

Projet de Zones de Mouillages Organisés (ZMO) sur le secteur de Saint-Pierre et Carbet

Cartographie des habitats marins

RAPPORT FINAL
Décembre 2015

A intégrer au rapport final
global par Safège, mandataire.





A citer sous la forme :

PARETO, (2015) : Projet de Zones de Mouillages Organisés (ZMO) sur le secteur de Saint-Pierre et Carbet : Cartographie des fonds marins. Décembre 2015, 65 pages.

Mission de service pour le compte de **la Chambre de Commerce et d'Industrie de Martinique (CCI)**



Chambre de Commerce et d'Industrie de Martinique

50, rue Ernest DEPROGE

Tél : 05 96 55 28 00

contact@martinique.cci.fr



PARETO Ecoconsult. Agence Caraïbes.

19, Village de la Jaille,

97122 Baie-Mahault (Guadeloupe)

Tél : 05 90 38 91 64

florian.labadie@paretoec.fr



SAFEGE Martinique

Immeuble GREMEAU, 1 Zone D'activité du
Manhity, Le Lamentin 97232, Martinique

Tél : 05 90 81 93 93

celia.lelan@safège.fr

– Sommaire –

1	CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE	5
2	LE SECTEUR D'ETUDE	6
3	METHODOLOGIES	7
3.1	PHASE 1 : LOCALISATION ET IDENTIFICATION DES HABITATS	7
3.2	PHASE 2 : CARACTERISATION DES BIOCENOSSES SENSIBLES ET DES STRUCTURES IMMERGÉES	11
4	PHASE 1 : CARTOGRAPHIE DES HABITATS	16
4.1	DESCRIPTION GENERALE DES HABITATS	16
4.1.1	HABITATS DE LA PENTE SEDIMENTAIRE SABLEUSE	16
4.1.2	HABITATS DES SUBSTRATS ROCHEUX	20
4.2	REPARTITION DES HABITATS PAR ZONE DE MOUILLAGES ORGANISES ET SUR LA ZONE CONCERNÉE PAR LE PROJET DE PONTON	21
4.2.1	ZMO « LE COIN » (SECTEUR DU CARBET)	21
4.2.2	ZMO « GRANDE ANSE » (SECTEUR DU CARBET)	24
4.2.3	ZMO « LE MOUILLAGE » (SECTEUR DE SAINT-PIERRE)	27
4.2.4	ZMO « POUDRIÈRE » (SECTEUR DE SAINT-PIERRE)	30
4.2.5	ZMO « QUARTIER DU FORT » (SECTEUR DE SAINT-PIERRE)	33
4.2.6	ZONE DU FUTUR PONTON	36
5	PHASE 3 : CARACTERISATION QUALITATIVE DES HABITATS ET DE LEUR ETAT DE SANTE	39
5.1	LES COMMUNAUTES CORALLIENNES SUR LA ZONE DE QUARTIER DU FORT	39
5.2	LES COMMUNAUTES CORALLIENNES SUR LA ZONE « LE MOUILLAGE »	42
5.3	LES HERBIERS A <i>HALOPHILA STIPULACEA</i>	44
5.4	LES HERBIERS MIXTES A <i>SYRINGODIUM FILIFORME</i>, <i>HALOPHILA STIPULACEA</i> (ET <i>THALASSIA TESTUDINUM</i>)	45
5.5	LES STRUCTURES ARTIFICIELLES ABANDONNEES IMMERGÉES	47
5.5.1	SCULPTURE SOUS-MARINE « MANMAN D'LO »	47
5.5.2	EPAVES ET STRUCTURES DE BATIMENT	48
5.5.3	MOUILLAGES ET ANCRAGES	51
6	PHASE 4 : SYNTHESE ET ANALYSE	53
6.1	CARTOGRAPHIES DE SYNTHESE DES HABITATS	53
6.2	SENSIBILITE ECOLOGIQUE	61
7	CONCLUSION	65

Illustrations

Figure 1: Secteur d'étude en mer (Source : SAFEGE, 2015).....	6
Figure 2 : Utilisation de la caméra tractée avec retour de l'image en surface.....	8
Figure 3 : représentation schématique d'une radiale de relevé vidéo.....	8
Figure 4: exemple de fiche terrain d'une radiale vidéo.....	9
Figure 5 : Extraits de vidéos réalisées en Martinique, novembre 2015.....	11
Figure 6 : Plan d'échantillonnage (plongées et vidéo tractée) sur le secteur du Carbet.....	14
Figure 7 : Plan d'échantillonnage (plongées et vidéo tractée) sur le secteur de Saint-Pierre.....	15
Figure 8 : illustrations des habitats au sein de la pente sédimentaire sableuse.....	19
Figure 9 : illustrations des habitats des substrats rocheux.....	20
Figure 10 : Bathymétrie de la ZMO « Le Coin» et position des futurs mouillages.....	21
Figure 11 : illustrations des habitats sur ZMO « Le Coin ».....	21
Figure 12 : illustrations des structures immergées recensées sur la ZMO « Le Coin ».....	22
Figure 13 : Cartographie des habitats marins sur la ZMO « Le Coin ».....	23
Figure 14 : Bathymétrie de la ZMO « Grande Anse » et position des futurs mouillages.....	24
Figure 15 : illustrations des habitats marins sur la ZMO « Grande Anse ».....	24
Figure 16 : illustrations des structures immergées recensées sur « Grande Anse ».....	25
Figure 17 : Cartographie des habitats marins sur la ZMO « Grande Anse».....	26
Figure 18 : Bathymétrie de la ZMO « Le Mouillage».....	27
Figure 19 : illustrations des habitats marins sur la ZMO « Le Mouillage».....	27
Figure 20 : illustrations des structures immergées recensées sur la ZMO « Le Mouillage».....	28
Figure 21 : Cartographie des habitats marins sur la ZMO «Mouillage» I.....	29
Figure 22 : Bathymétrie de la ZMO « Poudrière».....	30
Figure 23 : illustrations des habitats marins sur la ZMO « Poudrière».....	30
Figure 24 : illustration d'une structure immergée recensée sur la ZMO « Poudrière».....	31
Figure 25 : Cartographie des habitats marins sur la ZMO « Poudrière».....	32
Figure 26 : Bathymétrie de la ZMO « Quartier du Fort».....	33
Figure 27 : illustrations des habitats sur la ZMO « Quartier du Fort».....	33
Figure 28 : illustration d'une structure immergée recensée sur « Quartier du Fort».....	34
Figure 29 : Cartographie des habitats marins sur la ZMO « Quartier du Fort».....	35
Figure 30 : Bathymétrie de la zone concernée par le projet de ponton.....	36
Figure 31 : illustrations des habitats sur la zone du futur ponton.....	36
Figure 32 : illustration d'une structure immergée recensée sur la zone concernée par le projet de ponton.....	37
Figure 33 : Cartographie des habitats marins sur la zone du futur ponton.....	38
Figure 34 : Schéma de la stratification des habitats sur la zone de Quartier du fort entre -15 et -23 m.....	40
Figure 35 : Illustrations du peuplement corallien du tombant sur la zone de Quartier du Fort.....	41
Figure 36 : Illustrations des caractéristiques du peuplement corallien du tombant sur la zone de « Mouillage ».....	43
Figure 37 : Prairie dense à <i>Halophila stipulacea</i>	44
Figure 38 : Prairie éparses à <i>Halophila stipulacea</i> en limite bathymétrique inférieure de répartition.....	44
Figure 39 : Macrofaune observée sur l'herbier à <i>Halophila stipulacea</i>	45
Figure 40 : Illustration des herbiers mixtes à <i>S. filiforme</i> et/ <i>H. stipulacea</i>	46
Figure 41 : Illustration de la présence de <i>T. testudinum</i> au sein des herbiers à <i>H. stipulacea</i> et <i>S. filiforme</i>	46
Figure 42 : Illustration de la statue Maman d'Lo et des espèces associées.....	47
Figure 43 : Illustration des espèces de poissons observées autour de la sculpture Maman d'Lo.....	48
Figure 44 : Illustration d'une épave sur le secteur de Quartier du Fort.....	49
Figure 45 : Illustration d'épaves sur le secteur de Poudrière.....	50
Figure 46 : Illustration des différents ancrages, mouillages autour de la cage aquacole.....	51
Figure 47 : Gorettes charbonnées (gauche), banc de cardinaux blancs (droite) et poissons-lion (centre) observés à proximité des mouillages et ancrages sur le secteur du Carbet.....	52
Figure 48 : carte de synthèse illustré des habitats marins de la ZMO « Le Coin ».....	54
Figure 49 : carte de synthèse illustré des habitats marins de la ZMO « Grande Anse».....	55
Figure 50 : carte de synthèse illustré des habitats marins de la ZMO « Le Mouillage ».....	56
Figure 51 : carte de synthèse illustré des habitats marins de la ZMO « Poudrière ».....	57
Figure 52 : carte de synthèse illustré des habitats marins de la ZMO « Quartier du Fort ».....	58
Figure 53 : carte de synthèse illustré des habitats marins de la zone du futur ponton.....	59
Figure 54 : Sensibilité écologique des habitats sur le secteur du Carbet.....	63
Figure 55 : Sensibilité écologique des habitats sur le secteur de Saint-Pierre.....	64

Tableaux

Tableau 1 : dates et coordonnées des investigations réalisées en plongée sous-marine.....	13
Tableau 2 : Synthèse des habitats et des espèces selon la Zone de Mouillage Organisé.....	60

1 CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

Au cours des dernières décennies, l'augmentation du tourisme en Martinique a eu des répercussions sur l'aménagement des territoires, des infrastructures et sur l'environnement. L'une des conséquences directes de ce développement est la nécessité d'une gestion intégrée du littoral et des activités nautiques et maritimes. La Côte sous-le-Vent de la Martinique et plus particulièrement le secteur de Saint-Pierre et du Carbet a notamment connu un développement important de la plaisance.

Les mouillages de plaisance non organisés peuvent avoir des effets néfastes sur les biocénoses marines avec l'ancrage des navires, la destruction des récifs et des herbiers mais aussi sur le patrimoine historique, tel que les épaves de la baie de Saint-Pierre.

Dans une optique d'organisation des zones de mouillage sur le secteur de Saint-Pierre et du Carbet, **la Chambre de Commerce et d'Industrie (CCI)** s'oriente vers un projet d'aménagements de Zones de Mouillages Organisés (ZMO) sur ces 2 secteurs. Cet aménagement devrait permettre de limiter l'impact des mouillages sur les fonds marins mais aussi d'organiser de manière plus efficace la plaisance et permettre ainsi le développement du tourisme de plaisance.

La CCI est assisté par le Bureau d'Etude **Safège** pour la mise en œuvre de ce projet. Dans le cadre des études réglementaires que la CCI aura à mener pour ce projet, il est nécessaire de prendre en compte les contraintes environnementales et techniques de la mise en place de ce nouvel aménagement.

Dans ce contexte et afin d'amorcer la description de l'état initial du secteur concerné par les aménagements, la CCI/Safège souhaite disposer d'une cartographie des habitats marins de la zone, en vue de définir les impacts des mouillages sur les milieux naturels.

Le Bureau d'Etude **Pareto Ecoconsult** a en charge l'étude et la cartographie de ces habitats marins dont il convient de connaître la nature, l'état de santé, l'étendue et la répartition.

L'objectif principal de l'étude est d'inventorier et cartographier les peuplements benthiques des zones côtières sensibles susceptibles d'être impactés par les futures opérations de mise en place des mouillages.

Les objectifs spécifiques sur le site d'étude sont de:

- Collecter sur le terrain des données vidéo permettant la réalisation d'une cartographie des habitats du secteur,
- Collecter sur le terrain des données actualisées sur l'état de santé des habitats benthiques jugés « sensibles » (herbiers, coraux, algues, substrat, etc.),
- Collecter sur le terrain des données sur les structures immergées de nature diverses : épaves, mouillages abandonnés, casiers de pêche, pneus, etc...
- De caractériser qualitativement la nature et l'état des peuplements (espèces en présence, état de santé),
- D'évaluer la sensibilité des peuplements d'intérêt vis à vis du projet d'aménagement.

2 LE SECTEUR D'ETUDE

Le secteur d'étude est situé sur la côte nord-est de l'île de la Martinique, sur la façade Caraïbes.

Il s'étend :

- De la commune du Carbet au sud.
- A la commune de Saint-Pierre au nord.

Le secteur d'étude en mer est dissocié en 5 Zones de Mouillages Organisés (ZMO) :

- Sur le secteur du Carbet : 2 ZMO « Le Coin » et « Grande Anse » ;
- Sur le secteur de Saint-Pierre : 3 ZMO : « Le Mouillage », « Pourdière » et « Quartier du Fort ».

Sur cette dernière ZMO, la cartographie a porté également sur une zone qui sera aménagée en un futur ponton d'accueil (non représentée sur la figure ci-dessous).

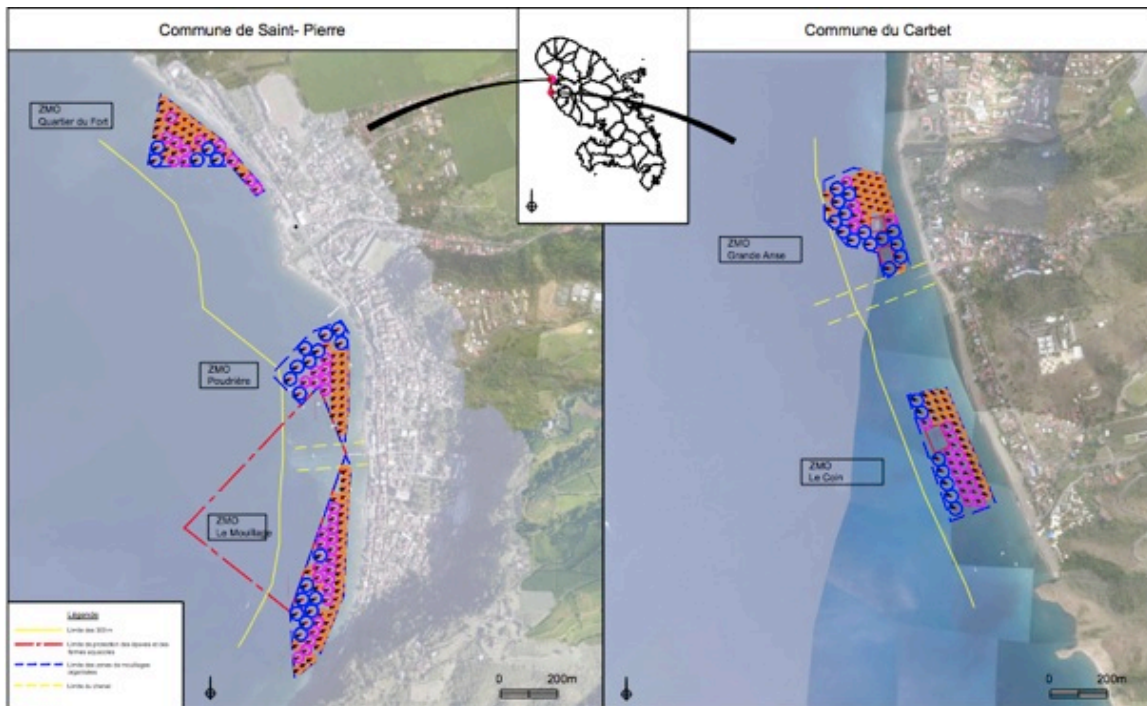


Figure 1: Secteur d'étude en mer (Source : SAFEGE, 2015)

3 METHODOLOGIES

Tout milieu naturel est constitué de 3 compartiments fortement liés les uns aux autres, tant d'un point de vue structurel que fonctionnel :

- Le compartiment 1 : « peuplements »,
- Le compartiment 2 : « eau »,
- Le compartiment 3 : « substrat ».

La caractérisation du milieu marin est donc généralement réalisée au travers de l'analyse de ces trois compartiments. Dans le cadre de la présente étude, une attention particulière est portée au compartiment « **peuplements** », conformément aux attentes de Safège et de la CCI. Afin de réaliser une analyse complète de l'état initial du milieu, l'étude détaillée des compartiments eau et sédiments pourra être réalisée dans le cadre d'études complémentaires.

L'expertise du milieu marin dans le cadre de la présente étude s'est déroulée 2 phases à savoir :

- Phase 1 : Cartographie des habitats marins des 5 futures ZMO ;
- Phase 2 : Caractérisation des biocénoses sensibles et des structures immergées.

3.1 PHASE 1 : LOCALISATION ET IDENTIFICATION DES HABITATS

La démarche cartographique utilisée dans le cadre de la présente étude est adaptée des recommandations des guides méthodologiques élaborés pour la cartographie des récifs coralliens. Sont notamment pris en considération le « guide méthodologique pour l'élaboration des cartes de vulnérabilité des zones côtières de l'océan Indien » (UNESCO, Manuels & Guides n° 38), et le guide national de cartographie des habitats en milieu récifal par télédétection que réalise PARETO dans le cadre du TIT Cartographie de l'IFRECOR (en cours). Ce dernier fera référence au plan national.

Les 3 étapes de la démarche de cartographie des zones marines peu profondes sont :

- **Etape 1** de pré-cartographie à partir d'une photo-interprétation des images IGN et satellites disponibles (étape réalisée préalablement à la campagne de terrain, non détaillée dans le présent document);
- **Etape 2** de vérité-terrain qui vise à cartographier les limites des principaux habitats marins mais aussi à décrire les principales entités biocénotiques ;
- **Etape 3** de réalisation des cartes (géomorphologie, biocénose/peuplement, habitat) et de la construction de la typologie des habitats en fonction de la vérité terrain et de l'analyse thématique des images aériennes.

Caractéristiques des zones expertisées :

Les habitats marins du secteur d'étude (littoral du Carbet et baie de Saint-Pierre) sont, dans la très grande majorité, répartis sur une zone de pente sédimentaire peu profonde, comprise en 0 et 30 mètres de profondeur. Sur le secteur du Carbet, la profondeur augmente progressivement pour atteindre environ 32 mètres de profondeur au niveau de la limite des 300 mètres. Sur le secteur de Saint-Pierre, le relief sous-marin est beaucoup plus marqué avec l'apparition d'un tombant important à moins de 100 mètres du littoral, notamment sur « Poudrière » et « Quartier du Fort ».

L'ensemble des 5 ZMO projetées a toutefois été positionné sur des zones de faible pente, en amont de la zone des 30 mètres de profondeur.

Protocole :

La mise en œuvre de la vidéo tractée permet de couvrir des surfaces d'exploration supérieures à celles couvertes par des moyens classiques en plongée.

La mise en œuvre de moyens classiques d'acquisition vidéo géoréférencées de type ROV actionné depuis une embarcation lourde apparaît difficile en raison des faibles profondeurs du secteur d'étude. Pareto a donc utilisé un protocole alternatif faisant à des moyens d'acquisition plus légers permettant notamment d'intervenir sur des profondeurs inférieures à 2 mètres, de mise en œuvre aisée et permettant de couvrir des surfaces d'exploration supérieures à celles couvertes par des moyens classiques en plongée. La méthodologie mise en œuvre offre ainsi la possibilité de réaliser des radiales vidéo sur les cayes et autres constructions récifales peu profondes qui concentrent la majorité des habitats les plus riches et sensibles.

Il a ainsi été utilisé une caméra immergeable de type GoPro (profondeur de travail 0-150 mètres) équipée d'une longueur de câble vidéo de 150 mètres de long et d'un système d'éclairage offrant de bonnes conditions d'observation, même à grande profondeur. Ce dispositif est portable donc d'une mise en œuvre aisée et légère. Il a été manipulé depuis la surface à l'aide d'un treuil et d'un dispositif de contrôle vidéo portable. Le système est couplé à un système GPS qui enregistre la position des observations, qu'elles soient statiques ou mobiles (single point ou tracé de radiale).

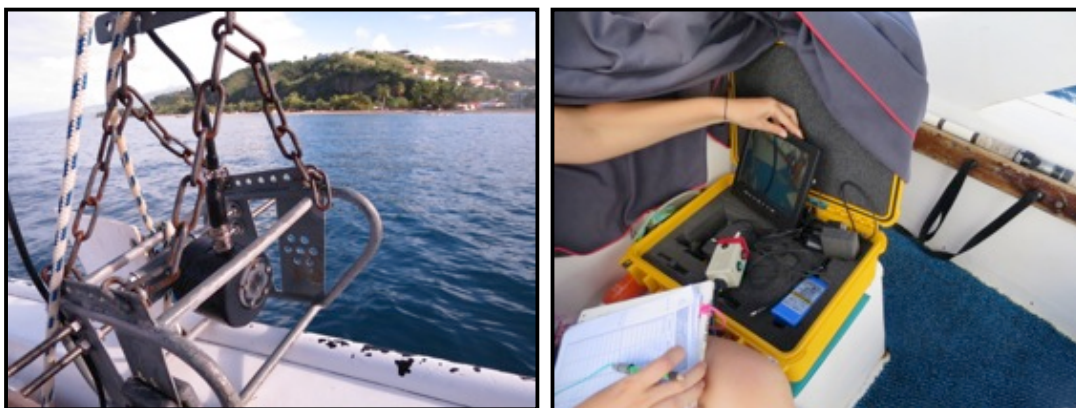


Figure 2 : Utilisation de la caméra tractée avec retour de l'image en surface

Les positions GPS de la station d'observation et/ou du début+fin de la radiale sont relevées. Par ailleurs, le contrôle de surface permet d'identifier tout changement de milieu et/ou de faciès, qui fera l'objet d'un géoréférencement par relevé de positions GPS (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

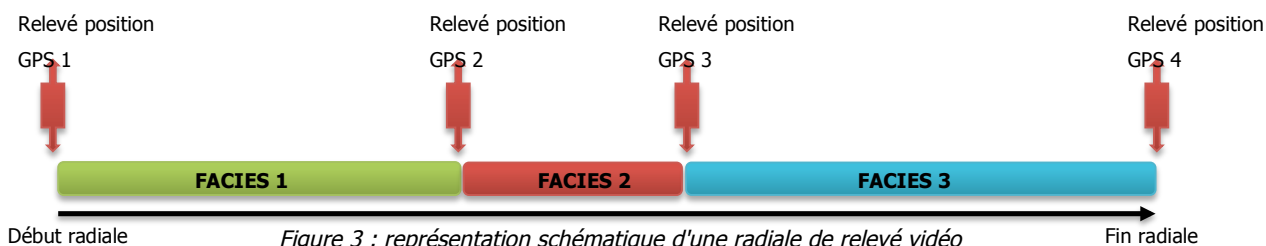


Figure 3 : représentation schématique d'une radiale de relevé vidéo

Pour chaque radiale vidéo, une fiche terrain a été établie avec l'ensemble des informations sur les caractéristiques des faciès rencontrés : coordonnées GPS, durée d'enregistrement, type de faciès, structures immergées observées, etc.

FICHE RADIALE VIDEO

PARETO

N° Dossier : P787
 Intitulé de l'étude : P787
 Secteur : 3
 Date : 26/11/15

Site : A-3
 N° radiale :

Position	GPS n°	Heure	Time record	Prof	Observations / Faciès	Remarques
Début radiale	453				Hab dense	
A	454				- Pédiculaire + Hab dense	
B	455	1'06			SD + Hab ronds	
R3-5 → C	456	1'42			Hab dense	> 20m bout
D	457	2'42			" "	
E	458	3'39			Hab dense - Peu à gauche	30m bout
F	459	4'26			" "	40m bout
G	460	5'26			Hab dense - Péninsule?	
H	461-462	7'23			Hab dense - Falaise	FIN = 30m 35m (461)
R3-13 GPS56 I	463				SD + Hab	
J	464	0'35			Hab dense	
K	465	2'01			" "	
L	466	3'26			" " + ov. à droite	
M	467	5'50			" " (Habit SD) FIN (467) → autre radiale	
R3-12 GPS57 N	468	0'			Hab dense	
O	468				" " FIN	
P	469				Hab dense (R3-12 amont)	
Q	470	1'25			Hab - ov. à gauche	
R	471	2'42			Hab dense (ov. à gauche SD)	
S	472	3'00			Hab dense	
T	473				" " FIN	

Figure 4: exemple de fiche terrain d'une radiale vidéo

Chaque faciès géomorphologie (et le type de peuplement s'y développant) se voit ainsi attribuer une position GPS de début et de fin. Les radiales peuvent ensuite être positionnées sur des orthophotos plans géoréférencés (à disposition de Safège/CCI).

Par extrapolation, il est ainsi possible d'attribuer des codes couleurs sur ces plans, chaque code représentant un type de faciès filmé. Une cartographie générale a ainsi pu être réalisée.

Dans le cas de la présente étude, compte tenu des faibles profondeurs à expertiser sur les parties les plus littorales du secteur, le dispositif vidéo a été installé et tracté depuis une embarcation à faible tirant d'eau permettant d'intervenir sur les faibles profondeurs.

Plan d'échantillonnage :

Au total, **70 radiales vidéos** ont été réalisées, soit un linéaire couvert de plus de **15 km**. Seule une des radiales pré-définies en amont de la campagne n'a pas pu être échantillonnée suite à un problème technique.

La localisation des radiales vidéo réalisées sur les 5 ZMO et sur la zone concernées par le projet de ponton est présentée sur la



Figure 6 et Figure 7 ci-après.

Au total, **15,519 km** ont été filmés sur la zone d'étude et **470 coordonnées GPS** ont été enregistrées, correspondant à des changements de faciès ou des observations diverses (casiers et mouillages abandonnés, épaves, filets, etc.)

Fréquence de suivi :

La campagne d'intervention unique a eu lieu au cours de la semaine 48 (23-27/11/15). Elle a été réalisée en mode calme, par vent et houle faibles, et en conditions de marée permettant d'accéder à des profondeurs comprises entre 1 et 40 mètres sur les **5 ZMOS définies**.

Paramètres suivis :

Nature des fonds et des habitats présents ; présence éventuelle d'accumulation de macrodéchets et/ou de structures abandonnées (corps-morts, casiers, filets, etc.), visible sur les vidéos.

Résultats attendus :

Les principaux résultats attendus sont la localisation et l'identification des principaux types d'habitats pré-identifiés sur la base des photographies aériennes. La mise en œuvre de ce protocole a également permis de déterminer le niveau de vitalité des habitats sur de grandes surfaces, notamment d'herbiers qui dominent sur le secteur.

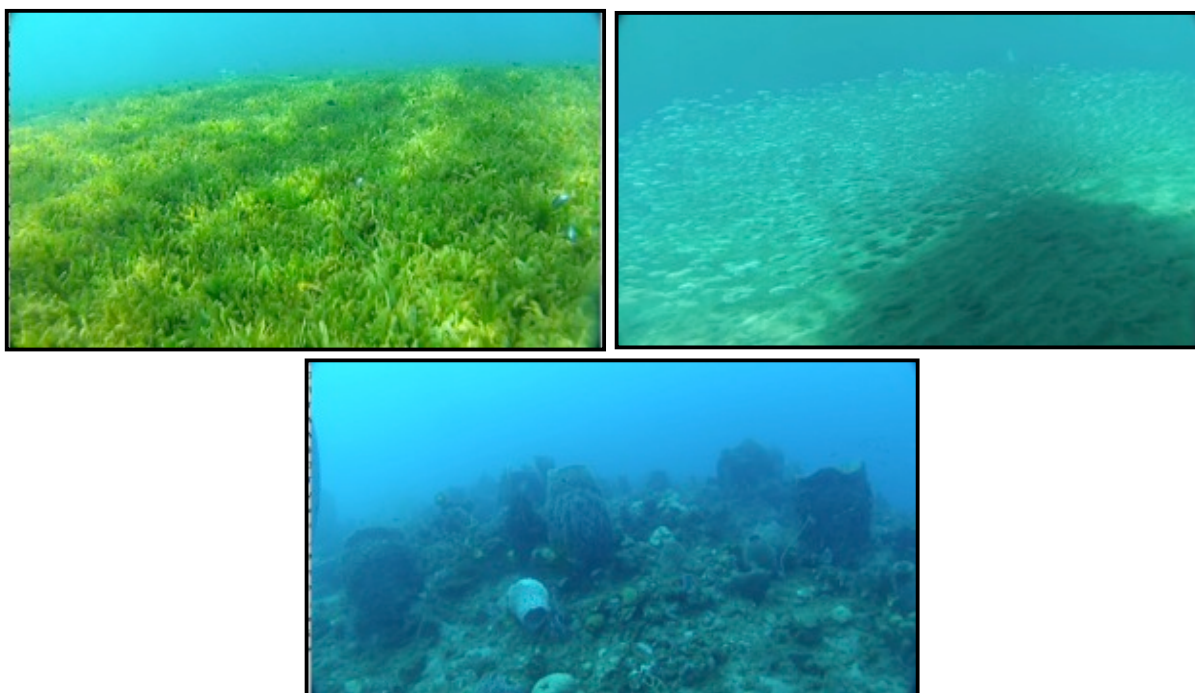


Figure 5 : Extraits de vidéos réalisées en Martinique, novembre 2015

3.2 PHASE 2 : CARACTERISATION DES BIOCENOSSES SENSIBLES ET DES STRUCTURES IMMERGEES

Dans un 2^{ème} temps, certaines zones spécifiques choisies **en fonction de la richesse et de la sensibilité des peuplements observés lors des radiales vidéos**, ont fait l'objet d'une expertise détaillée en plongée sous-marine..

Ainsi, 8 plongées exploratoires ont été réalisées au niveau des 5 ZMO. La localisation des stations expertisées est présentée sur la



Figure 6 et la Figure 7.

- Secteur du Carbet, 3 immersions :

- 1 plongée sur les herbiers mixtes identifiés au sein de la ZMO « Le Coin », à proximité de la cages aquacole : le secteur est en effet caractérisé par la présence des 2 espèces de phanérogames marines : *Syringodium filiforme* et *Thalassia testudinum*.
- 2 plongées près des cages à poissons et leurs ancrages (ZMO « Le Coin » et « Grande Anse ») ;
- Secteur de Saint-Pierre, 4 immersions :
 - 1 plongée sur les zones rocheuses abritant des communautés coralliennes sur la ZMO « Poudrière », en bordure du tombant.
 - 1 plongée sur les massifs rocheux de la ZMO « Quartier du Fort », en bordure du tombant, en limite sud de la ZMO.
 - 1 plongée sur un herbier d'*Halophila stipulacea* au niveau de la ZMO « Le Mouillage ».
 - 1 plongée sur une petite épave peu profonde (ZMO « Quartier du Fort »).
 - En complément, une exploration rapide en PMT sur la sculpture sous marine « Manman dlo » a également été réalisée.

Ainsi, 2 stations de suivi des communautés coralliennes et 2 stations d'herbiers ont été expertisées. Des photographies sous-marines d'illustration ont également été prises.

Les stations coralliennes ont fait l'objet d'une description des espèces présentes d'une estimation du taux de recouvrement corallien, de l'état de santé et d'une description semi-quantitative des espèces de poissons recensées.

Sur les stations d'herbiers, les espèces de phanérogames présentes et les invertébrés associés ont été recensés et une estimation de la densité a été réalisée sur la station d'herbier mixte.

4 structures artificielles immergées ont fait l'objet d'investigations afin de décrire les espèces colonisant la structure et ses abords proches.

Tableau 1 : dates et coordonnées des investigations réalisées en plongée sous-marine

Station	Date de suivi	Type de suivi	Habitats suivis	Profondeur (m)	Latitude	Longitude
1	27/11/2015	Photos/ vidéos	Herbiers	8 m	14.70489199	-61.185557
2	27/11/2015	Photos/ vidéos	Structure artificielle sur Herbiers	15 m	14.70046500	-61.183102
3	26/11/2015	Photos/ vidéos	Structure artificielle sur Herbiers	22 m	14.73711697	-61.177992
4	26/11/2015	Photos/ vidéos	Structure artificielle sur Herbiers	5-7 m	14.69979403	-61.183310
5	25/11/2015	Photos/ vidéos	Coraux	22m	14.75267403	-61.182457
6	25/11/2015	Photos/ vidéos	Structure artificielle	3 m	14.75133402	61.183243
7	26/11/2015	Photos/ vidéos	Coraux	23 m	14.74347598	61.1786709 63



Figure 6 : Plan d'échantillonnage (plongées et vidéo tractée) sur le secteur du Carbet



Figure 7 : Plan d'échantillonnage (plongées et vidéo tractée) sur le secteur de Saint-Pierre

4 PHASE 1 : CARTOGRAPHIE DES HABITATS

A l'issue de la campagne terrain d'acquisition vidéo, toutes les zones devant être expertisées ont été suivies. 3 grands ensembles d'habitats ont été observés sur les 2 secteurs d'étude :

- **La pente sédimentaire sableuse** (-2m à -30 mètres) présente sur l'ensemble du secteur et principalement localisée sur les touts petits fond du littoral, sur certains secteurs peu profonds en alternance avec les herbiers et plus au large en limite inférieure de répartition de l'herbier à *Halophila stipulacea*.
- **Les herbiers de phanérogames marines**, soit monospécifiques (principalement dominés par l'espèce invasive *Halophila stipulacea*), soit mixtes (*Syringodium filiforme* / *Halophila stipulacea*). L'espèce *Thalassia testudinum* a très ponctuellement été observée sur le secteur du Carbet, sur la ZMO « Le Coin ».
- **Les fonds rocheux colonisés par des peuplements non bioconstruits** localisés principalement sur le secteur de Saint-Pierre (ZMO « Poudrière » et « Quartier du Fort ») au large, sur des profondeurs supérieures à 20 mètres. Les plus diversifiés sont situés en bordure de tombant sur une zone assez restreinte. Ponctuellement, en interface entre la plaine sédimentaire sableuse et le tombant, des peuplements coralliens épars sur blocs rocheux ont été observés sur le sable.

Livrables :

Les supports vidéo traités ont été gravés en format MP4 sur des DVD fournis en complément du présent document.

Une carte de situation sous SIG (Arcview) avec le report des tracés exacts des radiales effectué sur le terrain a également été réalisée (Figure 31).

La cartographie des habitats a été élaborée sur la base des informations récoltées sur les 70 radiales vidéo et sur les stations de suivi de plongées d'exploration.

7 types d'habitats ont ainsi été retenus sur les 5 futures zones de mouillages organisés. 3 d'entre eux, correspondant à des peuplements d'herbiers, ont été déclinés en fonction de leur mode d'occupation du substrat.

4.1 DESCRIPTION GENERALE DES HABITATS

4.1.1 Habitats de la pente sédimentaire sableuse

Les herbiers de phanérogames constituent les habitats prédominants, tant sur Saint-Pierre que sur le Carbet. Ils se répartissent sur la vaste pente sédimentaire sableuse à faible déclivité (<10%), sur des fonds de -2 à -30 mètres. Les 2 espèces majoritairement rencontrées sont *Halophila stipulacea* (espèce invasive) et *Syringodium filiforme* sous la forme d'herbiers monospécifiques ou d'herbiers mixtes. Une troisième espèce, *Thalassia testudinum* a été ponctuellement observée sur la ZMO « Le Coin », sous forme de patchs peu étendus.

Ces espèces de phanérogames s'associent de manière assez aléatoires en herbiers plus ou moins denses qui alternent dans l'espace avec des zones de sable nu.

Les herbiers monospécifiques à *Halophila stipulacea* couvrent la très grande majorité des fonds marins, aussi bien sur Saint-Pierre que sur Carbet. La répartition bathymétrique de l'espèce va de 2 m jusqu'à 30-35 mètres de profondeur.

Ces herbiers se présentent sous 2 formes :

- en vaste prairie dense et homogène ;
- sous formes de patchs d'herbiers alternant avec de la plaine sédimentaire sableuse.

Les herbiers monospécifiques à *Syringodium filiforme*, sont très rares, observés uniquement sur la ZMO « Le Coin » à des profondeurs allant de -13 m à -16 m. Ils sont généralement situés aux herbiers mixtes côtiers et s'étendent peu en profondeur. **La densité est variable mais on note toutefois une densité décroissante au fur et à mesure que la profondeur augmente. La diminution de la densité se traduit de deux manières différentes : soit par des zones homogènes d'herbiers de densité peu importantes, soit par des patchs (de superficie limitée) d'herbiers denses au milieu de la plaine sédimentaire sableuse.**

Des herbiers mixtes à *Halophila sp.*, associée à *S. filiforme* ont également été observés entre 5 et 15 m de profondeur uniquement sur la ZMO « Le Coin ». Cette association constitue l'habitat majoritaire sur cette ZMO. La densité de ces herbiers semble moyenne à localement dense d'après les observations en vidéo tractée.

Des zones d'herbiers mixtes composés des 3 espèces ***H. stipulacea*, *S. filiforme* et *Thalassia testudinum*** ont également été observées. A noter toutefois que la présence de ***Thalassia testudinum*** est très ponctuelle, limitée et semble relictuelle. Tout comme pour *Syringodium filiforme*, la présence de cette espèce est limitée à la seule ZMO « Le Coin ». Celle-ci y est associée aux 2 autres espèces, de manière minoritaire. La superficie sur laquelle sa présence a été observée est particulièrement réduite puisqu'elle semble couvrir moins d'1 hectare.

Le substrat sableux à sablo-vaseux non colonisé s'observe à différentes profondeurs :

- sur les fonds très peu profonds, en bordure de plage (<1m) ;
- en alternance avec les herbiers de phanérogames marines ;
- au-delà de la limite de répartition des herbiers à *Halophila stipulacea* ou *Syringodium filiforme* ;
- au pied du tombant (>35 mètres de profondeur).

Les zones de sables sont généralement peu colonisées ; un peuplement de macroalgues peu diversifié a été observé.

Outre ces 5 habitats, il existe des zones de transition entre habitats ou des secteurs sur lesquels 2 habitats alternent de manière régulière. L'alternance de zones sédimentaires sableuses et d'herbiers est notamment fréquente et peut se présenter sous 2 formes :

- une zone sédimentaire sableuse alternant avec des « patchs » d'herbiers monospécifiques ou mixtes, relativement espacés entre eux ;
- une zone sédimentaire avec la présence homogène mais en très faible densité de faisceaux épars de phanérogames marines.

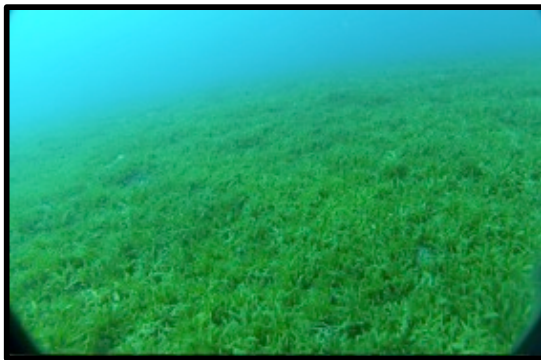
Sur les cartographies de synthèse, la distinction au sein d'un même habitat entre les zones de « prairies » d'herbiers continues et denses et les zones d'herbiers présentant une alternance régulière avec du substrat sableux a été réalisée par l'utilisation d'un code couleur/motif différent. Il s'agit toutefois du même habitat.



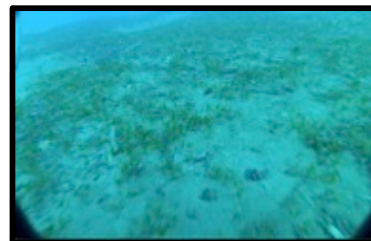
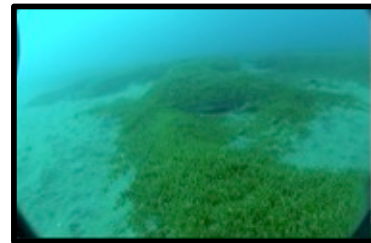
**Pente sédimentaire sableuse
ou sablo-vaseuse, substrat nu
(biocénoses des fonds meubles)**



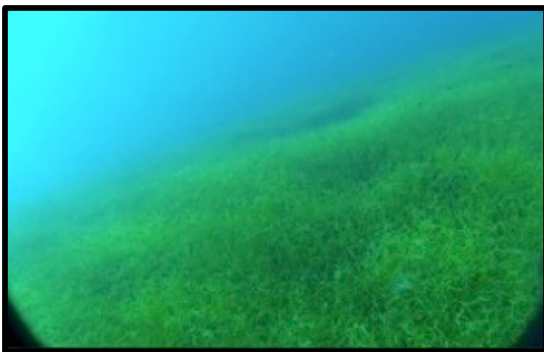
**Pente sédimentaire à Herbi-
er monospécifique à *Halophila
stipulacea***



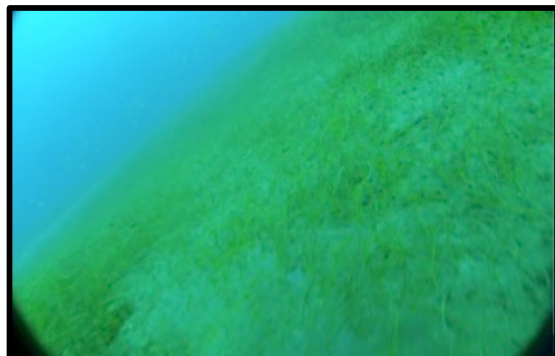
**Pente sédimentaire à Herbi-
er monospécifique à *H. stipulacea*
alternant avec le substrat
sableux**




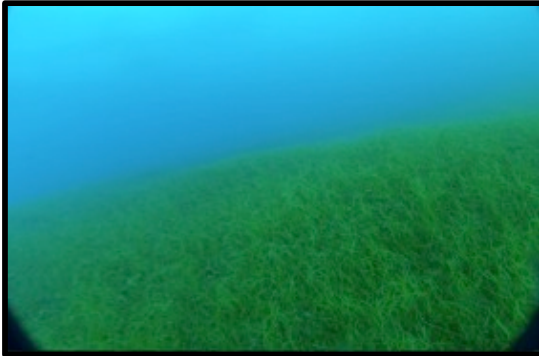
**Pente sédimentaire à
Herbi-er monospécifique à
*Syringodium filiforme***




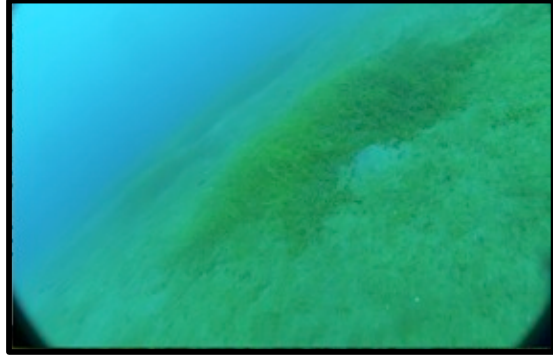
**Pente sédimentaire à Herbi-
er monospécifique à *S. filiforme*
alternant avec le substrat
sableux**




 **Pente sédimentaire à
Herbier mixte *Halophila
stipulacea* et
*Syringodium filiforme***



 **Pente sédimentaire à Herbier
mixte à *H. stipulacea* et *S.
filiforme* alternant avec le substrat
sableux**



 **Pente sédimentaire à Herbier mixte
à *Thalassia testudinum*, *Halophila
stipulacea* et *Syringodium filiforme***

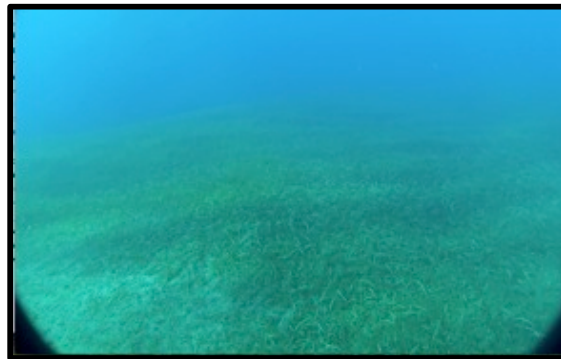



Figure 8 : illustrations des habitats au sein de la pente sédimentaire sableuse

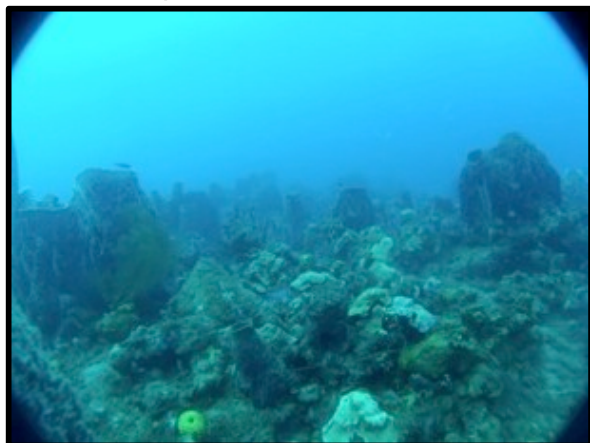
4.1.2 Habitats des substrats rocheux


Les habitats présentant un substrat rocheux sont très limités sur les deux secteurs d'étude. Ils correspondent à la zone de transition entre la pente sédimentaire et la zone de tombant et au sommet du tombant rocheux. Ils sont exclusivement localisés sur le secteur d'étude de Saint-Pierre (ZMO « Quartier du Fort » et « Mouillage »), sur des fonds de 20-25 mètres de profondeur. Ces zones rocheuses sont situées à la suite de la pente sédimentaire sablo-vaseuse et de ce fait les roches sont globalement ensablées mais apparentes.

Des zones de substrat rocheux (platier ensablé) à peuplements de spongiaires et de gorgonaires épars sur la plaine sédimentaire ont été localisées, exclusivement sur le secteur de Saint-Pierre. Il s'agit soit de blocs rocheux posés sur le sable, soit du platier rocheux affleurant légèrement. Cet habitat constitue généralement une transition spatiale entre la pente sédimentaire sableuse et les substrats rocheux non bioconstruits du tombant. Les colonies coralliennes sont peu abondantes et éparées et le peuplement est dominé par des spongiaires massifs et des gorgonaires.

Le haut du tombant rocheux à peuplements coralliens non bioconstruits correspond à une bande relativement étroite tombant à 90°, présentant une couverture corallienne faible (10-15% maximum) où les spongiaires sont largement dominants.

 Haut de tombant rocheux à peuplements coralliens non bioconstruits (platier non ensablé)



 Substrat rocheux à peuplements de spongiaires et gorgonaires épars sur plaine sableuse

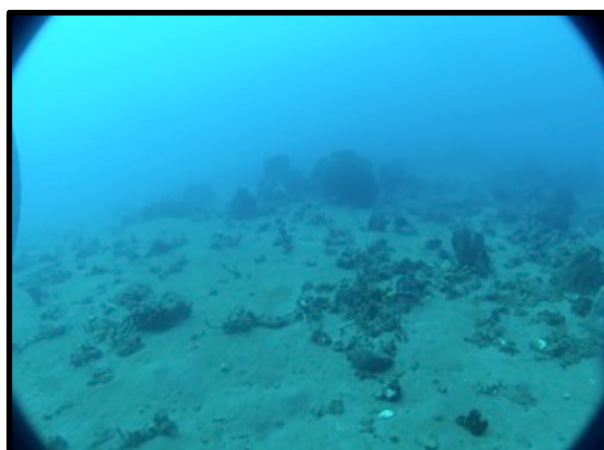


Figure 9 : illustrations des habitats des substrats rocheux

La cartographie des habitats ainsi réalisée intègre les données de terrain acquises en vidéo tractée le long des radiales, complétées par les observations faites en plongée sous-marine. Ces dernières ont permis principalement de caractériser plus précisément les habitats en présence, de valider la présence de colonies coralliennes sur les habitats rocheux mais aussi de préciser certaines limites de changement de faciès.

Les observations et la définition des limites de changement d'habitats ont été réalisées le long de radiales réparties sur les 5 zones d'étude. Du fait du caractère « ponctuel » (radiales) de la méthode employée, des extrapolations inter-radiales ont dû être réalisées concernant les limites de changement de faciès, afin d'établir la cartographie globale de la zone.

4.2 REPARTITION DES HABITATS PAR ZONE DE MOUILLAGES ORGANISES ET SUR LA ZONE CONCERNEE PAR LE PROJET DE PONTON

4.2.1 ZMO « Le Coin » (Secteur du Carbet)

Cette zone de mouillage est comprise entre -5 et -22 m de profondeur et se caractérise par une pente douce (10%) depuis le littoral. Une ferme aquacole se trouve au milieu de la ZMO.

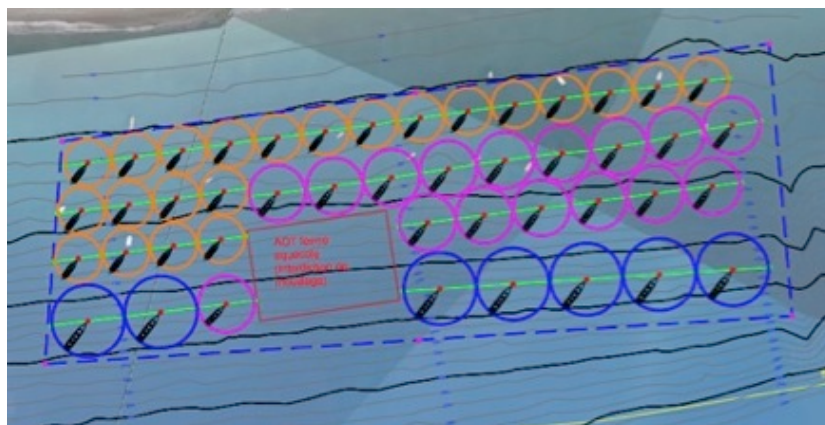


Figure 10 : Bathymétrie de la ZMO « Le Coin » et position des futurs mouillages

Le milieu est très largement colonisé par l'espèce invasive *Halophila stipulacea* qui structure la majorité des habitats observés sur cette ZMO. Elle est présente sous forme de prairie monospécifique dense et homogène à faible profondeur (<8m), puis à partir de -15m.

Sur la majeure partie de la zone, elle est associée à la phanérogame marine *Syringodium filiforme*, entre -8 et -15m. Il semble d'après les observations en vidéo tractée que ces 2 espèces forment un herbier dense sur la partie nord de la zone, tandis que dans la partie sud, les herbiers sont plus fragmentés avec des alternances de patches d'herbiers et de zone sédimentaire sableuse.

Des zones à herbier monospécifique à *S. filiforme* sont également présentes. Leur part est très réduite en terme de superficie du fait du caractère envahissant de *H. stipulacea*.

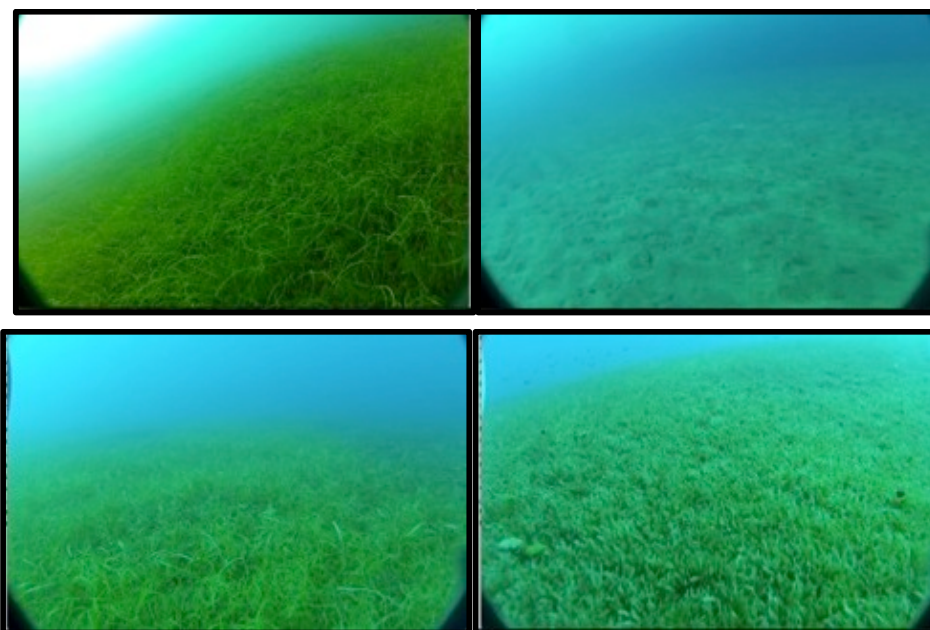


Figure 11 : illustrations des habitats sur ZMO « Le Coin »

Concernant les structures immergées, 5 ont été observées à la vidéo tractée dont 1 corps mort, 2 pneus et 2 casiers.

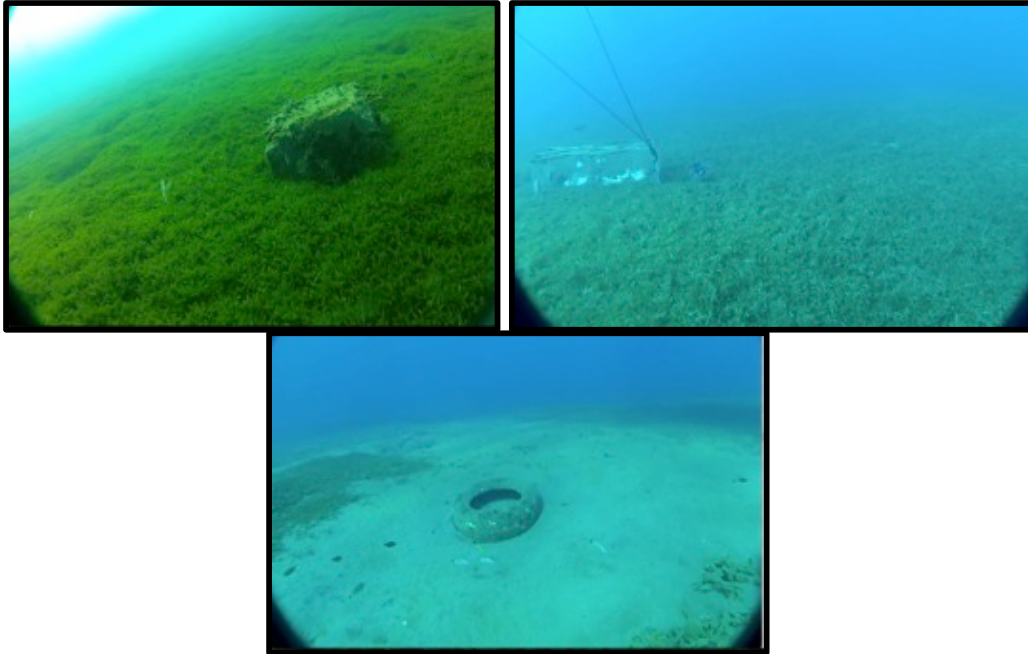


Figure 12 : illustrations des structures immergées recensées sur la ZMO « Le Coin »

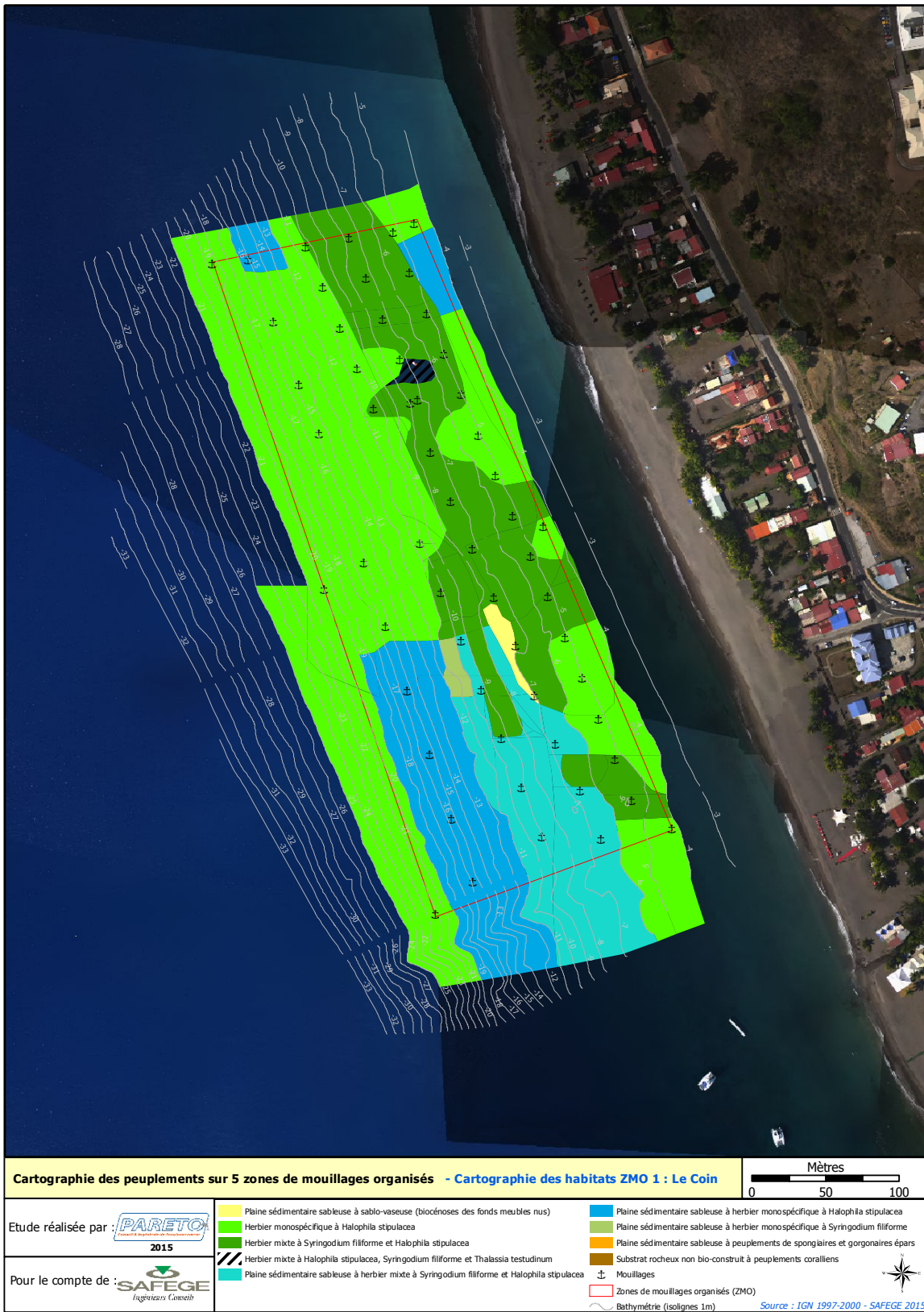


Figure 13 : Cartographie des habitats marins sur la ZMO « Le Coin »

4.2.2 ZMO « Grande Anse » (Secteur du Carbet)

Cette ZMO est située 500 mètres au nord de la précédente, entre le ponton et le débouché d'une rivière. 2 fermes aquacoles sont positionnées à proximité du rivage (100 mètres). La zone s'étend jusqu'à la limite des 300 mètres du rivage. La ZMO est comprise entre -4 m et -25 m de profondeur. La moitié nord de la ZMO présente une pente très douce (8%) tandis que la partie sud est légèrement plus abrupte.

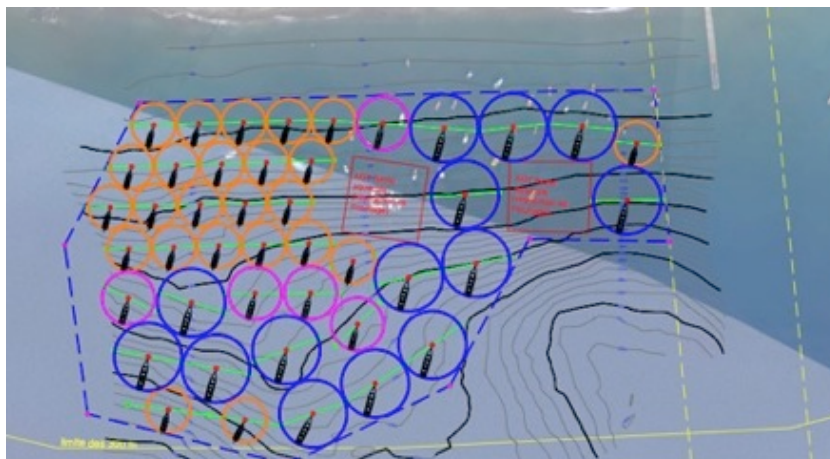


Figure 14 : Bathymétrie de la ZMO « Grande Anse » et position des futurs mouillages

Du point de vue des habitats, la présence d'une embouchure de rivière, au nord, est à l'origine d'arrivées d'eau douce importantes, limitant l'expansion des herbiers de phanérogames marines. Ainsi, l'habitat « pente sédimentaire sableuse » est celui présentant la superficie la plus importante sur cette zone d'étude. On trouve ensuite des herbiers denses monospécifiques à *Halophila stipulacea*, localisés plutôt dans la partie sud de la ZMO. Ce sont plutôt des patches d'herbiers qui sont observés, alternant avec des faciès sableux ou sablo-vaseux.

Sur la partie sud de la zone, la limite inférieure d'expansion des herbiers à *Halophila stipulacea* est aux environs de -23m de profondeur. Sur la partie nord, les herbiers à *H. stipulacea* s'arrêtent vers -13m avant de réapparaître à -23 m de profondeur jusqu'à -28m. Cette absence entre -13 et -24m peut probablement s'expliquer par l'influence de la rivière, associée à une courantologie nord-sud.

Les espèces de phanérogames marines *Syringodium filiforme* et *Thalassia testudinum* sont, quant à elles, totalement absentes de cette zone.

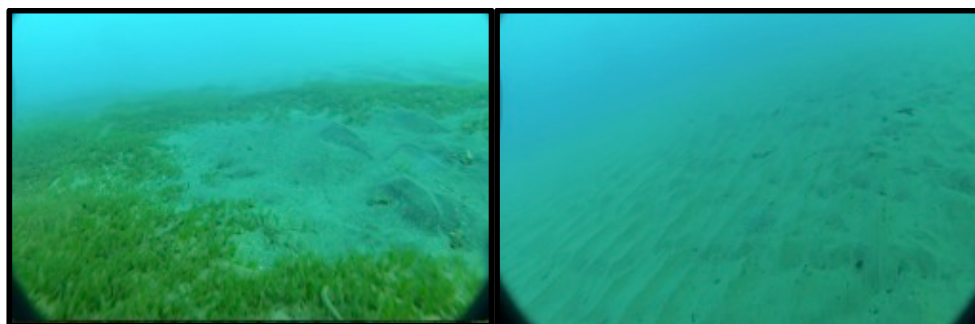


Figure 15 : illustrations des habitats marins sur la ZMO « Grande Anse »

Concernant les structures immergées, 7 corps morts abandonnés, 2 casiers, 2 pneus (dont un de camion de grand diamètre) et une structure artificielle indéterminée ont été recensés le long des radiales vidéo faites sur cette zone.

En outre, 2 blocs rocheux (de taille inférieure à 5 m) ont été observés mais au vu de leur taille réduite, ceux-ci ne sont pas représentés sur la carte (échelle de cartographie trop grande).

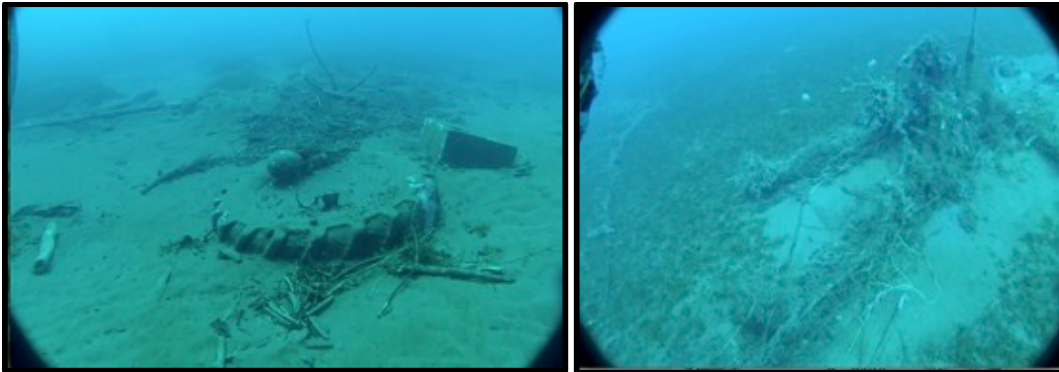


Figure 16 : illustrations des structures immergées recensées sur « Grande Anse »



Figure 17 : Cartographie des habitats marins sur la ZMO « Grande Anse »

4.2.3 ZMO « Le Mouillage » (Secteur de Saint-Pierre)

Cette ZMO est située au sud de l'embarcadère de Saint-Pierre, délimitée au large par la zone de protection des épaves.

La ZMO est comprise entre -3 m et -30 m de profondeur. La pente, bien que régulière est plus accentuée que sur les zones du Carbet avec une déclivité d'environ 15%.

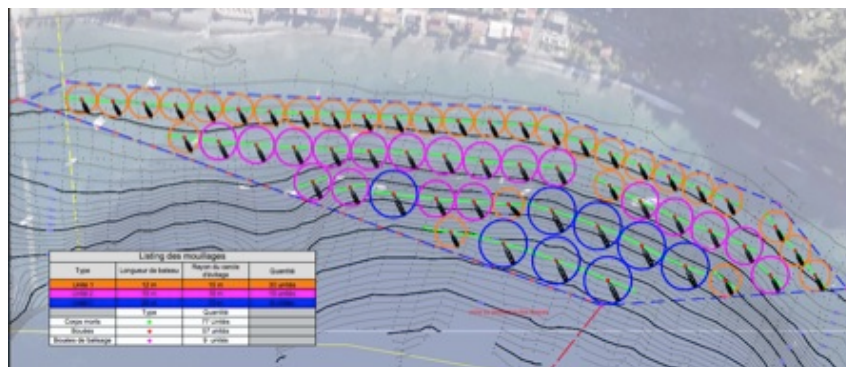


Figure 18 : Bathymétrie de la ZMO « Le Mouillage»

La zone se caractérise par une large couverture en herbiers denses à *Halophila stipulacea* sur l'ensemble du secteur. On note toutefois la présence de zones nues sableuses et une diminution de la densité des herbiers sur la partie nord de la ZMO. Il est possible que la présence de nombreux bateaux de plaisance et la multiplication des mouillages non maîtrisés expliquent la disparition ponctuelle de *Halophila stipulacea*.

Notons qu'au sud, en bordure de périmètre de la ZMO, sur les profondeurs de -28/-30 mètres, des roches à peuplement de coraux et spongiaires ont été observées mais sur une frange très courte (20-25 mètres). Il ne s'agit pas d'un habitat très étendu, constitué de roches posées sur la plaine sédimentaire sablo-vaseuse. Au vu de la taille réduite de cet habitat, de la profondeur et de la précision du GPS, il est difficile de dire s'il est situé dans la ZMO ou au niveau de la bordure externe. Il est donc choisi de considérer que cet habitat est présent dans le périmètre de la ZMO par précaution et en vue des aménagements prévus.



Figure 19 : illustrations des habitats marins sur la ZMO « Le Mouillage»

10 structures artificielles ont été recensées le long des radiales de vidéo tractée : 3 mouillages, 4 filets, 1 casier abandonné, une sculpture sous-marine (« Manman dlo » décrite dans le chapitre suivant) et 1 structure ressemblant à un poteau. Concernant les filets, il n'a pas été possible de déterminer s'ils étaient abandonnés ou pas.

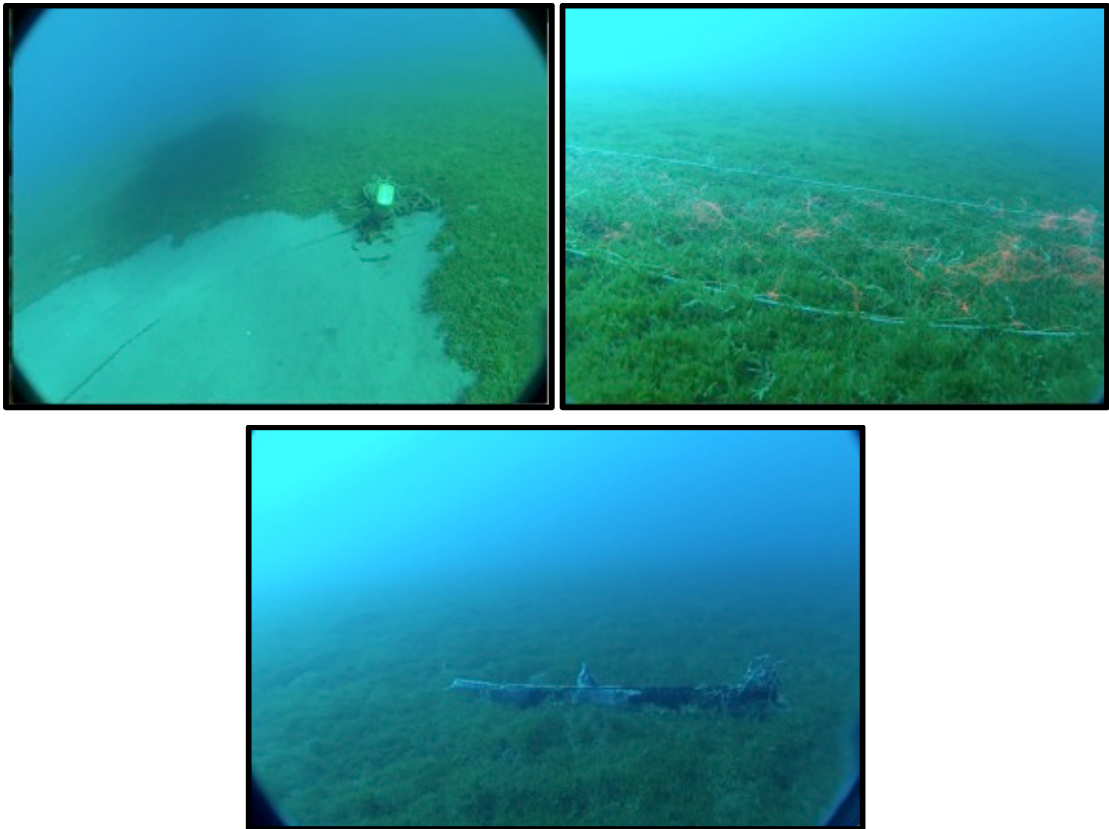


Figure 20 : illustrations des structures immergées recensées sur la ZMO « Le Mouillage»

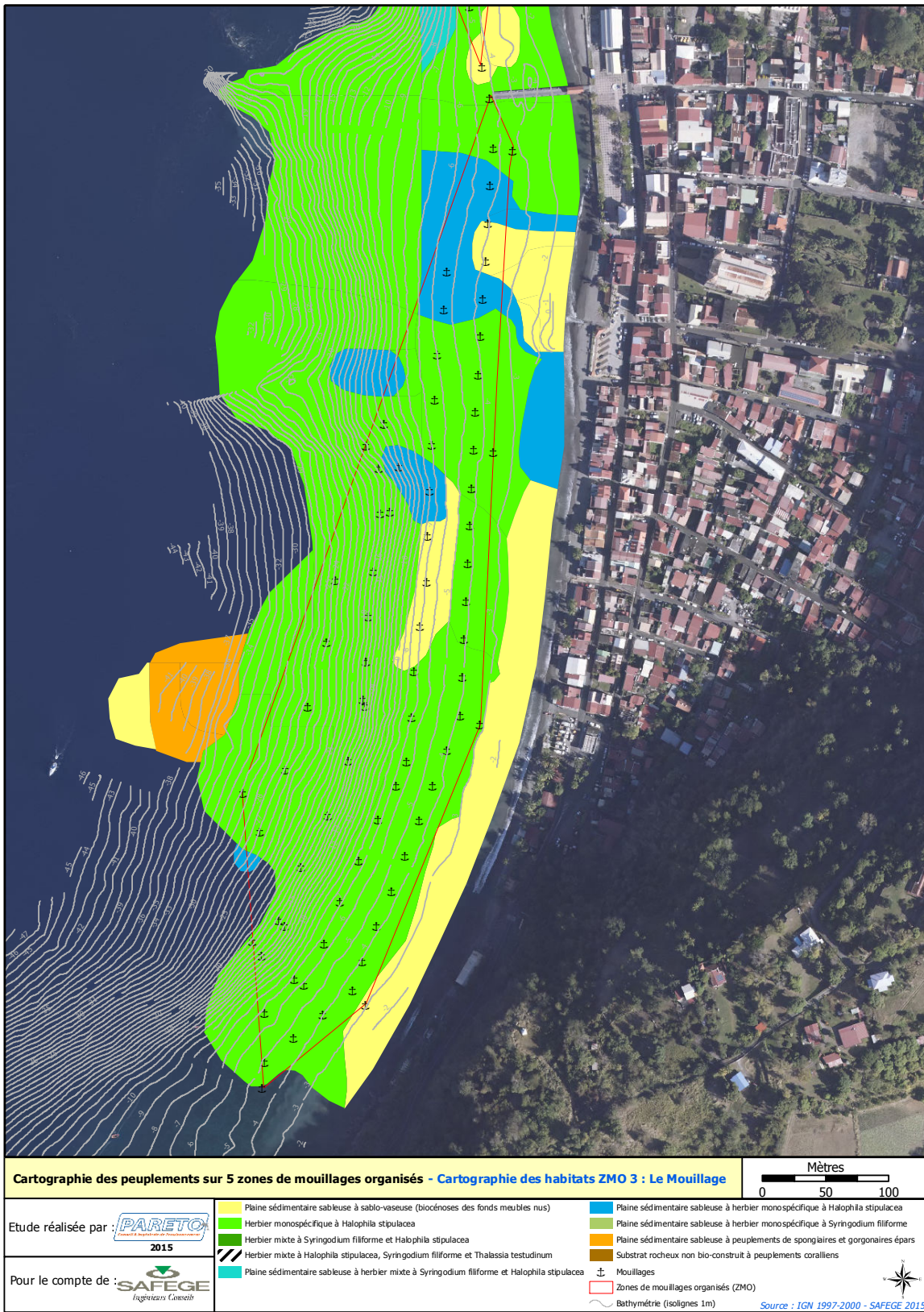


Figure 21 : Cartographie des habitats marins sur la ZMO «Mouillage» I

4.2.4 ZMO « Poudrière » (Secteur de Saint-Pierre)

Cette zone de mouillage est contrainte à la fois par la zone de protection des épaves au sud et par la proximité d'un tombant et d'une pente abrupte à l'ouest. D'un point de vue bathymétrique, la zone commence entre -4 et -5 m de profondeur à la côte et descend jusqu'à -40 m au large. Sur la zone centrale, la pente est très faible (5%) jusqu'à -15 m. Ensuite, en à peine 60 mètres, la profondeur descend à plus de 45 mètres (pente de plus de 55%).

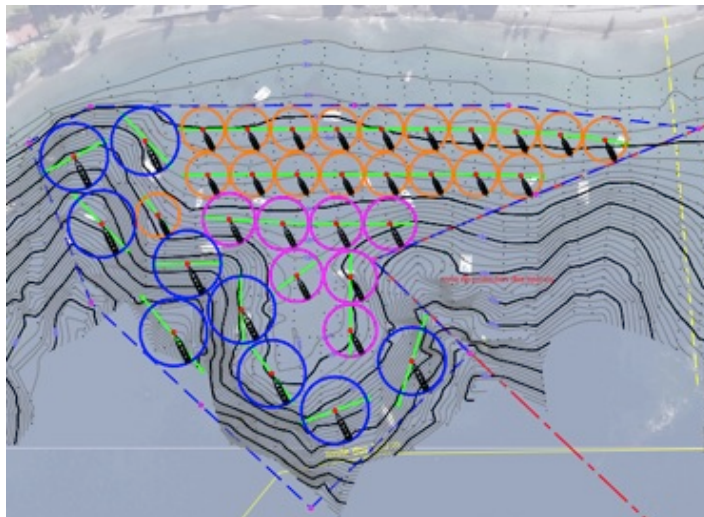


Figure 22 : Bathymétrie de la ZMO « Poudrière»

Du fait du relief, il semble que les habitats se répartissent altitudinalement avec une prédominance des herbiers à *Halophila stipulacea* entre -5 m et -20 m environ. Les espèces de phanérogames marines *Syringodium filiforme* et *Thalassia testudinum* n'ont pas été observées sur cette zone. Au-delà de -20 m, une frange de substrat sédimentaire sablo-vaseux nu apparaît. Au fur et à mesure que la profondeur diminue, des blocs rocheux ou des affleurement rocheux à peuplements de spongiaires et gorgonaires épars sont observés sur la pente sableuse, avant de laisser place au tombant à peuplements coralliens non bioconstruits (-22 m).

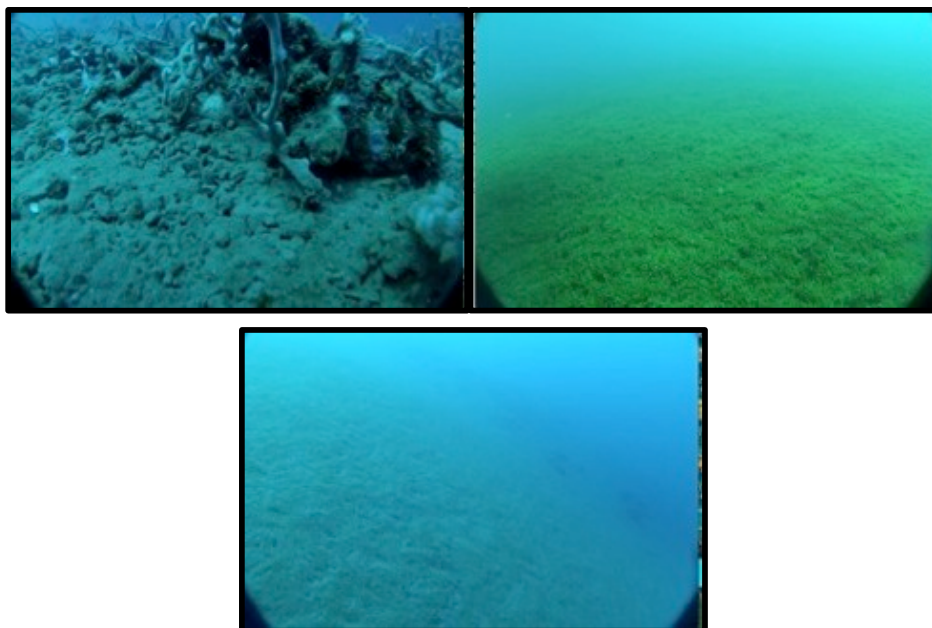


Figure 23 : illustrations des habitats marins sur la ZMO « Poudrière»

Hormis les épaves et les structures immergées en bordure de tombant sur la partie sud de la zone (cf. chapitre suivant) , aucune observation de structures immergées n'a été faite sur ce secteur.



Figure 24 : illustration d'une structure immergée recensée sur la ZMO « Poudrière»

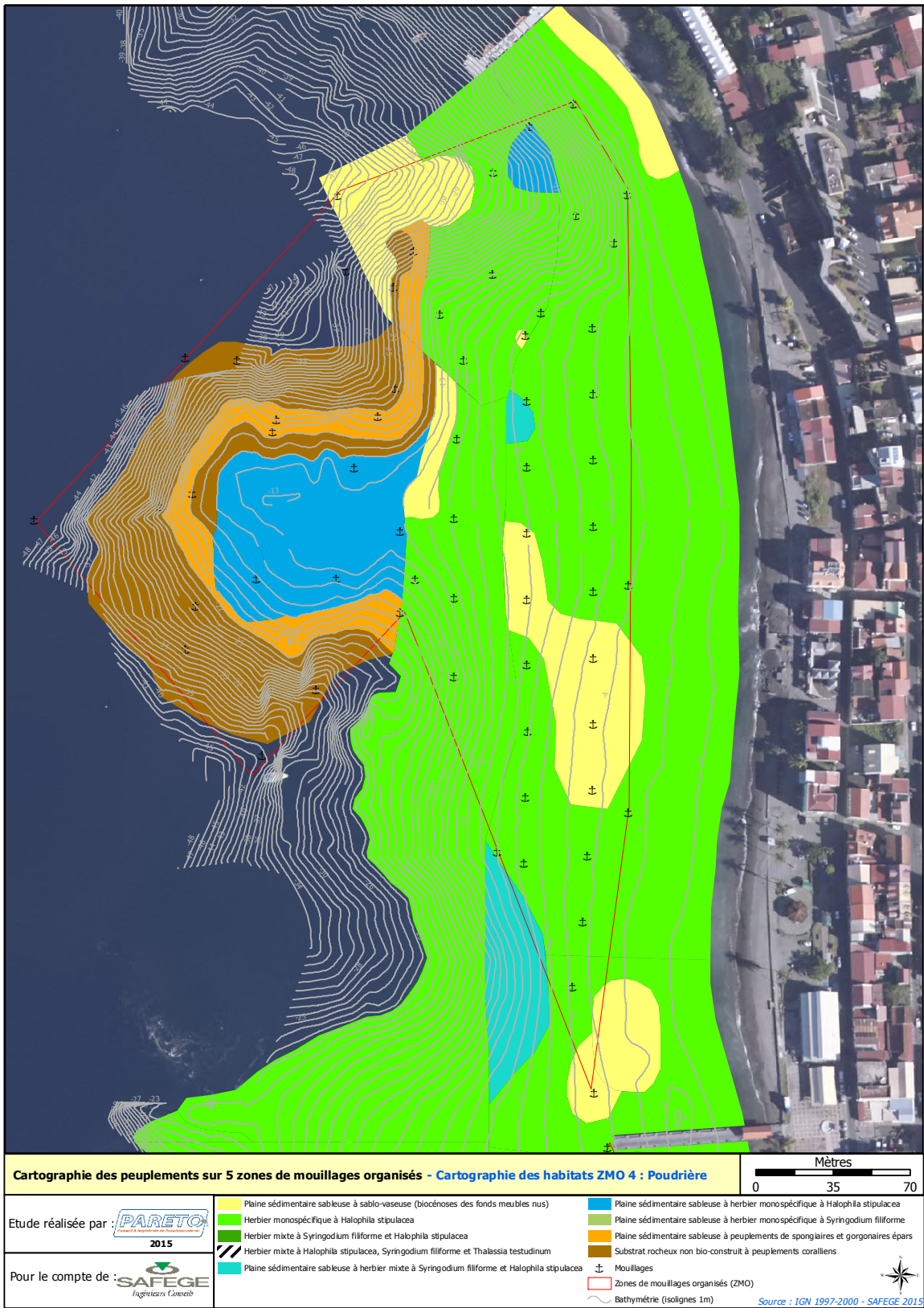


Figure 25 : Cartographie des habitats marins sur la ZMO « Poudrière»

4.2.5 ZMO « Quartier du Fort » (Secteur de Saint-Pierre)

La ZMO « Quartier du Fort » est délimitée au nord et à l'ouest par un tombant rocheux à -20 m de profondeur, qui se prolonge vers le sud en se rapprochant de la côte. La partie centrale de la zone se caractérise par une pente douce (8%) jusqu'au tombant, à environ 230 mètres du littoral.

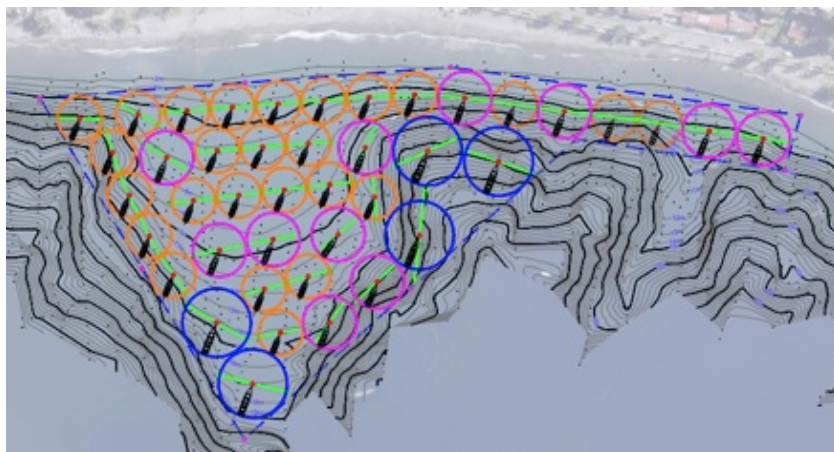


Figure 26 : Bathymétrie de la ZMO « Quartier du Fort»

Comme sur la ZMO « Poudrière », on retrouve un gradient côte/large dans la répartition des habitats avec :

- Une zone de pente sédimentaire sableuse (alternant parfois avec des patches d'herbiers), entre -2 et -10 m ;
- Des herbiers denses monospécifiques à *Halophila stipulacea*, entre -7 et -13 m ;
- Une zone transitoire de plaine sédimentaire sableuse avec des blocs rocheux à peuplements de spongiaires et gorgonaires épars, entre -15 et -18m ;
- Du substrat rocheux à peuplements coralliens denses, sous forme d'un tombant, à partir de -20 m environ.

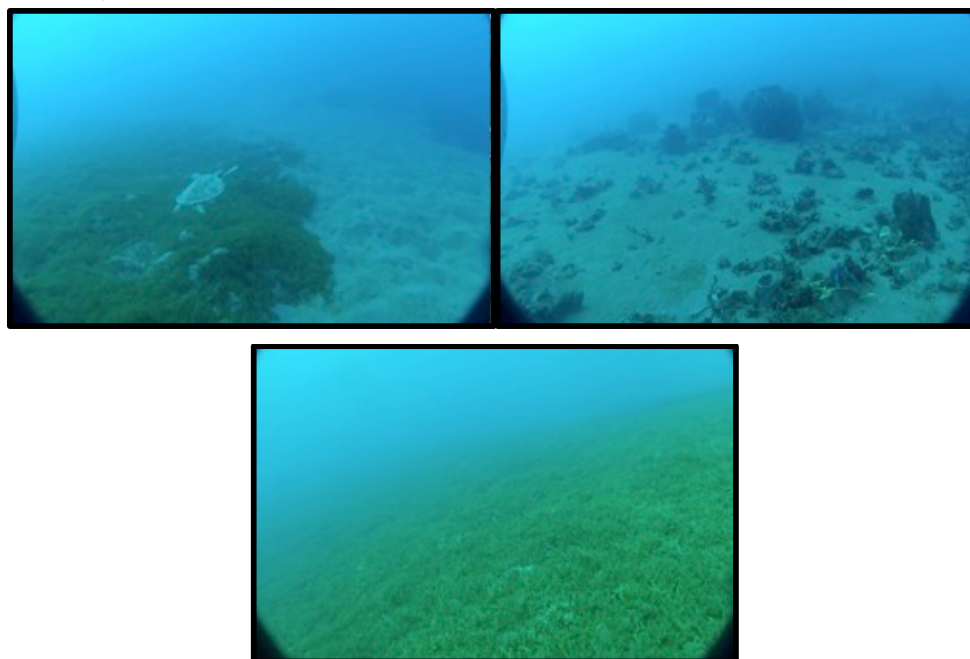


Figure 27 : illustrations des habitats sur la ZMO « Quartier du Fort»

1 seule épave de structure immergée a été observée sur ce secteur, à proximité du ponton, sur - 3m de profondeur. Celle-ci est décrite et illustrée dans le chapitre suivant.

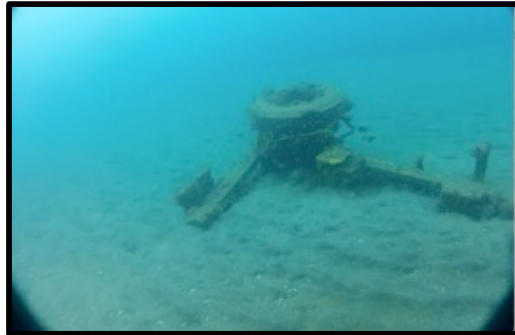


Figure 28 : illustration d'une structure immergée recensée sur « Quartier du Fort»

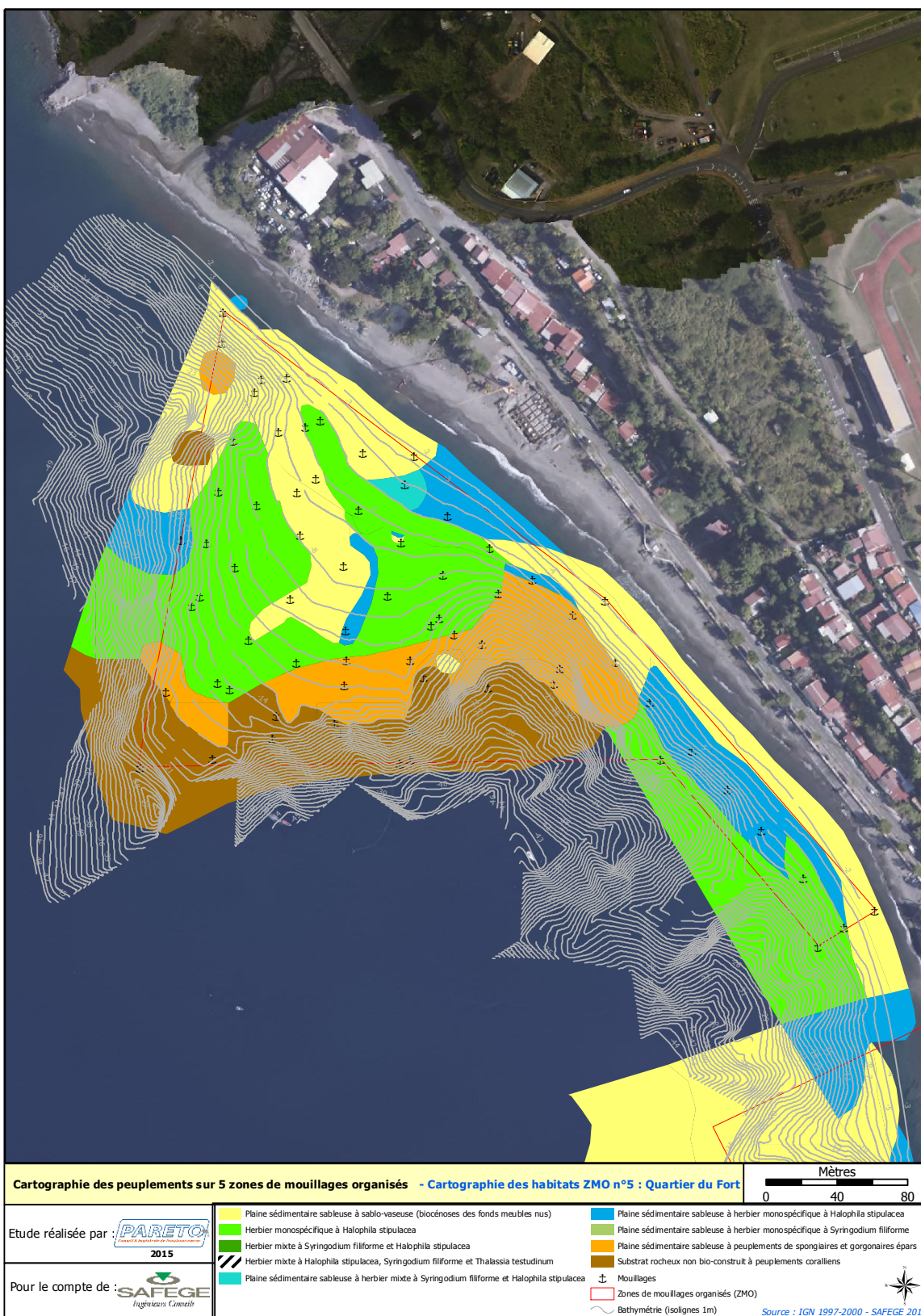


Figure 29 : Cartographie des habitats marins sur la ZMO « Quartier du Fort »

4.2.6 Zone du futur ponton

La zone prospectée est située à 50 mètres au sud de la ZMO « Quartier du Fort » et a porté sur une superficie de 7500 m² (150 mètres de long et 50 mètres de large).

D'un point de vue bathymétrique, la zone est caractérisée par une forte pente (39%) puisque les fonds dépassent les 40 mètres à moins de 200 m du littoral.



Figure 30 : Bathymétrie de la zone concernée par le projet de Ponton

La zone se caractérise par une très large couverture de l'habitat « pente sédimentaire sablo-vaseuse ». Du fait de la présence de l'arrivée d'une rivière à proximité, de nombreux débris terrigènes recouvrent le fond : cailloux, feuilles, débris végétaux, troncs, etc.

Les herbiers à *Halophila stipulacea* sont limités aux bordures est et nord du périmètre prospecté, sous forme éparse de patches dispersés sur le sable. Aucune prairie d'herbier dense n'a été observée en vidéo tractée. Sur certaines zones, des blocs rocheux (<5m) sont présents sur le fond sableux avec une couverture biotique limitée à quelques spongiaires et turfs algaux.

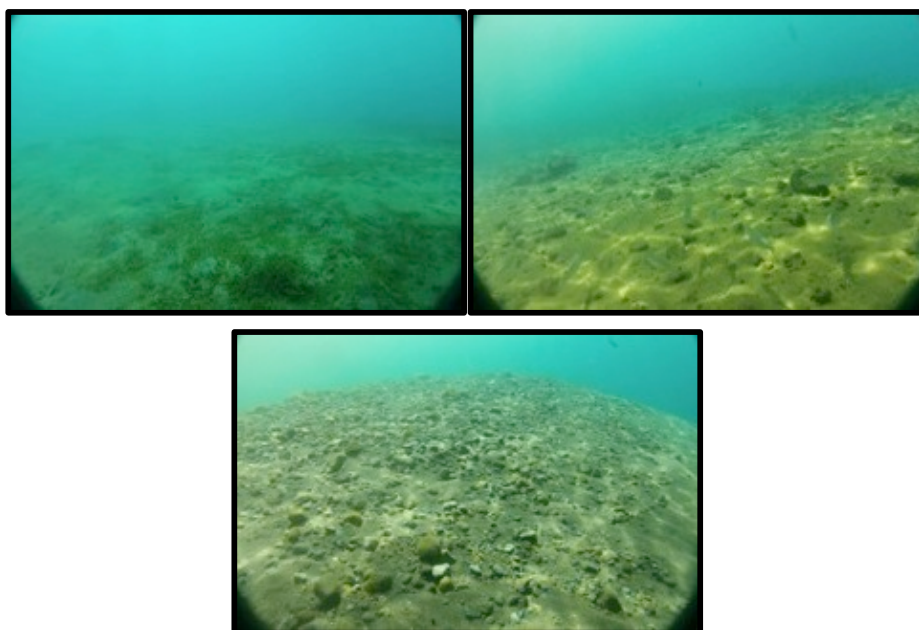


Figure 31 : illustrations des habitats sur la zone du futur ponton

Concernant les structures immergées, 1 filet et 2 pneus ont été observés en vidéo tractée sur les fonds de ce secteur.



Figure 32 : illustration d'une structure immergée recensée sur la zone concernée par le projet de ponton

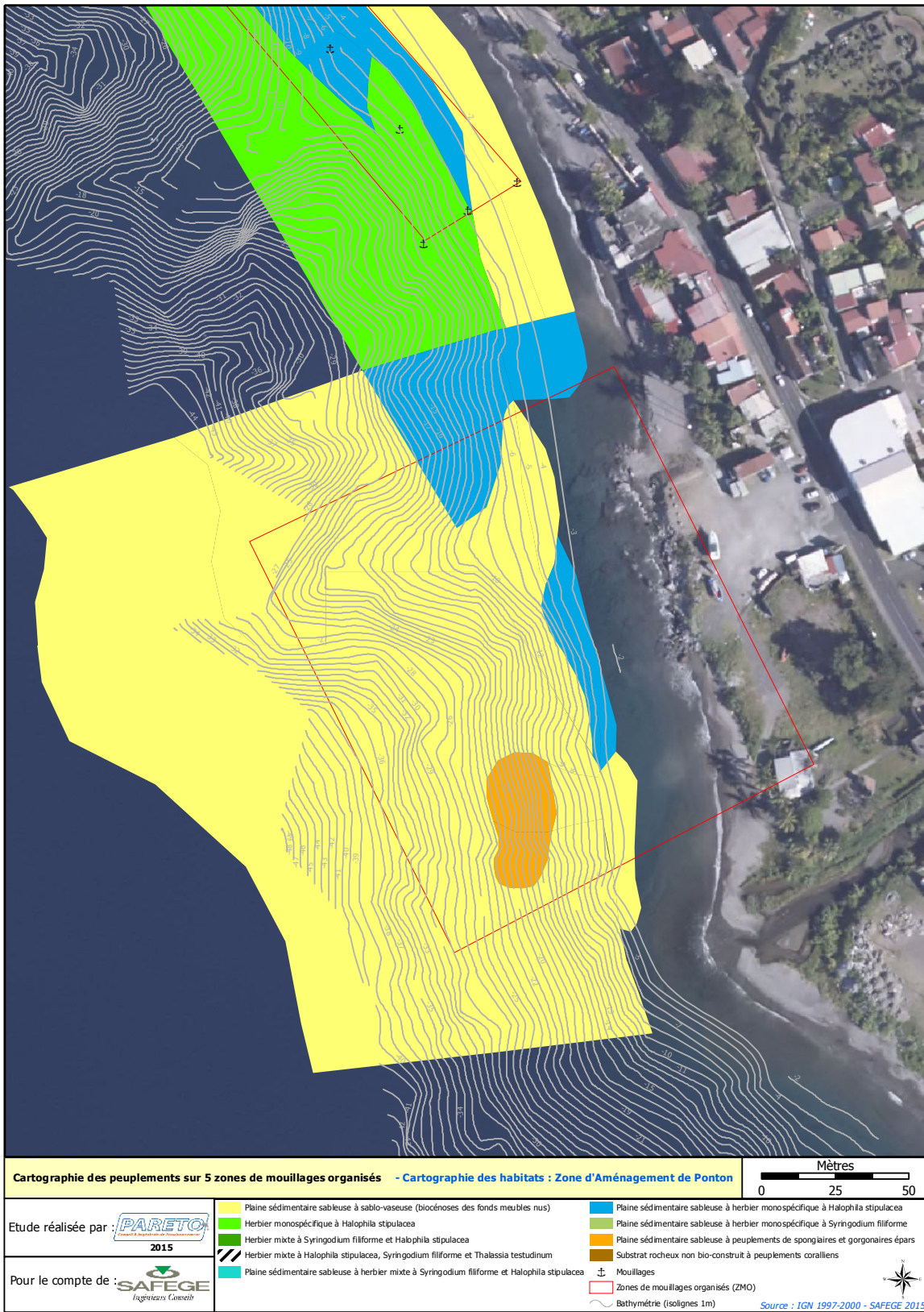


Figure 33 : Cartographie des habitats marins sur la zone du futur ponton

5 PHASE 3 : CARACTERISATION QUALITATIVE DES HABITATS ET DE LEUR ETAT DE SANTE

Conformément aux attentes de SAFEGE, les données concernant la composition et l'état de santé des habitats marins ont été collectées en plongée sous-marine sur **7 stations** (2 pour les communautés coralliennes, 1 pour les herbiers et 4 pour les structures immergées) lors d'une campagne unique en parallèle de la vidéo tractée.

Le choix des sites de plongée a été décidé suite aux observations faites sur les vidéos en fonction des habitats présentant la plus forte sensibilité aux futurs travaux.

5.1 LES COMMUNAUTES CORALLIENNES SUR LA ZONE DE QUARTIER DU FORT

La prospection en plongée sous-marine a été menée au niveau du tombant entre 17 et 23 mètres de profondeur. La Figure 34 illustre la succession des habitats observée.

Comme cela est décrit précédemment, 3 habitats se succèdent sur une courte distance avec ;

- 1) Herbier monospécifique à *Halophila stipulacea* (jusqu'à -15,8 m),
- 2) Substrat rocheux à peuplements de gorgonaires et spongiaires épars sur plaine sédimentaire (jusqu'à -18 m)
- 3) Tombant rocheux à peuplements coralliens non bio-construits (à partir de -18 m).

La zone explorée est caractérisée par des blocs rocheux dispersés sur la plaine sédimentaire avant le haut du tombant. Au niveau de ce dernier, la couverture corallienne est faible, estimée entre 10 et 15% de la couverture totale. La diversité d'espèces de coraux s'est révélée relativement importante avec une dizaine d'espèces principales relevées. Parmi elles, nous pouvons citer le corail-étoilé massif (*Montastrea cavernosa*), le corail-cerveau (*Colpophyllia natans*), plusieurs espèces de Porites (*Porites asteroides* et *Porites porites*), *Siderastrea spp.*, *Stephanocoenia spp.*, le corail méandreux (*Meandrina meandrites*), le corail-fleur doux (*Eusmilia fastigiata*) et 2 espèces de Madrace : le madrace jaune (*Madracis mirabilis*) et le madrace à dix-rayons (*Madracis decactis*). Une espèce de corail foliacé a été observé (*Agaricia sp.*).

Même si quelques colonies sont apparues blanchies, il n'a pas été constaté de maladies, de blanchissement massif et l'envasement est réduit. Il semble donc que le peuplement corallien présente un bon état de santé général.

Bien que remarquables, les coraux ne constituent pas les espèces dominantes, contrairement aux gorgonaires et aux spongiaires. Concernant ces dernières, les espèces dominantes sont les éponges baril géantes (*Xestospongia muta*), les éponges tubulaires jaunes (*Aplysina fistularis*), les éponges-vase rose (*Niphates digitalis*) et ramifiée (*Callyspongia vaginalis*), l'éponge balle jaune (*Cinachyra sp.*), l'éponge digitée verte (*Iotrochota birotulata*) et de nombreuses éponges encroûtantes telles que l'éponge orange givrée (*Mycale laevis*). Les gorgonaires sont représentées par 2 espèces principales : le corail fil de fer (*Cirripathes leutkeni*) et le corail noir buissonnant (*Antipathes sp.*).

Du point de vue ichtyologique, la faune « classique » des Antilles a été observée avec une abondance relativement importante. Les espèces dominantes sont les demoiselles bicolores (*Stegastes partitus*), les demoiselles grises (*Chromis multilineata*), les mombins (*Myripristis jacobus*), les gorettes (*Haemulon spp.*) et les perroquets princesse (*Scarus taeniopterus*). Parmi les espèces carnivores, citons la présence du mérou tanche (*Cephalopholis fulva*), la vieille de roche (*Cephalopholis cruentata*), le mérou de Nassau (*Epinephelus striatus*), le pagre vivaneau (*Lutjanus analis*) et le sarde queue jaune (*Ocyurus chrysurus*). Notons également la présence abondante du poisson-lion (*Pterois volitans*), espèce fortement invasive.

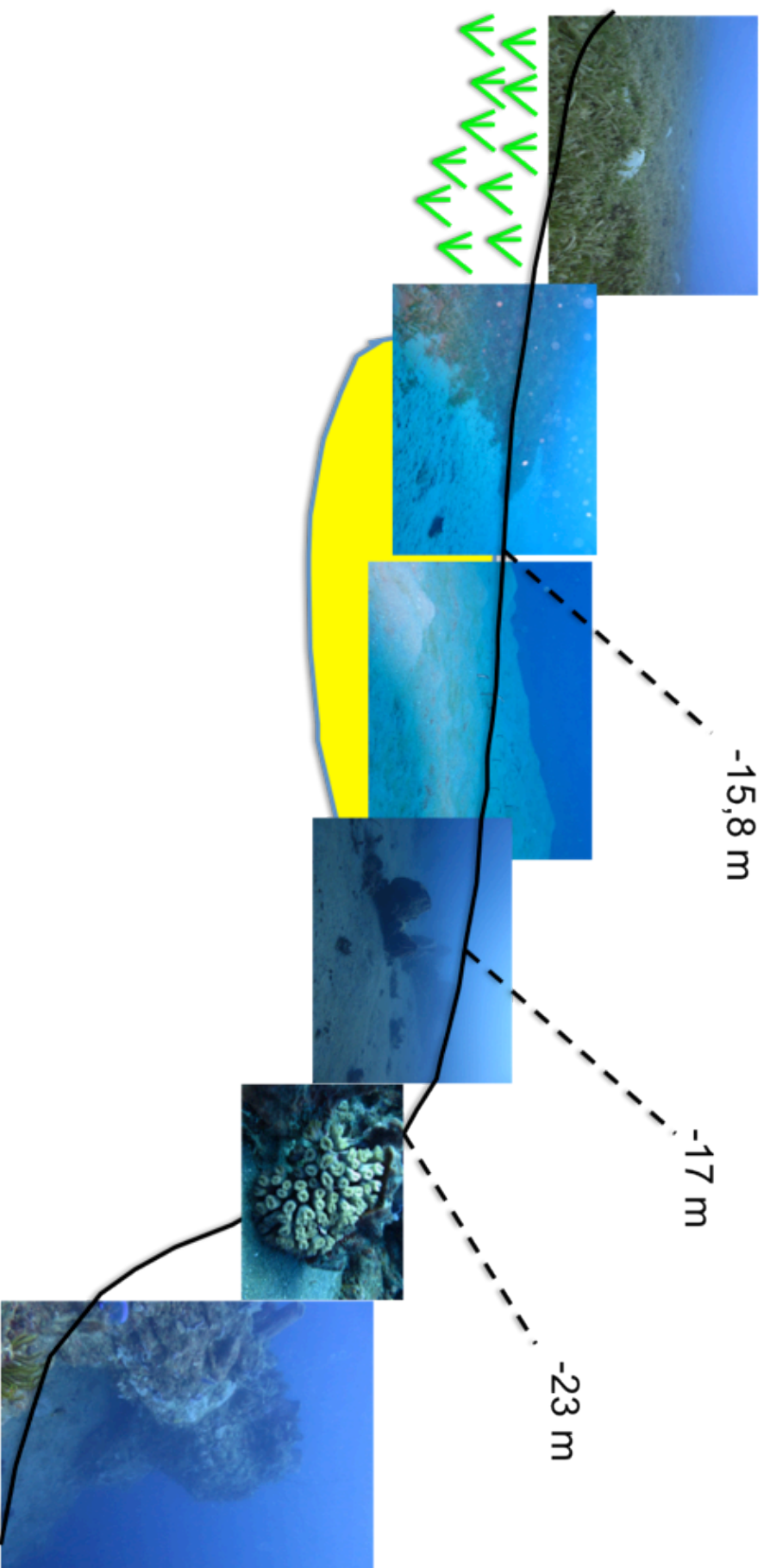


Figure 34 : Schéma de la stratification des habitats sur la zone de Quartier du fort entre -15 et -23 m

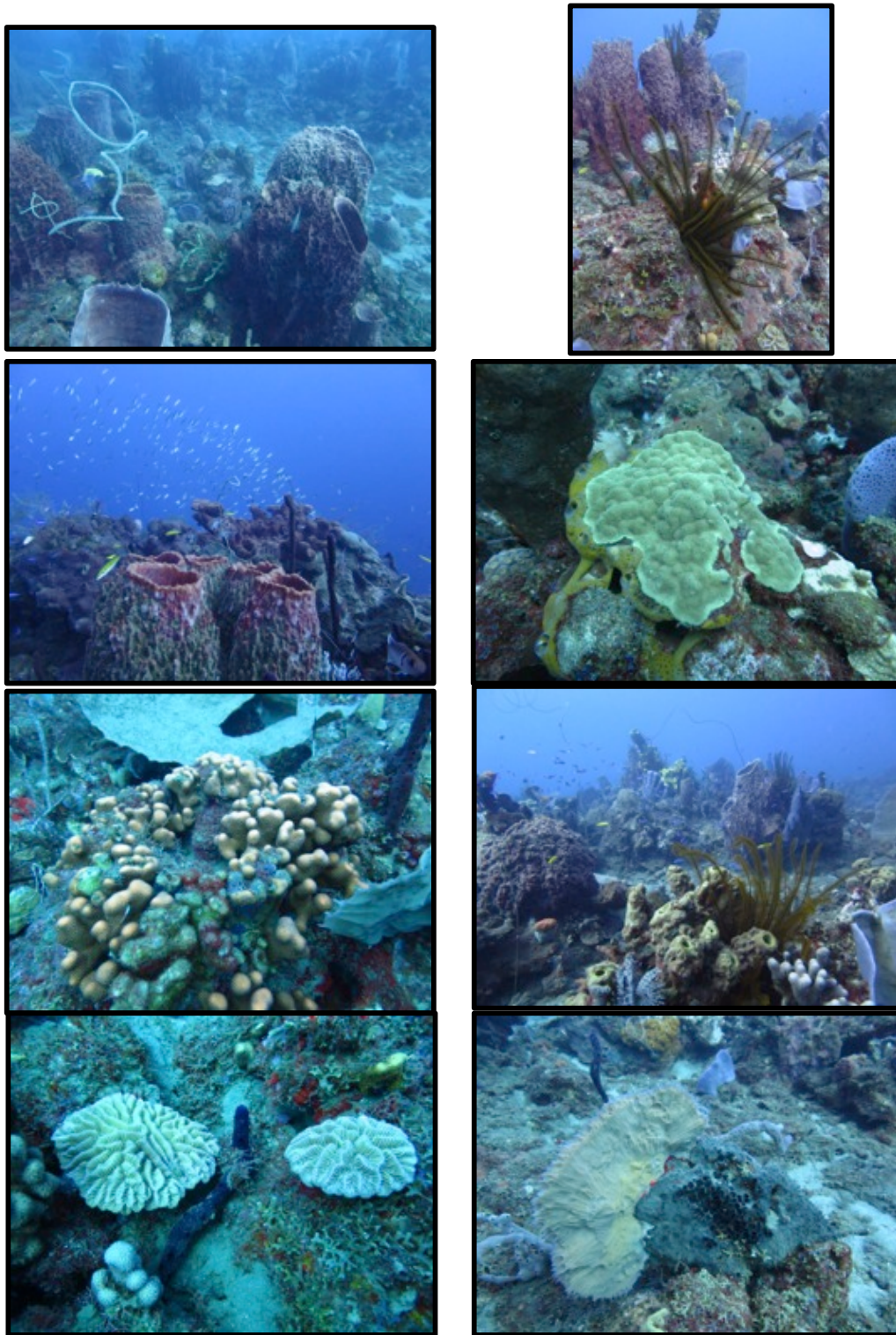


Figure 35 : Illustrations du peuplement corallien du tombant sur la zone de Quartier du Fort

5.2 LES COMMUNAUTES CORALLIENNES SUR LA ZONE « LE MOUILLAGE »

La station de suivi est positionnée au large de la ZMO « Mouillage », au niveau du tombant. Celui-ci démarre à -21 mètres. Le substrat de la station est constituée par un fond sableux légèrement envasé sur lesquels des blocs rocheux et des galets sont colonisés par les spongiaires et les gorgonaires.

Le milieu est assez similaire au site décrit précédemment avec une succession des habitats : herbier d'*Halophila stipulacea* / pente sédimentaire sableuse nue / substrat rocheux à peuplements de gorgonaires et spongiaires épars sur plaine sédimentaire et tombant rocheux à peuplements coralliens.

Concernant les peuplements associés, les spongiaires (*Xestospongia spp.*) et les gorgonaires (*Antipathes sp.*) sont également dominants par rapport aux coraux. Ces derniers semblent moins diversifiés en nombre d'espèces et en recouvrement (entre 5 et 10%) avec une dominance des espèces telles que *Siderastra spp.*, *Agaricia spp.* et *Meandrina spp.* Quelques colonies de *Stephanocoenia sp.* ont également été recensées.

Les macroalgues sont importantes en terme de recouvrement avec une pré-dominance de *Dictyota sp.*, associée ponctuellement à l'algue verte *Avrainvillea sp.*

Notons la présence de nombreuses structures artificielles immergées sur cette zone : piles de pont en béton, plaques de bétons posés sur la plaine sédimentaire, etc.



Figure 36 : Illustrations des caractéristiques du peuplement corallien du tombant sur la zone de « Mouillage »

5.3 LES HERBIERS A *HALOPHILA STIPULACEA*

Les prospections en plongée sous-marine sur les herbiers à *Halophila stipulacea* ont été faites en différents endroits afin de voir si une différence de composition/nature était observée. Il s'avère, qu'hormis la limite bathymétrique inférieure, aucune différence n'a été constatée entre le secteur de Saint-Pierre et du Carbet.

Comme nous l'avons dit précédemment, l'herbier monospécifique à *Halophila stipulacea* constitue le peuplement majoritaire, en terme de superficie sur les 2 secteurs d'étude et sur les 5 Zones de Mouillages Organisés. Il se présente généralement sous forme d'une prairie homogène, avec un recouvrement de 80 à 100% du substrat.

Dès lors que la profondeur est trop importante et la luminosité réduite, la prairie dense se transforme soit en « patches » d'herbiers denses, entrecoupés de zones sédimentaires sableuses, soit sous forme d'une prairie éparse homogène avec une densité de faisceaux très faible.

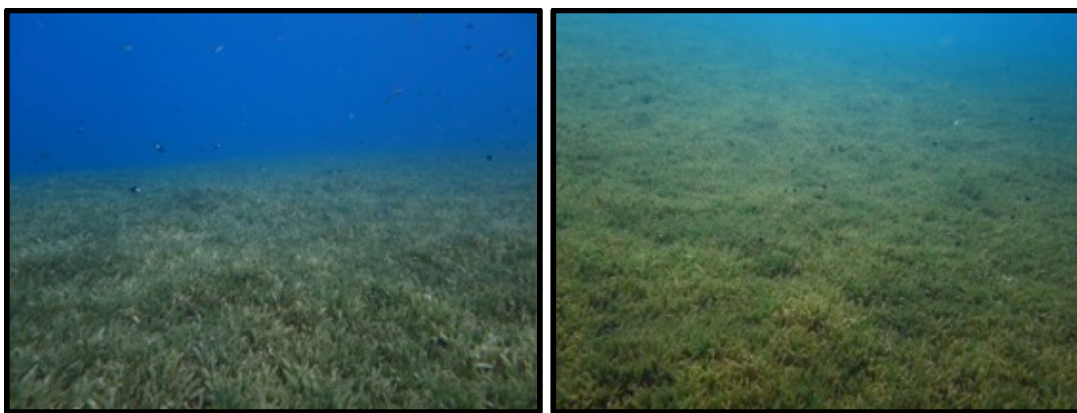


Figure 37 : Prairie dense à *Halophila stipulacea*

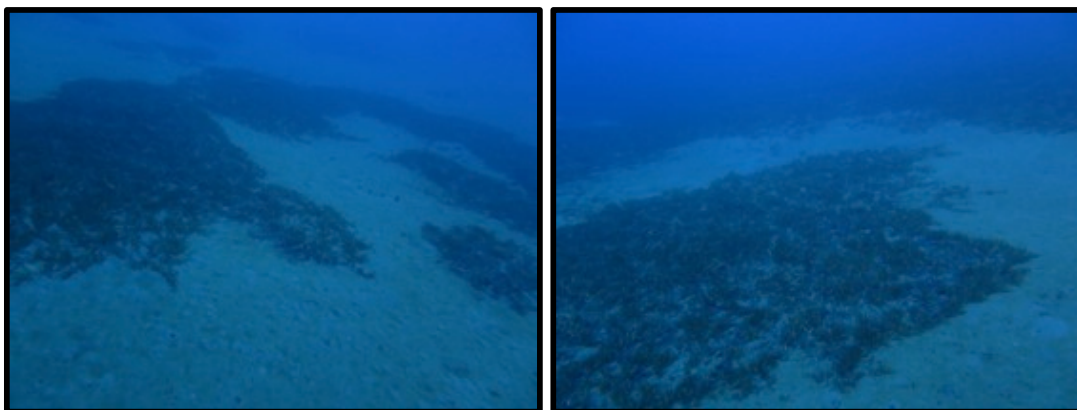


Figure 38 : Prairie éparse à *Halophila stipulacea* en limite bathymétrique inférieure de répartition

Au vu de nos observations en plongée et avec la vidéo tractée, il semblerait que la limite de répartition de l'espèce invasive *Halophila stipulacea* se situe aux alentours de 25-28 mètres.

Concernant les espèces associées à cet herbier, il faut noter que les espèces ichtyologiques sont plus nombreuses que les espèces benthiques. En effet, hormis les étoiles de mer communes, quelques spécimens d'holothuries pointillées (*Isostichopus badionotus*), d'oursins blancs (*Tripneustes ventricosus*) et 2 individus de lambis (*Strombus gigas*), la macrofaune au sein des herbiers est assez peu diversifiée et abondante. A l'inverse, il semble que l'herbier à *Halophila* procure un abri pour une cohorte importante de juvéniles de poissons : perroquets princesse, girelles tête jaune, girelle front jaune, chirurgiens, gorettes, etc.



Figure 39 : Macrofaune observée sur l'herbier à *Halophila stipulacea*

5.4 LES HERBIERS MIXTES A *SYRINGODIUM FILIFORME*, *HALOPHILA STIPULACEA* (ET *THALASSIA TESTUDINUM*)

Les herbiers mixtes à *Syringodium filiforme* et *Halophila stipulacea* sont exclusivement situés sur le secteur du Carbet, plus précisément sur la ZMO « Le Coin ». Ce peuplement est localisé sur une tranche bathymétrique assez restreinte, entre -10 et -15 m de profondeur.

Les herbiers mixtes de *S. filiforme* et *H. stipulacea* se caractérisent par une strate courte et dense pour *Halophila*, tandis que les faisceaux de *Syringodium* peuvent présenter des longueurs variables.

Peu d'espèces macrobenthiques animales et végétales ont été observées dans ce type d'herbier.

Seules quelques espèces de poissons ont été observées au niveau de l'herbier : demoiselles bicolores (*Stegastes partitus*) et gorettes (*Haemulon spp.*) en bancs assez importants. Un individu de petit diodon (*Diodon holocanthus*) a été observé entre les faisceaux de *Syringodium filiforme*.

Il semble visuellement que les herbiers mixtes présentent une faune ichtyologique plus abondante que les herbiers monospécifiques à *H. stipulacea* du fait d'une sous-strate plus développée (du fait des longs faisceaux de *Syringodium*), offrant plus d'abris que le tapis monospécifique court des faisceaux d'*Halophila stipulacea*.



Figure 40 : Illustration des herbiers mixtes à *S. filiforme* et/ *H. stipulacea*

La présence de *Thalassia testudinum*, associée aux 2 précédentes espèces, est localisée sur une superficie très réduite à l'ouest de la cage aquacole de la ZMO « Le Coin ». Cette espèce est donc très peu présente. Les faisceaux de *Thalassia testudinum* sont apparus en bon état, peu broutés et peu épiphytés. Une espèce algale a été observée en proportion importante, le pénicille brosse boule (*Penicillus dumetosus*).

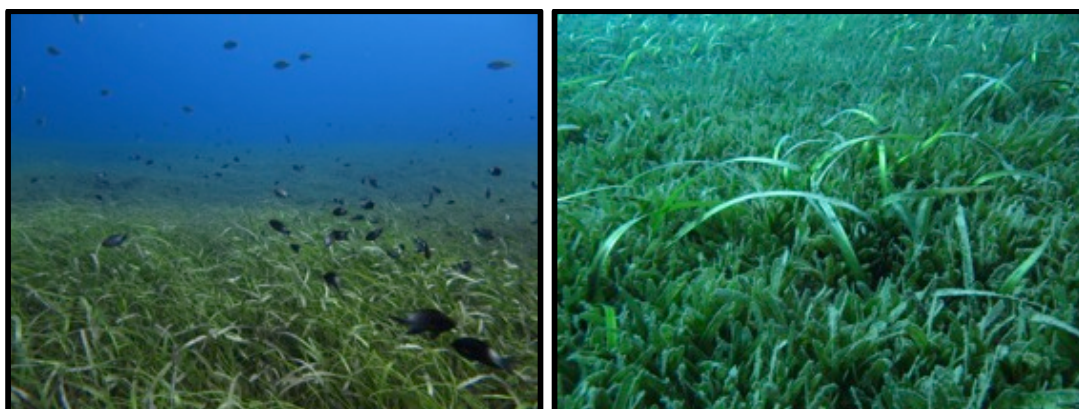


Figure 41 : Illustration de la présence de *T. testudinum* au sein des herbiers s à *H. stipulacea* et *S. filiforme*

5.5 LES STRUCTURES ARTIFICIELLES ABANDONNEES IMMERGEEES

Toutes les structures artificielles immergées n'ont pas été recensées et caractérisées en plongée. Il a été choisi de présenter les plus représentatives et susceptibles d'intéresser le Maître d'Ouvrage dans le cadre de la pose des mouillages de plaisance.

5.5.1 Sculpture sous-marine « Manman d'lo »

Une prospection a été menée sur la sculpture sous-marine immergée sur la ZMO « Mouillage » (station n°4, cf. carte d'échantillonnage). Il s'agit d'une œuvre réalisée par le sculpteur martiniquais Laurent Valère et installée en 2004 dans la baie de Saint-Pierre. Ce sont en fait 2 blocs de roche de près de 20 tonnes qui reposent sur un fond d'herbiers à *H. stipulacea* : la partie principale représente un visage regardant vers la surface et la seconde une queue de sirène qui plonge dans le sol.

La partie principale de la sculpture est finalement peu colonisée avec principalement des colonies coralliennes de petite taille (< 20 cm). Les espèces observées sont : *Meandrina meandrites*, *Porites asteroides*, *Dichocoenia stokesii*, *Orbicella faveolata* et *Siderastrea spp.*, Le corail de feu *Millepora sp.* est également présent sur le haut de la structure.

Les algues sont anormalement peu abondantes compte tenu de la surface nue, avec un turf algal peu développé et la présence de perles de mer (*Ventricaria sp.*). Il est probable qu'un anti-fouling ait été posé sur cette sculpture car, juste à côté, un mouillage abandonné présente une couverture biotique bien plus importante.

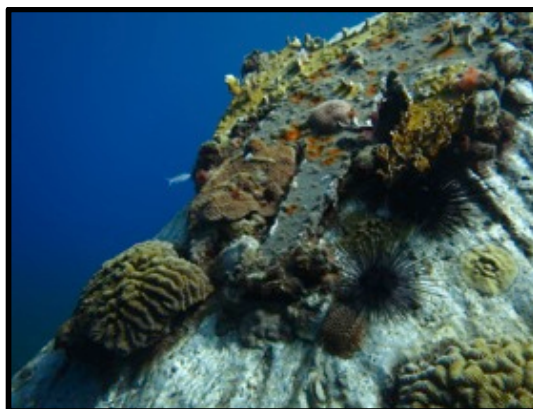
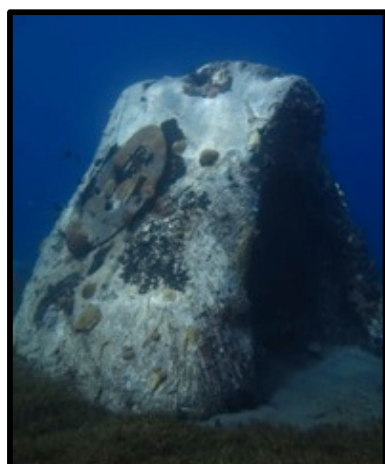


Figure 42 : Illustration de la statue Maman d'Lo et des espèces associées

La sculpture joue toutefois un rôle de concentrateur de poissons avec une abondance et une diversité bien supérieure à celle observée normalement sur un herbier de ce type. Des bancs castagnoles grises (*Chromis multilineata*), de gorettes or-argent (*Haemulon chrysargyreum*), sergent-majors (*Abudefduf saxatilis*) et cardinaux-blanc (*Holocentrus ascensionis*) ont notamment été recensés. Les autres espèces annexes observées sont les chirurgiens bleus (*Acanthurus coeruleus*), les poissons-trompettes (*Aulostomus maculatus*), les gorettes jaunes (*Haemulon flavolineatum*). Un individu de diodon de roche (*Diodon hystrix*) et de poisson ange caraïbes (*Holacanthus tricolor*) ont été observés à proximité.



Figure 43 : Illustration des espèces de poissons observées autour de la sculpture Maman d'Lo

5.5.2 Epaves et structures de bâtiment

Une épave d'un gros véhicule a été prospectée en plongée sous-marine sur le **secteur de Quartier du Fort**, sur de faibles profondeurs (-3 m) à proximité de la côte (station n°6, cf. carte d'échantillonnage).

L'épave est, en terme de peuplements colonisants, assez représentative des structures immergées sur de faibles profondeurs avec :

- Une couverture en turf algal importante, associé à de l'ensablement;
- Une couverture corallienne très réduite à quelques colonies de *Siderastrea spp.* et *Meandrina meandrites* ;
- Une dominance de spongiaires, corail de feu (*Millepora sp.*) et d'hydrides ;
- Des densités importantes en poissons-lion (*Pterois volitans*) avec parfois 10 individus/m².
- Un accroissement de la densité de poissons par rapport aux zones alentours, dominée par les gorettes, les demoiselles, les cardinaux blancs et les sergents-majors.

Sur cette épave en particulier, une densité importante de langoustes (*Panulirus guttatus*), aussi bien adultes que juvéniles a été observé sous les surplombs de l'épave.

Enfin, il semble que ces structures permettent l'implantation d'espèces telles que les murènes (*Gymnothorax moringa*) ou les poissons-scorpions (*Scorpaena plumieri*).

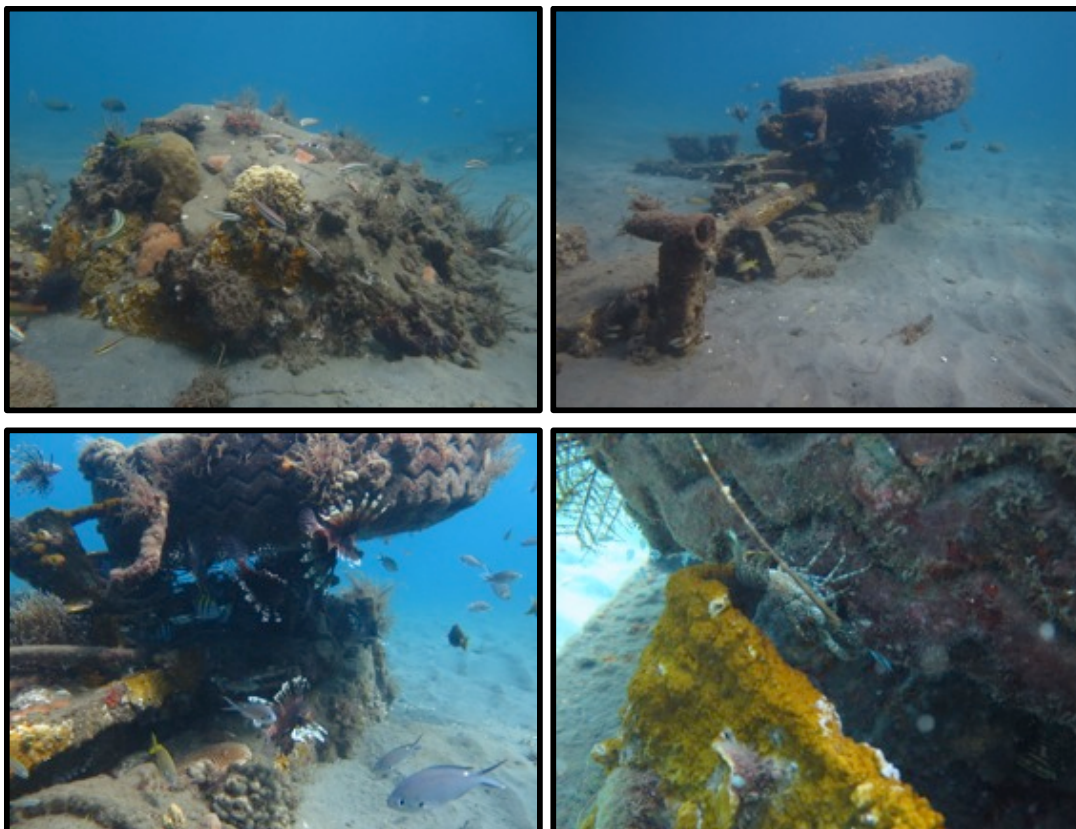


Figure 44 : Illustration d'une épave sur le secteur de Quartier du Fort

Sur la ZMO « Poudrière », de nombreuses structures ont été observées en vidéo tractée et en plongée (station n° 5, cf. carte d'échantillonnage), en bordure du haut de tombant, sur des fonds sableux ou sablo-vaseux. Il semblerait qu'il s'agisse d'épaves de véhicules, de navires et de structures en béton.

Du fait des profondeurs plus importantes que l'épave décrite précédemment (entre -18 et -22 m) et de leur positionnement sur une zone de sable, les structures sont beaucoup moins recouvertes par les coraux et les éponges. Un tuf algal recouvre complètement les structures et seules quelques éponges tubulaires blanches non identifiées sont présentes, formant des petits amas ponctuellement. Les quelques colonies coralliennes observées appartiennent au genre *Siderastrea*. Quelques coraux fil de fer (*Antipathes spp.*) sont présents également.

Ces structures du fait de leur surplomb, failles et interstices constituent des habitats pour des espèces telles que les murènes, les mombins (*Myripristis jacobus*) et les poissons-lion (*Pterois volitans*).

Les autres espèces de poissons observées ne sont pas affiliées à ce type de structures et la présence de roches coralliennes à proximité directe expliquent leur présence : gorettes dorées (*Haemulon aurolineatum*), tanches (*Cephalopholis fulva*) et quelques pagres indéterminés (*Lutjanus spp.*)

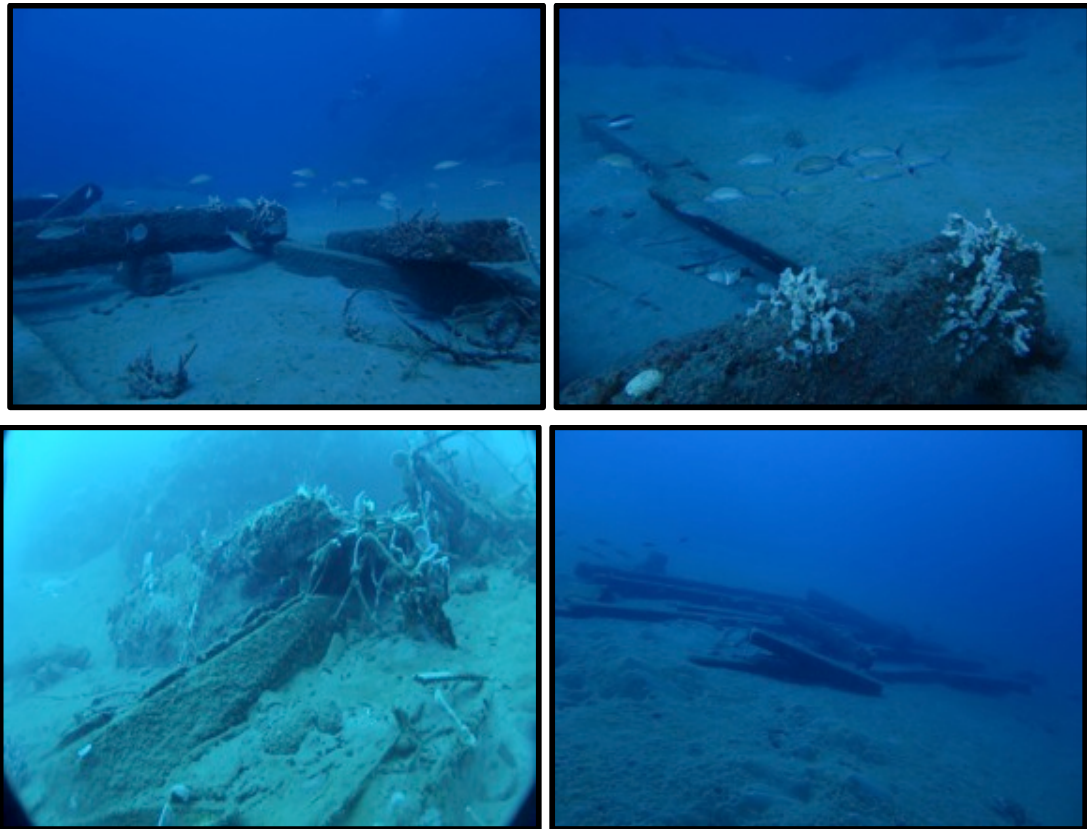


Figure 45 : Illustration d'épaves sur le secteur de Poudrière

5.5.3 Mouillages et ancrages

De très nombreux mouillages et ancrages sont présents sur le secteur du Carbet sur les ZMO « Le Coin » et « Grande Anse ». Les mouillages illustrés ci-dessous ont été observés sur les stations 1, 2 et 3 en plongée sous-marine, à proximité des cages aquacoles (cf. carte d'échantillonnage). De nombreux ancrages sont utilisés autour de la ferme pour la stabiliser, aussi bien des corps morts que des ancres à vis.



Figure 46 : Illustration des différents ancrages, mouillages autour de la cage aquacole

Il apparaît que :

- La colonisation par les espèces benthiques des corps-morts est très fluctuante selon leur date d'immersion et le matériau employé ;
- Les corps morts ont un effet « concentrateur de poissons » similaire à des roches coralliennes ;
- Les communautés de poissons observées autour des corps morts sont celles observées généralement sur les roches coralliennes et non sur les herbiers aux alentours.

Les principales espèces recensées (en terme d'abondance) sur les corps morts et mouillages sont les gorettes (*Haemulon spp.*), les cardinaux blancs (*Holocentrus ascensionis*) et les poissons-lions (*Pterois volitans*), ainsi que quelques sergents majors (*Abudefduf saxatilis*) et chirugiens bleus (*Acanthurus coeruleus*).



Figure 47 : Gorettes charbonnées (gauche), banc de cardinaux blancs (droite) et poissons-lion (centre) observés à proximité des mouillages et ancrages sur le secteur du Carbet

6 PHASE 4 : SYNTHÈSE ET ANALYSE

Les principales informations collectées dans le cadre de l'étude ont été reportées sur des cartes thématiques de synthèse et des graphiques synthétiques traitant des 2 thématiques suivantes :

- **La localisation des principaux habitats :**

L'analyse a été réalisée sur la base des données collectées sur le terrain. Les résultats sont synthétisés sur 6 cartes thématiques « cartographie des habitats » (une par ZMO+ponton).

- **La sensibilité écologique :**

Elle a été pré-établie sur la base des informations intrinsèques concernant les habitats marins.

La vocation de cette analyse synthétique est de présenter au porteur de projet les principaux enjeux d'ordre biologique à prendre en considération dans l'intégration environnementale de son projet. Il est ainsi présenté ci-dessous des éléments relatifs au milieu naturel comme outils d'aide à la décision.

6.1 CARTOGRAPHIES DE SYNTHÈSE DES HABITATS

Les informations collectées sur le terrain ont permis de déterminer la nature et la répartition spatiale des principaux habitats marins présents sur le secteur d'étude.

La synthèse de ces informations est présentée sur les cartes suivantes:

- Cartographie illustrée des habitats sur la Zone « Le Coin » ;
- Cartographie illustrée des habitats sur la Zone « Grande Anse » ;
- Cartographie illustrée des habitats sur la Zone « Le Mouillage » ;
- Cartographie illustrée des habitats sur la Zone « Poudrière » ;
- Cartographie illustrée des habitats sur la Zone « Quartier du Fort » ;
- Cartographie illustrée des habitats sur la Zone d'aménagement du futur ponton.

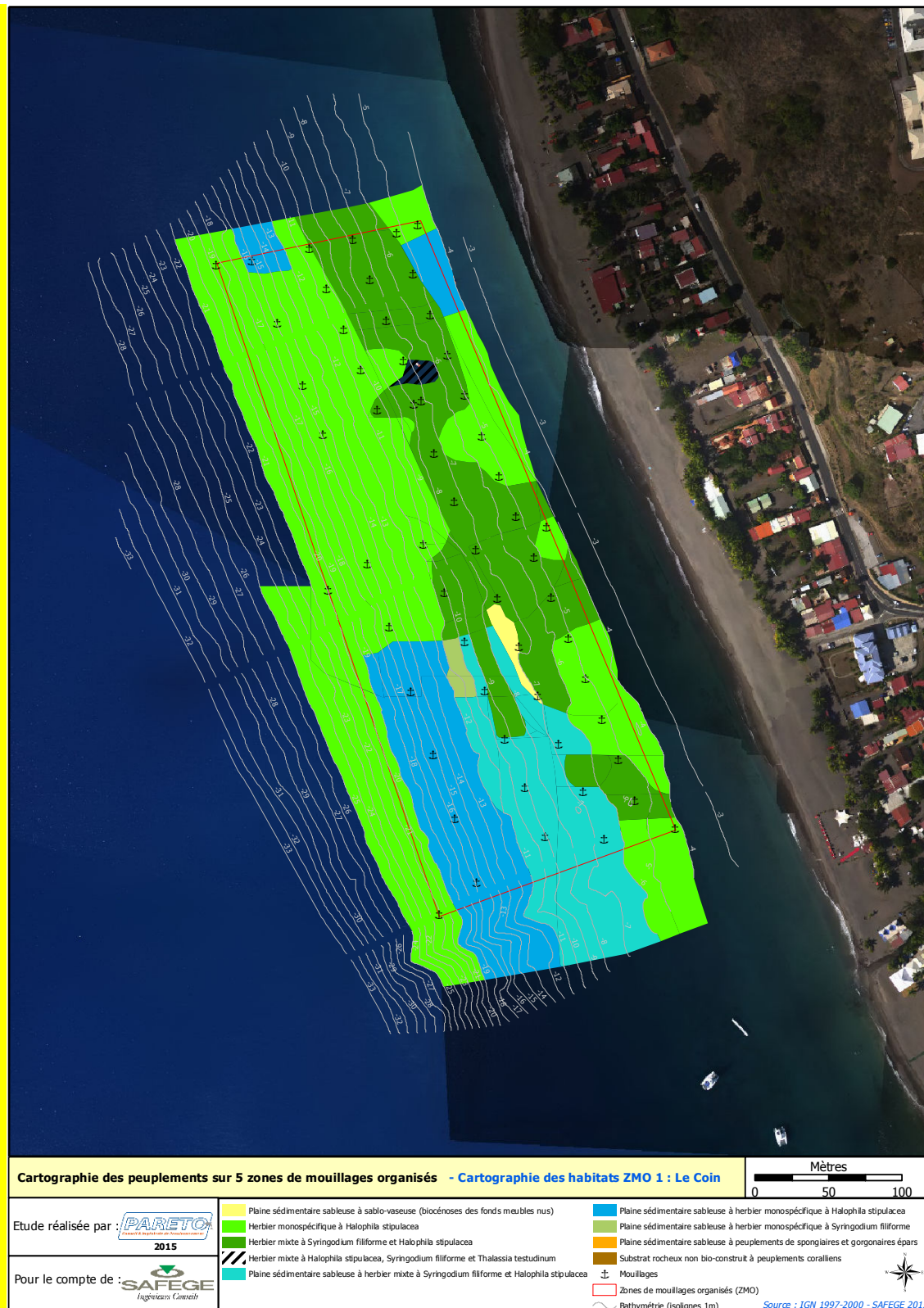


Figure 48 : carte de synthèse illustré des habitats marins de la ZMO « Le Coin »



Figure 49 : carte de synthèse illustré des habitats marins de la ZMO « Grande Anse »

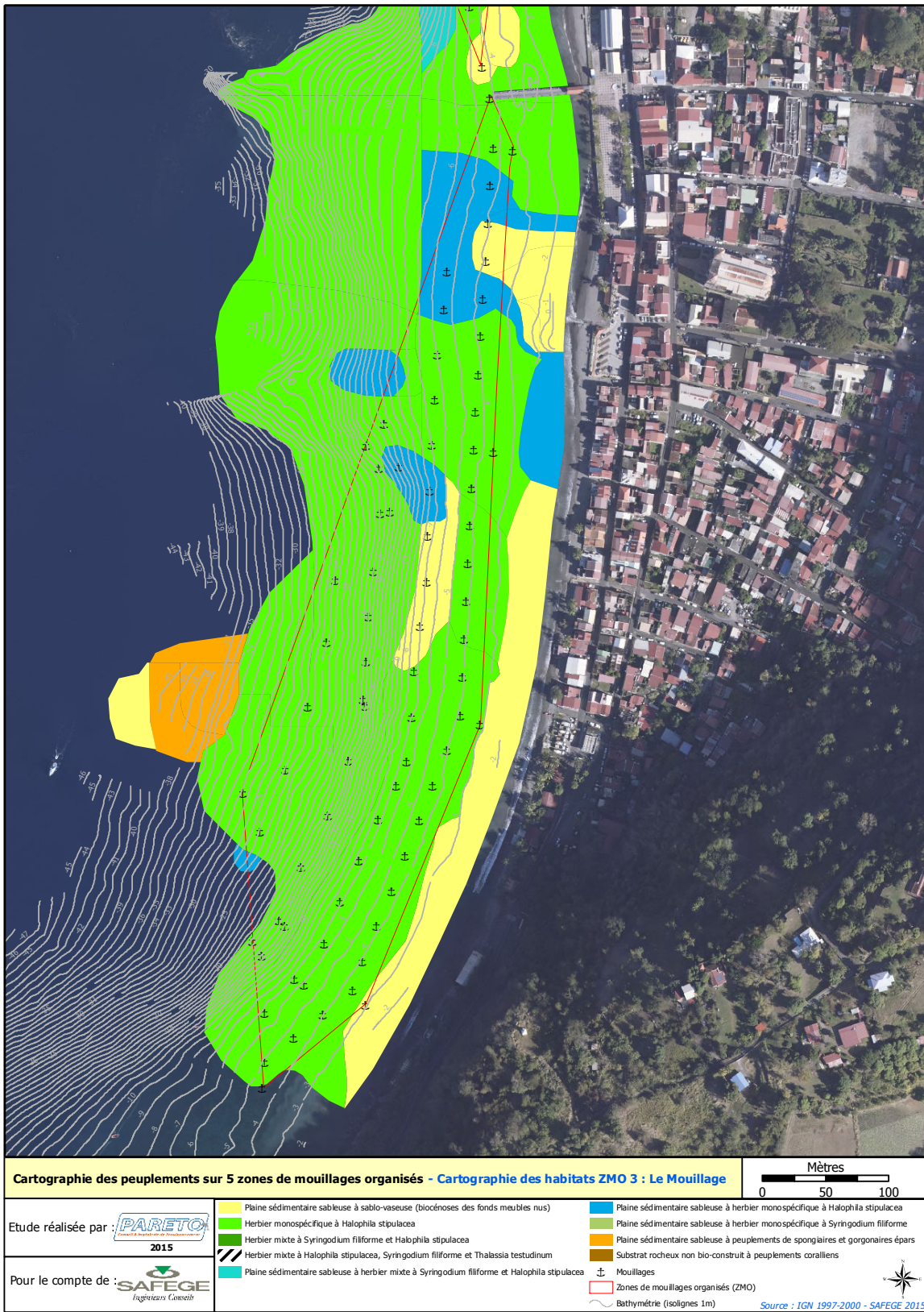


Figure 50 : carte de synthèse illustré des habitats marins de la ZMO « Le Mouillage »

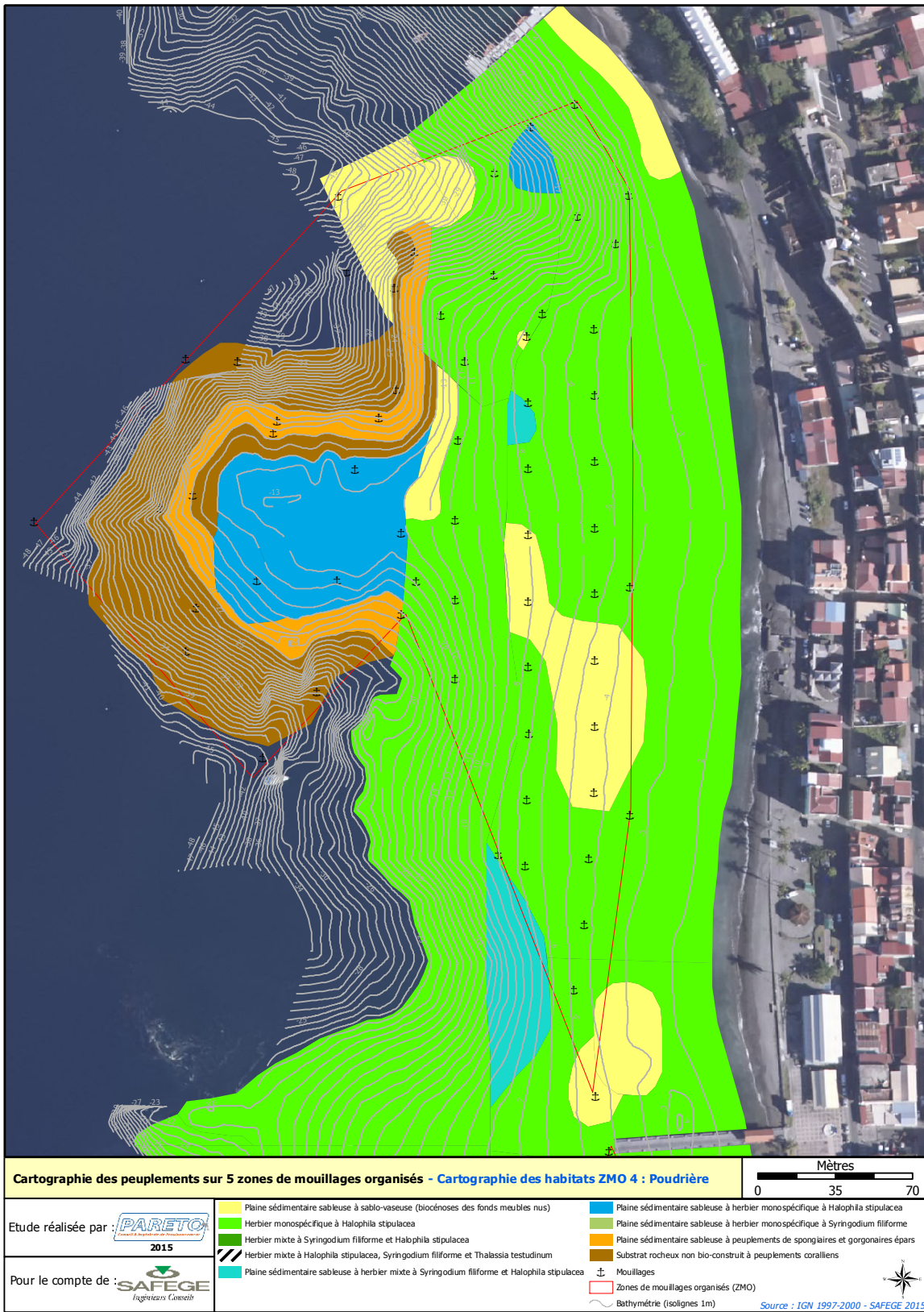


Figure 51 : carte de synthèse illustré des habitats marins de la ZMO « Poudrière »

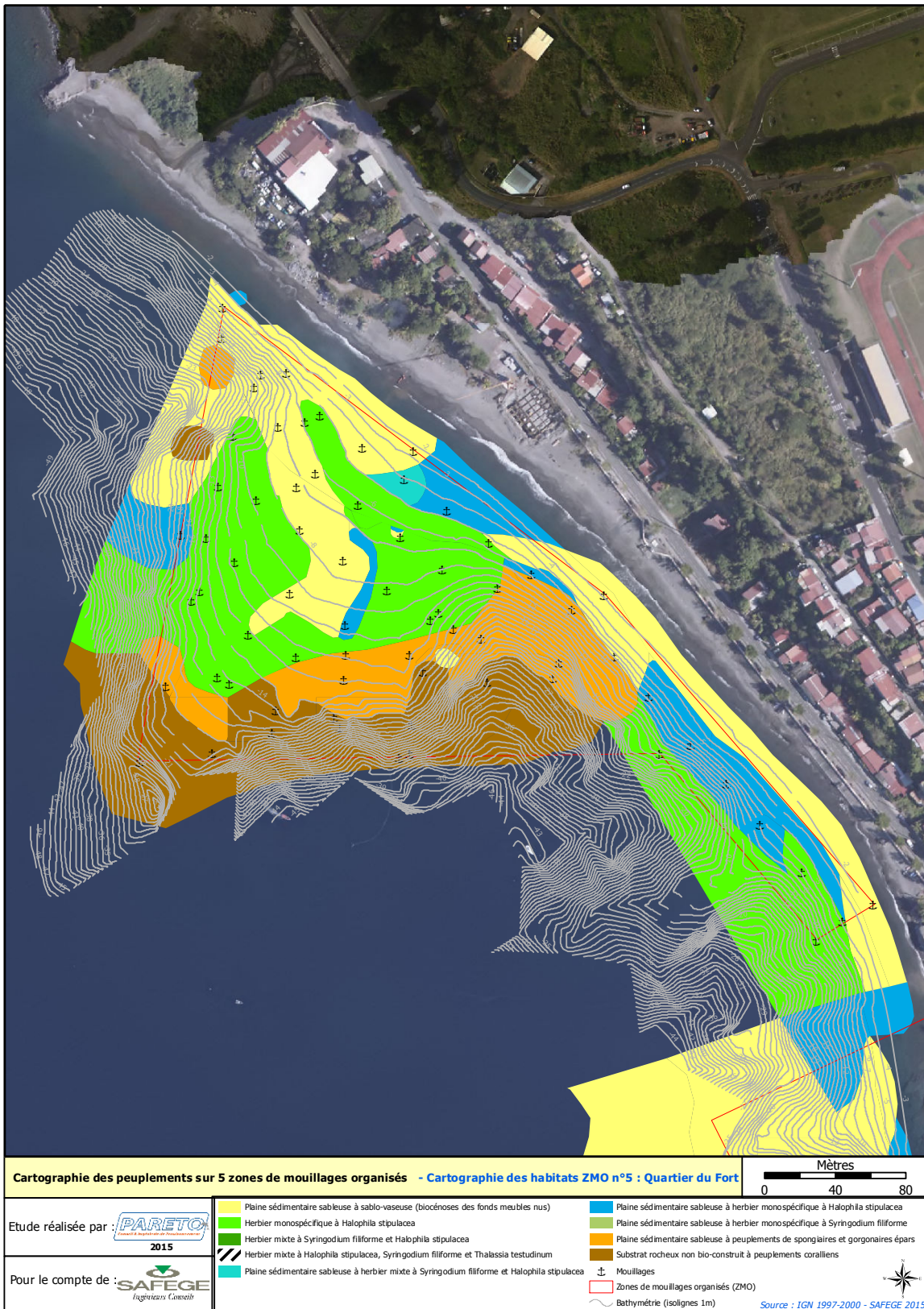


Figure 52 : carte de synthèse illustré des habitats marins de la ZMO « Quartier du Fort »

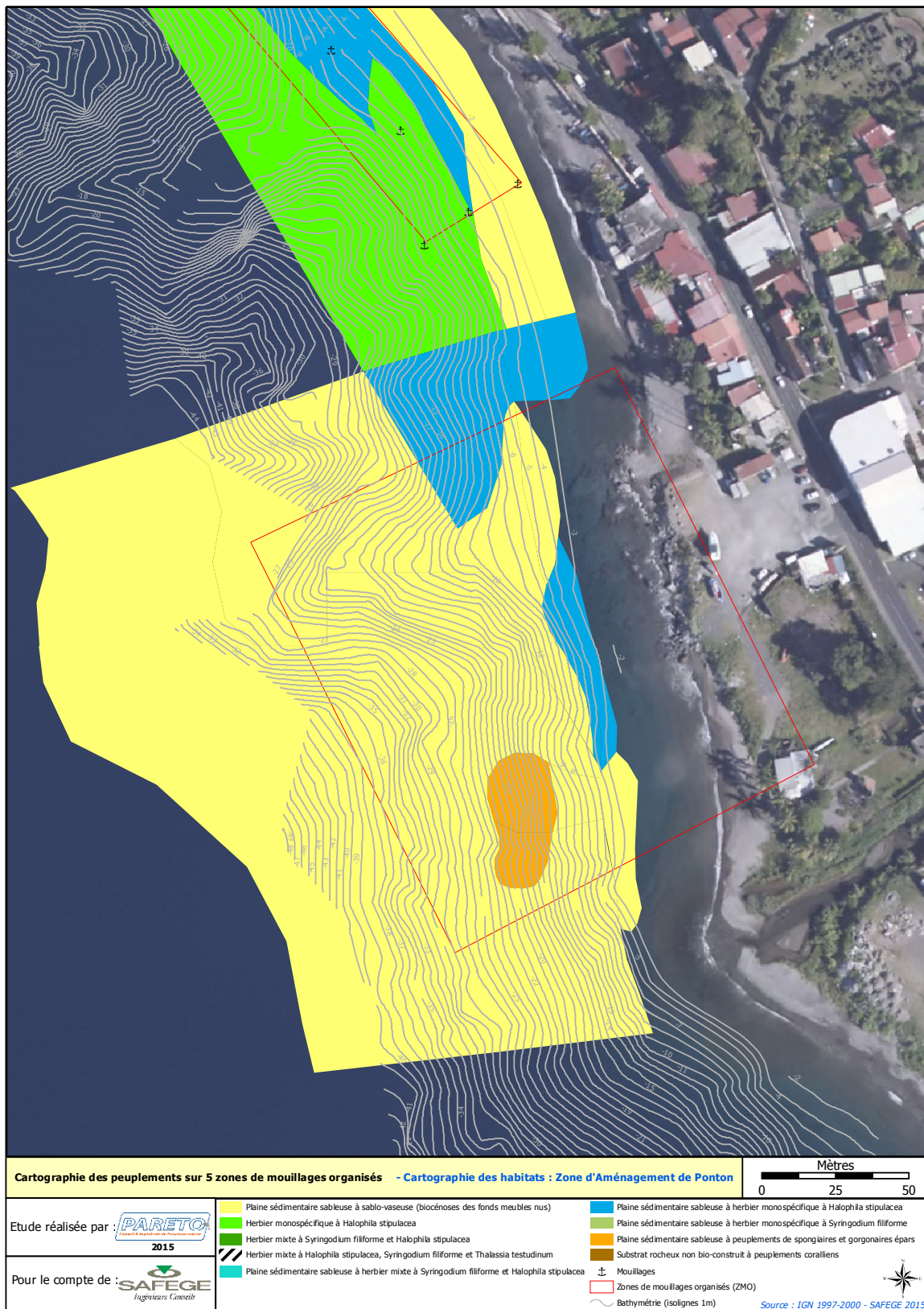


Figure 53 : carte de synthèse illustré des habitats marins de la zone du futur ponton

Tableau 2 : Synthèse des habitats et des espèces selon la Zone de Mouillage Organisé

Type d'habitat							Espèces présentes (hors espèces structurantes)
	ZMO 1	ZMO 2	ZMO 3	ZMO 4	ZMO 5	Ponton	
Plaine sédimentaire sableuse à sablo-vaseuse	X	X	X	X	X	X	-
Herbier monospécifique à <i>Halophila stipulacea</i>	X	X	X	X	X		Oursin blanc
Herbier mixte à <i>Syringodium filiforme</i> et <i>Halophila stipulacea</i>	X						Holothurie pointillée
Herbier mixte à <i>Syringodium filiforme</i> , <i>Halophila stipulacea</i> et <i>Thalassia testudinum</i>	X						Poisson lion
Plaine sédimentaire sableuse à herbier mixte à <i>Syringodium filiforme</i> et <i>Halophila stipulacea</i>	X				X		Juveniles de poissons (demoiselles et gorettes)
Plaine sédimentaire sableuse monospécifique à <i>Halophila stipulacea</i>	X	X	X	X	X	X	Lambi
							Diodon
							Serpentine
							Peuplement globalement peu diversifié
							Etoile de mer commune
							Holothurie pointillée
							Peuplement peu diversifié

Plaine sédimentaire sableuse monospécifique à <i>Syringodium filiforme</i>	X						Etoile de mer commune Peuplement très peu diversifié
Plaine sédimentaire sableuse à peuplements de spongiaires et gorgonaires éparses			X*	X	X	X	Gorgone plume Eponges encroûtantes Corail de feu Peuplement corallien et de poissons moyennement diversifié
Substrats rocheux à peuplements coralliens				X	X		Gorgone fil de fer, corail noir Corail-étoilé, Corail-cerveau, Corail foliacé, éponges baril, tubulaires, digitées Peuplement diversifié et abondant de coraux, gorgones et poissons

6.2 SENSIBILITE ECOLOGIQUE

L'analyse de la sensibilité écologique prend en compte les caractéristiques biologiques des habitats vis à vis de l'impact physique engendré par la pose de mouillages en phase travaux mais aussi par les apports indirects dus aux navires de plaisance (rejets d'eaux grises ou noires).

La sensibilité des récifs coralliens aux variations de concentrations en nutriments et de germes bactériens dans les eaux marines a été largement mise en évidence au cours des 40 dernières années et ce à de multiples niveaux, que ce soit à l'échelle des organismes ou du réseau trophique. L'enrichissement en éléments nutritifs et en germes bactériens affecte les taux de croissance des coraux, leur reproduction et le recrutement de juvéniles. Plus récemment, des études ont montré qu'un accroissement en nutriments pouvait favoriser la propagation des maladies coralliennes comme la maladie de la bande noire et menacer la survie des colonies (Voss & Richardson, 2006). **Les récifs coralliens présentent donc une sensibilité forte.**

Concernant les herbiers de phanérogames marines, l'espèce *Thalassia testudinum* est jugée résistante aux stress environnementaux mais **sensible aux pollutions organiques et à l'hypersédimentation**. En tant qu'habitat, les herbiers à *Thalassia* hébergent une faune et une flore

épiphyte et une faune mobile importante, comprenant notamment des espèces d'intérêt commercial. L'espèce ***Thalassia*** présente une sensibilité forte, d'autant plus que celle-ci n'est plus présente que sur de très faibles superficies du secteur d'étude.

L'espèce *Syringodium filiforme* est une espèce plus opportuniste, moins résistante mais se réimplantant plus rapidement. **Ainsi les herbiers mixtes (quel que soit leur niveau de fragmentation) ou monospécifiques à *S. filiforme* sont considérés comme moyennement sensibles, en tant qu'habitat.**

Malgré le fait que l'espèce ***Halophila stipulacea*** soit une espèce invasive reconnue, aux forts pouvoirs colonisateurs (sensibilité *a priori* nulle) elle joue un rôle structurant en tant qu'abri pour plusieurs espèces de macro-invertébrés et de poissons. Ainsi, les herbiers à *Halophila stipulacea* **peuvent être considérés comme faiblement sensibles.**

Enfin, **les zones de sable nu mobile**, soumis aux courants, sont peu colonisées en surface et se caractérisent uniquement par des peuplements endogés de substrats meubles. Elles **sont jugées en sensibilité négligeable.**

On observe ainsi :

- **Une sensibilité très faible** sur :
 - Les zones de sable nu.
- **Une sensibilité faible** sur :
 - Les zones d'herbiers monospécifiques à *Halophila stipulacea* ;
- **Une sensibilité moyenne** sur :
 - Les zones d'herbiers monospécifiques à *S. filiforme* et mixtes à *S. filiforme* et *Halophila stipulacea*. La sensibilité est identique malgré des degrés de fragmentation des herbiers différents. C'est la nature même des espèces qui définit la sensibilité.
 - Les substrats rocheux (plus ou moins ensablés) à peuplements de gorgonaires.
- **Une sensibilité forte** sur :
 - Les zones rocheuses à peuplement corallien (tombant).
 - Les zones d'herbiers mixtes constitués accessoirement de *Thalassia testudinum* du fait de son importance écologique sa raréfaction en terme de superficie à l'échelle de la façade Caraïbe.

Les 2 cartes ci-dessous présentent la sensibilité écologique des habitats sur chacun des 2 secteurs du Carbet et de Saint-Pierre



Figure 54 : Sensibilité écologique des habitats sur le secteur du Carbet



Figure 55 : Sensibilité écologique des habitats sur le secteur de Saint-Pierre

7 CONCLUSION

La présente étude a permis de réaliser une cartographie des fonds marins entre 0 et 40 mètres de profondeur sur le secteur du Carbet et de la baie de Saint-Pierre. Ce travail, à l'aide d'une vidéo tractée, a permis de déterminer les principaux habitats marins et leur répartition.

Il s'est avéré que sur l'ensemble des 2 secteurs d'études et des 5 Zones de Mouillages Organisés (ZMO), l'espèce *Halophila stipulacea* a colonisé les fonds marins sur de très larges superficies. Celle-ci est présente depuis les plus faibles profondeurs jusqu'à plus de 25 mètres selon les secteurs. Cette espèce est entrée en concurrence spatiale directe avec 2 autres espèces de phanérogames marines : *Syringodium filiforme* et *Thalassia testudinum*. Ces 2 espèces ne sont plus présentes que sur la ZMO « Le Coin », en association avec *H. stipulacea*. Si *S. filiforme* est encore observé sur de vastes étendues, *T. testudinum* recouvre une surface totale inférieure à 1 hectare. Ces résultats sont en accord avec les données de l'Observatoire du Milieu Marin Martiniquais (OMMM) produits en 2009 (Legrand, 2009).

La pente sédimentaire sableuse ou sablo-vaseuse est le 2^{ème} habitat le plus important en terme de superficie. Il est observé généralement, soit sur les petits fonds (<2m), soit sous forme de patchs discontinus entre les herbiers, soit sous forme de vastes étendues homogènes succédant aux herbiers de phanérogames (-25 m). Peu de macro-espèces animales ou végétales sont observées à sa surface. Les moyens techniques mis en œuvre ne permettent pas de savoir si la faune située dans le sédiment (=endofaune) est diversifiée et abondante.

Les habitats benthiques les plus riches et sensibles correspondent d'une part, à des zones de **peuplements récifaux** en bordure de tombant sur le secteur de Saint-Pierre et d'autre part, à des **zones d'herbiers** à *Syringodium* (parfois à *Thalassia* mais très rarement) au sein de la plaine sédimentaire.

Les habitats rocheux à peuplements coralliens, bien que limités spatialement dans l'emprise des ZMO, se sont révélés riches et diversifiés du point de vue ichtyologique (poissons) et benthique (invertébrés du fond), comparativement aux autres habitats. Les zones d'herbiers monospécifiques à *Syringodium filiforme* sont désormais rares sur les 2 secteurs prospectés mais la littérature révèle le caractère fonctionnel de cet habitat pour de nombreuses espèces. Ces 2 habitats constituent donc des zones de nurserie ou d'alimentation indispensables pour le développement de nombreuses espèces fixées et mobiles, et présentent donc à ce titre un enjeu environnemental majeur.

Les zones d'herbiers à *Halophila stipulacea* sont caractérisées plutôt par la présence de bancs de poissons juvéniles (demoiselles, gorettes, chirugiens), au-dessus de l'herbier. Bien qu'étant une espèce invasive, si cette dernière s'est développée sur la plaine sédimentaire sableuse (où l'ichtyofaune était réduite) sans nuire aux autres espèces de phanérogames marines, on peut considérer que son implantation a eu un effet « positif ».

En outre, il est apparu que de nombreux corps morts, mouillages et épaves observés sur les herbiers constituent des zones de concentrations de poissons récifaux avec une augmentation de l'abondance et de la richesse spécifique par rapport aux zones alentours. Il est à noter que l'espèce invasive *Pterois volitans*, grand prédateur de juvéniles et de larves, est fortement présente sur ces structures (jusqu'à 10 individus/m²).

En conclusion, du point de vue de la sensibilité écologique des habitats décrits précédemment, il semble que la majeure partie de la zone soit peu sensible à l'implantation de mouillages, puisqu'elle est majoritairement constituée de l'espèce invasive *Halophila stipulacea*. Il est toutefois recommandé que certaines zones soient évitées au maximum :

- **Les zones de présence de *Syringodium filiforme* et *Thalassia testudinum* (ZMO « Le Coin ») ;**
- **Les zones rocheuses à peuplement corallien en bordure de tombant (ZMO « Poudrière » et « Quartier du Fort »).**