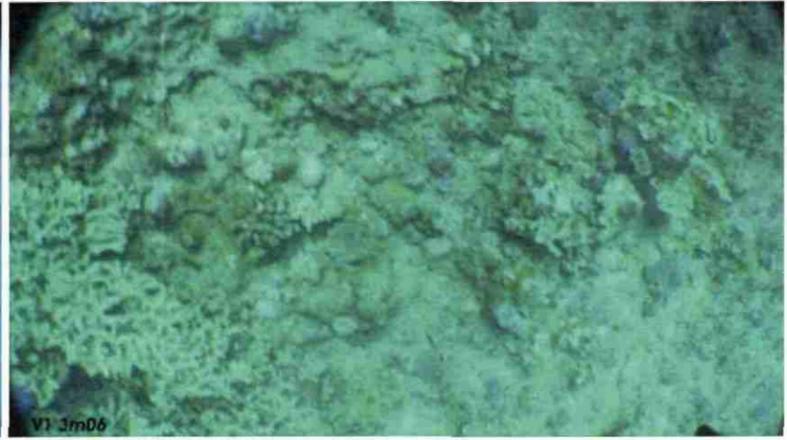


Dune de sable volcanique avec rides et pellicule de sable biodétritique

Annexe 2 Exemples de nature de fonds extraits de vidéos sous-marine



Bordure de récif corallien et sable biodétritique



Récif corallien



Sable biodétritique et débris (« galets ») de récifs coralliens



Sable biodétritique



Sable biodétritique



Sable biodétritique et graviers bioclastiques



Galets de récif corallien (sub-affleurant) et sable biodétritique





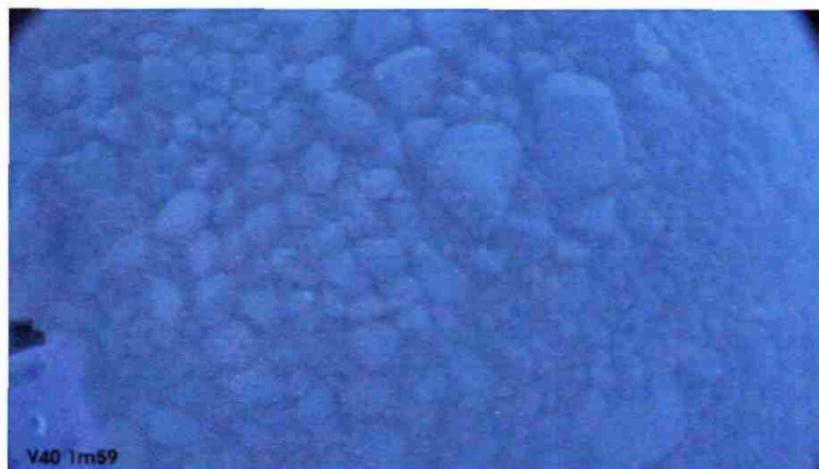
Récif corallien affleurant à sub-affleurant, galets et biodétritique



Sable biodétritiques et rides



Débouche de la Rivière des Galets



Sable volcanique vaseux à débris bioclastiques



Sable volcanique vaseux à petites rides

Annexe 3 - Hors Texte
Cartographie morphosédimentologique
des fonds marins côtiers de La Réunion
5 cartes au 1 : 25 000



**Centre scientifique et technique
Service Géologie**

3, avenue Claude-Guillemain
BP 36009 – 45060 Orléans Cedex 2 – France – Tél. : 02 38 64 34 34



Document public

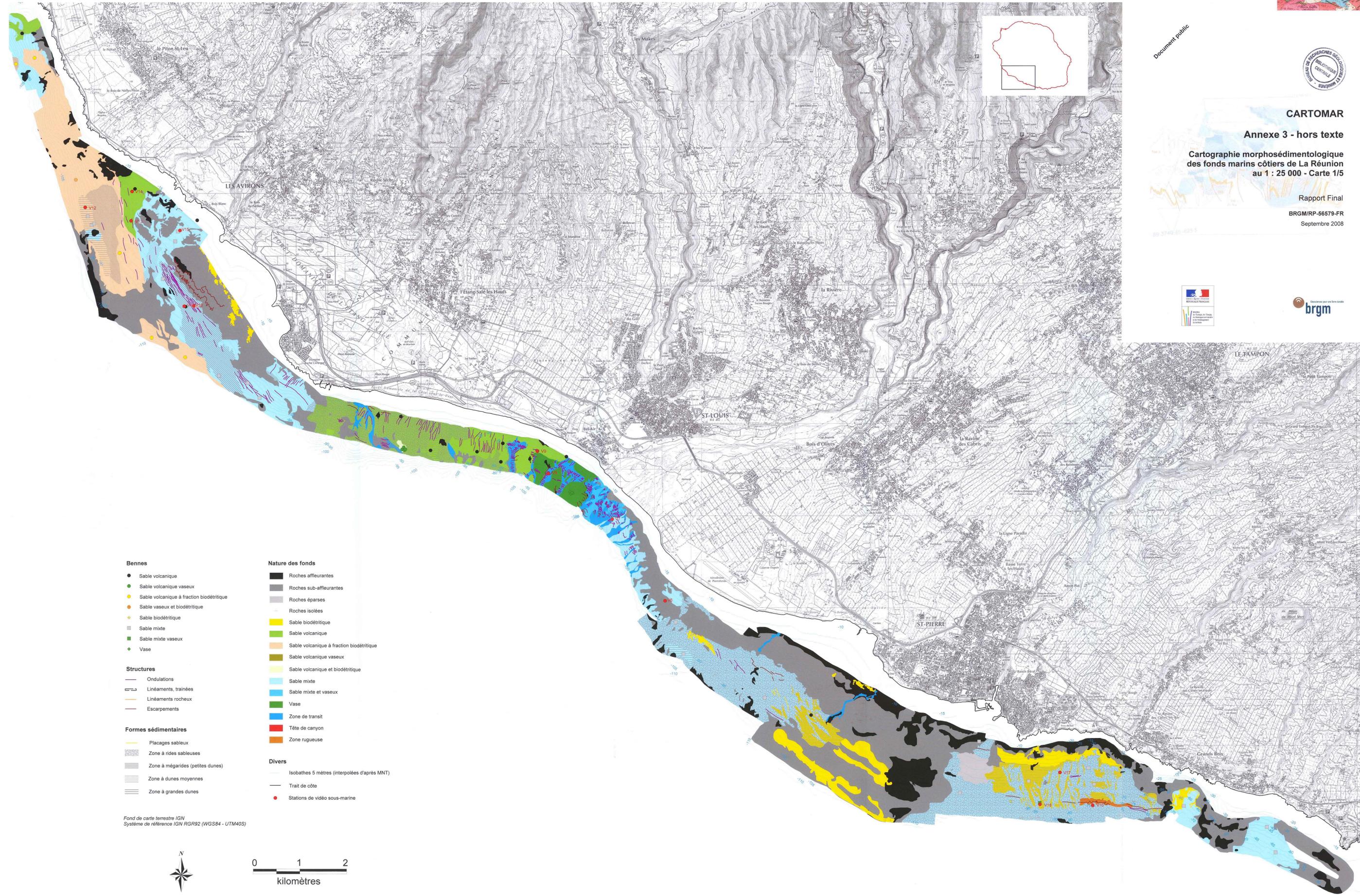


CARTOMAR

Annexe 3 - hors texte

Cartographie morphosédimentologique des fonds marins côtiers de La Réunion au 1 : 25 000 - Carte 1/5

Rapport Final
BRGM/RP-66579-FR
Septembre 2008



Bennes

- Sable volcanique
- Sable volcanique vaseux
- Sable volcanique à fraction biodétritique
- Sable vaseux et biodétritique
- Sable biodétritique
- Sable mixte
- Sable mixte vaseux
- Vase

Structures

- Ondulations
- Linéaments, trainées
- Linéaments rocheux
- Escarpements

Formes sédimentaires

- Placages sableux
- Zone à rides sableuses
- Zone à mégarides (petites dunes)
- Zone à dunes moyennes
- Zone à grandes dunes

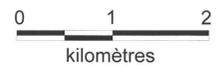
Nature des fonds

- Roches affleurantes
- Roches sub-affleurantes
- Roches éparses
- Roches isolées
- Sable biodétritique
- Sable volcanique
- Sable volcanique à fraction biodétritique
- Sable volcanique vaseux
- Sable volcanique et biodétritique
- Sable mixte
- Sable mixte et vaseux
- Vase
- Zone de transit
- Tête de canyon
- Zone rugueuse

Divers

- Isobathes 5 mètres (interpolées d'après MNT)
- Trait de côte
- Stations de vidéo sous-marine

Fond de carte terrestre IGN
Système de référence IGN RGR92 (WGS84 - UTM40S)





Document public



CARTOMAR

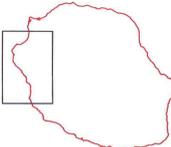
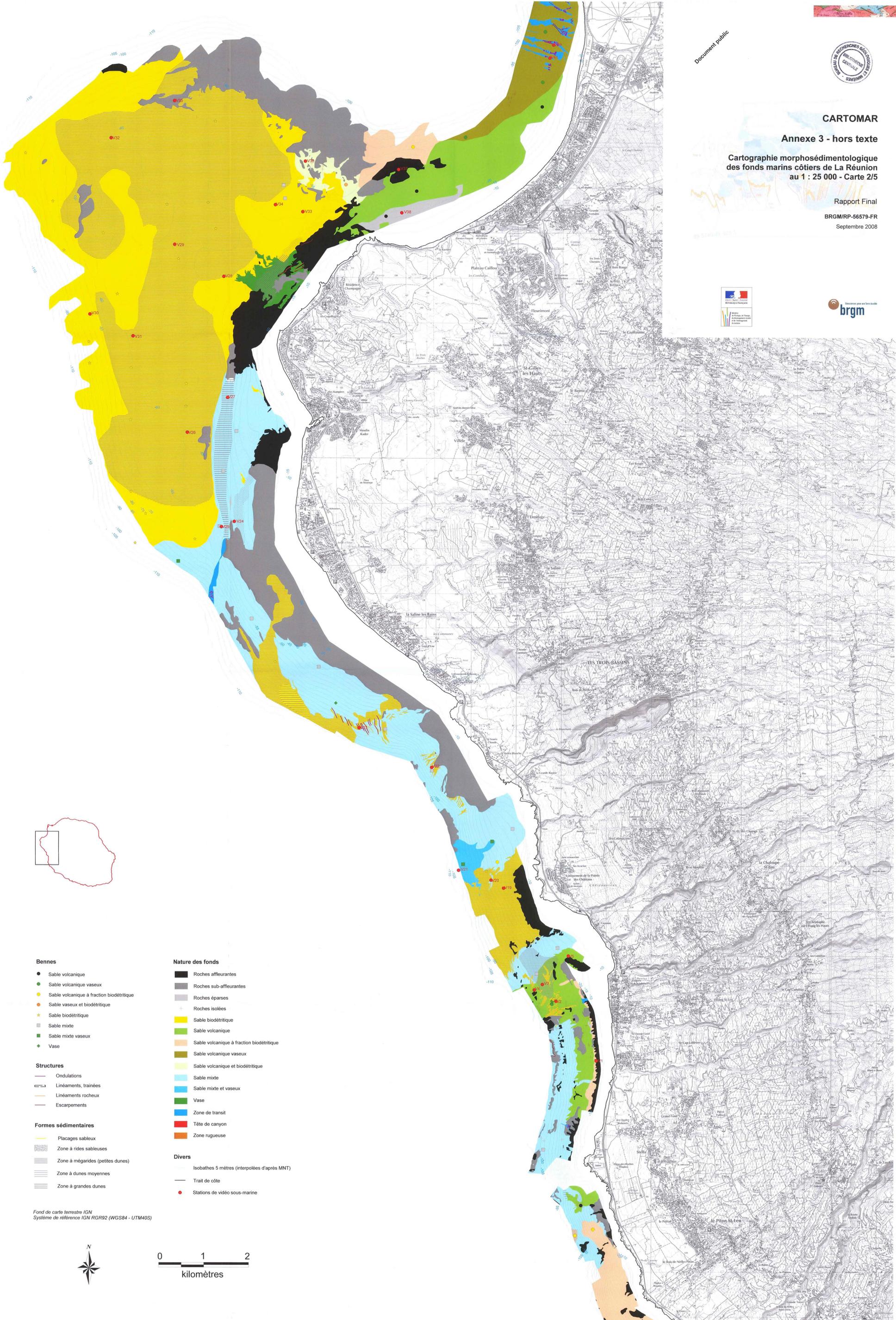
Annexe 3 - hors texte

Cartographie morphosédimentologique
des fonds marins côtiers de La Réunion
au 1 : 25 000 - Carte 2/5



Rapport Final

BRGM/RP-56579-FR
Septembre 2008



Bennes

- Sable volcanique
- Sable volcanique vaseux
- Sable volcanique à fraction biodétritique
- Sable vaseux et biodétritique
- Sable biodétritique
- Sable mixte
- Sable mixte vaseux
- Vase

Structures

- Ondulations
- Linéaments, trainées
- Linéaments rocheux
- Escarpements

Formes sédimentaires

- Placages sableux
- Zone à rides sableuses
- Zone à mégarides (petites dunes)
- Zone à dunes moyennes
- Zone à grandes dunes

Nature des fonds

- Roches affleurantes
- Roches sub-affleurantes
- Roches éparses
- Roches isolées
- Sable biodétritique
- Sable volcanique
- Sable volcanique à fraction biodétritique
- Sable volcanique vaseux
- Sable volcanique et biodétritique
- Sable mixte
- Sable mixte et vaseux
- Vase
- Zone de transit
- Tête de canyon
- Zone rugueuse

Divers

- Isobathes 5 mètres (interpolées d'après MNT)
- Trait de côte
- Stations de vidéo sous-marine

Fond de carte terrestre IGN
Système de référence IGN RGR92 (WGS84 - UTM40S)





CARTOMAR

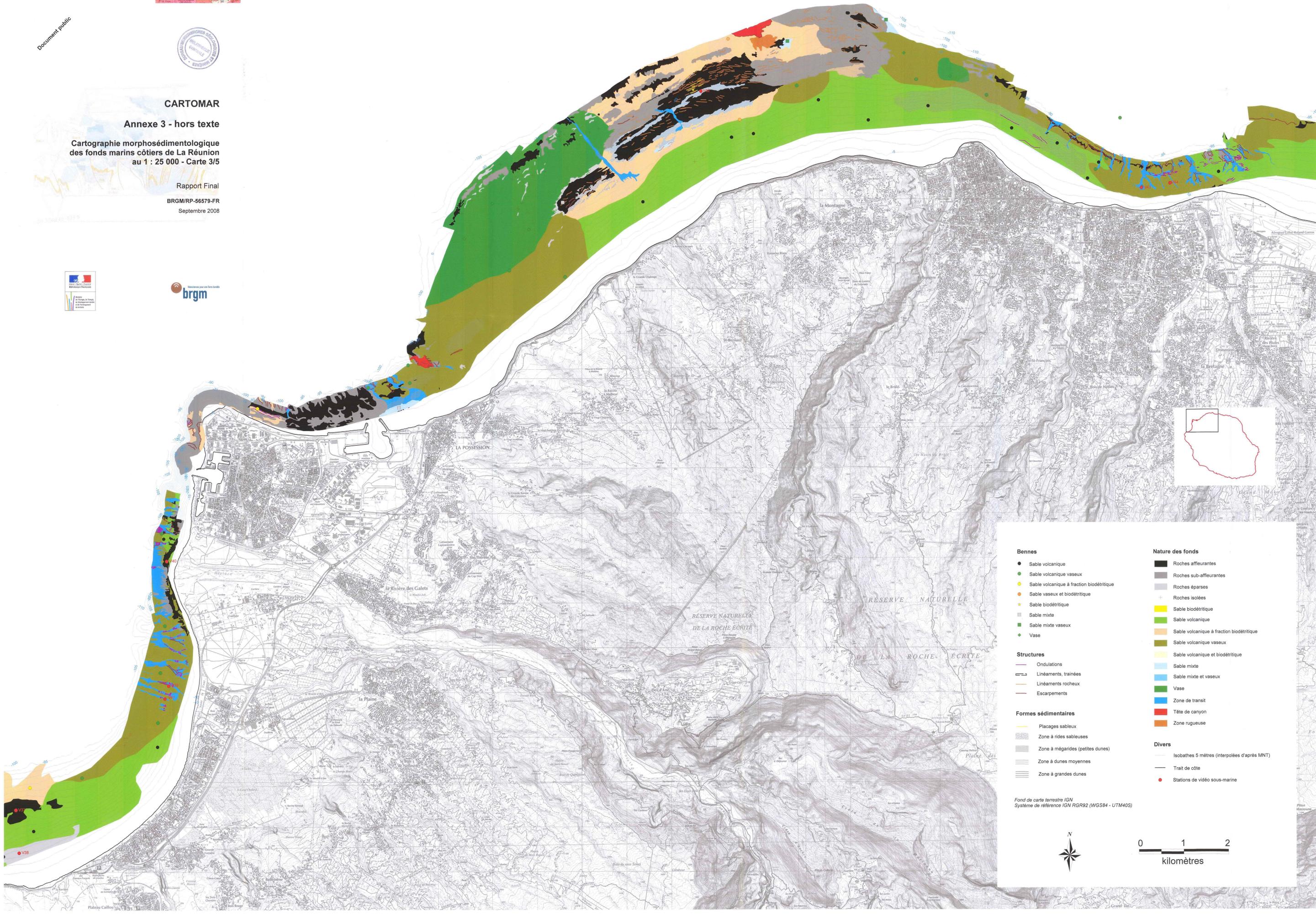
Annexe 3 - hors texte

Cartographie morphosédimentologique
des fonds marins côtiers de La Réunion
au 1 : 25 000 - Carte 3/5

Rapport Final

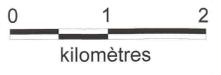
BRGM/RP-56579-FR

Septembre 2008



- | | |
|---|--|
| Bennes | Nature des fonds |
| ● Sable volcanique | ■ Roches affleurantes |
| ● Sable volcanique vaseux | ■ Roches sub-affleurantes |
| ● Sable volcanique à fraction biodétritique | ■ Roches éparées |
| ● Sable vaseux et biodétritique | ■ Roches isolées |
| ● Sable biodétritique | ■ Sable biodétritique |
| ■ Sable mixte | ■ Sable volcanique |
| ■ Sable mixte vaseux | ■ Sable volcanique à fraction biodétritique |
| ◆ Vase | ■ Sable volcanique vaseux |
| Structures | ■ Sable volcanique et biodétritique |
| — Ondulations | ■ Sable mixte |
| — Linéaments, traînées | ■ Sable mixte et vaseux |
| — Linéaments rocheux | ■ Vase |
| — Escarpements | ■ Zone de transit |
| Formes sédimentaires | ■ Tête de canyon |
| ■ Placages sableux | ■ Zone rugueuse |
| ■ Zone à rides sableuses | |
| ■ Zone à mégarides (petites dunes) | Divers |
| ■ Zone à dunes moyennes | — Isobathes 5 mètres (interpolées d'après MNT) |
| ■ Zone à grandes dunes | — Trait de côte |
| | ● Stations de vidéo sous-marine |

Fond de carte terrestre IGN
Système de référence IGN RGR92 (WGS84 - UTM40S)





Document public



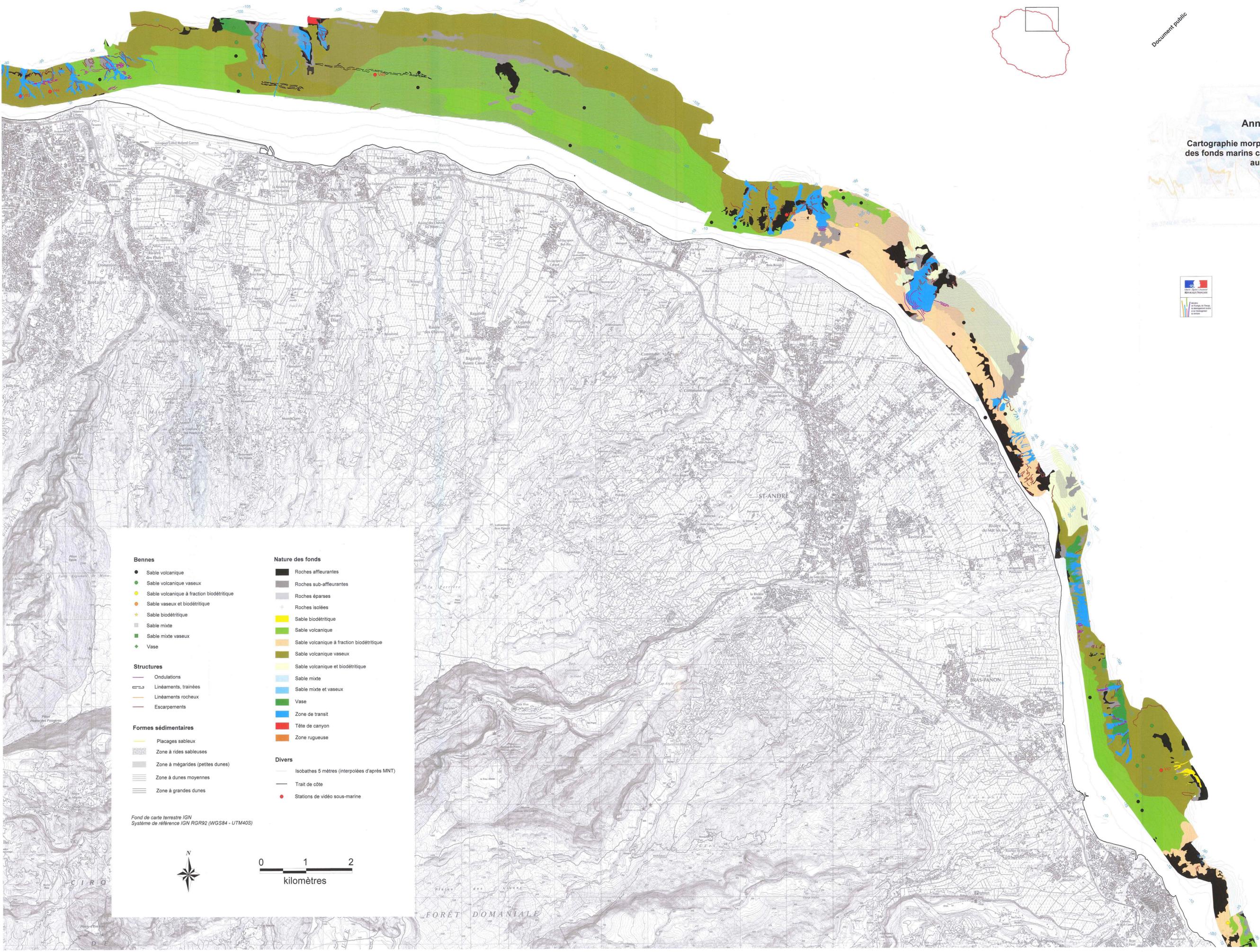
CARTOMAR

Annexe 3 - hors texte

Cartographie morphosédimentologique
des fonds marins côtiers de La Réunion
au 1 : 25 000 - Carte 4/5

Rapport Final

BRGM/RP-56579-FR
Septembre 2008



Bennes

- Sable volcanique
- Sable volcanique vaseux
- Sable volcanique à fraction biodétritique
- Sable vaseux et biodétritique
- Sable biodétritique
- Sable mixte
- Sable mixte vaseux
- Vase

Structures

- Ondulations
- Linéaments, trainées
- Linéaments rocheux
- Escarpements

Formes sédimentaires

- Placages sableux
- Zone à rides sableuses
- Zone à mégardes (petites dunes)
- Zone à dunes moyennes
- Zone à grandes dunes

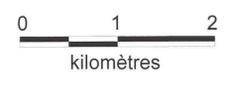
Nature des fonds

- Roches affleurantes
- Roches sub-affleurantes
- Roches éparses
- Roches isolées
- Sable biodétritique
- Sable volcanique
- Sable volcanique à fraction biodétritique
- Sable volcanique vaseux
- Sable volcanique et biodétritique
- Sable mixte
- Sable mixte et vaseux
- Vase
- Zone de transit
- Tête de canyon
- Zone rugueuse

Divers

- Isobathes 5 mètres (interpolées d'après MNT)
- Trait de côte
- Stations de vidéo sous-marine

Fond de carte terrestre IGN
Système de référence IGN RGR92 (WGS84 - UTM40S)





Document public



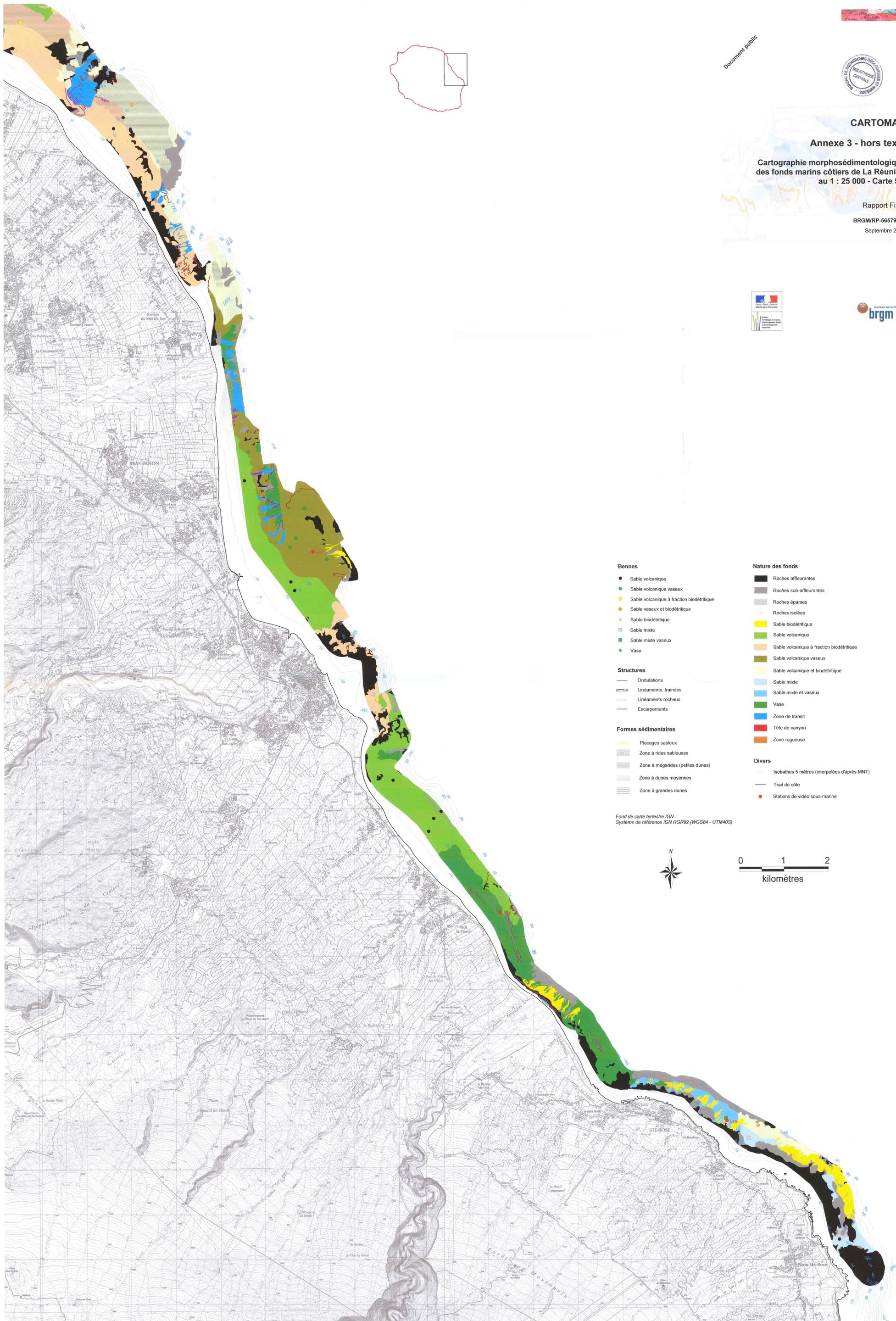
CARTOMAR

Annexe 3 - hors texte

Cartographie morphosédimentologique
des fonds marins côtiers de La Réunion
au 1 : 25 000 - Carte 5/5

Rapport Final

BRGM/RP-56579-FR
Septembre 2008



Bennes

- Sable volcanique
- Sable volcanique vaseux
- Sable volcanique à fraction biodétritique
- Sable vaseux et biodétritique
- ★ Sable biodétritique
- Sable mixte
- Sable mixte vaseux
- ◆ Vase

Structures

- Ondulations
- Linéaments, trainées
- Linéaments rocheux
- Escarpements

Formes sédimentaires

- Placages sableux
- Zone à rides sableuses
- Zone à mégarides (petites dunes)
- Zone à dunes moyennes
- Zone à grandes dunes

Nature des fonds

- Roches affleurantes
- Roches sub-affleurantes
- Roches éparses
- Roches isolées
- Sable biodétritique
- Sable volcanique
- Sable volcanique à fraction biodétritique
- Sable volcanique vaseux
- Sable volcanique et biodétritique
- Sable mixte
- Sable mixte et vaseux
- Vase
- Zone de transit
- Tête de canyon
- Zone rugueuse

Divers

- Isobathes 5 mètres (interpolées d'après MNT)
- Trait de côte
- Stations de vidéo sous-marine

Fond de carte terrestre IGN
Système de référence IGN RGR92 (WGS84 - UTM40S)

