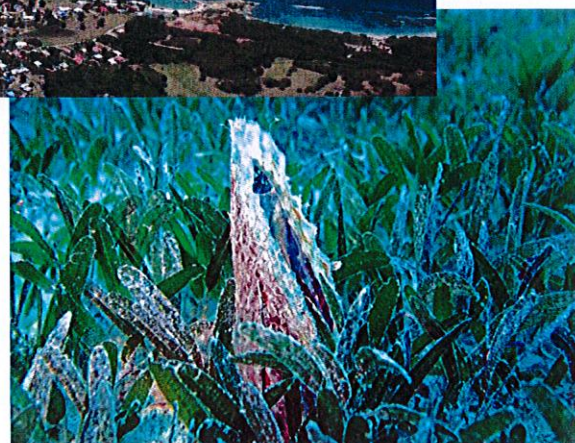


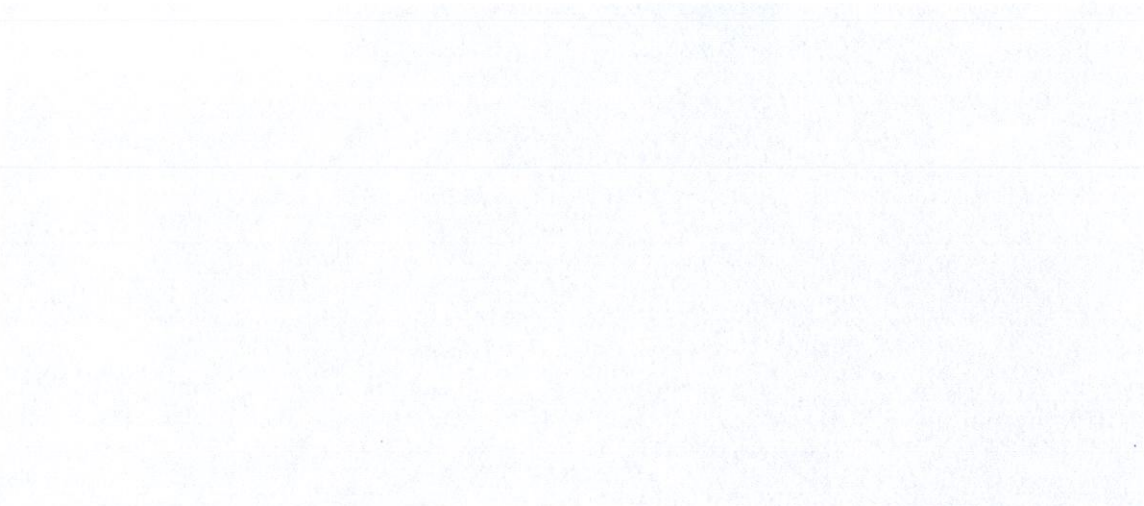
ÉTUDE DES BIOCÉNOCES MARINES DES SITES AU LARGE DE PETIT-HAVRE PROJET D'IMMERSION DE RÉCIFS ARTIFICIELS



CLAUDE BOUCHON
YOLANDE BOUCHON-NAVARRO
SÉBASTIEN CORDONNIER
SAMANTHA DE LAVIGNE



DECEMBRE 2016



SOMMAIRE

1.	PRÉAMBULE.....	6
2.	LE SITE D'ÉTUDE	8
3.	LES TECHNIQUES D'ÉTUDE	10
3.1.	LA TECHNIQUE CARTOGRAPHIQUE	10
3.2.	LES RELEVÉS EN PLONGÉE SOUS-MARINE.....	13
3.2.1.	<i>Les communautés benthiques</i>	13
3.2.2.	<i>Les communautés ichtyologiques</i>	13
4.	LES RÉSULTATS.....	14
4.1.	LA CARTOGRAPHIE DES FONDS	14
4.2.	LES COMMUNAUTÉS MARINES	22
4.2.1.	<i>Site 1 : fonds de sable grossier et nodules algaux (N 16°12'01 " ; W -061°24'40")</i>	22
4.2.2.	<i>Site 2 : Herbier à Halophila stipulacea (N 16°12'04 " ; W -061°24'00")</i>	24
5.	CONCLUSION	26
6.	BIBLIOGRAPHIE	28
7.	ANNEXE 1 : LES POINTS VIDÉO	30
8.	REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE DE LA CAMPAGNE VIDÉO.....	34
9.	ANNEXE 2 : LES RELEVÉS EN PLONGÉE.....	39
10.	REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE DES RELEVÉS EN PLONGÉE.....	43

TABLES DES ILLUSTRATIONS

FIGURES

FIGURE 1 : CAMÉRA « LCTECH »	10
------------------------------------	----

TABLEAUX

TABEAU 1 : TABLEAU RÉCAPITULATIF DES COORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES DES DEUX ZONES D'IMMERSION	22
TABEAU 2 : TABLEAU RÉCAPITULATIF DES POINTS VIDÉO AU LARGE DE PETIT-HAVRE	31
TABEAU 3 : CARACTÉRISTIQUE DES STATIONS DE RELEVÉS	39
TABEAU 4 : DISTRIBUTION SPÉCIFIQUE SEMI-QUANTITATIVE DE LA MACROFLORE ET DE LA MACROFAUNE BENTHIQUE DANS LES 2 SITES	39
TABEAU 5 : DISTRIBUTION QUANTITATIVE DE LA FAUNE ICTHYOLOGIQUE DANS LES DEUX SITES ÉTUDIÉS	42

ILLUSTRATIONS

PHOTOGRAPHIE 1 : COMMUNAUTÉS CORALLIENNES ASSOCIÉES À DES ÉPONGES ET DES GORGONES (POINT VIDÉO N°56)	14
PHOTOGRAPHIE 2 : FONDS SÉDIMENTAIRES (POINT VIDÉO N°17)	15
PHOTOGRAPHIE 3 : HERBIERS CONSTITUÉS PAR SYRINGODIUM FILIFORME (POINT VIDÉO N°46)	15
PHOTOGRAPHIE 4 : HERBIERS CONSTITUÉS PAR HALOPHILA STIPULACEA (POINT VIDÉO N° 23)	16
PHOTOGRAPHIE 5 : SABLE GROSSIER ET NODULES D'ALGUES CALCAIRES (POINT VIDÉO N°27)	16
PHOTOGRAPHIE 6 : FONDS DE SABLE GROSSIER AVEC DÉBRIS CORALLIENS ET NODULES D'ALGUES CALCAIRES (SITE 1)	23
PHOTOGRAPHIE 7 : FONDS DE SABLE COUVERTS PAR UN HERBIER DENSE À HALOPHILA STIPULACEA (SITE 2)	24
PHOTOGRAPHIE 8 : FONDS DE SABLE GROSSIER - AU PREMIER PLAN, L'ALGUE CAULERPA SERTULARIODES (SITE 1)	44
PHOTOGRAPHIE 9 : LE CORAIL LIBRE MANICINA AREOLATA AU SEIN DES NODULES DE RHODOPHYCÉES CALCIFIÉES (SITE 1)	44
PHOTOGRAPHIE 10 : L'OURSIN EUCIDARIS TRIBULOIDES ABONDANT SUR LE SITE 1	45
PHOTOGRAPHIE 11 : UN STROMBE LOBATUS COSTATUS (SITE 1)	45
PHOTOGRAPHIE 12 : DASYTIS AMERICANA DANS L'HERBIER À HALOPHILA STIPULACEA SUR LE SITE 2	46
PHOTOGRAPHIE 13 : LE MOLLUSQUE BIVALVE PINNA CARNEA DANS L'HERBIER À HALOPHILA STIPULACEA (SITE 2)	46
PHOTOGRAPHIE 14 : VENTRICARIA VENTRIOSA : UNE DES RARES ESPÈCES D'ALGUES PRÉSENTES DANS L'HERBIER À HALOPHILA STIPULACEA (SITE 2)	47
PHOTOGRAPHIE 15 : UN LAMBI SUB-ADULTE (LOBATUS GIGAS) DANS L'HERBIER À HALOPHILA STIPULACEA SUR LE SITE N°2	47

CARTES

CARTE 1 : LOCALISATION DE LA ZONE D'ÉTUDE (CARTE SHOM)	8
CARTE 2 : LOCALISATION DE LA ZONE D'ÉTUDE (CARTE LANDSAT)	9
CARTE 3 : LOCALISATION DU SITE D'ÉTUDE AU LARGE DE PETIT-HAVRE. LES POINTS CORRESPONDENT AUX PROSPECTIONS PAR VIDÉO.	12
CARTE 4 : CARTE DE LA NATURE DU SUBSTRAT DES STATIONS PROSPECTÉES À LA VIDÉO	18
CARTE 5 : CARTE DES BIOCÉNOSES BENTHIQUES À PARTIR DE L'INTERPRÉTATION DES POINTS VIDÉO	19

CARTE 6 : CARTOGRAPHIE DES ZONES POTENTIELLES D'IMMERSION.....	20
CARTE 7 : CARTOGRAPHIE DES ZONES POTENTIELLES D'IMMERSION.....	21
CARTE 8 : CARTE DU CARROYAGE CORRESPONDANT AUX POINTS VIDÉO AU LARGE DE PETIT-HAVRE.....	30

1. PRÉAMBULE

Le Grand Port Maritime de Guadeloupe porte un programme d'implantation de récifs artificiels. L'étude de faisabilité portant sur la mise en place de ces récifs s'inscrit dans le cadre des mesures en direction de la pêche prévues par l'arrêté préfectoral n°2014-193/SG/DICTAJ/BRA du 16 juillet 2014.

Une première mission (Anon., 2015) a permis la prospection de deux larges zones sur la côte méridionale de la Grande-Terre identifiées comme sites potentiels d'immersion des récifs artificiels au large de Saint-François et de Petit-Havre.

Le GPMG souhaite aujourd'hui identifier et caractériser une zone d'immersion des récifs artificiels au large de Petit-Havre. Pour faire suite à cette première prospection, il a été décidé de concentrer les investigations sur le site de Petit-Havre. La présente étude y a été consacrée.

L'objectif d'un récif artificiel est de créer une zone rocheuse artificielle dans le but de réaliser un abri et une source de nourriture pour un peuplement de poissons. Ce récif est destiné à augmenter le rendement de la pêche dans la zone concernée. Pour qu'un tel dispositif puisse fonctionner, quelques règles de base concernant son emplacement doivent être respectées :

- le récif ne doit pas être installé au sein d'une zone rocheuse présentant déjà un peuplement de poissons diversifié (ex : récif corallien) ;

- il ne doit pas non plus être installé à proximité de telles zones. Dans ce cas, il risquerait d'attirer les poissons de la zone rocheuse proche et de ne fonctionner que comme dispositif de concentration de poissons (DCP) ;

- il doit être installé sur un fond sédimentaire ou une zone rocheuse à faible biodiversité. S'il est bien conçu (matériau attractif, grande taille, forte porosité, diversité des tailles des anfractuosités constituant les abris pour les poissons et les organismes qui constituent leur nourriture), il attirera les larves de poissons qui s'y installeront et s'y développeront jusqu'au stade adulte. Cette structure sera alors à l'origine d'un écosystème indépendant qui augmentera réellement la productivité en poissons de la zone ;

- la zone d'installation doit être peu profonde pour bénéficier d'un recrutement optimal en juvéniles de poissons (celui-ci se fait à faible profondeur pour les poissons de fonds rocheux), mais suffisamment profonde pour assurer une bonne stabilité de la structure lors des houles cycloniques. Une profondeur de -20 m apparaît comme un bon compromis ;

- enfin, en fonction de la structure du récif artificiel, il faudra prendre en compte sa stabilité vis-à-vis des sédiments, si on envisage de l'installer sur des fonds de sable de

plusieurs mètres d'épaisseur dans lesquels il pourrait être susceptible de s'enfoncer et de disparaître à long terme.

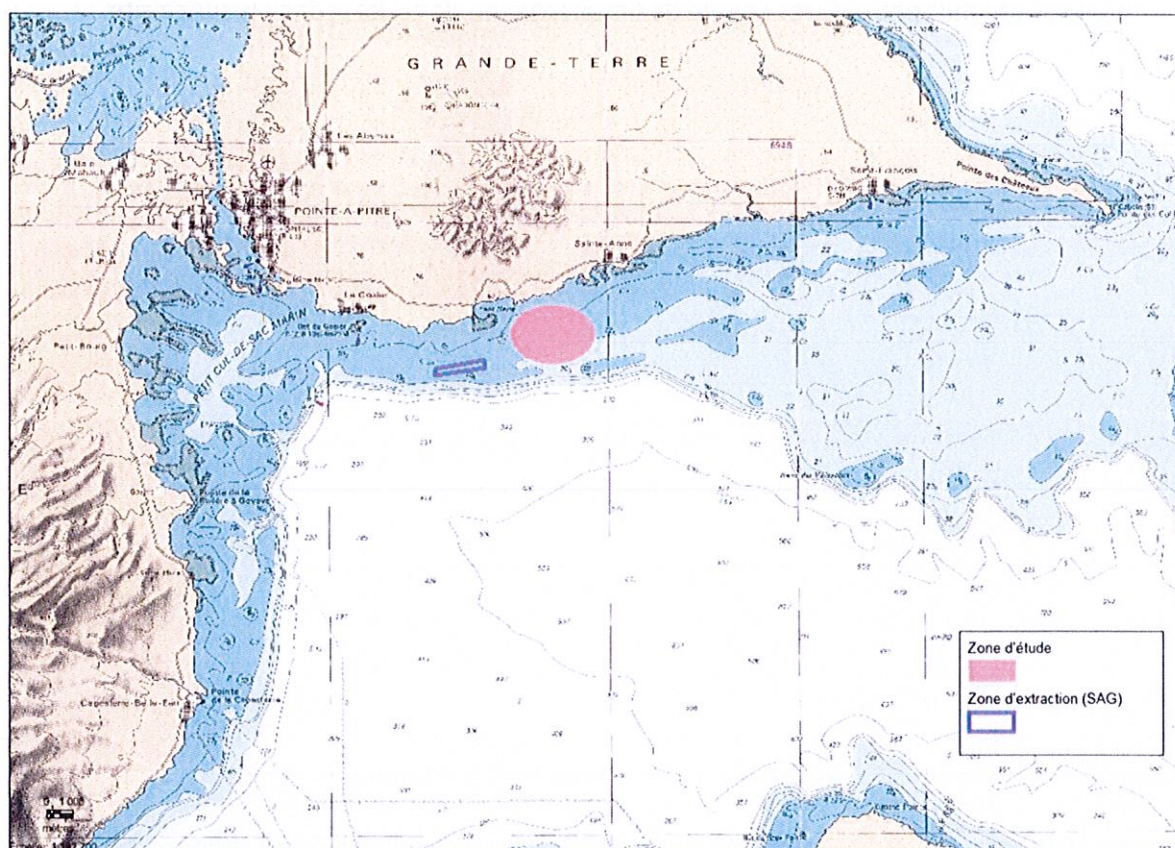
Ces règles de base ont servi de fil conducteur à la recherche de sites appropriés.

La nature géologique des fonds au large de Petit-Havre et celle des communautés marines qui les occupent ont fait l'objet de plusieurs études par le passé (Bouchon et al., 1984 ; Bouchon et Louis, 1985, 1987, 1990 ; Augris et al., 2000). Ces travaux ont servi de références bibliographiques pour étayer l'étude de l'implantation de récifs artificiels sur ce site.

!

2. LE SITE D'ÉTUDE

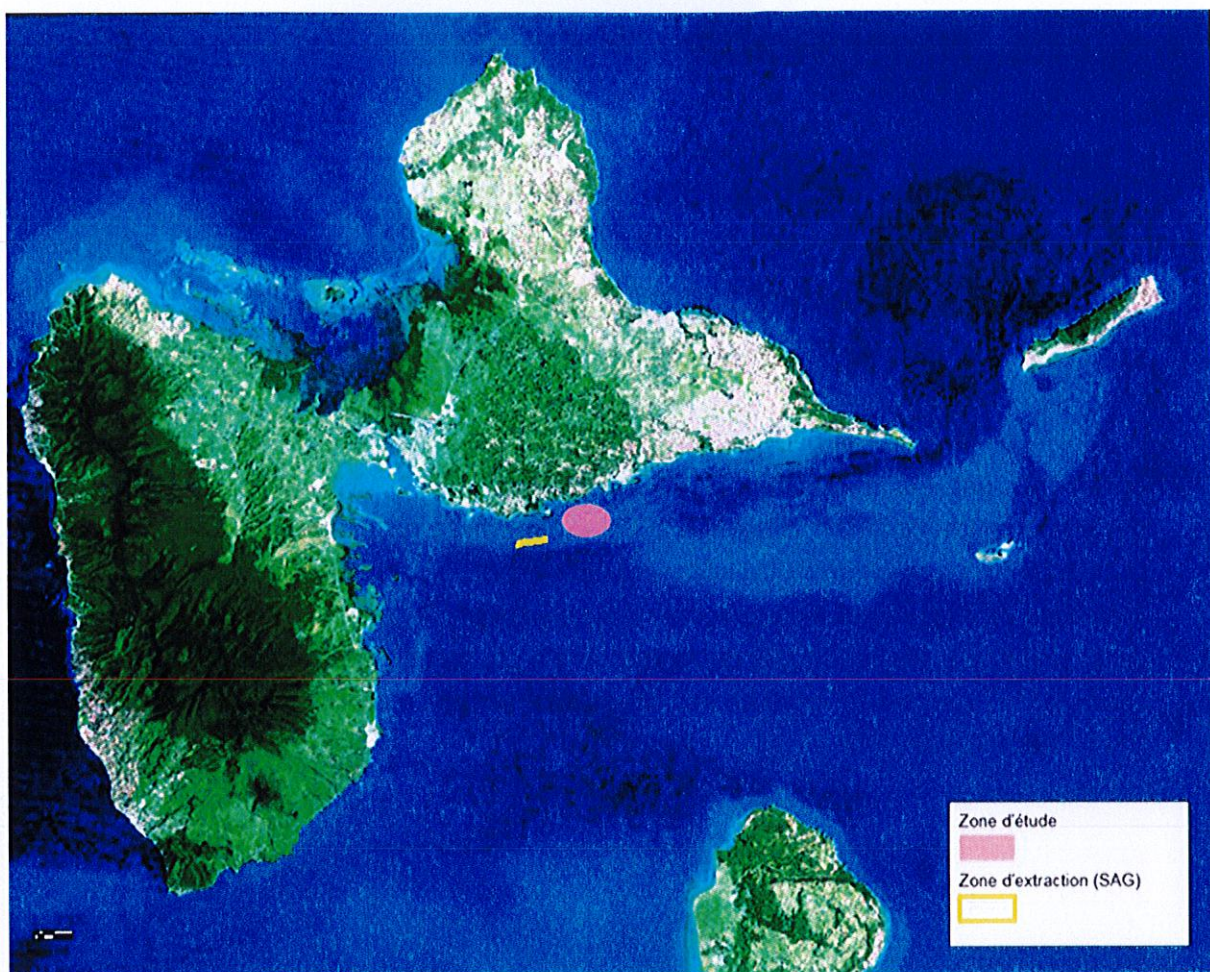
Une vaste zone de prospection a été définie, à l'est de la zone d'extraction de la Société d'Extraction de Granulats (SAG) dans une bande située entre 1.5 et 5 km de distance.



Carte 1 : Localisation de la zone d'étude (carte SHOM)

Le permis d'exploitation de la SAG obtenu par arrêté ministériel du 27 juin 2014 pour une durée de prolongation de 5 ans concerne une zone de 0.66 km² se situant à 1.5 km au large de Petit-Havre sur le territoire de la commune du Gosier. La zone d'exploitation est un parallélogramme rectangle de 2 236 m de long sur 300 m de large. Le dragage se fait par une drague aspiratrice qui creuse des sillons de 0.1 à 0.3m de profondeur sur environ 0.80 m de large à une profondeur moyenne de 25 m CM.

La zone d'étude se trouve dans le périmètre du sanctuaire marin AGOA qui englobe l'ensemble de la Zone Économique Exclusive (ZEE) des Antilles françaises, soit une superficie de 143 256 km². Ce sanctuaire, créé en octobre 2012, doit garantir un bon état de conservation des mammifères marins en les protégeant, ainsi que leur habitat, des impacts négatifs, directs ou indirects, avérés ou potentiels, des activités humaines.



Carte 2 : Localisation de la zone d'étude (carte LANDSAT)

3. LES TECHNIQUES D'ÉTUDE

3.1. LA TECHNIQUE CARTOGRAPHIQUE

La zone étudiée sur le site de Petit Havre s'étend sur 780 ha répartis sur des fonds de 10 à 26 m. Les relevés de terrain ont été précédés par une étape de préparation cartographique sous SIG. La base de données de la région de Petit-Havre a réuni les fonds de carte topologiques intégrant la bathymétrie, les cartes sédimentaires et l'imagerie Litto 3D. Ces documents ont été géoréférencés et superposés à l'aide du logiciel MapInfo. Sur ce document synthétique, un carroyage a été projeté avec un espacement de 100 m entre chaque point. La précision d'échantillonnage de la carte ainsi réalisée est de 1 : 10 000ème. Au niveau de chaque point du carroyage précédemment établi, la nature du fond, ainsi que celle des biocénoses benthiques qui le recouvre a été établie à l'aide d'une caméra couleur sous-marine, capable de réaliser des photographies, en plus des enregistrements vidéo (caméra LCTECH) (Fig. 3).

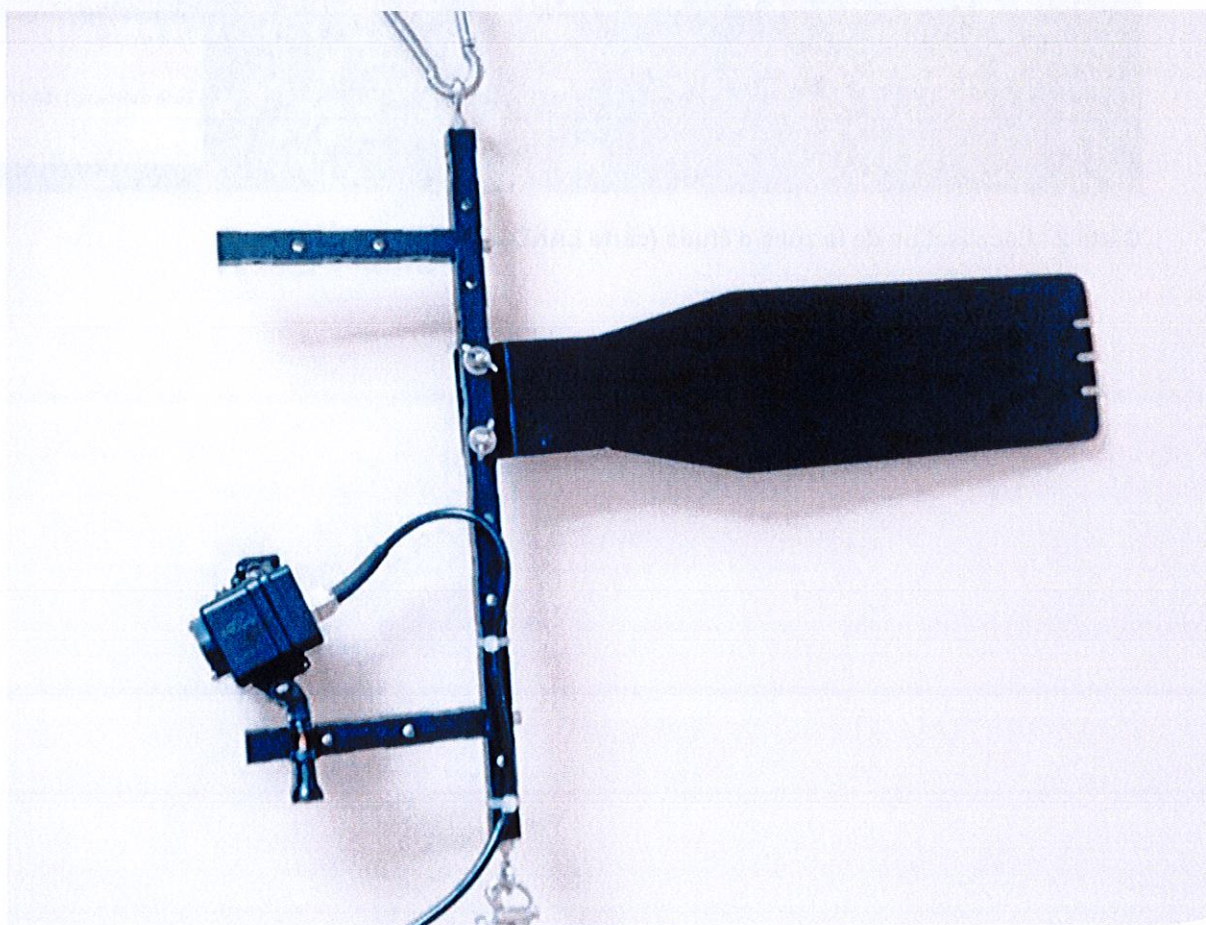
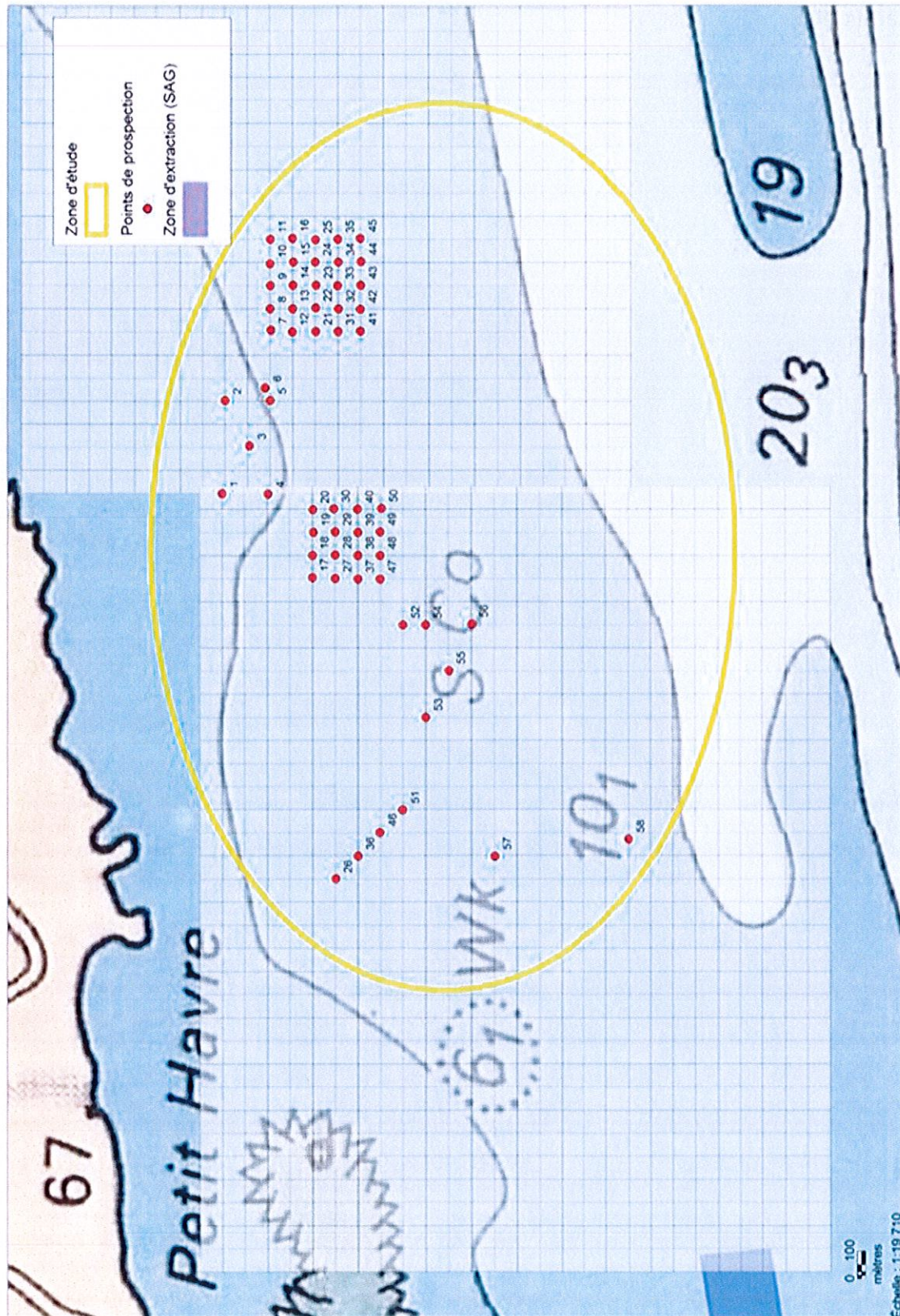


Figure 1 : Caméra « LCTECH »

Au total, 58 points ont été renseignés pour la région de Petit-Havre. La matrice des points ainsi établie, selon un plan d'échantillonnage stratifié, a permis l'identification des communautés benthiques. La matrice des points a permis la réalisation de la carte des biocénoses sous MapInfo et de définir deux zones susceptibles d'accueillir les récifs artificiels.

Carte 3 : Localisation du site d'étude au large de Petit-Havre. Les points correspondent aux prospections par vidéo.



3.2. LES RELEVÉS EN PLONGÉE SOUS-MARINE

Sur deux sites identifiés comme potentiellement intéressants pour l'immersion de récifs artificiels, les communautés marines ont alors fait l'objet d'une étude réalisée en plongée sous-marine.

L'étude a été réalisée grâce à des relevés effectués en plongée sous-marine, au sein de chacune des zones, sur une « bande-transect » de 120 m par 10 m de large, soit une surface totale de 1200 m².

3.2.1. LES COMMUNAUTÉS BENTHIQUES

L'étude des communautés benthiques a porté sur la macroflore et la macrofaune épigée qui ont fait l'objet de relevés semi-quantitatifs permettant une ordination des espèces selon leur degré d'abondance-dominance. La macroflore et la macrofaune benthique rencontrées ont été recensées au niveau spécifique lors de ces plongées de reconnaissance. Pour les espèces impossibles à déterminer in situ, des échantillons ont été prélevés pour identification en laboratoire.

3.2.2. LES COMMUNAUTÉS ICTHYOLOGIQUES

L'étude de la faune ichthyologique a été réalisée à l'aide du protocole suivant : les poissons ont été identifiés et les individus dénombrés au cours de relevés sur la surface délimitée par la « bande-transect » (1200 m²). La méthode permet de prendre en compte à la fois le nombre, la taille et le groupement des individus. Chaque poisson rencontré est placé dans l'un des groupes suivants : groupe 1 : 1 individu, groupe 2 : 2 individus, groupe 3 : 3 à 5 individus, groupe 4 : 6 à 10, groupe 5 : 11 à 30, groupe 6 : 31 à 50, groupe 7 : 51 à 100, groupe 8 : 100 à 300 individus ; groupe 9, de 301 à 500 ; groupe 10, de 501 à 1000. La médiane de chaque groupe est ensuite utilisée pour déterminer le nombre total d'individus dans chaque relevé. De la même façon, l'estimation de la taille des poissons est obtenue en utilisant des classes de taille définies de 5 en 5 cm (classe 1 : individus de taille inférieure à 5 cm ; classe 2 : 6 - 10 cm ; classe 3 : 11 - 15 cm ; classe 4 : 16 - 20 cm) puis de 10 en 10 cm (20 - 30 cm, 30 - 40 cm, 40 - 50 cm). Au-delà de 50 cm, la taille du poisson est estimée directement. Cette technique de relevé permet d'établir la biodiversité de la communauté de poissons, l'abondance des différentes espèces en effectifs et en biomasse. Les biomasses des poissons inventoriés ont été calculées à partir des relations connues entre leurs tailles et leur poids (Bouchon-Navaro, 1997 ; Bouchon et al., 2006 ; Froese et Pauly, 2016).

4. LES RÉSULTATS

Les résultats ont été interprétés en croisant les données issues des points caméra et des plongées de reconnaissance.

4.1. LA CARTOGRAPHIE DES FONDS

La cartographie, ainsi réalisée, a permis de caractériser différents types de fonds et d'habitats dans la zone étudiée :

- 1) Des zones rocheuses supportant des communautés coralliennes qui doivent être évitées pour l'installation de récifs artificiels ;



Photographie 1 : Communautés coralliennes associées à des éponges et des gorgones (point vidéo n°56)

- 2) Des fonds sédimentaires constitués par des sables fins ou grossiers. Ceux-ci peuvent être occupés par des herbiers de Phanérogames marines à *Syringodium filiforme* ou par l'espèce envahissante de Phanérogame *Halophila stipulacea*.



Photographie 2 : Fonds sédimentaires (point vidéo n°17)

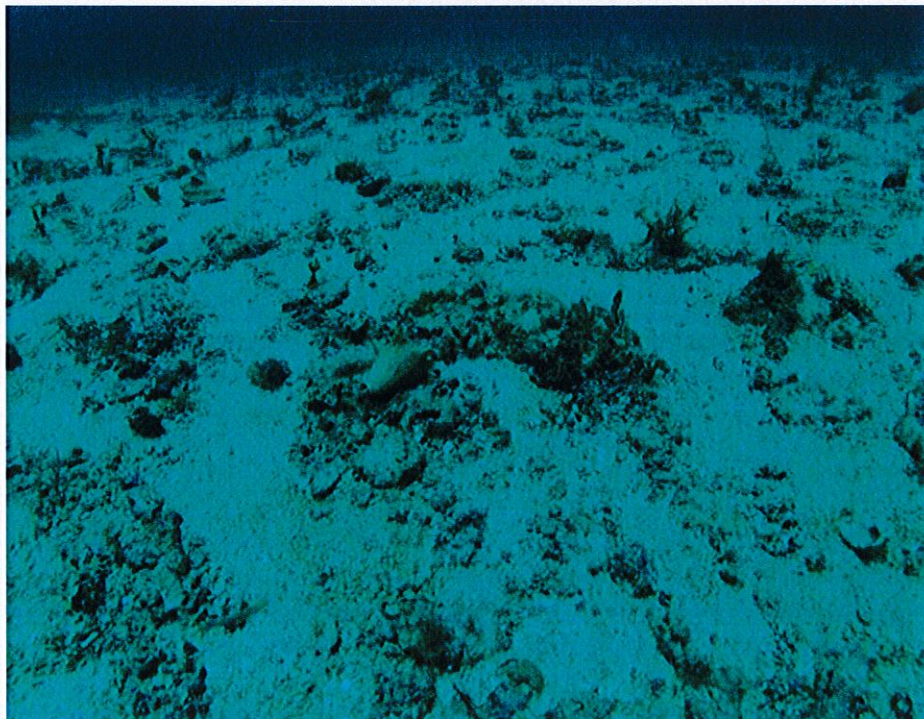


Photographie 3 : Herbiers constitués par *Syringodium filiforme* (Point vidéo n°46)



Photographie 4 : Herbiers constitués par *Halophila stipulacea* (point vidéo n° 23)

- 3) Enfin certaines zones constituées par des sédiments grossiers et des débris coralliens supportent une communauté de substrats durs clairsemée.



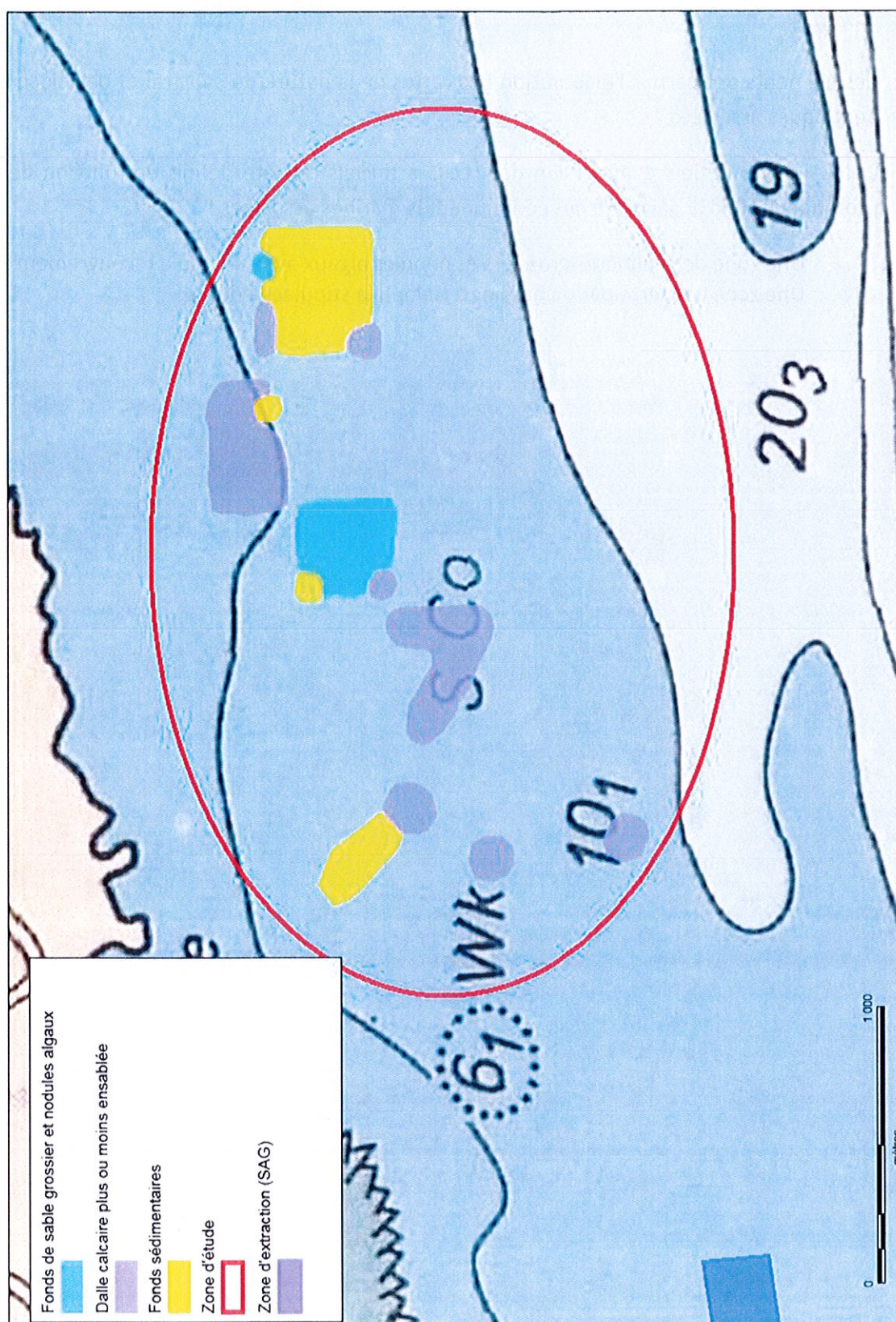
Photographie 5 : Sable grossier et nodules d'algues calcaires (point vidéo n°27)

Le tableau récapitulatif des points caméras réalisés au large de Petit-Havre est présenté en annexe 1.

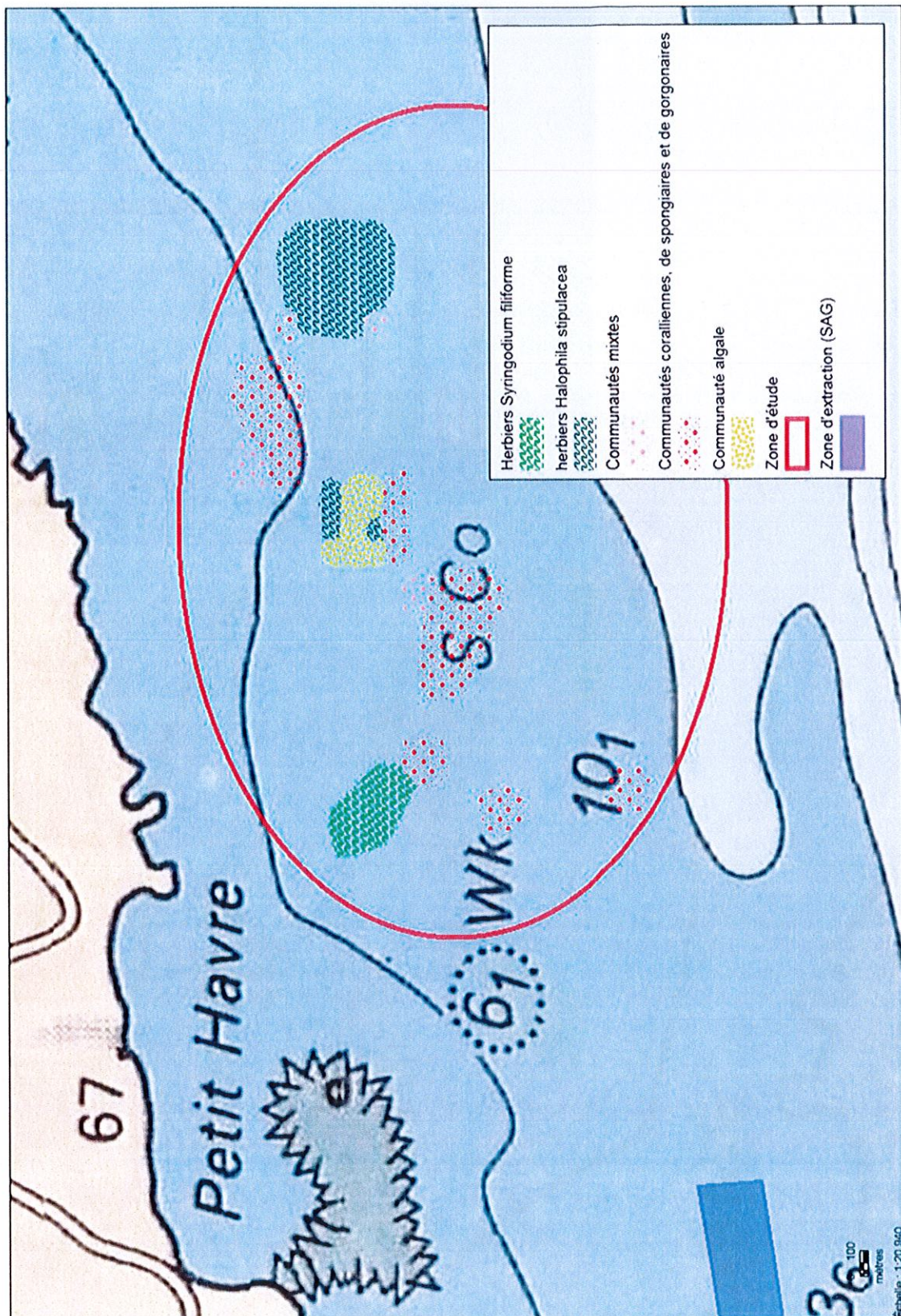
Ces éléments ont permis l'élaboration des cartes de la nature du substrat et des biocénoses benthiques associées.

Deux sites potentiels d'immersion des récifs artificiels ont été définis en fonction de leur profondeur et de la pauvreté des communautés marines associées :

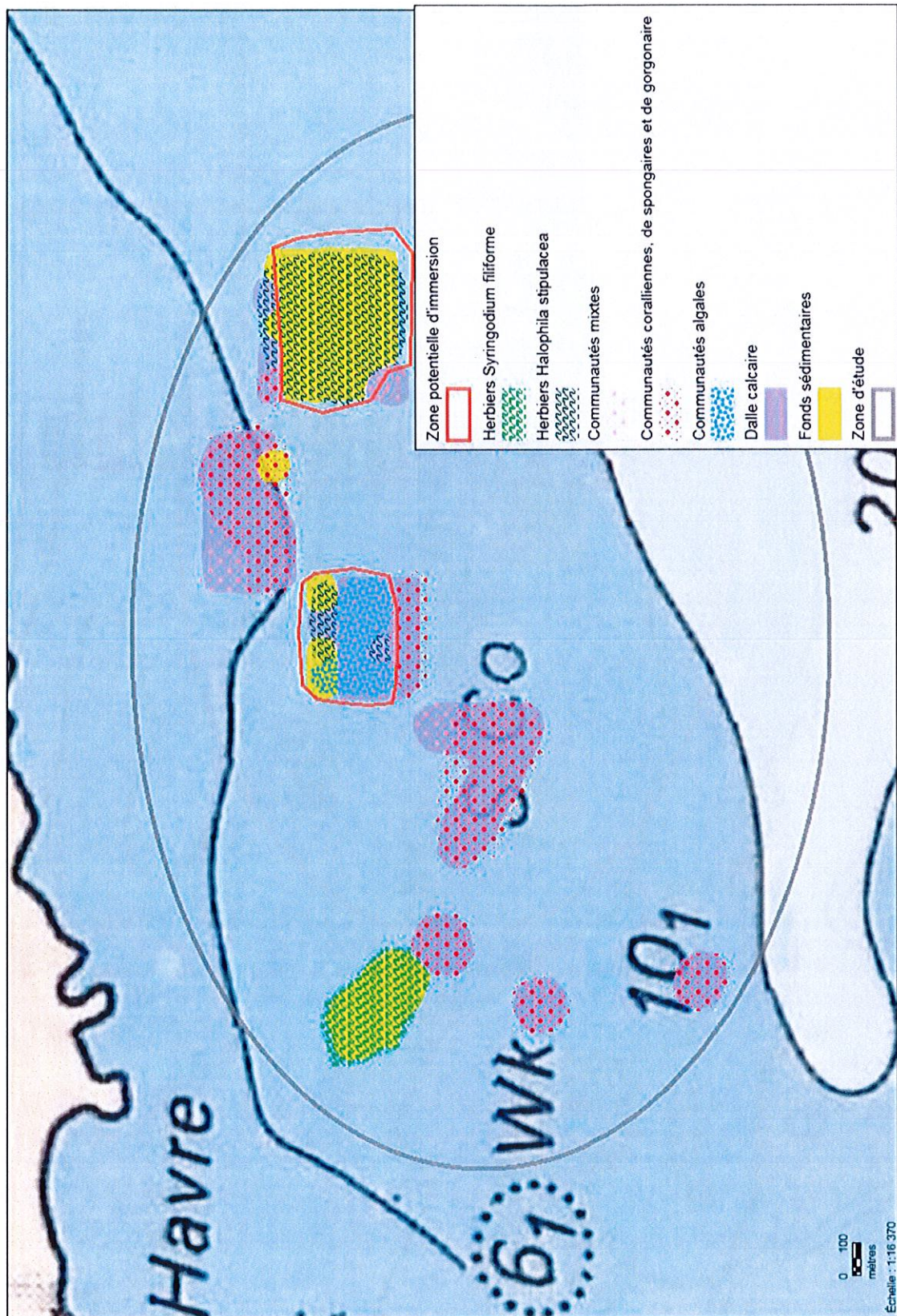
- Une zone de sédiments grossiers et nodules algaux avec un faible recouvrement ;
- Une zone couverte par un herbier d'*Halophila stipulacea* dense.



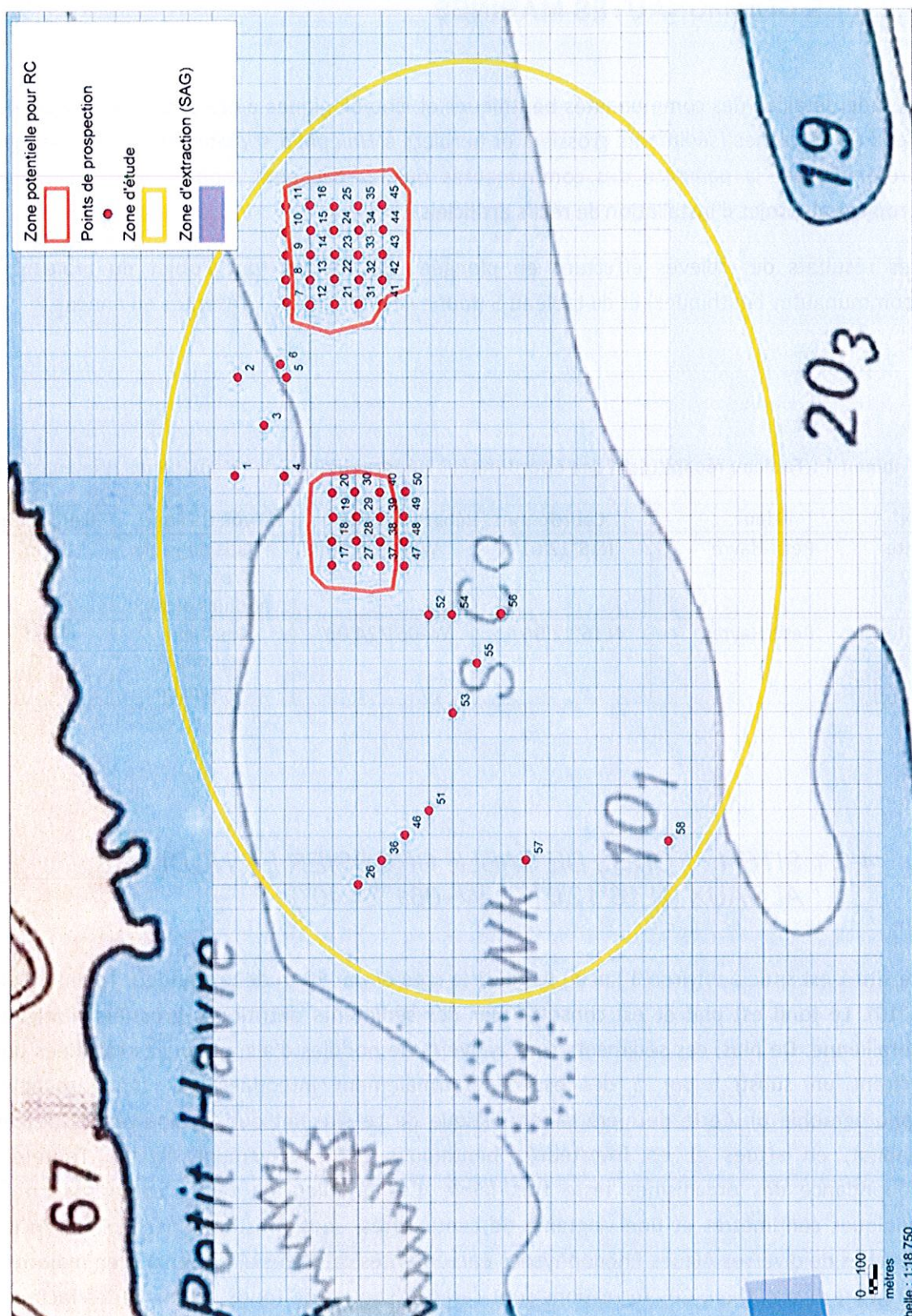
Carte 4 : Carte de la nature du substrat des stations prospectées à la vidéo



Carte 5 : Carte des biocénoses benthiques à partir de l'interprétation des points vidéo



Carte 6 : Cartographie des zones potentielles d'immersion (carte SHOM)



Carte 7 : Cartographie des zones potentielles d'immersion

4.2. LES COMMUNAUTÉS MARINES

L'étude détaillée des communautés benthiques et ichtyologiques a été effectuée au sein de deux de ces zones (sédiments grossiers et herbiers à *Halophila stipulacea*) qui, de par leur profondeur et la pauvreté des communautés qui les occupent, apparaissaient les plus propices au projet d'installation de récifs artificiels.

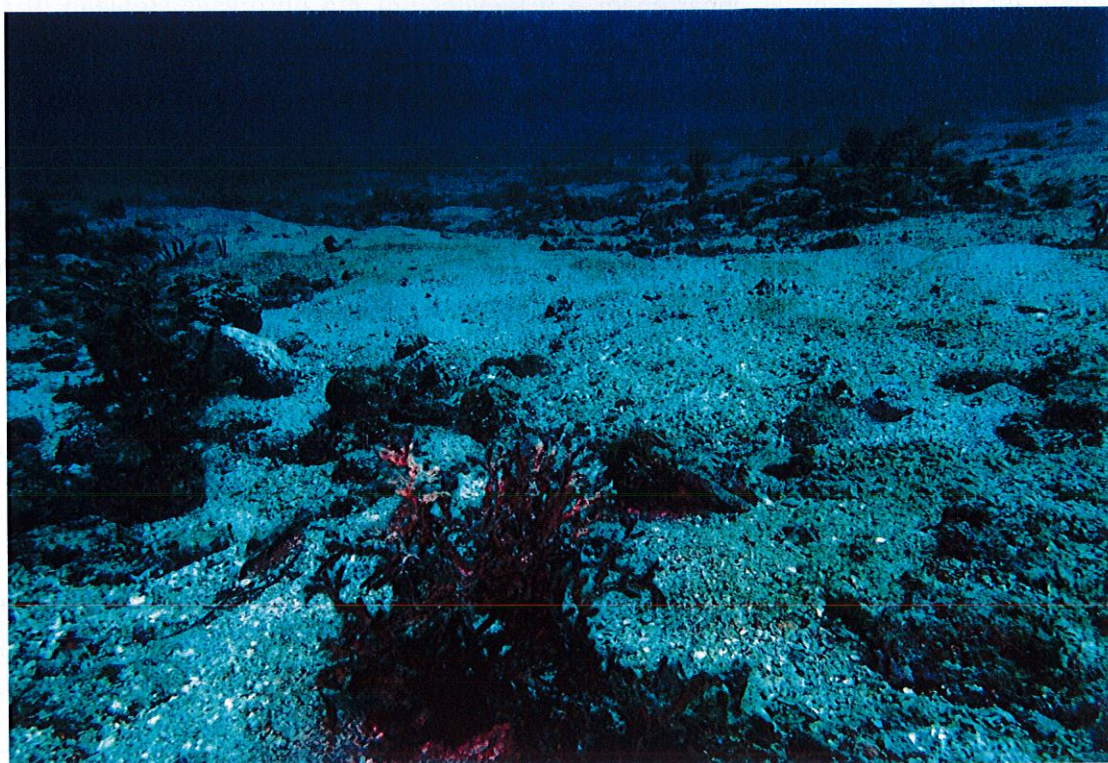
Les résultats des relevés effectués en plongée sous-marine font l'objet du tableau 4 (communautés benthiques) et du tableau 5 (faune ichtyologique), présentés en annexe 2.

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des coordonnées géographiques des deux zones d'immersion

N°	Lieu	Coordonnées géographiques		Type de Fond	Profondeur
Site 1	Petit-Havre	N16°12'01''	W061°24'40	Fonds de sable grossier et nodules algaux	19 m
Site 2	Petit-Havre	N 16°12'04 ''	W -061°24'00''	Herbier à <i>Halophila stipulacea</i>	25 m

4.2.1. SITE 1 : FONDS DE SABLE GROSSIER ET NODULES ALGAUX (N 16°12'01 '' ; W -061°24'40'')

Le site 1 est situé à environ 1 km au large de la côte et par 19 m de profondeur (point vidéo n°19). Le fond est plat et est constitué par des sédiments détritiques grossiers d'origine corallienne. De plus, ces sédiments sont couverts de nodules d'algues rouges calcifiées qui offrent un substrat dur à des espèces normalement inféodées aux fonds rocheux (photographie 6). Cette dernière caractéristique de ce site fait que la biodiversité de cet habitat, en algues et en Invertébrés benthiques est relativement élevée. Toutefois l'abondance des organismes reste très faible. Ces nodules, de tailles comprises entre quelques centimètres et une vingtaine de centimètres, sont constitués par l'accrétion de couches de diverses Algues Rhodophycées encroûtantes calcifiées appartenant, en majorité, au genre *Hydrolithon*. Ces formations sont caractéristiques de fonds soumis à des facteurs hydrodynamiques importants (houles et courants).



Photographie 6 : Fonds de sable grossier avec débris coralliens et nodules d'algues calcaires (site 1)

Mis à part ces nodules, les algues présentent une biodiversité peu élevée (20 espèces) et sont quantitativement peu abondantes. Elles sont dominées par des espèces caractéristiques de fonds sédimentaires (*Caulerpa sertularioides*, *C. prolifera*, *Halimeda incrassata*, *Udotea cyatiformis*, *U. flabellum*...) ou de fonds rocheux, fixées sur les nodules d'algues calcifiées (*Acantophora spicifera*, *Galaxaura subverticillata*). Par ailleurs, des tâches de tailles d'ordre métrique à décamétrique d'herbiers constitués par la Phanérogame marine envahissante *Halophila stipulacea* parsèment le fond. Le peu de succès de cette Phanérogame dans cette zone peut être lié au faible développement de son système racinaire peu apte à s'ancrer dans ces sédiments grossiers.

La macrofaune benthique est caractérisée par un facies constitué par l'oursin « crayon » (*Eucidaris tribuloides*) dont les individus s'agrègent autour des nodules d'*Hydrolythron*. En dehors de cet oursin, la faune de macroinvertébrés benthiques est pauvre sur le plan spécifique (33 espèces). Quelques espèces fixées d'éponges (4) et de Cnidaires (6) appartiennent à la faune des fonds rocheux et sont fixées sur les nodules d'algues calcifiés. Leur situation est précaire, car ces derniers sont susceptibles d'être roulés par les houles et les courants. Les autres espèces d'invertébrés mobiles, représentées par le corail libre *Manicina areolata* (inféodé à des fonds sédimentaires), des Mollusques (9 espèces), des Crustacés (2 espèces) et des Échinodermes (4 espèces, mis à part l'oursin crayon) apparaissent pauvres que ce soit en biodiversité ou en abondance.

Pour ce qui concerne les poissons, la faune ichthyologique de la zone est extrêmement pauvre. Au total, 11 espèces appartenant à 9 familles ont été observées (Tableau II) et seulement 38 individus ont été recensés sur 1200 m². Les individus les plus abondants sont des Labridae (*Halichoeres bivittatus*), surtout représentés par des juvéniles qui trouvent un abri parmi les débris coralliens. La biomasse totale, ramenée à 1000 m², atteint 2691 g. L'essentiel de cette biomasse est représentée par les espèces semi-pélagiques, non inféodées à cet habitat, comme la carangue *Caranx chrysos* (21,4 % de la biomasse observée) et le barracuda *Sphyraena barracuda* (75,4 %). À l'exception du barracuda dont l'individu observé mesurait 70 cm, aucune des autres espèces ne présentait des individus d'une taille supérieure à 20 cm.

4.2.2. SITE 2 : HERBIER À *HALOPHILA STIPULACEA* (N 16°12'04 " ; W -061°24'00")

Le site 2 est également situé à environ 1 km au large de la côte et par 25 m de profondeur. Le fond est plat et est constitué par un sable fin bien calibré d'origine corallienne. Ces sédiments sont recouverts par un herbier dense constitué exclusivement par la Phanérogame marine invasive *Halophila stipulacea* avec de rares zones de sable nu (Fig. 5).



Photographie 7 : Fonds de sable couverts par un herbier dense à *Halophila stipulacea* (site 2)

D'une manière générale, la biodiversité de la communauté benthique de cet herbier est faible. Au total, 24 espèces d'organismes y ont été recensées (contre 58 dans le site 1) (Tab. II).

Les algues sont très peu représentées (5 espèces), avec des effectifs très faibles. Elles sont dominées par des espèces caractéristiques de fonds sédimentaires (*Ventricaria ventricosa*, *Halimeda incrassata*, *H. monile*, *Ceramium niten* et *Dasya* sp.).

L'herbier est jonché de nombreuses coquilles vides du gastéropode *Strombus pugilis*, espèce de fond de sable, qui semble avoir formé une population importante avant l'installation des *Halophila stipulacea*, qui a provoqué l'éradication de cette espèce de la zone.

La macrofaune benthique de ces herbiers est également très pauvre (18 espèces recensées) et les individus sont très dispersés. Le bivalve, *Pinna carnea*, et le petit gastéropode *Cerithium litteratum* constituent les espèces les plus fréquentes. Quelques rares individus de lambis (*Lobatus gigas*) sont également présents. Les autres invertébrés listés dans le tableau 4 en annexe 2 ont été observés en un seul exemplaire au cours des relevés.

La faune ichtyologique de cet herbier est extrêmement pauvre avec seulement 5 espèces résidentes qui sont des espèces de petite taille comme les Labridae (6 individus pour 3 espèces : *Halichoeres bivittatus*, *H. poeyi*, *Xyrichtys splendens*) ou bien l'espèce d'hétérocongre (*Heteroconger longissimus*) qui est inféodée aux fonds de sable nu, comme la raie (*Dasyatis americana*). Les autres espèces observées sont des Carangidae semi-pélagiques qui circulent en bancs au-dessus du fond (*Elagatis bipinnulatus* et *Selar crumenophthalmus*). La biomasse totale, ramenée à 1000 m², atteint 13,7 kg. Les espèces semi-pélagiques constituent l'essentiel des effectifs (56 %) et de la biomasse (79 %) des poissons recensés.

5. CONCLUSION

La présente étude a permis la prospection d'une vaste zone au large de Petit-Havre comprise entre 10 et 26 m de profondeur.

Au total, 58 points ont pu être renseignés quant à la nature du substrat et aux communautés benthiques associées lors d'une campagne vidéo réalisée en septembre 2016.

La mission a ainsi permis la mise en évidence de 3 faciès au sein de la zone étudiée :

1) des zones rocheuses supportant des communautés coralliennes qui doivent être évitées pour l'installation de récifs artificiels ;

2) des fonds sédimentaires constitués par des sables fins ou grossiers. Ceux-ci peuvent être occupés par des herbiers de Phanérogames marines à *Syringodium filiforme* ou par l'espèce envahissante de Phanérogame *Halophila stipulacea*.

3) Enfin certaines zones constituées par des sédiments grossiers et des débris coralliens supportent une communauté de substrats durs clairsemée.

Ces communautés marines ont alors fait l'objet d'une étude réalisée en plongée sous-marine. L'étude des communautés benthiques et ichtyologiques a été effectuée au sein de deux de ces zones qui, de par leur profondeur et la pauvreté des communautés qui les occupent, apparaissaient les plus propices au projet d'installation de récifs artificiels :

N°	Lieu	Coordonnées géographiques		Type de Fond	Profondeur
Site 1	Petit-Havre	N16°12'01''	W061°24'40	Fonds de sable grossier et nodules algaux	19 m
Site 2	Petit-Havre	N 16°12'04 ''	W -061°24'00''	Herbier à <i>Halophila stipulacea</i>	25 m

Le site 1 : ce site, de par sa profondeur (20 m), sa configuration morphologique (fonds de sables grossiers horizontal) et sa relative pauvreté pour ce qui concerne ses communautés benthiques et ichtyologiques, constitue un bon candidat pour l'implantation de récifs artificiels.

Le site 2 : les fonds de cette zone sont constitués par des sédiments fins d'origine corallienne recouverts par un herbier dense constitué par l'espèce invasive (et envahissante) de la Phanérogame marine *Halophila stipulacea*. Contrairement à ce que l'on observe dans les

herbiers à *Thalassia testudinum* qui constituent des « nurseries » pour de nombreuses espèces d'invertébrés et de poissons, les communautés benthiques et ichtyologiques associées aux herbiers à *Halophila stipulacea* sont particulièrement pauvres et cette espèce a un rôle écologique faible, voire négatif. Il est également tout à fait possible d'envisager d'implanter des structures artificielles sur le site 2. Néanmoins, à cause du manque de recul portant sur l'évolution à long terme des herbiers à *H. stipulacea*, ainsi que sur leur impact sur l'environnement, nos préférences portent plutôt sur le site 1.

Les deux sites supportent une communauté de poissons présentant une biodiversité et une biomasse très faible, comparée à celles d'un récif corallien (îlets Pigeon : environ 200 espèces de poissons et 200 kg de biomasse pour 1000 m² (Bouchon-Navaro, 1997)). L'implantation de récifs artificiels dans ces zones ne pourra qu'améliorer le stock de poissons existant).

6. BIBLIOGRAPHIE

Agence des Aires Marines Protégées (2013). Analyse régionale Guadeloupe - Synthèse des connaissances. Rapport UAG, PNG et AMP, 268p.

AUGRIS C., ASSOR R., CLABAUT P., GROTTA A., ONDREAS H. 1992. Carte des formations superficielles du plateau insulaire de la Guadeloupe, avec ses îles environnantes et Saint-Martin. 10 feuilles à l'échelle 1/ 25 000. Edition IFREMER et Conseil Général de la Guadeloupe.

ANONYMOUS, 2015. Étude des biocénoses marines des sites au large de petit-havre et de Saint-François. Projet d'immersion de récifs artificiels. Rapport Caraïbe Aqua Conseil : 38 pp.

Carex Environnement, 1999. Cartographies de la frange littorale et du milieu marin peu profond de la Guadeloupe et des îles proches. 80p.

Carex Environnement, 2001 - Cartographie des fonds marins proches du littoral de la Riviera, côte sud de Grande-Terre – Secteur de la Pointe Canot (Gosier) à l'Anse Loquet (Saint-François). 48p.

BOUCHON C., BOUCHON-NAVARO Y., BOURGEOIS-LEBEL S., LOUIS M., PHILIPPOT V., RENOUX A., 1984. Étude de l'environnement de la région de Petit Havre (Guadeloupe). Biologie marine. Rapport CEMINAG : 12 pp., 24 annexes.

BOUCHON C., LOUIS M., 1985. Petit Havre : étude d'impact biologie marine. Rapport CEMINAG : 21 pp., 6 illustrations.

Bouchon C., Louis M., 1987. Les communautés marines du Petit-Havre. Impact de l'exploitation de sable. Rapport CEMINAG, 11p.

BOUCHON C., LOUIS M., 1990. Les communautés marines de Petit-Havre (Guadeloupe). Impact de l'exploitation de sable entre 1984 et 1987 : 7 pp., 3 annexes.

Bouchon et al. 2001. Manuel technique d'études des récifs coralliens de la Région Caraïbe.

BOUCHON-NAVARO Y. 1997. Les peuplements ichtyologiques récifaux des Antilles. Distribution spatiale et dynamique temporelle. Thèse de doctorat, Université des Antilles et de la Guyane, 244 pp.

BOUCHON-NAVARO Y., BOUCHON C., KOPP D., LOUIS M. 2006. Weight-length relationships for 50 species collected in seagrass beds of the lesser Antilles. Journal of Applied Ichthyology, 22 : 322-324.

BROOK I.M. 1977. Trophic relationships in a seagrass community (*Thalassia testudinum*) in Card Sound, Florida. Fish diets in relation to macrobenthic and cryptic faunal abundance. Trans. Amer. Fish. Soc., 106 (3): 219-229.

CARR W.E.S., ADAMS C.A. 1973. Food habits of juvenile marine fishes occupying seagrass beds in the estuarine zone near Crystal River, Florida. Trans. Amer. Fish. Soc., 3 : 511-540.

CLARO R. (ed.) 1994. Ecología de los peces marinos de Cuba. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Mexique, 525 pp.

Caraïbes Environnement, 2015. Suivi des biocénoses maries – Grand projet de port. Rapport de mission campagne n°1 – janvier 2015.

Creocean, 1995. Demande de modification et de renouvellement du permis d'extraction de sables marins sur le gisement du Petit-Havre. Étude d'impact, 34p.

HECK K.L., WEINSTEIN M.P., 1989. Feeding habits of juvenile reef fishes associated with Panamian seagrass meadows. Bull. Mar. Sci., 45 (3) : 629-636.

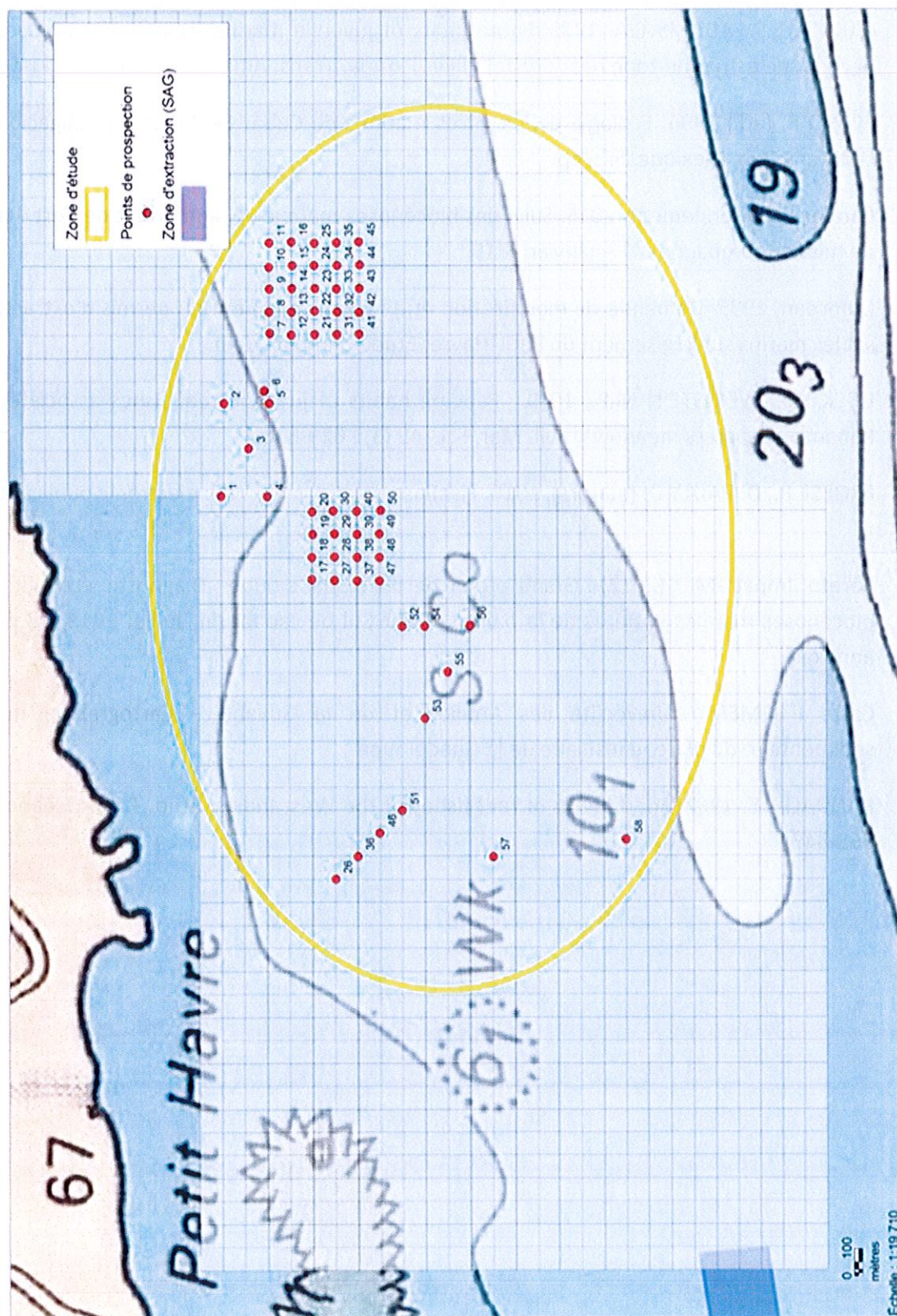
FROESE R., D. PAULY D. (editors), 2016. FishBase. World Wide Web electronic publication.

Pareto, Impact-Mer (2012) : Grand projet de port Guadeloupe : Diagnostic écologique des biocénoses marines côtières de la baie du Petit Cul-de-sac Marin. Juillet 2012, 98 pages + annexes.

Carte IFREMER / Université des Antilles et de la Guyane – Cartographie morpho-sédimentaire du plateau insulaire de la Guadeloupe.

RANDALL J.E. 1967. Food habits of reef fishes of the West Indies. Stud. Trop. Oceanogr., 5 : 665-847.

7. ANNEXE 1 : LES POINTS VIDÉO



Carte 8 : Carte du carroyage correspondant aux points vidéo au large de Petit-Havre

Tableau 2 : Tableau récapitulatif des points vidéo au large de Petit-Havre

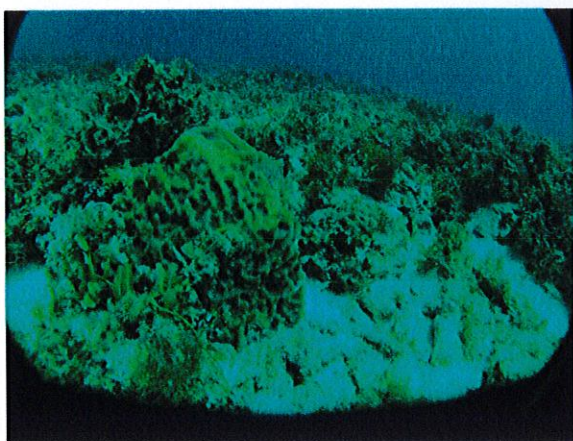
N° carroyage	Latitude	Longitude	Nature du substrat	Biocénoses	Espèces	Observations	Profondeur (m)
1	16°12'17.09"N	61°24'28.95"O	Dalle calcaire	Algues, éponges	Tâche de <i>Thalassia testudinum</i>		13
2	16°12'16.79"N	61°24'15.70"O	Dalle calcaire	Coraux, gorgones, éponges			11,6
3	16°12'13.68"N	61°24'22.46"O	Dalle calcaire	Algues, éponges, peu de coraux			10,5
4	16°12'10.83"N	61°24'29.13"O	Dalle calcaire (sable grossier)	Gorgones, coraux			13
5	16°12'10.13"N	61°24'15.20"O	Fonds de sable	Massifs coralliens			14,7
6	16°12'10,8"	61°24'15,0"	Dalle rocheuse accidentée	Gorgones, algues, coraux			13,5
7	16°12'10.55"N	61°24'05.20"O	Dalle calcaire	Coraux, gorgones, éponges			20,3
8	16°12'10.41"N	61°24'01.90"O	Dalle calcaire	Herbier + massifs coralliens	<i>Halophila stipulacea</i>	Dense	22,3
9	16°12'10.13"N	61°23'59.15"O	Fonds sableux	Herbiers	<i>Halophila stipulacea</i>	Dense	22,8
10	16°12'10.55"N	61°23'55.46"O	Fonds de sable grossier et nodules algaux	Gorgones			22
11	16°12'09.31"N	61°23'51.82"O	Fonds sableux	Herbiers	<i>Halophila stipulacea</i>	Dense	21,6
12	16°12'06.73"N	61°24'04.82"O	Fonds sableux	Herbiers	<i>Halophila stipulacea</i>	Dense	24,3
13	16°12'05.80"N	61°24'01.86"O	Fonds sableux	Herbiers	<i>Halophila stipulacea</i>	Dense	24,7
14	16°12'06.73"N	61°23'59.05"O	Fonds sableux	Herbiers	<i>Halophila stipulacea</i>	Dense	23,4
15	16°12'06.73"N	61°23'55.63"O	Fonds sableux	Herbiers	<i>Halophila stipulacea</i>	Dense	24
16	16°12'06.21"N	61°23'51.45"O	Fonds sableux	Herbiers	<i>Halophila stipulacea</i>	Dense	22
17	16°12'04.58"N	61°24'41.16"O	Fonds sableux	Algues	Halimeda		20
18	16°12'04.46"N	61°24'37.90"O	Fonds de sable grossier et nodules algaux	Herbiers	<i>Halophila stipulacea</i>	Dense	20,5
19	16°12'04.21"N	61°24'34.40"O	Fonds de sable grossier et nodules algaux	Herbiers	<i>Halophila stipulacea</i>	Dense	21
20	16°12'01.19"N	61°24'31.29"O	Fonds de sable grossier et nodules algaux	Herbiers	<i>Halophila stipulacea</i>	Dense	22
21	16°12'03.60"N	61°24'05.35"O	Fonds sableux	Herbiers	<i>Halophila stipulacea</i>	Dense	24,4
22	16°12'03.60"N	61°24'01.47"O	Fonds sableux	Herbiers	<i>Halophila stipulacea</i>	Dense	25,4
23	16°12'03.22"N	61°23'58.93"O	Fonds sableux	Herbiers	<i>Halophila stipulacea</i>	Dense	25

24	16°12'03.73"N	61°23'55.08"O	Fonds sableux	Herbiers	<i>Halophila stipulacea</i>	Dense	25,5
25	16°12'03.61"N	61°23'51.62"O	Fonds sableux	Herbiers	<i>Halophila stipulacea</i>	Dense	26,2
26	16°12'01.66"N	61°25'24.76"O	Fonds sableux	Herbiers	<i>Syringodium filiforme</i>	Dense	16
27	16°12'04.21"N	61°24'41.43"O	Fonds de sable grossier et nodules algaux	Algues			18
28	16°12'00.49"N	61°24'38.49"O	Fonds de sable grossier et nodules algaux	Algues	<i>Codium</i>	Faible recouvrement	19
29	16°12'00.96"N	61°24'34.71"O	Fonds de sable grossier et nodules algaux	Algues + herbiers	<i>Halophila stipulacea</i>		20
30	16°12'00.73"N	61°24'31.13"O	Fonds de sable grossier et nodules algaux	Algues			20
31	16°12'00.46"N	61°24'05.23"O	Fonds sableux	Herbiers	<i>Halophila stipulacea</i>	Dense	25,4
32	16°12'00.34"N	61°24'01.83"O	Fonds sableux	Herbiers	<i>Halophila stipulacea</i>	Dense	25,8
33	16°12'00.46"N	61°23'58.76"O	Fonds sableux	Herbiers	<i>Halophila stipulacea</i>	Dense	25,1
34	16°12'00.22"N	61°23'55.05"O	Fonds sableux	Herbiers	<i>Halophila stipulacea</i>	Dense	26,5
35	16°12'00.72"N	61°23'51.37"O	Fonds sableux	Herbiers	<i>Halophila stipulacea</i>	Dense	26,6
36	16°11'58.19"N	61°25'22.07"O	Fonds sableux	Herbiers	<i>Syringodium filiforme</i>	Dense	15
37	16°11'57.75"N	61°24'41.21"O	Fonds de sable grossier et nodules algaux	Algues			17
38	16°11'57.64"N	61°24'37.94"O	Fonds de sable grossier et nodules algaux	Herbiers	<i>Halophila stipulacea</i>		18
39	16°11'57.42"N	61°24'35.15"O	Fonds de sable grossier et nodules algaux	Algues			17,5
40	16°11'58.09"N	61°24'31.55"O	Fonds de sable grossier et nodules algaux	Algues			18
41	16°11'56.86"N	61°24'05.25"O	Dalle calcaire	Herbiers + éponges, gorgones	<i>Halophila stipulacea</i>	Épars	23,7
42	16°11'56.63"N	61°24'01.72"O	Fonds sableux	Herbiers	<i>Halophila stipulacea</i>	Dense	26,5
43	16°11'56.86"N	61°23'58.73"O	Fonds sableux	Herbiers	<i>Halophila stipulacea</i>	Dense	26
44	16°11'56.75"N	61°23'55.42"O	Fonds sableux	Herbiers	<i>Halophila stipulacea</i>	Dense	25,5
45	16°11'57.11"N	61°23'51.92"O	Fonds sableux	Herbiers	<i>Halophila stipulacea</i>	Dense	26,7
46	16°11'54.70"N	61°25'18.65"O	Fonds sableux	Herbiers	<i>Syringodium filiforme</i>	Dense	15,5
47	16°11'54.70"N	61°24'41.30"O	Dalle calcaire	Algues, gorgones			16
48	16°11'54.38"N	61°24'38.17"O	Fonds de sable grossier et nodules algaux	Coraux, gorgones, éponges			16
49	16°11'54.92"N	61°24'34.11"O	Dalle calcaire	Coraux, gorgones, éponges		Fort recouvrement	13
50	16°11'54.60"N	61°24'31.08"O	Dalle calcaire	Coraux, gorgones, éponges		Fort recouvrement	14,6

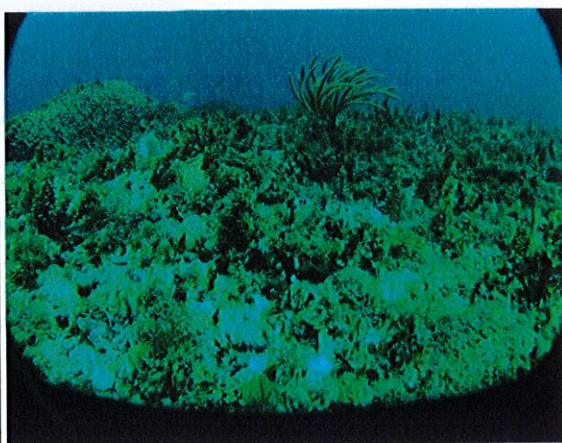
51	16°11'51.59"N	61°25'15.10"O	Dalle calcaire	Coraux, gorgones, éponges			15
52	16°11'51.39"N	61°24'48.15"O	Dalle calcaire	Herbiers	<i>Syringodium filiforme</i> + <i>Halophila stipulacea</i> + <i>Halimeda</i> + peuplements coralliens	Alter- nance avec dalle	16
53	16°11'48.45"N	61°25'01.60"O	Dalle calcaire	Coraux, gorgones, éponges			13,5
54	16°11'48.07"N	61°24'48.03"O	Dalle calcaire	Gorgones			14
55	16°11'45.02"N	61°24'54.75"O	Dalle calcaire	Coraux, Gorgones			13
56	16°11'41.88"N	61°24'48.04"O	Dalle calcaire	Coraux, Gorgones			15
57	16°11'38.84"N	61°25'21.84"O	Dalle calcaire	Coraux, gorgones, éponges			13
58	16°11'18.8"N	61°25'19.4"O	Dalle calcaire	Coraux, gorgones, éponges			21

8. REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE DE LA CAMPAGNE VIDÉO

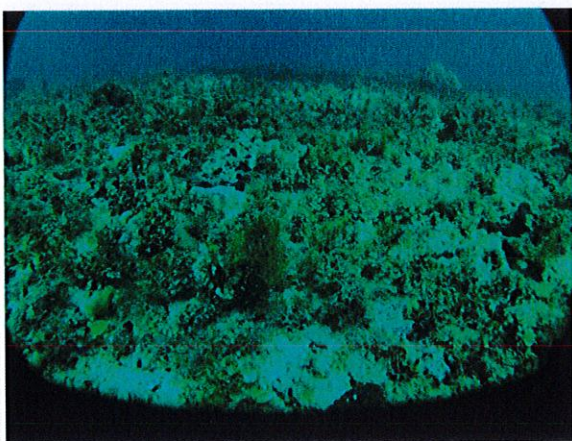
La numérotation de la photographie correspond au point de carroyage.



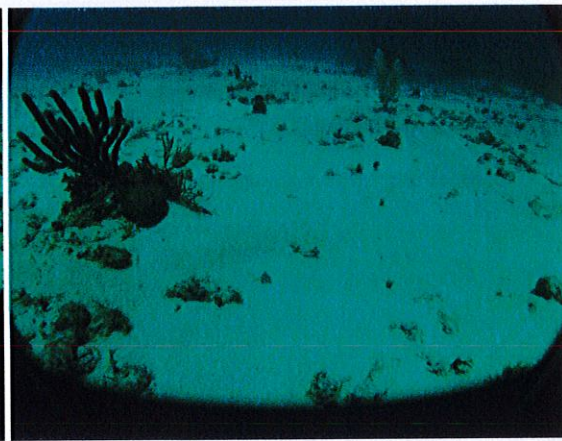
N°01.JPG



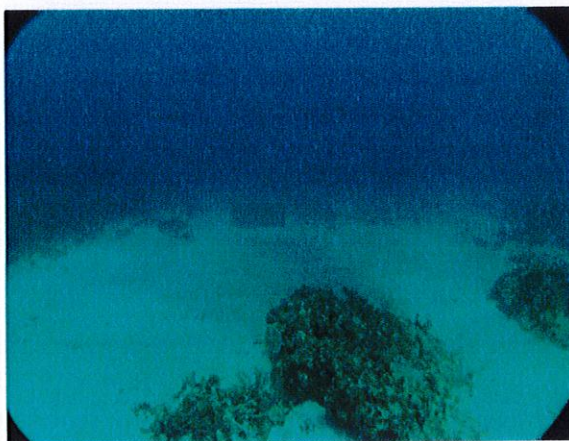
N°02.JPG



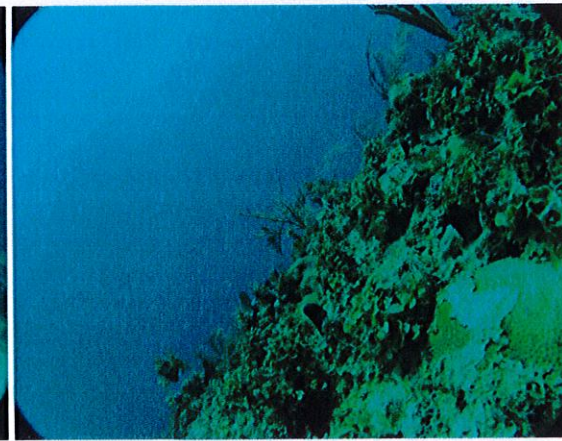
N°03.JPG



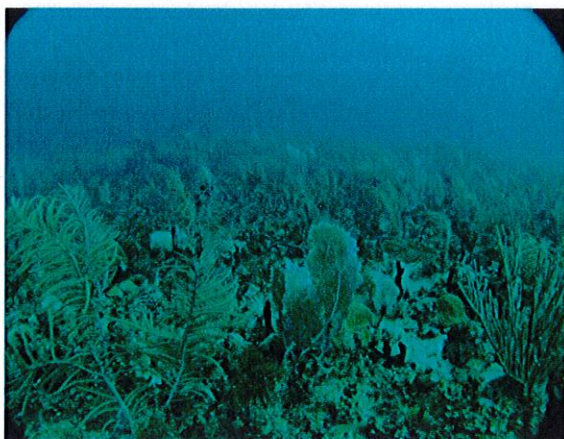
N°04.JPG



N°05.JPG



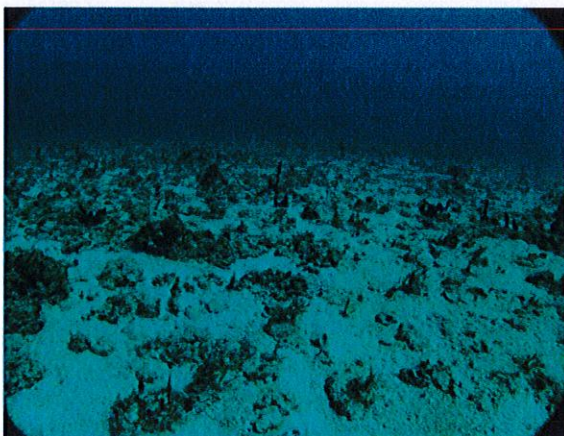
N°06.JPG



N°07.JPG



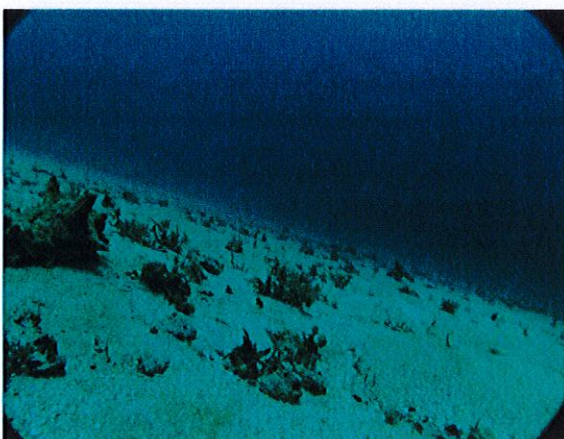
N°08.JPG



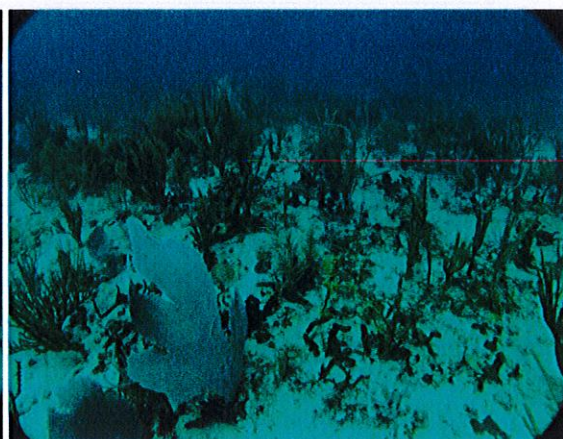
N°10.JPG



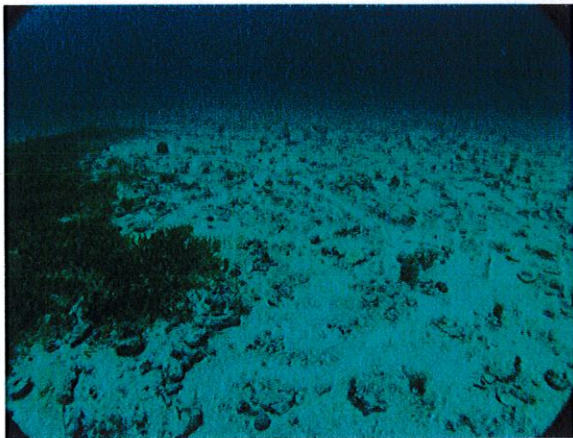
N°17.JPG



N°27.JPG



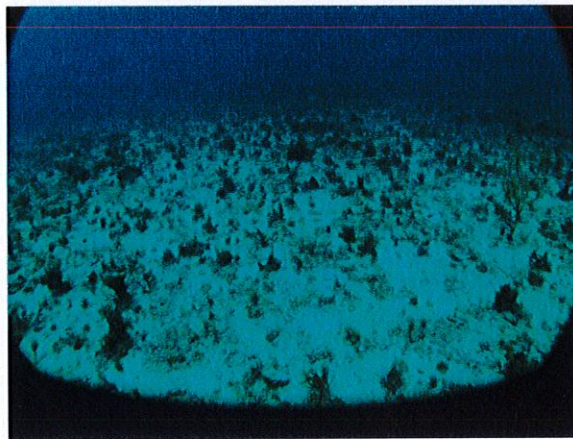
N°28.JPG



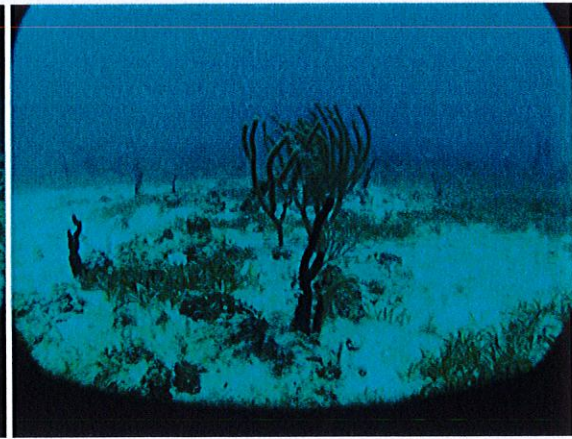
N°29.JPG



N°35.JPG



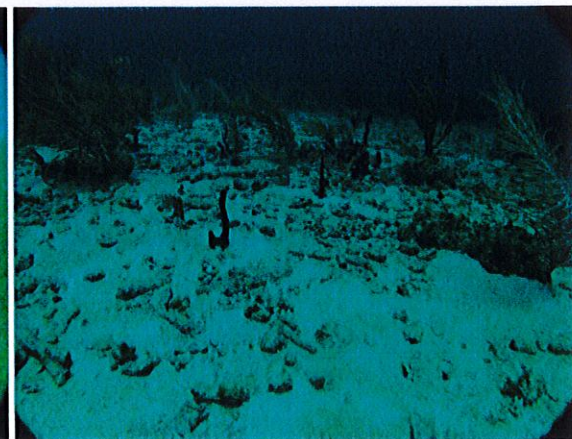
N°40.JPG



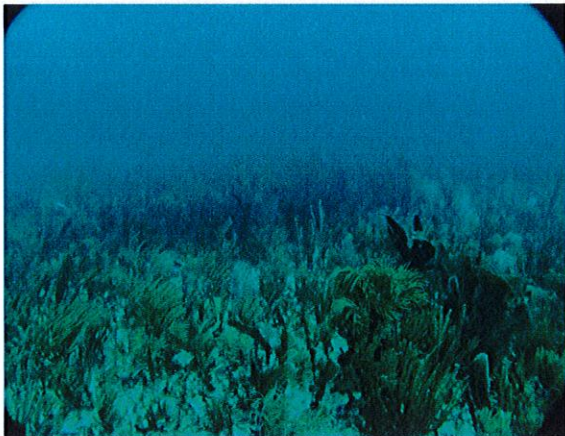
n°41.JPG



N°46.JPG



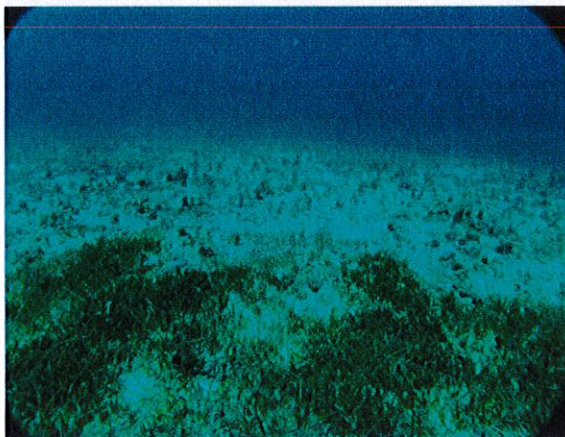
N°48.JPG



N°49.JPG



N°50.JPG



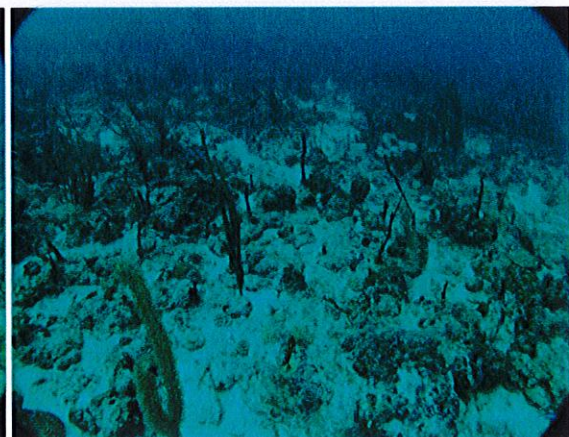
N°52.JPG



N°54.JPG



N°56.JPG



N°58.JPG

9. ANNEXE 2 : LES RELEVÉS EN PLONGÉE

Tableau 3 : Caractéristique des stations de relevés

Site	Site n°1	Site n°2
Coordonnées géographiques	N16°12'01" – W 061°24'40"	N16°12'04" – W061°24'00"
Type de fond	Fonds de sable grossier et nodules algaux	Herbier à <i>Halophila stipulacea</i>
Date de la plongée	18/11/2016	30/11/2016
Profondeur	19 m	25 m
Durée des relevés	47 min	60 mn
Surface couverte	1 200 m ²	1200 m ²
Température de fond	29.2°C	28.2°C

Tableau 4 : Distribution spécifique semi-quantitative de la macroflore et de la macrofaune benthique dans les 2 sites

STATIONS	Site1	Site 2
FORAMINIFERA		
<i>Homotrema rubrum</i>	2	
CYANOPHYTA		
<i>Schyzothrix calcicola</i>	1	
<i>Symploca hydroides</i>	1	
ALGAE		
<i>Ventricaria ventricosa</i>	1	1
<i>Anadyomene lacerata</i>	1	
<i>Caulerpa cupressoides</i>		
<i>forma flabellata</i>	1	
<i>Caulerpa mexicana</i>	1	

<i>Caulerpa prolifera</i>	2	
<i>Caulerpa serrulata</i>	1	
<i>Caulerpa sertularioides</i>	3	
<i>Caulerpa ashmeadii</i>	1	
<i>Halimeda incrassata</i>	2	1
<i>Halimeda monile</i>		1
<i>Halimeda tuna</i>	1	
<i>Udotea cyathiformis</i>	2	
<i>Udotea flabellum</i>	2	
<i>Avrainvillea cf. nigricans</i>	1	
<i>Neomeris annulata</i>	1	
<i>Dictyota cf. pulchella</i>	1	
<i>Ceramium nitens</i>		1
<i>Acantophora spicifera</i>	2	
<i>Galaxaura subverticillata</i>	2	
<i>Dasya sp.</i>	1	1
<i>Allithamnion cordatum</i>	1	
<i>Liagora farinosum</i>	1	
<i>Hydrolithon ssp.</i>	5	
ANGIOSPERMA		
<i>Halophila stipulacea</i>	5	5
PORIFERA		
<i>Agelas Clathrodes</i>	2	
<i>Xetospongia muta</i>		1
<i>Iotrochota birotulata</i>	1	
<i>Amphimedon compressa</i>	2	1
<i>Ptilocaulis walpersi</i>	1	
<i>Demosponges ssp.</i>	1	
HYDROZOA		
<i>Gymnangium longicaudum</i>	1	
HYDROCORALLIA		
<i>Millepora alcicornis</i>	1	
SCYPHOZOA		
<i>Aurelia aurita</i>	1	1
OCTOCORALLIA		
<i>Pseudopterogorgia acerosa</i>	1	
<i>Pseudopterogorgia americana</i>	1	
<i>Pseudopterogorgia bipinnata</i>	1	
SCLERACTINIA		
<i>Siderastrea siderea</i>	1	
<i>Manicina areolata</i>	3	
ACTINARIA		

<i>Lebrunia danae</i>	1	
<i>Condylactis gigantea</i>	1	
<i>Bunodosoma granuliferum</i>	1	
ANNELIDA		
<i>Hermodice carunculata</i>		1
<i>Eupolymnia crassicornis</i>	1	
<i>Bispira variegata</i>	1	
MOLLUSCA		
<i>Pinna carnea</i>	2	2
<i>Periglypta lister</i>	1	
<i>Cerithium literatum</i>		4
<i>Modulus modulus</i>		1
<i>Lobatus gallus</i>	1	
<i>Lobatus gigas</i>	1	1
<i>Lobatus costatus</i>	2	1
<i>Tegula cf. fasciata</i>	1	
<i>Turbo canaliculatus</i>	1	
<i>Cymatium caribbaeum</i>	1	
<i>Sepioteuthis sepioidea</i>		1
<i>Octopus sp.</i>	1	
CRUSTACEA		
<i>Mithrax spinosissimus</i>	1	
<i>Stenorhynchus seticornis</i>		1
<i>Paguristes sp.</i>		1
<i>Stenopus sp.</i>	1	
ECHINODERMATA		
<i>Oreaster reticulatus</i>		1
<i>Astrophyton muricatum</i>	1	
<i>Diadema antillarum</i>		1
<i>Tripneustes ventricosus</i>		1
<i>Eucidaris tribuloides</i>	5	
<i>Meoma ventricosa</i>	2	1
<i>Holothuria arenicola</i>	1	1
<i>Holothuria mexicana</i>	1	
UROCHORDATA		
<i>Polycarpa spongiabilis</i>		1
Richesse spécifique :	58	24

Tableau 5 : Distribution quantitative de la faune ichthyologique dans les deux sites étudiés

Famille et espèces	Site 1				Site 2			
	Effectifs		Biomasse (g.1200m ²)		Effectifs		Biomasse (g.1200m ²)	
	N	%	B	%	N	%	B	%
Dasyatidae								
<i>Dasyatis americana</i>					1	1,64	3267,0	19,83
Congridae								
<i>Heteroconger longissimus</i>					20	32,79	146,0	0,89
Serranidae								
<i>Serranus tabacarius</i>	1	2,63	0,4	0,01				
Carangidae								
<i>Caranx chrysos</i>	6	15,79	693,6	21,48				
<i>Elagatis bipinnulatus</i>					14	22,95	11212,0	68,05
<i>Selar crumenophthalmus</i>					20	32,79	1818,0	11,03
Lutjanidae								
<i>Lutjanus synagris</i>	1	2,63	0,1					
Labridae								
<i>Halichoeres bivittatus</i>	18	47,37	60,3	1,87	4	6,56	22,0	0,13
<i>Halichoeres poeyi</i>					1	1,64	5,5	0,03
<i>Xyrichtys splendens</i>	2	5,26	11,0	0,34	1	1,64	5,5	0,03
Opistognathidae								
<i>Opistognathus macrognathus</i>	1	2,63	1,0	0,03				
Gobiidae								
<i>Coryphopterus glaucofraenum</i>	4	10,53	14,8	0,46				
<i>Ptereleotris helenae</i>	1	2,63	0,2	0,01				
Acanthuridae								
<i>Acanthurus bahianus</i>	2	5,26	2,0	0,06				
Sphyraenidae								
<i>Sphyraena barracuda</i>	1	2,63	2434,0	75,39				
Balistidae								
<i>Balistes vetula</i>	1	2,63	11,2	0,35				

10. REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE DES RELEVÉS EN PLONGÉE



Photographie 8 : Fonds de sable grossier - Au premier plan, l'algue *Caulerpa sertularioides* (site 1)



Photographie 9 : Le corail libre *Manicina areolata* au sein des nodules de Rhodophycées calcifiées (site 1)



Photographie 10 : L'oursin *Eucidaris tribuloides* abondant sur le site 1



Photographie 11 : Un strombe *Lobatus costatus* (site 1)



Photographie 12 : *Dasyatis americana* dans l'herbier à *Halophila stipulacea* sur le site 2.



Photographie 13 : Le mollusque bivalve *Pinna carnea* dans l'herbier à *Halophila stipulacea* (site 2)



Photographie 14 : *Ventricaria ventriocosa* : une des rares espèces d'algues présentes dans l'herbier à *Halophila stipulacea* (site 2)



Photographie 15 : Un lami sub-adulte (*Lobatus gigas*) dans l'herbier à *Halophila stipulacea* sur le site n°2

