



Compte-rendu de la campagne d'inventaire de la faune et de la flore marine côtière de la Martinique

Expédition Madibenthos 2016

Rapport final

1. Bilan de l'expédition

2. Revue de presse

26/09/2019



AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT



Collectivité
territoriale
de Martinique



ODE
Office de l'Eau
Martinique



Parcs
naturels
régionaux de France



Le mot du chef de mission

L'expédition MADIBENTHOS, toute entière consacrée au petit benthos côtier de la Martinique, a eu lieu en septembre-octobre 2016. Elle a mobilisé 64 personnes de 11 pays et réalisé 503 "événements de collecte" (récoltes en marée, récoltes en plongée utilisant des paniers de brosse et des suceuses, dragages, filières de pièges). La phase de terrain proprement dite a été suivie en mars 2017 d'un atelier de tri à la station biologique de Besse, avec 22 participants - pour moitié des scientifiques présents en Martinique lors de MADIBENTHOS, pour moitié d'autres chercheurs et bénévoles qui n'y étaient pas. Au terme de cet atelier, les gros bataillons de la petite macrofaune - essentiellement mollusques et crustacés - ont été entièrement triés au niveau des familles et ont pu commencer à être ventilés vers les spécialistes. Au moment où je rédige ces lignes (juillet 2019), certains taxons ont été entièrement étudiés par un spécialiste ; d'autres sont encore en cours d'étude ; d'autres enfin sont orphelins, faute de spécialiste comme c'est trop souvent le cas pour les petits invertébrés. Si le présent rapport est administrativement un rapport "final", il n'est donc au plan scientifique qu'un document d'étape. Malgré tout, la qualité et la quantité des résultats aboutis - conjugués aux impressions à chaud pendant l'expédition - permettent de considérer les conclusions du présent rapport comme robustes et non ambiguës.

Au-delà des résultats scientifiques, MADIBENTHOS avait souhaité s'appuyer sur, et impliquer le plus possible, l'expertise locale (amateurs de haut niveau, experts des bureaux d'étude, chercheurs résidents) et l'expédition a bénéficié d'un important effort de communication et de restitution pendant et après l'expédition : conférences auprès des élus locaux, et auprès du grand public : site web et blog ; reportages dans la presse nationale et locale ; télévisions et radios ; réalisation de posters. Enfin, l'expédition a été accompagnée d'un module pédagogique particulièrement développé, avec un ambitieux programme de visites de classes (906 élèves) et des conférences aux enseignants.

L'expédition MADIBENTHOS a documenté la présence en Martinique de plusieurs milliers d'espèces (3-4000 ?) d'algues et invertébrés benthiques, dont 1000 au moins n'étaient pas encore connues de cette île. En novembre 2016, à l'issue de l'expédition, j'avais estimé que 100 à 200 espèces nouvelles pour la science avaient été découvertes. Trois ans plus tard, il faut revoir cette estimation nettement à la hausse, car ce sont plutôt 200 à 400 espèces nouvelles qui ont été découvertes. Tout cela est accompagné de plus de 15.000 photos *in situ* et *ex situ*, et pas loin de 5000 échantillons de tissus pour le séquençage. Du côté du verre à moitié plein, la plus grande surprise vient de la composition spécifique de cette faune. Dans la mesure où les grands écosystèmes sont les mêmes et où les deux îles sont séparées de moins de 200 kilomètres, nous nous attendions à ce que la liste d'espèces présentes en Martinique soit très proche de celle de la Guadeloupe. Or des différences importantes sont apparues. Elles peuvent refléter le micro-endémisme des espèces sans dispersion larvaire planctonique, par exemple les cônes (Conidae) et les marginelles (Marginellidae, Cystiscidae) - pour lesquels le taux de recouvrement entre les deux îles paraît être inférieur à 50%. Les différences peuvent aussi refléter le caractère extrêmement saisonnier et imprédictible de certaines occurrences, par exemple les nudibranches - pour lesquels un nombre similaire d'espèces est recensé dans les deux îles, mais avec un taux de recouvrement de 70% ; dans ce cas, les différences ne reflètent pas le micro-endémisme, et les différences observées peuvent n'être qu'apparentes.

Du côté du verre à moitié vide, et derrière ces chiffres qui témoignent aussi du savoir-faire de l'équipe et de l'intensité de l'échantillonnage, nous avons quitté la Martinique avec l'impression d'écosystèmes en très mauvais état écologique : les récifs coralliens sont envahis par les algues - y compris sur la côte atlantique pourtant plus ouverte ; le poisson-lion et l'"herbe" *Halophila stipulacea*, introduits, sont partout ; et surtout, partout des effectifs très faibles : la richesse spécifique est là, mais presque tout

est rare ou très rare, y compris les espèces banales ailleurs dans la Caraïbe, par exemple, *Strombus pugilis* ! Rétrospectivement, nous avons trouvé que la Guadeloupe grouillait de petits invertébrés ; la Martinique nous est apparue comme Pompéi suffoquant sous les particules fines et l'eutrophisation. Quand on y ajoute la pollution par la chlordécone et la surpêche par les nasses, il est clair que les habitats côtiers de la Martinique sont en crise et que l'inventaire MADIBENTHOS sera, à l'avenir, regardé comme le témoignage d'une époque révolue.

Deux événements se sont produits depuis l'expédition de 2016 : d'une part, la création en 2017 du Parc Naturel Marin de Martinique ; d'autre part, les échouages massifs de sargasses sur le littoral martiniquais en 2018, et qui paraissent devoir se reproduire à nouveau à l'avenir. On pourrait être tenté de considérer MADIBENTHOS comme un état de référence vis à vis duquel mesurer l'évolution de la biodiversité marine de la Martinique. Il faut cependant se souvenir que l'expédition a mobilisé des moyens humains et logistiques très importants, qu'il n'est pas réaliste d'imaginer mobiliser à intervalles réguliers. C'est dire que, à côté des inventaires approfondis de type MADIBENTHOS, les suivis temporels fondés sur des taxons indicateurs gardent toute leur place. Les résultats de l'expédition pourront aider à choisir ces taxons indicateurs en fonction des objectifs de gestion et de connaissance d'une part, des ressources humaines et budgétaires mobilisables d'autre part.

Leçons et perspectives

Au terme des expéditions conduites par notre équipe depuis 2012, et dont MADIBENTHOS représente le dernier volet, on peut considérer que la Guadeloupe, la Martinique et la Guyane sont devenus les territoires de la région Caraïbe dont la biodiversité marine a été la plus complètement inventoriée. Il reste à mettre en œuvre une expédition hauturière dans la ZEE de Martinique pour en explorer la tranche 80-1000 mètres (voire au-delà). Cet objectif pourrait faire l'objet d'un projet de coopération régionale avec les pays (La Dominique, Ste Lucie, La Barbade) dont la ZEE est limitrophe de celle de la Martinique. Des contacts prometteurs ont été pris en 2018 avec nos collègues de l'University of the West Indies à La Barbade, qui sont favorables à mener avec nous une campagne océanographique hauturière qui pourrait avoir lieu en 2022.

L'expédition MADIBENTHOS est une initiative de l'Agence des Aires Marines Protégées (AAMP) [maintenant partie de l'Agence Française de la Biodiversité (AFB)], de la Direction Régionale de l'Environnement (DEAL) et de l'Office de l'Eau de la Martinique (ODE), avec l'appui de la Direction de la Mer (DM) et du Parc Naturel Régional de la Martinique (PNRM). Elle a été mise en œuvre par le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN), avec un financement du Fonds Européen de Développement Economique Régional (FEDER), de la Collectivité Territoriale de Martinique (CTM), des Plantations Saint-James et de la BRED. L'expédition a été hébergée à Fort-de-France sur la Base Navale de la Marine Nationale, dont le soutien multiforme, continu et chaleureux a largement contribué à son succès. L'expédition MADIBENTHOS a également bénéficié de l'aide de l'Université des Antilles, du rectorat de la Martinique, des Associations OCEANvironnement et Flabellina, et de l'écoute bienveillante des agents de la douane. Que tous trouvent ici l'expression des remerciements du chef de mission, en son nom propre, et au nom de l'équipe de projet.

Philippe Bouchet, Chef de mission.

Table des matières

1. LE CADRE DE L'EXPEDITION MADIBENTHOS	7
2. LES OPERATIONS	9
L'échantillonnage à vue.....	9
La suceuse ou aspirateur sous-marin	10
Le brossage.....	11
La drague	11
La pose de filières de nasses	12
Les moyens nautiques	13
Traitement des échantillons.....	14
1) Tri et tamisage.....	14
2) La photographie des spécimens vivants.....	16
3) Barcoding pour le séquençage ADN	19
Bilan des opérations de terrain	24
3. LES TAXONS	26
CRUSTACES & PYCNOGONIDES	26
1) Crustacés Décapodes.....	27
2) Crustacés Amphipodes.....	37
3) <i>Chelicerata Pycnogonida</i>	41
MOLLUSQUES	45
EPONGES	48
1) Introduction.....	48
2) Matériel et méthode	48
LES GORGONES.....	52
1) Introduction.....	52
2) Méthodologie	52
3) Résultats	54
ASCIDIES	69
BIOLUMINESCENCE & FLUORESCENCE NATURELLE.....	73
1) Introduction.....	73
2) Matériel & Méthodes.....	75
3) Résultats	76
4) Discussion & Conclusions	81
COMMUNAUTES RECIFALES DE LA MARTINIQUE (CORAU, POISSONS) ET ETAT DE SANTE RECIFAL	82

1)	Introduction.....	82
2)	Matériel et méthodes.....	83
3)	État de santé des communautés benthiques récifales	84
4)	Inventaire des coraux.....	89
5)	Inventaire des poissons récifaux	90
6)	Références bibliographiques	92
	Liste taxinomique des coraux de la Martinique	93
	Liste taxinomique des poissons observés au cours de la mission.....	100
	Illustrations.....	105
	ALGUES	108
4.	ACTUALISATION DE LA TYPOLOGIE DES HABITATS MARINS DE LA MARTINIQUE	116
1)	Le concept d’habitat naturel marin.....	116
2)	Les travaux de typologie d’habitats antérieurs.....	116
3)	Matériel et méthode	117
4)	Résultats : la liste des habitats et faciès.....	123
5)	Au-delà de la description des habitats	142
5.	L’ANALYSE DU JEU DE DONNEES ESPECES	153
1)	Constitution de la base de données espèces	153
2)	Description du jeu de données espèces.....	155
3)	Analyse de la distribution des taxons « rares ».....	160
4)	Endémicité.....	162
5)	Analyse des communautés.....	163
6)	Analyse des abondances	166
7)	Importance des différents secteurs pour la conservation	167
	Conclusion	177
	Références bibliographiques citées :.....	178
	Annexe.....	179
6.	ACCES AUX DONNEES DE L’EXPEDITION	180
7.	BILAN DES ACTIONS PEDAGOGIQUES	182
	Le volet pédagogique en Martinique	183
1)	Avant la mission.....	183
2)	Pendant la mission	184
	Actions de communications	190
	Pendant la mission	190
	Après la mission.....	190

Le volet pédagogique en métropole :	191
A l'académie de Créteil.....	191
1) Avant la mission.....	191
2) Pendant la mission	191
3) Après la mission.....	191
A La Rochelle	192
Les ressources en ligne accessibles à tous	193
8. BILAN DES ACTIONS DE COMMUNICATION	196
Le site internet	196
1) Conception	196
2) Carnet de bord.....	197
3) Tendances.....	197
Evènementiels	199
1) Les conférences de presse.....	199
2) Les conférences de restitution	200
3) Les expositions	203
Les médias	206
1) Presse / Radio / TV 2016 autour de l'expédition.....	206
2) Revue de presse Madibenthos accompagnant les conférences de restitution finale – 3, 4 et 5 décembre 2018.....	208
3) Réseaux sociaux.....	210
9. Liste des participants.....	211
10. Partenaires	214
11. Le bilan, en chiffres	215
1) Moyens humains et matériels.....	215
2) Premiers résultats	215
3) Actions pédagogiques	215
4) Actions de communication.....	216
Annexes	217
Liste des stations.	217
Stations échantillonnées dans le Baie de Fort-de-France	218
Stations échantillonnées dans la zone Nord Caraïbe	220
Stations échantillonnées dans la zone Nord Atlantique	223
Stations échantillonnées dans la zone Sud Atlantique	225
Stations échantillonnées dans la zone Sud Caraïbe	229

1. LE CADRE DE L'EXPEDITION MADIBENTHOS

La grande expédition Madibenthos, menée par le Muséum national d'Histoire naturelle, fait partie du programme d'acquisition de connaissances sur le milieu marin de la Martinique (ACQUIMART), piloté par l'Agence des aires marines protégées, la Direction de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement, l'Office De l'Eau, la Direction de la Mer et la Collectivité Territoriale de Martinique.

La connaissance du milieu naturel est le préalable à l'identification des enjeux de gestion et de protection de celui-ci. L'inventaire a pour but d'enrichir les connaissances en matière de biodiversité et de découvrir des espèces inconnues. Il illustre la convergence des savoirs et des savoir-faire du Muséum national d'Histoire naturelle et des besoins de protection et de valorisation du patrimoine naturel martiniquais. L'ambition est de redonner leur place à toutes les composantes de la biodiversité et permettre aux politiques de conservation de s'asseoir sur des fondements plus solides et plus larges que les groupes taxonomiques traditionnellement étudiés (poissons, coraux...). Les groupes taxonomiques principalement ciblés sont les éponges, les mollusques, les crustacés, les échinodermes, les ascidies et les algues, constituant le benthos.

Sur le terrain, l'expédition s'est déroulée du 1er septembre au 13 octobre 2016. Les opérations de collecte ont débuté le 5 septembre et se sont terminées le 10 octobre. Une soixantaine de personnes ont participé à l'expédition : chercheurs, étudiants, amateurs de haut niveau ou soutien technique.

Tous les types d'habitats ont été échantillonnés (mangroves, fonds meubles, herbiers de phanérogames, algues, communautés coralliennes bioconstructrices et non bioconstructrices ...), et ce sur les deux côtes caraïbe et atlantique, très différentes. La côte caraïbe est connue pour ses communautés coralliennes riches mais dépourvues de constructions récifales à l'exception de sa partie méridionale. Battue par la houle, la côte atlantique, ou côte « au vent », abrite quant à elle des récifs barrières ou frangeants algo-coralliens, très peu connus du fait de leur accès plus difficile.

Les prospections se sont principalement concentrées dans la tranche de 0 à 40 mètres de profondeur. Différentes méthodes d'exploration ont été déployées : la pêche à pied, des plongées couplées à des méthodes de prélèvement innovantes (paniers de brossage, aspirateur sous-marin), et le déploiement de petits engins de pêche (drague, nasses) pouvant aller jusqu'à 100 mètres. L'objectif des ces opérations était de récolter puis de rapatrier les échantillons au laboratoire, où la chaîne de tri traite les spécimens vivants. Les organismes ont été triés par grands groupes zoologiques en fonction de leur taille puis photographiés vivants, les couleurs étant une aide essentielle à l'identification.

Suite à cette mission de terrain, le Muséum a impliqué son vaste réseau international de spécialistes pour l'identification des spécimens. L'inventaire a permis de constituer des collections de référence de « nouvelle génération », incluant des collections de tissus et d'ADN, banques de photos des animaux vivants et vouchers de tissus séquencés. Les données bancarisées à mesure de l'avancement des identifications sur les bases de données nationales et internationales de biodiversité (INPN, OBIS, GBIF). Les données issues de l'expédition ont permis et permettront ainsi d'identifier les espèces marines présentes en Martinique, de localiser les secteurs à forte diversité, d'identifier et de localiser les espèces rares ou encore de décrire les communautés vivantes.

L'expédition Madibenthos a également été une très belle occasion de communication et de sensibilisation autour de la biodiversité marine de la Martinique. Pendant l'expédition, près d'un millier d'élèves ont été sensibilisés directement au travers des actions pédagogiques. L'expédition a bénéficié

d'une bonne couverture médiatique. Un blog a également été tenu à jour, à la fois outils de communication et outil pédagogique. Il reste accessible à l'adresse : <http://madibenthos.mnhn.fr/>

A ce jour, tout le matériel collecté dans le cadre de Madibenthos n'est pas encore passé dans les mains de spécialistes. Ce rapport rend compte de l'avancement du traitement des différents groupes taxonomiques.

Sur la base des groupes pour lesquels le travail d'identification est terminée, des premières analyses exploratoires ont pu être menées et sont présentées dans ce rapport. Ce travail de valorisation des données de Madibenthos à destination des gestionnaires va se poursuivre à mesure que le travail des taxonomistes enrichit la base de données, et être approfondi. Un projet en ce sens est en cours de conventionnement.

2. LES OPERATIONS

Notre stratégie vise à saturer l'échantillonnage en couplant des méthodes de prélèvements semi-quantitatifs "en aveugle" et une approche "intuitive" fondée sur la perception visuelle de l'hétérogénéité des micro-habitats :

- A marée basse et en plongée, échantillonnage à vue des espèces pluri-centimétriques; pour les espèces de taille inférieure à 10-15 mm, brossage de petits blocs mobiles ;
- En plongée, utilisation d'une suceuse (sur tous types de fonds) et de paniers de brossage (pour les petits blocs mobiles) ;
- En hauturier proche, prélèvements par dragages (drague épibenthique) et pose de filières de nasses.

L'échantillonnage à vue

La récolte à vue est une technique qui fait appel à des spécialistes. En effet, la plupart des organismes se fondent dans leur environnement pour atteindre souvent un mimétisme parfait avec leurs hôtes. La récolte à vue demande du savoir-faire, de l'expérience et de l'intuition : le choix des blocs à retourner, l'attention à porter aux différences de granulométrie du sédiment, aux espèces ou individus camouflés (homochromie ou mimétisme), etc. Seuls des plongeurs et récolteurs chevronnés pourront repérer les commensaux, parasites et animaux vivant en symbioses.

En plongée, elle permet d'échantillonner beaucoup de familles de mollusques et crustacés commensales (Ovulidae, Epitoniidae, Eulimidae, Galeommatoidea) mal échantillonnées par les méthodes dites en « aveugle », car leur densité sont très faibles et l'information sur l'animal hôte indispensable. Il est alors nécessaire de récolter à vue en repérant les associations.



Récolte à vue en plongée - AR480 – photo : Esther van der Ent

Sur le littoral, la pêche à pied, réalisée sur l'estran, permet de récolter des espèces supportant plus ou moins l'exondation jusque dans le supralittoral à plusieurs mètres en amont des laisses de mer, ainsi que dans les zones rocheuses, battues, inaccessibles aux embarcations et modes de prélèvement en aveugle. La méthode et les connaissances requises sont les mêmes qu'en plongée.



Récolte à vue à marée – AM038 - photo : Clarisse Rondier

La suceuse ou aspirateur sous-marin

L'aspirateur sous-marin est l'un des outils utilisé sur fonds non accessibles à la drague, et notamment les fonds rocheux, caverneux ou encombrés d'organismes à corps solides.



Aspirateur sous-marin - AR053 - photo : Noémie Michez

L'air débité par une bouteille de plongée arrive par un tuyau moyenne pression à 7 bars à la base d'un tube PVC de 2 m de long et d'un diamètre de 10 cm environ. En remontant dans le tuyau, qui doit avoir la position la plus verticale possible, l'air se détend et fait piston. Les particules et objets situés au voisinage de l'ouverture sont aspirés et retenus dans un filet à maille de 1 mm. Cet outil ne permet cependant pas de décrocher la faune sessile.

Le brossage

Pour la faune épibionte, qui adhère fortement au substrat, on utilise la technique du brossage. Elle consiste à nettoyer une surface, en général de gros blocs de cailloux, à l'aide d'une brosse en plastique dur au-dessus d'un panier de brossage. Les cailloux sont ensuite reposés dans le bon sens au fond de l'eau. Sous l'eau, les blocs de petit calibre sont brossés au-dessus de deux paniers gerbables ajourés et d'un filet à maille de 500 microns pris entre les deux. L'ensemble est lourdement lesté par 8 kilos de plomb fixés à chaque angle en fond de panier.



Brossage - AB157 - photo : Yan Buske

La drague

La drague est utilisée sur les fonds meubles, vaseux comme sableux, peu encombrés d'obstacles rocheux. Le dragage à partir d'une embarcation est la méthode la plus couramment utilisée. Elle permet de récolter jusqu'à 150 m lorsque les conditions de mer le permettent. La drague est constituée d'un cadre triangulaire en métal de 30 cm de côté, muni d'un filet de maille de 1 mm et d'une corde tressée de 200 m de long. L'ensemble est tiré par une embarcation légère. Chaque trait dure de 5 à 20 mn, et dépend du type de fond.



Drague - photo : Clarisse Rondier

La drague à main est un engin muni d'un manche auquel on adjoint un panier en grillage ou un filet nylon de maille de 1 mm. Cette technique est par exemple particulièrement efficace dans les zones de fonds meubles en enclave de fonds durs, inaccessible au travail d'une embarcation, et à marée basse dans quelques centimètres d'eau, voire à sec.

La pose de filières de nasses

Cette technique consiste à poser des filières de nasses et les relever afin de collecter des invertébrés charognards. Les filières sont constituées de dizaines de nasses, bouteilles plastiques préalablement appâtées et posées à des profondeurs entre 65 et 85m durant Madibenthos. Il n'est pas rare qu'elles se perdent ou s'accrochent au moment du relevage.



Pièges confectionnés pour les nasses

Les moyens nautiques

Pour mener à bien cette opération dont le dimensionnement vient d'être décrit, il a été mobilisé pas moins de 7 embarcations légères.

Les équipements nautiques déployés, d'origines diverses (3 semi-rigides motorisés : 2 embarcations Muséum + 1 embarcation DEAL ; 2 yoles de pêche en prestation de service ; 1 Boston-Whaler du Parc Naturel Régional (PNR) et 1 Vedette de la Direction de la Mer),

Ces équipements étaient affectés à des opérations parfois bien ciblées :

- Une yole de pêche, était armée pour le dragage à main avec un treuil de relevage et une table traçante pour suivre les isobathes.



Yole de pêche " TIP TOP " de 7,2 m motorisée (150cv) et équipée d'une table traçante et d'un treuil



Drague à main, triangle équilatéral de 30cm de long

- Un Boston-Whaler de petite taille gracieusement mis à disposition par le Syndicat mixte du Parc Naturel Régional (PNR) était affecté aux marées grâce à son faible tirant d'eau et à sa coque " peu marine ".



Boston-Whaler " ROISA III ", de 4,2m, motorisé (60cv)

- Un zodiac semi-rigide de 6,30 m équipé d'un moteur hors-bord de 150 cv, gracieusement mis à disposition par la Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DEAL) était dédié aux plongeurs " petits fonds " et aux mareyeurs.

- Deux semi-rigides, " Arvag " et " Meaban " appartenant au Muséum étaient mobilisés sur les opérations de plongée pour la collecte à vue et le vrac et ce, quelle que soit la profondeur.



Bombard Explorer DB600 « Meanban », 6m et 150cv

- Une yole de pêche puissamment motorisée est venue en complément des deux semi-rigides du Muséum pour réaliser les opérations de plongée.

- Enfin, durant les 9 derniers jours, une vedette d'intervention des Affaires Maritimes, le Thazard, a permis d'explorer la côte Nord Atlantique de la Martinique et ce malgré des conditions océaniques parfois défavorables.



Vedette " Thazard " de la DM, de 8,75m et lourdement motorisé (2x250cv)

Traitement des échantillons

1) Tri et tamisage

Les échantillons sont apportés vivants le plus rapidement possible après la collecte (midi et milieu d'après-midi) au laboratoire, pour être ensuite triés par morpho-espèces, qui seront photographiés et fixés pour le séquençage moléculaire par l'équipe sur place.

Le tri des échantillons s'effectue par tamisages successifs, jusqu'à finir sous la loupe binoculaire.

Les échantillons destinés à être barcodés sont identifiés par un numéro de terrain unique et la station/photos auxquels ils sont associés est inscrite également. Les échantillons à sec et ceux conservé en alcool sont rassemblés par station, conditionnés en sachets ou en tubes plastiques, puis stockés dans des fûts homologués.



Tamisage - photo : Clarisse Rondier



Le laboratoire de tri à la loupe binoculaire - photo : Clarisse Rondier



Laboratoire photo - photo : Clarisse Rondier



Poste barcode : prélèvement d'échantillons de tissus - photo : Clarisse Rondier

2) La photographie des spécimens vivants

Crédit photo labo : Manuel Caballer Guttierrez, Laurent Charles, Philippe Maestrati, Colin Redfern.

Les spécimens photographiés ont été étiquetés au moment de la prise de vue par un code comprenant le numéro de la station + les initiales du photographe + un numéro croissant pour chaque spécimen et listés sur un cahier. Arrivé en salle barcode, un numéro définitif de type « code barre » était ajouté.

Provenance du matériel

Le matériel photographié provenait, soit directement de la salle humide de stockage des spécimens après tamisage, soit du tri des résidus. Toute l'activité « photos Mollusques » était concentrée dans la salle dite « Lafayette » où s'effectuait aussi le tri des résidus. Manuel Caballer était chargé de photographier plus particulièrement les Opisthobranches ainsi que les Marginellidae/Cystiscidae au retour de ses plongées. Laurent Charles, également sur le terrain une partie de la journée (plongées ou collectes de marées), se chargeait principalement du choix des macro-mollusques atterrissant dans la salle humide. Colin Redfern, également de sortie journalière sur les marées, avait la charge à son retour de photographier les micro-mollusques des résidus que les trieurs lui préparaient. Philippe Maestrati, assidu au tri des résidus, se chargeait de faire les photos en l'absence des trois photographes précédant.

Nombre de spécimens vs nombre d'espèces

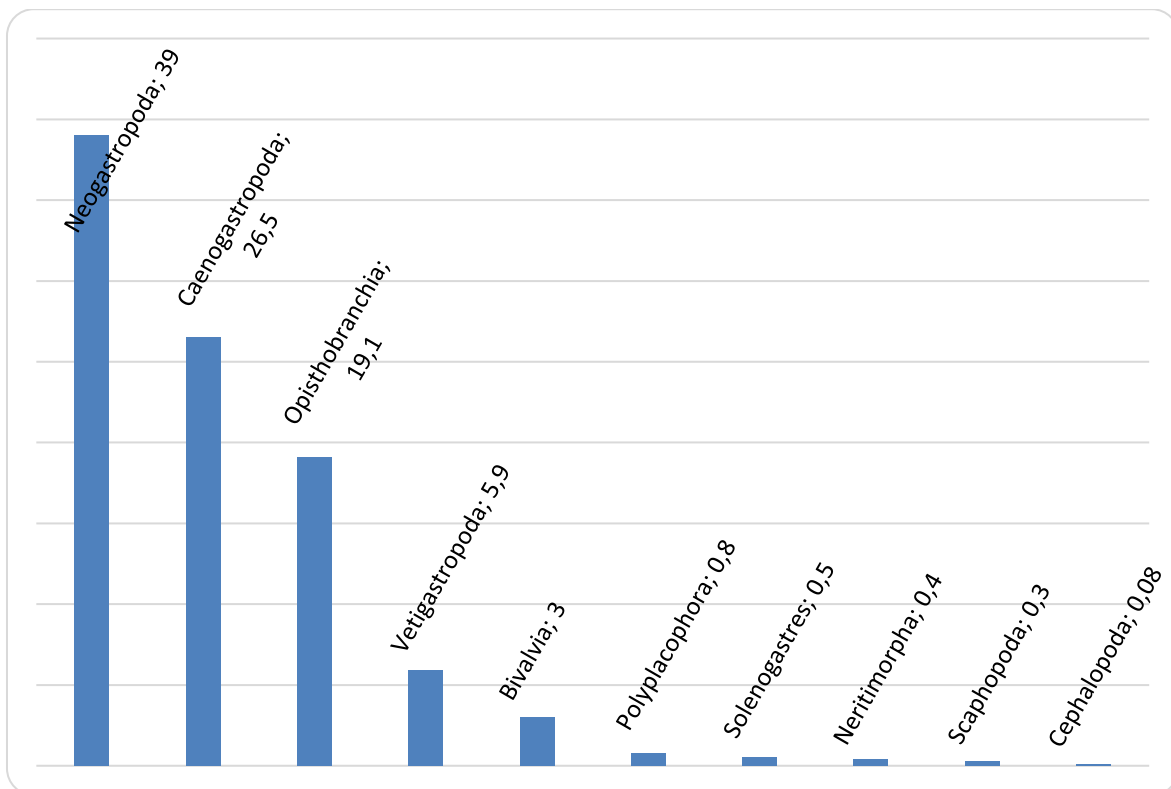
Le nombre total de prises de vues faites par l'ensemble des photographes s'élève à environ 12 500. Pour chaque spécimen, de 4 à 20 prises de vues sont nécessaires pour obtenir de bons résultats. Les spécimens sont pris en vues dorsale et ventrale, plus focus sur la coquille. Certaines espèces particulièrement vives sortent rapidement du champ de l'objectif et nécessitent de nombreux clichés successifs pour obtenir une vue cadrée et nette.

Le nombre total de spécimens photographiés par les 4 principaux participants s'élève à 1784. Il est encore tôt pour connaître le nombre d'espèces, certaines d'entre elles ayant été prises deux, voire plusieurs fois. En première approximation, en considérant que le nombre de doublons s'élève à 20%, on peut estimer que, au minimum, 1400 espèces différentes ont été capturées numériquement.

La grande quantité de mollusques vivants arrivant pour chaque station n'a pas permis de tout photographier systématiquement par manque de bras et de temps. Il a fallu faire des choix. La priorité a été donnée aux mollusques potentiellement séquençables rapidement, c'est-à-dire appartenant à des familles pour lesquelles des spécialistes attendent du matériel pour travailler, ainsi qu'aux mollusques sans coquilles dont seules les photos permettent *a posteriori* de conserver la mémoire des formes et des motifs de couleurs de leurs corps.

Le nombre de spécimens photographiés et envoyés au barcode a été d'environ 1250. Rapporté au nombre total de spécimens photographiés (1784), on obtient un pourcentage de 70% mis en plaques ou préparés pour le barcode.

Le tableau ci-dessous représente la proportion (%) du nombre de spécimens d'une Classe ou d'une infra-Classe de mollusques par rapport à l'ensemble des spécimens:



Chiffres en % de spécimens : Neogastropoda 39 ; Caenogastropoda 26,5 ; Opisthobranchia 19,1 ; Vetigastropoda 5,9 ; Heterobranchia 4,2 ; Bivalvia 3 ; Polyplacophora 0,8 ; Solenogastres 0,5 ; Neritimorpha 0,4 ; Scaphopoda 0,3 ; Cephalopoda 0,08.

Les Classes des Neogastropoda et des Caenogastropoda sont les mieux représentées en nombre de familles et d'espèces, elles ressortent en premier. Les Opisthobranchia, parmi lesquels on compte les Nudibranches (limaces de mer sans coquilles) et les Bullomorphes, dont les coquilles sont peu discriminantes une fois vidées de leurs animaux colorés, ressortent également bien. Les Bivalves n'apparaissent pas beaucoup, ayant été peu photographiés, principalement du fait que cette Classe de mollusques à peu d'organes discriminants à l'extérieur de la coquille.

Premières impressions

On ne peut être que satisfait du travail photographique effectué durant l'expédition d'autant que les conditions de travail étaient particulièrement difficiles. Le nombre de clichés est comparable à celui de Karubenthos (Guadeloupe, 2012), et complète ainsi l'iconographie de la malacofaune des Petites Antilles françaises.

Parmi les premiers résultats, de bonnes surprises et la confirmation de présomptions comme celle de l'extrême diversité des Marginellidae et Cystiscidae que seule la photo permet de capturer.

Un certain nombre de nudibranches non répertoriés de l'île viendront rejoindre les 200 espèces déjà photographiées par Yan Buske et permettront rapidement nous l'espérons d'éditer un catalogue illustré des limaces de mer de la Martinique.

Parmi les meilleures surprises, nous pouvons mentionner la découverte d'une espèce originale, de par son manteau noir, de la famille des Ovulidae.

La photographie des micro-mollusques est également source de surprises. La figure 1 montre deux espèces de la famille des Tornidae. L'un vient de Guadeloupe (Karubenthos), le second de Martinique (Madibenthos). L'élégance de la coquille de Guadeloupe nous avait suffisamment frappés à l'époque pour qu'elle nous reste en mémoire. La découverte en Martinique d'un autre spécimen nous a aussitôt rappelé celui de Guadeloupe et nous pensions sur l'instant avoir affaire à la même espèce. Une fois comparées les deux images, on se rend compte que, bien qu'assez proches, ces deux Tornidae du même genre sont différents par bien des détails. L'absence de clichés nous aurait conduits évidemment à les assimiler.



Fig. 7 Tornidae ; photo supérieure : Karubenthos - photo : Philippe Maestrati
photo inférieure : Madibenthos - photo : Colin Redfern

Côté négatif, s'il devait y en avoir un, le tamisage tardif d'une partie des résidus (entre 19h et 23h) a rendus le travail de la photo difficile, obligeant à travailler très tard dans la nuit. Pour les micro-mollusques il est courant de les trier avec une demi-journée de retard, compte tenu du volume important que représentent les résidus. En principe la climatisation et la nuit permettent aux petits mollusques de ne pas trop mal résister. Cependant, en Martinique, la présence systématique de nombreuses éponges qui se dégradent rapidement est venue perturber ce mécanisme en rendant rapidement l'eau impropre à la survie des mollusques. Même tôt le lendemain, la photographie n'était plus possible.

3) Barcoding pour le séquençage ADN

Barbara Buge et Giulia Fassio

Matériel et méthodes

➤ Fixation

A l'issue du tri des fractions tamisées, les différents groupes taxonomiques ont été séparés. Au sein des mollusques, des animaux morts (coquille uniquement) et vivants (coquille et corps) ont été isolés, et deux groupes ont ainsi été constitués :

- un groupe de coquilles vides et spécimens vivants redondants fixés dans l'éthanol à 80° qui seront séchés après fixation des tissus ;
- un groupe de spécimens vivants intéressants ou uniques.

C'est ce deuxième groupe qui a fait l'objet du traitement « barcode ».

Le travail de cette équipe a été de préparer les spécimens pertinents pour un séquençage ADN ultérieur.

La plupart des mollusques possèdent une coquille. Un animal récolté vivant, sorti de son milieu naturel est stressé : un gastéropode va se réfugier dans sa coquille et fermer hermétiquement son opercule (s'il en possède un) ; un bivalve va fermer ses 2 valves, ne laissant aucune possibilité d'atteindre le corps de l'animal pour le fixer et faire un prélèvement de tissu pour le séquençage ADN. Malgré tout, il nous faut extraire le tissu de chaque spécimen possédant une coquille.

➤ Traitement

Les spécimens à coquille sont tous passés quelques secondes au four micro-ondes à forte puissance, dans un faible volume d'eau. Sous l'effet des ondes, les molécules d'eau excitées créent une pression qui expulse le corps de l'animal - en partie ou en totalité - vers l'extérieur de la coquille ou ouvre les 2 valves. Cette brève « cuisson » permet ainsi d'accéder au corps de l'animal et n'altère en rien l'ADN présente dans les cellules des tissus (Fig. 1), (Galindo *et al*, 2014).

La coquille et le corps ont ainsi pu être dissociés et plongés dans de l'éthanol à 95° assurant la fixation des tissus résiduels restés dans la coquille, du corps et surtout une bonne conservation de l'ADN. Par la suite, la coquille sera séchée et le corps conservé dans l'alcool (Fig. 4).

Il faut répéter cette opération pour chaque spécimen à coquille mesurant entre 0,5 mm et 50 cm. Une loupe binoculaire a été nécessaire pour travailler sur les petits spécimens (Fig. 2).

En revanche, les gros spécimens ne passant pas au micro-ondes ont été ébouillantés ou congelés afin de faciliter l'extraction de tissu. Les spécimens possédant une coquille résiduelle, interne ou pas de coquille ont quant à eux été directement plongés dans l'alcool.

Traçabilité des spécimens

Chacun des spécimens extrait et fixé a donc été rendu potentiellement séquençable. En toute fin d'opération, chaque spécimen compte donc jusqu'à cinq parties isolées (une coquille, le reste du corps de l'animal, un échantillon de tissu, un aliquot d'ADN et des photos). Il est ainsi essentiel de rendre traçable tous ces éléments. Pour cela, une étiquette de collection (numéro de catalogue MNHN) muni d'un QR code unique a été attribuée (Fig. 3).



1



IM-2013-57766

3



2

Fig. 1. Passage au micro-ondes. photo : Clarisse Rondier. **Fig. 2.** Extraction du tissu de la coquille. photo : Clarisse Rondier. **Fig. 3.** Etiquette de collection à QR code avec numéro de catalogue MNHN. photo : Barbara Buge

Résultats préliminaires

3443 spécimens ont été traités individuellement : extraits, numérotés et catalogués pour le moléculaire, car à chaque spécimen correspond une coquille, un corps, un prélèvement de tissu, une séquence d'ADN et des photos (Fig. 4).

- Gastropoda : 2513 spms
- Bivalvia : 785 spms
- Polyplacophora : 95 spms
- Scaphopoda : 41 spms
- Cephalopoda, Solenogastres et autres : 9 spms

Ci-dessous, le détail par super-famille et famille, pour les grandes classes de mollusques à l'exclusion des Opisthobranchia, et des deux familles des Cystiscidae et Marginellidae, développés précédemment dans le rapport :

super famille	famille	nb de spms	super famille	famille	nb de spms
Angarioidea	Areneidae	10	Phasianelloidea	Colloniidae	1
Architectonicoidea	Architectonicidae	8		Phasianellidae	41
Buccinoidea	Buccinidae	51		Amathinidae	1
	Colubrariidae	6		Pyramidellidae	17
	Columbellidae	178	Rissoelloidea	Rissoellidae	10
	Fascioliidae	37	Rissooidea	Barleeiidae	3
	Melongenidae	8		Rissoidae	25
	Nassariidae	130		Rissoinidae	8
Calyptraeoidea	Calyptraeidae	24		Zebinidae	1

Cancellarioidea	Cancellariidae	2	Scissurelloidea	Scissurellidae	5
Cerithioidea	Cerithiidae	99	Seguenzioidea	Chilodontidae	7
	Litiopidae	12		Seguenziidae	7
	Modulidae	19	Siphonarioidea	Siphonariidae	5
	Pickworthiidae	2	Stromboidea	Strombidae	13
	Planaxidae	6	Tonnoidea	Bursidae	20
	Scaliolidae	5		Cassidae	2
	Siliquariidae	2		Ranellidae	58
	Turritellidae	11	Triphoroidea	Cerithiopsidae	6
Conoidea	?	1		Newtoniellidae	1
	Conidae	37		Triphoridae	7
	Drilliidae	8	Tritonioidea	Bornellidae	3
	Mangeliidae	5	Trochoidea	Calliostomatidae	8
	Raphitomidae	2		Liotiidae	14
	Terebridae	24		Skeneidae	2
	Turridae	235		Solariellidae	2
	Mitromorphidae	5		Tegulidae	28
	?	1		Trochidae	36
Cyclophoroidea	Neocyclotidae	7		Turbinidae	51
Cypraeoidea	Cypraeidae	16	Truncatelloidea	Assimineidae	8
	Ovulidae	45		Caecidae	10
Epitonioidea	Epitoniidae	17		Tornidae	9
Fissurelloidea	Fissurellidae	101		Truncatellidae	14
Littorinoidea	Littorinidae	86	Vanikoroidea	Eulimidae	8
	Pomatiidae	5		Hipponicidae	30
Lottioidea	Acmaeidae	5		Vanikoridae	9
	Lottiidae	13	Velutinoidea	Triviidae	20
	Nacellidae	1		Velutinidae	19
Mathildoidea	Mathildidae	1	Vermetoidea	Vermetidae	68
	Tofanellidae	2	Xenophoroidea	Xenophoridae	5
Murchisonelloidea	Murchisonellidae	3	Heterobranchia		2
Muricoidea	Costellariidae	33	Patellogastropoda		3
	Harpidae	1	?	?	5
	Mitridae	31	Achatinoidea	Achatinidae	5
	Muricidae	206		Subulinidae	8
	Turbinellidae	10	Camaenoidea	Camaenidae	5
	Volutidae	8	Ellobioidea	Ellobiidae	36
	Naticidae	23	Helicinoidea	Helicinidae	33
Neritoidea	Neritidae	72	Helicoidea	Pleurodontidae	55
	Phenacolepadidae	10	Orthalicoidea	Amphibulimidae	3
Olivoidea	Olivellidae	7		Brachypodella	5
	Olividae	110		Bulimulidae	9
Patelloidea	Patellidae	7	Sagdoidea	Sagdidae	4
			Succineoidea	Succineidae	3
			Testacelloidea	Oleacinidae	5
			Veronicelloidea	Veronicellidae	2

Tab. 1. Liste des Gastropoda traités pour le moléculaire

super famille	famille	nb de spms
Anomioidea	Anomiidae	5
Arcoidea	Arcidae	65
	Glycymerididae	7
Cardioidea	Cardiidae	78
Carditoidea	Carditidae	5
	Condylocardiidae	8
Chamoidea	Chamidae	13
Crassatelloidea	Crassatellidae	19
Cuspidarioidea	Cuspidariidae	1
Galeommatoidea	Basterotiidae	1
	Galeommatidae	3
	Kelliidae	4
	Lasaeidae	1
	?	1
Gastrochaenoidea	Gastrochaenidae	14
Hiatelloidea	Hiatellidae	6
Limoidea	Limidae	33
Lucinoidea	Lucinidae	75
Mactroidea	Mactridae	11
Myoidea	Corbulidae	17
Mytiloidea	Mytilidae	58
Nuculanoidea	Nuculanidae	13
Nuculoidea	Nuculidae	5
Ostreoidea	Ostreidae	28
Pandoroidea	Lyonsiidae	15
Pectinoidea	Cyclochlamydidae	1
	Pectinidae	62
	Propeamussiidae	2
	Spondylidae	15
Pinnoidea	Pinnidae	13
Plicatuloidea	Plicatulidae	1
Pterioidea	Malleidae	10
	Pteriidae	41
Tellinoidea	Donacidae	11
	Psammobiidae	1
	Semelidae	15
	Tellinidae	64
Thracioidea	Thraciidae	1
Thyasiroidea	Thyasiridae	1
Trapezioidea	Trapeziidae	4
Ungulinoidea	Ungulinidae	2
Veneroidea	Neoleptonidae	9
	Veneridae	43
Verticordioidea	Verticordiidae	3

Tab. 2. Liste des Bivalvia traités pour le moléculaire

autres classes	super famille	famille	nombre de spms
Cephalopoda			1
Polyplacophora		Acanthochitonidae	95
Scaphopoda			41
Solenogastres			7
?	?	?	1

Tab. 3. Liste des autres classes de mollusques traités pour le moléculaire

Perspectives

Deux applications sont couramment pratiquées suite au séquençage :

- La phylogénie

Le séquençage de plusieurs gènes nucléaires (28S, H3) et mitochondriaux (COI, 12S, 16S) afin d'obtenir des informations sur les liens de parenté et donc, l'histoire évolutive des spécimens au sein d'un rang taxonomique. Le produit de ces analyses fournit un arbre phylogénétique.

- La délimitation d'espèce

Le séquençage du gène mitochondrial COI qui est un gène à transmission maternelle, hautement conservé dans l'évolution est donc caractéristique de l'espèce.

C'est ce qui nous intéresse dans le cadre d'une application directe des déterminations des spécimens récoltés pendant l'expédition MADIBENTHOS : « savoir qui est quoi », mettre des noms pour connaître et pour pouvoir protéger.

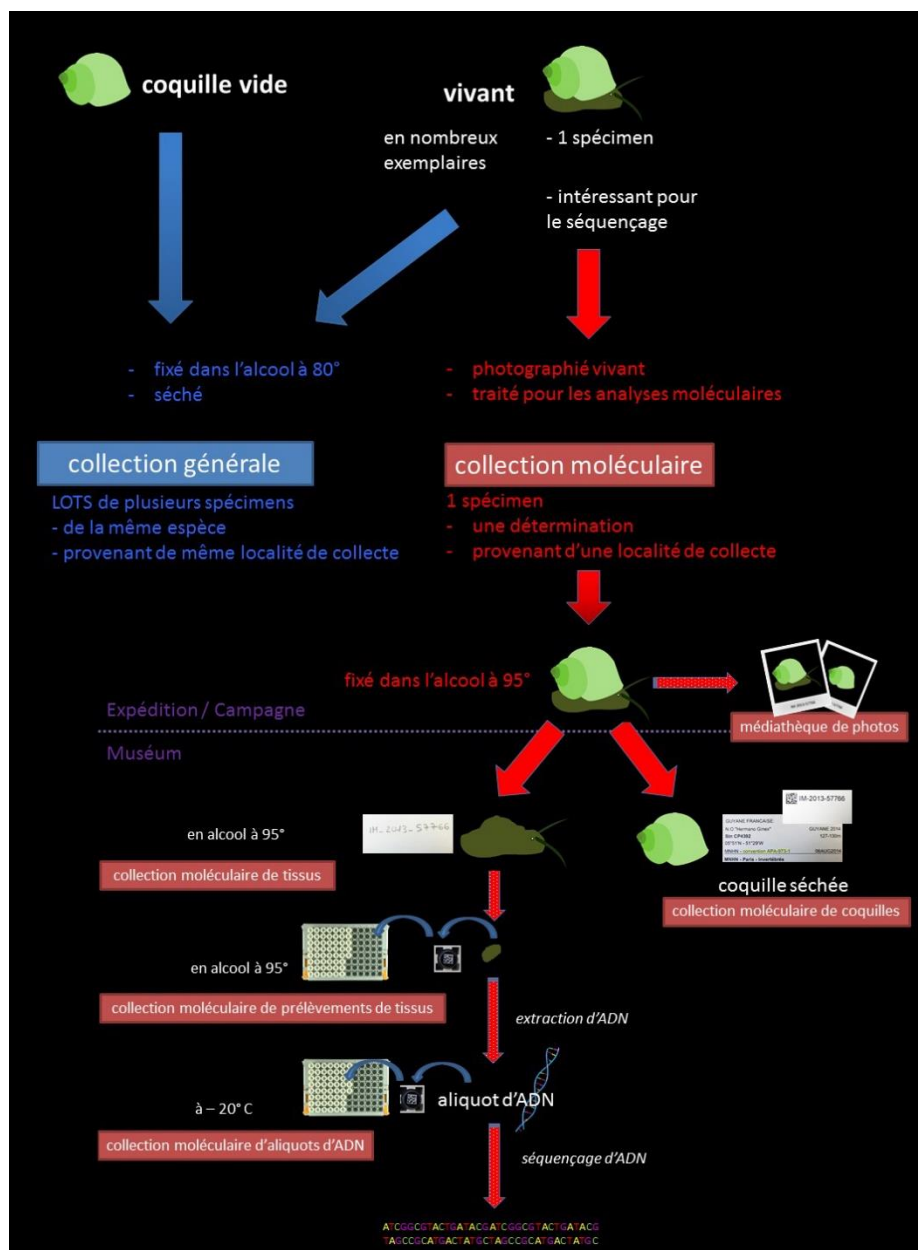


Fig. 4. Schéma du devenir d'un spécimen du tri au séquençage ©Barbara Buge, 2016

Bilan des opérations de terrain

La base principale de l'expédition était le Fort Saint-Louis à Fort-de-France. Les bateaux ont été laissés dans les différentes marinas et ports de pêche de la côte sud ou atlantique lorsque nous travaillions dans ces secteurs. Nous avons bénéficié de condition météorologique exceptionnellement calme la première moitié de l'expédition, ce qui nous a permis des opérations sur la côte atlantique sur des sites difficilement accessible en temps normal. La tempête tropicale Matthew a perturbé la fin de l'expédition, nous obligeant à interrompre les opérations de collecte pendant deux jours (du 28 au 29/09). Suite au passage de la tempête, la turbidité de l'eau a rendu les opérations en plongée plus délicates.

Ce sont au total 503 opérations de collecte qui ont été réalisées :

Type d'opération	nombre d'opérations
Brossage	72
Drague	116
Drague à main	9
Nasse	12
Récolte à vue à marée	53
Récolte à vue en plongée	199
Suceuse	42
Total général	503

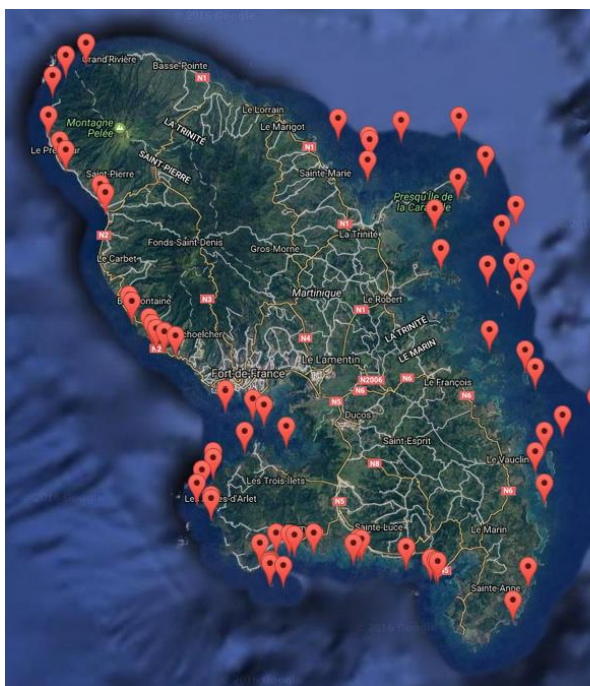
Les cartes ci-après rendent compte de la distribution des opérations de collecte :



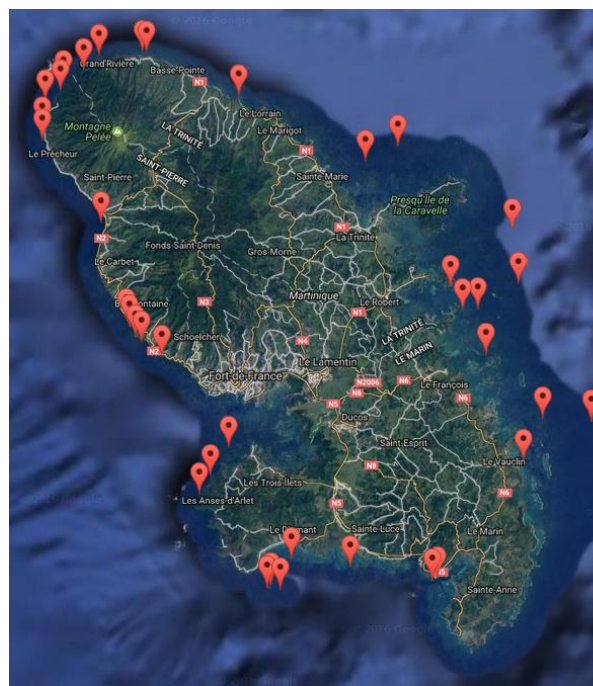
503 opérations



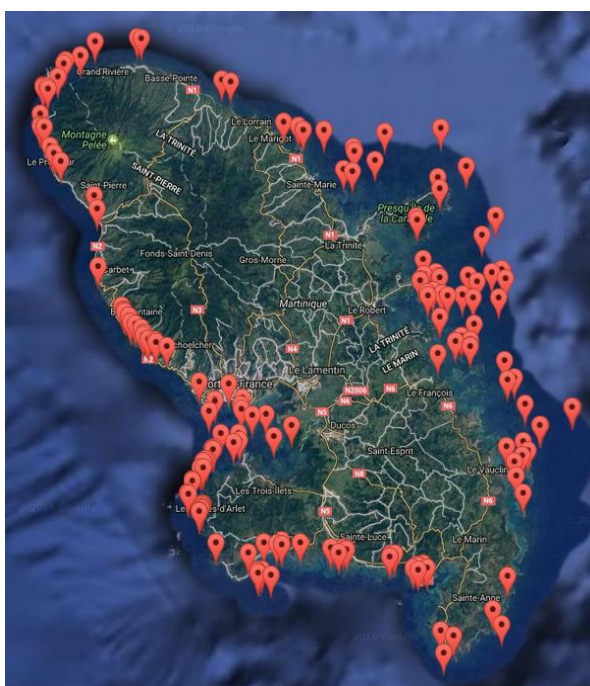
Drague : 116 opérations



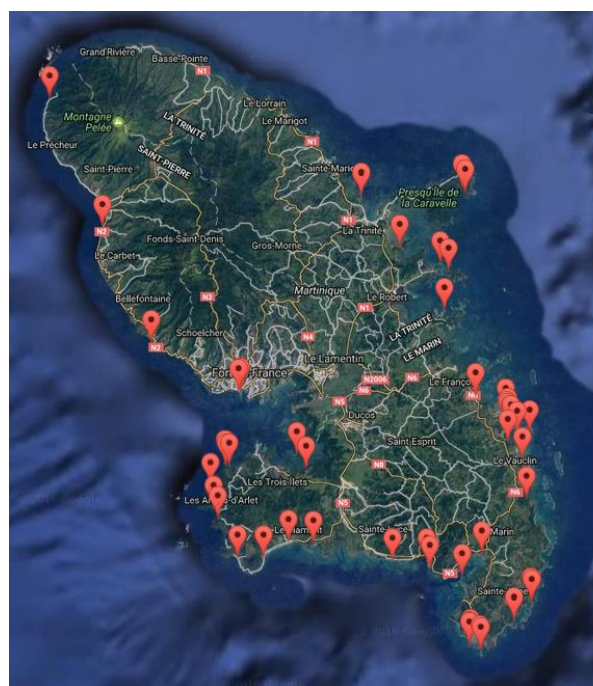
Brossage : 72 opérations



Suceuse : 42 opérations



Récolte à vue en plongée : 199 opérations



Récolte à marée : 53 opérations

La liste des opérations de collecte est fournie en annexe de ce rapport.

3. LES TAXONS

CRUSTACES & PYCNOGONIDES

Laure Corbari, Guillaume Devaux, Zdenek Duris, Milan Koch, Paula Martin-Lefèvre, Romain Sabroux, Sébastien Soubzmaigne

Retour sur les premières estimations au sortir du terrain

A l'issue de l'expédition, nous avons estimé à 350-400 le nombre d'espèces de crustacés décapodes échantillonnées pendant l'expédition. Cette estimation reposait sur notre expérience de terrain, nos observations et notre expertise sur certains groupes taxonomiques. Les bases de données nationales, telles que le référentiel taxonomique (Taxref) de l'INPN (Inventaire National du Patrimoine Naturel) recensent quant à elles 140 espèces de décapodes de Martinique, dont majoritairement des taxons côtiers. Deux ans après l'expédition, nous pouvons confirmer que cette estimation de la diversité des crustacés décapodes faite sur le terrain est cohérente avec les premiers résultats obtenus. Même s'il est encore trop tôt pour donner un chiffre final, il est maintenant évident, suite aux travaux réalisés sur certains groupes tels que les crabes appartenant à la super-famille des Majoidea ou encore les crevettes associées de la famille des Palaemonidae sont des taxons très diversifiés en Martinique. Sont également à confirmer les connaissances et occurrences nouvelles de nombreux taxons dans la zone. Comme précédemment indiqué dans le compte-rendu de la campagne, les données acquises lors de l'expédition représentent un nouvel éclairage sur la biodiversité de la Martinique et seront au fur à mesure de l'avancement des travaux versées dans les bases de données du MNHN.

A l'heure actuelle, nous pouvons estimer qu'environ 25% du matériel collecté lors de l'expédition Madibenthos a été versé dans notre base de données Invmar.

<https://science.mnhn.fr/institution/mnhn/collection/iu/item/list?expedition=MADIBENTHOS>

L'ensemble de ce matériel représente 800 lots de spécimens pour un total 2158 individus. Le matériel a été ventilé auprès du réseau international de taxonomistes travaillant sur nos collections (tableau ci-dessous) et le matériel est en cours d'étude.

Taxonomistes	Institution	Taxons
Enrique MACPHERSON	CSIC Blanes, Espagne	Galatheidae, Munididae
Paula RODRIGUEZ FLORES	Museo Nacional de Ciencias Naturales Madrid, Espagne	Porcellanidae
Inmaculada FRUTOS	CENAK, Hamburg, Allemagne	Amphipoda, Isopoda
Ferran PALERO	CSIC Blanes, Espagne	Scyllaridae, Palinuridae
Bella GALIL	Steinhardt Museum of Natural History, Israël	Leucosiidae, Calappidae
Jean-Claude SORBE	Station marine Arcachon, France	Amphipoda
Zdenek DURIS	Univ. Ostrava, République Tchèque	Crevettes Caridea
Milan KOCH	Univ. Ostrava, République Tchèque	Majoidea, Portunidae
Christopher MENDOZA	National University of Singapore	Xanthoidea
Ngan Kee NG	National University of Singapore	Grapsoidea, Gecarcinidae
Gary POORE	Museums Victoria, Australie	Axiidea
Tatiana MAGALHÃES	Univ. Sao Paulo, Brésil	Pilumnidae

Il est à noter que le focus sur la valeur de diversité des crustacés repose essentiellement sur le groupe des décapodes. Cependant deux groupes taxonomiques hyper-diversifiés pour lesquels la diversité était difficile à évaluer sur le terrain ont également été étudiés: Le groupe des Amphipodes (Crustacea : Peracarida) et des Pycnogonides (Chelicerata). Ces taxons de petite taille font partie de la composante de la faune marine souvent négligée. Mais au sortir de l'expédition Madibenthos, il était clair que ces deux groupes représenteraient une forte plus-value dans l'estimation de la biodiversité marine en Martinique. Le groupe des Pycnogonides a été étudié par R. Sabroux (Doctorant, MNHN, UMR 7205) et celui des amphipodes par un groupes d'experts (I. Frutos (Cenak Hambourg) ; L. Corbari (MNHN, UMR7205), J-C Sorbe et B. Gouillieux (St. Marine Arcachon)). Les résultats sur ces groupes seront présentés plus loin.

1) Crustacés Décapodes

Le tableau ci-contre résume les estimations de la diversité des décapodes à l'issue de l'expédition Madibenthos en comparaison avec les premiers résultats obtenus sur l'inventaire des principaux groupes taxonomiques. Cet inventaire bien qu'incomplet à ce jour permet de confirmer les premières valeurs données de la diversité pour ce groupe, comprise entre 350 et 400 espèces. Beaucoup de taxons sont encore en cours d'étude et il serait hasardeux d'avancer des chiffres plus précis, sachant que pour certains groupes des travaux en systématique moléculaire sont en cours.

	Au sortir du terrain	Estimation en 2018
Famille/super-Fam.	nb espèces	nb espèces
ANOMURA		
Albuneidae	1	1
Munididae	3	3
Hippidae	2	2
Paguroidea	32	En attente d'étude
Porcellanidae	12	17+
BRACHYURA		
Calappidae	4	En cours d'étude
Carpilliidae	1	1
Chasmocarcinidae	3	En attente d'étude
Dromiidae	3	En attente d'étude
Gecarcinidae	2	En cours d'étude
Goneplacidae	3	En attente d'étude
Grapsoidea	7	En cours d'étude
Leucosiidae	15	20 +
Majoidea	80	67++
Ocypodidae	5	5
Palicidae	2	En attente d'étude
Parthenopidae	6	En attente d'étude
Pilumnidae	5	15 +
Percniidae	2	2
Pinnotheridae	5	En attente d'étude
Portunidae	15	12++
Xanthoidea	32	En cours d'étude
ACHELATA		
Palinuridae	3	3
Scyllaridae	2	2
CARIDEA		
Alpheidae	40	36++

Crangonidae	1	1
Disciadidae	2	2
Hippolytidae	14	14
Palaemonidae	53	60+
Pandalidae	2	2
Pasiphaeidae	1	1
Ogyrididae	1	1
Pseudochelidae	1	1
Rhynchocinetidae	1	1
DENDROBRANCHIATA		
	10	En attente d'étude
AXIIDEA		
	10	En cours d'étude
STENOPODIDA		
	7	En cours d'étude

Les sections suivantes détailleront la diversité (richesse, abondances, espèces cryptiques et patrons de distributions) des groupes des Porcellanidae, Majoidea, Palaemonidae, Munididae, en comparaison avec la région Guadeloupe (Exp. Karubenthos 2012) quand cela est possible.

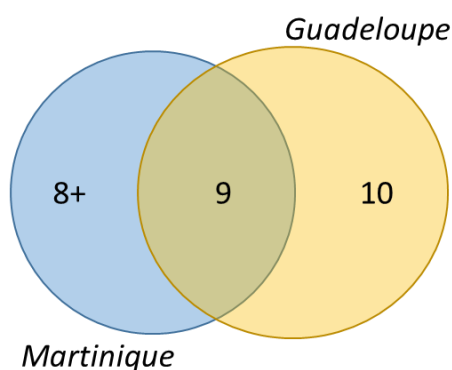
Porcellanidae (Decapoda: Anomura)

Un total de 252 spécimens de Porcellanidae a été examiné, correspondant à 81 événements de collecte (distribution entre 1-80m de profondeur). Les espèces les plus abondantes sont *Petrolisthes amoenus* (Guérin-Ménéville, 1855) ; *Petrolisthes caribensis* Werding, 1983 et *Pachycheles ackleianus* A. Milne-Edwards, 1880.



L'espèce *Petrolisthes amoenus* déjà référencée en Guadeloupe est une nouvelle occurrence pour la Martinique. A ce jour, la diversité de ce groupe a été estimée à 17 espèces dont plusieurs nouvelles occurrences également. Des travaux de systématique moléculaire sont en cours car plusieurs potentielles espèces cryptiques ont été observées dans cet échantillonnage suggérant ainsi une diversité plus grande.

Pour le moment, cette diversité est comparable à celle observée en Guadeloupe (19 espèces) mais la composition faunistique est cependant très différente car seules 9 espèces sont communes entre la Guadeloupe et la Martinique (à profondeurs similaires) comme l'espèce *Pachycheles pilosus* (nouvelle occurrence pour la Martinique).



Munididae (Decapoda: Anomura)

Le groupe des Galathées (Famille Munididae) est un taxon très diversifié dans la zone Indo-Pacifique mais paradoxalement dans la zone caraïbe, il ne comporte que peu de représentants dans le compartiment côtier. Les 3 espèces de Galathées collectées lors de l'expédition Madibenthos sont *Anomoeomunida caribensis* (Mayo, 1972) ; *Munida angulata* Benedict, 1902 ; *Munida pusilla* Benedict, 1902. Ces espèces de petite taille ne présentent pas de grandes abondances (total de 35 individus collectés durant Madibenthos) et leur diversité et composition faunistique en Martinique est identique à celle de Guadeloupe. L'espèce la plus abondante dans ces deux zones est *Munida pusilla*. Les patrons de distribution et diversification de la famille des Munididae dans les Caraïbes sont intéressants d'un point de vue évolutif et les spécimens collectés lors de la campagne Madibenthos viendront alimenter des projets de recherche sur cette thématique (Coll. E. Macpherson, P. Rodriguez-Flores).

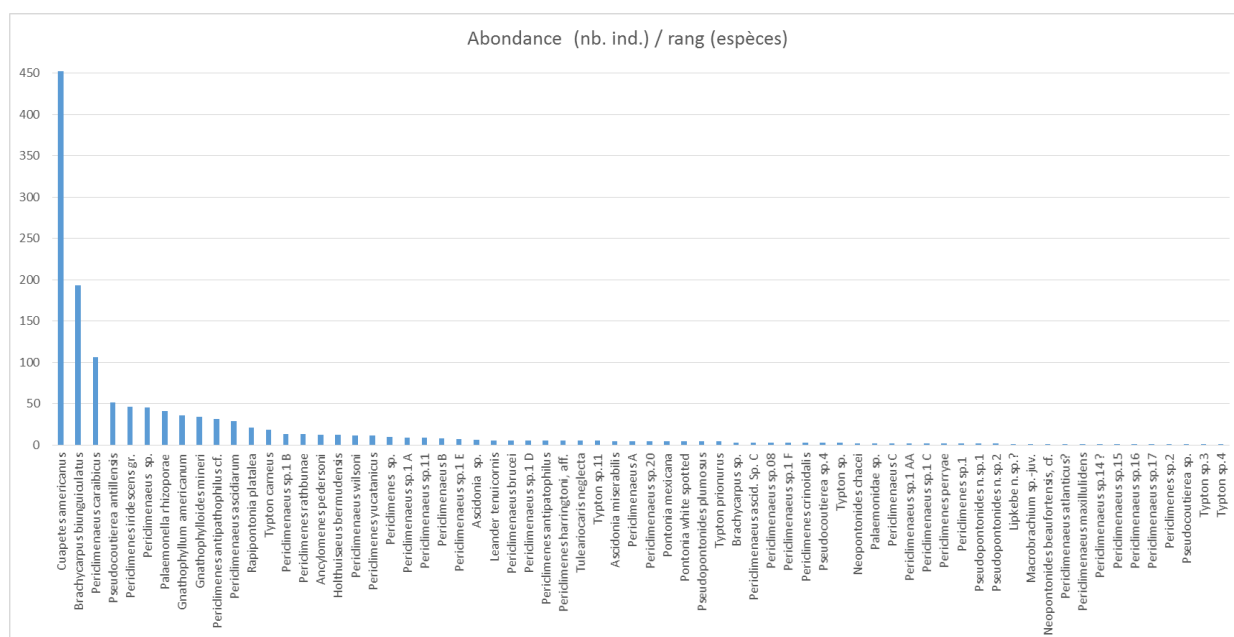


Palaemonidae (Decapoda: Caridea)

Parmi les crevettes Caridea, la famille des Palaemonidae est un taxon majeur, tant en abondance que richesse spécifique. La majorité des quelques 1 000 espèces connues de Palaemonidae vit en symbiose avec des invertébrés marins de différents phylums. Ces associations sont variables, d'obligatoire au commensalisme ou au semi-parasitisme, avec des capacités de spécialisation vis à vis des hôtes, ce qui joue probablement un rôle dans la diversification de ce groupe de crevettes. Lors de l'expédition Madibenthos, 1341 individus ont été collectés sur plus de 180 stations de collecte entre 1 et 90 m de profondeur. Les associations spécifiques avec les hôtes ont également été documentées.

Les estimations de la diversité de ce groupe semblent dépasser nos évaluations à l'issue du terrain, passant ainsi de 53 espèces à plus de 60 espèces, tout en considérant que le processus taxonomique avec l'utilisation d'une approche de systématique moléculaire est toujours en cours afin de confirmer/infirmier de potentielles espèces cryptiques. La majorité de cet inventaire apportera de

nouvelles occurrences pour la Martinique et plus de 6 espèces sont d'ores et déjà considérées comme nouvelles pour la science.

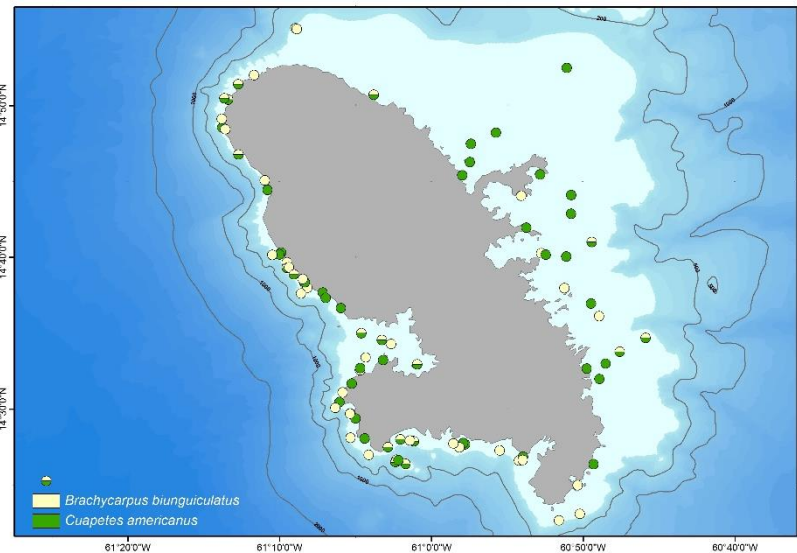


Les deux espèces les plus abondantes sont *Cuapetes americanus* (Kingsley, 1878) et *Brachycarpus biunguiculatus* (Lucas, 1846) avec respectivement un total de 450 et 193 individus collectés pendant l'expédition Madibenthos (plus de 100 occurrences recensées).

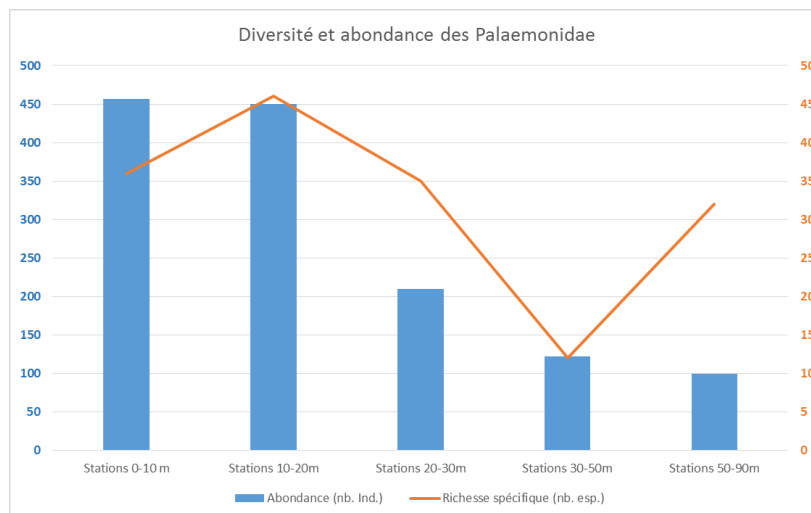


La carte ci-dessous indique les occurrences de ces deux espèces que l'on peut considérer comme communes en Martinique. On observe qu'elles co-occurent sur 25% des stations où elles ont été échantillonnées.

Un patron de distribution particulier indique que *B. biunguiculatus* (bien que moins abondante que *C. americanus*) est essentiellement présente sur la façade Caraïbes alors que *C. americanus* semble plus ubiquiste, présente tout autour de la Martinique. Cette distribution peut être reliée au mode de vie différent de ces deux espèces : *C. americanus* est une espèce libre alors que *B. biunguiculatus* est une espèce associée aux Eponges.



La bathymétrie est un facteur influençant la distribution des espèces d'une manière générale et, dans le cas de la famille des Palaemonidae, il est intéressant d'observer à partir du graphe ci-dessous que plus de 67 % des spécimens ont été collectés entre 0 et 20 m de profondeur et que seulement 8% des spécimens proviennent d'une station à plus de 50m de profondeur (collecte par dragage uniquement). En terme de richesse spécifique et au vu de l'effort d'échantillonnage effectué dans la tranche bathymétrique 0-20 m, il est évident que c'est dans ce compartiment que la plus grande richesse spécifique est trouvée (entre 36 et 46 espèces). Cependant, une richesse spécifique considérable (32 espèces) est également observée dans la tranche 50-90 m, malgré le faible nombre d'individus collectés.



Majoidea (Decapoda: Brachyura)

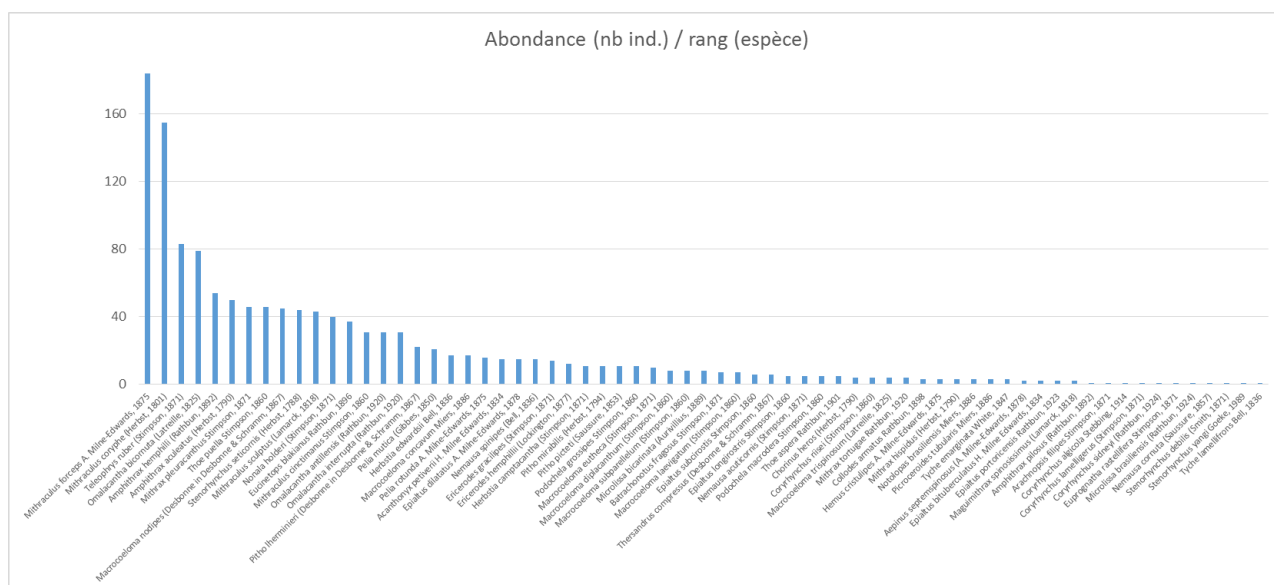
La superfamille des Majoidea regroupe plusieurs familles de crabes qu'on l'on appelle « crabes araignées », présentant une très grande diversité et la particularité surtout chez les espèces côtières d'avoir de grandes capacités de camouflage. Ils possèdent une carapace piriforme portant des soies spécialisées pour l'accrochage d'éléments divers servant de camouflage (algues, hydraires, éponges, débris ...) et présentent de plus une très grande plasticité phénotypique. A l'issue de l'expédition Madibenthos, il était évident que c'était un taxon de crabes omniprésent, diversifié et abondant dans tous les échantillonnages. La planche ci-dessous illustre la diversité de formes et couleurs présente dans ce groupe.



Les Majoidea collectés durant l'expédition Madibenthos sont composés de 5 familles avec deux familles présentant de grandes abondances (Epialtidae, Mithracidae, tableau-ci-dessous). Un total de 1340 individus a été identifié, représentant 80% des spécimens collectés. Les spécimens de petite taille qui peuvent être des stades juvéniles n'ont pas encore été étudiés. C'est sans doute dans ces échantillons que de nouvelles espèces ou espèces cryptiques seront trouvées. Pour le moment, 67 espèces ont été identifiées.

Familles	Occurrence (nb stations)	nb ind.	Genre	espèce
Inachidae	36	86	4	9
Inachoididae	37	60	5	8
Epialtidae	128	276	11	27
Majidae	7	6	1	1
Mithracidae	180	912	10	22
Total	388	1340	31	67

Le graphe ci-dessous résume la composition spécifique des Majoidea en Martinique. Comme très souvent observé dans la structure de la biodiversité, la guildes d'espèces est composée d'un contingent important d'espèces « rares ». Dans le cas des Majoidea, 37% des espèces sont représentées par moins de 5 individus collectés lors de l'expédition. D'un autre côté, les espèces abondantes et que l'on peut considérer comme communes sont respectivement *Mithraculus forceps* A. Milne-Edwards, 1875 avec 184 ind. ; *Mithraculus coryphe* (Herbst, 1801) avec 155 ind. ; *Teleophrys ruber* (Stimpson, 1871) avec 83 ind. ; *Omaliacantha bicornuta* (Latreille, 1825) avec 79 ind. Ces dernières appartiennent à la famille des Mithracidae.



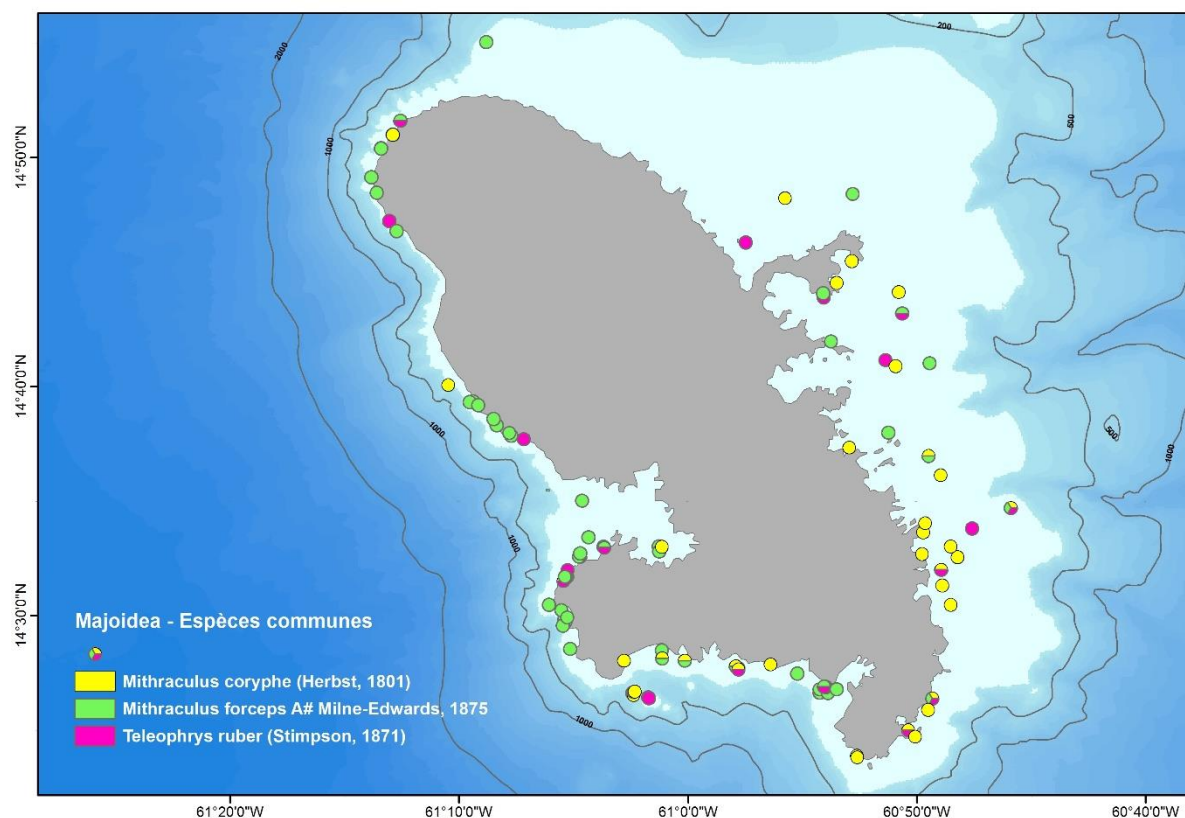
La famille des Mithracidae est omniprésente dans les habitats tropicaux et subtropicaux et particulièrement la zone caraïbe. Beaucoup d'espèces forment des associations étroites avec les coraux, les éponges et les anémones de mer. De nombreuses espèces de ce groupe présentent des capacités de camouflage importantes avec la présence de tubercules sur les pattes ambulatrices et des soies en crochet sur la carapace, mais également des patrons de couleur complexes. Les 3 espèces les plus communes collectées en Martinique appartiennent à la famille des Mithracidae.



Ces 3 espèces que l'on peut considérer comme communes sont présentes sur 116 stations de collectes (48 % du total des stations dans lesquels des Majoidea ont été collectés). Leur distribution

bathymétrique est comprise entre 1-77m pour les deux espèces de *Mithraculus* alors que *Teleophrys ruber* a été retrouvé jusqu'à 23 m maximum.

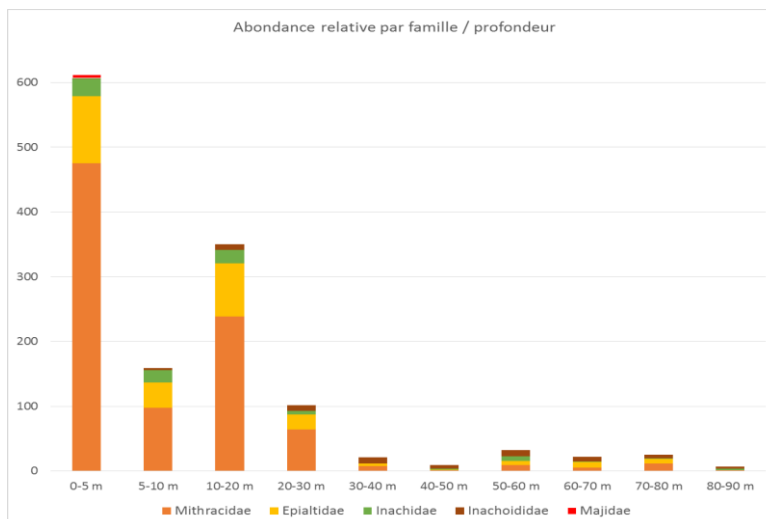
Les patrons de distribution de ces 3 espèces présentent des différences (voir carte ci-dessous) en termes de répartition. Alors que *Teleophrys ruber* semble être présent tout autour de la Martinique, on observe que *Mithraculus forceps* est présent préférentiellement sur la façade Caraïbe alors qu'inversement *Mithraculus coryphe* est davantage présent sur la façade Atlantique. Ces 3 espèces ont été collectées ensembles sur seulement 5 sites de collectes.



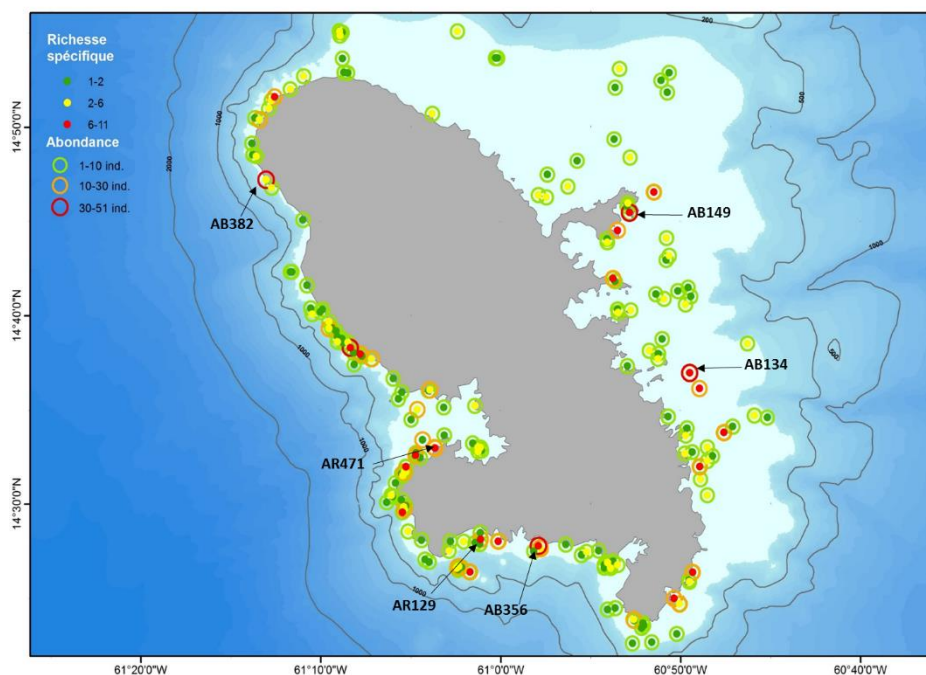
La distribution bathymétrique des familles de Majoidea indique une forte abondance dans la tranche bathymétrique 0-20m avec un maximum d'individus collectés entre 0 et 5m. De manière classique (en relation avec l'effort d'échantillonnage), les abondances décroissent en fonction de la profondeur (à partir de 30 m). Il est à noter cependant qu'entre 50-80 m, les abondances des Majoidea demeurent assez importantes, démontrant ainsi l'importance de l'échantillonnage par dragage.

La famille des Mithracidae est présente à toutes les profondeurs (0-90 m). Les familles des Inachidae et Inachoididae sont également présentes en moindre abondance sur une large gamme de profondeurs (à noter que ces deux familles sont retrouvées dans les échantillonnages les plus profonds 80-90m).

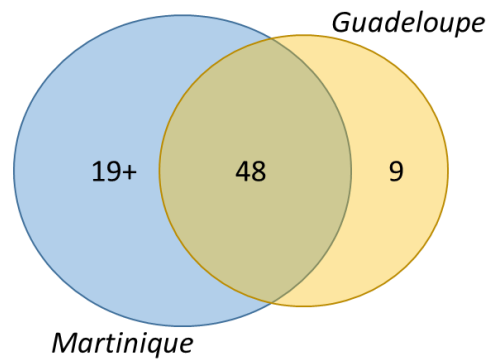
La famille des Majidae, peu abondante est seulement retrouvée dans la tranche bathymétrique 0-5m. D'une manière générale, cette distribution suggère un échantillonnage pertinent pour ce groupe.



En termes de composition et structure de la diversité pour les Majoidea, la carte ci-dessous résume la distribution (abondance et richesse spécifique) sur l'ensemble de l'échantillonnage effectué lors de la campagne Madibenthos. Il est encore prématuré de fournir des conclusions sur les zones les plus « riches » de la Martinique. Cependant le groupe des Majoidea étant un des plus diversifié et abondant groupe parmi les crustacés décapodes, certaines tendances peuvent être mise en évidence. 75 % de stations présentent une faible abondance (entre 1-5 ind.) et faible richesse spécifique (1- 2 espèces). Les stations les plus abondantes sont les stations AB356, AB382 et AB149 (40-51 ind.). Les stations présentant la plus grande richesse spécifique sont AB356, AR129 et AR471 (10-11 espèces). Il est à ce stade difficile de distinguer un patron de richesse ou d'abondance. Des analyses complémentaires doivent être établies afin de mettre en évidence une corrélation de ces paramètres avec l'habitat.



Au niveau régional et en comparaison avec les données acquises lors de l'expédition Karubenthos en 2012 en Guadeloupe, le groupe des Majoidea est plus diversifié en Martinique qu'en Guadeloupe. Ces résultats suggèrent tout comme pour les Porcellanidae, un ensemble d'espèces communes aux deux zones (48 espèces). Il existe donc une composition faunistique originale pour les Majoidea qui pourrait s'expliquer par une plus grande hétérogénéité des habitats en Martinique



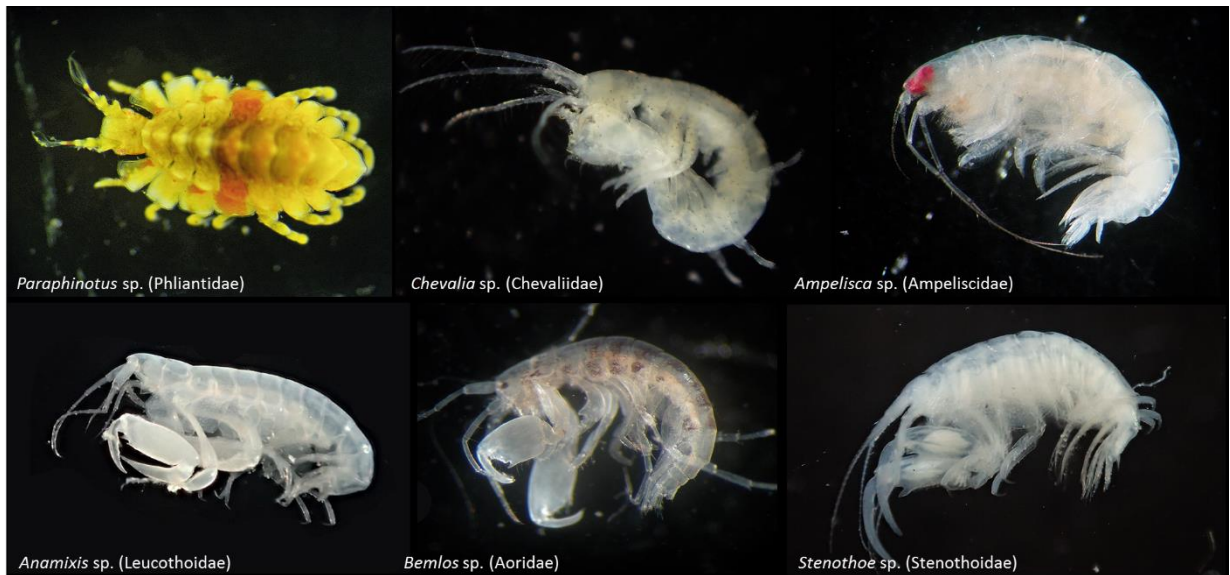
2) Crustacés Amphipodes

Les amphipodes font partie des crustacés péracarides qui sont caractérisés par un mode de développement direct, c'est-à-dire que les femelles possèdent une poche ou « marsupium » permettant l'incubation des œufs jusqu'au stade pré-juvénile, stade « manca ». Ils ne possèdent donc pas de phase larvaire libre. Le groupe des Amphipodes, de petite taille (généralement inférieure au cm), est un des groupes les plus diversifiés parmi les péracarides, tant en milieu marin que d'eau douce, regroupant presque 10 000 espèces réparties en 250 familles. C'est ce groupe que nous avons observé en très grande abondance lors de l'expédition Madibenthos dans les fractions légères des collectes en brossage, suceuse, dragage. L'inventaire de ce groupe s'est effectué en deux étapes : au vu du nombre important de spécimens collectés sur le terrain (occurrences des amphipodes sur 180 stations de collectes), nous avons tout d'abord choisi de manière aléatoire une série de 38 stations pour lesquelles les spécimens ont été déterminés au rang de l'espèce (ou morpho-espèce dans le cas de nouveaux taxons), le reste des stations étant simplement identifié au rang de la famille. Cette approche nous permet donc d'obtenir deux jeux de données que l'on peut intégrer dans la compréhension de la diversité de ce groupe en Martinique.

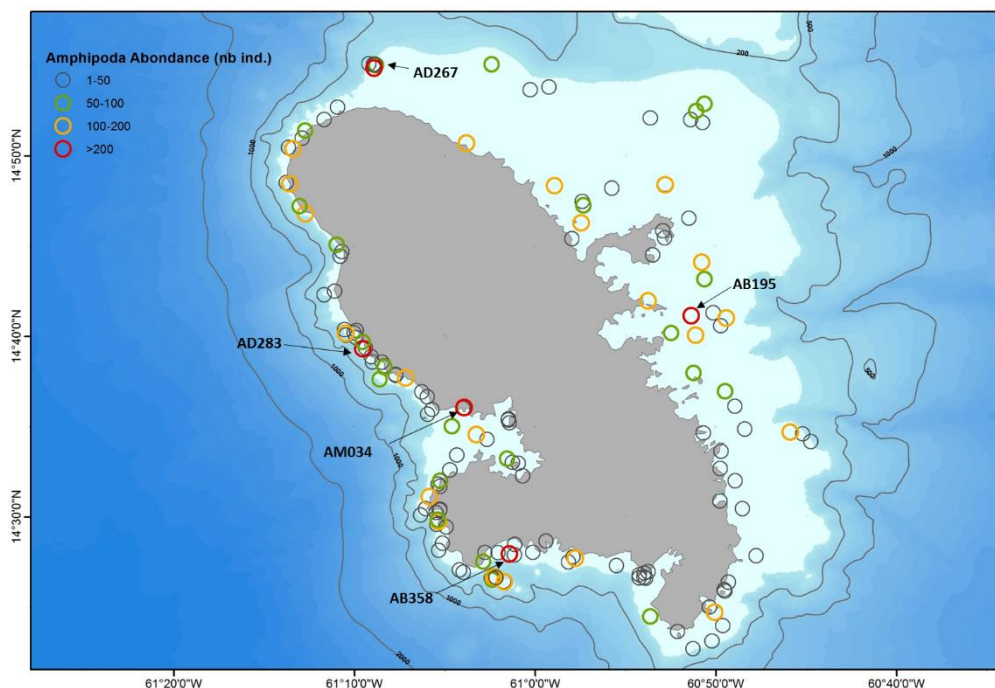
Le tableau ci-dessous résume l'ensemble des données acquises pour ce groupe.

Famille	Présence (nb stations)	nb ind.	% ID espèces	nb genres	nb espèces
Ampeliscidae	115	987	23	2	8
Amphilochidae	7	9	56	2	2
Ampithoidae	92	654	20	3	7
Aoridae	96	839	21	3	9
Bateidae	56	224	17	1	2
Caprellidae	30	133	11	4	7
Chevaliidae	68	1545	11	1	3
Colomastigidae	48	124	10	1	6
Corophiidae	1	1	100	1	1
Dexaminidae	8	58	0	1	1
Endevouridae	1	2	100	1	1
Hyalidae	4	8	75	2	2
Iphimediidae	2	2	50	1	1
Isaeidae	4	4	0	1	1
Ischyroceridae	47	283	34	2	7
Leucothoidae	117	1191	19	2	17
Liljeborgiidae	14	31	23	2	3
Lysianassidae	83	411	24	4	4
Maeridae	90	683	29	4	16
Melitidae	19	44	5	1	2
Oedicerotidae	2	2	0	1	1
Phliantidae	36	125	22	1	1
Photidae	63	553	14	4	8
Phoxocephalidae	6	10	60	2	2
Platyischnopidae	5	6	33	1	1
Pleustidae	1	1	0	1	1
Podoceridae	4	29	86	1	3
Pontogeneiidae	2	2	0	1	1
Sebidae	4	7	14	1	1
Stenothoidae	13	52	23	1	2
Gammaridea Famille Unid.	1	3	0	1	2
Senticaudata Famille Unid.	5	27	0	1	5
Total	181	52	20	55	128

Un total de 8050 individus a été inventorié dont 20% ont été identifiés au rang espèce ou morpho-espèce. La richesse totale à ce jour est estimée à 128 espèces dont 25 % sont des espèces nouvelles pour la science. Les familles les plus abondantes sont les Chevaliidae, Ampeliscidae et Leucothoidae. Cette dernière est la famille présentant également la plus importante diversité (estimation de 17 espèces) tout comme les familles Maeridae et Aoridae (respectivement 16 et 9 spp.).

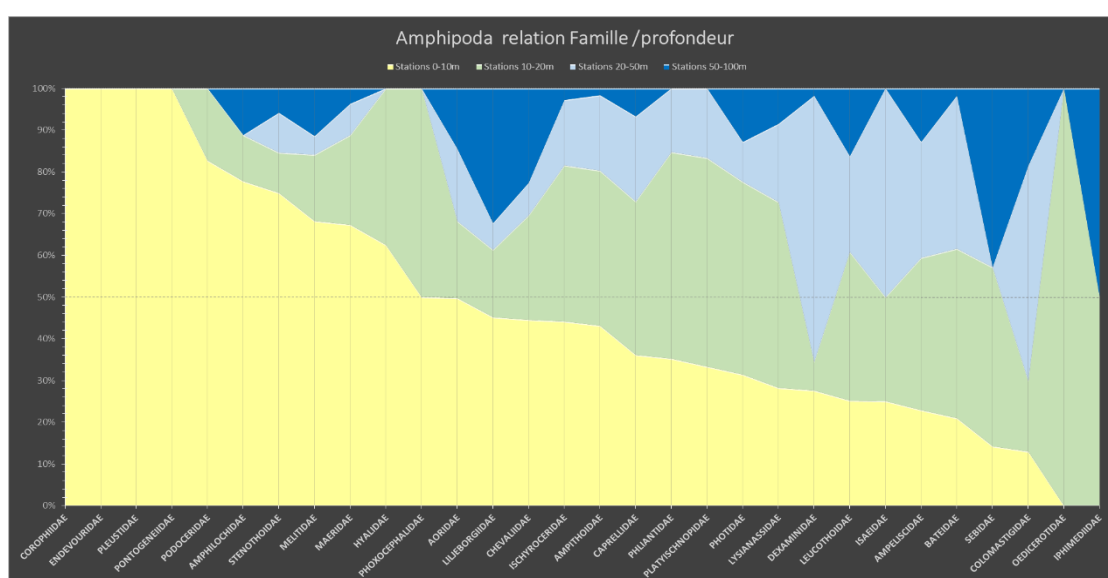


En termes de technique de collecte pour ce groupe de petite taille, ce sont les techniques de brossage et dragage qui ont permis l'échantillonnage du plus grand nombre d'individus, avec respectivement 35 % et 31 % du nombre total d'individus collectés. La carte ci-dessous met en évidence les différences d'abondances observées pour le groupe des amphipodes. Sur 73 % de l'échantillonnage, les abondances sont comprises entre 1-50 individus. Les stations les plus abondantes sont indiquées sur

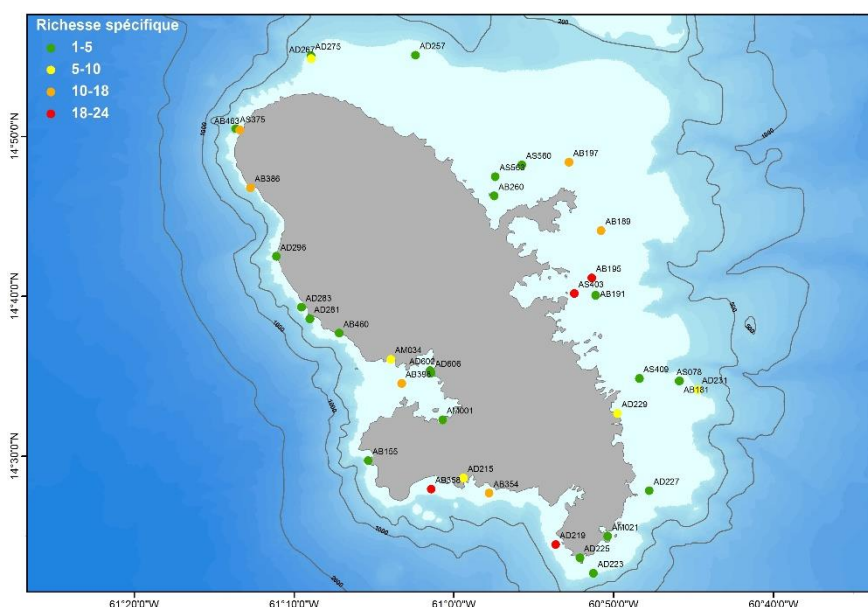


la carte et sont présentes tout autour de la Martinique, avec la station AB195 la plus abondante regroupant 980 individus.

Il est intéressant de comparer la distribution des familles en fonction de la profondeur des stations de collecte. En terme de préférentiel bathymétrique, il est noté que 38% du total des spécimens ont été collectés à des stations de faible profondeur (0-10m) et 31 % à des stations de profondeur entre 10 et 20m. La distribution des familles en fonction de la profondeur est représentée sur le graphe ci-dessous. Les familles des Corophiidae, Endevouridae, Pontogeneiidae et Pleustidae sont exclusivement trouvées entre 0 et 10 m. Il existe tout un gradient de distribution de ces familles en fonction de la profondeur mais les familles des Podoceridae, Amphilochidae, Stenothoidae Maeridae et Aoridae sont préférentiellement trouvées (50 % des individus de ces familles collectés entre 0 et 10 m) à de faibles profondeurs. Il n'y a pas de familles exclusivement profondes (présentes uniquement dans la gamme bathymétrique 50-100m), cependant pour les Liljeborgiidae, Sebiidae et Iphimediidae, une grande proportion (30-50 %) des individus de ces familles est présente à ces profondeurs.



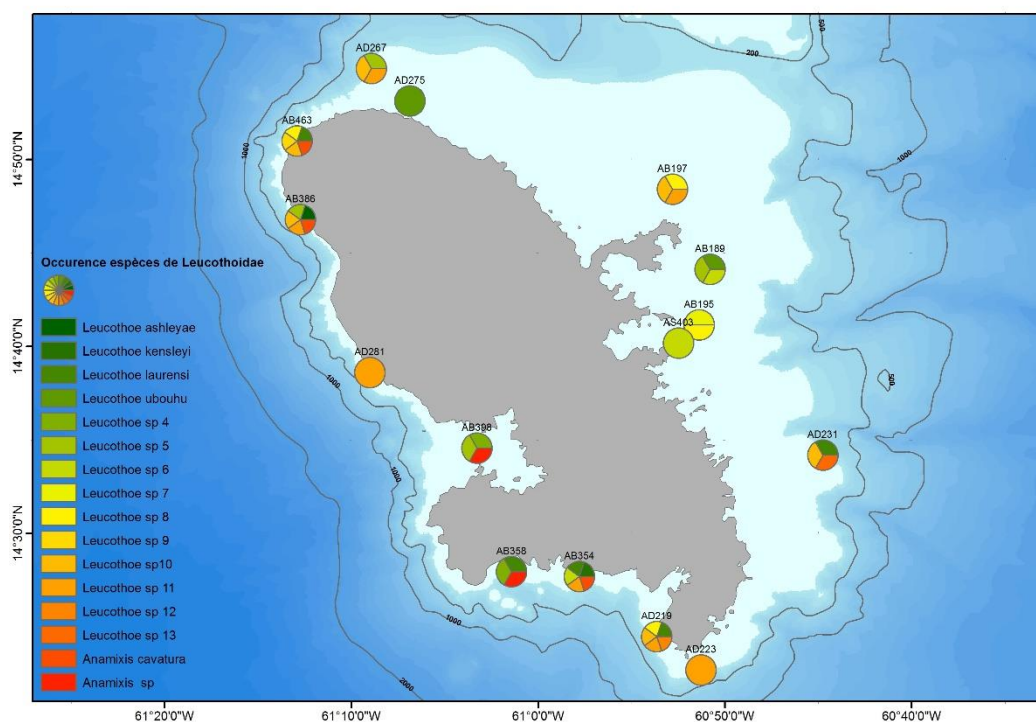
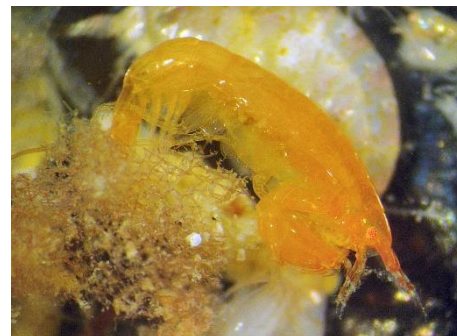
On ne peut pas encore estimer la richesse spécifique pour tout l'échantillonnage d'amphipodes mais il est possible de proposer des tendances à partir des 20% d'individus identifiés au rang espèce ou morpho-espèce. La carte ci-dessous issue de ce jeu de données indique que les stations les plus riches présentent entre 18-24 espèces ; elles sont situées dans la partie sud de la Martinique, stations AB358 (17 m de profondeur et AD219



(12 m de profondeur) avec 24 espèces. En se reportant sur la carte des abondances, on remarque qu'il existe une forte corrélation entre abondance et richesse (ex. AB358, AB195).

Au sein des amphipodes, une famille semble particulièrement diversifiée : la famille des Leucothoidae.

Un total de 17 espèces / morpho-espèces a été identifié dans le sous-échantillonnage. Cette famille est celle regroupant les plus nombreuses hypothèses d'espèces potentiellement nouvelles. Des travaux en systématique moléculaire seront nécessaires afin de délimiter ces espèces et déceler la présence d'espèces cryptiques. Les distributions des Leucothoidae identifiés à l'espèce mettent en évidence que de nombreuses morpho-espèces co-occurent sur un même site. Il semblerait que la diversité de cette famille soit plus importante au niveau de la façade caraïbe. Les Leucothoidae sont connus pour être associés (commensaux) aux Spongiaires et aux Ascidies. Durant l'expédition Madibenthos, de nombreux spécimens ont d'ailleurs été rapportés en association avec des ascidies. Il serait intéressant d'approfondir la relation hôte-espèces pour ce groupe.



Les résultats préliminaires sur la diversité des Amphipodes de Martinique indiquent d'ores et déjà un nouvel éclairage sur la diversité marine en Martinique. Les référencements de ce groupe dans les bases de données (OBIS, référentiel TaxRef) sont quasiment inexistants.

Des inventaires sur ce groupe sont disponibles dans la littérature au niveau régional. En ne tenant compte que des espèces présentes dans la tranche bathymétrique 0-100m, les données sur les petites Antilles indiquent une diversité comprise entre 32 à 42 espèces. Nos

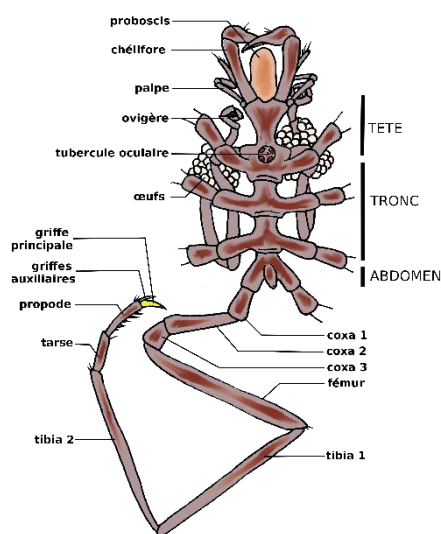
	Gammarida	Senticaudata	Total
MADIBENTHOS	56	72	128
Lesser Antilles (Martin et al. 2013)	5	37	42
Lesser Antilles (Miloslavich et al. 2010)	5	27	32
Caribbean Sea (Martin et al. 2013)	108	210	318

résultats préliminaires indiquent une diversité au moins 3 fois plus importante pour les Amphipodes uniquement en Martinique.

3) *Chelicerata Pycnogonida*

Les pycnogonides sont des arthropodes marins appartenant au groupe des Chélicérates qui regroupent aussi les arachnides (araignées, scorpions, faucheux, acariens pour les plus connus). Ils possèdent une trompe (le proboscis), un corps très fin et longues pattes qui renferment les organes sexuels et digestifs. Ils font partie de la composante négligée de la biodiversité marine car peu d'études prennent en compte ces organismes de petite taille.

Le tableau ci-dessous résume l'ensemble des spécimens collectés durant l'expédition Madibenthos.



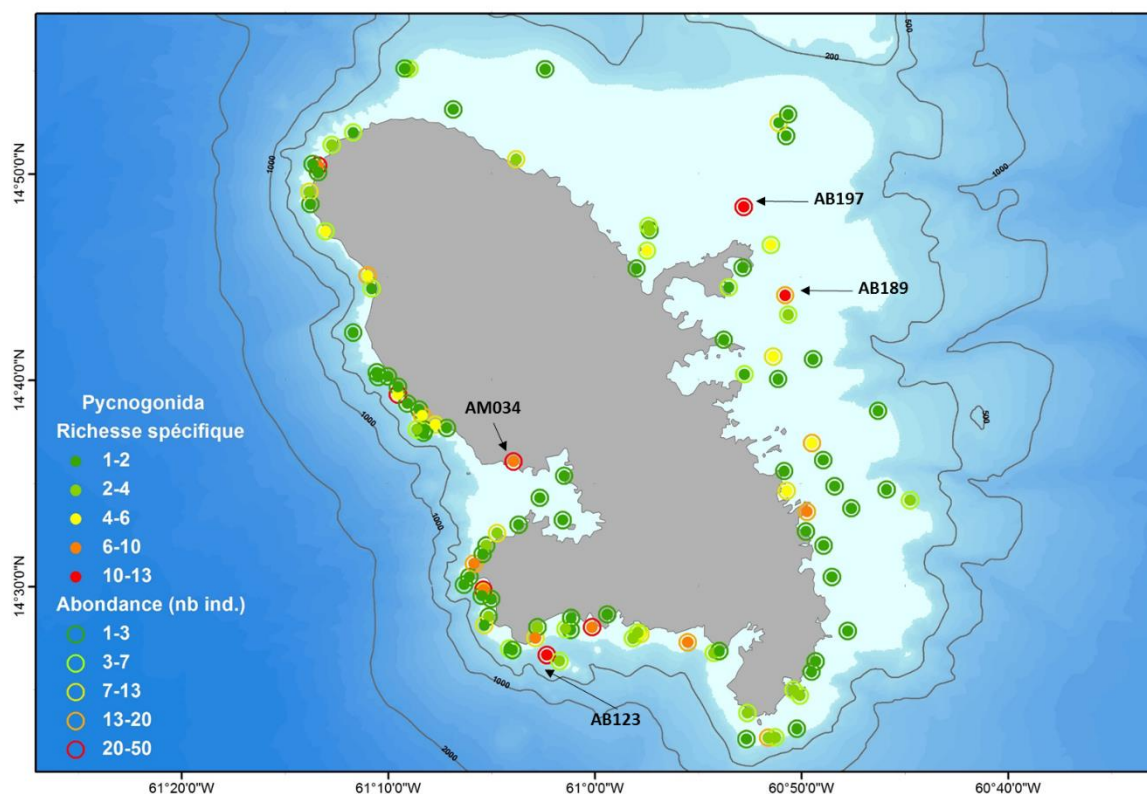
Famille	Nb stations occurrence	nb ind.	Genres	Morpho- espèces	Espèces (moléculaire)
Ammonotheidae	69	244	4	15	21
Ascorhynchidae	62	197	2	7	8
Callipallenidae	15	25	3	6	6
Endeidae	11	20	1	4	4
Nymphonidae	30	59	1	5	6
Pallenopsisidae	2	2	1	2	2
Phoxichilidiidae	83	245	1	22	23
Pycnogonidae	5	5	2	4	4
Rhynchothoracidae	2	2	1	2	2
Pycnogonida (juv, larves)	3	4	-	-	-
Total stations	144	803		67	76

Au total, 803 individus ont été collectés sur un ensemble de 144 stations. Les travaux menés sur ce groupe dans le cadre du projet de thèse de R. Sabroux (MNHN, UMR 7205) permettent d'ores et déjà d'afficher des chiffres solides quant à la diversité des pycnogonides en Martinique avec un total de 67 espèces (morphologiques). Des travaux de systématique moléculaire (approche barcode) ont également été menés, qui suggèrent la présence d'un certain nombre d'espèces cryptiques surtout au sein de la famille des Ammonotheidae. La diversité totale de ce groupe dans la cadre de l'expédition

Le graphe ci-dessous illustre la composition de la faune de Pycnogonides. Les espèces les plus abondantes sont une nouvelle espèce d'Ammonoidea (*Ammonothella* n. sp.) et deux espèces de la famille des Ascorhynchidae (*Eurycyde raphiaster* et *Eurycyde clitellaria*). Ces 3 espèces représentent à elles seules 35% des spécimens échantillonnés. Dans le compartiment des espèces « rares », 19 espèces ne sont présentes dans l'échantillonnage que par des singletons (une occurrence, un spécimen).

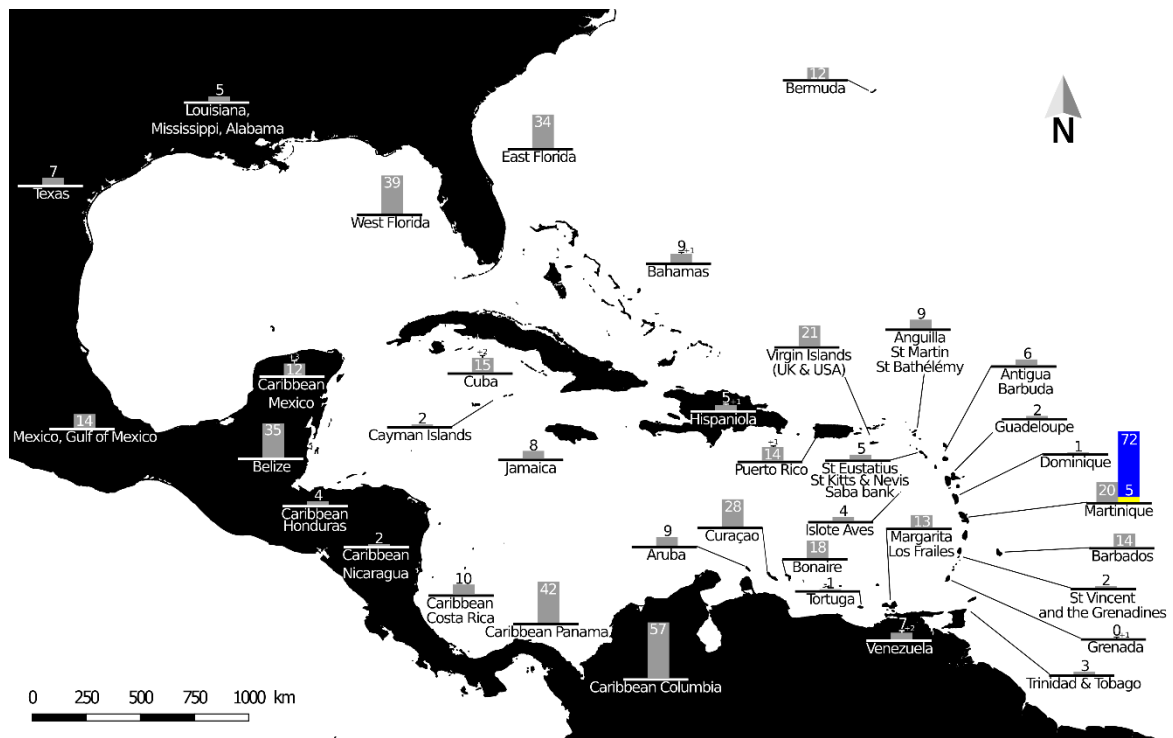


En termes de structure de la diversité pour ce groupe, la carte ci-dessous indique les occurrences de pycnogonides en Martinique. Les abondances et richesses spécifiques sont indiquées par un code de couleur. Il existe une forte corrélation entre abondance et richesse spécifique. En effet les stations



AB189 et AB195 représentent respectivement 36 et 43 individus, correspondant à une richesse spécifique 10 et 13 espèces. En comparaison la station AM034 (intertidale) présente une forte abondance (33 ind.) mais une relativement plus faible diversité (8 espèces). Il est difficile d'observer un pattern sur la distribution des espèces de pycnogonides en terme géographique. Des analyses complémentaires sont en cours afin de tester les patrons de distribution de ces espèces en fonction de paramètres tels que la profondeur, habitat ou co-occurrence d'autres taxons (Spongiaires, Cnidaïres).

Au niveau régional mais également à l'échelle des Caraïbes, les données sur les pycnogonides révèlent des éléments surprenants en terme de connaissance de la biodiversité marine. En Martinique, on peut (ou pouvait) considérer que la pycnofaune était parmi les mieux connues de toute la région Nord Ouest tropicale Atlantique avec 20 espèces recensées dans la zone. La carte ci-dessous résume les données de diversité des pycnogonides pour la zone Caraïbes et Golfe du Mexique. L'expédition Madibenthos a donc permis de révéler la face cachée de la diversité des pycnogonides car suite à cette expédition, les connaissances sur ce groupe en Martinique en font maintenant la zone la plus riche avec un total de 79 espèces !



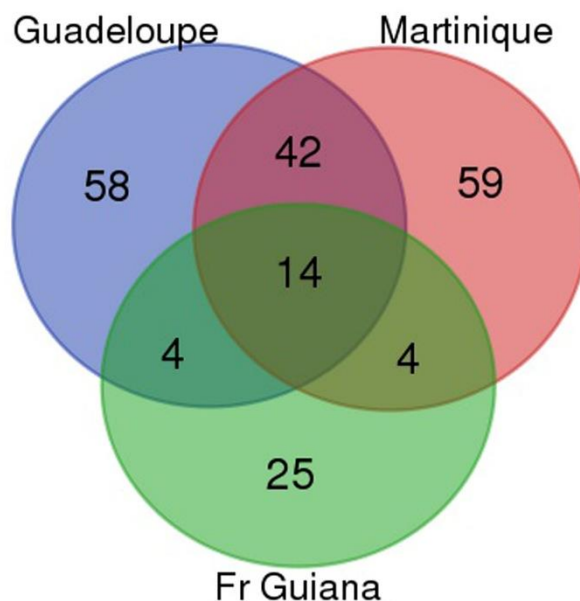
MOLLUSQUES

Philippe Bouchet

Les mollusques constituent le compartiment le plus diversifié du petit benthos côtier. Les malacologistes représentaient aussi une grosse part des effectifs des scientifiques impliqués dans l'expédition - que ce soit sur le terrain ou au laboratoire. Ils constituent aussi le taxon sur lequel les connaissances antérieures sont les plus étendues. Dominique Lamy et Jean-Pierre Pointier ont publié en 2017 le monumental *Mollusques marins et dulçaquicoles des Antilles françaises* (2 volumes, 786 pp., PLB Editions), qui est une référence pour toutes les Petites Antilles et au delà, et a servi de base à la "Liste de référence des mollusques de la Martinique" (2017, *Folia Malacologica*, 43: 8-27) d'Antoine Wagner, qui recense 863 espèces marines. Ce chiffre comprend toutefois des espèces de grandes profondeurs, recensées de Martinique sur la base de campagnes océanographiques du 20ème siècle, et n'est donc pas directement comparable aux chiffres issus de MADIBENTHOS. Il comprend aussi des espèces recensées pendant l'expédition, et ne constitue donc pas un "point zéro avant MADIBENTHOS".

En termes de richesse spécifique, l'expédition a échantillonné de l'ordre de 1200 espèces de mollusques. C'est un "bon" chiffre - qui contraste fortement avec les impressions sur l'état des communautés marines autour de la Martinique - mais c'est sans doute un peu moins qu'en Guadeloupe. Au terme de l'expédition, la Martinique, la Guadeloupe et Abaco (aux Bahamas) sont désormais les trois points les mieux échantillonnés de toute la Caraïbe pour ce qui concerne leur faune malacologique. Malgré tout, l'échantillonnage n'est pas saturé : nombre d'espèces n'ont été vues que sur un seul site, voire même ne sont représentées que par un seul spécimen.

La plus grande surprise vient de la composition spécifique de cette faune. Dans la mesure où les grands écosystèmes sont les mêmes et où les deux îles sont séparées de moins de 200 kilomètres, nous nous attendions à ce que la liste d'espèces présentes en Martinique soit très proche de celle de la Guadeloupe. Or des différences importantes sont apparues. Elles peuvent refléter le micro-endémisme des espèces sans dispersion larvaire planctonique, par exemple les cônes (Conidae) et les marginelles (Marginellidae, Cystiscidae) - pour lesquels le taux de recouvrement entre les deux îles paraît être inférieur à 50%. Les différences peuvent aussi refléter le caractère extrêmement saisonnier et imprédictible de certaines occurrences, par exemple les nudibranches - pour lesquels un nombre similaire d'espèces est recensé dans les deux îles, mais avec un taux de recouvrement de 70% ; dans ce cas, les différences ne reflètent pas le micro-endémisme, et les différences observées peuvent n'être qu'apparentes.



Expéditions dans la Caraïbe 2012-2016 : Recouvrement de la composition spécifique des faunes de "turridés" peu profondes (<100m) de Martinique, Guadeloupe et Guyane, sur la base de 399 morpho-espèces.

Deux groupes avaient bénéficié de la présence sur place de Jesus Ortea, qui a consacré une grande partie de sa carrière à l'étude des nudibranches et marginelles de la Caraïbe, et qui a isolé tout de suite quelques espèces remarquables dont - exceptionnellement - il a immédiatement publié les descriptions, deux mois après la fin de l'expédition : *Hoplodoris madibenthos* Ortea, 2016, un spectaculaire nudibranche doridien de 50 mm de long, et la deuxième espèce de ce genre dans la Caraïbe ; *Ticofurcilla maryolisae* Ortea, 2016, une minuscule (1,35 mm) marginelle Cystiscidae collectée deux fois par brossage à 12 et 23 mètres de profondeur ; et enfin la marginelle (10,5 mm) *Hyalina saintjames* Ortea & Espinosa, 2016, été découverte au rocher du Diamant par 12 mètres de profondeur.

Au delà de ces tout premiers résultats, ce ne sont pas moins de 11 publications scientifiques qui ont déjà valorisé l'expédition ; toutes sont jointes in extenso en annexe du présent rapport.

- Espinosa J. & Ortea J. (2017). Dos nuevas especies de la familia Muricidae Rafinesque, 1815 (Mollusca: Neogastropoda) de la isla de Martinica, Antillas Menores. *Avicennia*. 20: 41-44.
- Espinosa J., Ortea J. & Moro L. (2017). Seis nuevas especies caribeñas del género *Polystira* Woodring, 1928 (Mollusca: Neogastropoda: Turridae). *Avicennia*. 20: 35-40.
- Garrigues B. & Lamy D. (2019). Inventaire des Muricidae récoltés au cours de la campagne MADIBENTHOS du MNHN en Martinique (Antilles Françaises) et description de 12 nouvelles espèces des genres *Dermomurex*, *Attilosa*, *Acanthotrophon*, *Favartia*, *Muricopsis* et *Pygmaepterys* (Mollusca, Gastropoda). *Xenophora Taxonomy*. 23: 22-59.
- Ortea J. (2016). Descripción de una segunda especie del género *Ticofurcilla* Espinosa & Ortea, 2002 (Mollusca: Cystiscidae) colectada en Martinica, Antillas Menores. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 28: 195-200.

- Ortea J. (2016). Una segunda especie atlántica del género *Hoplodoris* Bergh, 1880 (Mollusca: Nudibranchia) colectada en Martinica, Antillas Menores. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*. 28: 201-208.
- Ortea J. (2017). La magia de Harry Potter llega a Madibenthos... y los escolares nombran nuevas especies de Moluscos marinos (*Gibberula*) halladas en Madinida. *Avicennia*, 20: 23-32.
- Ortea J. & Y. Buske (2018) Lista inicial ilustrada de las babosas marinas (Heterobranquios) de la expedición Madibenthos, realizada en 2016 en Martinica (Antillas Menores, mar Caribe). *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 30(1): 67-101.
- Ortea J. & Espinosa J. (2016). Una nueva especie del género *Hyalina* Schumacher, 1817 (Mollusca: Neogastropoda) de la isla de Martinica, Antillas Menores. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 28: 225-230.
- Ortea J. & Espinosa J. (2017). Dos nuevas especies del género *Hyalina* Schumacher, 1817 (Mollusca: Neogastropoda) de la isla de Martinica, Antillas Menores, nombradas en agradecimiento a la Base Naval Fort Saint Louis por su apoyo a Madibenthos. *Avicennia*, 20: 9-14.
- Ortea J. & Espinosa J. (2017). Descripción de una nueva *babosa del azar* (Mollusca: Nudibranchia) del Mar Caribe. *Avicennia*, 21: 55-58.
- Ortea J., Moro L. & Espinosa J. 2017. El género *Lapinura* (Marcus & Marcus, 1963) (Mollusca: Runcinacea) en el Atlántico, con la descripción de nuevas especies de las islas de Cabo Verde y Costa Rica. *Avicennia*, 21: 11-18.

Les résultats les plus complets à ce jour portent sur la famille des Muricidae (Garrigues & Lamy 2019), une famille réputée bien connue et bien étudiée dans la Caraïbe ; 27 espèces (hors Coralliophilinae) étaient connues de Martinique. Nous ne nous attendions donc pas à ce que MADIBENTHOS échantillonne pas moins de 47 espèces (+74 % !), et encore moins à ce que 12 d'entre elles s'avèrent nouvelles pour la Science.

Des monographies de deux autres familles importantes par le nombre d'espèces sont achevées ou en cours d'achèvement.

Cecalupo A. & Perugia I. (sous presse). Report on the [CERITHIOPSIDAE](#) from the Caribbean area (Guadeloupe, Martinique and French Guiana) ([CAENOCASTROPODA](#), [TRIPHOROIDEA](#)). *Visaya*, supplement [à paraître début 2020]

Au contraire des Muricidae, les Cerithiopsidae - des microgastéropodes de fonds durs, mangeurs d'éponges - sont très mal connus et très mal échantillonnés. Trois espèces seulement étaient connues de Martinique. MADIBENTHOS a porté ce chiffre à 40, dont 23 espèces nouvelles !

Fallon P., Puillandre N. & Bouchet P. (en cours). MANGELIIDAE (GASTROPODA: CONOIDEA) OF THE FRENCH WEST INDIES AND OTHER WESTERN ATLANTIC REGIONS: AN EXPANDED CLASSIFICATION WITH REVISIONS AND 100 NEW SPECIES. EUROPEAN JOURNAL OF TAXONOMY [A SOUMETTRE EN 2020]

Vingt-sept espèces de Mangeliidae étaient connues de Martinique. MADIBENTHOS a porté ce chiffre à 51 (+89 %), dont 21 espèces nouvelles !

Pour les analyses exploratoire, on se référera au chapitre 5

EPONGES

Nicole J. de Voogd & Esther van der Ent

Naturalis Biodiversity Center, PO BOX 9517, 2300 RA Leiden, The Netherlands

1) Introduction

Les éponges sont des animaux colorés et voyants sur les récifs de Martinique. Les éponges présentent des tailles et des formes très variées et sont souvent confondues avec d'autres groupes animaux. Parmi celles qui attirent l'attention en premier, on citera *Callyspongia plicifera*, en forme de vase - et d'un rose presque fluorescent. Les spongiaires filtrent l'eau, qu'ils inhalent à travers leur paroi par des ouvertures microscopiques, et qu'ils rejettent par une grande ouverture centrale appelée oscule. Il n'est pas rare que d'autres organismes, tels que des ophiures, s'abritent dans ces oscules (comme sur la photo de *Verongula reiswigi*) ; des crevettes, des amphipodes ou d'autres crustacés se rencontrent aussi dans les canaux des éponges. Beaucoup de spongiaires sont moins « typiques » et n'ont ni la forme d'un vase, ni des couleurs vives. Beaucoup sont encroûtants sur des substrats durs tels que des rochers, des débris coralliens, ou encore d'autres éponges. Sur un seul mètre carré on peut dénombrer de nombreuses espèces vivant côte à côte. Certains Spongiaires sont perforants : l'éponge *Cliona delitrix* secrète de petites quantités d'acide et perfore les coraux vivants - éventuellement jusqu'à la mort de la colonie corallienne. Bien qu'on connaisse déjà 900 espèces d'éponges de la région caraïbe, il s'en découvre de nouvelles tous les ans, ainsi, *Corticium diamantense*, décrite en 2014 à partir d'échantillons collectés sur le Rocher du Diamant en 2003, et retrouvée sur cette même localité pendant Madibenthos. Sauf cas particulier - par exemple l'Eponge barrique *Xestospongia muta* - l'identification des éponges est assez ardue et requiert l'examen au microscope des petits éléments du squelette appelés spicules.

2) Matériel et méthode

Pendant Madibenthos, chaque espèce a d'abord été photographiée *in situ* en plongée ; ensuite, l'éponge en entier ou un morceau a été prélevé. Au laboratoire, chaque échantillon reçoit un numéro identifiant unique et est conservé dans l'alcool. Ce n'est qu'après examen des spicules au microscope et séquençage de l'ADN que l'on saura réellement combien d'espèces ont été échantillonnées autour de la Martinique.

Au total, 68 stations ont été échantillonnées pendant l'expédition afin d'inventorier la faune des éponges. L'échantillonnage a essentiellement été réalisé à vue en plongée. Un total de 630 spécimens d'éponges a été collecté, appartenant à environ 200 espèces, réparties en 16 Ordres et 3 Classes. Une identification préliminaire a été réalisée sur le terrain en s'appuyant sur le Guide des éponges (Zea et al. 2014). La nomenclature utilisée est celle de WoRMS (World Register of Marine Species - Editorial Board 2016). L'identification des éponges est en cours de finalisation. Les spécimens ont été préparés pour la microscopie en utilisant les méthodes classiques (e.g. Hooper 1996; Van Soest & Hooper 2005). La mesure micrométrique des spicules se base sur 25 spicules.

Le tableau ci-après récapitule par Ordre le nombre d'espèces échantillonnées.

	Nombre d'espèces
Classe Calcarea	
Clathrinida	3
Classe Homoscleromorpha	
Homosclerophorida	11
Classe Demospongiae	
Agelasida	10
Suberitida	4
Tetractinellida	9
Verongida	11
Dictyoceratida	16
Dendroceratida	1
Clionaida	15
Haplosclerida	30
Biemnida	2
Poecilosclerida	17
Scopalinida	4
Axinellida	10
Chondrillida	3



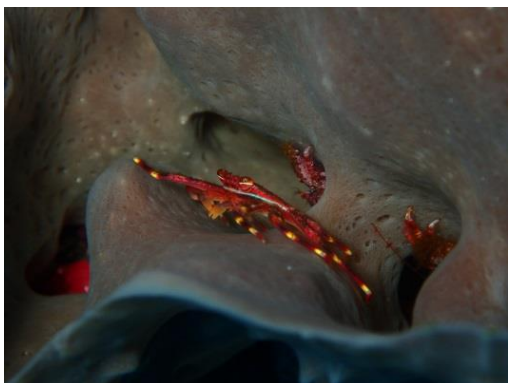
Callyspongia plicifera

photo Nicole de Voogd



Verongula reiswigi avec une ophiure se cachant dans son large pore exhalant

photo Nicole de Voogd



De nombreux crabes vivent à l'intérieur des canaux des éponges

photo Nicole de Voogd



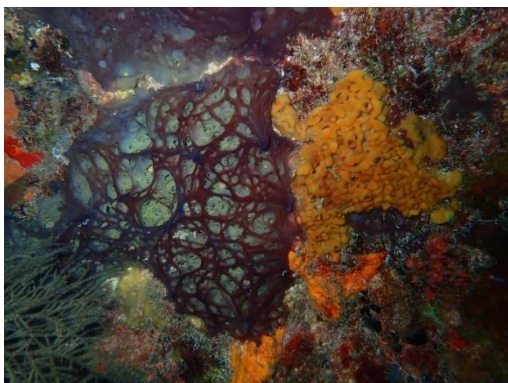
L'éponge perforante *Cliona delitrix*

photo Nicole de Voogd



Corticium diamantense a été décrite du site du Diamant en 2014

photo Nicole de Voogd



Eponge violette/verte non identifiée
accompagnée de *Plakina jamaicensis*

photo Nicole de Voogd



Nicole de Voogd posant à côté de l'éponge
barrique géante *Xestospongia muta*

photo Esther van der Ent



Echantillon d'éponge photographié au laboratoire
avec son numéro d'identifiant unique

photo Nicole de Voogd

LES GORGONES

Véronique Philippot¹ et Romain Ferry^{2,3}

¹Laboratoire d'Excellence "CORAIL", Université de Perpignan; 52 avenue Paul Alduy 66860 Perpignan Cedex. veroniquephilippot44@gmail.com

² Université des Antilles, EA 929 AIHP-GEODE Groupe BIOSPHERES, Campus de Schœlcher, 97275 Schœlcher, Martinique. info.ferry@laposte.net

³ Association OCEANvironnement, B21, Résidence Madiana plage. 97233 Schœlcher, Martinique

1) Introduction

Les gorgones (sous-ordres des Scleraxonia, Holaxonia et Calcaxonia) sont très présentes dans les écosystèmes caraïbéens peu profonds (surface à -30m) et sont caractérisées par un fort taux d'endémisme à l'échelle du bassin caraïbe. Cependant, les difficultés liées à la systématique des Octocoralliaires et le manque d'études expertes expliquent en partie la pauvreté des données pour les Petites Antilles françaises et tout particulièrement pour la Martinique. Une rétrospective historique de l'étude des gorgones antillaises nous fait remonter au 19^{ème} s. (Duchassaing & Michelotti 1860, Duchassaing de Fontbressin & Michelotti 1866) mais les inventaires reposent sur du matériel de Saint-Thomas et de Guadeloupe. Des spécimens isolés provenant de Martinique ont aussi été examinés par Milne-Edwards & Haime (1857) et Bayer (1961) : *Eunicea rousseaui* Milne-Edwards & Haime 1857 (= *Eunicea tourneforti*), *Eunicea asperula* Milne-Edwards & Haime 1857 (= *Eunicea asperula*), *Plexaura salicornoides* Milne-Edwards & Haime 1857 (= *Eunicea flexuosa*), *Plexaura flexuosa* Stiasny (1935) (= *Eunicea flexuosa*). Mais, les premiers inventaires *in situ* en Martinique ont essentiellement été réalisés lors de la mission Écorécifs (Universités des Antilles et de Luminy, Marseille) en 1983 (Laborel & Ernoult 1984). Ils ont abouti à la publication de la seule étude biogéographique des gorgones de Martinique (Philippot 1986) mais aussi contribué à la liste commentée des gorgones des Petites Antilles françaises (Philippot 1987) et à l'étude pluridisciplinaire des gorgones des Petites Antilles (Philippot 2017). Le matériel d'étude riche de 222 spécimens et 34 espèces est conservé au Muséum d'Histoire Naturelle de Marseille, au MNHN et au Musée Océanographique de Monaco. Cependant, le littoral atlantique de la Martinique avait été peu prospecté et une étude complémentaire était indispensable. La Martinique a donc fait l'objet d'inventaires faunistiques intensifs lors de l'expédition Madibenthos (4/09/16 - 12/10/16).

2) Méthodologie

L'effort d'inventaire ciblé tout particulièrement sur les gorgones (et autres Octocoralliaires le cas échéant) entre la surface et 30m de profondeur porte sur tous types de côtes susceptibles de présenter des substrats durs. Par substrat dur, on entend la partie submergée des falaises (circalittoral), les blocs rocheux d'effondrement d'origine basaltique, les galets, les cayes, les parties dures et mortes de récifs coralliens et les pentes externes récifales. Des inventaires *in situ*, prélèvements et photographies ont été réalisés pour 85 stations sur l'ensemble des 512 stations prospectées durant l'expédition, ce qui n'exclut pas d'autres observations de communautés de gorgones mentionnées dans les synthèses "habitats" (d'après photographies, non prises en considération dans ce travail). Les prélèvements de colonies entières ou le plus souvent de fragments de colonies ont permis de constituer une collection de référence de 438 spécimens déposés au MNHN. Les stations échantillonnées se répartissent dans six secteurs géographiques (fig.1), le mieux prospecté pour les gorgones étant le secteur atlantique sud entre la presqu'île de la Caravelle et la pointe sud-est de la Martinique.

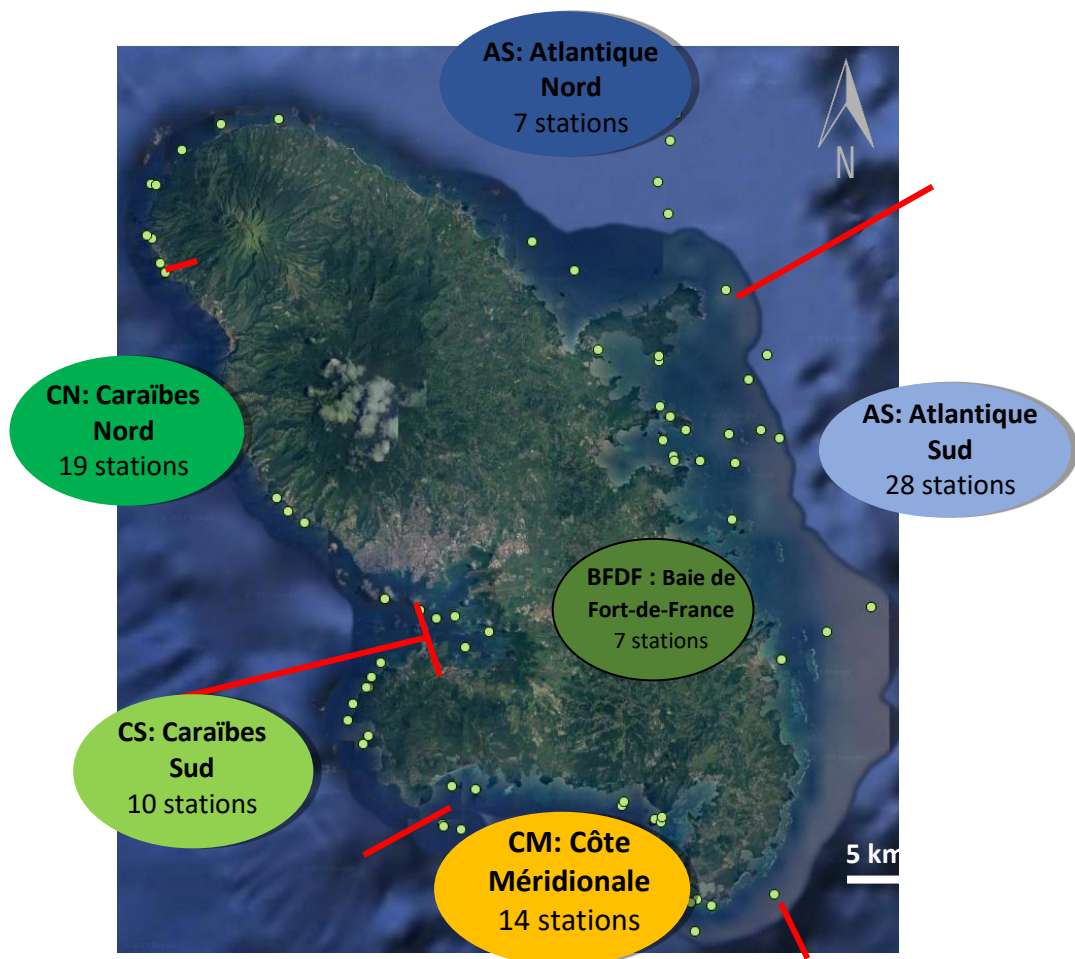


Figure 1 : Localisation et regroupement des stations par secteur géographique autour de la Martinique.

L'identification des gorgones repose en partie sur l'examen des sclérites du cortex et des anthocodites. Ceci nécessite une préparation préalable du matériel telle que décrite par Bayer (1961). La partie organique de l'apex des branches est dissoute à l'hypochlorite de sodium concentré, ce qui permet de recueillir un dépôt de sclérites, lequel est monté entre lame et lamelle dans une goutte d'eau pour observation au microscope optique à fond clair. Une partie des échantillons a fait l'objet d'analyses génétiques. Ces données et leur interprétation sont en cours de traitement et ne sont pas présentées ici.

3) Résultats

Données faunistiques

L'analyse de l'efficacité d'échantillonnage (fig.2) sur 85 stations (dont 71 stations inventoriées de la façon la plus exhaustive possible). La faible pente continue de la courbe suggère qu'une grande partie des espèces de Martinique ont été observées mais qu'il est toujours possible de retrouver des espèces rares ou vivant plutôt entre -20 et -30m de profondeur ou encore inféodées à des habitats particuliers. L'effort de prospection doit donc être poursuivi.

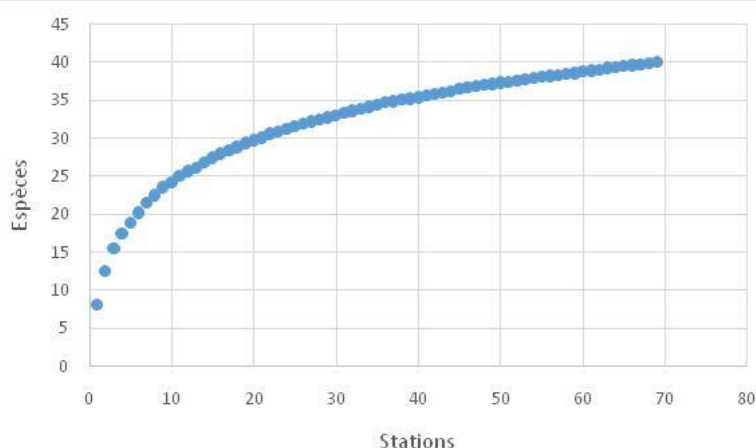


Figure 2 : Evolution du cumul du nombre d'espèces différentes inventoriées en fonction du nombre de stations explorées

Les gorgones inventoriées en Martinique entre la surface et 30m de profondeur sont représentées par trois sous-ordres, six familles, 15 genres et 40 espèces identifiées (dont 5 déterminations incertaines). Les autres Octocoralliaires inventoriés rassemblent une ou deux espèces de Pennatules et deux Stolonifères.

Classe ANTHOZOA Ehrenberg 1834

Sous-classe OCTOCORALLIA Haeckel 1866

Ordre PENNATULIDAE Verrill 1865

Genre *Renilla* Lamarck 1816

Renillareniformis (Pallas 1766)

Renilla sp.

Ordre ALCYONACEA Lamouroux 1812

Sous-Ordre STOLONIFERA

Genre *Carijoa* Müller, 1867

Carijoariisei (Duchassaing & Michelotti 1860)

Telestoa sp.

Sous-ordre SCLERAXONIA Studer 1887

Famille BRIAREIDAE Gray 1859

Genre *Briareum* Blainville 1830
Briareumasbestinum (Pallas 1766)

Famille ANTHOTHELIDAE Broch 1916

Genre *Iciligorgia* Duchassaing 1870
Iciligorgiaschrammi Duchassaing 1870 *
Genre *Erythropodium* Kölliker 1865
Erythropodiumcaribaeorum (Duchassaing & Michelotti 1860)

Famille SPONGIODERMIDAE Wright & Studer 1889

Genre *Diodogorgia* Kükenthal 1919
Diodogorgianodulifera (Hargitt 1901) *

Sous-ordre HOLAXONIA Studer 1887

Famille PLEXAURIDAE Gray 1859

Sous famille PLEXAURIDAE-Plexaurinae

Genre *Plexaura* Lamouroux 1812
Plexaura homomalla (Esper 1792)
Plexaura nina Bayer & Deichmann 1958
Genre *Pseudoplexaura* Wright & Studer 1889
Pseudoplexaura porosa (Houttuyn 1772)
Pseudoplexaura flagellosa (Houttuyn 1772)
Pseudoplexaura crucis Bayer 1961
Genre *Eunicea* Lamouroux 1816
Eunicea laxispica Lamarck 1815
Eunicea palmeri Bayer 1961
Eunicea mammosa Lamouroux 1816
Eunicea succinea (Pallas 1766)
Eunicea cf. pinta Bayer & Deichmann 1958
Eunicea tourneforti (Milne Edwards & Haime 1857)
Eunicea cf. laciniata Duchassaing & Michelotti 1860
Eunicea flexuosa (Lamouroux 1821)
Eunicea fusca (Duchassaing & Michelotti 1860)
Eunicea knighti Bayer 1961
Eunicea cf. asperula (Milne Edwards & Haime 1857)
Eunicea cf. clavigera Bayer 1961
Eunicea calyculata (Ellis & Solander 1786)
Eunicea cf. pallida (Garcia Parrado & Alcolado 1996)
Genre *Muriceopsis* Aurivillius 1931
Muriceopsis sulphurea (Donovan 1825)
Muriceopsis flavida (Lamarck 1815)
Genre *Plexaurella* Kölliker 1865
Plexaurella dichotoma (Esper 1791)
Plexaurella nutans (Duchassaing & Michelotti 1860)

Plexaurella grisea Kunze 1916
Genre *Muricea* Lamouroux 1821
Muricea muricata (Pallas 1766)
Muricea atlantica (Kükenthal 1919)
Muricea pinnata Bayer 1961
Muricea elongata Lamouroux 1821
Muricea laxa Verrill 1864

Famille GORGONIIDAE Lamouroux 1812

Genre *Leptogorgia* Milne Edwards & Haime 1857
Leptogorgia miniata (Milne Edwards & Haime 1857) *
Genre *Antillogorgia* Bayer 1951
Antillogorgia acerosa (Pallas 1766)
Antillogorgia americana (Gmelin 1791)
Genre *Gorgonia* Linnaeus, 1758
Gorgonia ventalina Linnaeus, 1758
(mis en synonymie avec *Gorgonia flabellum* Linnaeus 1758)
Gorgonia mariae Bayer 1961
Genre *Pterogorgia* Ehrenberg 1834
Pterogorgia anceps (Pallas 1766)
(mis en synonymie avec *Pterogorgia citrina* (Esper 1792))

Sous-ordre CALCAXONIA Grasshoff 1999

Famille ELLISELLIDAE Gray 1859

Genre *Ellisella* Gray, 1858
Ellisella elongata (Duchassaing & Michelotti 1864)

Richesse en termes de diversité spécifique

La richesse spécifique des populations de gorgones varie entre une et 18 espèces (fig.3). Plus du tiers des 71 stations où l'effort d'inventaire a été maximal pour les gorgones abrite plus de 10 espèces. La probabilité de présence des gorgones est d'abord liée à la disponibilité en substrats durs, aussi les stations très pauvres en abondance et en espèces se rencontrent dans tous les secteurs géographiques. Cependant, les stations les plus diversifiées au niveau spécifique sont surtout localisées sur la côte atlantique alors que les stations caraïbes apparaissent globalement moins riches en espèces, la moitié environ abritant moins de 6 taxons.

Les paysages assimilés à des "forêts" sous-marines ou "jardins de gorgones" (fig.4) sont visuellement caractérisés par leur forte densité de colonies. Mais elles sont également très diversifiées et la richesse spécifique peut dépasser une quinzaine d'espèces dans certains habitats sous influence atlantique et assimilables à des systèmes biologiques complexes en trois dimensions abritant un grand nombre d'espèces associées par leurs fonctions écologiques (ressources trophiques, supports, courantologie, nurserie...). Parmi les sites les plus typiques, citons la Grande Sèche de la Baie de Fort-de-France (14 espèces), les cayes remarquables des baies du François, du Robert et du Vauclin sur la côte atlantique (13 à 18 espèces selon les stations) et le "jardin de gorgones" au nord du bourg du Prêcheur (13 espèces).



Figure 4 : Exemples de “jardins de gorgones”. A : Baie de Fort-de-France (-5m), B : Case pilote (-3m), C : barrière externe atlantique (-18m). (Photographies R.Ferry. OCEANvironnement/Madibenthos)

La diversité spécifique par zone géographique (tab.1) varie significativement bien que le nombre de stations soit inégal. La baie de Fort-de-France (5 stations) est la zone la plus pauvre avec 15 espèces, les populations de gorgones étant plutôt inféodées aux habitats les moins exposés aux facteurs terrigènes. Inversement, la côte caraïbe nord (16 stations) et la côte atlantique sud (23 stations) présentent 28 espèces chacune. Puis, en ordre décroissant, la côte méridionale (12 stations) abrite 25 espèces, le secteur atlantique nord (6 stations) 24 espèces et la côte caraïbe sud (9 stations) 19 espèces.

Tableau 1 : Distribution des espèces identifiées dans les six zones géographiques et fréquence de leur présence dans les stations (en caractères gras : espèces communes, surlignés en jaune : taxons à valeur géographiquement discriminatoire).

	CN	CS	ME	AS	AN	BDFD
	FREQUENCE nb stations/ 16	FREQUENCE nb stations/ 9	FREQUENCE nb stations/ 12	FREQUENCE nb stations/ 23	FREQUENCE nb stations/ 6	FREQUENCE nb stations/ 5
<i>Briareum asbestinum</i>		2	2	2	1	1
<i>Iciligorgia schrammi</i>		4	1	1	2	
<i>Erythropodium caribaeorum</i>	9	7	9	16	3	4
<i>Diodogorgia nodulifera</i>	1		1			
<i>Plexaura homomalla</i>	1	1	2	9		
<i>Plexaura nina</i>		1				1
<i>Pseudoplexaura porosa</i>	1	5	3	11	1	2
<i>P. flagellosa</i>		1	1	1		
<i>P. crucis</i>				1	1	
<i>Eunicea mammosa</i>			1			
<i>E. laxispica</i>			1	3	2	
<i>E. palmeri</i>					1	
<i>E. succinea</i>	1			2	1	
<i>E. cf. pinta</i>	1					
<i>E. tourneforti</i>	9	5	7	15	2	2
<i>E. flexuosa</i>	6	6	7	19	4	2
<i>E. fusca</i>	6	1	4	11	3	1
<i>E. cf. asperula</i>						1
<i>E. cf. clavigera</i>	4		2			
<i>E. knighti</i>	1					
<i>E. calyculata</i>	4		2	9	2	
<i>E. cf. laciniata</i>	2					
<i>E. cf. pallida</i>				1		
<i>Muriceopsis sulphurea</i>	1			5	2	
<i>M. flavida</i>	3	7	5	9	2	1
<i>Plexaurella dichotoma</i>	2	1	3	14	4	
<i>P. nutans</i>	1	2	2	3	2	2
<i>P. grisea</i>	2	1	2	5		1
<i>Muricea muricata</i>	4	1	3	10	3	
<i>M. atlantica</i>			1	1		
<i>M. pinnata</i>	1			2		1
<i>M. elongata</i>	3		1	1	1	
<i>M. laxa</i>	1					
<i>Leptogorgia miniata</i>					1	
<i>Antillogorgia acerosa</i>	9	2	4	14	3	2
<i>A. americana</i>	3	1		9	2	
<i>Gorgoniaventalina</i>	5	7	5	18	4	2
<i>G. mariae</i>	4		3	2	1	
<i>Pterogorgia anceps</i>	9	3	6	13	2	1
<i>Ellisella elongata</i>	2					
Nb total d'espèces	28	19	25	28	24	15

Figure 3 : Tri des stations en fonction des richesses spécifiques des gorgones et prenant en considération les stations uniquement soumises à des récoltes et observations directes in situ (excluant les prélèvements aveugles par brossage, aspiration ou dragage et les récoltes isolées non ciblées AM). Code couleur des stations : voir fig.1). Encadrées en rouge : stations décrites comme des “forêts” ou “jardins” de gorgones.



Fréquence d'apparition des gorgones dans les 71 stations ciblées

Un groupe de six espèces communes se dégage nettement et est composé par ordre décroissant des taxons suivants (fig.6) : *Erythropodium caribaeorum* (67%), *Eunicea flexuosa* (62%), *Gorgonia ventalina* (58%), *Eunicea tourneforti* (56%), *Pterogorgia anceps* (48%) et *Antillogorgia acerosa* (48%). Ces espèces sont à la fois largement distribuées et souvent abondantes dans les biotopes. La gorgone encroûtante *E. caribaeorum* est ubiquiste et a été notée dans plus de la moitié des stations des six secteurs géographiques. Elle constitue une population monospécifique caractéristique au large du François à très faible profondeur. Inversement, *Pterogorgia anceps* se répartit de façon préférentielle sur la côte atlantique sud où elle a été observée dans 56,5% des stations.

Parmi les 17 espèces moyennement ou peu communes (présentes dans 6 à 27 stations sur les 71 stations ciblées), certaines ont une répartition géographique marquée. C'est le cas de *Gorgonia mariae* absente des relevés effectués sur la côte caraïbe sud et dans la baie de Fort-de-France, de *Muriceopsis sulphurea* (fig.5) Principalement observée sur la côte atlantique, de *Muricea muricata* surtout présente sur la côte atlantique (dans 43% des stations de la partie atlantique sud) mais absente dans la baie de Fort-de-France, de *Plexaurella dichotoma* présente dans plus de la moitié des stations atlantiques sud et nord mais absente dans la baie de Fort-de-France et enfin de *Eunicea laxispica* totalement absente sur la côte caraïbe et dans la baie de Fort-de-France. Des relevés supplémentaires permettraient de confirmer ou de nuancer ces répartitions.



Figure 5 : Une colonie de *Muriceopsis sulphurea*.
(Photographies R.Ferry. Madibenthos)

Enfin, 17 espèces présentes dans moins de six stations réparties autour de la Martinique peuvent être considérées comme rares. Les huit espèces *Eunicea mammosa*, *E. palmeri*, *Eunicea cf. pinta*, *Eunicea cf. asperula*, *E. knighty*, *Eunicea cf. pallida*, *Muricea laxa* et *Leptogorgia miniata* n'ont été observées qu'une seule fois et sont souvent représentées par une colonie isolée. Cependant, en ce qui concerne le genre *Eunicea*, il s'agit de taxons dont l'identification reste problématique car morphologiquement proches de leurs espèces jumelles. Pour ces taxons, l'intégration de marqueurs nucléotidiques est indispensable (étude en cours).

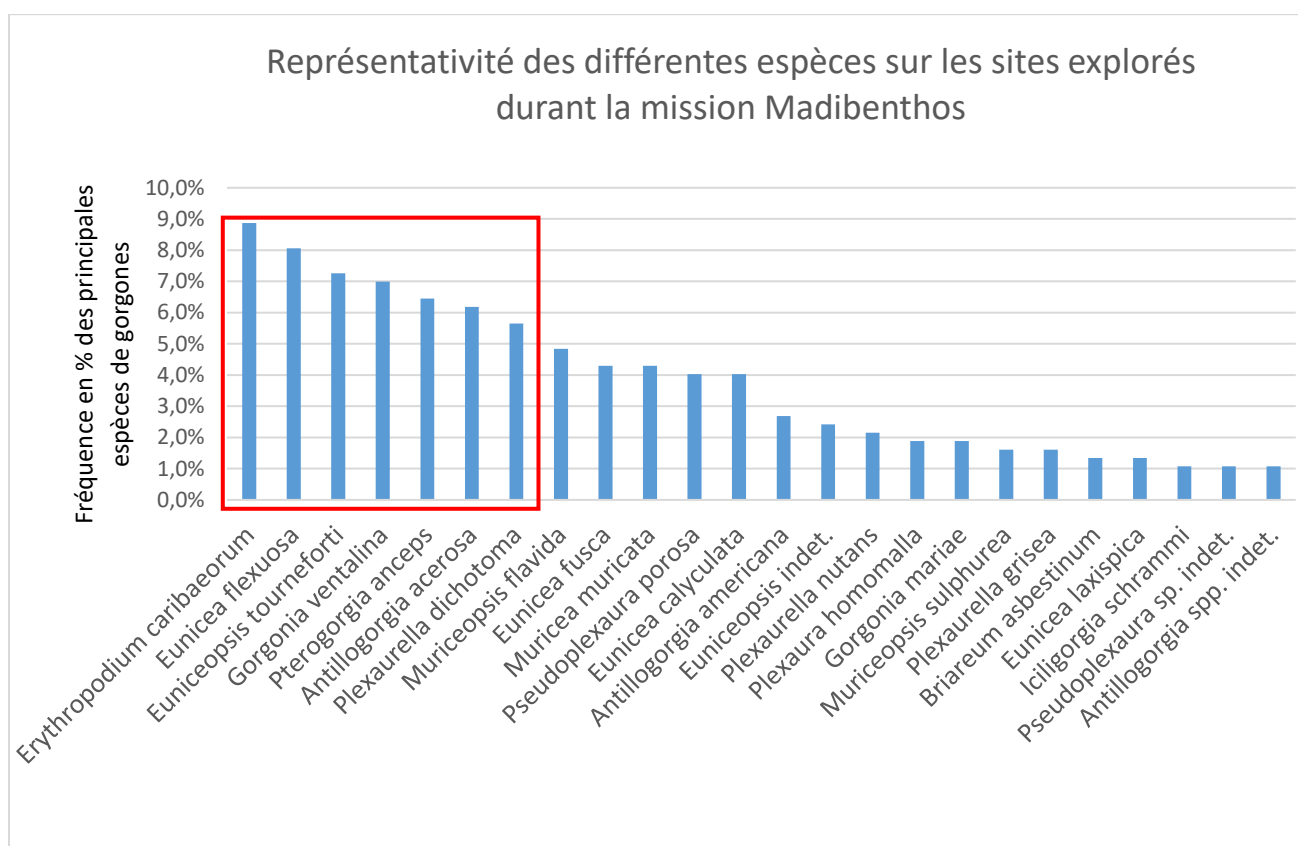


Figure 6 : Fréquence (en %) des espèces inventoriées sur les 71 stations ciblées sur les gorgones. Cadre rouge : groupe d'espèces les plus communes représentées sur plus de 5% des stations.

Paysages, faciès, espèces caractéristiques ou remarquables

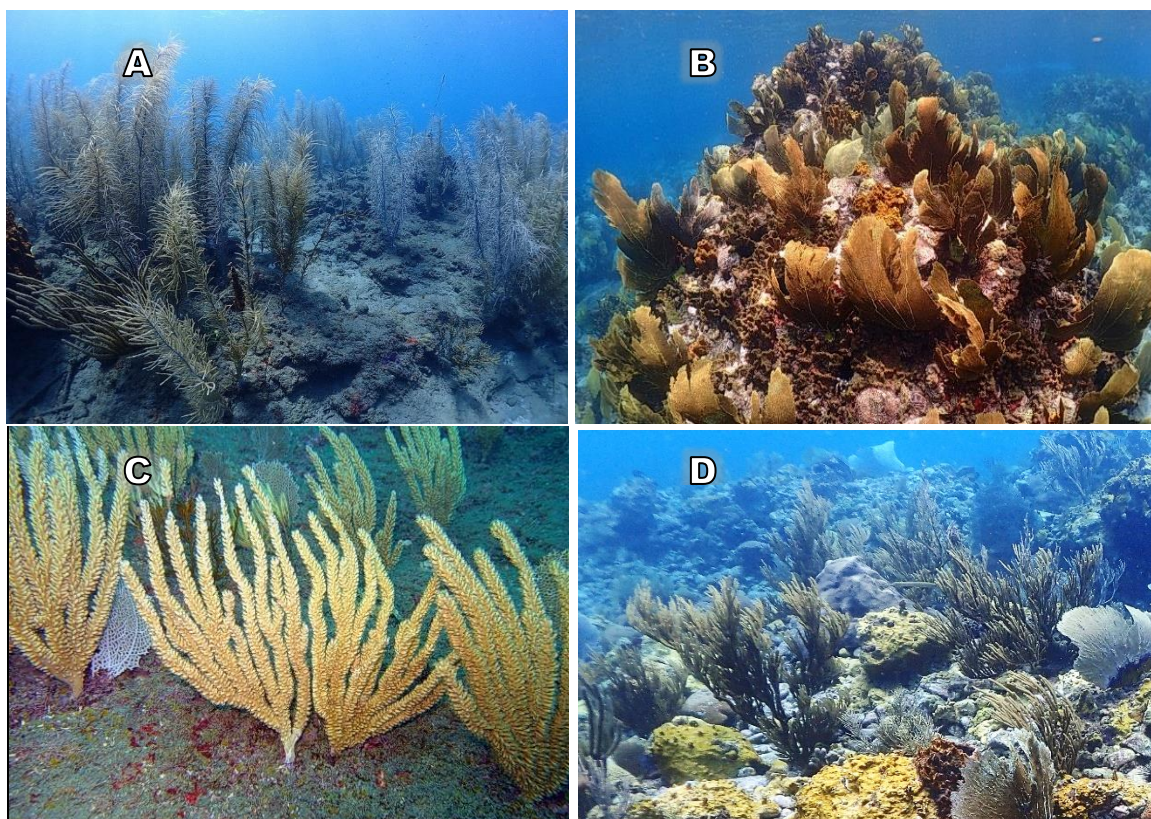
En termes de présence/absence d'espèces, la discrimination entre secteurs géographiques n'est pas évidente à l'exception de l'espèce typiquement atlantique *Muriceopsis sulphurea*. Ce sont plutôt les abondances relatives des espèces qui différencient significativement les paysages atlantiques et caraïbes dans les stations où les richesses spécifiques sont élevées et comparables.

Les côtes atlantiques ou sous influence atlantique (extrémité est de la partie méridionale et stations les plus septentrionales du secteur caraïbe nord) sont en effet souvent caractérisées par des assemblages dominés par *Pterogorgia anceps* ou *Plexaurella spp.* et par des populations remarquables d'espèces absentes ou rares sur les autres côtes (*Eunicea mammosa*, *E. laxispica*, *Muriceopsis sulphurea*, *Gorgonia mariae*). Les espèces du genre *Muricea* sont également plus abondantes dans ces habitats.

Cependant, si des paysages remarquables de par leurs fortes densités en colonies ont été observés sur les cayes des baies du Robert sous la surface et sur les hauts fonds à une vingtaine de mètres de profondeur, ces "forêts de gorgones" sont très diversifiées d'une caye à l'autre à une échelle géographique très réduite. Les espèces dominantes diffèrent en effet, phénomène qui peut être expliqué par un fort taux de reproduction végétative d'une espèce donnée (par fragmentation ou expansions rampantes).

L'approche visuelle mériterait d'être développée pour mettre au point des indicateurs destinés à la gestion des sites marins car la valeur paysagère peut se traduire comme un service économique non négligeable pour les centres de plongée et pour le tourisme marin en général. A l'échelle de la Martinique, plusieurs types de faciès à gorgones ont été mis en évidence. Ils ne sont pas toujours dépendants des influences atlantique ou caraïbe :

- faciès caractérisé par de grandes colonies d'*Antillogorgia acerosa* (fig. 7A)
- faciès caractérisé par *Gorgonia ventalina* (fig. 7B)
- faciès caractérisé par *Pterogorgia anceps* et *Eunicea laxispica* (crêtes de récifs sous influence atlantique) (fig. 7C)
- faciès caractérisé par *Eunicea flexuosa* avec des colonies très développées (fig. 7D)
- faciès caractérisé par *Plexaurella grisea* à branches très allongées (côte atlantique)
- faciès caractérisé par la grande gorgone rouge des profondeurs *Iciligorgia schrammi* des Rochers de la Perle, du Diamant et de la Caravelle (fig. 7E)
- faciès caractérisé par *Eunicea fusca* dont les colonies basses tapissent densément le substrat : baie du Robert et Case-Pilote sur la côte caraïbe (fig. 7F)



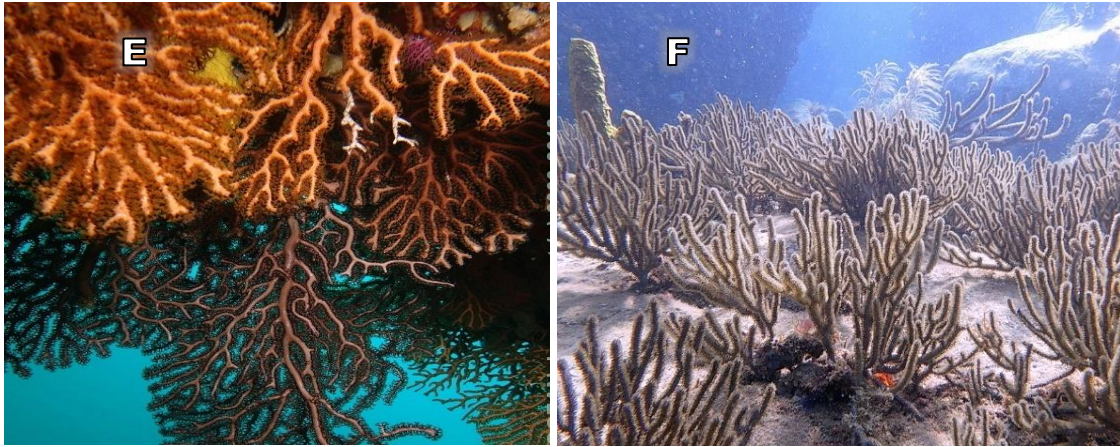


Figure 7 : A : faciès à *Antillogorgia acerosa*, B : faciès à *Gorgonia ventalina*, C : faciès à *Eunicea laxispica*, D : faciès à *Eunicea flexuosa* E : faciès à *Iciligorgia schrammi*, F : faciès à *Eunicea fusca*. (Photographies R.Ferry. OCEANvironnement/Madibenthos)

Enfin, les espèces non symbiotiques *Leptogorgia miniata* (fig.8 A1 et A2) *Diodogorgia nodulifera* (fig.8 B1 et B2) et *Ellisella elongata* (fig.8 C1, C2, C3 et C4) vivant habituellement au-delà de -30m ont été observées à des profondeurs moindres à partir de -18m, le plus souvent sous les surplombs rocheux de la côte caraïbe (Caye de Vétiver, Le Prêcheur, Rocher du Diamant) ou à l'extrême nord de l'île (Cap Saint-Martin). De plus, la gorgone rouge des profondeurs *Iciligorgia schrammi* a été parfois retrouvée en surface sur des parois rocheuses mais avec un morphotype particulier : petites colonies rabougries non planes, à branches courtes, oranges *in situ*. Cette morphose particulière peut toutefois cohabiter avec la forme typique (grandes colonies planes brun foncé à l'état sec et rouge *in situ*) à une vingtaine de mètres sous la surface. Cette espèce caractéristique mérite donc le recours à la biologie moléculaire pour éclairer ce polymorphisme.

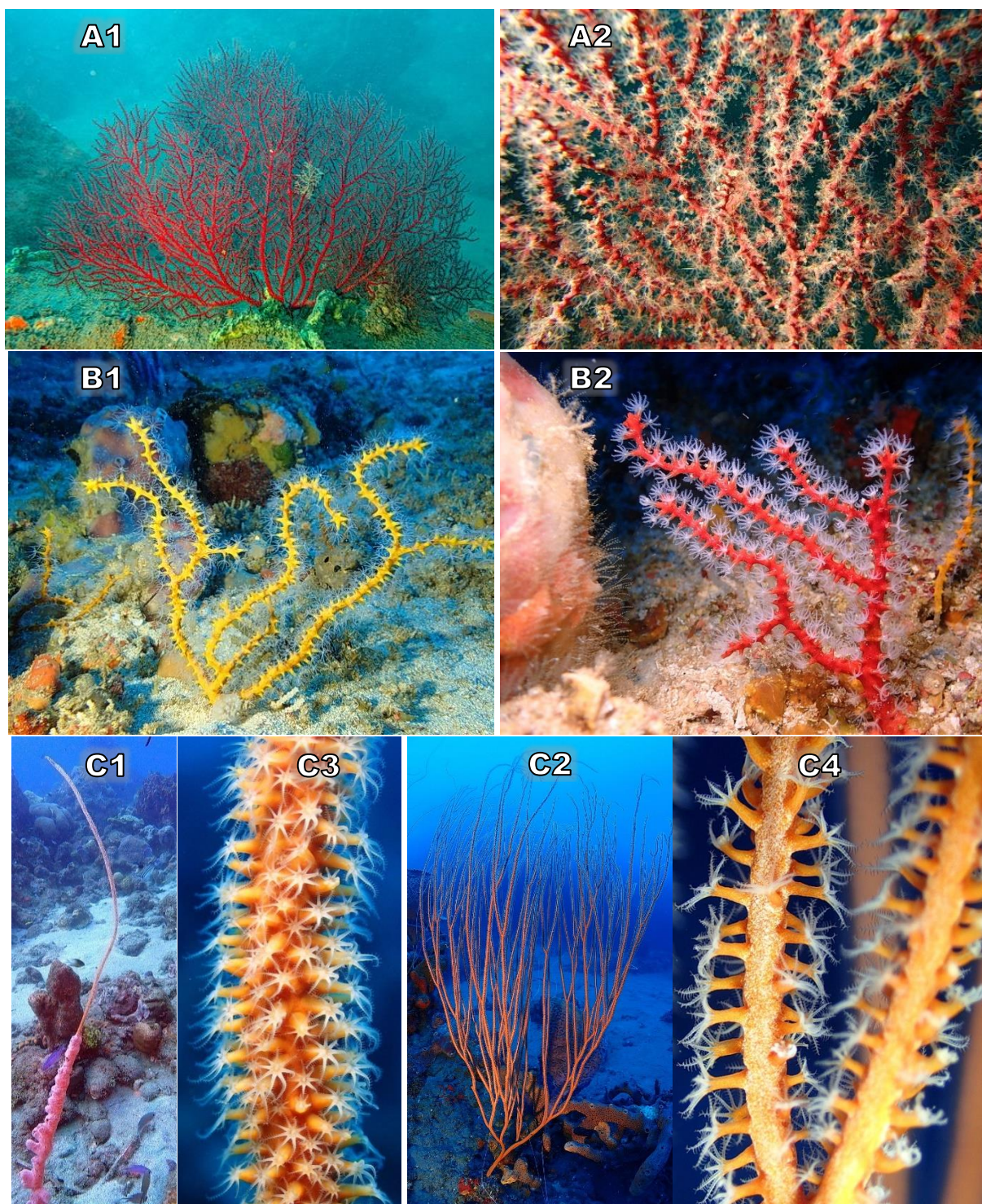


Figure 8 : A1 et A2 : *Leptogorgia miniata* (colonie *in situ* et détail), B1 et B2 : *Diodogorgia nodulifera* (colonies jaune et rouge); C1, C2, C3 et C4 *Ellisella elongata* (colonies *in situ* et détails) (Photographies R.Ferry. OCEANviroennement/Madibenthos)

Remarques sur l'évolution des assemblages de gorgones et de leur état sanitaire depuis les observations des années 1980

La diversité spécifique globale des gorgones de Martinique n'apparaît pas diminuée en 2016 comparativement aux inventaires réalisés au début des années 1980. Cependant, les assemblages d'espèces ont changé sur certaines côtes depuis trois décennies, soit par raréfaction d'espèces autrefois abondantes, soit par foisonnement localisé d'espèces habituellement peu denses (ex : *Plexaurella grisea* et *Eunicea fusca*). En 2016, l'espèce polymorphe (formes encroutantes, digitiformes ou lobées) *Briareum asbestinum* a été observée dans moins de 3% de stations mais elle peut alors former des populations très denses, en particulier sur les récifs de Sainte-Luce et les cayes de la baie du Robert. Elle était cosmopolite dans les années 1980 et faisait partie des espèces communes. Il semblerait qu'elle se soit fortement raréfiée depuis l'événement climatique de 2005. En revanche, l'espèce encroutante *Erythropodium caribaeorum* appartenant également au sous-ordre des Scleraxonia demeure très fréquente (67% des stations) et plutôt abondante bien qu'elle apparaisse occuper une surface moindre comparativement aux années 1980.

En 2016, un mauvais état sanitaire a été globalement constaté dans un grand nombre d'habitats, essentiellement lié à l'hypersédimentation et développement de couvertures de macro algues et de cyanobactéries. Cela conduit à l'appauvrissement généralisé du benthos et touche sévèrement les épibiontes comme les gorgones. Il est probable que la forte colonisation du substrat par les formations algales depuis trois décennies (en particulier sur les dalles inclinées des pentes externes récifales atlantiques) impacte sévèrement le succès reproducteur, plus particulièrement la fixation des larves. La diminution du substrat dur disponible a d'abord été le résultat de deux facteurs combinés : la diminution des stocks de poissons herbivores (due à la surpêche) et celle dramatique des populations d'oursins brouteurs d'algues *Diadema antillarum* à cause de la pêche et de pathologies dans les années 80 (Laborel & Ernoult 1984). Aujourd'hui, ce phénomène est amplifié par l'hypertrophisation généralisée du milieu marin, essentiellement due au rejet mal contrôlé des eaux usées. Il semblerait que les communautés algales se substituent non seulement aux formations de Scleractiniaires bâtisseurs de récifs mais également aux "forêts de gorgones" attendues sur les pentes récifales des côtes atlantiques sud.

Par ailleurs, la plupart des colonies présentent des impacts anormaux de prédation, infection et dégradation (fig. 9). En particulier, beaucoup d'éventails de mer (*Gorgonia* spp.) présentent des nécroses témoignant de l'épidémie récurrente Aspergillose due à la combinaison de la baisse de résistance de ces organismes aux agents infectieux (due aux pollutions diverses) et la mutation d'un champignon terrestre ayant migré en milieu marin avec l'urbanisation intensive du littoral. Les gorgones dont les axes sont dénudés par maladie ou prédation sont également envahies par des épiphytes (*Millepora*, macro algues, Hydraires...). Nous avons constaté aussi l'effet destructeur continu des cordes reliant les casiers de pêches et qui sectionnent les pieds des colonies. Enfin, l'impact de phénomènes climatiques majeurs, tels les cyclones qui ont affecté récemment la Martinique, est important sur les gorgones parce qu'elles présentent une forte prise aux courants marins et à la houle et subissent alors des arrachages en masse.

Au contraire, certains lagons peu profonds répartis sur la côte atlantique (encore) peu touchés par l'invasion algale, mais balayés par des courants apportant probablement des matières nutritives d'origine anthropique (rejets d'eaux usées sur le littoral fortement peuplé), sont caractérisés par une exubérance de gorgones. Ces communautés riches et diversifiées sont composées de grandes colonies,

voire des colonies géantes, et les formes branchues possèdent des rameaux verticaux très allongés. Ces “forêts” de gorgones spectaculaires mais vulnérables méritent une attention particulière, tant pour la recherche que pour la préservation des fonds marins. En effet, elles semblent en compétition de plus en plus manifeste avec les populations envahissantes de macro algues benthiques et subissent aussi les perturbations liées aux tapis de sargasses dérivant en surface ou stagnant dans les baies (manque d’oxygène, produits toxiques de dégénérescence, diminution de la lumière en particulier).

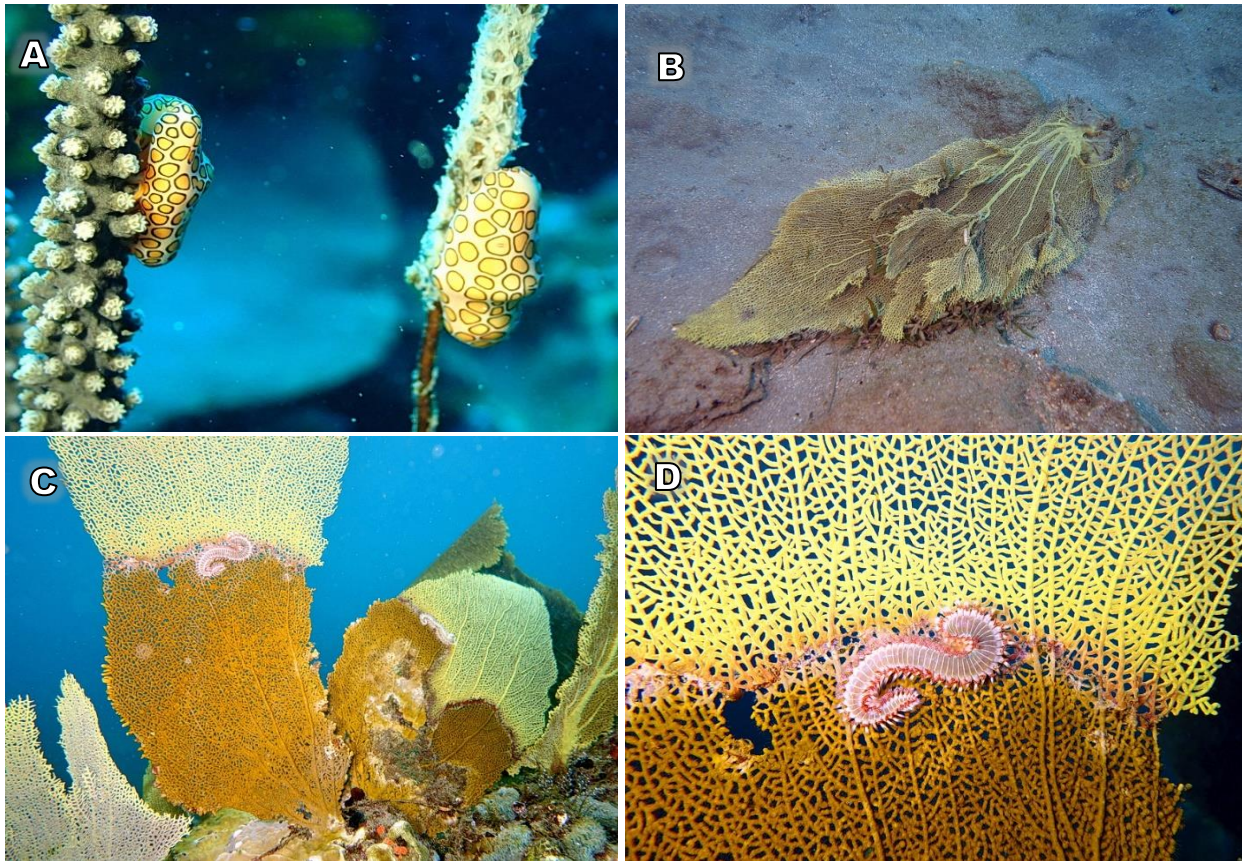


Figure 9 : A : Impact des prédateurs *Cyphoma gibbosum* (Linnaeus, 1758) (il n’est pas constaté de surpopulation provoquant des effets significatifs) ; B : Impact des houles cycloniques sur *Gorgonia ventalina* (septembre 2018) dont l’intensité moyenne serait augmentée par le phénomène de réchauffement climatique ; C : Impact de *Millipora* sp. ici sur *Gorgonia ventalina* ; D : *Hermodice carunculata* (Pallas, 1766). (Photographies R.Ferry. OCEANvironnement/Madibenthos)

Conclusion

L'effort global de prospection en Martinique durant l'expédition Madibenthos permet de dresser une liste de 40 espèces (dont cinq espèces de *Eunicea* à détermination douteuse). Cette diversité est désormais comparable à celle de la Guadeloupe bien étudiée où 42 espèces ont été inventoriées entre la surface et 55m de profondeur dans les années 80. Plus au nord, dans l'ensemble géographique formé par les îles françaises (Saint-Barthélemy et Saint-Martin) et Anguilla, 38 espèces ont été rescencées. Les gorgones de Martinique sont donc globalement autant diversifiées que dans le reste de l'arc des Petites Antilles mais plusieurs espèces semblent absentes : *Pterogorgorgia guadalupensis*, *Muriceopsis petila* (valeur taxinomique néanmoins discutable), *Antillogorgia kallos*, *A. hummelincki* et *Leptogorgia setacea*. De plus, *Antillogorgia rigida* et *Eunicea pinta* déjà très rares en 1983 n'ont pas été retrouvées pour la première et retrouvée une seule fois pour la seconde (détermination cependant douteuse). Inversement, les données de 2016 confirment l'existence de *Muriceopsis sulphurea* et *Gorgonia mariae* sur tout le littoral atlantique sud et caraïbe nord ainsi que la présence d'*Eunicea succinea*, espèce plutôt commune en Guadeloupe mais rarement observée en Martinique en 1983 et trouvée dans très peu de stations en 2016 (dont les stations des communes du Robert et de Case-Pilote). Enfin, *Diodogorgia nodulifera*, *Eunicea laxispica*, *E. mammosa*, *Plexaurella grisea*, *Leptogorgia miniata* et *Ellisella sp.* sont signalées pour la première fois en Martinique.

Les gorgones sont en général peu prises en considération à travers les programmes de conservation de la biodiversité marine. Cela peut être imputable au fait qu'elles demeurent peu connues et peu étudiées dans les Petites Antilles. Cependant, il serait urgent de considérer les services écologiques rendus par piégeage de carbone (photosynthèse des symbiontes et capture de CO₂ pour la genèse du squelette) ou par maintien de la biodiversité associée. De plus, ce sont des organismes filtreurs actifs et la fonction épuratrice des eaux assurée par les gorgones est de première importance dans un contexte d'hypertrophisation des eaux côtières, dans les baies plutôt fermées où l'urbanisation a explosé depuis une vingtaine d'années. Cet aspect dynamique et écologique des formations de gorgones en général a fait l'objet de nombreuses études depuis les années 1990 (ex : Ponti *et al.* 2014, Coppari 2015). Leur bonne santé est un atout également pour le secteur de la pêche car elles abritent un cortège de flore et de faune qui rentre dans les réseaux trophiques des espèces pêchées. En outre, les gorgones forment souvent des colonies imposantes, majestueuses et de formes variées qui sont des composantes fortement identitaires des paysages sous-marins caraïbes. Au-delà de leur valeur écologique, elles ont donc un intérêt économique pour le tourisme, notamment pour les centres de plongée récréative.

Or, l'état sanitaire des formations dominées par les gorgones est préoccupant dans la plupart des sites prospectés et les richesses spécifiques ne sont globalement pas de bons indicateurs. Si les espèces sont toujours présentes sur la plupart des côtes, beaucoup de colonies sont très dégradées. Inversement, certaines communautés vivant dans des zones encore préservées mais enrichies par des apports organiques d'origine anthropique apparaissent beaucoup plus denses que dans les années 80 et les colonies sont particulièrement développées en taille. Par conséquent, il est important de mettre en place des programmes visant à protéger ces organismes, la plupart des espèces étant peu communes, donc potentiellement vulnérables. Les "forêts" ou "jardins" de gorgones, à travers leur grande diversité et l'effet mosaïque des paysages qu'ils composent, méritent une attention particulière, au même titre que les formations récifales dominées par les Scleractiniaires, d'autant plus que les gorgones tendent parfois, si la couverture algale n'est pas trop dense, à remplacer ces formations fortement dégradées. Une bonne gestion des habitats dominés par les gorgones ou habités par des espèces vulnérables requiert toutefois une bonne compréhension de ces organismes. En particulier, l'apport de la biologie moléculaire est incontournable pour comprendre la systématique de ce groupe réputé difficile.

Bibliographie

- Bayer F. M. (1961). *Studies on the fauna of Curaçao and other caribbean islands. The shallow-water Octocorallia of the West Indian region.* (M. Nijhoff, Ed.) (55th ed.). The Hague.
- Coppari M. (2015). *The importance of benthic suspension feeders in the biogeochemical cycles : active and passive suspension feeders in a coralligenous community.* Universitat autonoma de Barcelona.
- Duchassaing de Fontbressin P.& Michelotti J. (1866). Supplément au mémoire Les Coralliaires des Antilles. *Mémoire Della Realle Academia Delle Scienze Di Torino*, 2(XXIII), 97–206.
- Duchassaing P. & Michelotti G. (1860). *Mémoire sur les coralliaires des Antilles* (Imprimerie, Vol. 2).
- Laborel J & Ernoult R. (1984). Mission Corantilles 2. Quel avenir pour les récifs coralliens martiniquais ? *Courrier Nature*, 91, 17–22.
- Milne-Edwards H. & Haime J. (1950). *A monograph of the British fossil corals. Part 1 : Introduction; corals from the Tertiary and Cretaceous formations* (Paleontogr). London.
- Ponti M., Perlini R.A., Ventra V., Grech D., Abbiati M. 2014. Ecological Shifts in Mediterranean Coralligenous Assemblages Related to Gorgonian Forest Loss. *PLOS ONE* 9 (7) : 1-13.
- Philippot V. (1986). Les gorgones des côtes de l'île de la Martinique (Antilles françaises). *Annales de l'Institut Océanographique de Paris*, 62(2), 239–250.
- Philippot V. (1987). Annotated checklist of the Gorgonacea from Martinique and Guadeloupe Islands (F.W.I.). *Atoll Research Bulletin*.
- Philippot V. (2017). Les gorgones des Petites Antilles. Un objet d'étude pluridisciplinaire dans une perspective de conservation. Thèse de doctorat de EPHE, 407 p.

ASCIDIES

Françoise Monniot

La campagne Madibenthos 2016 en Martinique avait pour but l'inventaire du benthos littoral. Les Ascidies (Tuniciers) ne constituaient pas un objectif principal. Solitaires ou coloniales les ascidies sont des invertébrés filtreurs fixés à l'état adulte sur un substrat solide : roche, corail ou animaux divers. Ils sont souvent couverts d'épibiontes et l'identification de ces animaux sur le terrain nécessite un examen attentif ; mais la qualité des prélèvements effectués par divers membres de l'équipe et le très grand nombre d'échantillons prélevés ont permis d'entreprendre un inventaire général effectué par études successives des groupes systématiques. Ce sont les formes solitaires qui ont été étudiées en premier donnant lieu à trois publications dans une revue internationale : Zootaxa (références ci-dessous).

Très peu de données anciennes existent pour la Martinique. La faune ascidiologique littorale des Antilles françaises avait déjà fait l'objet d'un inventaire par C. et F. Monniot, mais il concernait plus spécialement la Guadeloupe et les résultats ont été publiés dans plusieurs articles de 1983 à 1985 dans le bulletin du MNHN. Les spécimens déjà identifiés en Martinique sont moins variés qu'en Guadeloupe ; ils sont pour la plupart déjà répertoriés dans la région tropicale ouest Atlantique. En effet depuis plusieurs années les côtes du Brésil font l'objet de nombreuses récoltes et un inventaire est entrepris par une équipe dirigée par R. Rocha.

La première publication du matériel de Madibenthos traite de l'ordre des Phlebobranchia avec 10 espèces redécrites dont une retrouvée pour la première fois depuis sa description. La famille des Styelidae (Stolidobranchia), traitée dans la 2ème publication, contient 17 espèces dont une nouvelle pour la science. La 3ème publication concerne les Pyuridae et Molgulidae (Stolidobranchia) avec 12 espèces dont 3 retrouvées pour la première fois et une qui normalement n'appartient pas à la faune tropicale mais arctique. Les ascidies coloniales (Aplousobranchia) sont en cours d'étude.

Plusieurs observations générales peuvent déjà être dégagées. Nous n'avons pas pu mettre en évidence une différence faunistique entre les façades Est et Ouest de la Martinique pour les ascidies, les mêmes espèces y sont présentes. Malgré les prélèvements intensifs dans des habitats divers, la faune de Martinique est moins variée que celle de Guadeloupe et plus pauvre que celle du littoral continental allant du Brésil à Panama. En Martinique environ la moitié d'espèces solitaires sont typiquement Caraïbes et les autres espèces sont connues soit de l'Atlantique Est soit des océans Indien ou Pacifique.

Une importante variabilité intraspécifique des caractères anatomiques a été relevée dans plusieurs cas. Sans études génétiques, qui sont impossibles sur le matériel Madibenthos fixé au formol, il est difficile de savoir si ces variations représentent des espèces proches mais différentes, ou si elles sont dues à des modifications génétiques pour des espèces invasives depuis longtemps importées.

Les très nombreuses dissections nécessaires pour l'identification spécifique ont révélé la présence de symbiontes internes, Copépodes et Amphipodes, qui ont été intégrés dans la collection « arthropodes » du MNHN et seront confiés à des spécialistes.

Toutes les ascidies déjà identifiées ont intégré la collection du MNHN.

Phlebobranchia

Stations de récolte

Asciidiidae

<i>Ascidia archaia</i> Sluiter, 1890	AM006, AR121
<i>Ascidia curvata</i> (Traustedt 1882)	AB155, AR072, AR103, AR415
<i>Ascidia interrupta</i> Heller, 1898	AB120, AB123, AB149, AB155, AB157, AB163, AB169, AB175, AB187, AB189, AB195, AB197, AR063, AR065, AR069, AR072, AR101, AR103, AR107, AR110, AR118, AR170, AR172, AR177, AR194, AR364, AR415
<i>Ascidia</i> sp.	AB157
<i>Ascidia sydneyensis</i> Stimpson, 1855	AB187, AB189, AD208, AM005
<i>Phallusia caguayensis</i> (Millar & Goodbody, 1974)	AM001
<i>Phallusia nigra</i> Savigny, 1816	AM006, AM026, AR101, AR453
<i>Phallusia</i> sp.	AB159

Corellidae

<i>Corella minuta</i> Traustedt, 1882	AS066, AR132, AR309
---------------------------------------	---------------------

Perophoridae

<i>Ecteinascidia turbinata</i> Herdman, 1880	AM001 , AM021
--	---------------

Stolidobranchia

Styelidae

<i>Botrylloides nigrum</i> Herdman, 1886	AM001
<i>Eusynstyela ordinata</i> (Monniot C. 1983)	AB062, AB157, AB159, AB169, AB197, AB301, AB400, AD224, AD257, AR100, AR101, AR116, AS096
<i>Eusynstyela tinctoria</i> (Van Name, 1902)	AB163, AB181, AD229
<i>Stolonica sabulosa</i> Monniot, 1972	AD241
<i>Polyandrocarpa anguinea</i> (Sluiter, 1898)	AB155
<i>Polyandrocarpa arianae</i> Monniot, F. 2016	AR367
<i>Polyandrocarpa aurorae</i> n. sp.	AD267
<i>Polyandrocarpa zorritensis</i> (Van Name, 1931)	AM034
<i>Symplegma brakenhielmi</i> (Michaelsen, 1904)	AM034, AR136
<i>Symplegma rubra</i> Monniot C. 1972	AM034
<i>Symplegma viride</i> Herdman 1886	AR069

<i>Polycarpa arnoldi</i> (Michaelsen, 1914)	AB102, AB356, AB400, AD111, AD208, AD209
<i>Polycarpa cartilaginea</i> (Sluiter, 1898)	AM005, AM034, AD208, AD285, AR135
<i>Polycarpa insulsa</i> (Sluiter, 1898)	AB161, AR121, AR178, AR180
<i>Polycarpa spongiabilis</i> (Traustedt, 1883)	AB102, AB143, AD208, AD229, AD230, AM026, AR051, AR087, AR103, AR107, AR164, AR180, AR367
<i>Cnemidocarpa irene</i> (Hartmeyer 1906)	AB102, AB123, AB150, AB155, AB157, AB159, AB163, AB169, AB173, AB181, AB183, AB191, AB193, AB195, AB197, AB199, AB350, AB353, AD111, AD150, AD208, AM006, AM020, AR072, AR089, AR101, AR103, AR107, AR110, AR170, AR182, AR353, AS066
<i>Styela canopus</i> (Savigny, 1816)	AB195, AB197, AM020, AM034, AR101

Pyuridae

<i>Bathypora goreau</i> Millar & Goodbody, 1974	AB191
<i>Halocynthia microspinos</i> a (Van Name 1921)	AB159
<i>Herdmania pallida</i> (Heller, 1878)	AB102, AB149, AB175, AB185, AB187, AB197, AB354, AB452, AD208, AD259, AD270, AD277, AD299, AM012, AM022, AR055, AR083, AR091, AR101, AR114, AR129, AR143, AR144, AR186, AR196, AR364, AR417, AR459, AR461, AR465, AR571
<i>Microcosmus anchylodeirus</i> Traustedt, 1883	AB197, AB362, AB452, AM005, AM020, AR055, AR087, AR100, AR101, AR114, AR194, AR196, AR353
<i>Microcosmus exasperatus</i> Heller, 1878	AB149, AB452, AM034, AR101, AR314, AR558
<i>Microcosmus helleri</i> Herdman 1881	AB149, AB159, AB181, AB197, AB356, AB452, AD229, AD241, AR101, AR125
<i>Pyura discrepans</i> (Sluiter, 1898)	AB159
<i>Pyura gangelion</i> (Savigny, 1816)	AR087, AR100, AB199
<i>Pyura munita</i> (Van Name 1902)	AB149, AR135, AR144, AR170, AR196, AS078
<i>Pyura ocellata</i> Monniot F. 2016a	AB062, AB108, AB126, AB150, AB152, AB155, AB159, AB165, AB177, AB187, AB369, AD214, AD223, AD234, AD257, AM020, AR100, AR103, AR110, AR116, AR168, AR180, AR182, AR353, AR387, AR469
<i>Pyura vannamei</i> Monniot C. 1994	AB108, AB155, AB179, AB189, AB193, AB301, AM005, AM007, AR100, AR101, AR103, AR188, AR352, AR353
<i>Pyura vittata</i> Van name, 1921	AB102, AB126, AB157, AB159, AB175, AR101, AR110, AR116, AR158, AR164, AR189, AR456, AR465

Molgulidae

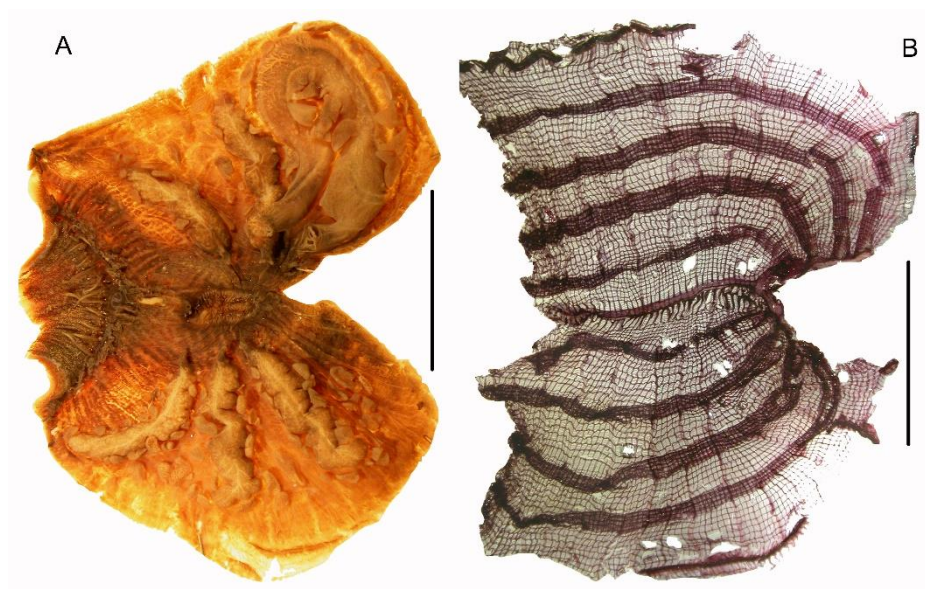
<i>Molgula citrina</i> Alder & Hancock, 1848	AB181
--	-------

Références bibliographiques

- Monniot F. 2018 – Ascidians collected during the Madibenthos expedition in Martinique 1. Phlebobranchia. *Zootaxa*, 4387 (3), 451-472. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4387.3.3>.
- Monniot F. 2018 – Ascidians collected during the Madibenthos expedition in Martinique II. Styelidae *Zootaxa*, 4410 (2), 291-318. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4410.2.3>.
- Monniot F. 2018 – Ascidians collected during the Madibenthos expedition in Martinique 1II. Stolidobranchia: Pyuridae and Molgulidae. *Zootaxa*, in press



Cnemidocarpa irene station AS066 not stained. A, dissection; B, branchial sac. Scale bars = 1cm.



Cnemidocarpa irene station AD150. A, dissection not stained; B, branchial sac stained. Scale bars =1cm.

BIOLUMINESCENCE & FLUORESCENCE NATURELLE

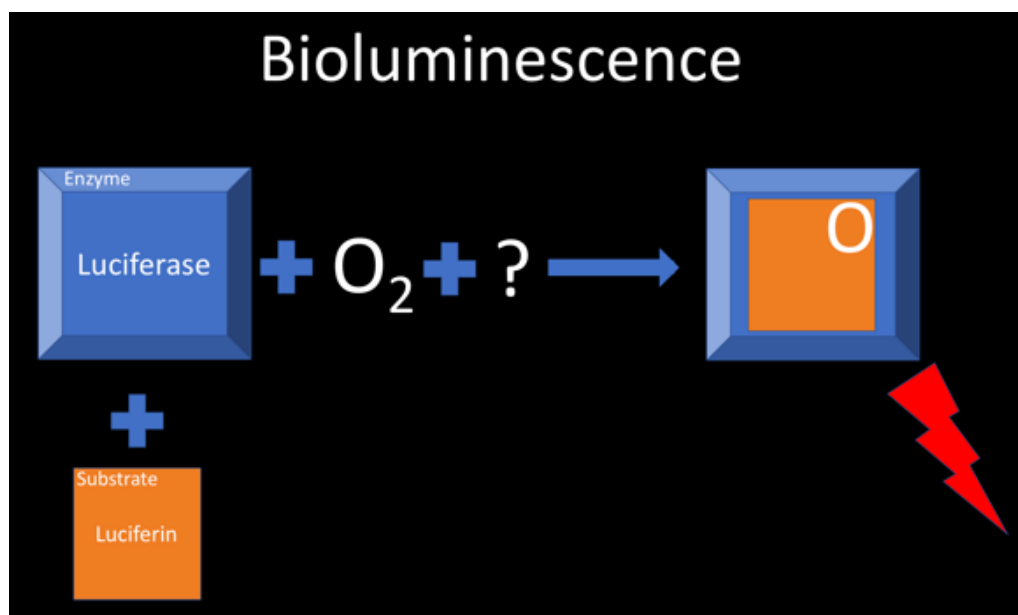
Marcel Koken & Manuel Caballer Gutierrez

1) Introduction

J'ai eu l'opportunité de participer à l'expédition Madibenthos ce qui m'a permis d'observer un grand nombre d'organismes vivants dans les eaux autour de la Martinique afin d'identifier la présence ou l'absence de deux phénomènes : la bioluminescence et la fluorescence naturelle qui sont mes sujets d'étude en tant que biologiste au CNRS.

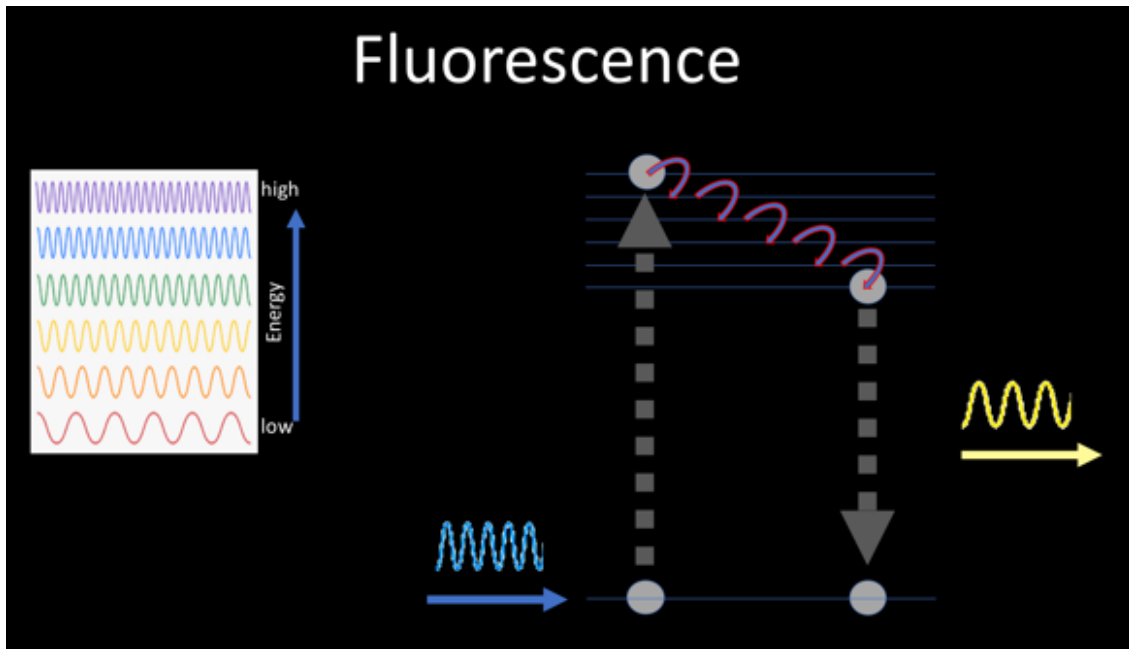
Pour moi ce type d'expédition est extrêmement précieux mais très rare. A Madibenthos un grand nombre de spécialistes de divers groupes d'organismes marins étaient réunis ce qui avait l'énorme avantage de pouvoir trouver des animaux fluorescents ou bioluminescents et d'avoir directement, sur site, une bonne détermination de l'espèce. Ceci évite énormément de travail pour mettre un nom sur une espèce et de savoir directement de quoi on parle.

La bioluminescence est un phénomène biologique qui permet à des organismes *vivants* d'émettre leur propre lumière pour trois fonctions : communiquer, se défendre ou attaquer. Dans tous les systèmes connus, une enzyme, appelée la luciférase, oxyde un substrat (i.e. luciférine) avec ou sans l'aide de molécules additionnelles (ATP, ions, etc.).



Comme il n'y a pas de similarité entre les luciférases de différents groupes d'organismes (ils ont évolué indépendamment ; un joli exemple d'évolution convergente), cela vaut la peine d'isoler et caractériser ces protéines d'organismes nouvellement découvertes car il y a une bonne chance de trouver des nouvelles molécules avec d'intéressantes propriétés.

De l'autre côté, la fluorescence est un phénomène purement physique n'ayant pas besoin d'une quelconque entité vivante ! La lumière est émise d'un échantillon après avoir été excitée par des photons d'une plus haute énergie (et donc une longueur d'onde plus courte). Les animaux montrant des motifs fluorescents utilisent ceux-ci principalement pour la communication intra-espèce et comme signal vers des prédateurs et des proies.



Par exemple chez les perruches, ce n'est pas la couleur verte qui attire la femelle vers le plumage du mâle mais les taches violettes et jaunes (invisible pour l'œil humain) qui lui sont rendues visible par la lumière bleu profond et les UV émis par le soleil.

Ma recherche essaie d'isoler et caractériser des familles de protéines bioluminescentes et fluorescentes qui sont complémentaires ou même meilleures que les protéines autofluorescentes déjà bien connues, la GFP (Green Fluorescent Protein) et les GFP-like.

L'idée derrière cela est de comprendre les mécanismes dans lesquels ces molécules sont impliquées et de comprendre comment ils fonctionnent. De cette façon, j'espère préparer des outils additionnels et meilleurs pour la biologie fondamentale, la recherche médicale pour « surveiller » par exemple la localisation *in situ* de certaines protéines ou leurs interactions.

Aujourd'hui ces molécules fluorescentes et lumineuses sont d'une utilité extrême dans beaucoup de domaines où il est nécessaire de discriminer rapidement et avec une grande sensibilité que ce soit dans le cadre du traitement de maladie, de la détection de mines anti-personnel ou du « tank-cloaking » (rendre des chars d'attaque invisibles).

Pour donner un exemple parlant : la détection de la tuberculose. Cette maladie sévère tue autour de 1.7×10^6 people par an (données 2016), c'est-à-dire un peu plus que le SIDA. Le moyen classique pour détecter les bactéries qui causent cette maladie est d'étaler du sputum sur des boîtes de Petri contenant des milieux d'agarose avec différents antibiotiques à tester. Après un mois d'incubation, de toutes petites colonies se sont formées sur les boîtes contenant les antibiotiques inefficaces. Pendant cette période d'incubation, certains malades étaient souvent déjà morts.

Aujourd'hui, les échantillons de sputum sont infectés avec un bactériophage qui contient un gène pour une luciférase et l'échantillon est ensuite étalé sur les boîtes à antibiotiques. Maintenant, après

seulement deux jours, le substrat pour la luciférase est versé sur la boîte et la lumière produite est détectée. L'absence de lumière indique que ces antibiotiques sont capables de tuer les bactéries et les malades sont immédiatement et efficacement traités.

Ces outils sont utilisés partout en recherche fondamentale et appliqués, mais pour d'autres applications ils sont encore suboptimaux. Pour cela, une grande demande existe pour des outils additionnels et meilleurs spécialement pour des protéines auto-fluorescentes dans la partie « proche infrarouge » du spectre lumineux.

2) Matériel & Méthodes

Collection & Analyse des échantillons

Les échantillons collectés par l'expédition Madibenthos étaient tous regroupés dans une grande salle réfrigérée. Tous ces échantillons étaient inspectés en les illuminant avec des lampes LED « blacklight » (390nm). Pour faciliter la détection de la fluorescence, la lumière d'excitation était bloquée en plaçant un filtre jaune (Altuglas PMMA polycarbonate) entre le spécimen illuminé et les yeux de l'observateur. Sans ces filtres, l'observation est complexe à cause du halo bleu de la lumière d'excitation. Des échantillons qui semblaient faire de la fluorescence à l'œil nu étaient ensuite transportés vers un petit laboratoire annexe pour y être inspectés et photographiés dans une chambre noire sous une loupe à dissection. Des photographies étaient prises avec une caméra de haute sensibilité (Sony A7sII, 400.000 ISO). Des échantillons étaient ensuite, ou fixés en 4% formalin (histologie, détermination), 80% éthanol (analyse ADN, détermination) ou congelés dans de l'azote liquide (analyses biochimiques). Au retour, les échantillons étaient transportés vers la métropole sur carboglace.

Un spectro-photo/fluorimètre (Ocean Optics HR4000) était utilisé pour mesurer des spectres de fluorescence ou d'émissions bioluminescentes.

Les quelques animaux suspectés de pouvoir faire de la bioluminescence (pennatule, cténaires, méduses, etc) étaient stimulés en les pinçant ou avec une solution de 200mM KCl, solution souvent capable de susciter une bioluminescence.

Analyse biochimique

De retour en France, les échantillons sont traités selon un schéma standard. Des échantillons fluorescents seront homogénéisés et centrifugés. Le culot et le surnageant sont vérifiés pour une éventuelle fluorescence.

- Si le surnageant est fluorescent, il sera séparé par une électrophorèse sur gel native. Si une fluorescence est détectable sur ce type de gel, une électrophorèse en SDS/PAGE dénaturant sera faite pour vérifier si le fluor résiste à ce traitement plus « dur ». Selon les résultats obtenus, le fluor sera purifié par chromatographie liquide et caractérisé en spectrométrie de masse.
- Si le fluor se trouve dans le culot, divers solvants seront utilisés pour essayer de mettre le fluor en solution. Si cela s'avère possible, il sera ensuite analysé en chromatographie et spectrométrie de masse.

Les échantillons soupçonnés de bioluminescence sont aussi homogénéisés. La lumière produite est directement mesurée par un luminomètre Berthold « Sirius ». Une partie de l'extrait est incubée à 70°C pendant 15 minutes, l'autre partie s'éteindra. Si le mélange de ces deux extraits donne à nouveau de la lumière, on a affaire à un système « classique », nécessitant éventuellement des rajouts (ATP, ions, H₂O₂, etc) pour parvenir à reproduire le système *in vivo*. Si de la lumière est détectée, les extraits sont fractionnés par chromatographie et les composés purifiés. S'il n'y a pas de lumière détectée après homogénéisation, on peut éventuellement essayer de compléter le système avec des substrats connus ; sinon impossible d'analyser.

3) Résultats

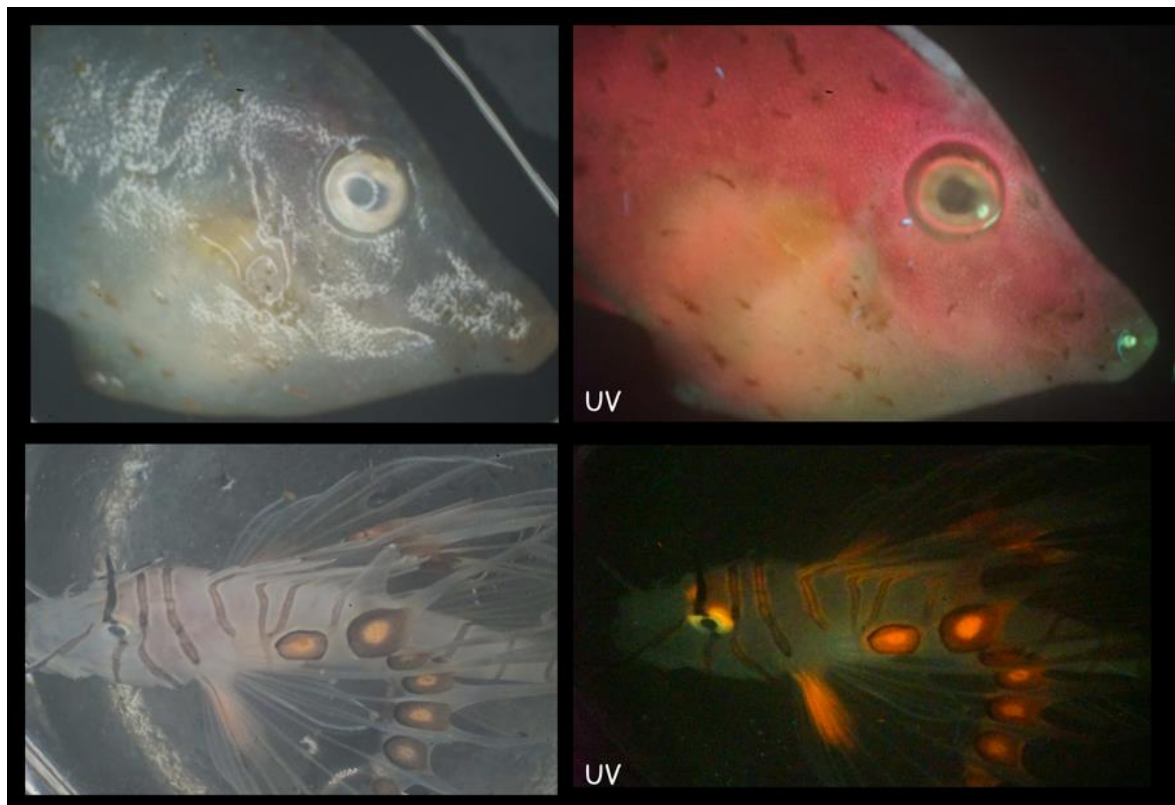
Nous avons tenté de vérifier le plupart des organismes collectés dans les eaux de la Martinique lors de Madibenthos et un bon nombre s'est avéré fluorescent (voir en bas).

Pour la bioluminescence, l'examen s'est avéré beaucoup plus compliqué à analyser. D'abord parce que les organismes ont été retirés à leur environnement pendant la journée et donc dérangés (ce qui déclenche souvent l'émission de lumière et l'épuisement des systèmes bioluminescents). Ensuite, beaucoup de ces organismes ont des rythmes journaliers et font donc de la lumière uniquement pendant la nuit. A part quelques cténares qui pouvaient être stimulés à produire de lumière avec un rajout de 200mM KCl, plusieurs autres animaux « soupçonnés » comme par exemple *Renilla* n'ont pas voulu émettre de la lumière pour une des raisons stipulées ci-dessus.

Pour une future approche « bioluminescence », il y a deux possibilités. Ou de faire des plongées de nuit et vérifier *in situ* ou de récupérer des organismes dans des aquariums afin de les garder quelques jours et de les examiner lors de la nuit.

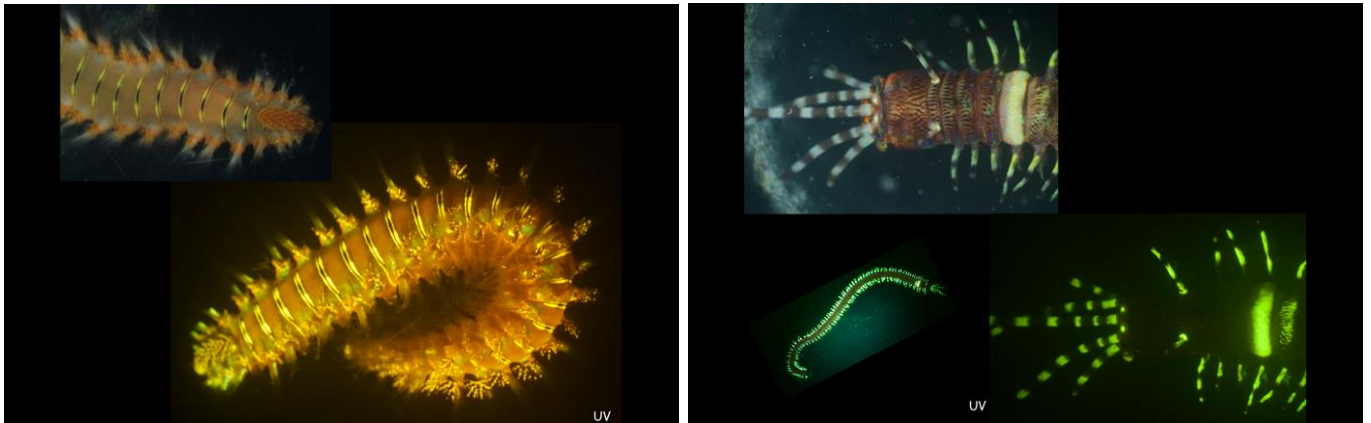
Beaucoup d'organismes se sont avérés fluorescents dans ces eaux tropicales.

Quelques exemples sont donnés ci-dessous, représentatifs pour divers groupes.

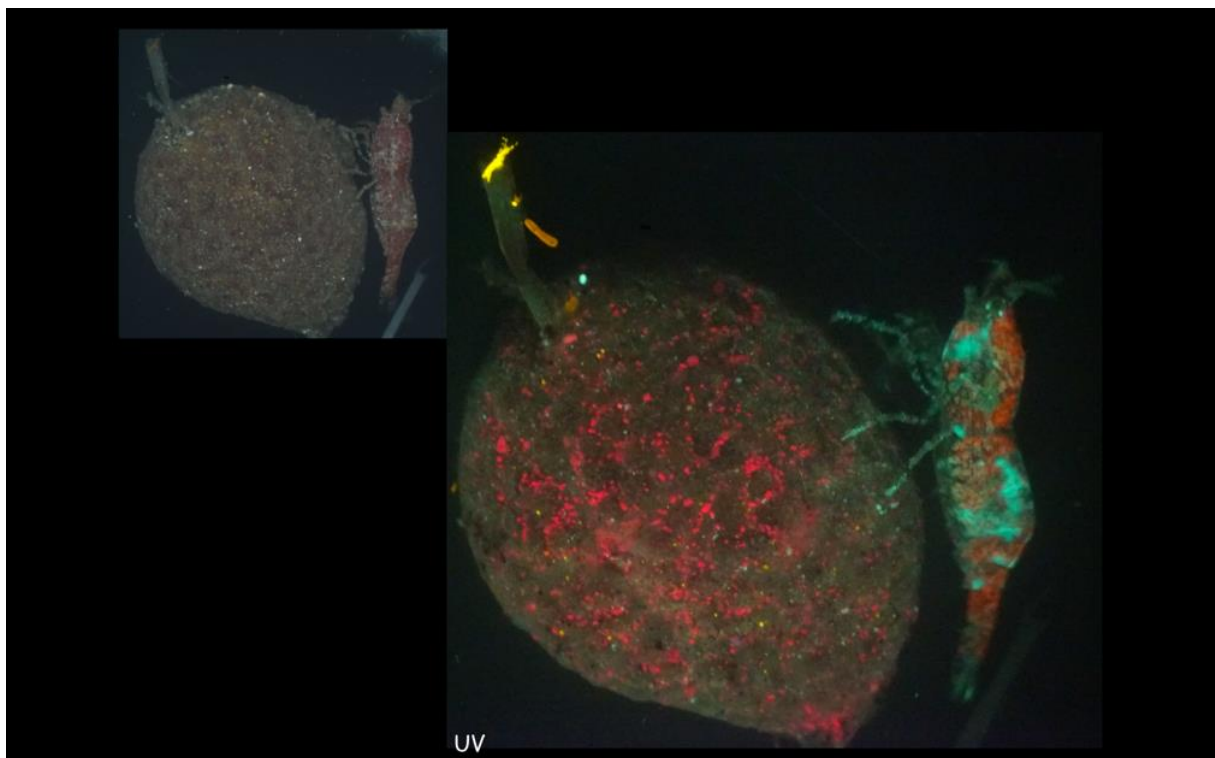


Les petits poissons balliste sont rouges fluorescents sous lumière bleu profond et les très petits poissons lions montrent des taches rouges fluorescentes. Il se pourrait que ce soit des signaux destinés à des prédateurs ou à des congénères pour, par exemple, avertir d'une toxicité.

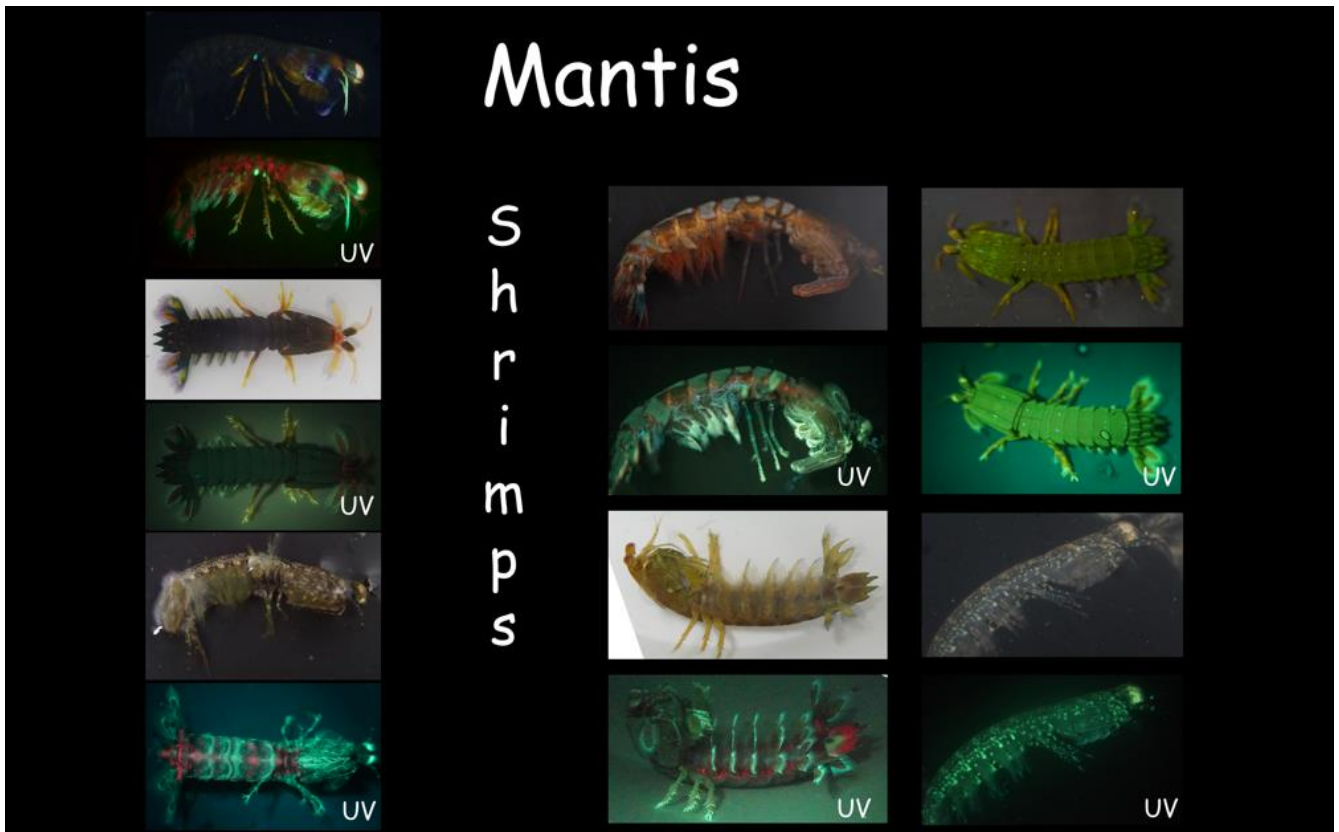
Certains vers de feu ont des magnifiques motifs fluorescents. Les essais de les faire émettre de la lumière (car beaucoup d'espèces sont bioluminescentes) se sont avérés inefficaces.



Aussi cette crevette posée sur une ascidie, toutes les deux faiblement colorées deviennent des œuvres d'art après excitation avec une lumière UV.



Beaucoup de squilles se sont avérées magnifiquement fluorescentes sous lumière UV.



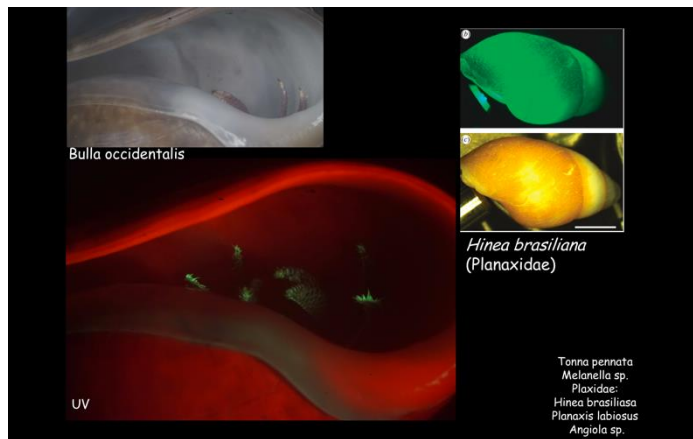
Finalement chez les mollusques nous avons trouvé 4 types de fluorescence :

A) Fluorescence du coquillage.



Cette fluorescence pourrait servir à distinguer certaines espèces proches par le taxonomiste. Dans le cas de *Tonna* on voit que la protoconque fluoresce. Ceci démontre probablement que la larve s'est nourrie d'autres proies (fluorescentes) que l'animal adulte.

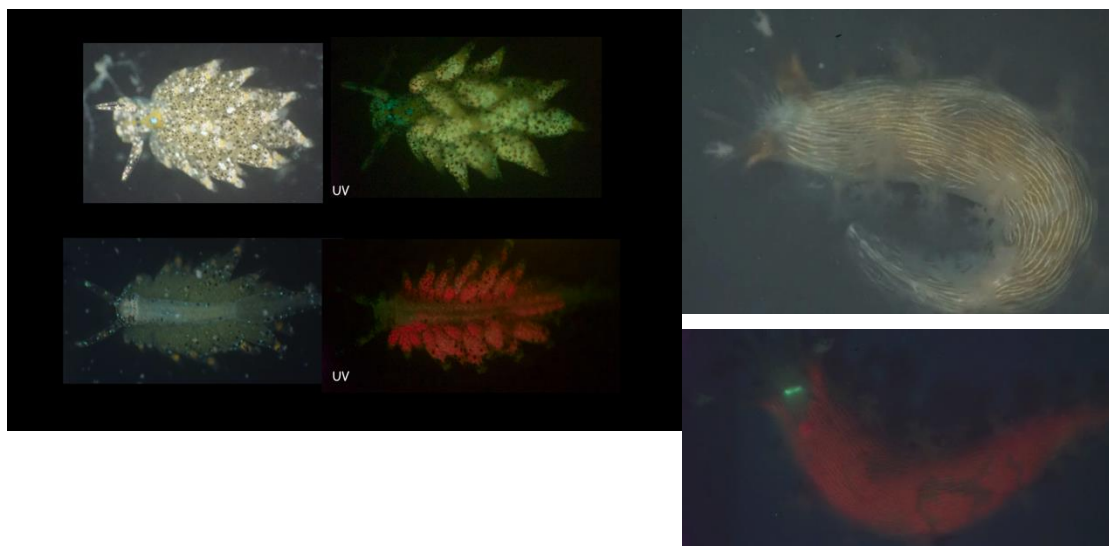
Par contre, l'utilité pour l'animal lui-même est, pour l'instant, peu claire et assez douteuse à une exception près, la transmission de lumière. Un exemple existe dans la littérature, *Hinea brasiliana*. Chez cet animal bioluminescent, la glande produisant la lumière est totalement à l'intérieur du corps et la lumière ne pourra donc normalement pas être visible. Par contre, le coquillage laisse spécifiquement passer cette lumière.



Il se pourrait que comme par exemple chez *Bulla* qui fluoresce magnifiquement en rouge que le coquillage transforme une éventuelle bioluminescence bleue en rouge pour par exemple la rendre plus visible à certains prédateurs pour les prévenir d'une toxicité ou autre chose ...

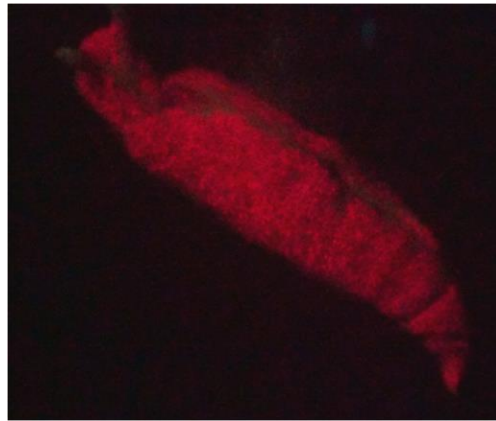
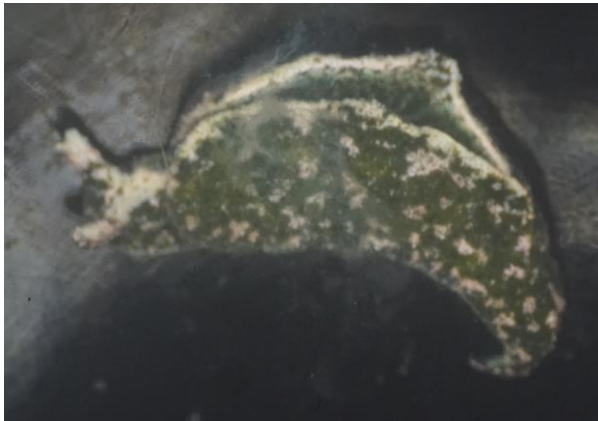
B) Fluorescence du tract digestif.

Souvent le tract digestif est fluorescent. Ceci est causé ou par la fluorescence des proies ingérées (algues ?) :



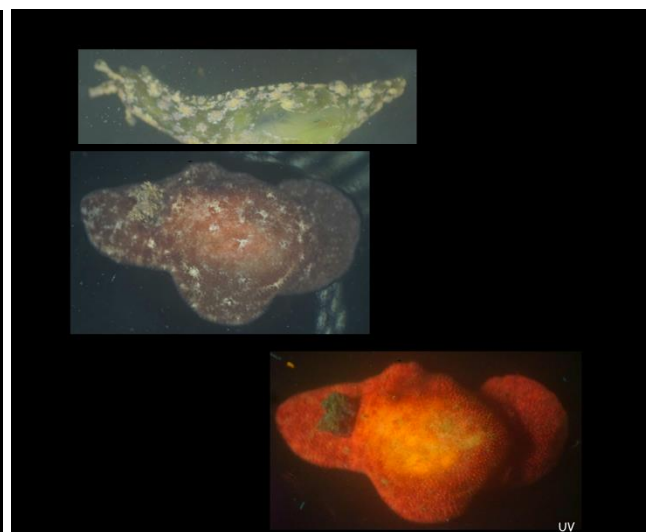
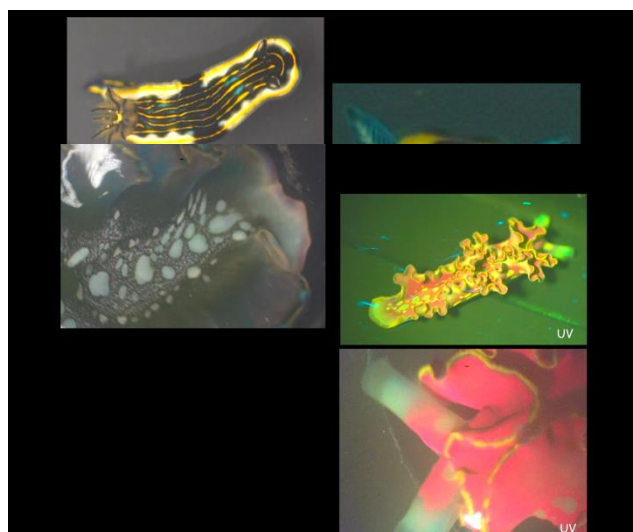
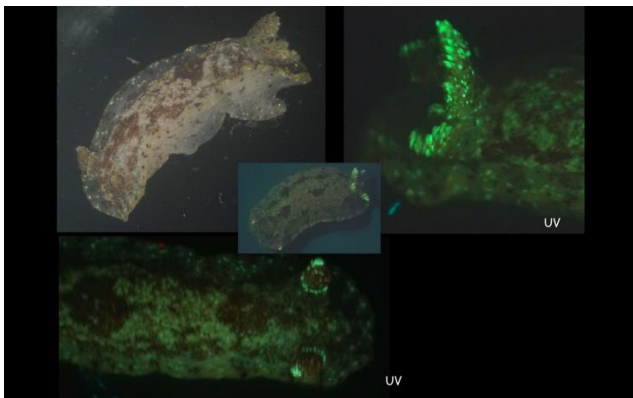
Ci-dessus une même espèce, en haut en jeune, en bas après repas. Notez que l'intestin fluoresce à cause des chloroplastes ingérés

ou par des symbioses avec des microalgues chez les mollusques kleptoplastiques.

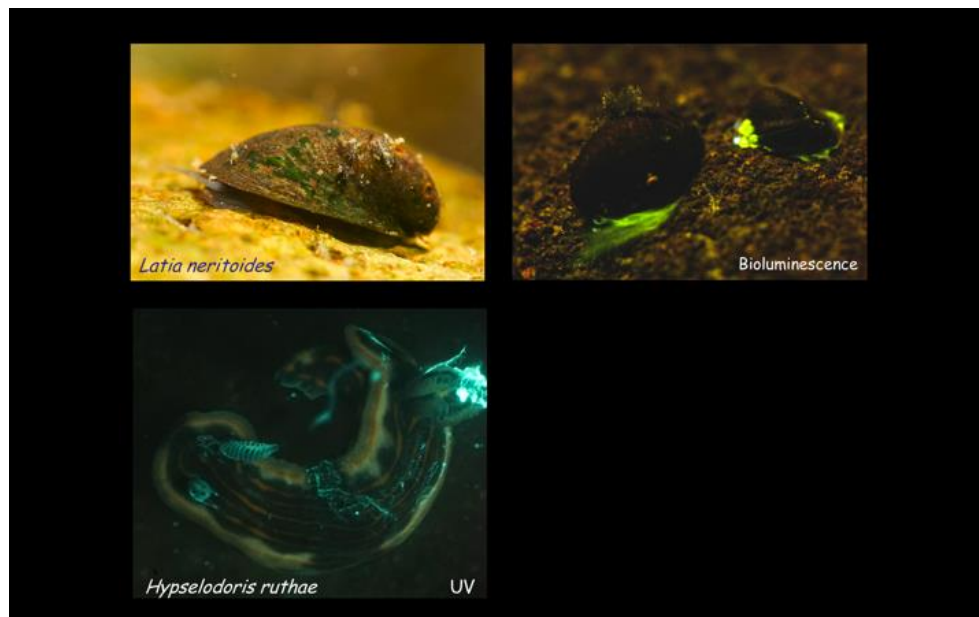


C) Fluorescence de la surface du corps

Ces fluorescences doivent obligatoirement avoir des fonctions car la nature n'investit pas de l'énergie à fabriquer ces motifs sans qu'une fonction soit associée. Il pourrait s'agir de signaux qui préviennent des prédateurs d'une éventuelle toxicité ; donc une fonction de communication et/ou de reconnaissance



D) Fluorescence (et/ou bioluminescence) de substances sécrétées, encre ou mucus défensif.



En haut est montré le seul exemple connu d'un animal bioluminescent d'eau douce le mollusque, *Latia neritoides* vivant en Nouvelle Zélande. Cet animal excrète un mucus bioluminescent après une agression. Le nudibranche *Hypselodoris ruthae* de la Martinique secrète une encre fluorescente ...

Biochimie

Les analyses des divers échantillons sont toujours en cours. Nous avons pu extraire des fluors de certains coquillages ou des polychaètes mais il est trop tôt pour d'en tirer des conclusions. A suivre.

4) Discussion & Conclusions

Nous avons pu montrer que les eaux autour de la Martinique abritent un grand nombre d'animaux fluorescents qui n'attendent que d'être inventoriés plus en détails lors de futures expéditions. Nous sommes convaincus que ces signaux peuvent d'abord aider les taxonomistes à mieux identifier certaines espèces proches phylogénétiquement et difficilement identifiables par d'autres moyens.

Ensuite, comprendre à quoi servent ces signaux va certainement aider à mieux comprendre la biologie de ces espèces ainsi que des espèces avec lesquelles elles interagissent.

Finalement, l'exploitation biochimique des molécules que ces organismes ont mis au point lors de leur évolution pour fabriquer cette fluorescence va certainement fournir à la biologie cellulaire, la médecine et l'industrie des nouveaux outils pour l'imagerie moderne.

COMMUNAUTÉS RECIFALES DE LA MARTINIQUE (CORAUX, POISSONS) ET ETAT DE SANTE RECIFAL

Claude Bouchon et Yolande Bouchon-Navaro
 Université des Antilles, UMR BOREA
 Campus de Fouillole, B.P. 590 97159 Pointe-à-Pitre (Guadeloupe)

1) Introduction

Au cours de l'expédition Madibenthos, les inventaires des coraux et des poissons des récifs coralliens de la Martinique ont été réactualisés. Parallèlement, une estimation de l'état de santé des communautés coralliennes a été effectuée autour de l'île. Au cours de cette mission, 21 sites récifaux ont pu être étudiés autour de l'île de la Martinique. Leur distribution fait l'objet du tableau 1 et de la figure 1.

Tableau 1 : sites étudiés autour de la Martinique au cours de la mission, incluant la classification de leur état de santé.

N°	Site	Latitude	Longitude	Profondeur	état santé
1	Caye Paradis	14°33,085 N	60°48,538 W	0-3 m	1
1	Caye Paradis	14°33,085 N	60°48,538 W	3-15 m	4
2	Caye du Macabou	14°31,309 N	60°48,896 W	1-15 m	4
3	Fond Boucher	14°39,355 N	61°09,391 W	0-12 m	1
3	Fond Boucher	14°39,355 N	61°09,391 W	12-15 m	2
4	Cap Enragé (sud)	14°38,768 N	61°08,819 W	0-10 m	1
4	Cap Enragé (sud)	14°38,768 N	61°08,819 W	10-15 m	2
5	Pointe de la Baleine	14°31,081 N	61°05,869 W	0-12 m	1
5	Pointe de la Baleine	14°31,081 N	61°05,869 W	12 - 20 m	2
6	Îlet Ramier	14°32,647 N	61°04,809 W	0-8 m	1
7	La Perle	14°50,486 N	61°13,664 W	0-20 m	1
8	Abymes	14°48,457 N	61°13,608 W	0-15 m	2
9	Fond Boucher	14°39,477 N	61°09,453 W	0-20 m	1
10	Pointe Lézarde	14°29,880 N	61°05,410 W	0-15 m	3
11	Anse Noire (nord)	14°31,996 N	61°05,282 W	0-15 m	1
12	Pointe Blanche (sud)	14°32,088 N	61°05,160 W	0-10m	1
13	Case Pilote	14°38,217 N	61°08,401 W	0-18 m	2
14	Petit Piton (baie du Robert)	14°41,065 N	60°52,881 W	0-10 m	3
15	Tombant îlet-à-Rat	14°40,932 N	60°53,925 W	0-10 m	3
16	Platier îlet-à-Rat	14°40,932 N	60°53,925 W	0-2 m	4
17	îlet Carlos (= îlet Bouchard)	14°37,680 N	60°51,289 W	0-6 m	4
18	Baie du François - bouée F4	14°37,904 N	60°52,035 W	0-15 m	4
19	Îlet Madame (baie du Robert)	14°40,418 N	60°53,221 W	0-10 m	4
20	Caye est îlet-à-Eau	14°41,234 N	60°53,722 W	0-12 m	4
21	Grande Sèche	14°34,574 N	61°03,299 W	0-7 m	3



Figure 1 : sites étudiés autour de l'île de la Martinique pour l'étude des communautés coralliennes et des communautés ichtyologiques (carte Google Earth).

2) Matériel et méthodes

L'étude de la faune corallienne a été faite à partir d'observations réalisées en plongée sous-marine. Chaque site visité a été étudié à l'aide de relevés semi-quantitatifs permettant une ordination des espèces selon leur degré d'abondance-dominance.

Dans la mesure du possible, nous avons essayé de revisiter des sites ayant déjà été étudiés au cours de la mission d'inventaire de la faune marine de la Martinique « Corantilles 2 » en 1983 (Bouchon et Laborel, 1986), afin de mieux pouvoir apprécier leur évolution temporelle.

Enfin, l'examen d'échantillons provenant de dragages effectués par d'autres membres de la mission a permis d'inclure à la liste des coraux des espèces que nous n'avons pas observées en plongée.

L'étude de la faune ichtyologique a été réalisée à l'aide de relevés quantitatifs effectués en plongée sous-marine. Une étude préalable a montré que la courbe nombre d'espèces *versus* durée de relevé était stabilisée à partir de 30 mn sur les récifs des Antilles (Bouchon-Navaro *et al.*, 2000). En

conséquence, le recensement de la faune ichthyologique a été réalisé à l'aide du protocole suivant : les poissons ont été identifiés et les individus dénombrés au cours de relevés de 30 à 60 mn, pendant lesquels l'observateur se déplace, tout en restant à l'intérieur d'un même habitat. 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 : 5 - 10 cm ; classe 3 : 10 - 15 cm ; classe 4 : 15 - 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 relative des différentes espèces, en effectifs et en taille, ainsi que la structure trophique de cette communauté.

Les habitudes alimentaires des poissons récifaux de la région Caraïbe sont aujourd'hui bien connues (Randall, 1967 ; Claro, 1994...). Des données sur ces régimes en provenance de la littérature ont été utilisées pour analyser la structure trophique des communautés ichthyologiques étudiées. Six catégories trophiques principales ont été distinguées (Bouchon-Navaro, 1997) :

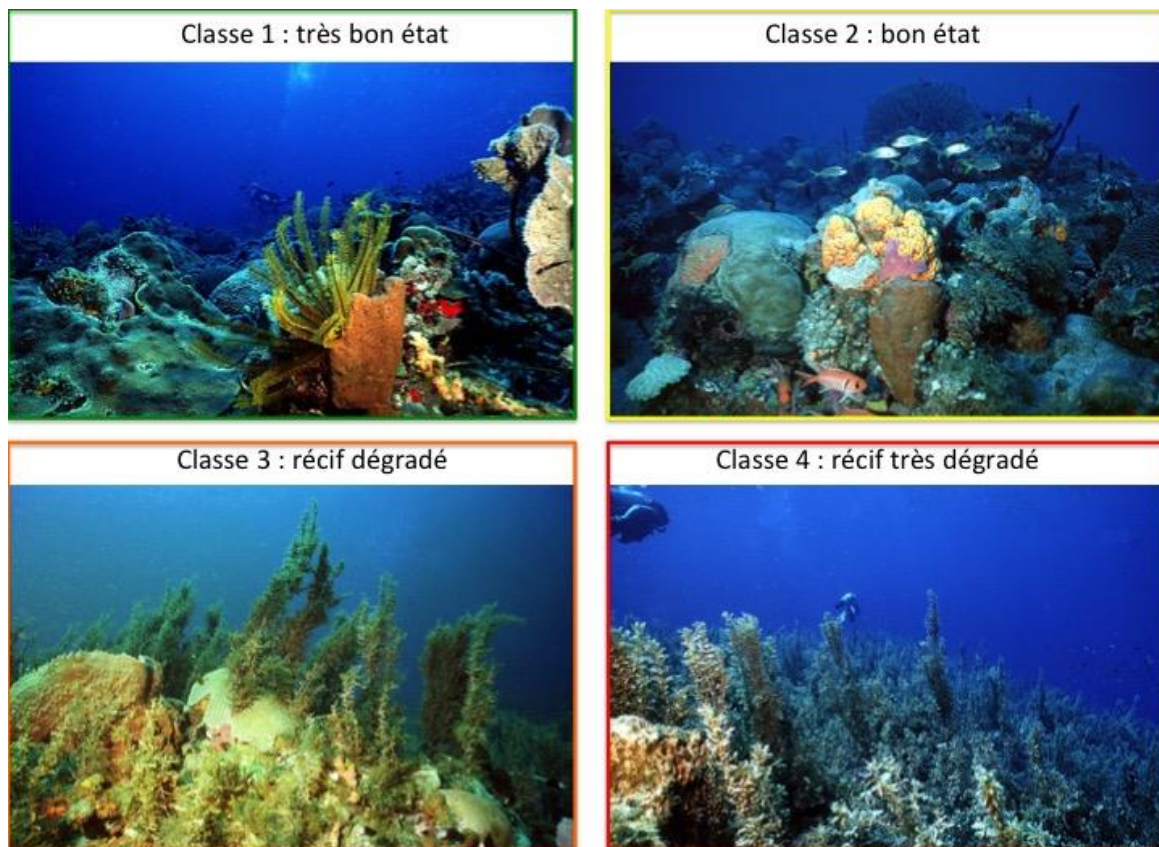
- les poissons herbivores qui consomment des algues et (ou) des Phanérogames marines ;
- les omnivores qui ingèrent à la fois des algues et des invertébrés (plus de 10 % d'algues dans leur régime) ;
- les planctonophages carnivores qui se nourrissent de zooplancton ;
- les poissons carnivores de premier ordre (carnivores 1) qui mangent principalement des Invertébrés benthiques ;
- les carnivores de deuxième ordre (carnivores 2) qui ajoutent des poissons à ce régime ;
- enfin, les piscivores qui consomment essentiellement d'autres poissons (plus de 80 % dans leur régime).

Le terme général de "carnivores" inclut les quatre dernières catégories.

3) État de santé des communautés benthiques récifales

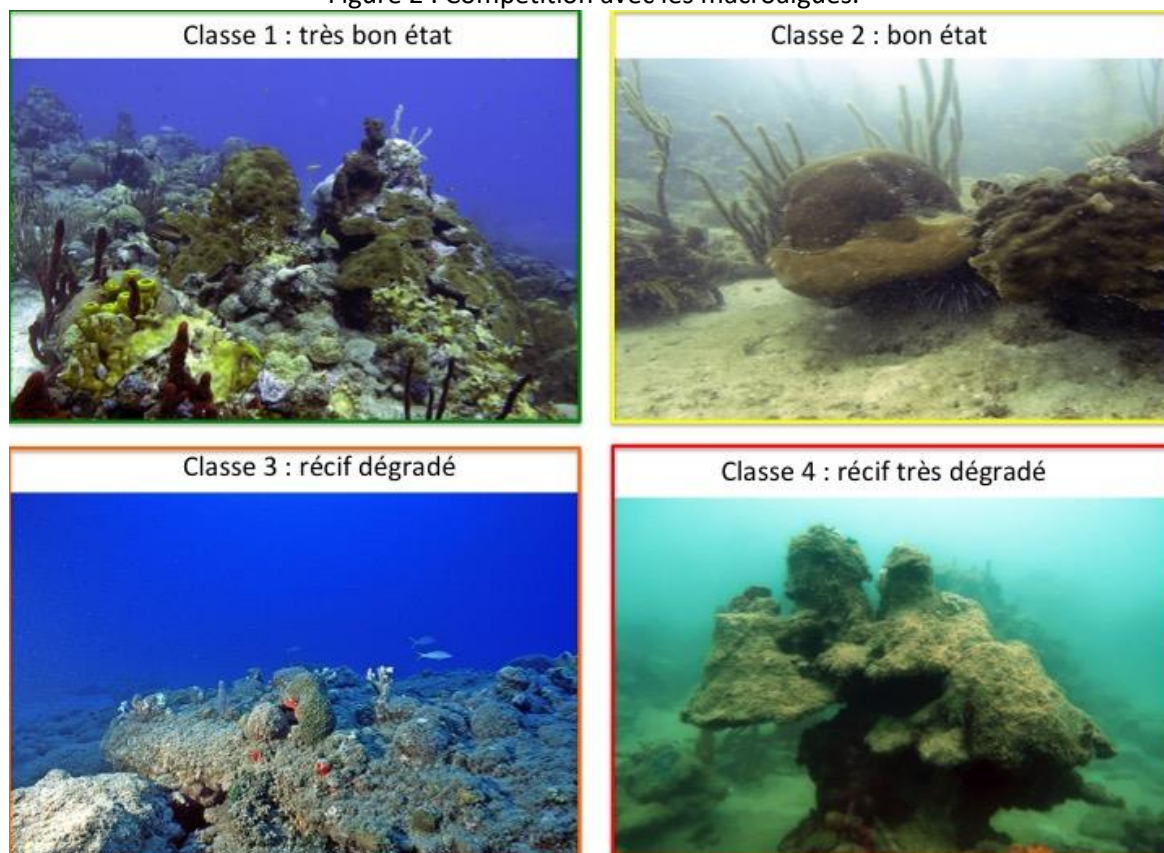
Afin d'estimer l'état de santé des communautés coralliennes, une méthode d'estimation visuelle de celle-ci, proposée par Bouchon *et al.*, (2004) a été utilisée. L'état de santé du récif étudié est évalué sur une échelle comprenant quatre classes. Celles-ci sont basées sur l'évaluation des principales menaces qui pèsent sur les communautés coralliennes dans la région Caraïbe, c'est-à-dire : 1) l'eutrophisation des eaux côtières qui provoque une compétition intense entre les coraux et les peuplements de macroalgues (Fig. 2) ; 2) un phénomène d'hypersédimentation qui tend à étouffer les coraux par envasement (Fig. 3).

La première classe correspond à une communauté corallienne en excellente condition : les coraux ne présentent pratiquement pas de signes de nécrose et le peuplement végétal est constitué par un gazon algal. La seconde classe caractérise un récif en relativement bon état : les coraux présentent peu de signes de nécrose, des macro-algues se développent, envahissant progressivement les fonds entre les coraux qui demeurent non impactés par celles-ci, et (ou) des signes d'envasement du fond entre les coraux apparaissent. La classe 3 correspond à un récif dégradé : de nombreux coraux sont plus ou moins nécrosés, les macro-algues commencent à s'implanter directement sur les coraux et (ou) un envasement important des fonds est observable, la vase se dépose également sur les coraux qui ont du mal à s'en débarrasser. La classe 4 s'applique à un récif très dégradé : la majorité des coraux sont morts et ceux-ci, ainsi que le reste des fonds, sont envahis par des macro-algues et (ou) sont couverts de vase. Cette classification reflète bien la dynamique de dégradation des récifs caraïbes sous influence anthropique.



Échelle d'évaluation de l'état de santé des communautés benthiques récifales (Bouchon *et al.*, 2004)

Figure 2 : Compétition avec les macroalgues.



Échelle d'évaluation de l'état de santé des communautés benthiques récifales (Bouchon *et al.*, 2004)

Figure 3 : Effets de l'hypersédimentation.

L'état de santé des communautés benthiques récifales a été établi à l'aide de la méthode décrite sur les 21 sites étudiés en plongée lors de cette étude. De plus, cette méthode a également été appliquée à partir de l'examen de photographies sous-marines ou de vidéo. Ainsi, 8980 photographies et 223 vidéos prises par les membres de l'expédition Madibenthos autour de la Martinique ont pu être exploitées. Ce travail a permis de sélectionner 268 sites autour de la Martinique pour lesquels le matériel photographique et (ou) vidéo était suffisamment abondant et cohérent pour déterminer leur état de santé. Le résultat de ce travail fait l'objet de la figure 4.

Les communautés, sont dans l'ensemble, en meilleur état sur la côte Caraïbe que sur la côte atlantique. Les causes principales de dégradation sont l'eutrophisation des eaux côtières qui conduit à un remplacement des peuplements coralliens par des algues et, dans les baies, un phénomène d'hypersédimentation qui tue les coraux par envasement.

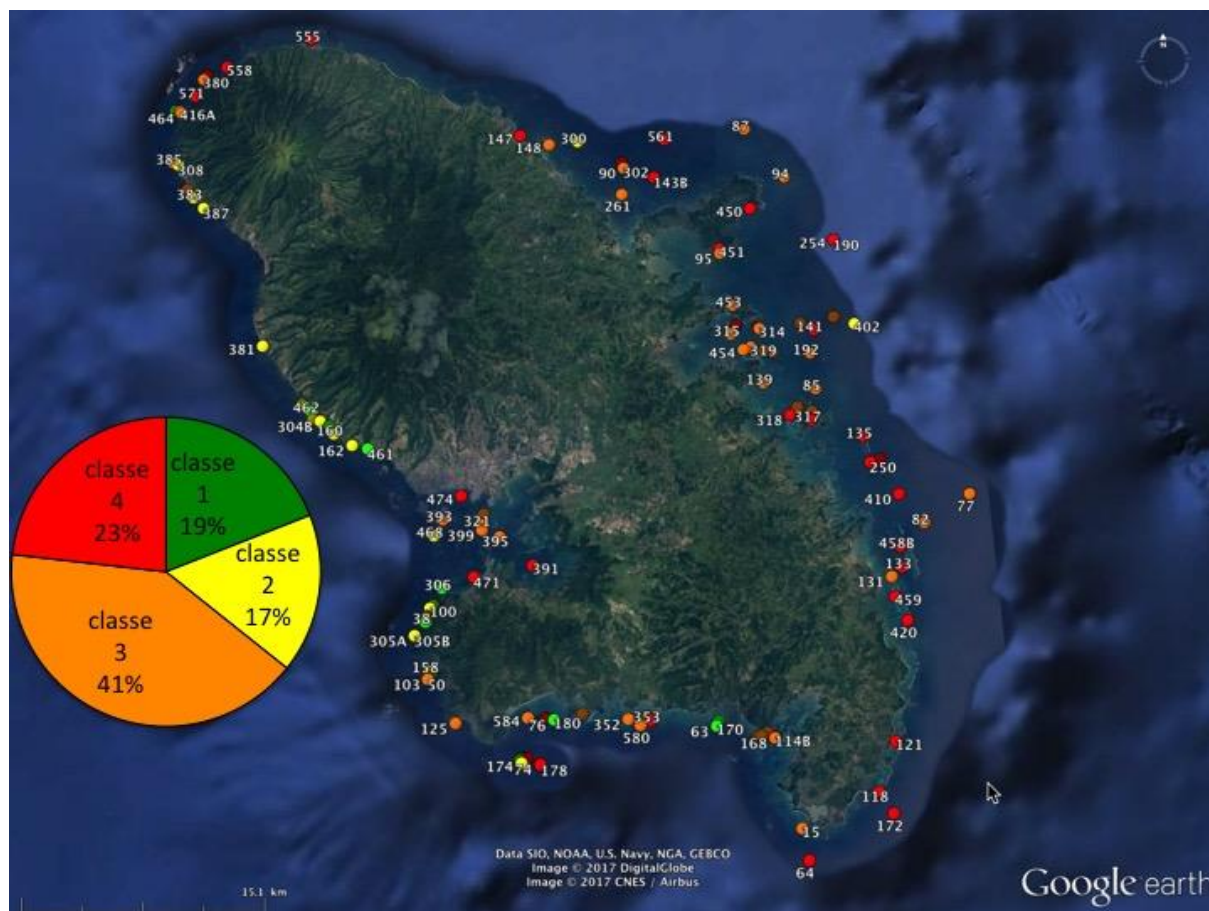


Figure 4 : État de santé, sur une échelle décroissante de 1 à 4, des communautés benthiques récifales autour de la Martinique.

Sur les 268 sites étudiés, seuls 19 % correspondent à des communautés coralliennes en bon état (classe 1). Dix sept pour cent peuvent être considérées comme étant en relativement bon état (classe 2), c'est-à-dire qu'il sont déjà marqués par une prolifération de macroalgues, qui n'affecte pas encore directement les coraux et (ou) par un début d'envasement du substrat. En cas d'amélioration de la qualité des eaux, ce type de communautés a encore des chances de repasser en classe 1. Quarante et un pour cent des sites sont situés en classe 3 : ils présentent des atteintes importantes des coraux qui apparaissent colonisés par des macroalgues qui tendent à les étouffer et (ou) qui doivent lutter contre un envasement important. Il n'est pas sûr qu'une amélioration de la qualité des eaux permette à ces peuplements coralliens de retourner à un état normal. Enfin, pour 23 % des sites les peuplements coralliens sont totalement détruits. Même en cas de retour à une bonne qualité des eaux côtières, la reconstitution des peuplements coralliens détruits risque de prendre des décennies.

Il peut être licite de se demander si la distribution de l'état de santé des communautés coralliennes était influencée par la profondeur. Cette variable environnementale pourrait agir de deux façons antagonistes : 1) la décroissance de l'éclairement au fur et à mesure que la profondeur augmente est susceptible de freiner la croissance des macroalgues et de freiner ainsi la compétition avec les coraux ; 2) la diminution de l'agitation de l'eau avec la profondeur pourrait favoriser l'apparition d'un phénomène d'hypersédimentation au niveau des peuplements coralliens.

Une analyse de variance de rangs (test de Kruskal-Wallis) a été utilisée pour tester la variabilité de la distribution des quatre classes de santé des récifs dans les tranches bathymétriques suivantes : 0-5 m ; 6-9 m ; 10-14 m ; 15-20 m ; 21-29 m et 30-45 m. Le test n'a pas permis de mettre en évidence une influence de la profondeur sur l'état de santé des communautés coralliennes ($K = 5,980$; $p = 0,308$).

Il était également intéressant d'examiner les différences de répartition de l'état de santé des communautés coralliennes entre les côtes caraïbes et atlantiques de l'île. Les résultats sont présentés sur la figure 5. Les communautés coralliennes des côtes atlantiques apparaissent comme étant les plus dégradées : celles situées en classe 1 (bon état) ne représentent que 1 % et celles en classe 2 (relativement bon état) 9 %. Cinquante pour cent des sites sont en classe 3 (dégradés) et 39 % en classe 4 (très dégradés). Les causes de ces mauvais scores sur les côtes atlantiques proviennent de l'existence d'une hypersédimentation importante dans les baies, qui sont nombreuses sur cette côte, et de l'abondance des macroalgues liées à une eutrophisation des eaux des lagons et de la partie interne de la barrière récifale atlantique. Ces mauvais scores sont également dus au fait que les pentes externes de la barrière récifale atlantique sont majoritairement occupées par des champs de sargasses qui supplantent les peuplements coralliens. Toutefois, ce dernier phénomène n'est pas récent, puisqu'il avait été déjà décrit en 1982 par Bouchon et Laborel (1986).

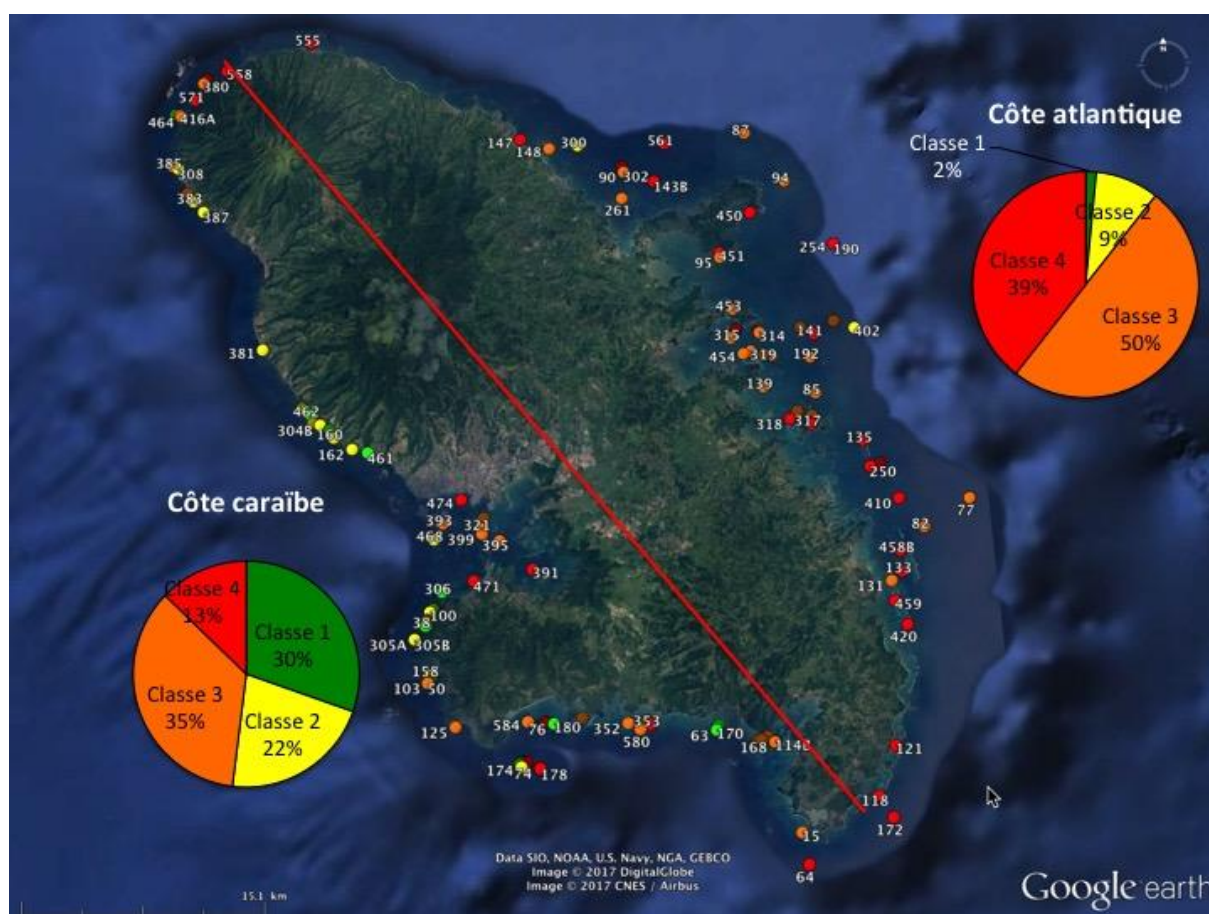


Figure 5 : Distribution de l'état de santé des communautés coralliennes sur les côtes caraïbes et atlantiques de la Martinique.

Les communautés récifales en meilleur état sont situées sur la côte caraïbe de l'île où 30 % des sites inventoriés sont en bon état (classe 1) et 22 % en relativement bon état (classe 2). Ils sont localisés sur la côte, au nord et au sud de la baie de Fort-de-France. Cependant, 35 % des communautés coralliennes de la façade caraïbe sont dégradées (classe 3) et 13 % très dégradées (classe 4). Les sites les plus dégradés (eutrophisation et hypersédimentation) sont situés dans la baie de Fort-de-France, dont le bassin versant représente près de la moitié de la surface de l'île et draine une partie importante des pollutions de l'île, ainsi que dans la baie du Marin.

Cette étude conduit à un bilan alarmant de l'état de santé des communautés récifales de la Martinique, puisque sur 268 sites étudiés, 64 % d'entre eux présentent des communautés coralliennes gravement dégradées.

Le remplacement progressif des coraux par les algues dans les communautés benthiques récifales provient de causes multiples.

Les sels minéraux, nitrates et phosphates, sont indispensables au développement des algues. Là où ils apparaissent en abondance, la croissance de celles-ci peut dépasser le centimètre par jour. Les coraux bâtisseurs de récifs coralliens ont une croissance de l'ordre du millimètre au centimètre par an et ne peuvent donc entrer en compétition avec les algues pour occuper les fonds marins. C'est pourquoi ils se sont installés dans des zones océaniques naturellement pauvres en nitrates et phosphates. L'introduction artificielle de ces sels minéraux au niveau des récifs va conduire au remplacement progressif des coraux par les algues. Cela se fait par le rejet en milieu marin d'eaux usées non (ou mal) épurées, par l'emploi immodéré d'engrais et par l'érosion des sols qui contribue à exporter des sels minéraux vers les récifs coralliens.

Normalement, il existe des mécanismes biologiques de contrôle de la croissance des algues sur les récifs. Il s'agit de leur broutage par des animaux herbivores. Chez les poissons, les poissons-perroquets (Scaridae) et les poissons-chirurgiens (Acanthuridae) jouent un rôle dans le contrôle de la croissance algale. Malheureusement, ils font l'objet d'une surpêche importante qui diminue leur action régulatrice de façon drastique. Au niveau des animaux benthiques, les oursins, et tout particulièrement les oursins diadèmes, représentent également un facteur de contrôle important du développement des algues. Or, en 1983, une épizootie a frappé massivement cette espèce dans la Caraïbe et, actuellement, les populations d'oursins diadèmes ne se sont pas reconstituées à leur niveau d'abondance originelle, réduisant ainsi l'importance de leur rôle régulateur vis-à-vis des algues.

L'action en synergie de ces différents phénomènes est responsable de la régression observée des coraux au profit des algues.

Dans les baies abritées, l'hypersédimentation représente souvent le phénomène dominant responsable de l'altération des communautés coralliennes.

Les coraux constructeurs de récifs sont des animaux qui vivent en symbiose avec des algues qui, par leur activité photosynthétique, couvrent près de 80 % de leurs besoins alimentaires. Or, l'importation massive de sédiments dans les baies a, pour première conséquence, une augmentation de la turbidité de l'eau qui diminue le pouvoir photosynthétique de leurs algues symbiotiques. La deuxième conséquence est l'hypersédimentation qui tend à recouvrir les coraux par un dépôt de vase. Ceux-ci peuvent mettre en œuvre certains mécanismes capables, dans une certaine mesure, de les débarrasser de ces sédiments. Mais, lorsqu'ils dépensent plus d'énergie à lutter contre l'hypersédimentation qu'ils n'en reçoivent de leurs algues symbiotiques, ils dépérissent et meurent.

Si l'on considère le rôle clé des coraux en tant que constructeurs des récifs coralliens, ce phénomène va entraîner à moyen terme une disparition des services écosystémiques des sites ainsi dégradés. Rappelons que les récifs et les communautés coralliennes jouent un rôle physique de protection des rivages contre les houles cycloniques, présentent une valeur patrimoniale importante liée à leur biodiversité élevée et jouent un rôle économique important au niveau de la pêche et également au niveau du tourisme.

Il est impératif de prendre des mesures urgentes pour rétablir un niveau acceptable de la qualité des eaux côtières de l'île de la Martinique. Ces mesures doivent porter sur le contrôle des rejets en mer

d'eaux susceptibles de provoquer une eutrophisation et, par conséquent le remplacement des coraux par des algues. Cela passe par l'amélioration du fonctionnement des stations d'épuration, la diminution de l'assainissement privé, la réduction de l'usage massif d'engrais au niveau agricole. Par ailleurs, il est également nécessaire de prendre toutes mesures susceptibles de réduire l'érosion des sols et leur exportation vers la mer. Ce phénomène entraîne une hypersédimentation, une augmentation de la turbidité et également une eutrophisation des eaux côtières par la libération en mer des nutriments (nitrates et phosphates) contenus dans les sols exportés. Un tel travail passe par un contrôle strict de la destruction des forêts terrestres et des mangroves qui constituent un piège naturel vis-à-vis des sédiments exportés et également par un contrôle des travaux de terrassement et (ou) de dragage susceptibles d'accentuer ces phénomènes.

4) Inventaire des coraux

En 1983, à l'occasion de la mission « Corantilles » portant sur l'étude des récifs coralliens de la Martinique, 45 espèces de coraux avaient été inventoriées (43 Scléractiniaires et 3 Hydrocoralliaires) dans 67 stations (Bouchon et Laborel, 1986).

Au cours de la mission « Madibenthos », 21 sites ont été inventoriés. Six sites supplémentaires récemment étudiés en 2015 y ont été rajoutés, ce qui porte le nombre de stations à 27. Le nombre de coraux recensé a été de 57 (53 Scléractiniaires et 4 Hydrocoralliaires) (annexe I). Nous avons rajouté à cette liste trois écomorphes bien distincts, qui peuvent, peut-être, correspondre à des espèces cryptiques. Ces résultats témoignent du maintien de la biodiversité corallienne sur une période qui porte sur 32 années.

Cette liste a été enrichie par rapport à celle de 1986 par l'apport d'espèces dont le statut taxinomique était mal établi en 1983. Il s'agit plus particulièrement de plusieurs espèces de *Madracis*, groupe qui mérite encore des investigations sur le plan taxinomique ; problème compliqué par des possibilités d'hybridation entre espèces et par la présence possible d'espèces cryptiques.

De même, la présence de *Porites Branneri*, dont la présence dans les Antilles était considérée comme douteuse par Bouchon et Laborel en 1986, a été établie. *Tubastrea coccinea* est une espèce invasive, originaire de la région Indopacifique, qui s'est répandue dans les Petites Antilles du nord vers le sud. En 1983 elle avait atteint le nord des côtes de la Guadeloupe et était absente en Martinique. C'est aujourd'hui une espèce courante dans cette île.

Un seul exemplaire d'*Agaricia cailleti* avait été observé en 1983, à 55 m, au cap Salomon sur la côte Caraïbe. Au cours de la mission Madibenthos, cette espèce a été draguée, à des profondeurs équivalentes sur la côte atlantique de l'île. Il semble qu'il s'agisse d'une espèce relativement profonde dont l'habitat est constitué par des blocs et débris coralliens dans des zones soumises à des courants importants.

À l'opposé, *Cladocora arbuscula* qui est une espèce inféodée aux herbiers de Phanérogames marines avait été signalée en Martinique par Chassaing *et al.* (1978). Toujours présente dans les herbiers de Guadeloupe, bien que raréfiée, elle n'avait pas été ré-observée en Martinique en 1983, ni au cours de la mission Madibenthos. On peut donc craindre sa disparition des herbiers de cette île.

Par ailleurs, certaines espèces, autrefois courantes en Martinique, se sont raréfiées. Il s'agit, de façon spectaculaire, de l'acropore *Acropora cerviconis* qui ne subsiste que dans quelques rares sites. Dans une moindre mesure, *Acropora palmata*, qui constituait de vastes champs sur les récifs de la côte Atlantique à largement régressé. L'hybride de ces deux espèces, décrit sous le nom d'*Acropora prolifera*, n'a pas été observé alors qu'il demeure courant en Guadeloupe.

De même, dans la famille des Mussidae, les espèces appartenant au genre *Mycetophyllia* se font de plus en plus rares. Ce phénomène n'est pas typique de la Martinique, mais est également rencontré en Guadeloupe et dans les autres îles des Petites Antilles.

Ce quasi *statu quo* pour ce qui concerne l'évolution de la richesse spécifique des coraux de la Martinique sur plus de trente ans, ne doit pas masquer la dégradation catastrophique de l'état de

santé des communautés benthiques récifales et de leurs peuplements coralliens. La richesse spécifique, de par sa robustesse vis-à-vis de l'altération des communautés, ne constitue pas un bon descripteur de l'état de santé des peuplements coralliens (Bouchon *et al.*, 2004).

D'une façon générale, les peuplements coralliens apparaissent dégradés avec des abondances et des taux de recouvrement des fonds faibles. Les coraux sont souvent en compétition avec les macroalgues et (où) dans les baies soumis à des phénomènes d'hypersédimentation. Les colonies coralliennes présentent de nombreuses plages de tissus nécrosés et les maladies sont fréquentes. D'une manière générale, on assiste à la raréfaction des colonies de tailles plurimétriques, vieilles de plusieurs centaines d'années. Ces coraux, qui appartiennent aux espèces qui ont bioconstruit les récifs de la Martinique (stratégie k), sont remplacées par des espèces opportunistes de petite taille (stratégie r) qui contribuent à l'instabilité et à la perte de résilience des peuplements coralliens actuels.

Il est intéressant d'évoquer le cas de *Porites astreoides* qui est devenue l'espèce principale en termes d'occurrence autour de l'île et d'abondance dans les peuplements coralliens. Ce phénomène est également observé en Guadeloupe et dans les autres îles de petites Antilles.

Des corrélations ont été recherchées entre l'état de dégradation des récifs, tel que précédemment décrit, et les descripteurs de la biodiversité des peuplements coralliens, c'est-à-dire la richesse spécifique et l'abondance relative des coraux, dans les 21 sites où ont été effectués les relevés d'abondance-dominance. Le calcul de coefficients de corrélation de rangs de Spearman ont montré l'existence d'une relation négative, statistiquement significative, entre la richesse spécifique en coraux et l'état de dégradation des sites ($r = -0,625$; $p = 0,002$). De même, l'abondance en coraux est négativement corrélée avec l'état de dégradation de ces sites ($r = -0,774$; $p = 0,0001$), confirmant l'influence de l'état de santé des communautés benthiques sur les coraux.

5) Inventaire des poissons récifaux

Pour ce qui concerne les poissons récifaux, 122 espèces ont été observées à l'occasion des relevés quantitatifs effectués dans les 21 sites étudiés au cours de la mission Madibenthos (Tab. 1). L'identification d'espèces de poissons photographiés par les participants de la mission ainsi que l'examen de relevés effectués en 2015 sur 6 sites de la Martinique lors de la mission « Pacotilles » a permis de rajouter à cette liste 28 espèces, ce qui porte l'inventaire à 150 espèces (annexe II). Un inventaire de l'ichtyofaune effectué sur 41 stations en 1983 (Bouchon-Navaro et Louis, 1986) avait permis de recenser 143 espèces. Ainsi, on peut considérer que la richesse spécifique en poissons n'a pas subi d'érosion sur une période de 32 ans en Martinique.

Les sites les plus riches en poissons sont situés sur la côte caraïbe (Fond Boucher, Cap enragé, pointe Lézarde) avec plus de 50 espèces par zone. Les sites les plus pauvres sont situés sur les récifs de la côte atlantique (îlet Carlos, îlet à Eau, platier de l'îlet à Rat) où seule une vingtaine d'espèces par stations ont été recensées dans ces trois derniers sites.

Des corrélations ont été recherchées entre la richesse spécifique, l'abondance des poissons et l'état de dégradation des communautés benthiques par le calcul de coefficients de corrélation de rangs de Spearman. Les résultats ont révélé l'existence d'une corrélation inverse statistiquement significative entre l'abondance en effectifs des poissons et le niveau de dégradation du récif ($r = -0,461$; $p = 0,016$). En revanche, il n'a pas été trouvé de corrélation entre l'état de santé du récif et la richesse spécifique totale en poissons. Ainsi, on peut considérer que la richesse spécifique n'est pas un bon indicateur de l'état des peuplements ichtyologiques (Bouchon *et al.*, 2004). Par exemple, le site de l'îlet Madame, où le niveau de dégradation du récif est le plus élevé (niveau 4), abritait encore une quarantaine d'espèces de poissons.

Malgré ce maintien de la richesse spécifique, les peuplements de poissons sont quantitativement très pauvres. Les individus de grande taille sont rares, surtout chez les espèces d'intérêt commercial. Ce phénomène entraîne chez les poissons hermaphrodites séquentiels, tels que les Serranidés et les

scaridés, un déséquilibre très important du sex-ratio susceptible de compromettre la reproduction des espèces.

Les effectifs de poissons ont été utilisés pour répartir les espèces en 6 catégories trophiques. La figure 6 présente les catégories trophiques en fonction de l'état de santé du récif, codé sur une échelle de 1 à 4. Les résultats montrent que des changements de structure trophique s'opèrent à partir de la classe 3. On peut ainsi noter une augmentation des effectifs de poissons herbivores et une diminution nette des poissons planctonophages, des carnivores de premier ordre, ainsi que des prédateurs de haut niveau (carnivores 2 et piscivores) dans les zones dégradées. Les poissons omnivores semblent être les plus résistants à la dégradation de leur environnement puisque leur diminution ne s'observe qu'à partir de la classe 4 (Fig. 6).

Les peuplements de poissons des côtes de la Martinique présentent une richesse spécifique relativement élevée. Toutefois, ils sont quantitativement très pauvres et majoritairement constitués par des individus de petite taille. Cet état de dégradation diminue fortement leur potentialité en tant que ressource halieutique.

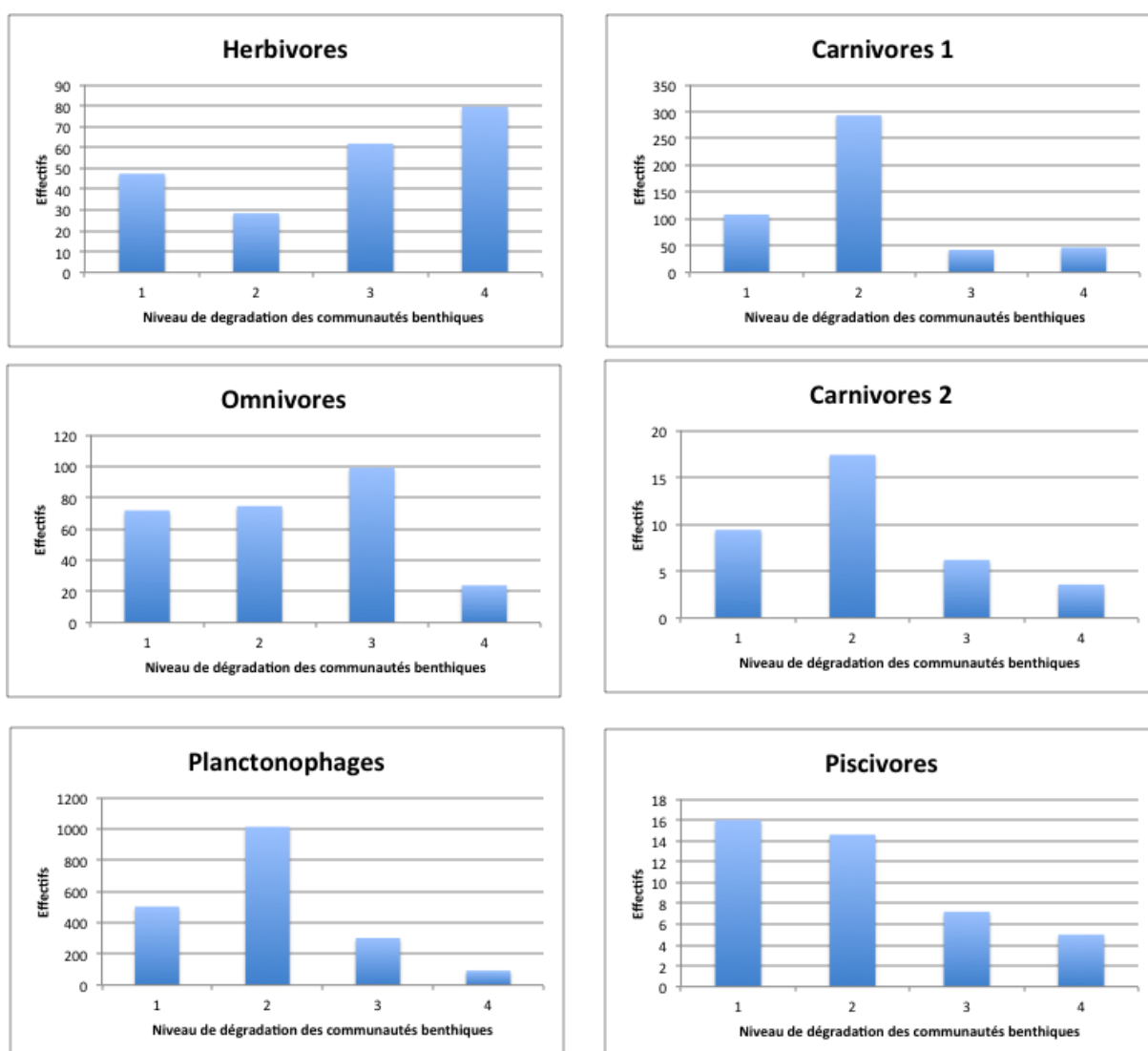


Figure 6 : Distribution des catégories trophiques en fonction de l'état de dégradation des communautés benthiques.

6) Références bibliographiques

- Bouchon C., Laborel J., 1986. Les peuplements coralliens des côtes de la Martinique. *Ann. Inst. Océanogr., Paris*, 62 (1) : 199-237.
- Bouchon C., Bouchon-Navaro Y., Louis M., 2004. Critères d'évaluation de la dégradation des communautés coralliennes dans la Caraïbe. *Revue d'Ecologie (terre et vie)*, 59 : 113-121.
- Bouchon-Navaro Y., Louis M., 1986. Les poissons de formations coralliennes de la Martinique. *Ann. Inst. Océanogr., Paris*, 62 (2) : 251-270.
- Bouchon-Navaro Y. 1997. Les peuplements ichtyologiques récifaux des Antilles. Distribution spatiale et dynamique temporelle. Thèse de doctorat de l'Université des Antilles et de la Guyane, 242 pp + 108 pages d'annexes.
- Bouchon-Navaro Y., Bouchon C., Louis M., 2000. Variabilité des inventaires d'espèces mobiles : exemple des poissons récifaux. In : Guillaume M. (ed.). L'inventaire ZNIEFF-Mer dans les DOM : bilan méthodologique et mise en place. MNHN / IEGB / SPN / BIMM. Coll. Patrimoines naturels, 42 : 197 pp.
- Chassaing J.P., Delplanque A., Laborel J., 1978. Coraux des Antilles françaises. *Revue française d'Aquariologie*, 3 : 57-84.
- Claro R. 1994 (ed.). Ecologia de los peces marinos de Cuba. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Mexique, 525 pp.
- Randall J.E. 1967. Food habits of reef fishes of the West Indies. *Stud. Trop. Oceanogr.*, 5 : 665-847.

Liste taxinomique des coraux de la Martinique

Embranchement des CNIDAIRES

Classe des HYDROZOA Owen, 1843

Sous-classe des ATHECATAE Hinks, 1868

Ordre des MILLEPORINA Hickson, 1899

Famille des MILLEPORIDAE Milne-Edwards & Haime, 1849

Genre *Millepora* Linné, 1758

Millepora alcicornis Linné, 1758

M. complanata Lamarck, 1816

M. squarrosa Lamarck, 1816

M. striata Duchassaing et Michelotti, 1864

Ordre des STYLAETERINA Hickson & England, 1905

Famille des STYLAETERIDAE Gray, 1847

Genre *Stylaster* Gray, 1831

Stylaster roseus (Pallas, 1766)

Classe des ANTHOZOA Ehrenberg, 1834

Sous-classe des HEXACORALLIA Haeckel, 1896

Ordre des SCLERACTINIA Bourne, 1900

Sous-Ordre des ARCHAEOCAENIINA Alloiteau, 1952

Famille des ASTROCOENIIDAE Koby, 1890

Genre *Stephanocoenia* Milne-Edwards & Haime, 1848

Stephanocoenia intersepta (Lamarck, 1816)

Famille des POCILLOPORIDAE Gray, 1842

Genre *Madracis* Milne-Edwards & Haime, 1849

M. asperula Milne-Edwards & Haime, 1849

M. auretenra Locke, Weil & Coates, 2007

M. carmabi Vermeij, Diekmann, Bak, 2003

M. decactis (Lyman, 1859)

M. myriaster Milne-Edwards & Haime, 1849

M. pharensis (Heller, 1868)

Famille des ACROPORIDAE Verrill, 1902

Genre *Acropora* Oken, 1815

Acropora cervicornis (Lamarck, 1816)

A. palmata (Lamarck, 1816)

Sous-Ordre des FUNGIINA Verrill, 1865

Famille des AGARICIIDAE Gray, 1847

Genre *Agaricia* Lamarck, 1801

Agaricia agaricites (Linné, 1758)

A. cailleti (Duchassaing & Michelotti, 1866)

A. fragilis Dana, 1846

A. humilis Verrill 1901

A. lamarcki Milne-Edwards & Haime, 1851

Genre *Helioseris* Milne-Edwards & Haime, 1849

Helioseris cucullata (Ellis & Solander, 1786)

Famille des SIDERASTREIDAE Vaughan & Wells, 1943

Genre *Siderastrea* De Blainville, 1830

Siderastrea radians (Pallas, 1766)

S. siderea (Ellis & Solander, 1786)

Famille des PORITIDAE Gray, 1842

Genre *Porites* Link, 1807

Porites astreoides Lamarck, 1816

P. divaricata Lesueur, 1820

P. furcata Lamarck, 1816

P. porites (Pallas, 1766)

P. branneri Rathbun, 1888

Sous-Ordre des FAVIINA Vaughan & Wells, 1943

Famille des FAVIIDAE Gregory, 1900

Genre *Favia* Oken, 1815

Favia fragum (Esper, 1788)

Genre *Diploria* Milne-Edwards & Haime, 1848

Diploria labyrinthiformis (Linné, 1758)

Genre *Pseudodiploria* Fukami, Budd & Knowlton, 2012

Pseudodiploria clivosa (Ellis & Solander, 1786)

P. strigosa (Dana, 1846)

Genre *Colpophyllia* Milne-Edwards & Haime, 1848

Colpophyllia natans (Houttuyn, 1772)

Colpophyllia forma breviserialis Milne-Edwards & Haime, 1849

Genre *Manicina* Ehrenberg, 1834

Manicina a reolata (Linné, 1758)

Manicina areolata forma mayori Wells, 1936

Genre *Cladocora* Ehrenberg, 1834

Cladocora arbuscula (Lesueur, 1820)

Genre *Solenastrea* Milne-Edwards & Haime, 1848

Solenastrea bournoni Milne-Edwards & Haime, 1849

Famille des MONTASTRAEIDAE Yabe & Sugiyama, 1941^{[1][2][3][4][5][6][7][8][9][10][11][12][13][14][15][16][17][18][19][20][21][22][23][24][25][26][27][28][29][30][31][32][33][34][35][36][37][38][39][40][41][42][43][44][45][46][47][48][49][50][51][52][53][54][55][56][57][58][59][60][61][62][63][64][65][66][67][68][69][70][71][72][73][74][75][76][77][78][79][80][81][82][83][84][85][86][87][88][89][90][91][92][93][94][95][96][97][98][99]}

Genre *Montastrea* de Blainville, 1830

M. cavernosa (Linné, 1766)

Famille des MERULINIDAE Verrill, 1865

Genre *Orbicella* Dana, 1846

Orbicella annularis (Ellis & Solander, 1786)

O. faveolata (Ellis & Solander, 1786)

O. franksi (Gregory, 1895)

Famille des ASTRANGIIDAE Milne-Edwards & Haime, 1857

Genre *Astrangia* Milne-Edwards & Haime, 1848

Astrangia solitaria (Lesueur, 1817)

Genre *Phyllangia* Milne-Edwards & Haime, 1848

Phyllangia americana Milne-Edwards & Haime, 1849

Famille des OCULINIDAE Gray, 1847

Genre *Oculina* Lamarck, 1816

Oculina diffusa Lamarck, 1816

Famille des MEANDRINIDAE Gray, 1847

Genre *Meandrina* Lamarck, 1801

Meandrina meandrites (Linné, 1758)

Meandrina danae (Milne-Edwards & Haime, 1848)

Meandrina Jacksoni Weil and Pinzon, 2011

Genre *Dichocoenia* Milne-Edwards & Haime, 1848

Dichocoenia stokesi Milne-Edwards & Haime, 1849

Genre *Dendrogyra* Ehrenberg, 1834

Dendrogyra cylindrus Ehrenberg, 1834

Famille des MUSSIDAE Ortmann, 1890

Genre *Mussa* Oken, 1815

Mussa angulosa (Pallas, 1766)

Genre *Scolymia* Haime, 1852

Scolymia cubensis (Milne-Edwards & Haime, 1849)

S. lacera (Pallas, 1766)

Genre *Isophyllastrea* Matthai, 1928

Isophyllastrea rigida (Dana, 1848)

Genre *Isophyllia* Milne-Edwards & Haime, 1852

Isophyllia multiflora Verrill, 1902

I. sinuosa (Ellis & Solander, 1786)

Genre *Mycetophyllia* Milne-Edwards & Haime, 1848

Mycetophyllia aliciae Wells, 1973

M. ferox Wells, 1973

M. lamarckiana Milne-Edwards & Haime, 1848

Sous-Ordre des CARYOPHILLINA Vaughan & Wells, 1943

Famille des CARYOPHYLLIDAE Gray, 1847

Genre *Eusmilia* Milne-Edwards & Haime, 1848

Eusmilia fastigiata (Pallas, 1766)

Eusmilia fastigiata forma flabellata Wells, 1973

Genre *Thalamophyllia* Duchassaing, 1870

Thalamophyllia riisei (Duchassaing & Michelotti, 1860)

Genre *Phacelocyathus* Cairns, 1979

Phacelocyathus flos (Pourtalès, 1878)

Sous-Ordre des DENDROPHYLLIINA Vaughan & Wells, 1943

Famille des DENDROPHYLLIIDAE Gray, 1847

Genre *Tubastrea* Lesson, 1834

Tubastrea coccinea Lesson, 1831

Liste taxinomique des poissons observés au cours de la mission

NARCINIDAE

Narcine bancroftii (Griffith et Smith, 1834)

MURAENIDAE

Enchelychore nigricans (Bonnaterre, 1788)

Gymnothorax miliaris (Kaup, 1856)

Gymnothorax moringa (Cuvier, 1829)

OPHICHTHIDAE

Myrichthys breviceps (Richardson, 1848)

Echiophis punctifer (Kaup, 1859)

CONGRIDAE

Heteroconger longissimus Gunther, 1870

CLUPEIDAE

Harengula humeralis (Cuvier, 1829)

Jenkinsia lamprotaenia (Gosse, 1851)

SYNODONTIDAE

Synodus intermedius (Spix, 1829)

Synodus synodus (Linné, 1758)

BELONIDAE

Tylosurus crocodilus (Peron et LeSueur, 1821)

AULOSTOMIDAE

Aulostomus maculatus Valenciennes, 1837

DACTYLOPTERIDAE

Dactylopterus volitans (Linné, 1758)

SCORPAENIDAE

Pterois volitans (Linné, 1758)

Scorpaena grandicornis Cuvier, 1829

Scorpaena plumieri Bloch, 1789

TRIGLIDAE

Prionotus rubio Jordan, 1886

HOLOCENTRIDAE

Holocentrus adscensionis (Osbeck, 1765)

Holocentrus rufus (Walbaum, 1792)

Myripristis jacobus Cuvier, 1829

Neoniphon marianus (Cuvier, 1829)

Sargocentron coruscum (Poey, 1860)

Sargocentron vexillarium (Poey, 1860)

SYNGNATHIDAE

Hippocampus reidi Ginsburg, 1933

SERRANIDAE

Alphestes afer (Bloch, 1793)
Cephalopholis cruentata (Lacépède, 1802)
Cephalopholis fulva (Linné, 1758)
Epinephelus guttatus (Linné, 1758)
Epinephelus striatus (Bloch, 1792)
Mycteroperca interstitialis (Poey, 1860)
Mycteroperca tigris (valenciennes, 1833)
Hypoplectrus chlorurus (Cuvier, 1828)
Hypoplectrus guttavarius (Poey, 1852)
Hypoplectrus nigricans (Poey, 1852)
Hypoplectrus puella (Cuvier, 1828)
Hypoplectrus unicolor (Walbaum, 1792)
Paranthias furcifer (Valenciennes, 1828)
Rypticus saponaceus (Bloch & Schneider, 1801)
Serranus flaviventris (Cuvier, 1829)
Serranus tabacarius (Cuvier, 1829)
Serranus tigrinus (Bloch, 1790)

GRAMMATIDAE

Gramma loreto Poey, 1868

OPISTOGNATHIDAE

Opistognathus aurifrons (Jordan et Thompson, 1905)

PRIACANTHIDAE

Heteropriacanthus cruentatus (Lacépède, 1801)

APOGONIDAE

Astrapogon puncticulatus (Poey, 1867)

BRANCHIOSTEGIDAE

Malacanthus plumieri (Bloch, 1787)

CARANGIDAE

Caranx crysos (Mitchill, 1815)
Caranx latus Agassiz, 1829
Caranx ruber (Bloch, 1793)
Chloroscombrus chrysurus (Linné, 1758)
Decapterus macarellus (Cuvier, 1833)

LUTJANIDAE

Lutjanus analis (Cuvier, 1828)
Lutjanus apodus (Walbaum, 1792)
Lutjanus griseus (Linné, 1758)
Lutjanus mahogoni (Cuvier, 1828)
Lutjanus synagris (Linné, 1758)
Ocyurus chrysurus (Bloch, 1791)

GERREIDAE

Eucinostomus argenteus Baird et Girard, 1854
Gerres cinereus (Walbaum, 1792)

HAEMULIDAE

Anisotremus surinamensis (Bloch, 1791)
Haemulon aurolineatum Cuvier, 1830
Haemulon carbonarium Poey, 1860
Haemulon chrysargyreum Günther, 1859
Haemulon flavolineatum (Desmarest, 1823)
Haemulon parra (Desmarest, 1823)
Haemulon plumieri (Lacépède, 1801)
Haemulon sciurus (Shaw, 1803)

INERMIIDAE

Inermia vittata Poey, 1860

SPARIDAE

Archosargus rhomboidalis (Linné, 1758)
Calamus calamus (Valenciennes, 1830)

SCIAENIDAE

Equetus punctatus (Bloch et Schneider, 1801)
Odontoscion dentex (Cuvier, 1830)
Pareques acuminatus (Bloch et Schneider, 1801)

MULLIDAE

Mulloidichthys martinicus (Cuvier, 1829)
Pseudupeneus maculatus (Bloch, 1793)

PEMPHERIDAE

Pempheris schomburgki Müller et troschel, 1848

CHAETODONTIDAE

Chaetodon aculeatus (Poey, 1860)
Chaetodon capistratus Linné, 1758
Chaetodon ocellatus Bloch, 1787
Chaetodon sedentarius Poey, 1860
Chaetodon striatus Linné, 1758

POMACANTHIDAE

Centropyge argi Woods et Kanazawa, 1951
Holacanthus ciliaris (Linné, 1758)
Holacanthus tricolor (Bloch, 1795)
Pomacanthus paru (Bloch, 1787)

CIRRHITIDAE

Amblycirrhitus pinos (Mowbray, 1927)

POMACENTRIDAE

Abudefduf saxatilis (Linné, 1758)

Chromis cyanea (Poey, 1860)
Chromis multilineata (Guichenot, 1853)
Microspathodon chrysurus (Cuvier, 1830)
Stegastes adustus (Troschel, 1865)
Stegastes dienaecus (Jordan et Rutter, 1897)
Stegastes leucostictus (Müller et Troschel, 1848)
Stegastes partitus (Poey, 1867)
Stegastes planifrons (Cuvier et Valenciennes, 1830)
Stegastes variabilis (Castelnau, 1855)

LABRIDAE

Bodianus rufus (Linné, 1758)
Clepticus parrae (Bloch et Schneider, 1801)
Halichoeres bivittatus (Bloch, 1791)
Halichoeres cyanocephalus (Bloch, 1791)
Halichoeres garnoti (Valenciennes, 1839)
Halichoeres maculipinna (Müller et Troschel, 1848)
Halichoeres pictus (Poey, 1850)
Halichoeres poeyi (Steindachner, 1867)
Halichoeres radiatus (Linné, 1758)
Thalassoma bifasciatum (Bloch, 1791)

SCARIDAE

Scarus iseri (Bloch, 1789)
Scarus taeniopterus Desmarest, 1831
Scarus vetula Bloch et Schneider, 1801
Sparisoma atomarium (Poey, 1861)
Sparisoma aurofrenatum (Valenciennes, 1840)
Sparisoma chrysopterus (Bloch et schneider, 1801)
Sparisoma radians (Valenciennes, 1840)
Sparisoma rubripinne (Valenciennes, 1840)
Sparisoma viride (Bonnaterre, 1788)

TRIPTERYGIDAE

Enneanectes sp.1

LABRISOMIDAE

Malacoctenus triangulatus Springer, 1959
Malacoctenus sp.1

CHAENOPSIDAE

Acanthemblemaria maria Böhlke, 1957
Acanthemblemaria spinosa Metzelaar, 1919
Chaenopsis limbaughii Robins et Randall, 1965

BLENNIDAE

Ophioblennius atlanticus (Cuvier et Valenciennes, 1836)

GOBIIDAE

Coryphopterus glaucofraenum Gill, 1863
Corqyphopterus lipernes Böhlke et Robins, 1962

Coryphopterus personatus (Jordan et Thompson, 1905)
Coryphopterus dicrus Böhlke et Robins, 1960
Elacactinus chancei (Beebe et Hollister, 1933)
Elacactinus evelynae (Böhlke et Robins, 1968)
Elacactinus genie (Böhlke et Robins, 1968)
Elacactinus xanthiprora (Böhlke et Robins, 1968)
Gnatholepis cauerensis Jordan, 1904
Nes longus (Nichols, 1914)
Priolepis hipoliti (Metzelaar, 1922)
Tigriobius dilepis (Robins et Böhlke, 1964)

EPHIPPIDAE

Chaetodipterus faber (Broussonet, 1782)

ACANTHURIDAE

Acanthurus bahianus Castelnau, 1855
Acanthurus chirurgus (Bloch, 1787)
Acanthurus coeruleus Bloch et Schneider, 1801

SPHYRAENIDAE

Sphyræna barracuda (Walbaum, 1792)
Sphyræna picudilla Poey 1867

SCOMBRIDAE

Scomberomorus regalis (Bloch, 1793)

BOTHIDAE

Bothus lunatus (Linné, 1758)

BALISTIDAE

Melichthys niger (Bloch, 1786)

MONACANTHIDAE

Aluterus scriptus (Osbeck, 1765)
Cantherhines macrocerus (Hollard, 1854)
Cantherhines pullus (Ranzani, 1842)
Monacanthus turckeri Bean, 1906

OSTRACIIDAE

Rhinesomus triqueter (Linné, 1758)

TETRAODONTIDAE

Canthigaster rostrata (Bloch, 1782)

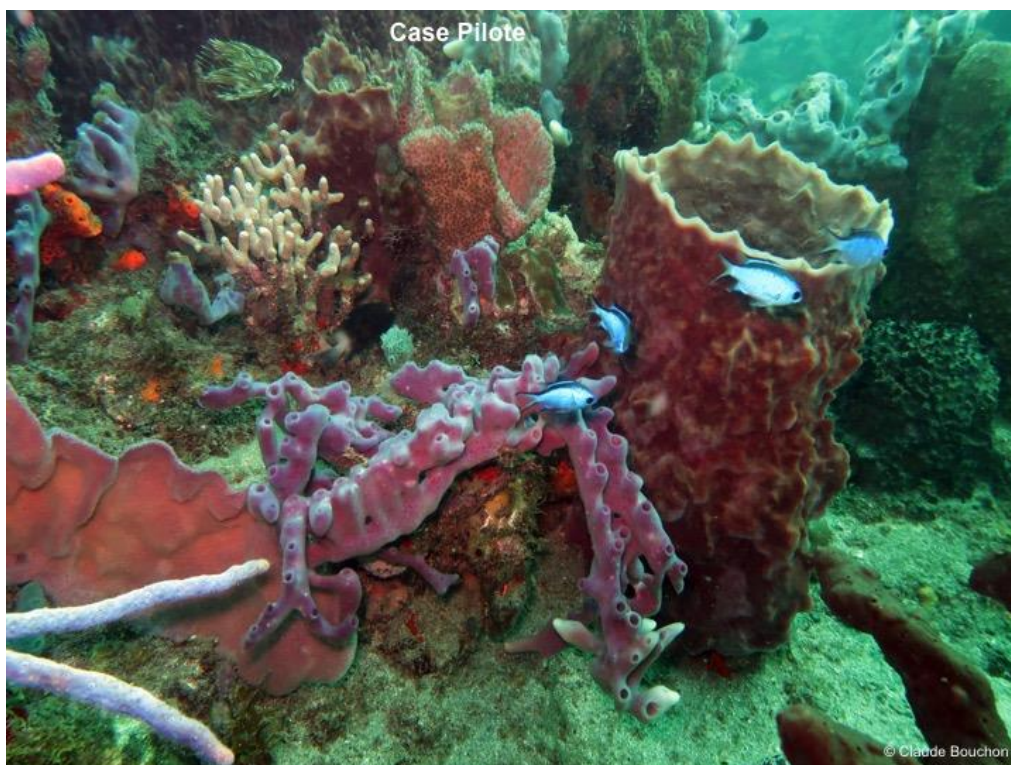
DIODONTIDAE

Chilomycterus antillarum Jordan et Rutter, 1897
Diodon holacanthus Linné, 1758
Diodon hystrix Linné, 1758

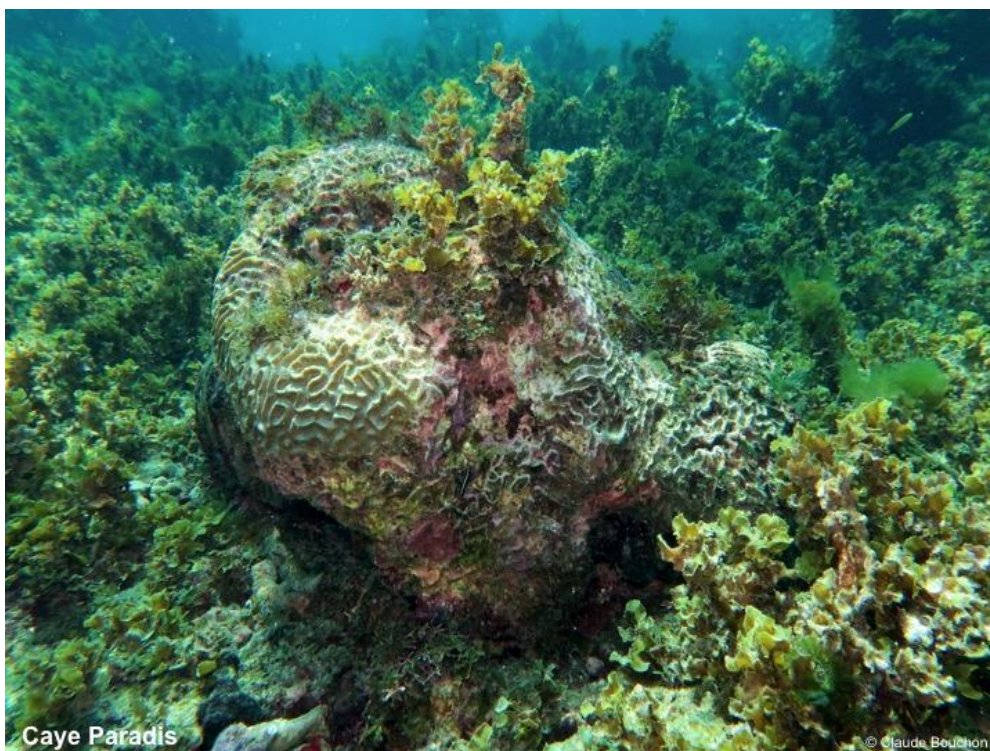
Illustrations



Cap Enragé : exemple de communauté benthique récifale en très bon état (classe 1). Absence de macro-algues sur les fonds.



Case Pilote : communauté benthique récifale en bon état (classe 2). Le substrat entre les coraux commence à être colonisé par des macro-algues.



Caye Paradis : exemple de communauté benthique récifale en mauvais état (classe 3).
Les macroalgues ont envahi les fonds et les coraux commencent à être colonisés.



Caye du Macabou : Les coraux ont totalement disparu du récif au profit des algues (classe 4).



Caye du Macabou

© Claude Bouchon

Caye du Macabou : Ce phénomène d'invasion par les algues peut également concerner les herbiers de Phanérogames marines.



Grande Sèche

© Claude Bouchon

Grande Sèche : peuplement corallien tué par l'envasement (classe 4).

ALGUES

Line Le Gall, Josiane Pain Mahieu, Thibaut de Bettignies, Claude Jeannet, Yéelen Olive & Florence Rousseau.

Les algues ont fait l'objet d'une attention particulière au cours de la mission MADIBENTHOS (Fig. 1). Josiane Pain Mahieu a dévoué ses efforts à l'exploration des algues intertidales, tandis que Line Le Gall a effectué l'essentiel des collectes en plongées. Enfin Thibaut de Bettignies assisté par Claude Jeannet ont complété l'échantillonnage des algues durant la période septembre-octobre 2016 et réalisé un échantillonnage supplémentaire en avril-mai 2017 pour étudier les assemblages des communautés algales en réalisant 4 quadrats x 27 sites soit 108 quadrats assez bien repartis le long de la façade Atlantique, méridionale et Caraïbes. A Paris, les analyses moléculaires en vue d'étude de systématique intégrative ont été réalisées au SSM (UMS 2700). L'analyse des données concernant l'étude des communautés a donné lieu à un stage de Master 2 mené par Yéelen Olive sous la direction de T. de Bettignies (UMS 2006 Patrimoine Naturel) et L. Le Gall & F. Rousseau (UMR 7205).

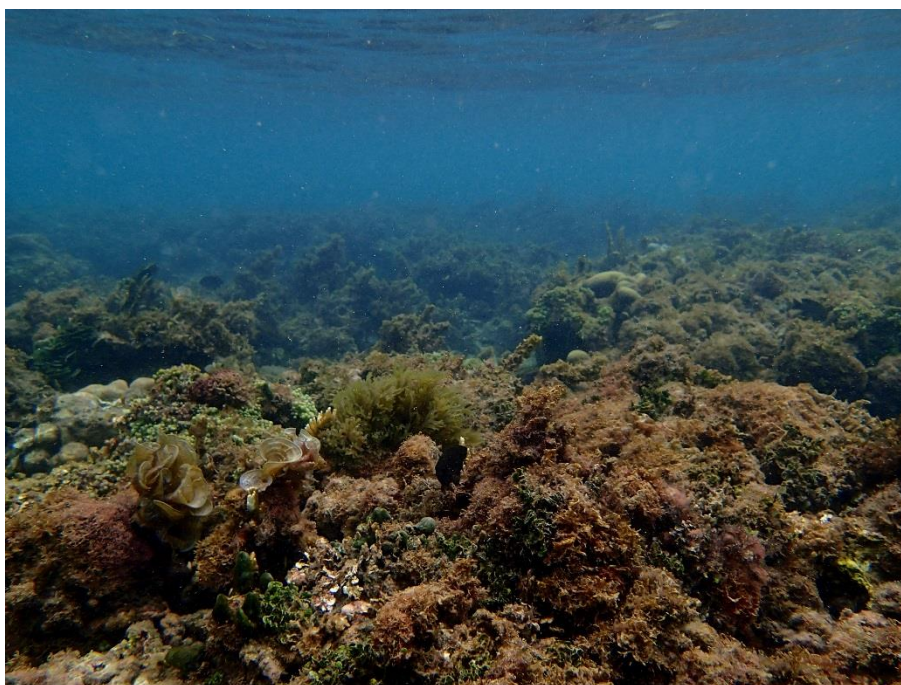


Figure 1 —: Photographie illustrative de la diversité algale (illustrée ici par *Halimeda*, *Caulerpa*, *Sargassum*, *Padina* et *Corallinales*) en Martinique, îlet Oscar (un des îlets du François de la Façade Atlantique) © T. de Bettignies.

Une collection de 1227 spécimens a été réalisée et se présente pour l'essentielle sous forme de planches d'herbier et sous la forme d'une collection d'algues tridimensionnelles (le plus souvent calcifiées ou encroûtantes sur un substrat dur) préservée dans des boîtes. L'ensemble des spécimens a rejoint la collection de l'Herbier National du Muséum national d'Histoire naturelle et un numéro de collection unique a été attribué à chacun des spécimens (PC). Cette collection comporte 776 algues rouges, 143 algues brunes et 276 algues vertes ; de plus, une trentaine de phanérogames marines aussi été échantillonnée. La stratégie d'échantillonnage a été réfléchi afin de maximiser les habitats prospectés ainsi la collection regroupe des spécimens en provenance de toutes les profondeurs (dragage à 60 mètres et plus, récolte en plongée, récolte à pied et en apnée) et de toutes les côtes (Atlantique et Caraïbes).

Parmi tous les sites explorés, deux points particuliers correspondant à des champs d'algues se sont avérés particulièrement divers par rapport à l'ensemble des stations étudiées au cours de cette mission : un sur la côte Atlantique au large du Vauclin (à proximité de la caye Pinsonelle) et un autre sur la côte Caraïbes entre le banc du Diamant et le rocher du même nom. Même si la biomasse algale y était limitée, les fonds sableux en contre-bas des récifs, se sont aussi avérés très divers et les algues y atteignaient des tailles supérieures à 10 cm. En effet, la présence de fragments de corail servait de substrat pour une grande diversité d'espèces d'algues. L'identification des spécimens est en cours par une approche de systématique moléculaire. Dans un premier temps, près de 500 spécimens d'algues rouges ont été sélectionnés en vue de leur extraction et de l'obtention de séquences d'ADN. Les marqueurs moléculaires ont été choisis en fonction des groupes taxonomiques et de la complétude de leurs bases de séquences associées pour chaque marqueur afin de permettre des analyses de systématique les plus fines possibles et ainsi mettre en perspectives les résultats obtenus pour la Martinique dans un contexte aussi large que possible. Ainsi, le gène codant la cytochrome oxydase 1 (CO1/gène mitochondrial) a été sélectionné pour les algues « rouges molles » et celui codant la protéine D1 du photosystème II (psbA/gène chloroplastique) a été choisi pour les algues « rouges corallines ». Parmi les 167 séquences de CO1 et les 67 séquences de psbA obtenues, une analyse de délimitation des espèces a permis de dénombrer 84 espèces d'algues « rouges molles » et 41 espèces d'algues rouges corallines. L'enjeu consiste maintenant à attribuer un nom d'espèce à chacune de ces entités moléculaires sachant que de la diversité cryptique a été décelée dans plusieurs groupes y compris :

Chrysomenia westii (au moins 2 espèces)

Halymenia/Cryptonemia (> 8 espèces) (Fig. 2)



Figure 2 – Des espèces cryptiques ont été décelées dans le genre *Halymenia*. © N. Michéz.

Dans ce contexte, relier le type porte-nom à une entité moléculaire implique soit d'obtenir une séquence du type (échantillon utilisé pour décrire l'espèce) soit l'identification de caractères anatomorphologiques qui permettent de discriminer les différentes espèces en présences et de les observer sur le type. Ces étapes nécessitent d'observer l'ensemble des types et sont particulièrement chronophages ; elles sont actuellement en cours. En particulier, un travail sur la révision taxonomique de l'ordre des Halymeniales incluant une phylogénie multi marqueurs (CO1, rbcL, LSU) est en cours de

finalisation impliquant des collaborateurs de l'Université de Messina (Sicile) dans lequel une quinzaine d'espèces de Madibenthos & Karubenthos est intégrée dans un échantillonnage global pour ce groupe dans lequel 80 espèces sont actuellement reconnues dans le monde.

En complément de la récolte à vue pour la biodiversité macroalgale, des prélèvements par quadrats ont été réalisés sur 27 sites pour mieux décrire les communautés de macroalgues (Fig.3) et a fait l'objet d'un Master 2 mené par Y. Olive. L'objectif de ce projet était de contribuer au développement d'un indicateur « macroalgue » pour évaluer l'état écologique des récifs tropicaux martiniquais ainsi que la qualité des masses d'eau côtières. En effet, les macroalgues sont largement utilisées en Europe dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) pour évaluer l'état des récifs tempérés dominés par les forêts de macroalgues brunes (élément évalué dans la DCE pour la composante qualité biologique). Cependant, dans les récifs tropicaux, le développement de ces méthodes se heurte à des connaissances bien moins avancées qu'en Europe sur l'écologie des macroalgues et les pressions environnementales les affectant. À ce jour, il n'existe pas d'outils DCE basés sur les macroalgues dans les DOM (Département et région d'Outre-Mer).

Cette section sur les communautés algales constitue une synthèse de l'étude préliminaire de Yéelen Olive en se focalisant sur les résultats et conclusions. Il est important de spécifier que ce travail engagé ne constitue pas un « développement complet » pour la mise en place d'indicateurs-macroalgues pour la Martinique et des études complémentaires devront être entreprises pour pallier aux manques de connaissance.

Au cours de ce projet, la détermination taxonomique des spécimens de macroalgues a été menée par une approche intégrant des critères morphologiques et moléculaires. Une analyse descriptive de la distribution spatiale des communautés macroalgales a ensuite été réalisée. Enfin, l'influence relative des conditions physico-chimiques sur les communautés de macroalgues a été testée statistiquement. Les résultats de ces 3 axes d'études contribuent au socle de connaissance sur la diversité macroalgale et la distribution de ces communautés, tout en testant son utilisation potentielle en tant qu'indicateur de la qualité des masses d'eau côtières, en s'appuyant sur le réseau de suivi DCE des paramètres physico-chimiques déjà en place.

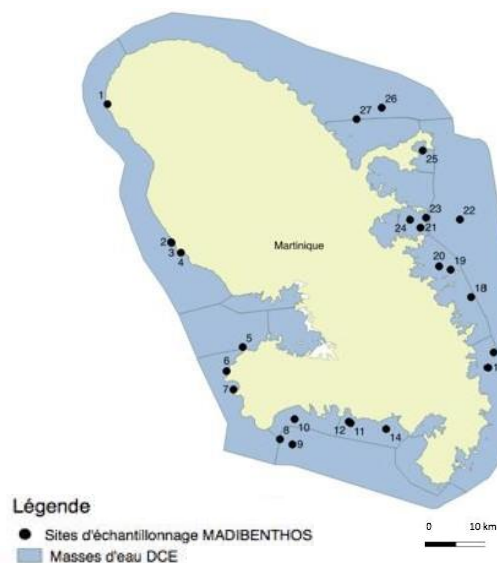


Figure 3 – Carte des sites d'échantillonnage « communauté macroalgale ».

Pour chaque site, quatre quadrats de 0,1 m² ont été déployés aléatoirement au sein de zones de plus forte densité en macroalgues, sur substrat dur et horizontal, entre 2 et 8m de profondeur. Toutes les macroalgues présentes au sein des quadrats ont été récoltées – excepté les algues encroûtantes – puis placées dans des sacs de congélation (1 sac par quadrat). De retour au laboratoire, les algues prélevées par quadrat ont été égouttées et regroupées selon une première identification morphologique à l'œil nu, puis pesées (poids humide). Pour chaque quadrat, un seul spécimen par espèce a été conservé sous forme d'herbier. Les presses algales ont ensuite été ramenées à Paris, où un examen morphologique plus approfondi de l'ensemble des spécimens sur herbier a été réalisé afin de leur attribuer un nom

correspondant à la meilleure résolution taxonomique possible (Fig. 4). A cette étape, la majorité des spécimens a été identifiée jusqu'au genre (79,5%), parfois à l'espèce (20%) ou à des rangs taxonomiques supérieurs au genre (0,5%).

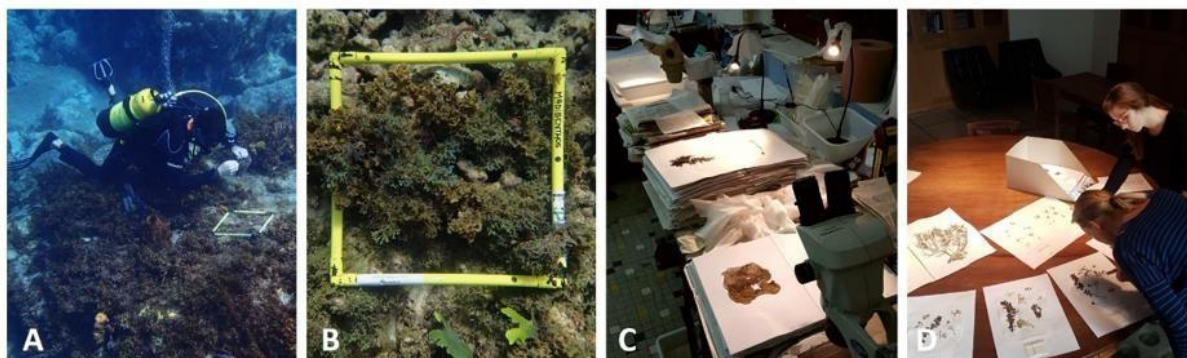


Figure 4 – Collection (A, B), pré-identification (C) et identification (D) des macroalgues d'après les critères morphologiques (L. Le Gall, F. Rousseau, Y. Olive). © T. de Bettignies.

Les identifications intégratives pour l'analyse des communautés algales (sur critères morphologiques et moléculaires), ont abouti à l'identification de 56 taxons d'algues totalisant 33 algues rouges, 18 algues vertes et 5 algues brunes. Les algues rouges représentent le groupe le plus échantillonné (50% des spécimens récoltés) et le plus diversifié. Elles sont majoritairement représentées (en biomasse) par la famille des Corallinaceae (26% des algues rouges), la famille des Galaxauraceae (21%), le genre *Gracilaria* (15%) et l'ordre des Gelidiales (9%). La majorité des algues vertes collectées provenaient des genres *Valonia*, *Avrainvillea* et de l'ordre des *Bryopsidales*. Pour les algues brunes, l'identification morphologique n'a pas pu être possible à un niveau de résolution taxonomique inférieur au genre. Seuls 5 taxons d'algues brunes ont donc été identifiés (*Dictyota*, *Lobophora*, *Sargassum*, *Dictyopteris* et *Stypopodium*). Les taxons dominants par leur biomasse sont *Sargassum* avec 38,4% de la biomasse totale, *Halimeda* (13,4%) et *Dictyota* (13,0%). En terme de biomasse par site, le genre *Sargassum* est dominant dans les sites du sud-ouest, du centre-est et du nord-est ; *Dictyota* est dominant au nord-ouest et au sud-est ; *Halimeda* au centre-est de l'île. Parmi les 56 taxons prélevés sur l'ensemble des sites, les groupes les plus fréquemment identifiés étaient *Dictyota*, présent dans 27 sites, les genres de la famille des Corallinaceae (21 sites) et *Sargassum* (19 sites). La richesse taxonomique a été estimée entre 5 et 16 taxons par sites. Les sites avec la richesse taxonomique la plus élevée ont été observés au sud de l'île et ceux avec la richesse taxonomique la plus faible au nord de l'île.

L'analyse de la distribution spatiale des macroalgues a démontré une discrimination des communautés entre la façade Est (Atlantique) et la façade Ouest (Caraïbe) de l'île. La façade dite Méridionale – qui fait la transition entre les façades Caraïbe et Atlantique au sud de l'île – présente une composition algale assez similaire à celle de la façade Atlantique comme illustrée par la PCO (Fig. 5). L'analyse SIMPER a révélé que les taxons *Sargassum*, *Halimeda*, *Dictyota*, *Galaxaura*, *Acanthophora spicifera* et *Gracilaria* contribuaient à plus de 50 % aux disparités observées entre les sites de la façade Caraïbe et ceux des façades Atlantique/Méridionale regroupés. Globalement, les façades Atlantique/Méridionale se caractérisent plus par la présence d'algues brunes et d'algues vertes, alors que la façade Caraïbe se compose majoritairement d'algues rouges. On observe des communautés algales généralement dominées par les grandes Sargasses présentes à des profondeurs variées (3 à 18 m) sur les côtes atlantiques et méridionales. A l'opposé, la flore algale des Caraïbes est caractérisée par des taxons de taille plus réduite (*Acanthophora spicifera*, *Galaxaura* et *Gracilaria*) qui forment des pelouses algales confinées à de plus faibles profondeurs.

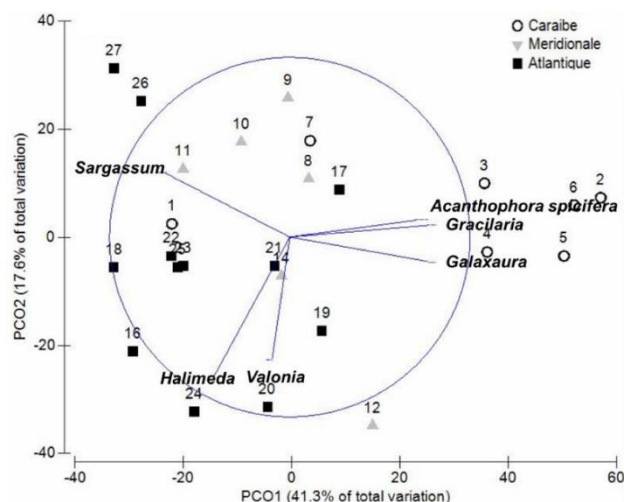


Figure 5 – PCO représentant les similarités entre sites projetées en deux dimensions en fonction des biomasses des taxons retrouvés dans chaque site. Des vecteurs pour les variables fortement corrélées ($r > 0,65$ pour les taxons) ont été superposés aux PCO pour identifier les taxons qui contribuent à la disparité.

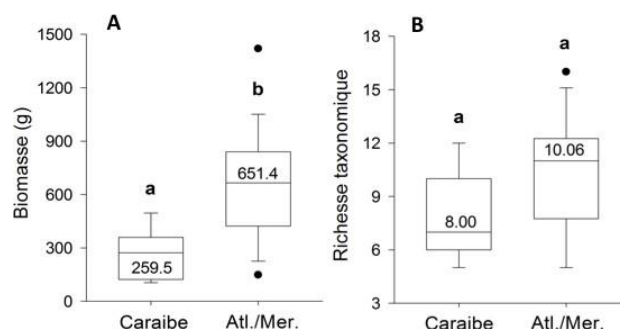


Figure 6 – (A) Biomasse (g/sites-1) et (B) richesse taxonomique calculés par sites pour la façade Caraïbe et les façades Atlantique/Méridionale

La suite des analyses entre les deux groupes de façade a permis d'affiner la comparaison. La biomasse est significativement supérieure dans les sites des façades Atlantique/Méridionale ($\mu = 651,42 \text{ g} \cdot 0,4 \text{ m}^{-2}$) que dans ceux de la façade Caraïbe ($\mu = 259,51 \text{ g} \cdot 0,4 \text{ m}^{-2}$) (Fig. 5) mais la richesse taxonomique moyenne par site n'est pas significativement différente entre les deux groupes de façades (Fig. 5). Au regard des groupes fonctionnels de macroalgues, les sites de la façade Caraïbe sont composés à 52% de *Corticated macrophyte* contre 5,2% pour les sites des façades Atlantique/Méridionale. Ces derniers sont composés majoritairement de *Leathery macrophyte* (43%). Le groupe *Corticated foliose* est également plus présent au niveau des façades Atlantique/Méridionale (21%) qu'au niveau de la façade Caraïbe (8%) (Fig. 6).

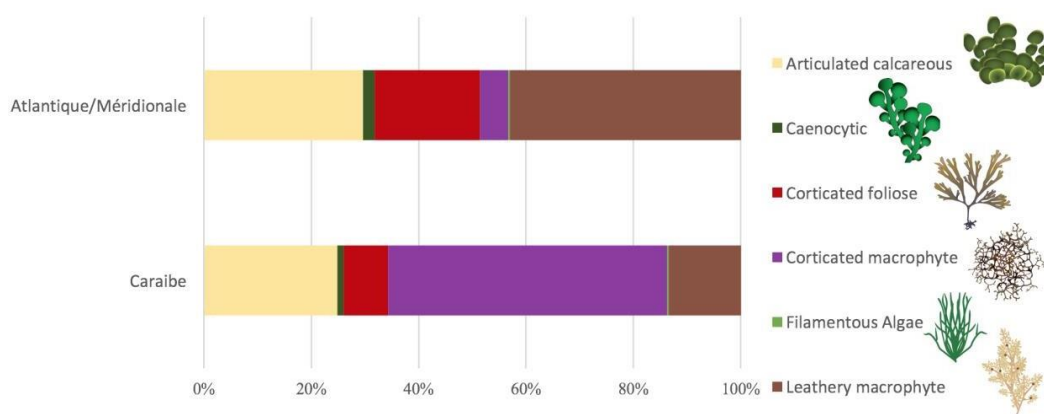
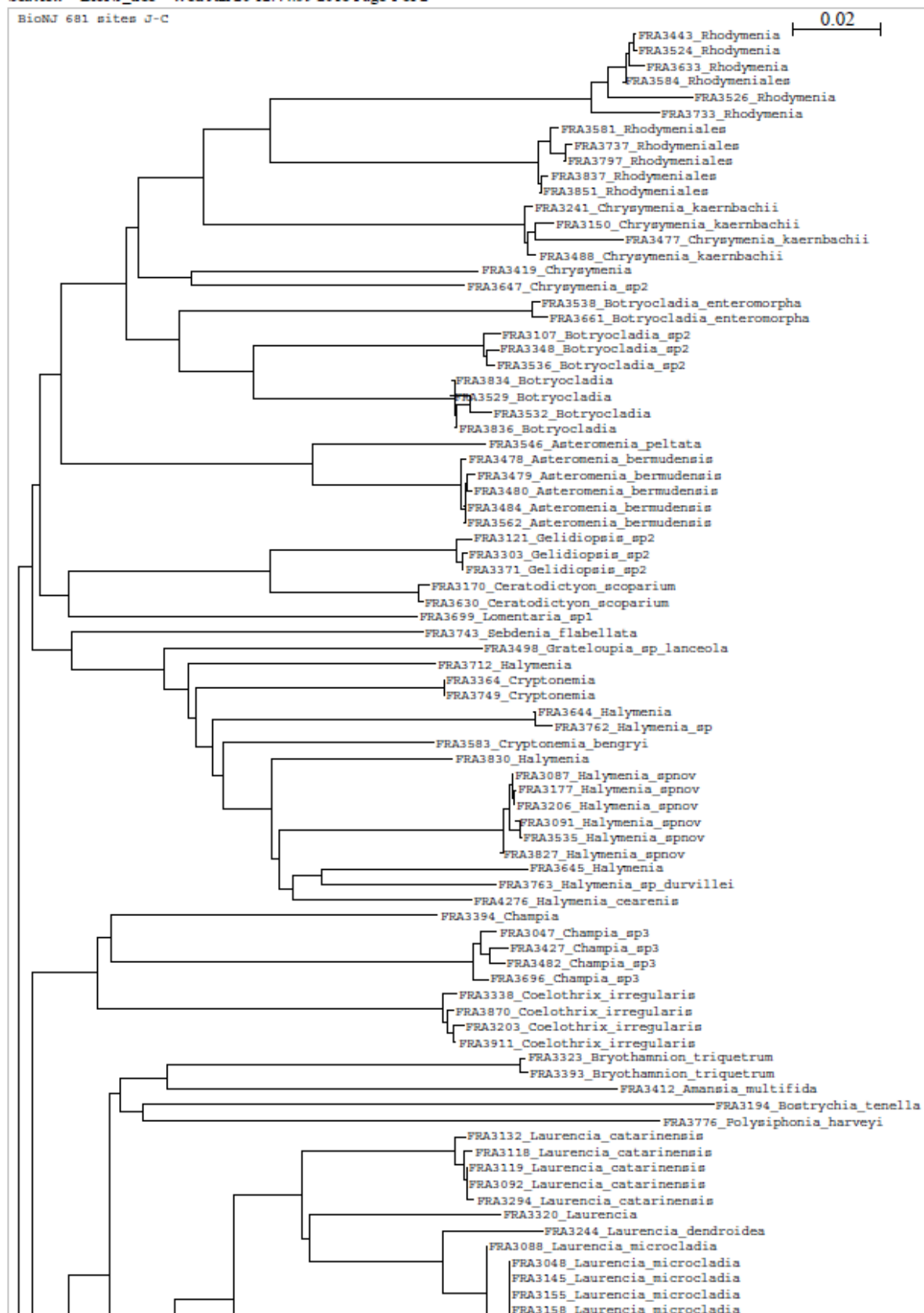
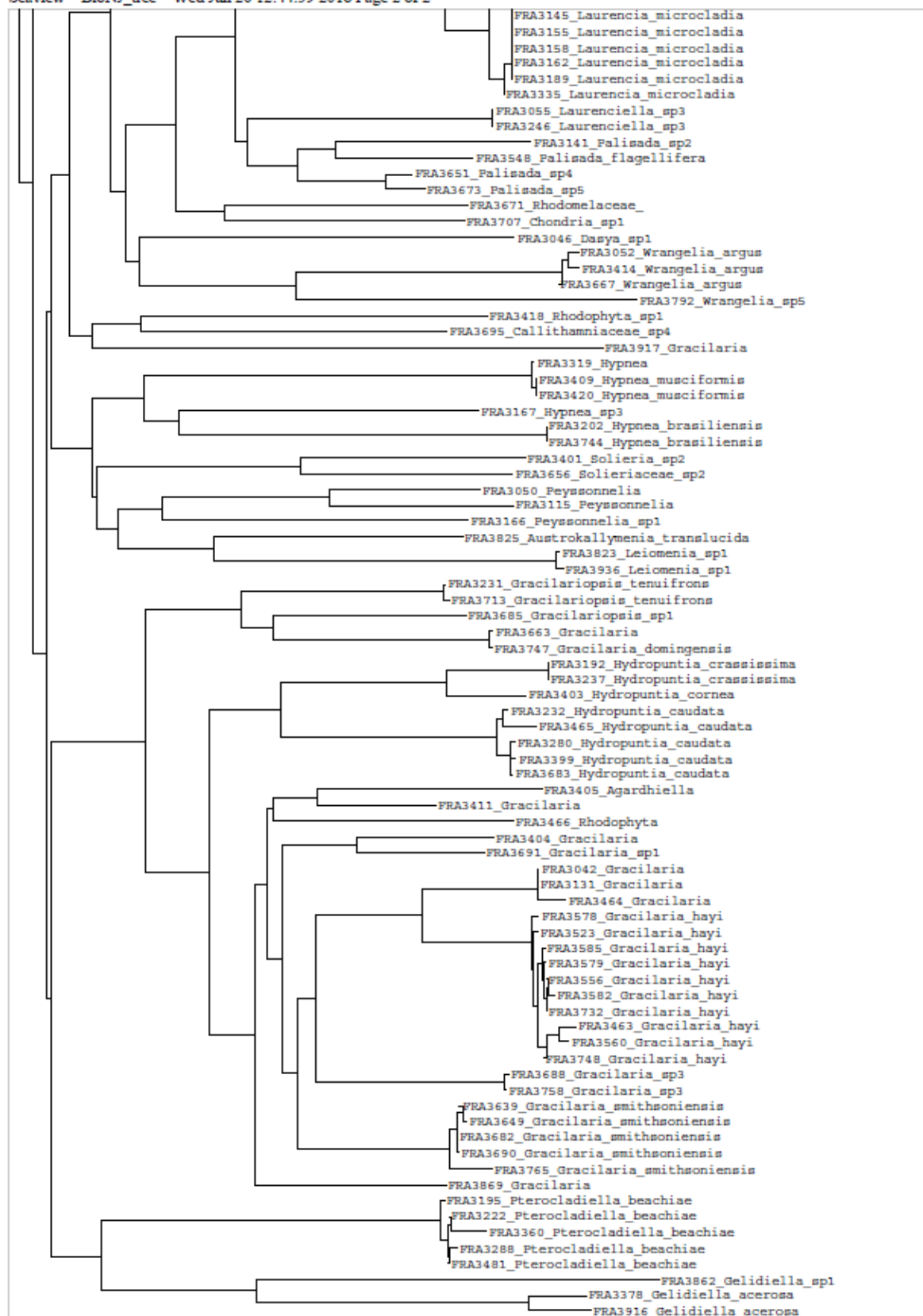


Figure 7 – Proportion des groupes fonctionnels par rapport à la biomasse totale dans les deux groupes de façades (Atlantique/Méridionale vs. Caraïbe).

Les analyses préliminaires sur l'influence des variables physico-chimiques sur les communautés macroalgales des façades Atlantique/Méridionale ont indiqué une importance relative de la concentration en Ammonium et des variations de salinité sur la biomasse des macroalgues par site. Cependant cet aspect nécessitera un développement complémentaire pour mettre en parallèle les résultats de notre étude avec les données des bureaux d'étude acquises dans le cadre des suivis DCE benthos.

En résumé, nos analyses de la distribution spatiale des communautés de macroalgues ont montré une forte discrimination de leur composition entre les façades de l'île. L'étude préliminaire de l'impact des paramètres physico-chimiques suggère que seuls quelques-uns d'entre eux influent la composition et le développement des communautés algales, ce qui permettra le développement d'un indicateur DCE-compatible. Pour autant, la réponse des macroalgues aux forçages physico-chimiques n'apparaît pas évidente et reflète les conditions peu contrastées des stations de suivi DCE, et ce développement d'indicateur devra être poursuivi. Au final, cette étude préliminaire a permis de confirmer l'intérêt des macroalgues comme descripteurs biologiques pour permettre d'évaluer l'état des masses d'eaux côtières. Les contraintes rencontrées affectant la sensibilité de l'étude concernent principalement les difficultés d'identification des macroalgues ainsi que la pertinence des sites sélectionnés. Afin de pallier à ses difficultés, le développement de l'outil moléculaire est nécessaire afin d'établir une évaluation fiable de la diversité algale. Il serait en outre intéressant de sélectionner des sites suivant un gradient de pressions environnementales afin que les indicateurs «macroalgues» puissent être calibrés pour être utilisés comme outil de gestion efficace pour les acteurs locaux de la conservation.





4. ACTUALISATION DE LA TYPOLOGIE DES HABITATS MARINS DE LA MARTINIQUE

Guillaume Dirberg et Romain Ferry

1) Le concept d'habitat naturel marin.

Il existe dans la littérature scientifique de nombreuses définitions du terme « habitat », qui dépendent :

- des données utilisées : (télédétection optique / acoustique ou données d'inventaires (présence/absence ou abondances) par exemple) ;
- des objectifs (écologie d'une espèce, cartographie, conservation de la biodiversité) ;
- des méthodes de traitement (expertes, statistiques) ;
- des cultures scientifiques et philosophiques (approches réductionnistes ou holistes).

Sans multiplier les exemples, il s'agit d'un concept à la définition mouvante, parfois fourre-tout, ce qui est caractéristique des situations de déplacement d'un concept d'un champ (science) à un autre (gestion), du passage d'un concept heuristique (outil pour le développement des connaissances) à une norme (avec sa nécessaire définition positive). Il faut ainsi garder à l'esprit les limites intrinsèques à ce concept d'habitat. Créer une typologie d'habitat, c'est créer un vocabulaire (des types) et une grammaire (une façon d'organiser ces types). Mais de même que la littérature n'épuise pas le réel, la complexité et la diversité des milieux naturels ne peuvent être réduites à ces types d'habitats.

Si l'on reprend la définition consensuelle proposée par le CIEM¹ 2006, un habitat est « un environnement particulier qui peut être distingué par ses caractéristiques abiotiques et ses assemblages biologiques associés, fonctionnant à des échelles spatiales et temporelles spécifiques, mais dynamiques, dans un secteur géographique reconnaissable »

L'exemple du CIEM se veut très englobant et identifie les précisions à apporter chaque fois que l'on parle d'habitat, en particulier la nécessité de préciser le choix de l'échelle spatiale et temporelle. Dans notre cas, le choix d'échelle que nous faisons est guidé par les objectifs de gestion des activités et des ressources, et de conservation de la biodiversité : nous choisissons donc les échelles spatiales et temporelles correspondant à celles des activités socio-économiques locales (pour être explicite et donner des ordres de grandeur, on regarde des objets de dizaines de mètres, présentant une certaine stabilité à l'échelle de la décennie). Et nous nous intéressons aux habitats naturels benthiques puisque ce sont ceux-ci qui ont été échantillonnés au cours de Madibenthos. Notons que lorsqu'on parlera d'habitat, on désigne ici les « habitats naturels » benthiques, qui sont centrés sur des communautés d'espèces (ou biocénoses), à distinguer des « habitats d'espèce » désignant l'habitat naturel (ou les habitats naturels) d'une espèce donnée.

2) Les travaux de typologie d'habitats antérieurs

Avant Madibenthos, nous disposions de trois typologies des habitats pour la Martinique :

- La liste des biocénoses proposées en 1997 dans le cadre du programme ZNIEFF (Guillaume et al. 1997) : il s'agit d'une liste de 45 biocénoses, basée sur une approche experte, à finalité de gestion (désignation de ZNIEFF), s'appuyant sur des connaissances spatialement limitées et

¹ CIEM : Conseil International pour l'Exploration de la Mer (ou ICES International Council for the Exploration of the Sea)

antérieures à 1997 (l'essentiel de l'information pour la Martinique provenant de la campagne Corantilles II de 1983-1984).

- Une liste de 16 biocénoses, utilisée pour un travail de cartographie des biocénoses marines en Guadeloupe (Boutry 2001, rapport DESS encadré par C. Bouchon et D. Imbert) à partir de photographies aériennes (et validation terrain) et de transect vidéo pour la partie plus profonde.
- Une typologie issue de la précédente, utilisée dans le cadre d'une cartographie des habitats marins de la Martinique (Legrand et al. 2012). Cette typologie proposant 7 types d'habitats, est adaptée à une approche par télédétection optique et acoustique. L'avantage de cette approche est de pouvoir fournir une information, certes thématiquement limitée, mais sur une très grande couverture géographique.

La caractérisation des habitats réalisée dans le cadre de Madibenthos s'appuie sur une approche outil (plongée + photographie) complétée d'une approche experte (pour le choix des caractères pertinents et la séparation des types), et permet d'aboutir à une typologie comparable dans son organisation et son contenu à la typologie ZNIEFF de 1997.

3) Matériel et méthode

La collecte des informations sur le terrain

À l'occasion de l'expédition Madibenthos, un effort particulier a été déployé pour collecter des informations complémentaires au strict travail d'inventaire multi-taxon habituel : des informations sur le biotope de chaque site et la liste des espèces vues, mais non récoltées.

Lors des opérations de collecte, la consigne a été donnée de réaliser un certain nombre de clichés photographiques permettant de rendre compte du paysage sous-marin prospecté. Ne pouvant prendre en photographie les paysages échantillonnés par la drague, nous avons photographié les baïlles dans lesquelles les collectes de la drague étaient déversées.

Ces clichés fournissent des informations sur la géomorphologie, sur la nature du substrat et sur les principaux taxons structurants. Un post-traitement des photographies (Cf. ce rapport, Bouchon et col.) a permis également de fournir une évaluation de l'« état de santé » des communautés coralliennes suivant la méthode proposée par Bouchon et al. (2004).

De plus, au retour de chaque opération, des entretiens semi-directifs ont été réalisés de manière à compléter ces informations sur les paysages et à les enrichir des espèces vues, mais non récoltées (en fonction des compétences taxinomiques des opérateurs).

Habituellement, lors des opérations de récolte à vue en plongée ou à marée, les espèces de grande taille (en particulier les espèces communes) déjà suffisamment échantillonnées pour les objectifs de l'inventaire ne sont plus récoltées et l'information de leur présence, qui peut avoir de l'importance dans le cadre d'autres objectifs (gestion, protection), est perdue. La récolte à vue requiert de la part de l'opérateur une attention très particulière focalisée sur les taxons cibles de sa récolte qui peut l'amener à avoir une attention très distraite sur les autres taxons et le paysage. En ajoutant à cela la disparité des compétences taxinomiques des opérateurs, l'information collectée de cette façon sur la présence des espèces, même si elle enrichit grandement notre connaissance sur chaque site, doit être considérée comme parcellaire : chaque palanquée ne disposait pas d'une personne capable d'identifier les éponges, les algues ou les échinodermes par exemple. La liste de ces espèces est fournie fait partie des données « espèces vues » de chaque station.

Constitution de la base de données photographique et identifications des espèces présentes

Dans le cadre de Madibenthos, chaque station correspond à une opération de collecte sur un site à une date donnée (cf. rapport intermédiaire Madibenthos 2016) : par exemple la « station AB157 » correspond à un brossage sur le site de Pointe Lézarde (identifié par ses coordonnées géographiques), le 7 septembre 2016. AR158 est une autre station, une opération différente (récolte à vue) menée sur le même site (mêmes coordonnées géographiques), le même jour.

Sur chaque site, le paysage sous-marin prospecté se compose d'un ou plusieurs habitats, ce dernier cas étant le plus fréquent. Les photographies prises par les plongeurs sur une station ont été rassemblées dans un seul dossier, puis dans des sous-dossiers correspondant chacun à un habitat. Les photographies d'opérations différentes menées sur un même site ont été rassemblées. Les sous-dossiers ont été remaniés jusqu'à stabilisation des descriptions des habitats. Au final ce sont 8 620 photographies et films qui ont été classés dans 280 dossiers stations et 590 sous-dossiers habitats.

Les identifications ont été réalisées par analyse des photos. Majoritairement ce sont les espèces macroscopiques qui ont pu être identifiées. Seules les photos ciblant des petits animaux comme les crevettes ou mollusques d'une taille de quelques centimètres ont été identifiées sur des photos en proxi ou macrophotographie. Les espèces non caractérisables par leur morphologie ou leur couleur n'ont pas été relevées.

La description des habitats

En l'absence de données quantifiables sur les espèces, c'est une approche experte qui a été envisagée pour caractériser les habitats. Il s'agit d'une approche biocénotique puisque la différence entre les habitats décrits repose *in fine* sur les différences du cortège d'espèces.

Sur la base des photographies collectées et des descriptions fournies lors des entretiens, les habitats de chaque station ont été caractérisés :

Les caractères du biotope considérés sont :

- **L'étagement** : un étage correspond à un « espace vertical du domaine benthique marin où les conditions écologiques, fonction de la situation par rapport au niveau de la mer, sont sensiblement constantes ou varient régulièrement entre deux niveaux critiques marquant les limites de l'étage ; la définition des étages ne fait intervenir aucune notion bathymétrique ni altitudinale, mais invoque des types fondamentaux de peuplements liés aux facteurs environnementaux, notamment abiotiques. » Pérès (1982a). Pour une description plus précise des différents étages, on se réfèrera à la publication de Dauvin et al. 2008. De manière simple :
 - L'étage supralittoral est la zone soumise à l'humectation par les vagues et les embruns ;
 - L'étage médiolittoral correspond à la zone de balancement des marées ;
 - L'étage infralittoral est la zone constamment immergée dont la limite inférieure correspond à la limite de présence des algues photophiles et magnoliophytes ; au sein de l'étage infralittoral, nous avons distingué deux sous-étages :
 - L'infralittoral supérieur peut être défini comme la zone fortement soumise à l'agitation des vagues et où l'éclairement est le plus fort, limitant ou favorisant, le développement de certaines espèces des biocénoses infralittorales ;

- L'infra-littoral inférieur peut être défini comme une zone de transition avant l'étage circalittoral caractérisé dans la Caraïbe par l'arrivée d'une faune s'ajoutant aux biocénoses des fonds durs infra-littoraux, d'antipathaires, hydraires et bryzoaires (*Reteporellina evelinae*) notamment, et la présence beaucoup plus marquée au sein des scléractiniaires des *Agaricia* notamment et l'absence des *Acropora*;
- Circalittoral : la limite inférieure est marquée par la fin de la présence des algues sciaphiles.

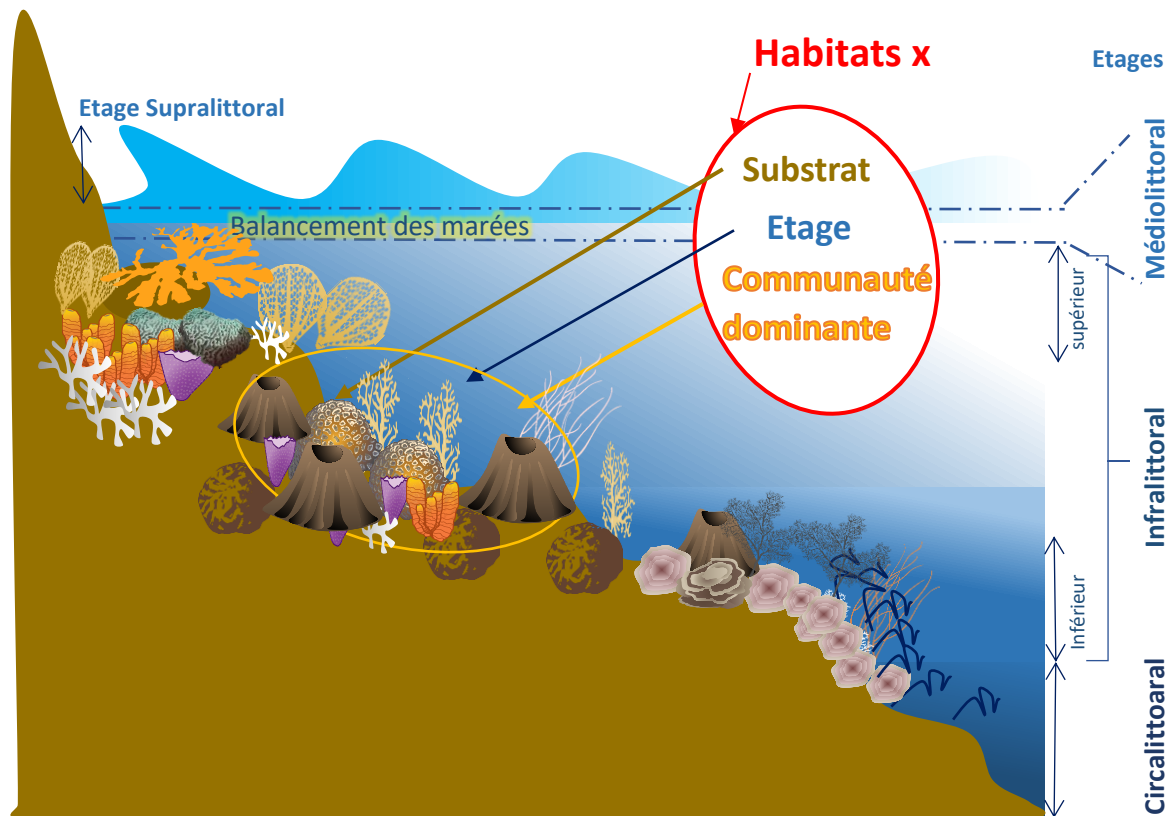


Figure 1 : Schéma récapitulatif des étages utilisés dans la typologie des habitats.

- **Le substrat** traduit la nature du fond, support de la faune sessile et des macroalgues fixées : parmi les substrats meubles nous avons distingué : vase, sable-vaseux, sable (biogène ou volcanique quand c'est possible), débris coralliens, galets et cailloutis ; et parmi des substrats durs : substrat biogène (d'origine corallienne) et substrat basaltique (roche ou bloc). On peut noter une différence importante au sein des substrats basaltiques entre des roches lisses (typiquement les mégablocs), très peu colonisées par la faune et les macroalgues, et d'autre présentant une rugosité importante (probablement du fait de leur encroutement par des organismes calcaires - algues ou coraux - morts, mais aussi par leur nature géologique) qui sont eux très densément colonisés. La distinction a été notée quand c'était possible.
- **La rugosité** : les photographies ne permettent pas toujours de fournir une information précise sur l'état de surface des substrats (la rugosité à proprement parler), sur la densité des

anfractuosités pouvant servir d'abris à la macrofaune (parfois appelée habitabilité), et la complexité géomorphologique à l'échelle du site. Néanmoins, ce caractère permettant de différencier certains types d'habitats, un indice synthétique de ces différentes échelles de « rugosité » a été renseigné sur une échelle de 1 à 4. Une valeur de 1 a été attribuée à un sable nu ou une dalle corallienne par exemple, et une valeur de 4 à un tombant de récif corallien présentant une densité importante d'anfractuosités.

- **L'hydrodynamisme** traduit le caractère exposé aux vagues et aux courants d'un habitat. La géographie/géomorphologie du site, la profondeur, l'écologie des espèces dominantes visibles sur les photographies nous renseigne sur ce caractère pour lequel nous avons proposé cinq classes : très faible, faible, modéré, fort, très fort.
- **La faune / flore structurante** : il s'agit des grands groupes taxonomiques structurants le paysage sous-marin, formant les espèces ingénieurs de l'habitat, ou les groupes visuellement les plus représentés considérés ici comme biotope. Ce sera par exemple : coraux, éponges, gorgones, macroalgues brunes, mollusques ...

Les biocénoses ont été caractérisées par :

- **Les espèces de faune et flore dominantes** : liste des espèces de la macrofaune benthique, des macroalgues et magnoliophytes visuellement les plus abondantes ou structurantes du paysage.
- **Les espèces de faune et flore caractéristiques** : liste des espèces présentes de manières significatives au sein de l'habitat, mais ni abondante ni structurante.

Par ailleurs, l'observation des images satellitaires a permis de renseigner pour chaque station un caractère supplémentaire :

- **La géomorphologie** : la géomorphologie nous informe de manière indirecte sur de nombreux paramètres abiotiques caractérisant les habitats : le caractère d'exposition aux vagues et à la houle d'un site, la nature du substrat, ou les temps de résidence relatifs des masses d'eau par exemple. La géomorphologie à l'échelle du paysage (complexe d'habitats) et à l'échelle de l'habitat a été décrite autant que possible.

Une base de données a ainsi été constituée fournissant pour la plupart des stations de Madibenthos l'habitat ou la liste des habitats prospectés pour la collecte des spécimens et dont la présence est documentée par une photographie. Si une opération de brossage se déroule généralement sur un seul habitat, les opérations de collecte à vue se restreignent rarement à un seul habitat, les plongeurs explorant l'ensemble du complexe d'habitats (paysage) du site prospecté.

Établissement de la liste d'habitats

À mesure que le travail de caractérisation avance et que la base de données stations/habitats est constituée, des similarités apparaissent entre différents sites et habitats, permettant de constituer progressivement une première liste des habitats. Rétroactivement, cette première liste amène à modifier les descriptions et sous-dossiers photographiques constitués. Ce processus d'aller-retour se

poursuit jusqu'à finalement se stabiliser sur une liste d'habitat. En parallèle de ce processus analytique, les sous-dossiers ont été transmis à un spécialiste des milieux marins martiniquais pour identification des espèces dominantes et mise en débat des choix faits sur les types d'habitats.

La liste d'habitat établie est le résultat de ce processus. Des hésitations existent encore entre les statuts d'habitat et de faciès. La soumission à des experts extérieurs au cours du processus de validation de la typologie permettra de résoudre ces derniers points.

Madibenthos 2016

505 stations

361 sites

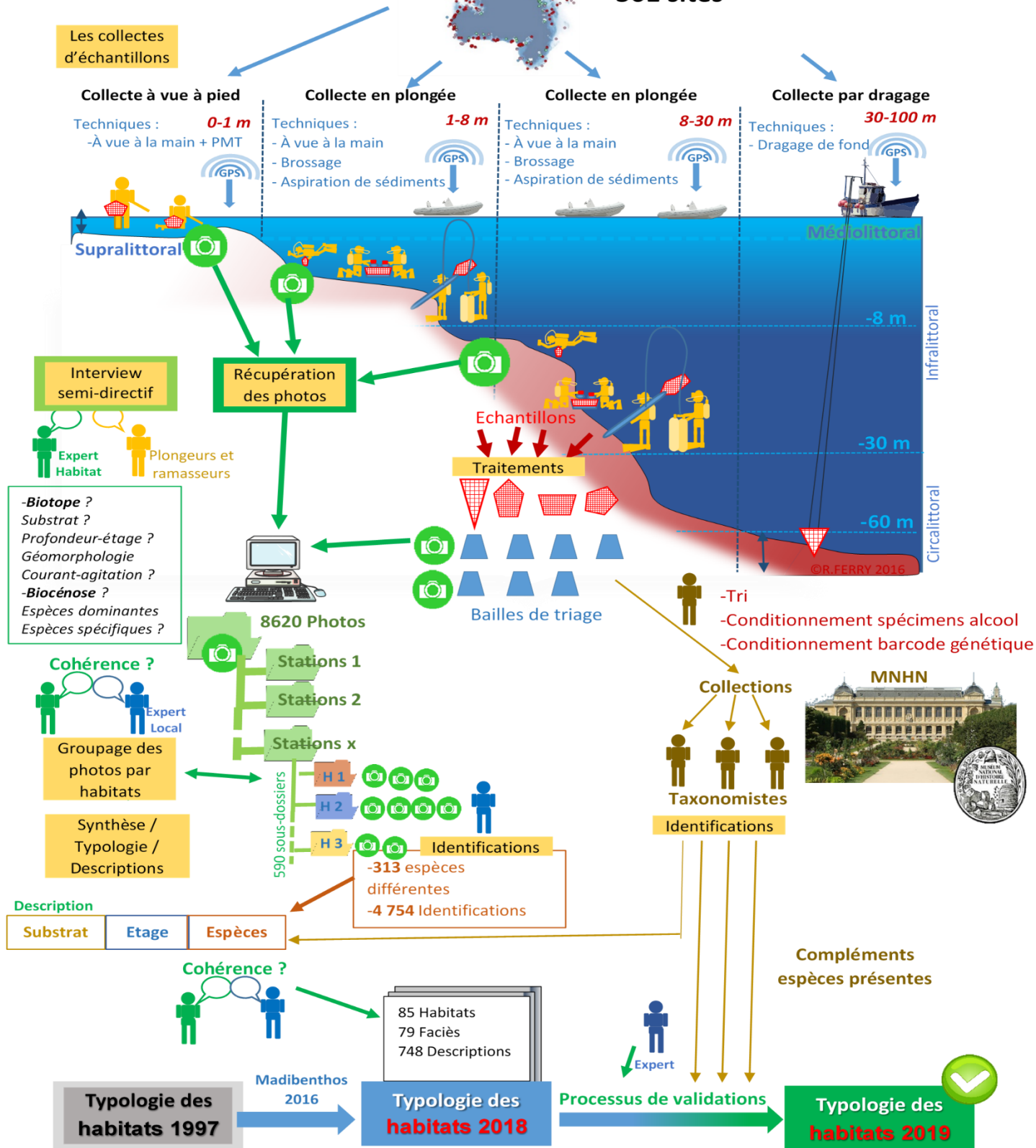


Figure 2 : Méthodologie pour l'établissement de la typologie des habitats.

4) Résultats : la liste des habitats et faciès

La liste d'espèces fournie ici est donnée à titre indicatif : il s'agit des espèces qui ont été considérées comme dominantes sur au moins une description de cet habitat à partir de la base photographique. L'analyse des 8 620 photographies aura permis de réaliser 4754 identifications et d'identifier la présence de 313 espèces différentes. L'avancée du travail d'identification du matériel collecté permettra de compléter ces listes d'espèces. Une liste d'espèces caractéristiques de chaque habitat sera fournie avec la typologie finale.

Tableau 2 : Liste des habitats et faciès

Code habitat		Nom habitat	Liste des espèces dominantes de cet habitat
	code faciès	Nom faciès	Liste des espèces dominantes de ce faciès

Les biocénoses des substrats durs du supralittoral

1.1		roche supralittorale	
1.2		blocs rocheux supralittoraux	

Les biocénoses des substrats meubles supralittoral

2.1		plage de sable	
2.2		graviers coralliens et cailloutis du supralittoral	
2.3		laisse de mer	

Illustrations :



2.3 laisse de mer (station AM008_1, photo : Laurent Charles)

Les biocénoses des substrats durs du médiolittoral

3.1		communauté du médiolittoral rocheux de mode calme	
3.2		communauté du médiolittoral rocheux battu	<i>Acanthopleura granulata</i> , <i>Littorina angustior</i>
	3.2.1	faciès à nérithes, littorines, <i>Planaxis</i>	<i>Acanthopleura granulata</i> , <i>Bunodosoma granuliferum</i> , <i>Littorina angustior</i> , <i>Purpura patula</i>
	3.2.2	faciès à chitons et balanes	
	3.2.3	faciès à <i>Sabellaria</i>	
	3.2.4	faciès à vermetes	
	3.2.5	faciès à <i>Acanthophora</i> de l'infra sup / médio	
	3.2.6	faciès à <i>Gracilaria</i>	
	3.2.7	faciès à sargasses	
3.3		flaques médiolittorales	

Illustrations :



3.2 communauté du médiolittoral rocheux battu
 3.2.3 faciès à *Sabellaria*
 (station AM009_4, photo : Laurent Charles)



3.2 communauté du médiolittoral rocheux battu
 3.2.7 faciès à sargasses fixées (station AM033_3, photo : Régis Delannoye)

Les biocénoses des substrats meubles du médiolittoral

4.1		vase colonisée par <i>Rhizophora mangle</i>	<i>Rhizophora mangle</i>
4.2		sable colonisé par <i>Rhizophora mangle</i>	<i>Rhizophora mangle</i>
4.3		sable nu médiolittoral	
4.4		sable médiolittoral brassé par les vagues	<i>Terebridae</i>
4.5		sable volcanique médiolittoral brassé par les vagues	
4.6		communauté des cailloutis et graviers mal triés du médiolittoral	<i>Dysidea etheria</i> (en BdFF)

Illustrations :



4.1 vase colonisée par *Rhizophora mangle* (station AM008_3, photo: Laurent Charles)



4.4 sable médiolittoral brassé par les vagues (station AM033_3, photo : Régis Delannoye)

Les biocénoses des substrats durs de l'infralittoral

5.1		racine de <i>Rhizophora mangle</i>	<i>Clathria</i> sp., <i>Tedania</i> (<i>Tedania</i>) <i>ignis</i> , <i>Desmapsamma anchorata</i> , <i>Dysidea etheria</i> , <i>Haliclona caerulea</i> , <i>Isognomon alatus</i> , <i>Mycale microsigmatosa</i> , <i>Sabellastarte magnifica</i>
5.2		champ de blocs à algues dressées de l'infralittoral supérieur	<i>Acanthopleura granulata</i> , <i>Agaricia humilis</i> , <i>Amphimedon compressa</i> , <i>Diadema antillarum</i> , <i>Diploria strigosa</i> , <i>Echinometra lucunter</i> , <i>Lebrunia coralligens</i> , <i>Millepora complanata</i> , <i>Millepora</i> sp., <i>Niphates amorpha</i> , <i>Sargassum</i> sp., <i>Stichodactyla helianthus</i> , <i>Tripneustes ventricosus</i>
	5.2.1	Faciès à <i>Amphiora rigida</i> , <i>Amphiora tribulus</i> , <i>Jania adherens</i>	
	5.2.2	faciès à <i>Gracilaria</i> et <i>Galaxoa</i>	
5.3		champ de blocs de l'infralittoral supérieur à <i>Millepora</i> et corallinales encroûtantes	<i>Stichodactyla helianthus</i>
5.4		roche et blocs de l'infralittoral supérieur à turf	<i>Aplysina fulva</i> , <i>Bartholomea annulata</i> , corallinales encroûtantes, <i>Desmapsamma anchorata</i> , <i>Millepora alcicornis</i> , <i>Neopetrosia carbonaria</i> , <i>Niphates amorpha</i> , <i>Pennaria disticha</i> , turf algal
5.5		champ de blocs roulés de l'infralittoral à turf	<i>Condylactis gigantea</i> , <i>Desmapsamma anchorata</i> , <i>Mycale laevis</i> , <i>Sargassum</i> sp., <i>Xestospongia muta</i>
5.6		communauté d'éponges, gorgones, coraux de l'horizon supérieur sur substrat basaltique	<i>Amphimedon compressa</i> , <i>Amphimedon erina</i> , <i>Aplysina fistularis</i> , <i>Callyspongia fallax</i> , <i>Callyspongia vaginalis</i> , <i>Dichocoenia stokesii</i> , <i>Erythropodium caribaeorum</i> , <i>Gorgonia ventalina</i> , <i>Lotrochota birotulata</i> , <i>Ircinia felix</i> , <i>Millepora alcicornis</i> , <i>Millepora complanata</i> , <i>Millepora</i> sp., <i>Muriceopsis flavida</i> , <i>Niphates amorpha</i> , <i>Niphates caribica</i> , <i>Niphates erecta</i> , <i>Xestospongia muta</i>
	5.6.1	faciès à <i>Aplysina fistularis</i>	<i>Aplysina fistularis</i> , <i>Aplysina</i> sp., <i>Callyspongia vaginalis</i> , <i>Clathria</i> sp., <i>Ircinia strobilina</i> , <i>Millepora</i> sp., <i>Niphates amorpha</i> , <i>Niphates erecta</i> , <i>Verongula rigida</i>
	5.6.2	faciès de roche ou mégablocs à <i>Millepora</i> , corallinales encroûtantes, <i>Gorgonia ventalina</i>	<i>Aiolochoia crassa</i> , <i>Amphimedon compressa</i> , <i>Aplysina fistularis</i> , <i>Callyspongia vaginalis</i> , <i>Davidaster rubiginosa</i> , <i>Desmapsamma anchorata</i> , <i>Favia fragum</i> , <i>Gorgonia ventalina</i> , <i>Lotrochota birotulata</i> , <i>Ircinia campana</i> , <i>Ircinia strobilina</i> , <i>Millepora alcicornis</i> , <i>Millepora</i> sp., <i>Mycale laevis</i> , <i>Mycale laxissima</i> , <i>Neopetrosia proxima</i> , <i>Niphates erecta</i> , <i>Niphates</i> sp., <i>Verongula</i> sp., <i>Verongula rigida</i> , <i>Xestospongia muta</i>
	5.6.3	faciès de champ de bloc	<i>Colpophyllia natans</i> , <i>Diadema antillarum</i> , <i>Erythropodium caribaeorum</i> , <i>Favia fragum</i> , <i>Gorgonia ventalina</i> , <i>Millepora alcicornis</i> , <i>Millepora</i> sp., <i>Sargassum</i> sp., <i>Stichodactyla helianthus</i> , <i>Xestospongia muta</i>
	5.6.4	faciès à <i>Gorgonia ventalina</i> dense	
	5.6.5	faciès à macroalgues	
5.7		communauté de gorgones, coraux, éponges de l'horizon intermédiaire de plateau rocheux ensablé	
	5.7.1	faciès à <i>Antillogorgia acerosa</i> dense	<i>Antillogorgia acerosa</i> , <i>Aiolochoia crassa</i> , <i>Callyspongia vaginalis</i> , <i>Eunicea flexuosa</i> , <i>Lotrochota birotulata</i> , <i>Ircinia felix</i> , <i>Ptilocaulis walpersii</i> , <i>Xestospongia muta</i>
5.8		communauté d'éponges et coraux, horizon intermédiaire, à algues dressées, fond non basaltique	<i>Agelas conifera</i> , <i>Agelas dispar</i> , <i>Agelas</i> sp., <i>Agelas sventres</i> , <i>Aiolochoia crassa</i> , <i>Amphimedon compressa</i> , <i>Aplysina fistularis</i> , <i>Colpophyllia natans</i> , <i>Madracis auretenra</i>
5.9		communauté d'éponges, coraux et gorgones de fond basaltique horizon intermédiaire	<i>Agelas clathrodes</i> , <i>Agelas conifera</i> , <i>Agelas dispar</i> , <i>Agelas</i> sp., <i>Agelas sventres</i> , <i>Aiolochoia crassa</i> , <i>Amphimedon compressa</i> , <i>Amphimedon</i> sp., <i>Aplysina cauliformis</i> , <i>Aplysina fistularis</i> , <i>Aplysina fulva</i> , <i>Aplysina lacunosa</i> , <i>Callyspongia fallax</i> , <i>Callyspongia plicifera</i> , <i>Callyspongia vaginalis</i> , <i>Clathria</i> sp., <i>Cliona delitrix</i> , <i>Condylactis gigantea</i> , <i>Desmapsamma anchorata</i> , <i>Ectyoplasia ferox</i> , <i>Eunicea flexuosa</i> , <i>Gorgonia ventalina</i> , <i>Lotrochota birotulata</i> , <i>Ircinia felix</i> , <i>Ircinia strobilina</i> , <i>Millepora alcicornis</i> , <i>Millepora complanata</i> , <i>Millepora</i> sp., <i>Muriceopsis flavida</i> , <i>Niphates caribica</i> , <i>Niphates digitalis</i> , <i>Niphates erecta</i> , <i>Spirastrella coccinea</i> , <i>Verongula</i> sp., <i>Xestospongia muta</i>
	5.9.1	faciès à algues dressées (sargasses, <i>Dictyota</i>)	
	5.9.2	faciès à turf algal de chlorophycées abondant	
	5.9.3	faciès de basalte lisse	<i>Agelas dispar</i> , <i>Aiolochoia crassa</i> , <i>Amphimedon compressa</i> , <i>Xestospongia muta</i>

	5.9.4	faciès de basalte encroûté	<i>Agelas clathrodes</i> , <i>Agelas conifera</i> , <i>Agelas dispar</i> , <i>Agelas sp.</i> , <i>Agelas sventres</i> , <i>Aiolochoiria crassa</i> , <i>Amphimedon compressa</i> , <i>Aplysina cauliformis</i> , <i>Aplysina fistularis</i> , <i>Aplysina sp.</i> , <i>Callyspongia fallax</i> , <i>Callyspongia plicifera</i> , <i>Callyspongia vaginalis</i> , <i>Cliona sp.</i> , <i>Desmapsamma anchorata</i> , <i>Ectyoplasia ferox</i> , <i>Halisarca caerulea</i> , <i>Iotrochota birotulata</i> , <i>Ircinia strobilina</i> , <i>Mycale laevis</i> , <i>Neopetrosia proxima</i> , <i>Niphates amorpha</i> , <i>Niphates caribica</i> , <i>Niphates digitalis</i> , <i>Niphates erecta</i> , <i>Niphates sp.</i> , <i>Verongula sp.</i>
	5.9.5	faciès de communauté d'éponges et coraux de l'horizon intermédiaire de plateau rocheux ensablé	<i>Agelas clathrodes</i> , <i>Agelas sventres</i> , <i>Aiolochoiria crassa</i> , <i>Amphimedon compressa</i> , <i>Aplysina fistularis</i> , <i>Callyspongia plicifera</i> , <i>Callyspongia vaginalis</i> , <i>Desmapsamma anchorata</i> , <i>Iotrochota birotulata</i> , <i>Niphates amorpha</i> , <i>Niphates digitalis</i>
	5.9.6	faciès de communauté d'éponges et coraux de l'horizon intermédiaire sous influence de courants de fond	<i>Agelas clathrodes</i> , <i>Agelas conifera</i> , <i>Amphimedon compressa</i>
	5.9.7	faciès du large	
	5.9.8	faciès de tombant	
5.10		communauté d'éponges et coraux, horizon inférieur	<i>Agelas clathrodes</i> , <i>Agelas conifera</i> , <i>Agelas dispar</i> , <i>Agelas sp.</i> , <i>Agelas sventres</i> , <i>Aiolochoiria crassa</i> , <i>Amphimedon compressa</i> , <i>Aplysina fistularis</i> , <i>Aplysina sp.</i> , <i>Callyspongia fallax</i> , <i>Callyspongia plicifera</i> , <i>Clathria sp.</i> , <i>Clathria venosa</i> , <i>Halisarca caerulea</i> , <i>Ircinia felix</i> , <i>Ircinia strobilina</i>
	5.10.1	faciès à sargasses (sargasses de grande taille)	
5.11		communauté d'éponges, gorgones et coraux sur paroi verticale	
	5.11.1	communauté d'éponges, gorgones et coraux sur paroi verticale horizon supérieur	<i>Aiolochoiria crassa</i> , <i>Aplysina fistularis</i> , <i>Callyspongia plicifera</i> , <i>Callyspongia vaginalis</i> , <i>Clathria sp.</i> , <i>Iotrochota birotulata</i> ,
	5.11.2	communauté d'éponges, gorgones et coraux sur paroi verticale horizon intermédiaire	<i>Agelas clathrodes</i> , <i>Agelas dispar</i> , <i>Aiolochoiria crassa</i> , <i>Callyspongia fallax</i> , <i>Callyspongia vaginalis</i> , <i>Clathria sp.</i> , <i>Clathria venosa</i> , <i>Halisarca caerulea</i> , <i>Ircinia strobilina</i> , <i>Niphates caribica</i> , <i>Plakortis angulospiculatus</i> , <i>Spirastrella coccinea</i> , <i>Svenzea zea</i> , <i>Xestospongia muta</i>
5.12		communauté d'éponges, coraux et gorgones, horizon supérieur, massif de crête récifale	<i>Acropora palmata</i> (mort), <i>Antillologorgia acerosa</i> , <i>Diploria strigosa</i> , <i>Gorgonia ventalina</i> , <i>Millepora sp.</i> , <i>Orbicella annularis</i> , <i>Orbicella faveolata</i> , <i>Plexaura homomalla</i> , <i>Porites porites</i> , <i>Siderastrea siderea</i>
5.13		communauté d'éponges et coraux, horizon intermédiaire sur substrat biogène	<i>Agelas clathrodes</i> , <i>Agelas conifera</i> , <i>Aiolochoiria crassa</i> , <i>Amphimedon compressa</i> , <i>Aplysina archeri</i> , <i>Briarum asbestinum</i> , <i>Callyspongia fallax</i> , <i>Erythropodium caribaeorum</i> , <i>Eunicea flexuosa</i> , <i>Eunicea sp.</i> , <i>Gorgonia ventalina</i> , <i>Millepora alcicornis</i> , <i>Muriceopsis flavida</i>
	5.13.1	faciès de plateforme ensablée	<i>Agelas conifera</i> , <i>Aiolochoiria crassa</i> , <i>Amphimedon compressa</i> , <i>Aplysina fistularis</i> , <i>Callyspongia fallax</i> , <i>Callyspongia plicifera</i> , <i>Callyspongia vaginalis</i> , <i>Desmapsamma anchorata</i>
	5.13.2	faciès à macroalgues de plateforme ensablée	
	5.13.3	faciès sur débris corallien et corail digité mort	
	5.13.4	faciès dégradé sous influence de sédiments	<i>Niphates erecta</i>
	5.13.5	faciès de communauté corallienne bien développée	<i>Agaricia lamarcki</i> , <i>Madracis auretenra</i> , <i>Orbicella annularis</i> , <i>Orbicella faveolata</i>
	5.13.6	faciès à macroalgues	
5.14		communauté de coraux, éponges de milieu turbide	<i>Agelas conifera</i> , <i>Agelas dispar</i> , <i>Agelas sp.</i> , <i>Agelas sventres</i> , <i>Aiolochoiria crassa</i> , <i>Amphimedon compressa</i> , <i>Aplysina cauliformis</i> , <i>Aplysina fistularis</i> , <i>Aplysina fulva</i> , <i>Desmapsamma anchorata</i> , <i>Diplastrella megastellata</i> , <i>Dysidea etheria</i>
	5.14.1	faciès de plateforme corallienne envasée à colonies coralliennes de grande taille	<i>Agelas conifera</i> , <i>Agelas dispar</i> , <i>Agelas sp.</i> , <i>Agelas sventres</i> , <i>Amphimedon compressa</i> , <i>Aplysina cauliformis</i> , <i>Aplysina fulva</i> , <i>Callyspongia vaginalis</i> , <i>Ectyoplasia ferox</i>
	5.14.2	faciès des débris et fonds durs épars	<i>Amphimedon compressa</i> , <i>Aplysina cauliformis</i> , <i>Aplysina fulva</i> , <i>Erythropodium caribaeorum</i> , <i>Iotrochota birotulata</i> , <i>Niphates erecta</i> ,
5.15		communauté de coraux, éponges de milieu turbide, étage inférieur	<i>Amphimedon compressa</i> , <i>Ircinia felix</i>
5.16		dalle corallienne nue	
5.17		communauté de coraux et algues de pâté corallien de platier de récif barrière	<i>Agaricia agaricites</i> , <i>Diploria strigosa</i> , <i>Orbicella faveolata</i> , <i>Porites astreoides</i> , <i>Porites porites</i>
5.18		communauté corallienne de front récifal semi-abrité de l'infralittoral supérieur	

	5.18.1	faciès à <i>Madracis auretenra</i>	<i>Acropora palmata</i> , <i>Amphimedon compressa</i> , <i>Colpophyllia natans</i> , <i>Millepora alcornis</i> , <i>Millepora complanata</i> , <i>Orbicella faveolata</i> , <i>Stichodactyla helianthus</i>
	5.18.2	Faciès à <i>Orbicella annularis</i>	<i>Agaricia agaricites</i> , <i>Iotrochota birotulata</i>
5.19		communauté de gorgones, coraux et éponges de platier de récif barrière ennoyé	<i>Antillogorgia acerosa</i> , <i>Erythropodium caribaeorum</i> , <i>Eunicea flexuosa</i> , <i>Gorgonia ventalina</i> , <i>Millepora complanata</i> , <i>Millepora sp.</i> , <i>Muricea muricata</i>
	5.19.1	faciès de l'horizon supérieur à <i>Acropora palmata</i>	<i>Acropora palmata</i> , <i>Acropora prolifera</i> , <i>Agelas conifera</i> , <i>Aiolochroia crassa</i> , <i>Amphimedon compressa</i> , <i>Antillogorgia acerosa</i> , <i>Callyspongia plicifera</i> , <i>Diploria strigosa</i> , <i>Erythropodium caribaeorum</i> , <i>Eunicea flexuosa</i> , <i>Gorgonia ventalina</i> , <i>Meandrina jacksoni</i> , <i>Meandrina meandrites</i> , <i>Millepora sp.</i> , <i>Montastraea cavernosa</i> , <i>Niphates erecta</i> , <i>Orbicella annularis</i> , <i>Orbicella faveolata</i> , <i>Xestospongia muta</i>
	5.19.2	Faciès à gorgones (forêt de gorgones)	<i>Acropora cervicornis</i> , <i>Acropora palmata</i> , <i>Agelas clathrodes</i> , <i>Agelas dispar</i> , <i>Agelas sventres</i> , <i>Aiolochroia crassa</i> , <i>Amphimedon compressa</i> , <i>Antillogorgia acerosa</i> , <i>Aplysina cauliformis</i> , <i>Aplysina fistularis</i> , <i>Colpophyllia natans</i> , <i>Erythropodium caribaeorum</i> , <i>Eunicea flexuosa</i> , <i>Eunicea mammosa</i> , <i>Eunicea sp.</i> , <i>Eunicea tourneforti</i> , <i>Gorgonia ventalina</i> , <i>Iotrochota birotulata</i> , <i>Ircinia campana</i> , <i>Ircinia felix</i> , <i>Ircinia strobilina</i> , <i>Millepora alcornis</i> , <i>Millepora sp.</i> , <i>Muricea muricata</i> , <i>Muriceopsis flavida</i> , <i>Mycale laevis</i> , <i>Niphates digitalis</i> , <i>Niphates sp.</i> , <i>Pterogorgia anceps</i> , <i>Verongula rigida</i> , <i>Xestospongia muta</i>
	5.19.3	Faciès à <i>Acropora cervicornis</i>	
	5.19.4	communauté d'éponges, gorgones et coraux de tombant de récif barrière ennoyé	
5.20		communauté de pente de récif barrière ennoyé	<i>Cryptomenia seminervis</i> , <i>Porites astreoides</i> , turf algal, <i>Xestospongia muta</i>
	5.20.1		
	5.20.2		
5.21		communauté récifale de pente de récif sous influence côtière exposé	<i>Acropora palmata</i> , <i>Callyspongia fallax</i> , <i>Colpophyllia natans</i> , <i>Diploria strigosa</i> , <i>Erythropodium caribaeorum</i> , <i>Eunicea flexuosa</i> , <i>Eunicea sp.</i> , <i>Eunicea tourneforti</i> , <i>Gorgonia ventalina</i> , <i>Iotrochota birotulata</i> , <i>Madracis decactis</i> , <i>Millepora complanata</i> , <i>Millepora sp.</i> , <i>Muricea muricata</i> , <i>Muriceopsis flavida</i> , <i>Mycale laevis</i> , <i>Niphates amorpha</i> , <i>Orbicella faveolata</i>
5.22		communauté récifale de pente de récif sous influence côtière semi-abrité	
	5.22.1	faciès à gorgones denses (forêt de gorgones)	<i>Amphimedon compressa</i> , <i>Amphimedon erina</i> , <i>Antillogorgia acerosa</i> , <i>Aplysina fulva</i> , <i>Colpophyllia natans</i> , <i>Diploria strigosa</i> , <i>Erythropodium caribaeorum</i> , <i>Eunicea flexuosa</i> , <i>Eunicea fusca</i> , <i>Eunicea succinea</i> , <i>Iotrochota birotulata</i> , <i>Ircinia strobilina</i> , <i>Millepora alcornis</i> , <i>Millepora sp.</i> , <i>Mycale laevis</i> , <i>Porites astreoides</i> , <i>Porites sp.</i> , <i>Pterogorgia anceps</i> , <i>Stichodactyla helianthus</i>
	5.22.2	faciès de débris coralliens	
	5.22.3	faciès de platier à anémones <i>Stichodactyla helianthus</i>	
	5.22.4	faciès des constructions coralliennes de lagon	
5.23		communauté des fonds rocheux côtiers battus	
5.24		communauté de gorgones, coraux, éponges de l'horizon intermédiaire de fort hydrodynamisme	<i>Agelas clathrodes</i> , <i>Agelas conifera</i> , <i>Callyspongia vaginalis</i> , <i>Desmapsamma anchorata</i>
	5.24.1	faciès brouté	
5.25		communauté de gorgones, coraux, éponges de l'horizon inférieur de fort hydrodynamisme	
5.26		communauté de gorgones, coraux, éponges de l'horizon supérieur de fort hydrodynamisme sur fond dur biogène	
5.27		paroi rocheuse verticale exposée, horizon supérieur	
	5.27.1	faciès à cirripèdes	
5.28		paroi rocheuse verticale exposée, horizon inférieur	<i>Agelas clathrodes</i> , <i>Agelas conifera</i>
5.29		communauté des fonds rocheux atlantique de fort hydrodynamisme du large	<i>Agelas clathrodes</i> , <i>Aiolochroia crassa</i> , <i>Aplysina fistularis</i> , <i>Millepora sp.</i> , <i>Spirastrella coccinea</i> , <i>Verongula sp.</i> , <i>Xestospongia muta</i>
5.30		fonds durs basaltiques à Sargasses	

	5.30.1	faciès supérieur à <i>Aplysina fistularis</i>	
	5.30.2	faciès (intermédiaire) à <i>Xestospongia muta</i>	
5.31		fond de corail mort et débris corallien sur sable, à sargasses	
5.32		fonds durs (d'origine biogène) à Sargasses, <i>Dictyota</i> et <i>Xestospongia muta</i>	<i>Agelas conifera</i> , <i>Agelas dispar</i> , <i>Agelas</i> sp., <i>Agelas sventres</i> , <i>Aiolochroia crassa</i> , <i>Antillogorgia acerosa</i> , <i>Aplysina cauliformis</i> , <i>Aplysina fistularis</i> , <i>Callyspongia plicifera</i> , <i>Dictyopteris</i> sp., <i>Diploria strigosa</i> , <i>Eunicea flexuosa</i> , <i>Gorgonia ventalina</i> , <i>Iotrochota birotulata</i> , <i>Ircinia strobilina</i> , <i>Ircinia strobilina</i> , <i>Montastraea cavernosa</i> , <i>Orbicella faveolata</i> , <i>Sargassum</i> sp., <i>Siderastrea siderea</i> , <i>Spirastrella coccinea</i> , <i>Verongula gigantea</i> , <i>Xestospongia muta</i>
	5.32.1	faciès à <i>Dictyopteris</i> , <i>Stypopodium</i> , sargasse et <i>Dictyota</i>	<i>Aplysina cauliformis</i> , <i>Aplysina fistularis</i> , <i>Aplysina</i> sp., <i>Callyspongia vaginalis</i> , <i>Panulirus argus</i> , <i>Sargassum</i> sp., <i>Xestospongia muta</i>
5.33		fonds durs à sargasses de plateforme côtière récifale	<i>Acropora palmata</i> , <i>Clathria</i> sp., <i>Condylactis gigantea</i> , <i>Gorgonia ventalina</i> , <i>Siderastrea siderea</i> , <i>Stylaster roseus</i> , <i>Thalassia testudinum</i> , <i>Tripneustes ventricosus</i>
5.34		fonds dur à algues brunes et gorgones	<i>Eunicea tourneforti</i> , <i>Gorgonia flabellum</i> , <i>Gorgonia mariae</i> , <i>Gorgonia ventalina</i>
5.35		communauté de tombant de récif semi-abrité (mixte algues-corail-gorgones)	<i>Antillogorgia acerosa</i> , <i>Eunicea flexuosa</i> , <i>Gorgonia ventalina</i> , <i>Orbicella annularis</i>
5.36		algueraie de platier récifal de récif frangeant de l'infralittoral supérieur à fort hydrodynamisme	<i>Erythropodium caribaeorum</i>
5.37		algueraie de platier de récif barrière (non dominé par sargasses)	<i>Erythropodium caribaeorum</i> , <i>Gorgonia ventalina</i> , <i>Niphates</i> sp., <i>Porites astreoides</i> , <i>Porites porites</i> , <i>Sargassum</i> sp., <i>Syringodium filiforme</i> , <i>Thalassia testudinum</i>
5.38		algueraie à sargasses de l'infra sup de platier de récif barrière	<i>Acropora palmata</i> (mort), <i>Dictyota</i> sp., <i>Ophiocoma</i> sp., <i>Sargassum</i> sp.
5.39		algueraie à sargasses d'épandage détritique de platier récifal à fort hydrodynamisme	<i>Dictyota</i> sp., <i>Sargassum</i> sp.
5.40		algueraie de sargasse de pente de massif intermédiaire exposé	<i>Diploria strigosa</i> , <i>Eunicea flexuosa</i> , <i>Gorgonia ventalina</i> , <i>Millepora complanata</i> , <i>Millepora</i> sp., <i>Muricea muricata</i> , <i>Mycale laevis</i> , <i>Porites astreoides</i>
5.41		algueraie de sargasses sur débris coralliens de pente externe de récif intermédiaire	<i>Dictyota</i> sp., <i>Diploria strigosa</i> , <i>Sargassum</i> sp.
5.42		algueraie de pente interne de récif barrière	<i>Diadema antillarum</i> , <i>Sargassum</i> sp., <i>Thalassia testudinum</i> , <i>Tripneustes ventricosus</i> , <i>Xestospongia muta</i>
5.43		algueraie de pente interne de caye émergée de récif barrière (abrité)	<i>Dictyopteris</i> sp.
5.44		algueraie à sargasses de récif barrière ennoyé	<i>Aiolochroia crassa</i> , <i>Antillogorgia acerosa</i> , <i>Cinachya</i> sp., <i>Diploria strigosa</i> , <i>Siderastrea siderea</i> , <i>Xestospongia muta</i> ,
	5.44.1	faciès à <i>Acropora palmata</i>	<i>Acropora palmata</i> , <i>Agelas sventres</i> , <i>Millepora complanata</i> , <i>Millepora</i> sp., <i>Mycale laevis</i>
5.45		fond mixte côtier	
	5.45.1	faciès à <i>Thalassia testudinum</i> et corail	
	5.45.2	mosaïque d'habitats de l'infralittoral supérieur (herbier, sable et fond dur)	
5.46		fond mixte de platier récifal (herbier, algues, corail)	
	5.46.1	patch corallien d'herbier de platier récifal	<i>Amphimedon erina</i> , <i>Ircinia campana</i> , <i>Ircinia felix</i> , <i>Porites porites</i>

Illustrations :



5.32 fonds durs (d'origine biogène) à Sargasses, *Dictyota* et *Xestospongia muta*
5.32.1 faciès à *Dictyopteris*, *Stypopodium*, sargasses et *Dictyota*
(station AR064, photo : Romain Ferry)



5.9 communauté d'éponges, coraux et gorgones de fond basaltique, horizon intermédiaire
(station AR160_3, photo : Romain Ferry)



5.5 champ de blocs roulés de l'infralittoral à turf (station AR101_2, photo : Yan Buske)



5.38 algueraie à sargasses de l'infra sup de platier de récif barrière (Station AR121_1, photo : Guillaume Dirberg)



5.7 communauté de gorgones, coraux, éponges de l'horizon intermédiaire de plateau rocheux ensablé
 5.7.1 faciès à *Antillogorgia acerosa* dense (station AR464, photo : Guillaume Dirberg)



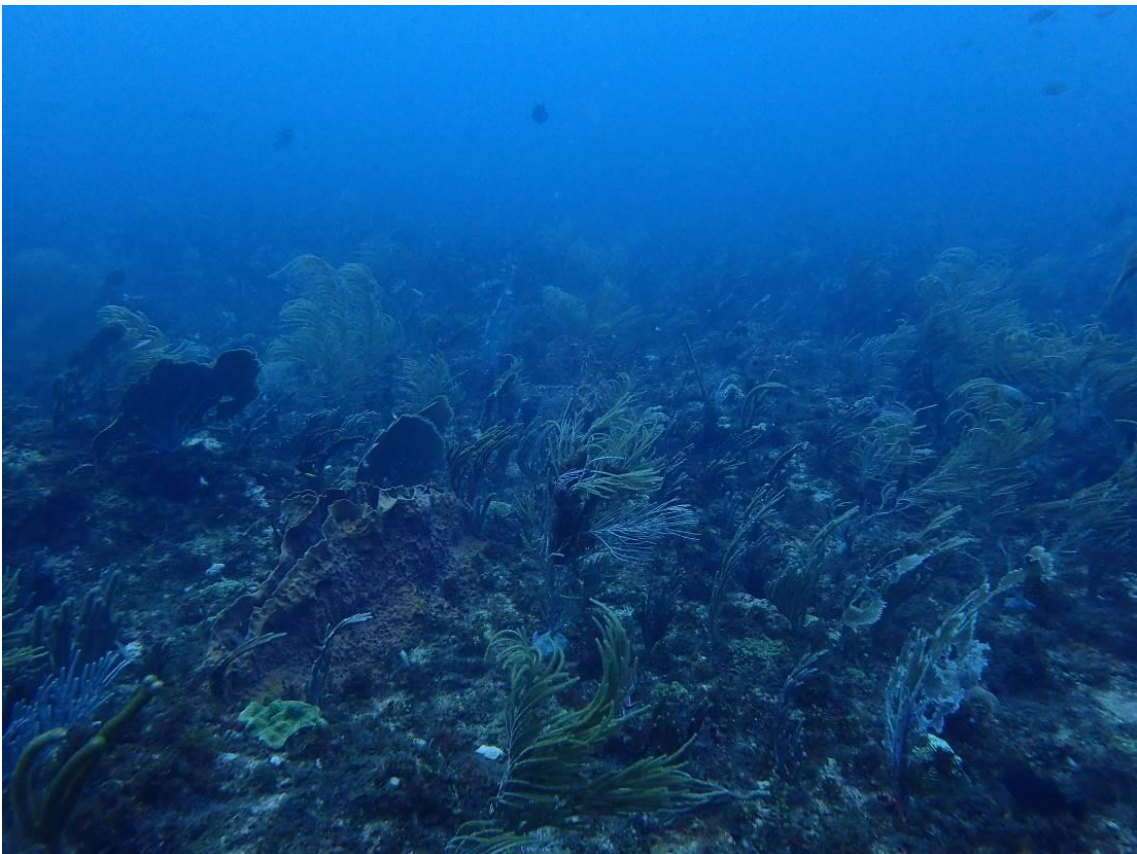
5.6 communauté d'éponges, gorgones, coraux de l'horizon supérieur sur substrat basaltique
 5.6.3 faciès de champ de bloc (AR127, photo: Guillaume Dirberg)



5.46 fond mixte de platier récifal (herbier, algues, corail) (station 453_1, photo : Guillaume Dirberg)



5.14 communauté de coraux, éponges de milieu turbide
 5.14.1 faciès de plateforme corallienne envasée à colonies coralliennes de grande taille
 (station AR473_1, photo: Guillaume.Dirberg)



5.19 communauté de gorgones, coraux et éponges de platier de récif barrière ennoyé
 5.19.2 faciès à gorgones (forêt de gorgones) (station AR080, photo : Esther Van Der Ent)



5.43 alguaire de pente interne de caye émergée de récif barrière (abrité)
(station AR141_1, photo : Guillaume Dirberg)

Les biocénoses des substrats meubles de l'infralittoral

6.1		sable de l'infralittoral supérieur brassé par les vagues	
	6.1.1	d'avant plage	
	6.1.2	de platier récifal	
6.2		vase infralittoral	
6.3		vase mésohaline	
6.4		sable vaseux infralittoral	
6.5		sable nu infralittoral	
	6.5.1	faciès d'accumulation de débris végétaux	
	6.5.2	faciès à monticules d'arénicoles	
	6.5.3	sable colonisé par <i>Halodule wrightii</i>	<i>Pennaria disticha</i>
	6.5.4	sable colonisé par <i>Thalassia testudinum</i>	<i>Isostichopus badionotus</i>
	6.5.5	faciès à cyanobactéries	
	6.5.6	sable nu infralittoral supérieur	
	6.5.7	sable nu infralittoral profond	<i>Agelas clathrodes</i> , <i>Antillogorgia acerosa</i> , <i>Eunicea flexuosa</i> , <i>Muriceopsis flavida</i> , <i>Niphates sp.</i> , <i>Pterogorgia anceps</i> ,
	6.5.8	cuvettes de sable sur fond dur	
6.6		sable volcanique infralittoral	
	6.6.1	faciès à <i>Halophila stipulacea</i>	
	6.6.2	faciès à <i>Renilla reniformis</i>	
	6.6.3	sable à <i>Penicillus</i>	<i>Desmapsamma anchorata</i>
	6.6.4	sable à anguilles jardinières	<i>Anamobea sp.</i>
	6.6.5	sable à <i>Halimeda</i>	<i>Cassiopea frondosa</i> , <i>Holothuria mexicana</i>
	6.6.6	sable à <i>Caulerpa sp.</i> et <i>Avrainvillea sp.</i>	
	6.6.7	sable volcanique infralittoral soumis aux courants	
6.7		accumulation détritique de platier de récif frangeant	<i>Thalassia testudinum</i> , <i>Tripneustes ventricosus</i>

6.8		herbier à <i>Syringodium filiforme</i>	<i>Syringodium filiforme</i>
6.9		herbier à <i>Thalassia testudinum</i>	<i>Thalassia testudinum</i>
	6.9.1	sur fond sablo-vaseux	<i>Amphimedon erina</i> , <i>Cassiopea frondosa</i> , <i>Desmapsamma anchorata</i> , <i>Dictyota sp.</i> , <i>Dysidea etheria</i> , <i>Iotrochota birotulata</i> , <i>Thalassia testudinum</i>
	6.9.2	faciès à gorgones	
	6.9.3	de platier récifal exposé au courant	<i>Tripneustes ventricosus</i>
	6.9.4	faciès à <i>Oculina diffusa</i>	<i>Amphimedon compressa</i> , <i>Aplysina fulva</i> , <i>Desmapsamma anchorata</i> , <i>Oculina diffusa</i> , <i>Porites astreoides</i> ,
6.10		herbier à <i>Syringodium filiforme</i> et <i>Thalassia testudinum</i>	<i>Syringodium filiforme</i> , <i>Thalassia testudinum</i>
6.11		herbier à <i>Syringodium filiforme</i> et <i>Thalassia testudinum</i> sur Maërl	<i>Syringodium filiforme</i> , <i>Thalassia testudinum</i>
6.12		herbier à <i>Halophila stipulacea</i>	<i>Halophila stipulacea</i>
	6.12.1	sur vase	
	6.12.2	sur sable	<i>Desmapsamma anchorata</i> , <i>Diadema antillarum</i> , <i>Halophila stipulacea</i> , <i>Iotrochota birotulata</i> , <i>Isostichopus badionotus</i> , <i>Pterogorgia anceps</i> ,
6.13		herbier à <i>Halophila stipulacea</i> et <i>Thalassia testudinum</i>	<i>Halophila stipulacea</i> , <i>Thalassia testudinum</i>
6.14		herbier à <i>Halophila stipulacea</i> et <i>Syringodium filiforme</i>	<i>Syringodium filiforme</i>
6.15		herbier à <i>Halophila stipulacea</i> , <i>Thalassia testudinum</i> et <i>Syringodium filiforme</i>	<i>Halophila stipulacea</i> , <i>Thalassia testudinum</i> , <i>Syringodium filiforme</i>

Illustrations :



6.5.3 sable colonisé par *Halodule wrightii* (station AR461_3, photo : Guillaume Dirberg)



6.10 herbier à *Syngodium filiforme* et *Thalassia testudinum*
(station AR131_2, photo: Guillaume Dirberg)



6.6 sable volcanique infralittoral
6.6.4 sable à anguilles jardinières
(station AR053_3, photo : Esther Van Der Ent)

Les biocénoses des substrats durs du circalittoral

7.1		fond dur circalittoral	
7.2		fond de débris coralliens circalittoral	
7.3		communauté sciaphile des parois verticales et surplombs	<i>Agelas clathrodes</i> , <i>Agelas conifera</i> , <i>Agelas sventres</i> , <i>Antipathes caribbeana</i> , <i>Niphatès digitalis</i> , <i>Tubastraea coccinea</i>
7.4		communauté sciaphile des grottes semi-obscurès	<i>Agelas clathrodes</i> , <i>Agelas dispar</i> , <i>Agelas sp.</i> , <i>Agelas sventres</i> , <i>Aiolochroia crassa</i> , <i>Cnidoscypus marginatus</i> , <i>Mycale laevis</i> , <i>Plakortis angulospiculatus</i> , <i>Stylaster roseus</i>
7.5		communauté sciaphile des anfractuosités	<i>Niphatès erecta</i> , <i>Stylaster roseus</i>
7.6		communauté sciaphile des grottes médiolittorales semi-obscurès	<i>Amphimedon erina</i> , <i>Niphatès sp.</i>

Illustrations :



7.2 fond de débris coralliens circalittoral (station AD615, photo : Cyril Chambard)



7.3 communauté sciaphile des parois verticales et surplombs
(station AR414_4, photo : Guillaume Dirberg)



7.5 communauté sciaphile des anfractuosités
(station AM033_9, photo : Régis Delannoye)

Les biocénoses des substrats meubles de circalittoral

8.1		maërl et gravier corallien circalittoral	
8.2		fond de sable circalittoral	
8.3		sable vaseux circalittoral	
8.4		fond de vase circalittoral	

Illustrations :



8.1 maërl et gravier corallien circalittoral (station AD233, photo : Cyril Chambard)



8.4 fond de vase circalittoral (station AD610, photo : Cyril Chambard)

5) Au-delà de la description des habitats

De la description du milieu à l'actualisation de la typologie des habitats

On s'est borné ici à fournir les caractéristiques synthétiques des **85 habitats** et **79 faciès** (à comparer aux 42 biocénoses de la typologie ZNIEFF1997) qui ont été décrits dans le cadre de ce travail de valorisation des données de Madibenthos. L'ensemble des descriptions de chaque station dont la synthèse a permis de proposer cette typologie sera fourni au format électronique. Même si l'effort d'échantillonnage de Madibenthos a été très important, il reste certains secteurs qui ont été peu ou pas explorés : la côte nord de la presqu'île de la Caravelle par exemple, la côte atlantique nord entre Sainte-Marie et Basse-Pointe qui même si nous avons pu bénéficier de conditions de mer exceptionnelles reste très exposée à la houle, ou certains fonds de baie de la côte atlantique sud. Il n'est pas impossible que quelques habitats puissent manquer à cette typologie, mais il est certain que d'autres faciès seront décrits et pourront y être intégrés. Notons aussi que les habitats du circalittoral ont été peu étudiés ne disposant que des photographies des bannes de tri dans lesquelles était versé le contenu des dragues. Pour le circalittoral en inclusion dans l'infralittoral nous disposons de peu de photographies, et les coraux de petites tailles ou nichés dans les anfractuosités n'ont pas été prélevés.

Avant de pouvoir être considéré comme un référentiel pour la Martinique (et des programmes comme ZNIEFF par exemple), il est nécessaire de passer par une phase de validation (soumission à un comité d'experts, mise au format des référentiels nationaux). La démarche est engagée et se terminera par une publication et l'adjonction de la typologie aux référentiels diffusés sur le site de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN). Des fiches habitats, proposant une iconographie (les photographies collectées par Madibenthos ne sont pas les plus adaptées pour ce volet qui nécessite des photographies de bonne qualité) et une description plus complète, pourront alors être réalisées.

Une terminologie et des codes compatibles avec ceux de la liste des biocénoses proposée en 1997 dans le cadre du programme ZNIEFF ont été adoptés par souci de cohérence et de continuité des programmes.

ATTENTION :

- 1- Les noms, codes et listes d'espèces caractéristiques proposés ici ne sont pas définitifs : le processus de validation peut amener à certaines modifications ;
- 2- Les équivalences avec la précédente typologie ZNIEFF (quand elles sont possibles) ne sont pas encore faites et feront l'objet d'un travail ultérieur.

La première intention de ce travail de typologie des habitats et de valorisation de Madibenthos était de compléter cette typologie ZNIEFF. Mais il est rapidement apparu que ça n'avait pas de sens de se borner à compléter celle-ci, puisque des modifications importantes du milieu transparaissent à la lecture de cette typologie de 1997.

Les évolutions du milieu

Certains habitats sont absents de la typologie de 1997 comme par exemple tous les habitats dominés par les macroalgues dont les sargasses : l'évolution des récifs de récifs dominés par des communautés de coraux-éponges-gorgones à des récifs dominés par des macroalgues, s'est poursuivie depuis 1997, mais a dû commencé bien avant (les publications de Adey, 1976 & 1977, signalent déjà ce remplacement, et Adey 1977 fait déjà l'hypothèse du lien avec les eaux turbides observées, probablement riches en nutriments). Peut-être que l'absence de ces habitats dans cette typologie provient de l'absence d'intérêt pour les algues à l'époque de Corantilles (pas de phycologue parmi les participants), mais cela peut également venir du fait que dans le cadre de ZNIEFF ces habitats ne sont a priori pas considérés comme « déterminant » (i.e. justifiant la désignation ZNIEFF) et n'ont donc pas fait l'objet d'un travail de description.

Certains habitats ont évolué avec des espèces caractéristiques qui ne sont plus les mêmes (forte progression de *Porites asteroides* par exemple qui devient l'espèce de corail la plus fréquemment présente).

Certains habitats ont disparu en lien avec la quasi-disparition de l'espèce ingénieure *Acropora cervicornis* et la forte régression d'*Acropora palmata*.

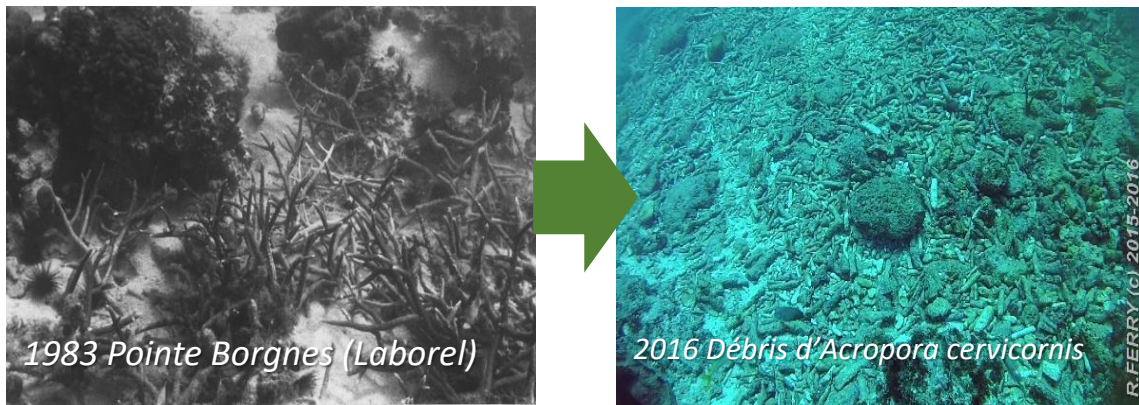


Figure 3 : exemple d'évolution du milieu : - photo de gauche : habitat structuré par *Acropora cervicornis* ; photo de droite : fond de débris corallien d'*Acropora cervicornis* sur un site duquel l'espèce est aujourd'hui totalement absente.

Il y a au moins un nouvel habitat aujourd'hui qui n'existait pas en 1997 : l'introduction d'*Halophila stipulacea* a créé un nouveau type d'herbier.



Photo 1 : herbier d'*Halophila stipulacea* (station AR151, photo: Nicole De Voogd)

Cette évolution du milieu est en partie naturelle, mais reste largement la conséquence des activités humaines. Les pressions dont l'impact est directement visible sont notamment : l'**apports en nutriments** (agriculture, eaux usées) qui favorisent la croissance des algues au détriment des coraux (photos 2 et 3), l'**hypersédimentation**, dont les signes sont visibles dans les baies à proximité des centres urbains, mais également sur les récifs adjacents (photos 4 et 5), les **dégradations physiques** par les ancrs et leur chaîne (figure 5, et photos 8 et 9), par les engins de pêche posés (photo 10) directement sur les récifs ou par les filins (figure 4, photos 6 et 7) les reliant qui arasent les récifs et

scient les éponges et les gorgones. Les macrodéchets, filets et casiers abandonnés, sont également très présents.

Outre ces modifications du milieu, une exploration plus large que celle menée en 1983-84 a permis également de compléter la liste.

Ainsi, l'évolution de la typologie ne peut être considérée comme une simple complétion de la typologie précédente : elle traduit une évolution du milieu. Il n'est donc pas pertinent de les mélanger. Il s'agit de deux synthèses réalisées à quasiment 30 ans d'écart. Un travail de comparaison plus détaillé devrait être réalisé, pour éventuellement identifier plus précisément les évolutions, et la possibilité de faire une table d'équivalence.



Photo 2: Chaetomorpha linum sur herbier, signe d'eutrophisation (station : AR459, photo : Claude Bouchon)



Photo 3 : Colonie d'Acropora palmata dégradée, progressivement couverte par des algues : l'eutrophisation favorise les algues au détriment des coraux (station AR143, photo : Zdenek Duris)

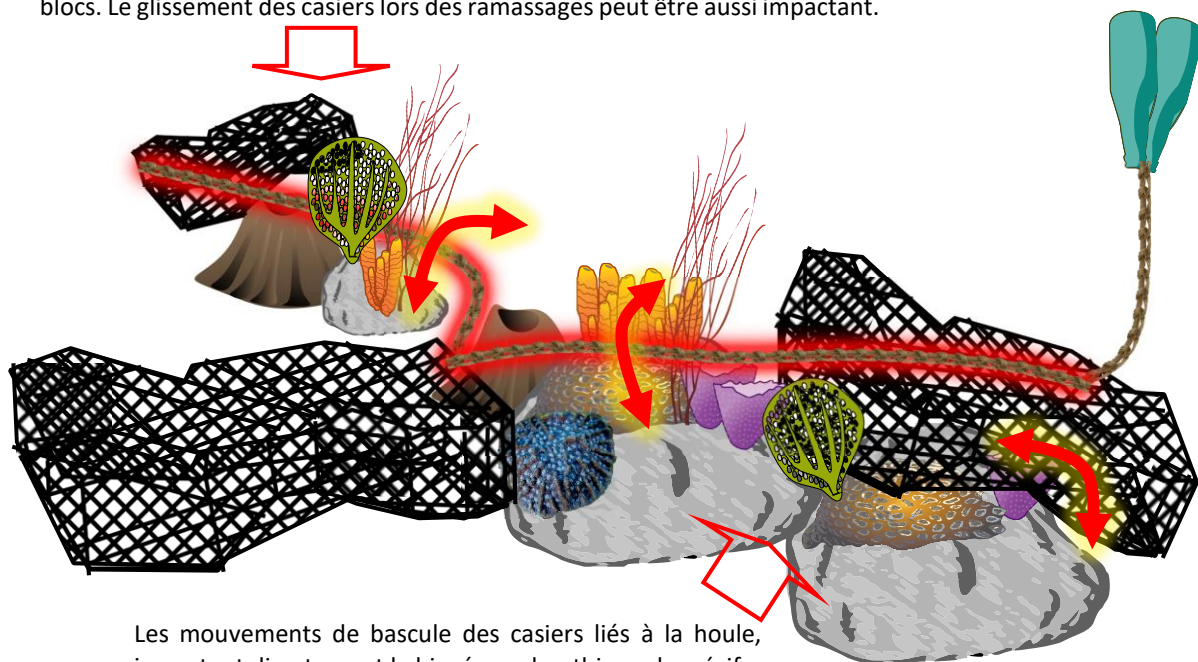


Photo 4 : tombant corallien très dégradé par hypersédimentation (station AR361, photo, Yan Buske)



Photo 5 : Colonies coralliennes soumises à l'hypersédimentation (station AR319, photo : Claude Bouchon)

Le mouvement des cordes reliant deux, ou plusieurs casiers, représente un impact direct important en décapitant la biocénose benthique sur récifs ou sur blocs. Le glissement des casiers lors des ramassages peut être aussi impactant.



Les mouvements de bascule des casiers liés à la houle, impactent directement la biocénose benthique des récifs.

Figure 4 : Impact des casiers et des cordes reliant les casiers sur les biocénoses benthiques.

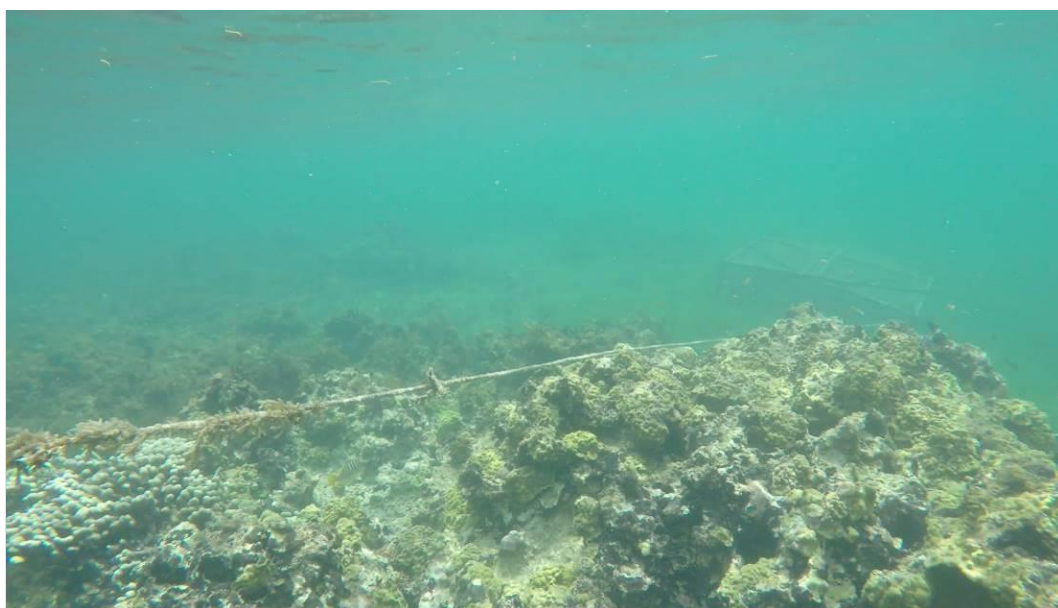


Photo 6 : filin reliant des casiers de pêche arasant les coraux (station AR131, photo : Guillaume Dirberg)



Photo 7 : filin reliant des casiers de pêche sur récif (station AR160, photo : Romain Ferry)



Photo 8 : Restes de casier sur des colonies coralliennes (station AR455, photo : Guillaume Dirberg)

Les ancres et les chaînes des bateaux impactent directement la biocénose benthique.

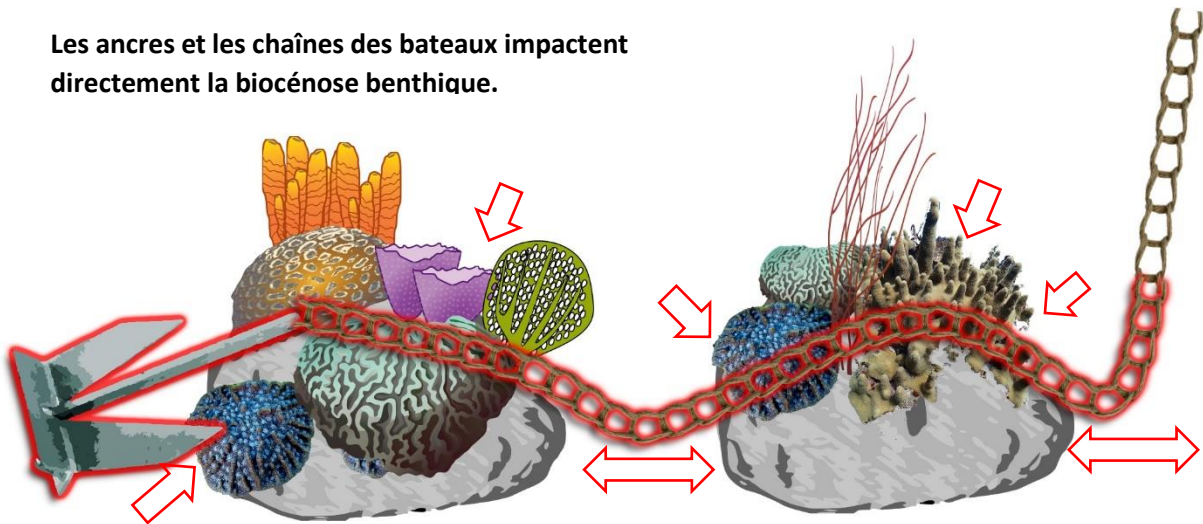


Figure 5 : Impacts des ancres et des chaînes sur la faune benthique.



Photo 9 : colonies de Madracis auretenra cassées par une ancre (station AR180, photo : Stefano SCHIAPARELLI)

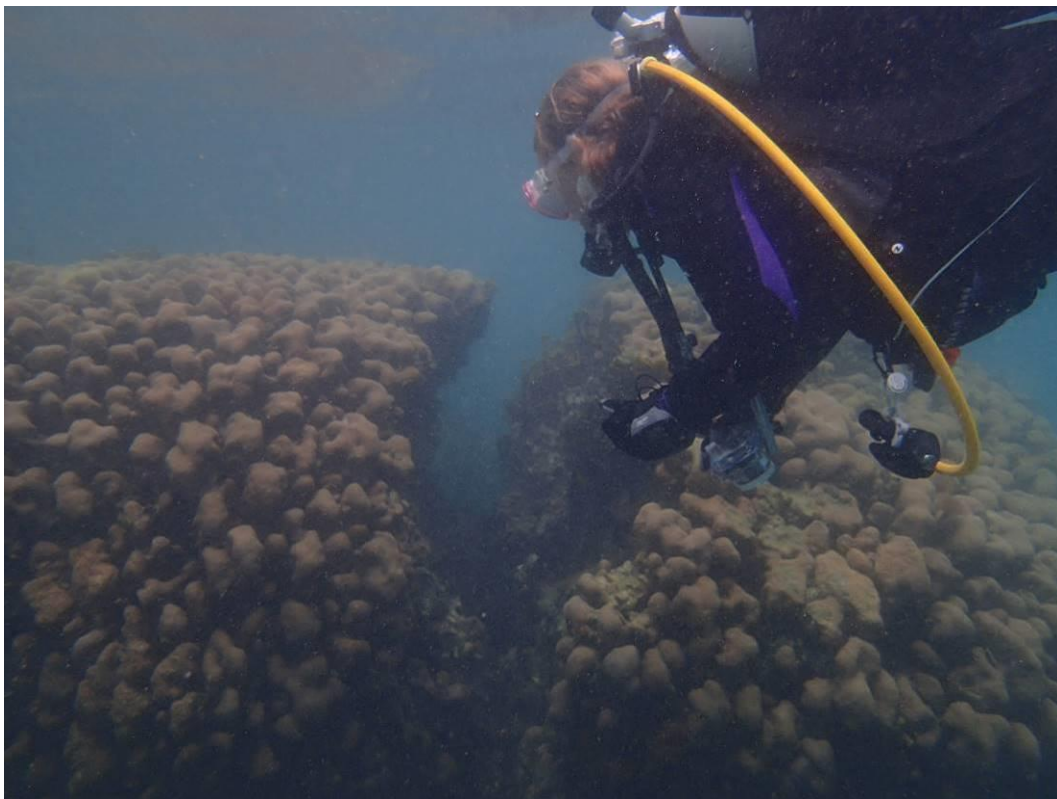


Photo 10 : colonie d'Orbicella annularis tranchée, probablement par une chaîne de mouillage (station AR319, photo : Thibaut de Bettignies)

Identification de secteurs biogéographiques

L'inventaire réalisé dans le cadre de Madibenthos n'avait pas pour finalité la fourniture de données pour permettre une analyse des communautés basée sur l'abondance des espèces. Or, à cette échelle géographique, un même cortège d'espèces est présent sur un grand nombre d'habitats, et c'est principalement la variation des abondances relatives de ces espèces d'un habitat à l'autre qui permet de distinguer ceux-ci par une analyse des communautés. Ainsi nous pourrions par exemple parler d'une seule biocénose des fonds durs basaltiques de l'infralittoral à l'échelle de la Martinique et d'un grand nombre de faciès, faciès qui traduisent une variation locale de cette biocénose du fait de conditions environnementales localement différentes.

Mais si l'on considère la diversité de ces conditions environnementales et leur traduction sur le cortège d'espèces, nous pouvons alors distinguer un grand nombre d'habitats différents qui présentent néanmoins une certaine homogénéité à l'échelle de grands secteurs géographiques. Ainsi l'analyse des photographies et la caractérisation de la géomorphologie ont permis de regrouper les différentes stations au sein de 6 grands secteurs. Ces secteurs sont définis sur la base des habitats décrits.

A posteriori, il est possible de caractériser et distinguer ces secteurs par leur géologie, leur géomorphologie et leur exposition à la houle :

1. Baie de Fort-de-France : grande baie protégée, envasée (notamment impact anthropique), constructions coralliennes anciennes (type récif réticulé) ;
2. Secteur Caraïbe Sud : côte rocheuse accore, basaltes anciens, peu exposée à la houle ;
3. Secteur Méridional (SUD) : plateforme côtière de construction corallienne ancienne, peu exposée à la houle ;
4. Secteur Atlantique Sud : côte rocheuse de basaltes anciens, complexes de constructions coralliennes : récifs barrières et récifs frangeant, exposée à la houle ;
5. Secteur Septentrional (NORD) : côte rocheuse avec plateforme continentale, basaltes plus récents, très exposée à la houle ;
6. Secteur Caraïbe Nord : côte rocheuse accore, basaltes plus récents, peu exposée.

Cette distinction en 6 secteurs concerne les habitats du médiolittoral et de l'infralittoral, correspondant à la zone côtière peu profonde (< ~40m). Pour la partie plus profonde, les habitats du circalittoral, la quasi absence de photographies *in situ* (dragages essentiellement, peu de plongées) ne permet pas de renseigner la base de donnée habitat de manière à pouvoir tirer des conclusions sur leur biogéographie.

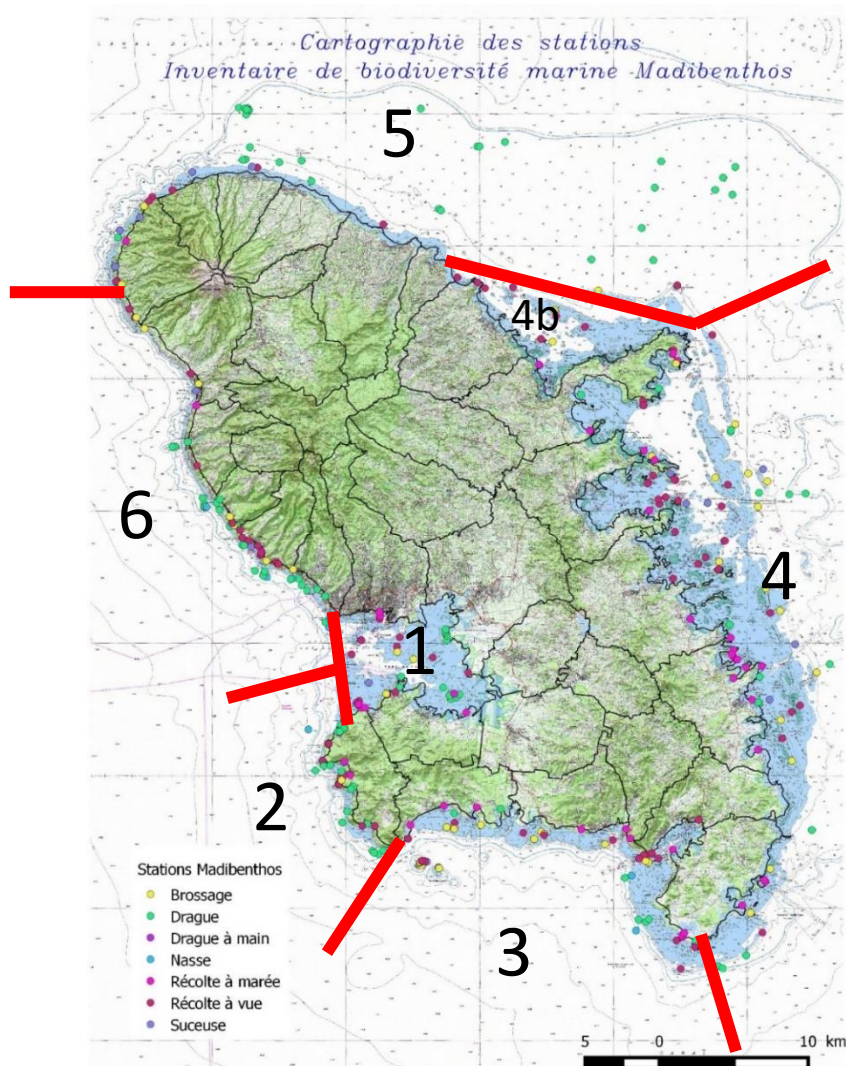


Figure 6: Carte schématique des grands secteurs biogéographiques proposés sur la base des habitats du médiolittoral et de l'infralittoral (NB : les limites des secteurs sont figurées par un trait mais il s'agit en fait de frontières graduelles ; les traits figurant les limites se prolongent au-delà de l'infralittoral uniquement par souci de clarté de l'illustration, cette sectorisation ne concerne que la partie peu profonde figurée en bleu ciel sur la carte)

Certains habitats sont caractéristiques de certains secteurs : c'est le cas par exemple de l'habitat « 5.19 communauté de gorgones, coraux et éponges de platier de récif barrière ennoyé » et son faciès « 5.19.2 faciès à gorgones (forêt de gorgones) » illustré précédemment qui ne se trouve que dans le secteur atlantique sud comme tous les habitats typiques des récifs barrières, ou de l'habitat « 5.14 communauté de coraux, éponges de milieu turbide » et le faciès associé « 5.14.1 faciès de plateforme corallienne envasée à colonies coralliennes de grande taille » présent uniquement en Baie de Fort-de-France.

5. L'ANALYSE DU JEU DE DONNEES ESPECES

Guillaume Dirberg et Guillaume Devaux

Le travail d'identification des spécimens collectés est terminé pour certaines familles de mollusques et de crustacés. À partir de ce **premier jeu de données de 373 espèces**, quelques analyses éclairant la répartition, l'état, et le statut de cette faune marine de la Martinique ont pu être menées.

Toute les analyses quantitatives ci-après s'appuient uniquement sur ce jeu de données sans que ce soit systématiquement précisé.

Le jeu de données espèces va grandir à mesure que le travail d'identification taxonomique progresse. Nous savons, à l'heure de remettre ce rapport que nous disposerons très prochainement de nouvelles familles. Les analyses conduites ici pourront ainsi être approfondies et complétées. Les conclusions tirées pour les familles actuellement dans la bases de données ne changeront pas mais les perspectives d'ensemble pourront évoluer. Nous avons néanmoins pris suffisamment de précaution pour que les conclusions tirées à partir du jeu de données disponible ne soient pas invalidées par un traitement à partir d'un jeu de données plus important (avec de nouveaux taxons). La principale avancée attendue dans un avenir proche est une analyse croisée avec la donnée habitat, objet du précédent chapitre.

1) Constitution de la base de données espèces

Au retour du terrain, lors d'un premier tri, le matériel biologique récolté est identifié au rang de la superfamille ou de la famille (tri effectué dans le cadre de la mise en collection des spécimens). Lors d'un tri secondaire, ces taxons sont confiés à des taxonomistes spécialistes qui vont classer les spécimens par morpho-espèces et nommer ces espèces quand cela sera possible (présence de nouvelles espèces ou d'espèces cryptiques). Pour certains taxons tels que les Conoidea J. Flemming, 1822; Muricoidea Rafinesque, 1815 et les Pycnogonida une approche de systématique intégrative a été utilisée pour permettre d'affiner et confirmer les délimitations d'espèces faites grâce à l'approche morphologique. Deux ans après l'expédition, les inventaires ne sont pas encore complets. Dans le cadre de cette étude, 10 superfamilles ont été analysées (tableau 2). Un effort particulier a été fait pour accélérer le traitement de certains groupes de manière à pouvoir constituer une base de donnée suffisamment importante pour permettre des premières analyses sur la base des espèces. Le stage de M2 de Guillaume Devaux a permis en particulier de traiter les Majoidea, communément appelés « crabes-araignées ».

Tableau 3 : Liste des taxons du jeu de données

Phylums	Superfamilles	Critères d'identification	Déterminateurs
ARTHROPODA Crustacea	Majoidea Samouelle, 1819	Morphologiques	Guillaume Devaux, Milan Koch (Université Ostrava, République Tchèque) & Ferran Palero (CSIC, Blanes, Espagne)
	Portunoidea Rafinesque, 1815		Milan Koch (Université Ostrava, République Tchèque)
ARTHROPODA Pycnogonida	Ascorhynchidoidea Pocock, 1904	Morphologiques /Moléculaires	Romain Sabroux (MNHN, France)
	Nymphonoidea Pocock, 1904		
	Phoxichilidoidea Sars, 1891		
	Pycnogonoidea Pocock, 1904		
	Rhynchothoracoidea Fry, 1978		
MOLLUSCA Gastropoda	Conoidea J. Fleming, 1822	Morphologiques /Moléculaires	Phil Fallon (taxonomiste non académique)
	Muricoidea Rafinesque, 1815		Bernard Garrigues & Dominique Lamy (taxonomistes non académiques)
MOLLUSCA Bivalva	Pectinoidea Rafinesque, 1815	Morphologiques	Henk Dijkstra (Naturalis Biodiversity Center, Pays-Bas)

Exemple de processus de traitement : le cas des Majoidea

Pour ce groupe de Crustacés l'identification des spécimens a été réalisée (M2 Guillaume Devaux) lors de l'atelier d'identification taxonomique du Muséum National d'Histoire Naturelle à la station biologique de Besse et Saint-Anastasie (Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, du 10 au 31 mars 2018). Les Majoidea Samouelle, 1819 ont d'abord été triés lors d'une première sélection par famille: Epialtidae MacLeay, 1838; Inachidae MacLeay, 1838; Inachoididae Dana, 1851; Majidae Samouelle, 1819 et Mithracidae MacLeay, 1838 (tableau 2). Ensuite avec l'aide de 2 taxonomistes spécialistes : Milan Koch (Université Ostrava, République Tchèque) et Ferran Palero (CSIC, Blanes, Espagne), une seconde sélection basée sur les morpho-espèces a été réalisée et des noms ont été attribués à l'aide de la littérature (Rathbun, 1925; Carmona & Poupin, 2016) et d'une base de données de photos de références. Un total de 1340 spécimens a été identifié lors de cet atelier. Chaque spécimen est associé aux données de collectes sur le terrain (code station). L'ensemble de ces données est versé dans la base de données collections INVMAR du MNHN, accessible à tous.

<https://science.mnhn.fr/institution/mnhn/collection/iu/item/search/form>

Tableau 4 : Liste des familles et genres identifiés de *Majoidea*

Familles	Genres	Nombre d'espèces
Epialtidae MacLeay, 1838	<i>Acanthonyx</i> Latreille, 1828	1
	<i>Chorinus</i> Latreille, 1825	1
	<i>Epialtus</i> H. Milne Edwards, 1834	5
	<i>Herbstia</i> H. Milne Edwards, 1834	2
	<i>Macrocoeloma</i> Miers, 1879	7
	<i>Microliassa</i> Pretzmann, 1961	2
	<i>Notolopas</i> Stimpson, 1871	1
	<i>Pelia</i> Bell, 1836	2
	<i>Picroceroides</i> Miers, 1886	1
	<i>Tyche</i> Bell, 1836	2
Inachidae MacLeay, 1838	<i>Coryrhynchus</i> Kingsley, 1880	4
	<i>Ericerodes</i> Rathbun, 1897	2
	<i>Eucinetops</i> Stimpson, 1860	1
	<i>Podochela</i> Stimpson, 1860	2
Inachoididae Dana, 1851	<i>Aepinus</i> Rathbun, 1897	1
	<i>Arachnopsis</i> Stimpson, 1871	1
	<i>Batrachonotus</i> Stimpson, 1871	1
	<i>Collodes</i> Stimpson, 1860	1
	<i>Euprognatha</i> Stimpson, 1871	1
	<i>Stenorhynchus</i> Lamarck, 1818	3
Majidae Samouelle, 1819	<i>Thersandrus</i> Rathbun, 1897	1
Mithracidae MacLeay, 1838	<i>Amphitrax</i> Windsor & Felder, 2017	3
	<i>Hemus</i> A. Milne-Edwards, 1875	1
	<i>Maguimithrax</i> Klompmaker, Portell, Klier, Prueter & Tucker, 2015	1
	<i>Mithraculus</i> White, 1847	4
	<i>Mithrax</i> Latreille, 1816	3
	<i>Nemausa</i> A. Milne-Edwards, 1875	3
	<i>Nonala</i> Windsor & Felder, 2014	1
	<i>Omalaacantha</i> Streets, 1871	3
	<i>Pitho</i> Bell, 1836	3
	<i>Teleophrys</i> Stimpson, 1860	1
	<i>Thoe</i> Bell, 1835	2
Nombre total d'espèces		67

2) Description du jeu de données espèces

Diversité

La Figure 7 illustre la relation entre le nombre d'espèces et le nombre de stations. Ces courbes d'accumulation rendent compte de la saturation de l'échantillonnage : ces courbes convergent vers un palier correspondant à la diversité totale (qui n'est que très rarement atteint). L'indice ICE (ICE pour « Incidence Coverage-based Estimator » : Chao *et al.*, 2000, Chazdon *et al.*, 1998) permet d'estimer la part de la diversité inventoriée par rapport à la diversité totale espérée (Tableau 4).

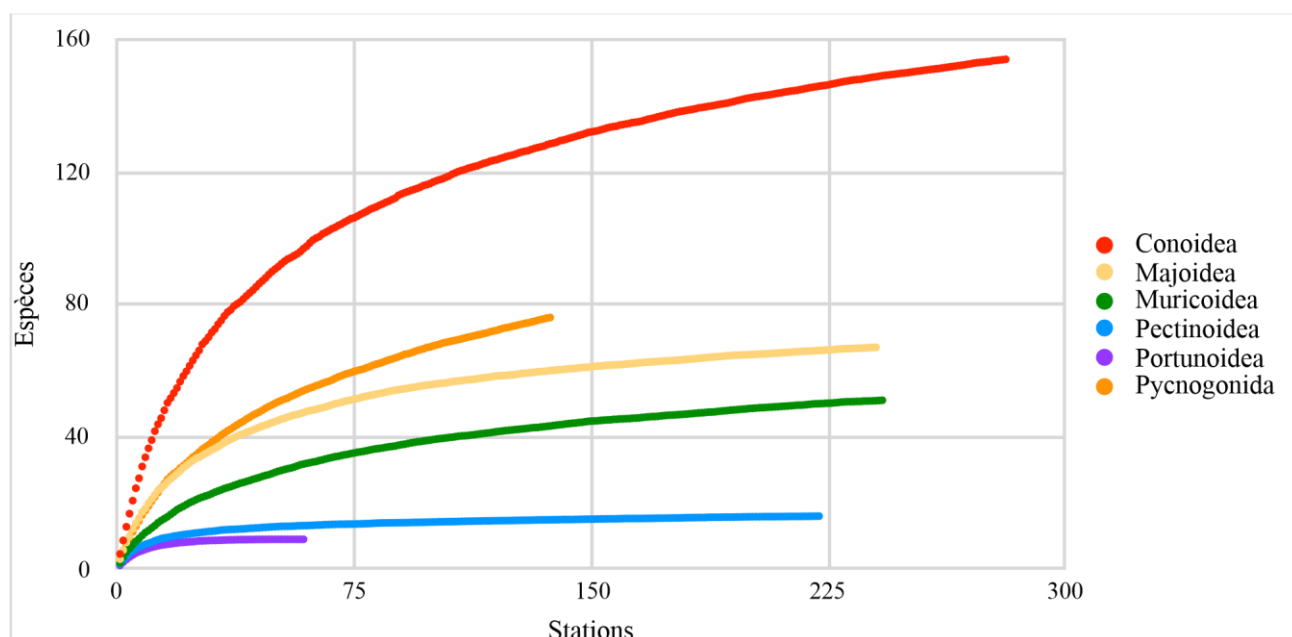


Figure 7 : courbes d'accumulation des différents taxons de la base de données

Tableau 5 : comparaison du nombre d'espèces collecté et estimé pour chaque taxon

Taxons	Diversité collectée	Diversité estimée (ICE)	Diversité collectée/estimée
Conoidea	154	179	86 %
Majoidea	67	74	90 %
Muricoidea	51	60	85 %
Pectinoidea	16	18	89 %
Portunoidea	9	9	100 %
Pycnogonida	76	108	70 %
Total	373	448	87 %

En termes de diversité d'espèces estimée, le taxon le plus diversifié est celui des Conoidea avec 179 espèces et le taxon le moins diversifié est celui des Portunoidea avec 9 espèces. Le taxon le mieux échantillonné est celui des Portunoidea avec un taux de 100 % et que le taxon le moins bien échantillonné est celui des Pycnogonida avec 70 %. L'échantillonnage réalisé dans le cadre de Madibenthos peut être considéré comme bon : plus de 85% de la diversité espérée est collectée pour la plupart des taxons, sauf les pycnogonides que leur taille et leur forme rendent particulièrement discrets et difficiles à échantillonner.

Néanmoins il faut noter que pour des questions techniques et de temps, peu de plongées ont été réalisées au-delà de -35m de profondeur, et l'essentiel de l'échantillonnage au-delà de -35m a été réalisé par dragage. Ainsi il existe un biais dans l'effort d'échantillonnage en fonction de la profondeur. Cela se traduit sur les courbes d'accumulation (Figure 8) des taxons récoltés en zones profondes (< -

35m) et peu profondes (> -35m) : la pente de la courbe d'accumulation de la zone profonde ne semble pas encore tendre vers une asymptote à la différence de celle de la zone peu profonde.

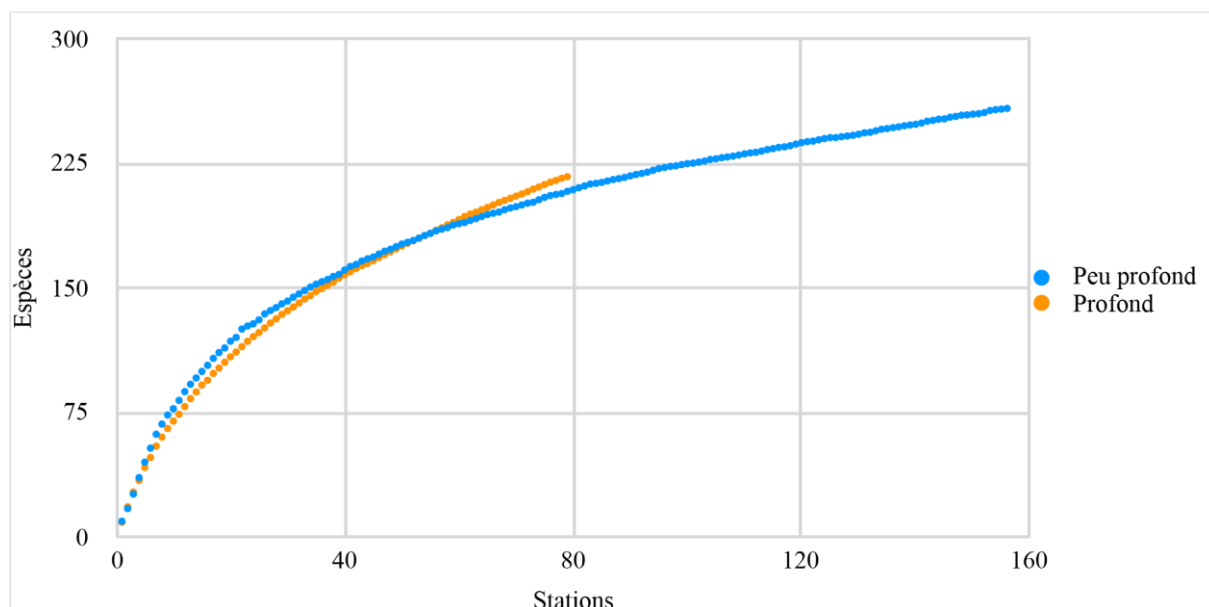


Figure 8 : Courbe d'accumulation, tout taxons de la base de données confondus, en fonction de la profondeur :
peu profond (> -35m) et profond (< -35m)

Cela se traduit également en comparant la diversité échantillonnée et la diversité estimée (ICE) :

- Peu profond : 258 espèces récoltées / 320 espèces estimées = 81%
- Profond : 217 espèces récoltées / 369 espèces estimées = 59%

La part de la diversité récoltée par rapport à la diversité estimée est beaucoup plus importante pour la zone peu profonde.

Il faut noter que ces deux zones partagent des espèces.

Abondance

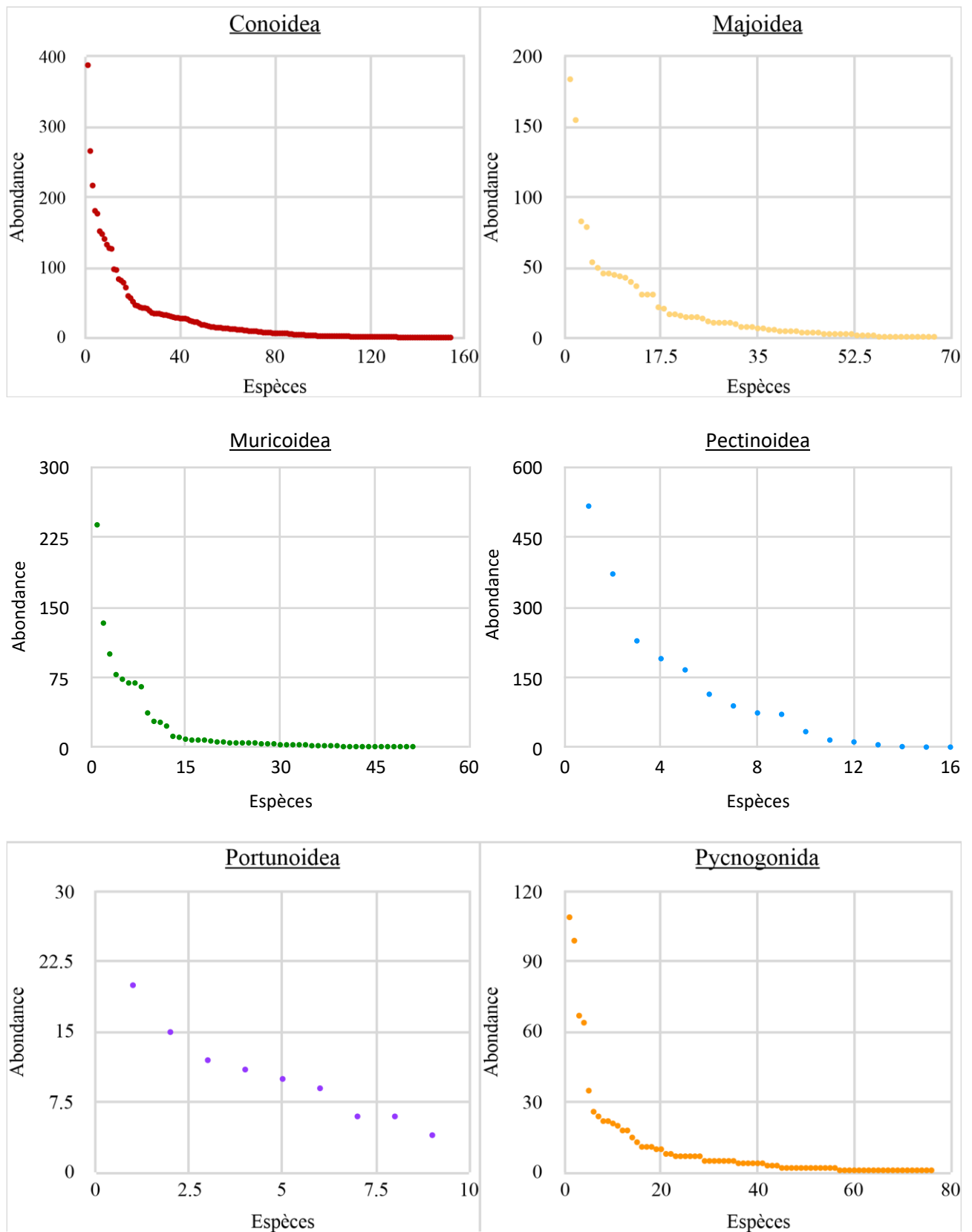


Figure 9 : Courbes abondances-rang des taxons du jeu de données

Toutes les courbes abondance-rang (Figure 9) possèdent le même aspect hyperbolique sauf pour les Portunoidea (faible nombre d'espèces). Cet aspect général traduit le fait que pour chaque taxon un petit nombre d'espèces sont très abondantes (la partie gauche du graphique) et qu'un important nombre d'espèces sont peu abondantes ou rare (la partie droite du graphique) comme l'illustre le tableau 5 ci-après comparant pour chaque superfamille le nombre d'espèces représentant 25% des spécimens récoltés et le nombre d'espèces représentés par 10 individus ou moins.

Tableau 6 : comparaison pour chaque superfamille du nombre d'espèces représentant 25% des spécimens récoltés et du nombre d'espèces représentés par 10 individus ou moins

Taxon	Nombre de spécimens récoltés	Espèces représentant 25% du nombre de spécimens total		Espèces représentées par 10 spécimens ou moins	
		Nombre	Proportion	Nombre	Proportion
Conoidea	4252	4	3%	86	56%
Majoidea	1340	2	3%	37	55%
Muricoidea	1089	1	2%	37	73%
Pectinoidea	1891	1	6%	4	25%
Portunoidea	93	2	22%	5	55%
Pycnogonida	796	2	3%	57	75%

Les espèces (tous taxons confondus) présentes sur une seule station (espèces « monostations ») sont au nombre de 90 (soit 24% des espèces récoltées) (Figure 11). Dans le détail, 34 d'entre elles sont des Conoidea (soit 22% de la diversité du taxon et 38% des espèces « mono-station »), 12 des Majoidea (soit 18% et 13%), 13 des Muricoidea (soit 25% et 15%), 2 des Pectinoidea (soit 12% et 2%) et enfin 29 des Pycnogonida (soit 38% et 32%). En revanche, aucune n'est retrouvée au sein du taxon des Portunoidea.

De plus, 18% de l'ensemble des espèces ne sont représentés que par un seul spécimen collecté (Figure 10). Ils correspondent à 22 espèces de Conoidea (14% de la diversité du taxon et 33% des singletons), 11 espèces de Majoidea (soit 16% et 16%), 12 espèces de Muricoidea (soit 24% et 18%), 2 espèces de Pectinoidea (soit 12% et 3%) et enfin 20 espèces Pycnogonida (soit 26% et 30%).

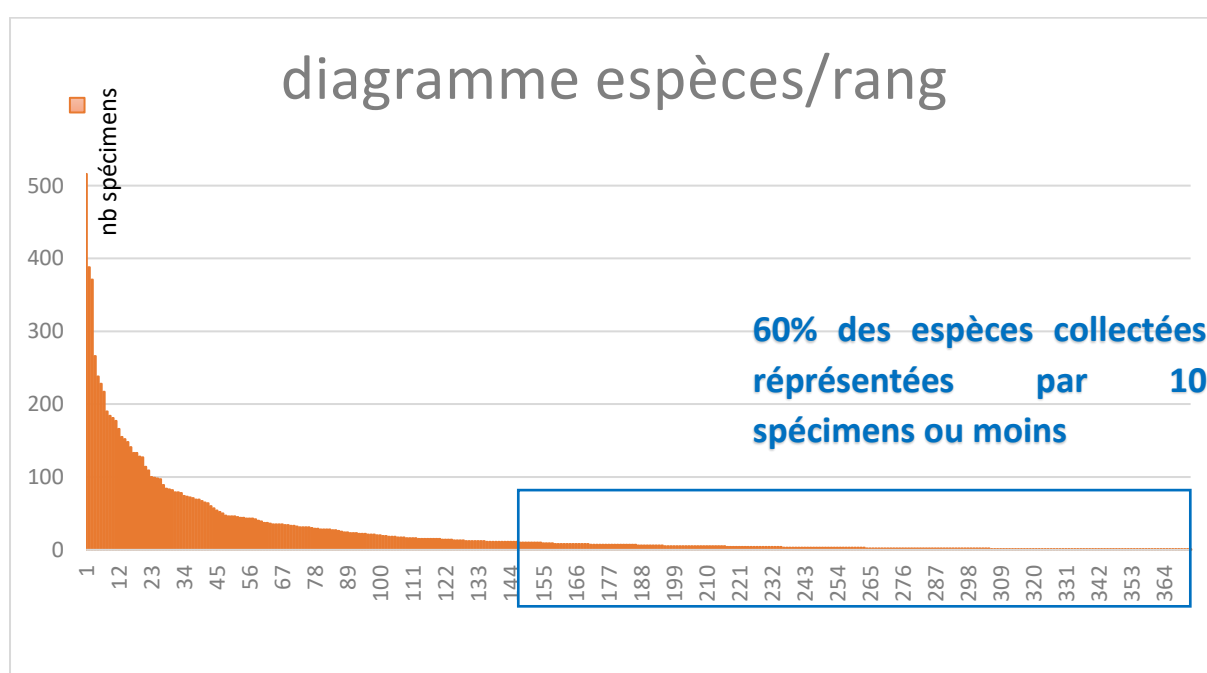
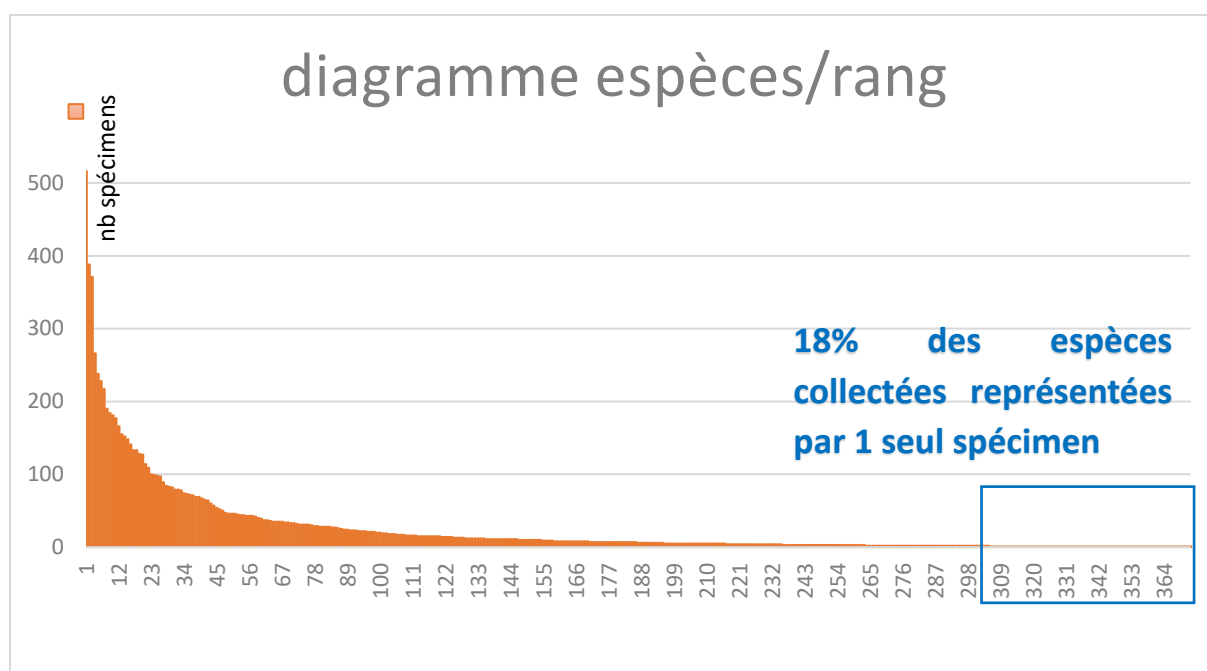


Figure 10 : diagrammes espèce/rang de l'ensemble du jeu de données

3) Analyse de la distribution des taxons « rares »

L'effort d'échantillonnage déployé lors de Madibenthos est très important comme en témoignent les courbes d'accumulations réalisées pour chaque famille (cf. supra)

Les courbes de raréfaction tracées à partir des données des collectes en vrac (brossage, suceuse, dragues), qui ne présentent pas de biais d'échantillonnage, permettent de visualiser l'importance des

espèces « rares » dans cet échantillonnage, c'est-à-dire des espèces n'étant représentées que par quelques spécimens collectés. **Dans ce rapport, nous choisissons de qualifier de rares les espèces qui n'ont été collectées que sur une seule station (par un ou plusieurs spécimens).**

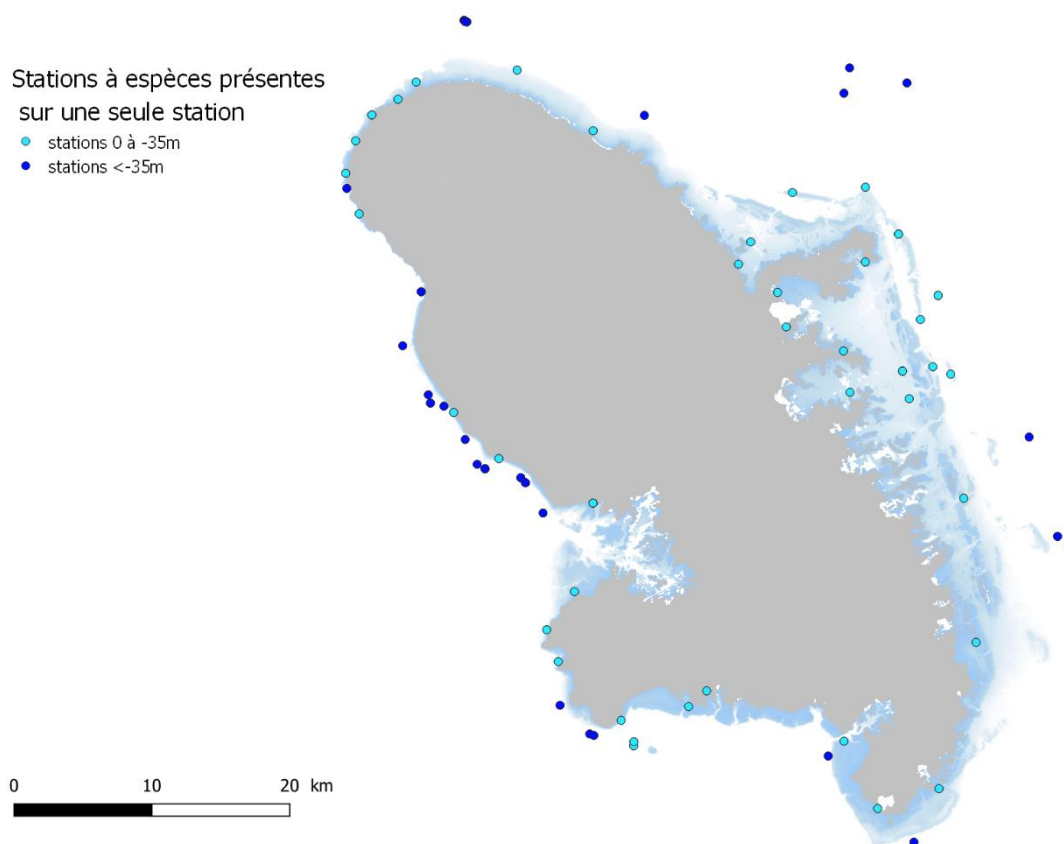


Figure 11 : Carte des stations présentant des espèces présentes sur une seule station

Les stations présentant au moins une espèce collectée une seule fois sur l'ensemble de Madibenthos ou une espèce pour laquelle plusieurs spécimens ont été collectés mais sur cette seule station, ont été extraites de la base sont représentées sur une carte de la Martinique (Figure 11). Nous obtenons une représentation de la répartition de ces espèces rares dans notre échantillonnage. Les espèces écologiquement rares, pouvant être considérées comme présentant un intérêt particulier pour la conservation de la biodiversité, font partie de ce sous-échantillon.

L'effort d'échantillonnage étant moins important en profondeur, cela peut expliquer une partie de la rareté en profondeur. Mais un effort plus important nous aurait évidemment augmenté le nombre d'espèces rares.

Néanmoins, il ressort que les espèces rares se trouvent distribuées tout autour de la Martinique. En conséquence, sous cet angle, il apparaît que **la Martinique dans son ensemble, sans préférence de secteur, est la bonne échelle de gestion de ce patrimoine naturel.** Tout choix de zone plus restreinte exclurait de fait des espèces rares.

4) Endémicité

Sur la base de notre jeu de données, nous avons comparé les espèces de la Martinique (Madibenthos 2016) et de la Guadeloupe (Karubenthos 2012) pour les taxons de la base de données. Le résultat est extrêmement étonnant compte tenu de la faible distance qui sépare les deux îles.

Tableau 7 : comparaison des espèces marines communes ou non aux deux territoires Martinique et Guadeloupe

Espèces	Guadeloupe strict	Martinique strict	Partagées	Totales	Non Partagées	Partagées
Conoidea J. Fleming, 1822	58	77	77	212	64%	36%
Majoidea Samouelle, 1819	10	20	47	77	39%	61%
Pectinoidea Rafinesque, 1815	5	6	10	21	52%	48%
Portunoidea Rafinesque, 1815	11	2	6	19	68%	32%
Total	84	105	134	323	59%	41%

Sur la base de quatre familles de mollusques et crustacés de la base de données, nous pouvons estimer que **la Guadeloupe et la Martinique n'ont que 40 % d'espèces en commun** (Tableau 6). Ces chiffres donnent une nouvelle vision de la faune caraïbe avec une endémicité de la faune marine, ou du moins une restriction de l'aire de répartition, plus importante qu'attendue. La figure 12 fournit une représentation visuelle de la répartition des espèces partagées et non partagées de la Martinique et de la Guadeloupe.

Ces résultats renforcent nettement l'enjeu associé à la conservation des espèces et des habitats marins de la Martinique, et la responsabilité de chaque territoire vis-à-vis de ce patrimoine naturel.

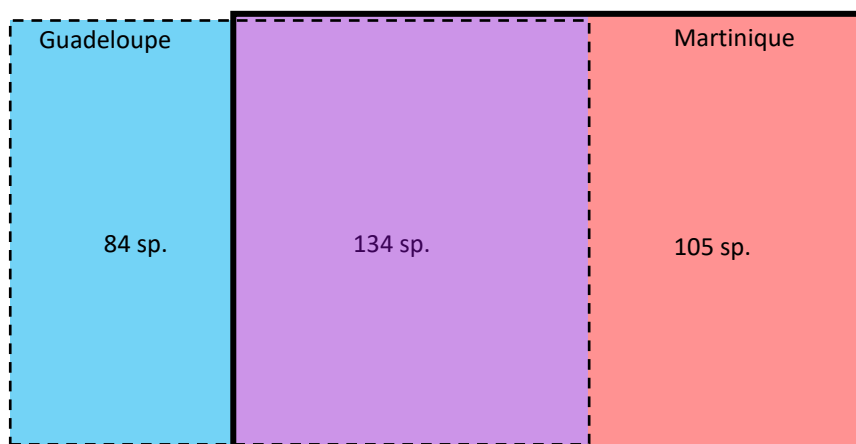


Figure 12 : Schéma représentant les espèces communes ou non aux territoires de la Martinique et de la Guadeloupe

5) Analyse des communautés

Une matrice de similarité a été construite à partir du jeu de données stations/espèces, en présence ou absence, mais également en abondance pour les données de la récolte en vrac, en faisant l'hypothèse d'un effort comparable pour un même type d'opération (chaque opération de brossage par exemple).

Tableau 8 : description des 10 classes principales obtenues par CAH (UPGMA, coeff Jaccard)

Dendrogramme simplifié (boîtes emboîtées)											Meuble circa Nord
		Dur infralittoral									
					Atl sud						
Caraïbe										Meuble infra	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	
Classes		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nombre de stations		23	18	8	41	21	8	42	9	9	32
Secteurs	Atlantique Sud	0	1	0	20	4	1	9	0	8	2
	Baie de Fort de France	5	1	3	0	0	0	4	7	0	0
	Caraïbes Nord	11	4	1	2	6	3	9	1	0	14
	Caraïbes Sud	4	6	1	2	5	0	4	1	0	0
	Nord	1	1	2	4	6	2	10	0	1	14
	Sud	2	5	1	13	0	2	6	0	0	2
Habitats (niveau1)	Fond dur médiolittoral	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	Fond meuble médiolittoral	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Fond dur infralittoral	22	12	2	35	3	1	5	0	8	0
	Fond meuble infralittoral	0	0	3	2	0	0	16	5	1	6
	Herbier	0	5	2	0	0	1	7	4	0	1
	Fond dur circalittoral	1	0	0	0	13	4	7	0	0	5
	Fond meuble circalittoral	0	1	1	0	5	1	6	0	0	19
Méthodes	Brossage	14	4	1	31	2	1	1	0	5	0
	Drague	0	7	3	1	19	5	30	9	0	29
	Nasse	0	0	1	0	0	2	6	0	0	2
	Suceuse	9	7	3	9	0	0	5	0	4	1

Du point de vue de l'analyse des communautés, seule une distinction avec la profondeur correspondant à la limite infralittoral/circalittoral est soutenue (bootstrap N=100) (cf. première séparation du dendrogramme en annexe, classe 10 dans le tableau 7). Ainsi, sur la base de ce jeu de données, du point de vue statistique, il est seulement possible de distinguer les stations de fond meuble du circalittoral des secteurs Septentrional et Caraïbes Nord, du reste des stations, correspondant à deux cortèges d'espèces significativement distincts. Cela n'est pas surprenant : l'échantillonnage n'a pas été conçu explicitement pour permettre ce type d'analyse, même en prenant

les métriques les moins sensibles aux absences, leur poids reste très important compte tenu du très grand nombre de zéros dans la matrice espèces/stations.

Néanmoins, malgré des niveaux de similarités relativement faibles, il est possible d'identifier des niveaux de coupe dans la classification permettant d'effectuer certains regroupements de stations traduisant une proximité relative des biocénoses associées. Le tableau 7 résume le dendrogramme présenté en annexe obtenu à partir de la matrice de similarité par classification hiérarchique ascendante (méthode UPGMA avec coefficient de Jaccard). Il décrit les groupes mis en évidence ; 10 classes (regroupant plus de 3 stations) ont été identifiées à un niveau de similarité de 15%. Elles sont décrites à l'aide de 3 critères : secteur géographique, habitat de niveau 1 (étagement + nature du fond) et méthode d'échantillonnage. Parmi ces 10 classes, 8 regroupes un nombre significatif de stations présentant des caractéristiques relativement homogènes ayant un sens écologique :

- Classe 1 : regroupant des stations situées sur la **côte Caraïbe** de l'île, plus centrées sur le **nord** (48 % Caraïbes Nord, 21 % Baie de Fort-de-France et 17 % Caraïbes Sud) et caractérisées principalement par des habitats de **fond dur de l'infralittoral** (91 % de fond dur infralittoral).
- Classe 2 : regroupant des stations de la **côte Caraïbes** mais plus centrées sur le **sud** (18 % Caraïbes Nord, 35 % Caraïbes Sud et 30 % Méridional) et caractérisées par des habitats de fond dur principalement (58 % de fond dur infralittoral et 30% d'herbiers).
- Classe 4 : regroupant des stations de la **côte sud-est** (50 % Atlantique Sud et 30 % Méridional) caractérisées par des habitats de **fond dur de l'infralittoral** (92 % de fond dur infralittoral).
- Classe 5 : regroupant des stations situées tout autour de l'île (29 % Caraïbes Nord, 29% Septentrional, 24 % Caraïbes Sud et 19 % Atlantique Sud) et caractérisée essentiellement par des habitats du circalittoral (86%) et en particulier des **fonds durs du circalittoral** (62 %).
- Classe 7 : regroupant des stations situées tant au nord qu'au sud de l'île (23 % Septentrional, 21 % Atlantique Sud et 21% Caraïbes Nord), caractérisées essentiellement par **des fonds meubles relativement profonds** (>25m), et des opérations de dragage (100%).
- Classe 8 : regroupant des stations de la côte Caraïbes et principalement de la **Baie de Fort-de-France** (78 % Baie de Fort-de-France, 11 % Caraïbes Nord et 11 % Caraïbes Sud), caractérisées essentiellement par des fonds meubles de l'infralittoral (55 % de fonds meuble infralittoral et 44 % d'herbiers) relativement peu profonds (<10m), et des opérations de dragage (71%).
- Classe 9 : regroupant des stations du secteur **Atlantique Sud** essentiellement (89% Atlantique Sud et 11% Septentrional) caractérisées par des habitats de fonds dur de l'infralittoral.

- Classe 10 : regroupant des stations du **nord de l'île** (44 % Caraïbes Nord et 44% Septentrional) caractérisées des habitats des **fonds meubles du circalittoral** (59 % fond meuble circalittoral, 19 % fond meuble infralittoral et 19% fond dur circalittoral).

Deux classes ne peuvent être aussi clairement décrites avec les critères utilisés compte tenu notamment du faible nombre de stations qui les compose :

- Classe 3 : regroupant un petit nombre de stations de l'ensemble de l'île sauf du côté Atlantique (37,5 % Baie de Fort-de-France, 25 % Nord et 12,5 % Caraïbes Nord, Caraïbes Sud et Méridional) ne se caractérisant pas par un habitat particulier (37,5 % de fond meuble infralittoral, 25 % de fond dur infralittoral, 25% d'herbiers et 12,5 % de fond meuble circalittoral).
- Classe 6 : regroupant un petit nombre de stations situées tout autour de l'île (37 % Caraïbes Nord, 25% Septentrional et Méridional, 12,5 % Atlantique Sud) et caractérisées plutôt par des fonds durs du circalittoral (50 % fond dur circalittoral et 13% fond meuble circalittoral meuble et 13% d'herbiers).

Ces analyses renforcent la pertinence des secteurs tels qu'ils ont été définis à partir des descriptions d'habitats : les facteurs « secteur » et « habitat de niveau 1 » semble être les critères dominants pour expliquer ce niveau de coupe à 15% de similarité.

Cette analyse des communautés pourrait être poussée plus avant pour faire le lien avec les habitats tels qu'ils ont été décrits. Mais au-delà du fait que la liste de biocénoses n'est pas encore validée, cela n'a pas été réalisé à ce stade pour plusieurs raisons :

- Un grand nombre d'habitat a été décrit sur la base d'un nombre de stations insuffisant pour utiliser un traitement statistique pertinent ;
- Chaque station correspond à un paysage sous-marin regroupant souvent plusieurs habitats : c'est le paysage qui a été échantillonné et non chaque habitat, ce qui rend l'essentiel de la donnée inadéquat.

De plus nous ne pouvons nous attendre à un lien évident entre les habitats tels qu'ils ont été décrits et l'analyse des communautés à partir de cette base de données, car les espèces de la base sont essentiellement des espèces de petite taille pour lesquelles une autre échelle de description des habitats serait plus pertinente. On pourrait ne conserver par exemple que les caractères de substrat et de rugosité, mais ceci nécessiterait un travail dédié beaucoup plus poussé sur ces caractères.

L'analyse d'un jeu de données algues-gorgones-éponges serait plus compatible avec l'échelle des habitats décrits, mais l'échantillonnage de ces taxons, ni systématique ni exhaustif sur chaque station, ne permettra pas de faire ces analyses statistiques des communautés pour ces taxons.

6) Analyse des abondances

Nous savons aujourd'hui que la chute des abondances des espèces précède la chute de l'abondance des espèces : la diversité n'est pas un bon critère pour décrire l'état d'un milieu.

Nous écrivions dans le rapport de mission qu'un « élément nous a frappés sur l'état général du milieu : la faible abondance des effectifs des populations ; malgré un effort d'échantillonnage très important, de nombreuses espèces ne sont représentées dans l'inventaire que par un ou deux spécimens. Ce constat n'est pas uniquement le résultat de l'analyse du matériel au laboratoire, c'est l'impression qui se dégage de la prospection de terrain par des personnes qui connaissent les milieux : la collecte à vue en plongée ne permettait de ramener que très peu de spécimens au regard du temps passer à prospecter. »

Pour étayer cet avis d'expert (qui reste encore à ce jour la méthode la plus robuste pour évaluer l'état d'un milieu cf. Teixeira 2010), nous disposons de quelques éléments qui renforcent ce premier constat.

Les souvenirs des anciens

Les plus anciens des naturalistes présents à Madibenthos, qui connaissent la Martinique depuis plus de trente ans partagent ce constat. Une information rapportée par notre collègue Jacques Colomb donne la mesure de cet effondrement des abondances : dans les années 80, la Martinique était une destination prisée des collectionneurs de coquillages, qui se payaient largement leur voyage en revendant quelques spécimens collectés. Aujourd'hui, bien que les trajets en avions soient moins chers et que le cours des coquillages n'ait pas chuté, ce n'est plus possible de rentrer dans ses frais. De fait, **casques, tritons et certains cônes qui n'étaient pas rares n'ont quasiment pas été vus au cours de Madibenthos** malgré le grand nombre de personnes sur le terrain et le grand nombre de plongées.

L'analyse des courbes de raréfaction

Les seules données d'abondance dont on dispose sont les données issues du tri sous la loupe binoculaire. Nous faisons l'hypothèse qu'une opération de brossage ou de suçage complète, du terrain au tri, est une unité représentant un effort d'échantillonnage comparable. Nous comparons ainsi les courbes de raréfaction produite ainsi à partir des données Madibenthos 2016 et Karubenthos 2012 à la Guadeloupe.

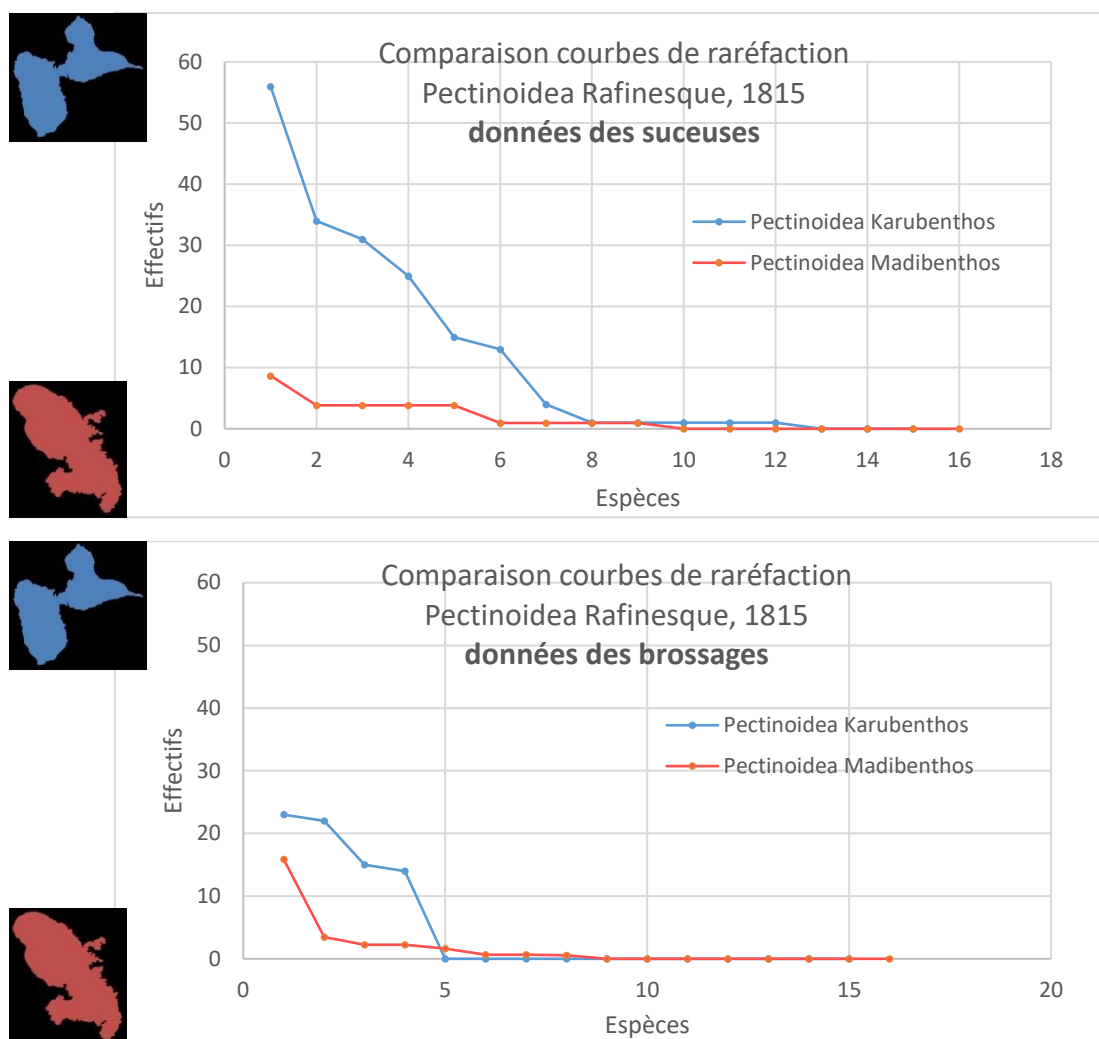


Figure 13 : Courbes de raréfaction comparées des Pectinoidea de Madibenthos et Karubenthos

Nous ne reproduisons ici (Figure 13) que les courbes obtenues pour les Pectinoidea à partir des données des suceuses et à partir des données des brossages parce que ce sont celles qui montrent les différences les plus flagrantes : des abondances observées beaucoup plus faibles pour les taxons de Pectinoidea les plus abondants à la Martinique que pour les taxons de Pectinoidea les plus abondants en Guadeloupe.

Les Pectinoidea sont des bivalves filtreurs, plus susceptibles que d'autres groupes fonctionnels ayant d'autres modes d'alimentation d'être affectés par les pollutions véhiculées par l'eau et le phénomène d'hypersédimentation, en particulier lorsqu'ils vivent dans les fonds meubles de baies présentant des temps de résidence des masses d'eau relativement importants.

7) Importance des différents secteurs pour la conservation

On peut se poser des questions sur la distribution de la biodiversité : existe-t-il des « hotspots » de biodiversité ? Est-ce que certaines zones présentent une richesse spécifique remarquable par rapport aux autres ?

Approche descriptive

Une première analyse a été menée sur la base des secteurs biogéographiques.

Le tableau ci-après synthétise le pourcentage d'espèces partagées par deux secteurs (nombre d'espèces en commun / nombre d'espèces des deux secteurs considérés hors singletons d'espèce).

Tableau 9 : espèces de la base de données partagées entre les différents secteurs biogéographiques

	Atl sud	BdFF	Car nord	Car sud	NORD	SUD
Atl sud	100%	37%	52%	52%	49%	64%
BdFF	37%	100%	38%	41%	32%	39%
Car nord	52%	38%	100%	52%	56%	50%
Car sud	52%	41%	52%	100%	54%	50%
NORD	49%	32%	56%	54%	100%	46%
SUD	64%	39%	50%	50%	46%	100%

Cette analyse montre une proximité importante (hors espèces rares dans l'échantillonnage) des secteurs Atlantique Sud et Méridional (64% d'espèces en commun hors espèces rares), les deux secteurs dominés par des fonds d'origines biogènes. La Baie de Fort-de-France se distingue également nettement, mais cela ne peut être interprété comme une différence significative du fait d'un nombre de stations plus petit dans la Baie qui est un secteur de petite taille par rapport aux autres.

Cette analyse nous permet de conclure qu'il y a un important pool d'espèces largement distribué à l'échelle de la Martinique.

Dans le détail, le tableau 9 illustre les répartitions des espèces des différents taxons au sein des différents secteurs géographiques. Leur distribution n'est pas homogène dans les 6 secteurs géographiques identifiés.

Tableau 10 : Comparaison de la distribution des taxons pour chaque secteur géographiques

Secteurs	Conoidea (nombre d'espèces)			Secteurs	Majoidea (nombre d'espèces)		
	Non Partagées	Partagées	Totales		Non Partagées	Partagées	Totales
Atlantique Sud	8	62	70	Atlantique Sud	3	45	48
Baie de Fort de France	0	37	37	Baie de Fort de France	0	20	20
Caraïbes Nord	22	87	109	Caraïbes Nord	3	33	36
Caraïbes Sud	2	52	54	Caraïbes Sud	0	34	34
Septentrional	13	78	91	Septentrional	5	39	44
Méridional	4	63	67	Méridional	1	36	37
TOTAL	49	105	154	TOTAL	12	55	67
Secteurs	Muricoidea (nombre d'espèces)			Secteurs	Pectinoidea (nombre d'espèces)		
	Non Partagées	Partagées	Totales		Non Partagées	Partagées	Totales
Atlantique Sud	13	21	34	Atlantique Sud	2	11	13
Baie de Fort de France	0	12	12	Baie de Fort de France	0	6	6
Caraïbes Nord	4	17	21	Caraïbes Nord	1	11	12
Caraïbes Sud	1	13	14	Caraïbes Sud	0	13	13
Septentrional	4	16	20	Septentrional	0	10	10
Méridional	2	19	21	Méridional	0	9	9

TOTAL	24	27	51	TOTAL	3	13	16
Secteurs	Portunoidea (nombre d'espèces)			Secteurs	Pycnogonida (nombre d'espèces)		
	Non Partagées	Partagées	Totales		Non Partagées	Partagées	Totales
Atlantique Sud	1	6	7	Atlantique Sud	16	35	51
Baie de Fort de France	0	3	3	Baie de Fort de France	3	14	17
Caraïbes Nord	0	5	5	Caraïbes Nord	4	22	26
Caraïbes Sud	0	7	7	Caraïbes Sud	3	19	22
Septentrional	0	4	4	Septentrional	6	19	25
Méridional	0	5	5	Méridional	2	30	32
TOTAL	1	8	9	TOTAL	34	42	76

Le tableau 10 présente les proportions pour chaque taxon des espèces présentes sur un secteur par rapport au nombre total d'espèces échantillonné sur l'ensemble de la Martinique.

Tableau 11 : Proportions des espèces présentes sur un secteur par rapport au nombre total d'espèces échantillonné

Secteurs	Conoidea (nombre d'espèces)		Secteurs	Majoidea (nombre d'espèces)	
	total spp.	% total		total spp.	% total
Atlantique Sud	70	45%	Atlantique Sud	48	72%
Baie de Fort de France	37	24%	Baie de Fort de France	20	30%
Caraïbes Nord	109	71%	Caraïbes Nord	36	54%
Caraïbes Sud	54	35%	Caraïbes Sud	34	51%
Septentrional	91	59%	Septentrional	44	66%
Méridional	67	44%	Méridional	37	55%
TOTAL	154	100%	TOTAL	67	100%
Secteurs	Muricoidea (nombre d'espèces)		Secteurs	Pectinoidea (nombre d'espèces)	
	total	% total		total	% total
Atlantique Sud	34	67%	Atlantique Sud	13	81%
Baie de Fort de France	12	24%	Baie de Fort de France	6	38%
Caraïbes Nord	21	41%	Caraïbes Nord	12	75%
Caraïbes Sud	14	27%	Caraïbes Sud	13	81%
Septentrional	20	39%	Septentrional	10	63%
Méridional	21	41%	Méridional	9	56%
TOTAL	51	100%	TOTAL	16	100%
Secteurs	Portunoidea (nombre d'espèces)		Secteurs	Pycnogonida (nombre d'espèces)	
	total	% total		total	% total
Atlantique Sud	7	78%	Atlantique Sud	51	67%
Baie de Fort de France	3	33%	Baie de Fort de France	17	22%
Caraïbes Nord	5	56%	Caraïbes Nord	26	34%
Caraïbes Sud	7	78%	Caraïbes Sud	22	29%
Septentrional	4	44%	Septentrional	25	33%
Méridional	5	56%	Méridional	32	42%

TOTAL	9	100%	TOTAL	76	100%
-------	---	------	-------	----	------

Au-delà du nombre total d'espèces présentes dans un secteur géographique donné pour chaque taxon, il est intéressant de distinguer également le nombre d'espèces non partagées par secteur géographique.

Pour les **Conoidea**, la zone Caraïbes Nord présente le plus important nombre d'espèces avec 109 espèces sur les 154 espèces collectées (71% de la diversité totale du groupe) dont 22 espèces non partagées (qui n'ont pas été collectées ailleurs).

Pour les **Majoidea**, c'est la zone Atlantique Sud qui regroupe le plus d'espèces avec 48 espèces (72% de la diversité) alors que c'est la zone Caraïbes Nord qui présente le plus d'espèces non partagées avec 5 espèces non partagées (7% de la diversité).

Comme pour les Majoidea, la zone Atlantique Sud rassemble le maximum d'espèces de **Muricoidea** avec 34 espèces (67% de la diversité) mais c'est la zone Caraïbes Nord qui présente le plus grand nombre d'espèces non partagées avec 13 espèces (25% de la diversité).

Pour les **Pectinoidea**, les zones Atlantique Sud et Caraïbes Sud regroupent 13 espèces chacune (81% de la diversité) et le secteur géographique avec le plus d'espèces non partagées est la zone Atlantique Sud avec seulement 2 espèces (12,5% de la diversité).

Pour les **Portunoidea**, les secteurs Atlantique Sud et Caraïbes Sud regroupent 7 espèces chacun (78% de la diversité du groupe) et la zone Atlantique Sud n'abrite qu'une seule espèce non partagée (11% de la diversité du groupe).

Enfin, le secteur géographique possédant le plus d'espèces de **Pycnogonida** est la zone Atlantique Sud avec 51 espèces (67% de la diversité), parmi elles 16 espèces (21% de la diversité du groupe) n'ont pas été collectées ailleurs.

Tableau 12 : Proportion du nombre d'espèces total présente sur chaque secteur

Secteurs	tous taxons (nombre d'espèces)	
	total spp.	% total
Atlantique Sud	223	60%
Baie de Fort de France	95	25%
Caraïbes Nord	209	56%
Caraïbes Sud	144	39%
Septentrional	194	52%
Méridional	171	46%
TOTAL	373	100%

À noter que **tous taxons confondus** (Tableau 11, Figure 13), **le secteur géographique présentant le plus grand nombre d'espèces récoltées est le secteur Atlantique Sud** avec 223 espèces (60% de la diversité) dont 43 ne se retrouvent dans aucun autres secteurs (12% de la diversité) (Tableau 12, Figure 14).

Le tableau suivant identifie la proportion des espèces rares (espèces représentées par un seul spécimen dans l'échantillonnage) par secteur.

Tableau 13 : espèces rares exclusives d'un secteur biogéographique

BdFF	Car sud	SUD	Atl sud	NORD	Car nord
1%	2%	2%	12%	8%	9%
3sp./373	7sp./373	9sp./373	43sp./373	28sp./373	34sp./373

Si comme vue en première analyse les espèces rares sont distribuées tout autour de la Martinique, certains secteurs se distinguent particulièrement par le nombre d'espèces rares présentes : **les secteurs Atlantique Sud, Septentrional et Caraïbe Nord sont particulièrement riches en espèces rares.**

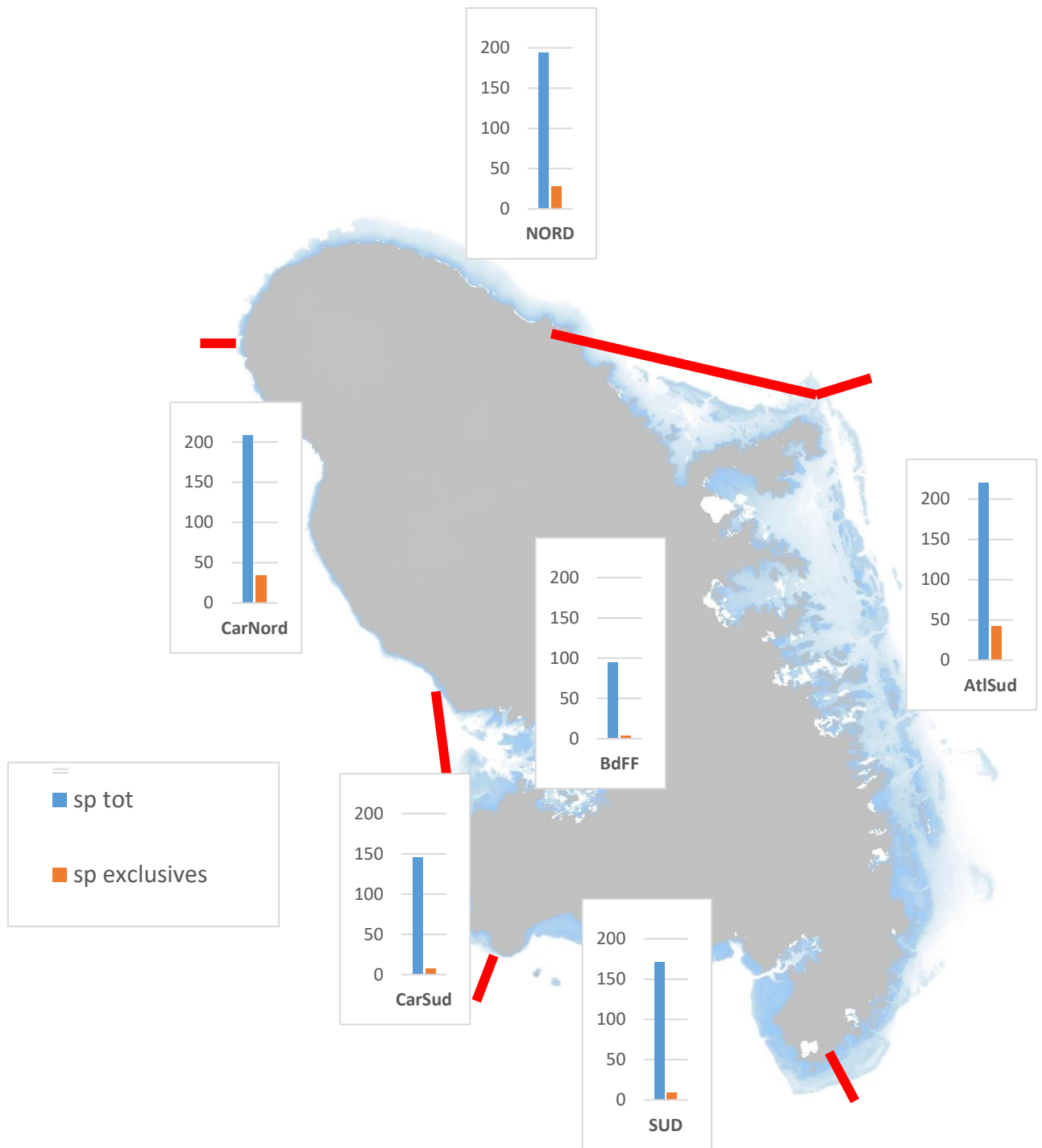


Figure 14 : Représentation du nombre d'espèces totales échantillonné et du nombre d'espèces exclusives du secteur

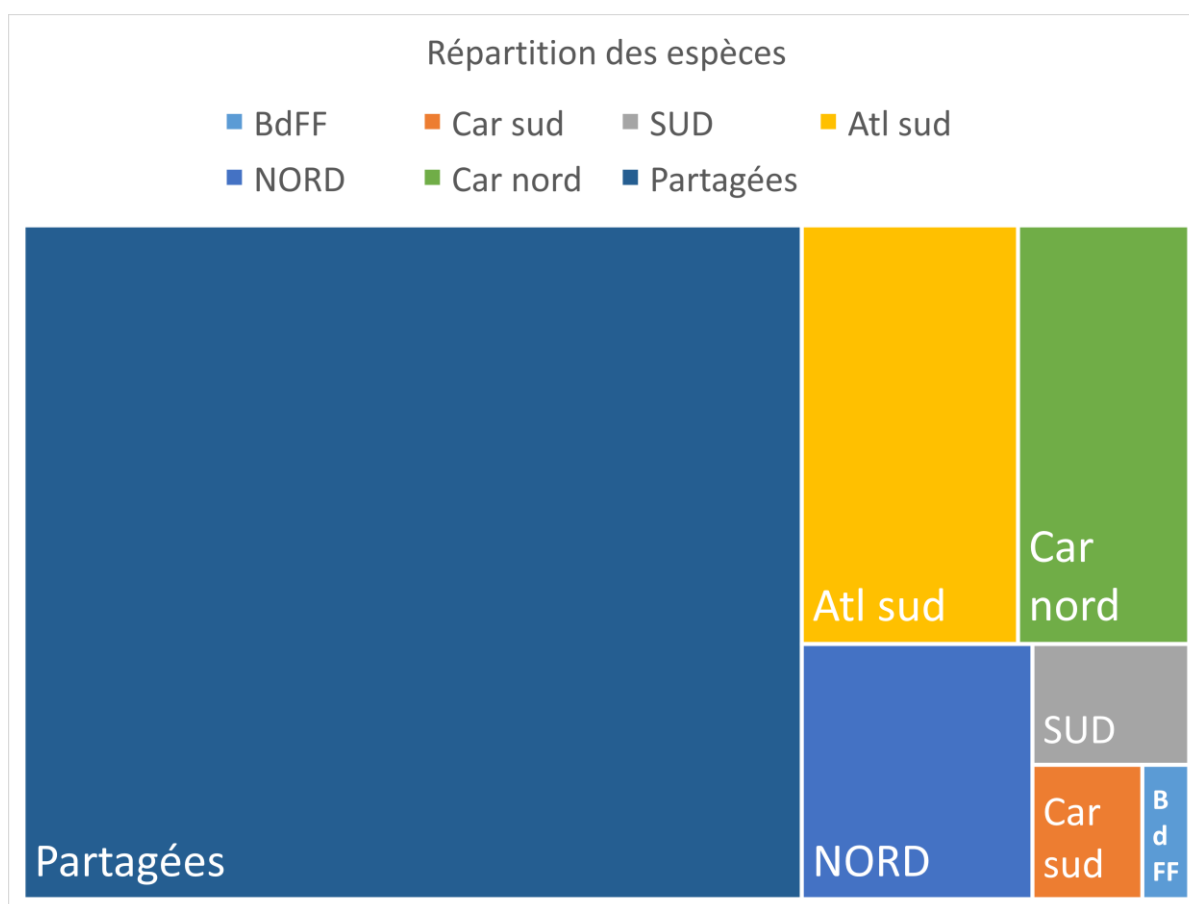


Figure 15 : Représentation des espèces partagées par au moins deux secteurs et des espèces exclusives d'un secteur ; les aires sont proportionnelles aux nombre d'espèces.

Approche calculatoire

Un espace peut être considéré comme intéressant du point de vue de la conservation si par exemple il présente une forte diversité d'espèce et/ou si le cortège d'espèce présent au sein de cet espace se distingue fortement des autres. Carlos-Júnior (2018) propose une méthode pour identifier des zones d'intérêt pour la conservation à partir de données d'inventaires. Il s'agit de calculer pour chaque station un indice de richesse et un indice de singularité permettant d'apprécier à quel point l'assemblage d'espèces d'une station se distingue des autres, en donnant une valeur d'indice plus importante à ces assemblages particuliers. Cette singularité représente en fait la proportion d'espèces rares au sein d'un assemblage. Dans ce cas, la définition de la rareté choisie est différente de celle proposée précédemment (qui est trop « restrictive » et aboutirait à la même représentation graphique que la carte des espèces mono-stations, Figure 11) : une espèce est considérée comme rare si elle est présente sur moins de 10% de l'ensemble des stations échantillonnées (et non plus sur une seule station).

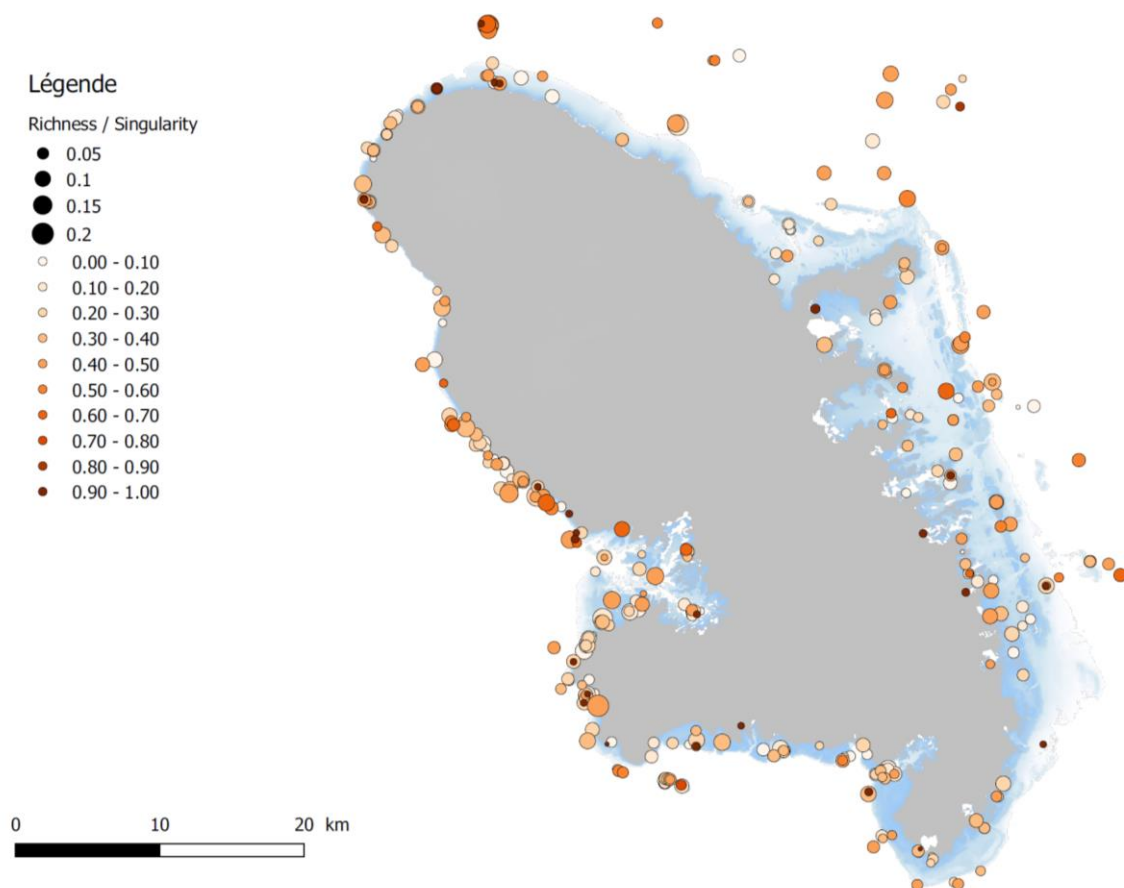
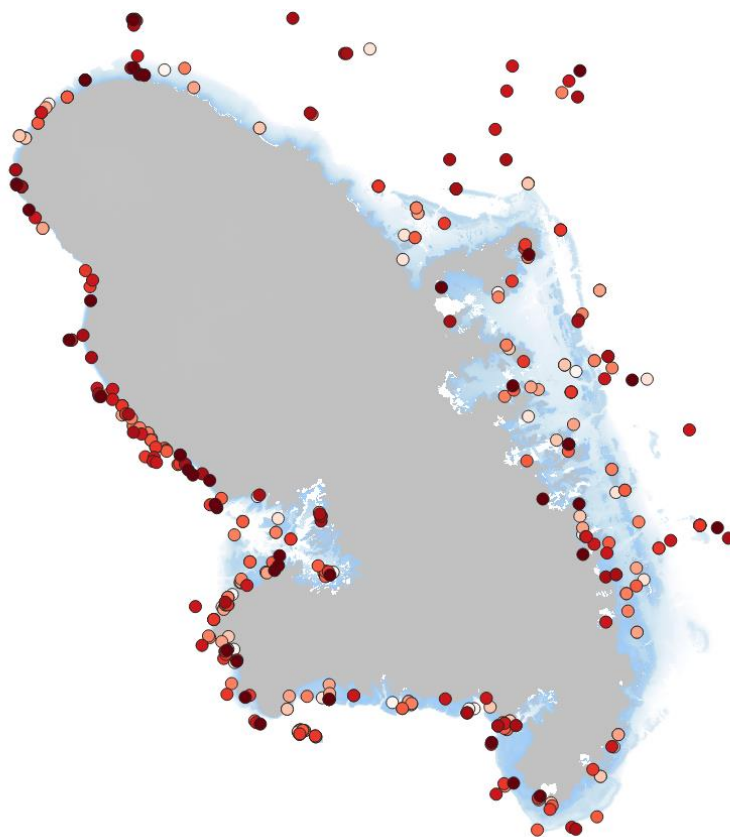


Figure 16 : représentation des indices de richesse et de singularité pour chaque station d'échantillonnage : le diamètre des disques varie avec la richesse, la couleur avec la singularité.

Sur la Figure 16, un petit point foncé représente une station avec une faible richesse mais une proportion importante d'espèces rares. A contrario, un large disque blanc, représente une station avec une forte richesse (nombreuses espèces), mais pas d'espèces rares.

Dans le cas d'étude de Carlos-Júnior (2018), des stations se regroupent de telle manière qu'il est possible d'identifier clairement des espaces géographiques prioritaires pour la conservation (des zones avec de nombreux grands disques rouges foncés se distinguant de zones avec des disques roses pâles). Ce n'est pas le cas pour la Martinique : aucune structuration géographique forte n'apparaît. Cela va dans le sens de ce qui est décrit précédemment : chaque secteur présente des particularités et il existe un important cortège d'espèces distribué à l'échelle de la Martinique.

Jennings (2008) propose de prendre en compte trois indices pour définir des zones prioritaires pour la conservation : un indice de richesse (le nombre d'espèce) ; un indice de représentativité traduisant la proportion de l'ensemble des espèces d'une région définie (ici la Martinique) contenue au sein d'un espace plus petit (i.e. station ou espace protégé, cf chapitre suivant) permettant la prise en compte de la diversité « ordinaire » ; et un indice de particularité (« distinctiveness ») traduisant à quel point les assemblages de deux stations sont distincts (pour les formules de calcul on se réfèrera à la publication Jennings 2008), indice mettant plus l'accent sur les espèces rares.



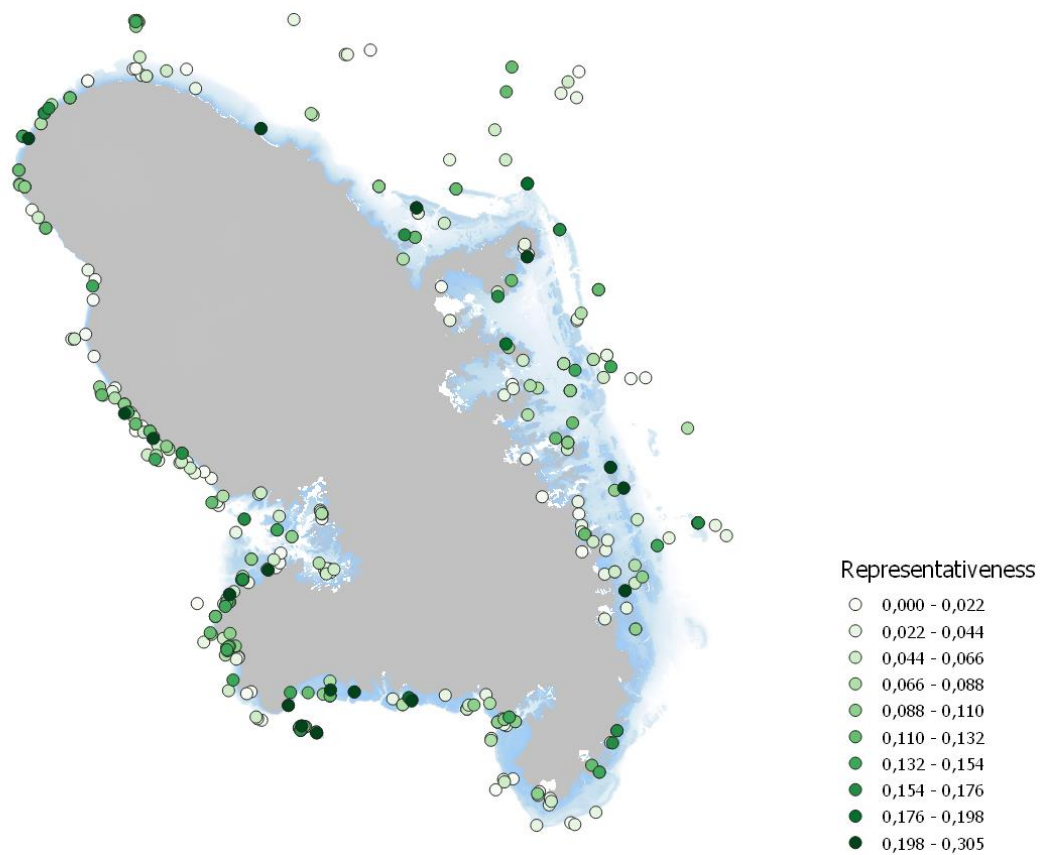


Figure 17 : Représentations spatiales des indices de richesse, de particularité et de représentativité par station

Là encore (Figure 17), il n'y a pas de structuration évidente qui apparaît. Tout autour de la Martinique, certaines stations paraissent plus intéressantes suivant que l'on veuille privilégier la représentativité, la singularité ou la richesse spécifique.

Ces deux approches, à défaut de nous permettre d'identifier clairement dans le cas de la Martinique des zones (au-delà des stations) d'intérêt particulier pour la gestion / conservation, peuvent s'avérer intéressantes lorsque nous disposerons de plusieurs scénarii de gestion, pour pouvoir les comparer.

Conclusion

Le travail d'identification des spécimens collectés par Madibenthos se poursuit et ces analyses mériteraient d'être prolongées lorsque le jeu de données espèces se sera étoffé et lorsque la typologie des habitats sera validée. La base actuelle représente quand même 373 espèces (3949 spécimens) et au sein de ce jeu de données, le groupe des « turrédés » a la particularité de posséder des taxons occupant des niches écologiques très variées : des espèces vivant en profondeur et d'autres proches de la côte, des espèces de fonds meubles et d'autres de fonds durs. Aussi ces analyses possèdent un certain degré de représentativité.

Ces analyses confortent la première impression que nous avons eue sur le terrain : la biodiversité de la Martinique est riche, en espèces et en habitats. Mais cette biodiversité est très dégradée parce qu'elle est soumise à de fortes pressions anthropiques.

Ce constat était déjà celui fait par Claude Bouchon et Jacques Laborel en 1983 dans le rapport de la mission Corantilles2 :

« Les principales menaces qui pèsent sur les récifs martiniquais sont d'origine humaine » : les pressions directes : destruction des habitats et prélèvements portant atteinte au maintien des populations, ou indirectes : « pollutions urbaines, agricoles et industrielles, envasement résultant d'un mauvais contrôle des sols agricoles, des travaux publics et des aménagements divers. C'est tout un patrimoine qui est actuellement en danger de mort. »

Ils faisaient cette conclusion alors qu'à l'époque les *Acropora palmata* étaient encore vivants sur les récifs de Sainte-Luce, et que des *Acropora cervicornis* étaient encore visibles Pointe Borgnese et même en Baie de Fort-de-France. Ce n'est plus le cas.

L'urgence à agir n'a jamais été aussi grande.

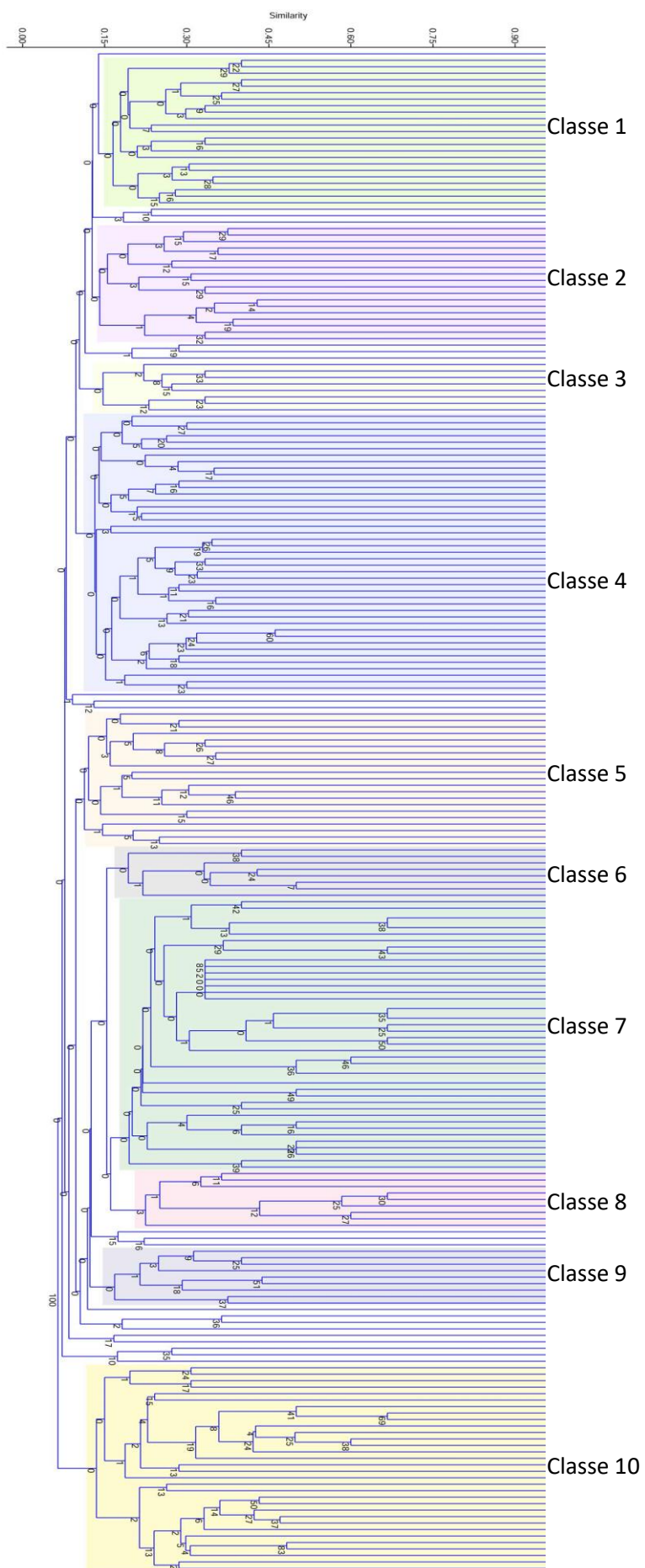


Photo 11 : Mérou de Nassau,, espèce inscrite sur la liste rouge UICN sous le statut en danger d'extinction (station: AR371, photo: Yan Buske).

Références bibliographiques citées :

- Bouchon, C. et Laborel, J., 1986. Les peuplements coralliens des côtes de la Martinique. Annales de l'Institut Océanographique, Paris, 62 (2) : 193 -198.
- Carlos-Júnior, L.A., Spencer, M., Neves, D.M., Moulton, T.P., Pires, D. de O., e Castro, C.B., Ventura, C.R.R., Ferreira, C.E.L., Serejo, C.S., Oigman-Pszczol, S., Casares, F.A., Mantelatto, M.C., Creed, J.C., 2019. Rarity and beta diversity assessment as tools for guiding conservation strategies in marine tropical subtidal communities. Diversity and Distributions 25, 743–757. <https://doi.org/10.1111/ddi.12896>
- Chao, A., Hwang, W.-H., Chen, Y.-C., & Kuo, C.-Y. (2000). Estimating the number of shared species in two communities. *Statistica Sinica*, 10(1), 227-246.
- Chazdon, R. L., Colwell, R. K., Denslow, J. S., & Guariguata, M. R. (1998). Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forests of Northeastern Costa Rica. *Forest Biodiversity Research, Monitoring and Modeling: Conceptual Background and Old World Case Studies*. <https://www.cifor.org/library/456/statistical-methodsfor-estimating-species-richness-of-woody-regeneration-in-primary-and-secondary-rain-forestsof-northeastern-costa-rica/>
- Dauvin, J.-C., Bellan, G., Bellan-Santini, D., 2008. The need for clear and comparable terminology in benthic ecology. Part I. Ecological concepts. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 18, 432–445. <https://doi.org/10.1002/aqc.865>
- Dalleau, M., Andréfouët, S., Wabnitz, C.C.C., Payri, C., Wantiez, L., Pichon, M., Friedman, K., Vigliola, L., Benzoni, F., 2010. Use of Habitats as Surrogates of Biodiversity for Efficient Coral Reef Conservation Planning in Pacific Ocean Islands. Conservation Biology 24, 541–552. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2009.01394.x>
- Jennings, M.D., Hoekstra, J., Higgins, J., Boucher, T., 2008. A comparative measure of biodiversity based on species composition. Biodiversity and Conservation 17, 833–840. <https://doi.org/10.1007/s10531-008-9322-7>
- Pérès JM. 1982a. Zonations and organismic assemblages. In Marine Ecology, Vol. 5, Part 1, Kinne O (ed.). Wiley: Chichester; 9–45.
- Teixeira, H. et al., 2010. Assessing coastal benthic macrofauna community condition using best professional judgement – Developing consensus across North America and Europe. Marine Pollution Bulletin 60, 589–600. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2009.11.005>

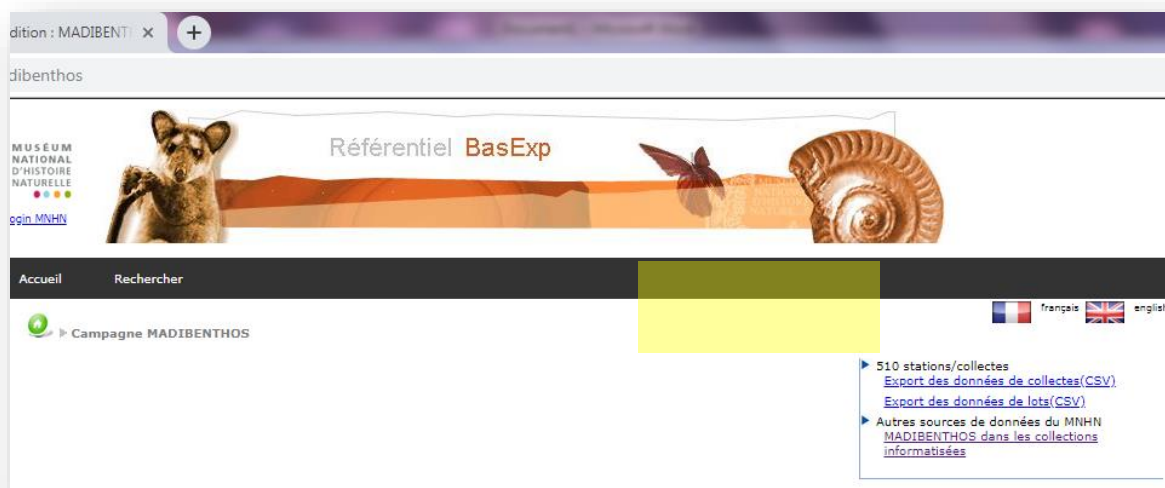
Dendrogramme
obtenu par
classification
hiérarchique
ascendante
(UPGMA, coeff.
de Jaccard)



6. ACCES AUX DONNEES DE L'EXPEDITION

L'accès aux données de la mission MADIBENTHOS s'effectue à partir de la page dédiée à la mission au sein du référentiel des expéditions du MNHN :

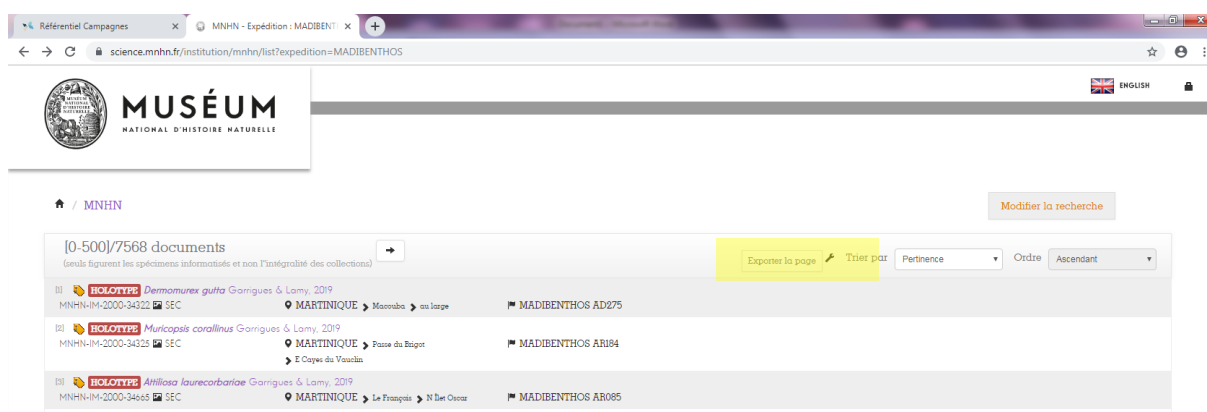
<https://expeditions.mnhn.fr/campaign/madibenthos>



En haut à droite de la page de la mission, le lien « Export des données de collecte » permet de télécharger la caractérisation des 510 événements de collecte (stations) au format *.csv.

Par ailleurs, le lien "Autre sources de données du MNHN : MADIBENTHOS dans les collections informatisées" bascule vers le site de consultation des collections du MNHN qui liste tout le matériel informatisé dans les collections :

<https://science.mnhn.fr/institution/mnhn/list?expedition=MADIBENTHOS>



Cette page donne accès à l'information détaillée actuellement disponible sur chaque spécimen collecté lors de la mission (identification, description, localisation, photographie etc...), comme sur l'exemple ci-après :

MUSÉUM
NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

Spécimen - Holotype M X

https://science.mnhn.fr/institution/mnhn/collection/im/item/2000-34325?listIndex=2&listCount=7568

MNHN / Mollusques (IM) / 2000-34325

Murex corallinus Garrigues & Lamy, 2019 **HOLOTYPE**

SPÉCIMEN

SEC IHHI-I-II-2000-34325
Dimensions 11.5

ORIGINE

Libellé du pays MARTINIQUE
Localité/Lieu-dit Passe du Brigot
Localité originale E Cayes du Vauclin
Océan Atlantique nord
Mer des Antilles
Archipel des Antilles
Expédition MADIBENTHOS
Numéro de station ARJ94
Date de récolte 2016-09-16
Profondeur (mètres) 17
Coordonnées géographiques 14° 33' 48.0024" N ; 60° 47' 35.9988" O
Localité type Passe du Brigot, est de la Caye du Vauclin, Martinique, expédition MADIBENTHOS sm ARJ94 à 17m

TAXONOMIE

Embranchement Mollusca
Classe Gastropoda
Ordre Neogastropoda
Famille Muricidae
Genre Murex
Espèce Murex corallinus
Nom Murex corallinus Garrigues & Lamy, 2019

DÉTERMINATION

HOLOTYPE

Garrigues B. & Lamy D. - 2019 - Inventaire des Muricidae récoltés au cours de la campagne MADIBENTHOS du MNHN en Martinique (Antilles Françaises) et description de 12 nouvelles espèces des genres Dermomurex, Amilica, Acanthomurex, Favaria, Murex et Pygmaemurex (Mollusca, Gastropoda). *Neogastropoda Taxonomy* 36: 22-59

Citation : p. 51-55 pl. 5: 22, 25 fig. 18-19: 1-2; 8-10 (d.o.)

L'export des données s'effectue au format .xls par paquet de 500 spécimens (sur les 7568 documentés). Il permet de disposer des listes d'espèces par station (colonne W : fieldnumber)

L'ensemble de ces données a été versé en 2018 sur l'INPN : <https://inpn.mnhn.fr>

Des mises à jour sont effectuées régulièrement, à mesure que l'identification de nouveaux spécimens progresse. Une fois la typologie des habitats validée et diffusée dans l'INPN, la liste des habitats présents sur les stations sera également actualisée et diffusée sur les pages décrivant les stations :

https://expeditions.mnhn.fr/campaign/madibenthos#les_stations

La prochaine actualisation est prévue courant 2020.

7. BILAN DES ACTIONS PEDAGOGIQUES

Natacha Ouvrié

Professeur de SVT au lycée Léon Blum de Créteil

Professeur-relais de la DAAC de Créteil au Muséum National d'Histoire Naturelle

&

Michaël Rabiller

Médiateur scientifique

Chargé des collections de malacologie Muséum d'histoire naturelle de la Rochelle

L'expédition Madibenthos 2016 a eu lieu du 5 septembre 2016 au 12 octobre 2016 en Martinique avec pour objectif de réaliser un inventaire de la faune et de la flore marines benthiques côtières mais également de sensibiliser le public martiniquais à la nécessité de mieux connaître le milieu marin qui l'entoure. Cette sensibilisation passe notamment par la mise en place d'un volet pédagogique à destination des scolaires. Différentes actions pédagogiques ont été mises en place :

- Présentation de l'expédition et animations en classe,
- Accueil de groupes scolaires sur la base scientifique,
- Participation à l'élaboration du carnet de bord en ligne de l'expédition,
- Mise en relation d'acteurs et de contenus pédagogiques en Martinique et en métropole,
- Suivi de projet pédagogiques et visioconférences avec des classes de métropole.

Michaël Rabiller a coordonné le volet pédagogique du premier LEG : du 05 septembre au 24 septembre 2016, tandis que Natacha Ouvrié a coordonné le volet pédagogique du second LEG : du 20 septembre au 12 octobre 2016, prenant la suite de Michaël. Trois journées de travail passées en commun du 21 au 24 septembre ont été fort utiles pour permettre la continuité du travail engagé sur le premier leg.

L'expédition débutant le 5 septembre, la proximité de la rentrée scolaire aurait pu limiter l'impact des activités, les enseignants étant dans la période de prise en main des classes et d'organisation des projets de l'année. La couverture médiatique du lancement de l'expédition et le travail de Mme Charlosse IA IPR SVT, ont permis une mobilisation des enseignants, au-delà des prévisions initiales. Les inscriptions ont eu lieu durant tout le premier leg et tous les créneaux possibles ont été occupés sur l'ensemble de la mission.

Ce volet pédagogique a été construit en étroite collaboration avec des acteurs de l'Education Nationale, de l'académie de Martinique et de l'académie de Créteil pour les élèves de Martinique mais aussi de métropole. Le succès des interventions pédagogiques repose en grande partie sur la l'engagement de nombreuses personnes et institutions :

Localement :

L'Académie de Martinique, avec l'IA IPR SVT Mme Charlosse, les professeurs formateurs, Bertrand Saillot, Nathalie Richard et le colonel Alain Tissier, a beaucoup fait pour l'organisation de l'accueil des classes et des journées de formation des enseignants. Les membres du consortium, ainsi que des associations locales ont permis d'intégrer, par des échanges sur le milieu marin local, les activités pédagogiques existantes, les liens sur les projets en cours et à venir, des contenus et informations supplémentaires fort intéressants pour les élèves. Citons l'Agence des Aires Marines Protégées, le Parc

Naturel Régional de la Martinique, Le Carbet des Sciences, les Associations Flabellin et Océan-vironnement et les enseignants martiniquais. Leur implication a permis d'inscrire nos actions dans un ensemble de projets pérennes profitables aux élèves.

Au sein de la mission : Clarisse Rondier, martiniquaise et bénévole durant la mission, a assuré l'accompagnement de nombreux groupes scolaires lors des visites de laboratoires, permettant des rotations et transitions très efficaces. Les participants de l'expédition, notamment ceux chargés du tamisage, du tri et du conditionnement des collectes ont su faire visiter tous les laboratoires et faire observer aux élèves les spécimens échantillonnés. L'équipe de collectes des marées littorales a prélevé quelques coquilles et tests d'oursins pour manipulation et utilisation pédagogiques. Le tout en remplissant leur mission première, ce qui, au vu du nombre de groupes reçus est à souligner. Un grand merci à eux ainsi qu'à l'équipe d'organisation administrative, logistique et de communication de l'expédition.

Des moyens logistiques importants ont été mis à disposition pour la pédagogie par la Marine Nationale (lieux, matériel de projection, accompagnement).

En métropole : La Direction de l'Enseignement, de la Pédagogie et des Formations du MNHN, les Académies de Créteil et de Poitiers, le service Communication du MNHN, pour l'organisation, les établissements scolaires qui ont suivi et échangé durant et après l'expédition, ont contribué au succès du volet pédagogique de Madibenthos.

Enfin, les nombreux échanges (réunions, visioconférences avant l'expédition, courriels et communications téléphoniques durant le 1^{er} leg) ont permis une amélioration continue de la préparation des accueils de classes. Enfin, de nombreux contenus pédagogiques ont pu être mis en ligne sur la plateforme éducative du MNHN : au cours de la mission mais également par la suite.

Le volet pédagogique en Martinique

1) Avant la mission

Afin de préparer au mieux l'organisation des actions à mener en Martinique, Natacha Ouvrié a participé, avec la responsable du pôle de formation des enseignants du second degré dont elle dépend au Muséum, à des réunions de préparation, que Michaël a suivi par téléphone :

- au Muséum avec les responsables de l'expédition Alice Leblond et Sébastien Faninoz: les vendredis 13 mai et 17 juin 2016
- au Muséum, en visioconférence avec les acteurs Martiniquais du volet pédagogique, notamment Mme Charlosse, IA IPR de SVT en Martinique et le colonel Alain Tissier, référent Education Nationale au sein des Forces Armées des Antilles : le jeudi 12 juin et le vendredi 01 juillet 2016

Natacha a également réalisé un descriptif précis de l'inscription de ce projet dans les domaines du nouveau socle de connaissances, de compétences et de culture, dans la construction des parcours (d'éducation artistique et culturel, citoyen, avenir), dans les objectifs de l'EDD (Education au Développement Durable) et dans les programmes de SVT afin de préparer au mieux des différentes interventions auprès du public scolaire.

En collaboration avec Michaël Rabiller, et les autres acteurs pédagogiques, Natacha Ouvrié a également rédigé un programme prévisionnel pour les trois types d'interventions prévues lors des visio-conférences :

- l'accueil de scolaires sur le site de l'expédition,
- le déplacement dans des établissements scolaires avec des chercheurs de l'expédition,
- l'organisation d'une journée de formation à destination des enseignants.

2) Pendant la mission

Accueil de groupes scolaires sur le site de l'expédition

L'accueil de scolaires sur le site de l'expédition a été le point central du volet pédagogique, ce qui a nécessité une coordination avec la base navale, toujours en activité, de Fort-Saint-Louis, lieu d'installation de la mission Madibenthos. L'accueil d'un grand nombre d'élèves a été rendu possible par une collaboration étroite avec le colonel Alain Tissier ainsi qu'avec Clarisse Rondier, bénévole sur l'expédition, qui étaient présents lors de toutes les journées pédagogiques.

Les locaux de la base navale ont permis d'accueillir jusqu'à trois classes en même temps pour une animation de trois heures environ dont le contenu changeait en fonction du nombre d'élèves présents et de leur âge.

Ci-dessous, le programme d'une demi-journée type d'accueil de classe :

Déroulé de la demi-journée (3 heures)	Intervenants
1) Accueil de la classe et installation	Clarisse Rondier, Natacha Ouvrié / Michaël Rabiller, Colonel Tissier,
2) Présentation de l'expédition Madibenthos (30 minutes) : - les objectifs/enjeux - les méthodes d'échantillonnage (vidéo) - le devenir des échantillons	Natacha Ouvrié / Michaël Rabiller
3) Ateliers tournants (2 fois 45 minutes ou 3 fois 30 minutes en fonction du nombre de classes présentes)	
<u>Atelier 1</u> : visite des installations de Madibenthos et rencontre avec les chercheurs au travail	Clarisse Rondier et Natacha Ouvrié / Michaël Rabiller
<u>Atelier 2</u> : présentation des missions de la Marine Nationale et des enjeux liés à la Défense et à la préservation du milieu marin.	Colonel Tissier
<u>Atelier 3</u> (si présence de trois classes) : atelier pédagogique à partir du matériel de l'expédition	Natacha Ouvrié / Michaël Rabiller
Primaire Atelier tri de coquilles récoltées lors de l'expédition Collège Atelier de classification des espèces récoltées lors de l'expédition	
4) Retour à l'esplanade des hollandais et conclusion	Natacha Ouvrié / Michaël Rabiller et le Colonel Tissier

Mme Charlosse, l'IA-IPR de SVT de Martinique, Alain Tissier, Michaël Rabiller et Natacha Ouvrié ont géré le recensement des établissements volontaires ainsi que l'organisation de leur venue sur la base navale.

Le tableau ci-dessous synthétise les informations concernant les classes ayant été accueillies sur le site d'expédition pour la période du premier LEG.

Demi-journée	Nom de l'établissement	Nombre de classe	Nombre d'élèves	Niveaux
15 septembre matin	Collège Jacques Roumain	2	50	3ème
15 septembre après-midi	Lycée la Jetée	1	32	2nde
16 septembre matin		2		
19 septembre matin	Ecole du Vauclin	1	23	CM2
	Ecole Desmarinières	1	36	CM1-CM2
19 septembre après-midi	Ecole Saint Jean-Paul 2	2	20	CM2
	Ecole de la Maitrise	2	56	CM2
20 septembre matin	Ecole de Dizac	2	47	CM1 et CM2
	Ecole de Petite Anse	1	24	CM2
20 septembre après-midi	Lycée de Bellevue	2	45	1STL
	Lycée centre-sud	1	23	Prépa BCPST

Total : 356 élèves

Le tableau ci-dessous synthétise les informations concernant les classes ayant été accueillies sur le site d'expédition pour la période du second LEG.

Demi-journée	Nom de l'établissement	Nombre de classe	Nombre d'élèves	Niveaux
27 septembre matin	Ecole élémentaire des 3-Ilets	2	52	CM2
	Ecole élémentaire de Places d'Armes	1	27	CM1
27 septembre après-midi	Collège Constant Le Ray	1	26	6eme
	Collège Vincent Placolý	1	25	3ème
04 octobre matin	Collège de Tartanson	2	47	4ème
04 octobre après-midi	Collège Jeanne et Emile Adenet	1	18	3ème
06 octobre matin	Collège Paul Symphor	1	19	3ème
	Collège Edouard Glissant	1	28	3ème
06 octobre après-midi	Licence, Université des Antilles	1	17	L1
	Séminaire Collège Sainte Marie	1	29	5ème
07 octobre après-midi	Lycée Joseph Zobel	1	30	1S
	Lycée de Bellevue	1	30	1S
10 octobre matin	Lycée Joseph Pernock du Lorrain	1	26	1S
	Lycée Frantz Fanon	1	25	1S
10 octobre après-midi	Lycée Schoelcher	1	26	TS/1S

Total : 425 élèves



Equipe de tri à la binoculaire ayant accueillis les élèves en petits groupes (6 à 8) pour observations des spécimens.



Enfin, dans certains cas, les enseignants avaient des demandes particulières car ils menaient un projet autour de l'expédition avec leurs élèves. Dans ce cas, les référents pédagogiques se sont efforcés d'adapter le programme de la demi-journée à leur demande. Par exemple, la classe du collège Paul Symphor réalise un projet pluri-disciplinaire autour de l'expédition Madibenthos qui nécessitait la réalisation d'interviews de certains membres de l'expédition ainsi que la récupération de spécimens récoltés pour un travail de description en SVT, et un travail de dessins et moulages en cours d'arts-plastiques.

Déplacement dans des établissements scolaires

Le volet pédagogique de l'expédition Madibenthos prévoyait également une journée par LEG de déplacement dans des établissements scolaires afin de toucher aussi les élèves qui ne pouvaient pas se déplacer jusqu'au site de l'expédition.

LEG 1 :

Lundi 12 septembre : intervention dans les classes de CE2 de l'école Hermann Michel du Carbet (Michaël Rabiller, Mathilde Brassy du Carbet des sciences) : Présentation de la mission, manipulation de coquilles pédagogiques et présentation du projet d'Aire marine protégée éducative : une des classes de CE2 de cette école a été sélectionnée pour se voir confier la gestion d'une aire marine éducative. Le projet était en cours d'élaboration. L'intervention s'est donc réalisée à deux voix, avec Mathilde Brassy, médiatrice scientifique qui suit la classe durant le projet, aujourd'hui en cours. **Effectifs 2 x 23 élèves = 46 élèves**



LEG 2 :

Le tableau ci-dessous présente le contenu de la journée de déplacement dans les classes organisée pour le second LEG :

	Collège Fernand DONATIEN	Lycée Centre Sud de Ducos
Date	03 octobre matin	03 octobre après-midi
Nombre de classe	2	1
Nombre d'élèves	50	24
Niveau	6ème	Classe préparatoire BCPST 2 ^{ème} année
Membres de la mission présents	Romain Sabroux, Natacha Ouvrié	Claude et Yolande Bouchon, Natacha Ouvrié
Contenu de l'animation	Pour chacune des deux classes en alternance : <u>Romain Sabroux</u> : Présentation de la mission, ses enjeux, ses méthodes de travail et échanges avec les enfants <u>Natacha Ouvrié</u> : Atelier pédagogique de classification des spécimens récoltés sur l'expédition.	<u>Natacha Ouvrié</u> : présentation de l'expédition Madibenthos, objectifs, enjeux, méthodes... <u>Claude Bouchon</u> : Conférence : les récifs coralliens des Antilles : fonctionnement, menaces et méthodes d'études <u>Natacha Ouvrié</u> : Présentation : les méthodes de la démarche scientifique des chercheurs : adaptation et exigences dans le cadre de l'épreuve de TIPE du concours Agro-véto



Un élève du collège Fernand DONATIEN occupé avec l'atelier de classification

Accueil d'enseignants sur le site de l'expédition

Une journée de formation a été organisée lors de chaque LEG en collaboration avec un enseignant-formateur de SVT de l'académie de Martinique. Nathalie Richard et Bertrand Saillot ont, en effet, visité le site de l'expédition en amont et c'est avec eux que nous avons animé les journées de formation à destination des enseignants.

Programme :

Déroulé de la journée	Intervenants, journée du 21 septembre	Intervenants, journée du 06 octobre
9h-9h30 : présentation de l'expédition Madibenthos : objectifs, enjeux et techniques mises en œuvre	Michaël Rabiller	Natacha Ouvrié
9h30-10h : présentation des ressources en ligne, des pistes de progression et des activités envisageables avec les élèves	Natacha Ouvrié, Bertrand Saillot et Michaël Rabiller	Nathalie Richard et Natacha Ouvrié
10h-10h30 : présentation des missions de la Marine Nationale et des enjeux liés à la Défense et à la préservation du milieu marin. Pistes pour des EPI.	Colonel Alain Tissier	Colonel Alain Tissier
10h30-11h30 : Visite de la base scientifique : zone de tamisage, tri, barcoding...	Scientifiques de la mission	Scientifiques de la mission
11h30-12h30 : Marée pédagogique à la plage de La Française et tri	Michaël Rabiller	Nathalie Richard et Natacha Ouvrié
PAUSE DEJEUNER		
13h30-15h Travail en groupe sur des exploitations possibles en classe	Bertrand Saillot, Nathalie Richard, Natacha Ouvrié et Michaël Rabiller	Nathalie Richard et Natacha Ouvrié
15h-16h : Mise en commun et bilan du stage		

Première journée de formation pour les enseignants (21 septembre) : **effectif, 23 professeurs du second degré.**

Préparation de la marée lors de la journée « enseignants » du 21 septembre : point sur le matériel accessible et facile à utiliser avec les élèves.



Deuxième journée de formation pour les enseignants (06 octobre) : **effectif, 28 professeurs du second degré.**

Lors de cette journée, 28 enseignants de l'académie de Martinique exerçant en collège, lycée, classes préparatoires ainsi que des étudiants de l'ESPé, futurs professeurs des écoles ont été accueillis.



Présentation aux enseignants des spécimens dans la salle de tri



Observation des spécimens récoltés lors de la marée

Actions de communications

Pendant la mission

Au cours du premier LEG, un reportage sur ATV a suivi l'école Desmarinières de Rivière Salée lors de la visite de la base scientifique le 19 septembre.

Au cours du second LEG, plusieurs actions ont permis de communiquer sur ce volet pédagogique auprès du milieu scolaire et du grand public :

- Une conférence de restitution à destination des enseignants a été organisée le 29 septembre 2016 à 15h00 au collège Edouard Glissant, pour les enseignants ne pouvant assister à la journée de formation. A l'occasion de cette conférence sont intervenus Philippe Bouchet, le responsable de la mission et Marcel Koken, spécialiste de la bioluminescence.
- Une équipe de télévision locale a suivi la demi-journée d'animation menée au collège Fernand Donatien.
- Une équipe de la chaîne de télévision Martinique première a suivi la visite sur site de la classe du collège Paul Symphor qui mène un projet pluri-disciplinaire autour de l'expédition Madibenthos.
- Natacha a réalisé un « selfie » présentant le contenu du volet pédagogique pour un épisode de l'émission Les Témoins d'Outre-Mer (LTOM) sur France O.

Après la mission

Lors des journées de formation à destination des enseignants, une liste de diffusion a été créée permettant :

- de les informer de la mise en ligne de nouvelles ressources pédagogiques en lien avec l'expédition,
- de continuer à répondre aux questions des enseignants lors de la mise en œuvre d'activités dans leurs classes.

En plus des ressources que Natacha continuera à produire et à mettre en ligne sur la plateforme en ligne du MNHN (voir dernière partie), Nathalie Richard et Bertrand Saillot vont également construire des ressources autour de l'expédition Madibenthos qui seront disponibles sur le site internet de SVT de l'académie de Martinique :

<http://site.ac-martinique.fr/svt/>

Le volet pédagogique en métropole :

A l'académie de Créteil

Natacha Ouvrié

1) Avant la mission

Afin de définir les modalités de la mise en place de ce volet pédagogique au niveau académique, j'ai participé à une réunion de préparation au rectorat de Créteil avec les responsables cristoliens du projet : Stéphanie Coudurier pour la DAAC, Sophie Pons, IA-IPR de SVT et Jean-Max Girault IA-IPR d'Histoire-Géographie et responsable académique EDD ainsi qu'avec la responsable du pôle de formation des enseignants du second degré dont je dépends au Muséum.

Depuis le mois de juin 2016 et la diffusion du projet par les responsables académiques, elle a recensé les enseignants intéressés par le suivi du projet et répond à leurs demandes préliminaires.

2) Pendant la mission

Durant la mission, Natacha continué à recenser les demandes des enseignants intéressés pour travailler avec leurs élèves sur l'expédition, et a également transmis les questions des élèves aux chercheurs et renvoyé les réponses.

3) Après la mission

Organisation d'une rencontre à destination des enseignants

Dans le cadre du partenariat avec l'académie de Créteil, le pôle de formation des enseignants du second degré dirigé par Emilie Detouillon au sein duquel Natacha travaille, a organisé, en partenariat avec la DAAC de Créteil, une Rencontre Académique exceptionnelle le mercredi 16 novembre après-midi à l'Auditorium de la Grande Galerie de l'évolution.

Au cours de cette rencontre, ouverte à 120 enseignants des académies franciliennes, Laure Corbari, maitre de conférences au MNHN, spécialiste des Crustacés a présenté l'expédition ainsi que le travail qu'elle a réalisé sur place, puis Natacha a présenté les ressources construites autour de l'expédition qui sont accessibles en ligne. Enfin, une visite fléchée du niveau 0 de la Grande Galerie de l'évolution autour des groupes d'organismes inventoriés lors de l'expédition Madibenthos a été proposée aux enseignants.

Organisation d'une formation académique à destination des enseignants

Les professeurs-relais dont Natacha fait partie ont également proposé une formation de trois jours au Plan Académique de Formation intitulée « Démarche scientifique et démarche d'investigation à travers l'exemple des expéditions scientifiques » à destination des enseignants du second degré des

académie de Créteil et Versailles afin de montrer l'intérêt de travailler sur les expéditions scientifiques en classe en utilisation comme exemple l'expédition Madibenthos notamment.

Organisation d'un concours et d'une journée de valorisation pour les classes ayant suivi l'expédition

Lors de la rencontre académique du 16 novembre puis via les listes de diffusions, un concours autour de l'expédition Madibenthos a été lancé au niveau national. Ce concours, co-organisé par le MNHN via la DEPF et l'académie de Créteil, permettra de valoriser les productions des élèves ayant mené un projet autour de l'expédition au cours de l'année scolaire lors d'un congrès des élèves qui se tiendra le 17 mai à l'auditorium de la Grande Galerie de l'évolution. A cette occasion, des membres de l'expédition seront sollicités pour participer au jury de ce concours.

A ce jour, une dizaine de classes se sont inscrites pour le concours.

A La Rochelle

Michaël Rabiller

Animations pédagogiques autour de l'expédition : présentations powerpoint, vidéos et travail sur spécimens.

8 classes de secondes, soient 288 élèves lors des parcours sur la biodiversité, **2 classes de TS (72 élèves)** TP sur l'évolution, une classe de seconde du lycée maritime et aquacole (**14 élèves**).

Présentation, dessin naturalistes et carnets de voyages : 3 classes de CM2 (école Palissy : **52 élèves** et école Massiou : **24 élèves**), dont une classe (école Massiou) correspond avec l'école Desmarinières de Rivière-Salée (échanges via skype durant la mission).

Echanges sur l'adaptation des contenus pédagogiques de Madibenthos pour une classe de CM2 de Saint-Claude en Guadeloupe. Animation dans cette classe réalisée le jeudi 19 janvier 2017 (**24 élèves**) et échanges via skype avec les classes de l'école Palissy.

Retour d'expédition : conférence-échanges lors de la fête de la science, une **classe de 1^{ère}, 26 élèves**.

Atelier biodiversité Madibenthos, classe de seconde du lycée Jay de Beaufort de Périgueux (**36 élèves**).

Conférence prévue pour les Amis du muséum de La Rochelle, second trimestre 2017.

Conférence de restitution pour la Société des sciences naturelles de Charente-Maritime, dernier trimestre 2017.

Prévision d'accueil d'une dizaine de classes de CM2 et seconde sur les 2^{èmes} et 3^{èmes} trimestres de l'année scolaire en cours.

Supports pédagogiques créés : présentation powerpoint de l'expédition, document pédagogique d'accompagnement d'activité sur le dessin naturaliste à partir des Atlas zoologiques originaux des expéditions Dumont d'Urville et du voyage de l'Uranie, du travail de gravure de plaques métalliques permettant la reproduction des planches de Parkinson (1^{er} voyage de James Cook) des photos de l'expédition Madibenthos et des dessins de Jesus Ortea (expédition Madibenthos).

Les ressources en ligne accessibles à tous

La DEPF gère une plateforme en ligne (<http://edu.mnhn.fr/>) afin de mettre à disposition des contenus scientifiques et pédagogiques à destination de différents publics.

Sur cette plateforme, il existe une rubrique en accès libre à destination des enseignants de second degré (collège et lycée) contenant plusieurs modules dont un baptisé « Autour des expéditions scientifiques ». Depuis le mois d'août, Natacha travaille à la création de ressources numériques qui sont mises en ligne dans ce module (<http://edu.mnhn.fr/course/view.php?id=117§ion=2>)

Vous trouverez ci-dessous des saisie-écran montrant les ressources actuellement disponibles sur ce module :

ue du sommaire avec l'ensemble des ressources et dossiers disponible au 17 mars 2017	Présentation de la campagne d'exploration  Visitez le site web de l'expédition madibenthos  L'expédition Madibenthos et ses enjeux  L'organisation prévue de la mission Madibenthos 2016 : déroulement et méthodes mises en œuvre  La place des différents acteurs une expédition Ressources pédagogiques  Pistes d'exploitation pédagogique  Billets de blog du carnet de bord - Chronologique Ressources pour un enseignement pluri-disciplinaire  EPI SVT Géographie  EPI SVT Français  Ressources pour l'enseignement du français Ressources pour l'enseignement des SVT  Sélection et référencement thématique des posts du carnet de bord : des ressources pour les SVT  Approcher et étudier la diversité des habitats marins côtiers de Martinique en classe  Activité classification niveau collège  Le dessin, un outil pour décrire et documenter en SVT  Réaliser une marée pédagogique  La Martinique et la mer : pêche, tourisme et mesures de conservations  La propriété des données récoltées lors d'une expédition Ressources pour l'orientation-Parcours Avenir  Présentation des membres de l'expéditionn parlant de leur métier  Travailler l'orientation grâce à l'expédition Madibenthos  Chapitrage des vidéos
---	---

Exemple d'un dossier conçu lors de l'expédition Madibenthos autour de la diversité des habitats marins explorés

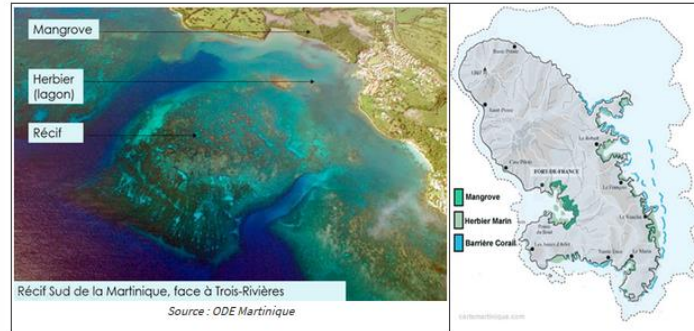
APPROCHER ET ÉTUDIER LA DIVERSITÉ DES HABITATS MARINS CÔTIERS DE MARTINIQUE EN CLASSE

Cette ressource est organisée en plusieurs volets :

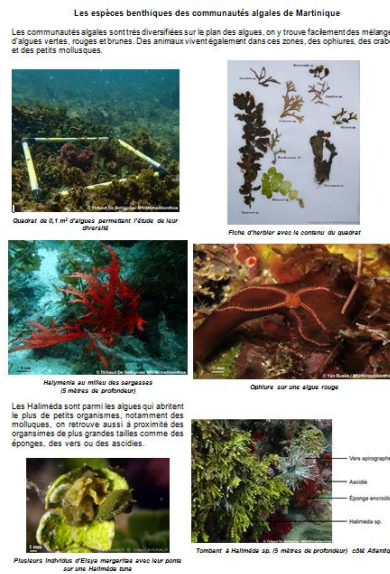
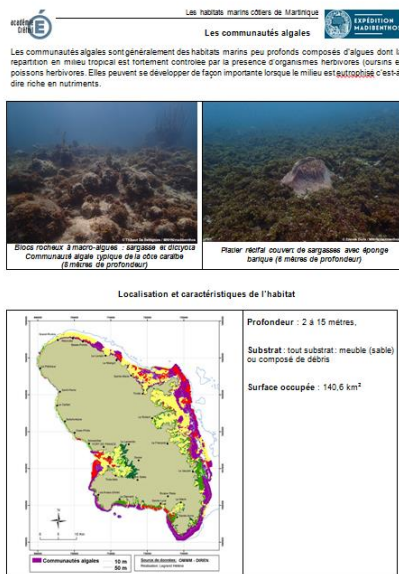
- un article sur les approches permettant d'étudier les habitats marins
- une fiche ressource référençant, par niveau, le travail réalisable en classe autour des habitats
- un lot de fiches « habitats marins côtiers de Martinique » pouvant servir de supports aux activités mises en œuvre autour de la notion d'habitat.

ETUDIER LA DIVERSITÉ DES HABITATS MARINS CÔTIERS DE MARTINIQUE

La diversité des habitats de la Martinique se résume à trois grands ensembles : la mangrove, l'herbier et le récif corallien.



Deux exemples de fiches thématiques habitats associées à l'article parmi les six réalisées



La fiche « Communautés algales »

Les habitats marins côtiers de Martinique

Les communautés coralliennes

Les communautés coralliennes sont sans doute les habitats marins peu profonds les plus connus et les plus documentés dans les Antilles. Elles abritent une biodiversité très riche mais sont aujourd'hui très fragilisées.

Localisation et caractéristiques de l'habitat

Profondeur : 2 à 12 mètres
Gamme de température : entre 25 et 29°C
Substrat : fonds durs, anciens récifs
Composition de l'eau : oligotrophe, "pauvre" en éléments minéraux
Surface occupée : 55,87 km²

Les espèces des récifs coralliens de Martinique

Si les communautés coralliennes abritent de nombreux coraux qui participent à la structuration de l'habitat, ces communautés sont généralement mixtes, pouvant également être composées de nombreuses d'éponges ou d'algues qui sont des organismes fixes participant également à la structuration de l'habitat.

Les récifs coralliens sont des constructions naturelles en calcaire. Il s'agit en fait de colonies de petits animaux que l'on appelle « polypes » qui sont entourés d'un squelette calcaire et qui vivent en association avec des algues, les zooxanthelles. Cette association est à l'origine de la couleur orangée des coraux, en fait les polypes sont transparents, ce sont les zooxanthelles qui sont de couleur orangée.

Au cours du temps, les polypes se multiplient, ce qui permet la croissance en largeur des coraux, et ils continuent à produire un squelette ce qui entraîne une croissance en hauteur des coraux.

Les récifs coralliens abritent une biodiversité très riche, une des plus riches du monde : de très nombreux poissons dont la plupart vivent en interaction avec les coraux, des anémones, des oursins, des gastéropodes, des crustacés.

Rôles écologiques des récifs coralliens

- Les récifs coralliens jouent de nombreux rôles : constituant un lieu de vie avec de nombreuses cachettes, ils permettent à de nombreuses espèces de se cacher et c'est un lieu privilégié pour la reproduction de nombreuses espèces.
- Les récifs fonctionnent également comme un garde-manger pour beaucoup d'espèces qui y trouvent une nourriture abondante depuis les herbivores se nourrissant de micro-algues jusqu'aux carnivores.
- Les récifs constituent également une barrière physique protégeant les herbiers et les mangroves des mouvements océaniques car ce sont des habitats d'eau calme.

Menaces et dégradations

Deux types de menaces pèsent sur les communautés coralliennes, il y a tout d'abord des menaces liées au milieu naturel : cyclones anéantissant les coraux et les algues, les algues qui vivent en association avec les coraux sont également menacées par les ouragans qui grattent les coraux pour trouver les algues dont ils se nourrissent. Il y a ensuite des menaces liées aux activités humaines : dans la tourmente et les activités de pêche qui abîment les récifs (arrachage par les ancres de bateau, site de plongée abîmé par la fréquentation trop importante...), trois grands phénomènes menacent les récifs : le changement climatique, l'hyperméditerranéisme et l'eutrophication.

→ Le changement climatique : Les coraux sont des organismes qui vivent dans des conditions de température limitées : lorsque la température devient supérieure à 29°C, les algues qui vivent en association avec les coraux meurent et les coraux perdent leur couleur. Cette mort est irréversible et entraîne la destruction du récif. L'augmentation de la température de l'eau au-dessus de 29°C pendant 6 mois à entraîne un blanchissement massif ainsi que la perte de 40 % des coraux des Antilles.

→ L'hyperméditerranéisme : Après avoir traversé les domaines agricoles (bananiers, champs de cannes à sucre, etc.), les rivières, portées de sédiments terrrestres, se jettent dans la mer où elles déposent leur impressionnante charge sédimentaire. C'est ce qui explique la destruction de récifs coralliens par la Commission Départementale de l'Équipement (CDE) la rivière Lézarde déposant, en moyenne, chaque année 100 000 m³ de sédiments dans la baie de Fort-de-France. Une fois arrivés en mer, ces sédiments recouvrent les coraux, qui ne peuvent en éliminer qu'une partie : ceci nécessite beaucoup d'énergie ce qui épuise les récifs.

→ L'eutrophication : Le développement démographique et économique explosif des pays de la zone intertropicale s'accompagne d'une pollution croissante et, en particulier, d'un enrichissement artificiel des eaux côtières en substances nutritives (engrais, engrais...) et les algues se sont mises à proliférer sur les récifs coralliens. En Martinique, dans un scénario de pollution croissante par les nitrates et les phosphates, les algues vont tout d'abord s'installer subitement entre les coraux, sans perturber les algues, mais en gênant la respiration sur le fond de leurs larves. Ce phénomène est totalement lié au rejet des eaux d'assainissement non ou mal traitées, à tous des engrais chimiques au niveau agricole, à l'érosion des sols, à la destruction des mangroves qui jouent un rôle de filtre entre les milieux terrestres et marins.

→ Perte du couvert de fond : Les coraux s'effondrent peu à peu : <http://mediterranee.martinique.fr/fr/conservation/conservation-coral>

Les algues se développent sur les coraux, Pêche Lézarde

La fiche « Communautés coralliennes »

Natacha, épaulée par deux emplois étudiants recrutés par Emilie Detouillon au sein de la DEPF : Julie girard et Jérémey Rollin continuera d'alimenter ce module de nouvelles ressources durant toute l'année scolaire, avec de nouveaux articles notamment autour de l'impact des activités humaines sur la diversité spécifique (pour le collège), de nouvelles pistes activités à mettre en œuvre notamment autour du barcoding (pour le lycée).

8. BILAN DES ACTIONS DE COMMUNICATION

Alice Leblond (MNHN) et Lisa Briot (AAMP)

Le site internet

1) Conception

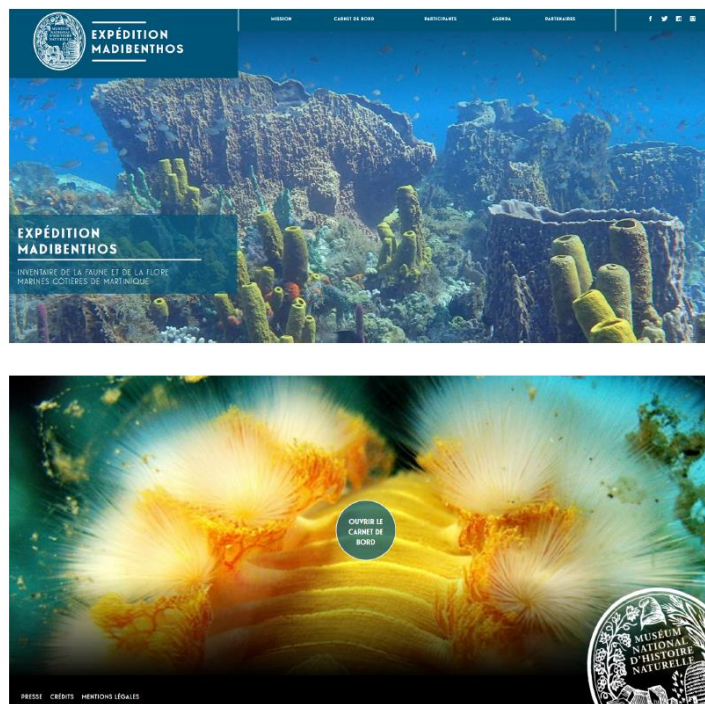
Un site internet a été réalisé pour l'expédition. Pour se faire, afin de renforcer le service multimédia du Muséum, nous avons fait appel à un prestataire extérieur pour mener à bien la conception et le suivi de la réalisation du site web. Afin de rendre le site plus attractif, une graphiste a aussi été embauchée, pour faire le design global du site, ainsi que les illustrations graphiques.

Le site web Madibenthos, prend des allures de minisite web, sur une inspiration au niveau graphique du site <https://www.chaosofdelight.org/>, trouvé par Laure Corbari. Une version mobile du site a aussi été mise en place.

Agréable, simple et fonctionnel, il contient :

- une page d'accueil, proposant un lien direct d'accès au « carnet de bord »,
- une page « mission », présentant de façon succincte les objectifs du projet,
- une page « carnet de bord », permettant de recenser tous les posts écrits pendant la mission,
- une page « participants », indiquant les rôles de chaque personne ayant participé à la mission,
- une page « agenda », informant le grand public des événements à venir,
- une page « partenaires », avec un descriptif et lien vers le site des institutions ayant soutenu le projet.

URL du site : <http://madibenthos.mnhn.fr>



Page d'accueil du site Madibenthos

2) Carnet de bord

Du 05 septembre 2016 au 11 octobre 2016, nous avons pu publier chaque jour un billet de blog, équivalent à un total 38 billets. Les participations ont été multiple et les sujets variés, grâce à l'implication de chacun des participants, qu'il soit chercheurs, pilotes, plongeurs, soutien technique, amateurs, administratif ou logisticien. Les thématiques diversifiées, où il peut aussi bien être questions de méthode d'échantillonnage, de zoom sur un groupe taxonomique, de vie collective, de milieux environnants, de présentation des partenaires, d'événements presse, de point focus sur les menaces des écosystèmes ont certainement donné envie aux internautes de suivre ce blog de façon assidue.



Dernier billet de blog posté

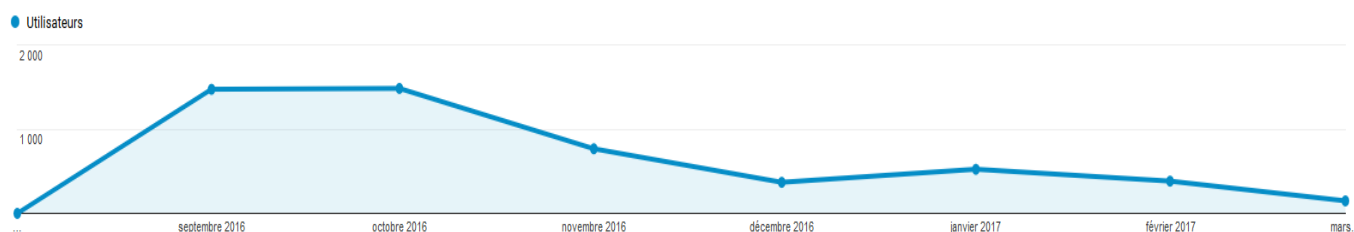
3) Tendances

Fréquentation

Sur le mois de septembre et octobre, période de la mission, on observe une importante fréquentation du site web, avec au mois de septembre près de 1 500 visiteurs uniques et le mois d'octobre qui compte à nouveau 1 500 visiteurs uniques, ce qui vient doubler le chiffre du nombre de visiteurs.

Le premier pic de visite a lieu les 08 et 14 septembre, avec respectivement 139 et 142 nouveaux visiteurs, puis les 10 et 12 octobre avec respectivement 152 et 184 nouveaux visiteurs.

La fréquentation du site web diminue en novembre, mais le site est toujours actif, et compte toujours de nouveaux visiteurs (ex: pour le mois de janvier 2017 : 524 utilisateurs, 798 sessions / pour le mois de mars 2017 : 153 utilisateurs, 197 sessions).



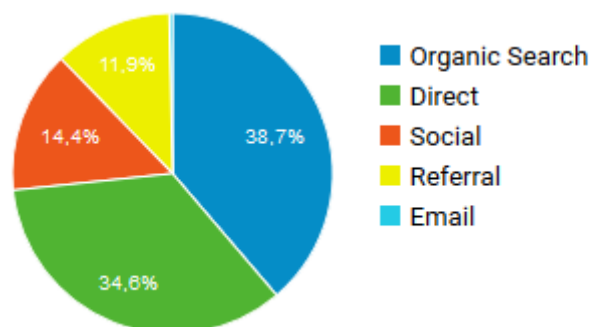
Evolutions de la fréquentation par mois depuis septembre 2016

SITE MADIBENTHOS	
Visiteurs uniques	4 608
Pages vues	66 899
Durée moyenne des sessions	8 min 09
Taux de rebond	28,28%

Acquisition

La majorité des visiteurs ont recherché l'URL du site via des moteurs de recherche, mais nombreux sont ceux qui la tapait directement dans leur navigateur, celle-ci étant identifiée au préalable, car connue par le grand public, via les nombreuses actions des communications où celui-ci était cité (conférence, presse, tv, radio, relais autres,..)

Acquisition / Canaux / Tout le trafic	
Organic search : recherche par mots-clés via moteur de recherche	38,7%
Direct : URL directement tapée dans le navigateur	34,6%
Social : accès au site web via les réseaux sociaux	14,4%
Referral : accès au site web via des sites l'ayant mentionné	11,9%
Email : accès au site via des emails	0,3%



A noter : la part de la fréquentation provenant d'internautes ayant tapé directement l'URL dans le navigateur comprend également les internautes ayant cliquer sur des URL dans une newsletter.

Sites référents qui ont permis aux internautes d'accéder au site web Madibenthos :
site.ac-martinique.fr
martinique.developpement-durable.gouv.fr
aires-marines.fr
observatoire-eau-martinique.fr

Les sites partenaires ont fortement contribué aux relais de l'information, notamment le site de l'Académie de Martinique, de la DEAL Martinique, des Aires Marines et de l'Observatoire de l'Eau Martinique. Les académies, lycées, collèges, ... de métropole et de Martinique ont contribué fortement aux référencement du site via des accès privés à destination des professeurs, parents et élèves dans des buts pédagogiques intégrés à leur programme scolaire.

Pages du site les plus vues

Les pages les plus consultées par les internautes sont les suivantes (par ordre décroissant) :

- carnet de bord
- page d'accueil
- mission
- participants
- agendas
- partenaires

Pages du site les plus vues	
Page	URL
Carnet de bord	http://madibenthos.mnhn.fr/fr/carnet-bord
Page d'accueil	http://madibenthos.mnhn.fr/
Mission	http://madibenthos.mnhn.fr/fr/mission
Participants	http://madibenthos.mnhn.fr/fr/participants
Agenda	http://madibenthos.mnhn.fr/fr/agenda
Partenaires	http://madibenthos.mnhn.fr/fr/partenaires
Expédition Madibenthos, coup d'envoi	http://madibenthos.mnhn.fr/fr/carnet-bord/expedition-madibenthos-coup-envoi
Du tri à la collecte	http://madibenthos.mnhn.fr/fr/carnet-bord/deuxieme-jour-piste-espece-inconnue
Le tamisage, un travail ingrat dont jaillissent des pépites	http://madibenthos.mnhn.fr/fr/tamisage-travail-ingrat-jaillissent-pepites
Le temps des remerciements	http://madibenthos.mnhn.fr/fr/temps-remerciements

Evènementiels

De nombreux évènements ont pu être organisés, grâce à une implication forte des partenaires locaux, acteurs moteurs du projet, par le biais de leur service de presse. A citer en particulier la DEAL, l'ODE, et l'AAMP, dont ce dernier à assurer toute la coordination des actions de communication en amont. Ainsi, des conférences de presse, de restitution et des expositions, à destination du grand public ou pour un public spécialisé ont pu avoir lieu avant, pendant et après l'expédition Madibenthos.

1) Les conférences de presse

Le 07 septembre 2016, lancement officiel de l'expédition Madibenthos à la base navale du Fort Saint-Louis

Le 07 septembre 2016 a eu lieu la conférence de presse de lancement de l'expédition Madibenthos, réalisée en partenariat avec les services de presse partenaires martiniquais ODE, AAMP, DEAL, Marine nationale, CTM et coordonnée par l'AAMP. La presse et les représentants de nombreux organismes et institutions de Martinique ont été reçus par le Vice-Amiral de la base navale des Forces Armées aux

Antilles, Olivier Couprie, en présence de Monsieur le Conseiller exécutif chargé du développement durable et de l'énergie à la Collectivité Territoriale de Martinique et Président du Parc Naturel Régional de la Martinique, Louis Boutrin (représentant le Président de la Collectivité Territoriale de Martinique), Monsieur le Directeur de la Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement, Patrick Bourven (représentant de Monsieur le Préfet), Monsieur le Directeur Général délégué du Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN), Pierre Dubreuil et le chef de l'expédition et professeur au Muséum, Philippe Bouchet.

Les journalistes et de nombreux organismes et institutions de Martinique ont répondu présents. A l'issue de la présentation, les premières interviews ont été données, et prises de contacts avec les journalistes faites. Les premiers reportages télévisés, radio et presse ont été diffusés à la suite de cette journée, et ce grâce à la cohésion et au soutien des services de communication des différents partenaires.



Intervention du chef de mission lors de la conférence de presse Madibenthos
© Clarisse Rondier / MNHN / Madibenthos

Le 07 octobre 2016, organisation d'une conférence de restitution à destination des partenaires et institutions locales, avec invitation de la presse

Le 07 octobre, c'est la Communauté Territoriale de Martinique (CTM) qui a accueilli l'équipe Madibenthos pour faire le premier bilan de l'expédition destinés aux partenaires institutionnels et scientifiques de l'expédition : la DEAL, la DM, l'ODE, l'AAMP... ainsi qu'à la presse. Sont intervenus Guillaume Dirberg (MNHN), Philippe Bouchet (MNHN) et Claude Bouchon (Université des Antilles).

2) Les conférences de restitution

Le 5 octobre 2016, à la Maison de la Culture de Trinité

Ouverte au grand public, et accueillie dans les locaux de la Maison de la Culture de la mairie de Trinité, cette conférence est la première conférence de restitution de l'expédition. Annonçant les premiers résultats, elle a eu lieu dans une commune du Nord, afin de mettre sur le devant de la scène cette partie de l'île. Il a notamment été l'occasion de mentionner la découverte d'une espèce nouvelle de Marginellidae, trouvée près de la presqu'île de la Caravelle dans le secteur de la Trinité.

Sont d'abord intervenus Guillaume Dirberg (MNHN), Philippe Bouchet (MNHN), Claude Bouchon (Université des Antilles) et Josiane Pain (Lycée Montgérald, Le Marin), suivi d'un échange de questions-réponses.

Le 10 octobre 2016, à 18h00 à l'amphi Charles Julius de l'UA

A l'amphithéâtre Charles Julius, sur le campus de Sciences à l'Université des Antilles de Fort-de-France, s'est tenue une grande conférence de restitution pour le grand public. Une occasion de faire connaître à tous les objectifs de la mission, les méthodes mises en œuvre sur le terrain durant ces sept dernières semaines et les premiers résultats de la mission. Une occasion pour Philippe Bouchet (MNHN), le chef de la mission, de rappeler dans quel cadre sont menées les Grandes Expéditions du Muséum et de donner quelques chiffres, pour Guillaume Dirberg (MNHN) d'expliquer et de passer les vidéos des différentes techniques d'échantillonnage utilisées, pour Claude Bouchon (Université des Antilles) d'apporter son regard sur l'évolution des récifs coralliens et les menaces qui pèsent sur ses écosystèmes fragiles, et pour Josiane Pain Mahieu (enseignante au Lycée Montgérald du Marin) de clore cette soirée. Pour elle, c'est la sensibilisation auprès du jeune public qui est centrale : faire connaître les problématiques de la biodiversité marine de la Martinique aujourd'hui devrait permettre de la préserver demain.



L'amphi Charles Julius © Thibaut de Bettignies / MNHN/ Madibenthos

La conférence a été filmée et est disponible sur le site de la Bibliothèque numérique Manioc de l'Université des Antilles (manioc.org). Elle est référencée sous le titre « Grand Inventaire de la faune et de la flore marines côtières de Martinique ».

Le 3 décembre 2018

- **17h30** : conférence à l'Université des Antilles ; interventions de Philippe Bouchet (MNHN), Guillaume Dirberg (MNHN) et Claude Bouchon (UA).

- **19h** : conférence au musée du Père Pinchon et présentation de l'exposition qui se compose de 10 kakémonos, 12 photos sur panneau grand format PVC et 1 film (expo visible pendant 6 mois) ; interventions de Philippe Bouchet (MNHN), Guillaume Dirberg (MNHN) et Claude Bouchon (UA).



Conférence au musée du Père Pinchon

Le mardi 4 décembre

- **11h ou 12h** : Conférence à l'attention des élus en clôture du Comité Eau et Biodiversité à la CTM (ex-conseil général) ; interventions de Philippe Bouchet (MNHN), Guillaume Dirberg (MNHN) et Claude Bouchon (UA).
- **19h** : conférence aux Anses d'Arlet dans le cadre du forum l'ODE et vous. Intervention de Guillaume Dirberg (MNHN) et Claude Bouchon (UA).
- **19h** : conférence à la maison de la culture de Trinité. Romain Ferry (Lycée Bellevue/UA), Philippe Bouchet (MNHN), Josiane Pain (Professeur de biologie en Martinique, participante à Madibenthos).

Le mercredi 5 décembre

- **10h-12h** : deux conférences au lycée Bellevue à destination des élèves et professeurs de l'établissement. Intervention de Romain Ferry (Lycée Bellevue/UA), Philippe Bouchet (MNHN),

Josiane Pain (Professeur de biologie en Martinique, participante à Madibenthos), Guillaume Dirberg (MNHN).



Conférence au lycée Bellevue

3) Les expositions

Exposition itinérante

Réalisée par l'AAMP, en étroite partenariat avec les Associations martiniquaises Océan-vironnement et Flabellina, l'exposition « La biodiversité cachée des côtes martiniquaises » avait pour vocation à être exposée dans de nombreux espaces publics dès le lancement de l'expédition Madibenthos, afin de sensibiliser les martiniquais à leur environnement, tout en annonçant la mission.

Elle est composée de dix panneaux, incluant :

- 1 panneau de présentation,
- 5 panneaux sur les communautés coralliennes,
- 1 panneau sur les fonds sableux,
- 2 panneaux sur les herbiers,
- 1 panneau sur les mangroves.

Ont été visés les espaces publics visibles du plus grand nombre de type centre commerciaux, mais aussi des établissements publics spécialisés dans les thématiques environnementales, des sites partenaires et des événements spécialisés, comme la semaine du développement durable.



Extrait du premier panneau de l'exposition

Elle a ainsi circulé dans les lieux et établissement suivants :

- 12 au 17 sept. : Centre commercial Le Rond-Point, Fort-de-France
- 19 sept. au 01 oct. : centre commercial La galleria, Le Lamentin
- 05 oct. : Maison de la Culture de Trinité (pendant la conférence)
- 06 oct. au 12 oct. : faculté des sciences de Schoelcher
- 08 nov. au 12 nov. : mairie du Prêcheur (semaine sur la Mer)
- 21 nov. au 25 nov. : BRED agence de Fort-de-France
- 28 nov. au 09 déc. : ancienne mairie des Trois-ilets
- 10 déc. : centre nautique des Anses d'Arlet (TANBOU LEZANS)
- 19 déc. au 06 jan. 2017 : Direction de la mer (Fort de France)
- 09 janv. au 19 janv. : Collectivité Territoriale de Martinique (Schoelcher)
- 03 fév. : comité de baie de Fort-de-France
- 27 avr. au 31 avr. : semaine du développement durable (Rivière-Salée)

Cette exposition circule encore actuellement, dans tout établissement en faisant la demande auprès de Lisa Briot (lisa.briot@aires-marines.fr), Agence des Aires Marines Protégées.

Exposition permanente

Une exposition a été réalisée pendant la mission par le Muséum national d'Histoire naturelle, afin de mettre en valeur les espèces découvertes lors de l'expédition, que celle-ci soient nouvelles ou non, mais dans tous les cas, toujours particulières. Le but premier était d'apporter d'ores et déjà des valorisations et résultats, en toute sortie de mission. Il avait été décidé que l'exposition soit affichée sur les grilles de la préfecture de Fort-de-France, sans d'autres itinérances prévues. Victime de son succès, celle-ci circule depuis dans d'autres établissements, toujours grâce à Lisa Briot (lisa.briot@aires-marines.fr), de l'AAMP qui s'occupe de ses transferts.

Elle contient 13 panneaux, dont :

- 1 panneau de présentation avec les partenaires,
- 1 panneau récapitulatif avec les légendes des espèces,
- 1 panneau de présentation de la mission,
- 10 panneaux espèces.



Avant dernier panneau de l'exposition

Elle a circulé dans les établissements suivants :

- Oct au 30 déc. : Grille de la préfecture (Fort-de-France)
- Depuis le 10 janv. : école îlet Charles (Trois-Îlets)



Exposition permanente sur les grilles de la préfecture

Les médias

L'expédition Madibenthos a pu bénéficier de nombreuses retombées des médias et des réseaux sociaux, grâce à la réalisation d'un plan de communication par un groupe de travail communication, incluant les responsables de projets et le service de communication associé de chacun des organismes suivants : DEAL, ODE, AAMP et MNHN. Ce groupe de travail était coordonné et piloté par l'AAMP. Tout au long du projet, pendant et après l'expédition, les différents services presse des partenaires sont restés impliqués.

1) Presse / Radio / TV 2016 autour de l'expédition

L'expédition Madibenthos a bénéficié d'une large couverture médiatique grâce aux relais locaux et nationaux, que cela concernant la presse écrite, presse web, radio ou télévision.

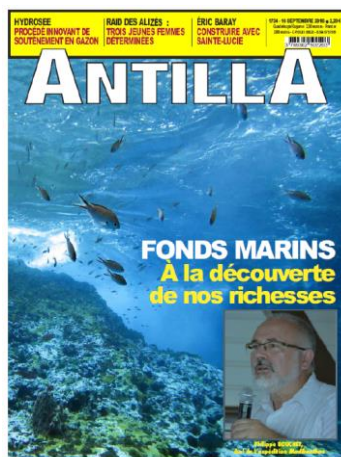
Presse / Radio / TV	
Articles dans la presse écrite	15
Articles dans la presse web	55
Passages dans des émissions télévisées	8
Passages dans des émissions radio	2

Presse web

A noter le fort relais médiatique des sites partenaires, et notamment ODE, AAMP, DEAL, académie de Martinique et de Créteil, préfecture de la Martinique, Parc naturel régional de la Martinique, Carbet des Sciences, Université des Antilles, Forces armées aux Antilles. L'expédition a bénéficié d'une forte médiatisation des médias locaux, notamment sur les sites web de France Antilles, Sakafet, la Tribune des Antilles, Dom Tom News, Fey, Montray Kréyol, matinik.fr, mais aussi des relais au niveau national, via les sites France Nature Environnement, le magazine « Plongez ! », Sicens et Avenir, Yahoo, Orange, Capital, Challenges, L'Obs, La Tribune, Reuters.

Presse écrite

L'expédition a fait la première page du magazine « Antilla », avec pas moins de 5 pages dédiées. De nombreux articles sont parus dans les quotidiens France Antilles, mais aussi dans le journal du Marin, France Antilles Junior et France Antilles Guadeloupe.



Couverture du magazine Antilla

Radio

Deux émissions de radio ont été organisées sur Radio Caraïbes, avec en invité Philippe Bouchet (MNHN) et Denis Etienne (DEAL).

TV

De nombreuses sollicitations par des chaînes de télévision locales nous ont été faites et nous nous sommes empressés d'y répondre positivement. Les participants de l'expédition ont joué le jeu des interviews à merveille. ATV, Martinique 1^{ère} et France O sont venus sur site à la base navale pour voir le fonctionnement du laboratoire ou les animations pédagogiques ou sur les terrains avec les collecteurs plongeurs, mareyeurs ou dragueurs, et ont permis la réalisation de beaux reportages, surtout diffuser dans les journaux du soir. A citer notamment la participation du Directeur Général délégué MNHN Pierre Dubreuil, en compagnie du chef de mission Philippe Bouchet au plateau en direct du journal de 19h00 d'ATV.



Plateau du journal de 19h00 d'ATV, invités : Pierre Dubreuil, Directeur Général délégué au MNHN et Philippe Bouchet, chef de mission de l'expédition et professeur au MNHN

Enfin, après la mission, une des chercheuses du MNHN, Laure Corbari, a été invitée à participer à l'émission « Les Témoins d'Outre-Mer ». Pour correspondre au format de l'émission, de courtes vidéos en selfies ont été réalisées par les participants eux-mêmes, à savoir Natacha Ouvrié (professeur relais au MNHN, Académie de Créteil), Claude Jeannet (bénévole martiniquais, passionné d'algues) et Daniel Gaudin de Viremont, pilote de l'embarcation dédié au dragage.

2) Revue de presse Madibenthos accompagnant les conférences de restitution finale – 3, 4 et 5 décembre 2018

➤ **Martinique la 1^{ère} radio**

Lundi 3 décembre

Journal radio édition du matin – Début à 7''35

http://medias2.francetv.fr/videosread/rfo/mp3/martinique/edition_du_matin/edition_du_matin_2018-12-03.mp3

Lundi 3 décembre

Journal radio édition de la mi-journée – Début à 11''20 – Rediffusion du sujet

http://medias2.francetv.fr/videosread/rfo/mp3/martinique/edition_de_la_mi-journee/edition_de_la_mi-journee_2018-12-03.mp3

Lundi 3 décembre

Journal radio édition du soir – Début à 8''16 – Rediffusion du sujet

http://medias2.francetv.fr/videosread/rfo/mp3/martinique/edition_du_soir/edition_du_soir_2018-12-03.mp3

Lundi 3 décembre

Page web

<https://la1ere.francetvinfo.fr/martinique/expedition-madibenthos-dresse-bilan-faune-flore-marines-martinique-658271.html>

Mercredi 5 décembre

Page web

<https://la1ere.francetvinfo.fr/martinique/biodiversite-marine-martinique-est-menacee-pollution-659017.html>

➤ **RCI**

Mardi 4 décembre

Edition du matin à 6h – Début à 3''57

Interview de Guillaume Dirberg :

<https://www.rci.fm/emission/journal-6h/5426233/1945>

Mardi 4 décembre

Edition du matin à 7h – Début à 7''35 – Rediffusion du sujet

Interview de Guillaume Dirberg :

<https://www.rci.fm/emission/rci-matin-journal-7h/5426656/1943>

Mardi 4 décembre

Emission Grand Angle

Interview de Guillaume Dirberg et Romain Ferry:

<https://www.rci.fm/emission/grand-angle/5428763/1871>

➤ **RCA-RFI**

Vendredi 7 décembre

Interview de Guillaume Dirberg et Alexandre Arqué dans le cadre de l'émission l'ODE et Vous -
Rediffusion prévue le 21 décembre à 15h10

➤ **Via ATV**

Lundi 3 décembre

Le grand direct 19h – Début à 18''20

Interview de Guillaume Dirberg et Claude Bouchon

<https://viaatv.tv/journal-televisé-viaatv-du-03122018/>

➤ **Martinique la 1^{ère} TV**

Lundi 3 décembre – Edition du soir – Début à 17''30

En direct du musée du Père Pinchon

Interview de Philippe Bouchet

<https://www.france.tv/france-o/journal-martinique/824859-journal-martinique.html>

Mardi 4 décembre – Edition du soir – Début à 22''04

Interview de Philippe Bouchet

<https://www.france.tv/france-o/journal-martinique/824833-journal-martinique.html>

➤ **France Ô**

Mardi 4 décembre – Edition du matin – Début à 17''30

Rediffusion du direct du Père Pinchon

Interview de Philippe Bouchet

<https://www.france.tv/france-o/journal-martinique/824859-journal-martinique.html>

Mardi 4 décembre – Edition du soir – Début à 22''04

Interview de Philippe Bouchet – Rediffusion du sujet de Martinique la 1^{ère}

<https://www.france.tv/france-o/journal-martinique/824833-journal-martinique.html>

➤ **MadinMag**

Annonce du programme des conférences – Page 59

<https://fr.calameo.com/read/003024871a014c599b4f3>

3) Réseaux sociaux

Facebook

Le Muséum et les partenaires ont relayé l'information sur leur compte Facebook, avec 6 posts pour le Muséum.



Exemple de post Facebook

Twitter

L'expédition Madibenthos était sur Twitter ! Ont tweetté le MNHN, l'INPN, la plateforme éducative du MNHN, mais aussi Mediaphore, EPI biodiversité, France Nature Env., l'ODE Martinique, et même WoRMS.



Tweet de WoRMS

9. Liste des participants

Philippe	Bouchet	Philippe Bouchet est professeur au Muséum national d'Histoire naturelle et responsable des grandes expéditions. Il est le chef de mission de l'expédition Madibenthos.
Claude	Bouchon	Claude Bouchon est professeur à l'université des Antilles, en Guadeloupe. Spécialiste des coraux, il fait partie de l'équipe de plongeurs de la mission Madibenthos.
Yolande	Bouchon	Yolande Bouchon Navaro est ingénieur à l'université des Antilles, en Guadeloupe. Spécialiste des poissons, elle participe aux opérations de plongée de la mission Madibenthos.
Myrienne	Brival	Myrienne Brival fait partie de la Direction des Affaires Financières du Muséum national d'Histoire naturelle. Elle est chargée du volet administratif et du volet communication sur l'expédition Madibenthos.
Barbara	Buge	Barbara Buge travaille au Muséum national d'Histoire naturelle en tant que gestionnaire de la collection de mollusques. Elle occupe un poste dédié au barcode (prélèvement de tissus pour le séquençage ADN) sur la mission Madibenthos.
Yan	Buske	Yan Buske, bénévole sur cette mission, est ergothérapeute. Amateur de haut niveau spécialisé dans les mollusques, il fait partie de l'équipe de plongeurs. Il est aussi président de l'association martiniquaise Flabellina dédiée aux mollusques.
Manuel	Caballer Gutierrez	Manuel Caballer Gutierrez est technicien de collections au Muséum National d'Histoire naturelle. Il est spécialiste des mollusques, et en particulier des nudibranches. Il fait partie de l'équipe plongée, et participera à l'échantillonnage des spécimens en plongée.
Cyril	Chambard	Cyril Chambard est technicien polyvalent au Muséum national d'Histoire naturelle. Il fait partie de l'équipe de tamisage et participe au soutien technique de la mission.
Laurent	Charles	Laurent Charles est conservateur au Muséum de Bordeaux. Malacologiste, il fait partie de l'équipe d'échantillonnage sur le littoral et assure la prise de photos des mollusques.
Jacques	Colomb	Jacques Colomb est bénévole au Muséum national d'Histoire naturelle. Amateur de haut niveau en malacologie, il fait partie de l'équipe d'échantillonnage à marée basse.
Laure	Corbari	Laure Corbari est maître de conférences au Muséum national d'Histoire naturelle. Spécialiste des crustacés, elle coordonne l'équipe de tri pour les crustacés et assure la prise de photos pour ce groupe.
Nicole	de Voogd	Nicole de Voogd est chercheur au Naturalis Biodiversity Center à Leiden, aux Pays-Bas. Spécialiste des éponges, elle participe à l'échantillonnage des spécimens en plongée.
Régis	Delannoye	Régis Delannoye, bénévole sur cette mission, est militaire en retraite. Passionné par les mollusques, il participe à l'échantillonnage des spécimens par dragage.
Julio	Desire	Julio Desire, bénévole sur cette mission, est gendarme, en Martinique, à la retraite. Il pilote l'un des bateaux dédiés à la plongée.
Thibault	De Bettignies	Thibault De Bettignies travaille au Service du Patrimoine Naturel du Muséum national d'Histoire naturelle. Sur l'expédition, il travaille à l'échantillonnage en plongée et au conditionnement des spécimens d'algues, dont il est spécialiste.
Guillaume	Dirberg	Guillaume Dirberg travaille au Muséum national d'Histoire naturelle. Il a pour spécialité les milieux marins et habitats. Au sein de la mission, il travaille sur la caractérisation des habitats.

Zdenek	Duris	Zdenek Duris est chercheur à l'Université d'Ostrava en République Tchèque. Il est spécialiste des crustacés. Il fait partie de l'équipe de plongée en charge de l'échantillonnage.
José	Espinosa	José Espinosa est chercheur spécialiste en malacologie à l'Instituto de Oceanologia de Cuba. Il fait partie de l'équipe plongée de la mission.
Sebastien	Faninoz	Sébastien Faninoz est chargé de projet Grandes Expéditions au Muséum national d'Histoire naturelle. Il est en charge de l'organisation générale de l'expédition.
Alice	Fargier	Alice Fargier est réalisatrice et originaire de Suisse. Elle réalise un film documentaire sur l'expédition.
Romain	Ferry	Romain Ferry est enseignant en secondaire et mène des recherches sur la biodiversité marine de Martinique à l'Université des Antilles (laboratoire Biospheres). Il fait partie de l'équipe plongée de la mission.
Daniel	Gaudin de Viremont	Daniel Gaudin de Viremont est marin-pêcheur en Martinique. Il pilote le bateau de l'équipe de dragage de la mission.
Serge	Gofas	Serge Gofas est Professeur à l'Universidad de Malaga, en Espagne. Spécialiste en malacologie, il fait partie de l'équipe d'échantillonnage sur le littoral.
Virginie	Heros	Virginie Héros est ingénieur au Muséum national d'Histoire naturelle. Elle est spécialisée en malacologie. Elle effectue le tri des spécimens de mollusques.
Marcel	Koken	Marcel Koken est chercheur au Centre National de la Recherche Scientifique à Brest. Sa spécialité est la bioluminescence.
Anouchka	Krygelmans	Anouchka Krygelmans est gestionnaire de collection généraliste au Muséum national d'Histoire naturelle. Elle fait partie de l'équipe qui effectue l'échantillonnage en plongée.
Dominique	Lamy	Dominique Lamy est professeur de sport en Guadeloupe, à la retraite. Amateur de haut niveau spécialisé dans les mollusques, il participe à l'expédition Madibenthos dans l'équipe de dragage.
Alice	Leblond	Alice Leblond est gestionnaire Grandes Expéditions au Muséum national d'Histoire naturelle. Elle participe à l'organisation de l'expédition ainsi que de la communication.
Line	Le Gall	Line Le Gall est maître de conférences au Muséum national d'Histoire naturelle. Spécialiste des algues, elle assure leur échantillonnage en plongée et leur tri.
Michel	Legall	Michel Legall est chef mécanicien en retraite. Il apporte son expertise technique à l'expédition et pilote un des bateaux..
Fanny	Lepareur	Fanny Lepareur travaille au Service du Patrimoine Naturel du Muséum national d'Histoire naturelle. Au sein de l'équipe de l'expédition, elle travaille au conditionnement des échinodermes et ascidies et à la gestion de la base de données.
Pierre	Lozouet	Pierre Lozouet est ingénieur responsable technique de la collection d'invertébrés marins au Muséum national d'Histoire naturelle. Spécialiste des mollusques, il fait partie de l'équipe d'échantillonnage sur le littoral.
Philippe	Maestrati	Philippe Maestrati est technicien spécialiste des mollusques au Muséum national d'Histoire naturelle. Sur le terrain, il coordonne et organise le tri des échantillons et le tamisage. Il fait aussi des photos des spécimens de mollusques.
Noemie	Michez	Noémie Michez travaille au Service du Patrimoine Naturel du Muséum national d'Histoire naturelle. Sur l'expédition, elle travaille à l'échantillonnage en plongée et au conditionnement des spécimens.
Oliverio	Marco	Marco Oliverio est chercheur à l'Université de Rome, en Italie. Il est spécialiste des espèces commensales associées parasites. Il fait partie de l'équipe de plongée qui effectue l'échantillonnage.

Jesus	Ortea	Jesus Ortea est Professeur retraité de l'Université d'Oviedo en Espagne. Spécialiste des mollusques, il participe à l'échantillonnage sur le littoral ainsi qu'au tri.
Natacha	Ouvrié	Natacha Ouvrié est enseignante de SVT dans l'académie de Créteil et professeur relais au Muséum national d'Histoire naturelle. Sur l'expédition Madibenthos, elle assure l'animation scientifique auprès du public scolaire martiniquais lors du second LEG ainsi que la production de ressources pédagogiques.
Sébastien	Pagani	Sébastien Pagani est réalisateur audiovisuel au sein du Pôle multimédia du Muséum national d'Histoire naturelle. Il réalise un film documentaire sur l'expédition Madibenthos.
Josiane	Pain Mahieu	Josiane Pain Mahieu est enseignante au Lycée Montgérald du Marin, en Martinique. Spécialiste des algues, elle fait partie de l'équipe d'échantillonnage sur le littoral.
Véronique	Philippot	Véronique Philippot est chercheur indépendante, spécialiste des gorgones. Elle travaille pour l'Ecole pratique des Hautes Etudes de Perpignan. Elle fait partie de l'équipe de tri des spécimens de l'expédition Madibenthos.
Danielle	Placais	Danielle Placais, professeur de biologie en lycée à la retraite, est bénévole au Muséum national d'Histoire naturelle. Elle fait partie de l'équipe de tri des échantillons.
Michaël	Rabiller	Michaël Rabiller est médiateur scientifique au Muséum de La Rochelle. Il assure l'animation scientifique auprès du public scolaire martiniquais pour l'expédition Madibenthos.
Colin	Redfern	Colin Redfern, naturaliste anglais, est spécialiste des mollusques des Bahamas. Il fait partie de l'équipe qui effectue l'échantillonnage sur le littoral.
Patrick	Sabine	Patrick Sabine est bénévole pour la mission Madibenthos. Ancien professeur de technologie en Martinique, il pilote un des bateaux dédiés à la mission.
Romain	Sabroux	Romain Sabroux est doctorant sur le groupe des pycnogonides au Muséum national d'Histoire naturelle. Il fait partie de l'équipe de tri des spécimens et apporte son soutien technique à l'expédition.
Stefano	Schiaparelli	Stefano Schiaparelli est chercheur sur les mollusques à l'Université de Gênes, en Italie. Il fait partie de l'équipe de plongée pour la mission.
Daniel	Sesotris	Daniel Sesotris est géomètre à la Martinique en retraite. Il pilote un des bateaux de l'expédition Madibenthos.
Anna	Sobanova	Anna Sobanova est doctorante sur les crustacés à l'Université d'Ostrava, en République Tchèque. Elle participe au tri des échantillons de l'expédition.
Sebastien	Soubzmaigne	Sébastien Soubzmaigne est gestionnaire de collections polyvalent au Muséum national d'Histoire naturelle. Il fait partie de l'équipe de tamisage et apporte son soutien technique à l'équipe.
Peter	Stahlschmidt	Peter Stahlschmidt est chercheur spécialiste des mollusques à l'Université de Koblenz-landau, en Allemagne. Il s'occupe de l'échantillonnage en plongée.
Emmanuel	Tardy	Emmanuel Tardy est assistant de recherche à l'Université de Genève, en Suisse. Il fait partie de l'équipe d'échantillonnage en plongée.
Danièle	Urban Grimal	Danièle Urban Grimal, professeur de biologie en lycée à la retraite, est bénévole au Muséum national d'Histoire naturelle. Elle fait partie de l'équipe de tri des échantillons.
Esther	van der Ent	Esther van der Ent est doctorante sur les éponges au Naturalis Biodiversity Center à Leiden, aux Pays-Bas. Elle fait partie de l'équipe de plongée.
Emmanuel	Vassard	Emmanuel Vassard est ingénieur de l'industrie à Toulon. Il fait partie de l'équipe d'échantillonnage en plongée.
Anders	Waren	Anders Warén est chercheur retraité du Swedish Museum of natural History à Stockholm, en Suède. Il est spécialiste des mollusques. Il fait partie de l'équipe de tri de l'expédition Madibenthos.

10. Partenaires

Le projet de la grande expédition Madibenthos est le résultat d'un étroit partenariat entre le Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN) et l'Agence des aires marines protégées (AAMP), la Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de Martinique (DEAL), l'Office De l'Eau Martinique (ODE) et la Collectivité Territoriale de Martinique (CTM), avec le soutien du Fonds européen de développement économique et régional (FEDER), de la Direction de la Mer (DM), et de la Base Navale du Fort Saint-Louis et de la Marine Nationale.

Il est mené en collaboration avec le Parc Naturel Régional de la Martinique (PNRM), l'Université des Antilles, le rectorat de Martinique, les Associations OCEANvironnement et Flabellina, le Museum de La Rochelle et l'Académie de Créteil.

Il est soutenu par les Plantations Saint-James et la BRED Banque Populaire.

Il a reçu le soutien financier du Fonds européen de développement économique et régional (FEDER) .



11. Le bilan, en chiffres

1) Moyens humains et matériels

- Nombre de participants : **65**
- Nombre de nationalités : **11**
- Nombre d'Homme / Jour : **1.760 H./J.**
- Nombre d'embarcations : **7 unités** (semi-rigide, yole de pêche, boston-whaler)
- Volume de matériel déployé : **70M³**
- Nombre de jours de terrain sur côte Caraïbe & Atlantique : **35 jours** du 5 septembre au 10 octobre inclus avec un arrêt complet le 28 sept., soit 35 journées d'échantillonnage
- Nombre total et type d'opérations menées sur les deux côtes (Caraïbe & Atlantique)
 - ✓ 116 opérations de dragage
 - ✓ 12 sorties pour de la pose de nasses
 - ✓ 72 opérations de plongée - brossage sous-marin
 - ✓ 42 opérations de plongée - suçeuse
 - ✓ 199 opérations de plongée - récoltes à vue
 - ✓ 53 sorties pour de la récolte de marée
 - ✓ 9 opérations de dragage à main
- Nombre total de stations échantillonnées : **503**
 - 304 stations** localisées sur la **façade Caraïbe**
 - 199 stations** localisées sur la **façade Atlantique**

2) Premiers résultats

- Nbre de spécimens échantillonnés (estimation) : ~ **200.000**
- Nbre d'espèces échantillonnées (estimations) : total ≥ **2.600 - 3.000**
 - ✓ Spongiaires 200
 - ✓ Gorgones 35
 - ✓ Mollusques 1200-1500
 - ✓ Pycnogonides 55
 - ✓ Crustacés 350-400
 - ✓ Crustacés 350-400
 - ✓ Echinodermes 80
 - ✓ Algues : 350
- Nbre de tissus prélevés pour ADN: ~**5.000**

3) Actions pédagogiques

- Nbre d'élèves accueillis : 781
- Nbre de journées portes ouvertes pour les scolaires : 9
- Nbre de classes accueillies : 34
- Nbre d'intervention dans les classes en Martinique : 5
- Nbre d'enseignants martiniquais formés et sensibilisés au projet : 51

4) Actions de communication

Site web

- Nbre de billets de blog mis en ligne sur le site web: 38
- Nbre de pages internet dédiées à l'expédition : 6
- Nbre de vues de ces pages internet : 66 899
- Nbre de visiteurs uniques : 4 608

Evènementiel

- Nbre de conférence de presse : 2
- Nbre de conférence grand public : 2
- Nbre d'exposition : 2
- Nbre de points d'exposition : 14

- Nbre de film : 1 à venir

Médias

- Nbre de passages radio : 2
- Nbre de passages TV : 8
- Nbre d'articles de presse écrite : 15
- Nbre d'articles de presse web : 55

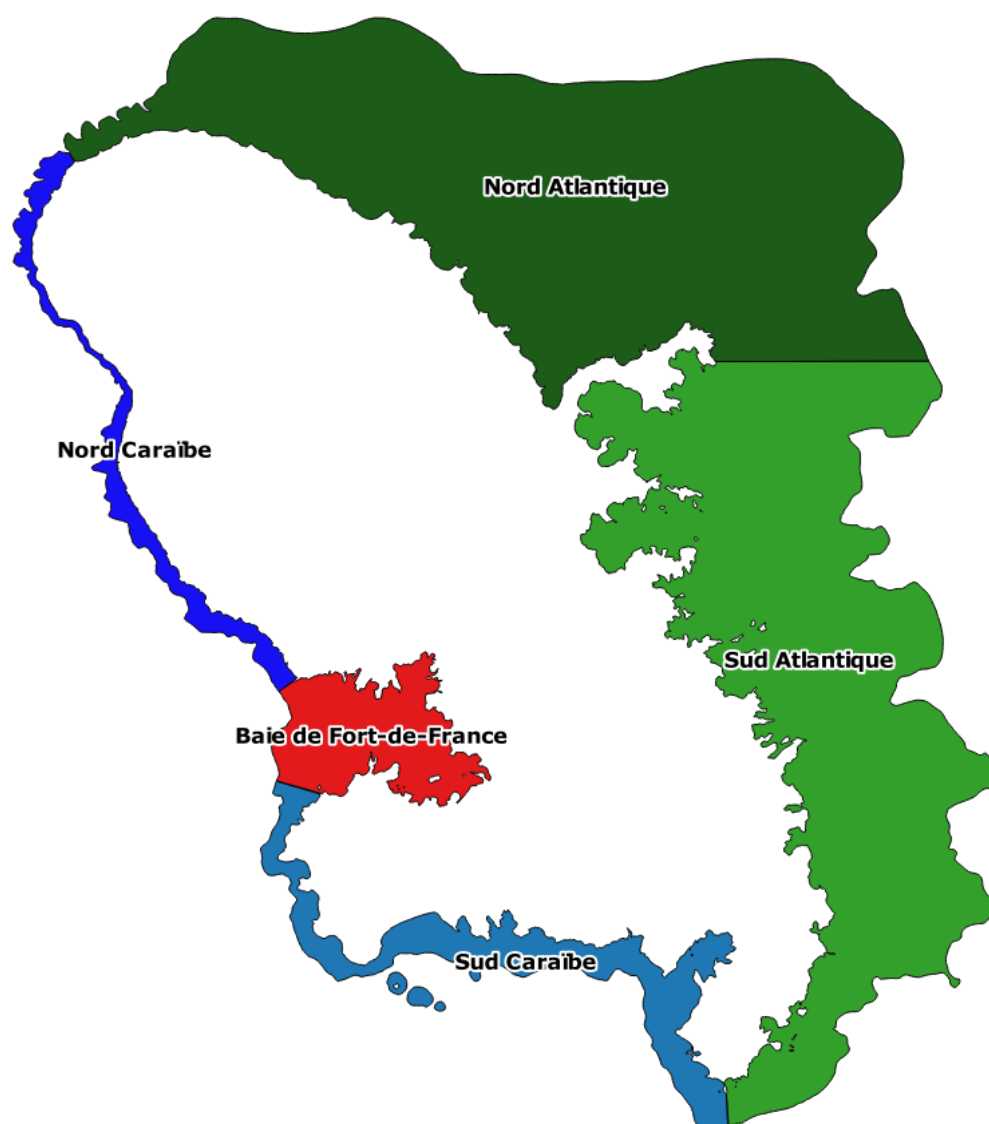
Réseaux sociaux

- Nbre de publications mises en ligne sur facebook : 6
- Nbre de Tweet : 26

Annexes

Liste des stations.

Chaque station correspond à un événement de collecte.



Cartographie des zones échantillonnées lors de l'expédition Madibenthos, Gilberto Marani (MNHN)

Stations échantillonnées dans le Baie de Fort-de-France

Légendes : AM -> Récolte à vue en marée ; AR -> Récolte à vue en plongée ; AS -> Suceuse en plongée ;
AB-> Brossage ; AD -> Drague à main ; AN-> Nasses.

Station	Localité	Latitude	Longitude	Profondeur début	Profondeur fin	Evènement
AM001	Baie de Fort-de-France	14°32,3'N	61°00,7'W	0	1	Récolte à vue en marée
AM002	Baie de Fort-de-France	14°32,6'N	61°04,7'W	0	1	Récolte à vue en marée
AM003	Baie de Fort-de-France	14°36,1'N	61°04'W		1	Récolte à vue en marée
AM004	Baie de Fort-de-France	14°32,5'N	61°04,5'W	0	1	Récolte à vue en marée
AM005	Baie de Fort-de-France	14°32,6'N	61°04,7'W	0	1	Récolte à vue en marée
AM020	Baie de Fort-de-France	14°36'N	61°04'W	0	1	Récolte à vue en marée
AM034	Baie de Fort-de-France	14°36,1'N	61°04'W	0	1	Récolte à vue en marée
AM049	Baie de Fort-de-France	14°33'N	61°01,1'W	0	1	Récolte à vue en marée
AR055	Baie de Fort-de-France	14°32,6'N	61°04,8'W		5	Récolte à vue en plongée
AB104	Baie de Fort-de-France	14°33'N	61°03,7'W		2	Brossage
AD105	Baie de Fort-de-France	14°33'N	61°03,7'W		2	Drague à main
AN204	Baie de Fort-de-France	14°35,6'N	61°05,7'W		65	Nasses
AN205	Baie de Fort-de-France	14°35,7'N	61°05,8'W	40	50	Nasses
AN292	Baie de Fort-de-France	14°35,5'N	61°05,8'W		75	Nasses
AR306	Baie de Fort-de-France	14°32,6'N	61°04,8'W	1	10	Récolte à vue en plongée
AR321	Baie de Fort-de-France	14°34,8'N	61°03,3'W	1	8	Récolte à vue en plongée
AM326	Baie de Fort-de-France	14°32,6'N	61°04,7'W		0	Récolte à vue en marée
AM327	Anse Bellay	14°32,5'N	61°04,6'W		0	Récolte à vue en marée
AR330	Baie de Fort-de-France	14°33,8'N	61°00,6'W	0	1	Récolte à vue en plongée
AR368	Baie de Fort-de-France	14°33,1'N	61°03,3'W	2	5	Récolte à vue en plongée
AB390	Baie de Fort-de-France	14°33,2'N	61°01,6'W		6	Brossage
AR391	Baie de Fort-de-France	14°33,2'N	61°01,6'W	1	8	Récolte à vue en plongée
AB392	Baie de Fort-de-France	14°35'N	61°04,6'W		13	Brossage
AR393	Baie de Fort-de-France	14°35'N	61°04,6'W	12	14	Récolte à vue en plongée
AB394	Baie de Fort-de-France	14°34,3'N	61°02,7'W		7	Brossage
AR395	Baie de Fort-de-France	14°34,3'N	61°02,7'W	5	15	Récolte à vue en plongée
AB398	Baie de Fort-de-France	14°34,6'N	61°03,3'W		6	Brossage
AR399	Baie de Fort-de-France	14°34,6'N	61°03,3'W		6	Récolte à vue en plongée
AR416B	Baie de Fort-de-France	14°32,6'N	61°04,7'W	1	4	Récolte à vue en plongée
AR467	Baie de Fort-de-France	14°33,4'N	61°03,4'W	4	7	Récolte à vue en plongée
AR468	Baie de Fort-de-France	14°34,5'N	61°05'W	11	15	Récolte à vue en plongée
AR470	Baie de Fort-de-France	14°32,7'N	61°04,7'W	3	9	Récolte à vue en plongée
AR471	Baie de Fort-de-France	14°33'N	61°03,7'W	1	4	Récolte à vue en plongée
AR473	Baie de Fort-de-France	14°35,1'N	61°03,2'W		6	Récolte à vue en plongée
AR474	Baie de Fort-de-France	14°35,8'N	61°04'W		5	Récolte à vue en plongée

Station	Localité	Latitude	Longitude	Profondeur début	Profondeur fin	Evènement
AR480	Baie de Fort-de-France	14°34,4'N	61°02'W	1	4	Récolte à vue en plongée
AS581	Baie de Fort-de-France	14°33,4'N	61°04,3'W		11	Suceuse en plongée
AR582	Baie de Fort-de-France	14°33,4'N	61°04,3'W		11	Récolte à vue en plongée
AD601	Baie de Fort-de-France	14°35,4'N	61°01,5'W		1	Drague
AD602	Baie de Fort-de-France	14°35,4'N	61°01,5'W		8	Drague
AD603	Baie de Fort-de-France	14°35,3'N	61°01,5'W		9	Drague
AD604	Baie de Fort-de-France	14°35,2'N	61°01,4'W		1	Drague
AD605	Baie de Fort-de-France	14°35'N	61°01,4'W		10	Drague
AD606	Baie de Fort-de-France	14°35,2'N	61°01,4'W		10	Drague
AD607	Baie de Fort-de-France	14°35,2'N	61°01,4'W		2	Drague
AD618	Baie de Fort-de-France	14°32,9'N	61°01,3'W		1	Drague
AD619	Baie de Fort-de-France	14°33'N	61°01,3'W		1	Drague
AD620	Baie de Fort-de-France	14°33'N	61°01'W		1	Drague
AD621	Baie de Fort-de-France	14°32,8'N	61°01,1'W		1	Drague
AD622	Baie de Fort-de-France	14°32,8'N	61°01,3'W		1	Drague
AD623	Baie de Fort-de-France	14°33,7'N	61°03,1'W		2	Drague
AD624	Baie de Fort-de-France	14°33,3'N	61°03,2'W		3	Drague

Stations échantillonnées dans la zone Nord Caraïbe

Légendes : AM -> Récolte à vue en marée ; AR -> Récolte à vue en plongée ; AS -> Suceuse en plongée ; AB-> Brossage ; AD -> Drague à main ; AN-> Nasses.

Station	Localité	Latitude	Longitude	Profondeur début	Profondeur fin	Evènement
AM039	Anse Céron	14°50,1'N	61°13,4'W	0	2	Récolte à vue en marée
AM040	Baie de St-Pierre	14°43,9'N	61°10,8'W	0	1	Récolte à vue en marée
AM041	Case-Pilote	14°38,4'N	61°08,4'W	0	1	Récolte à vue en marée
AR052	Case-Pilote	14°38,3'N	61°08,4'W		10	Récolte à vue en plongée
AR053	Vétiver	14°37,9'N	61°07,7'W	3	8	Récolte à vue en plongée
AS054	Vétiver	14°37,9'N	61°07,7'W		10	Suceuse en plongée
AR107	Case-Pilote	14°38,6'N	61°08,5'W	1	8	Récolte à vue en plongée
AB108	Case-Pilote	14°38,6'N	61°08,5'W		8	Brossage
AD109	Case-Pilote	14°38,6'N	61°08,5'W		8	Drague à main
AB159	Case-Pilote	14°38,3'N	61°08,4'W		12	Brossage
AR160	Case-Pilote	14°38,3'N	61°08,4'W	0	14	Récolte à vue en plongée
AB161	Vétiver	14°37,8'N	61°07,7'W		25	Brossage
AR162	Vétiver	14°37,8'N	61°07,7'W		28	Récolte à vue en plongée
AN210	Baie de Fort-de-France	14°35,9'N	61°05,7'W	50	60	Nasses
AN211	Baie de Fort-de-France	14°35,9'N	61°05,8'W	65	70	Nasses
AN212	Baie de Fort-de-France	14°35,9'N	61°05,7'W		60	Nasses
AD276	Baie de Fort-de-France	14°35,7'N	61°06'W		60	Drague
AD277	Schoelcher	14°36,7'N	61°06'W		3	Drague
AD278	Schoelcher	14°36,9'N	61°06,3'W		4	Drague
AD279	Schoelcher	14°36,9'N	61°06,7'W		80	Drague
AD280	SW Vétiver	14°37,6'N	61°08,3'W		60	Drague
AD281	Case-Pilote	14°38,6'N	61°09'W	60	57	Drague
AD282	Case-Pilote	14°38,6'N	61°09,1'W		60	Drague
AD283	Fond Boucher	14°39,3'N	61°09,6'W	40	37	Drague
AD284	Fond Boucher	14°39,3'N	61°09,3'W	4	3	Drague
AD285	Bellefontaine	14°40,3'N	61°09,9'W	4	5	Drague
AD286	Bellefontaine	14°40,2'N	61°10'W		40	Drague
AD287	Bellefontaine	14°39,9'N	61°09,9'W		60	Drague
AD288	Bellefontaine	14°40'N	61°10,5'W		90	Drague
AD289	Bellefontaine	14°40,2'N	61°10,5'W		70	Drague
AD290	SW Vétiver	14°37,5'N	61°08,3'W		74	Drague
AN291	SW Vétiver	14°37,4'N	61°08,2'W		83	Nasses
AD293	Le Carbet	14°42,3'N	61°11,7'W		90	Drague
AD294	Le Carbet	14°42,3'N	61°11,6'W		76	Drague
AD295	Le Carbet	14°42,3'N	61°11,6'W		77	Drague

Station	Localité	Latitude	Longitude	Profondeur début	Profondeur fin	Evènement
AD296	Le Carbet	14°42,5'N	61°11,1'W		3	Drague
AN297	Bellefontaine	14°40'N	61°10,4'W		73	Nasses
AD298	Bellefontaine	14°40,4'N	61°10,6'W		70	Drague
AD299	Bellefontaine	14°40,1'N	61°10,5'W		77	Drague
AR303	Fond Boucher	14°39,4'N	61°09,5'W	1	20	Récolte à vue en plongée
AR304	Case-Pilote	14°38,8'N	61°08,8'W	1	10	Récolte à vue en plongée
AR307	Îlet La Perle	14°50,5'N	61°13,7'W	1	30	Récolte à vue en plongée
AR308	Le Prêcheur	14°48,4'N	61°13,6'W	1	22	Récolte à vue en plongée
AR309	Fond Boucher	14°39,5'N	61°09,5'W	1	22	Récolte à vue en plongée
AR313	Case-Pilote	14°38,2'N	61°08,4'W	1	17	Récolte à vue en plongée
AB362	Fond Boucher	14°39,3'N	61°09,4'W		14	Brossage
AS363	Fond Boucher	14°39,3'N	61°09,4'W		14	Suceuse en plongée
AR364	Fond Boucher	14°39,3'N	61°09,4'W		14	Récolte à vue en plongée
AS365	Case-Pilote	14°38,9'N	61°09,1'W		14	Suceuse en plongée
AR366	Case-Pilote	14°38,9'N	61°09,1'W	16	19	Récolte à vue en plongée
AR367	Vétiver	14°38'N	61°07,8'W	3	5	Récolte à vue en plongée
AB372	Bellefontaine	14°39,7'N	61°09,6'W		12	Brossage
AS373	Bellefontaine	14°39,7'N	61°09,6'W		9	Suceuse en plongée
AR374	Bellefontaine	14°39,7'N	61°09,6'W	9	12	Récolte à vue en plongée
AS375	Îlet La Perle	14°50,5'N	61°13,7'W		23	Suceuse en plongée
AR376	Îlet La Perle	14°50,5'N	61°13,7'W	23	25	Récolte à vue en plongée
AB377	Le Prêcheur	14°48,4'N	61°13,6'W		21	Brossage
AS378	Le Prêcheur	14°48,4'N	61°13,6'W		15	Suceuse en plongée
AR379	Le Prêcheur	14°48,4'N	61°13,6'W	15	27	Récolte à vue en plongée
AR380	Cap Saint Martin	14°51,6'N	61°12,6'W	6	18	Récolte à vue en plongée
AR381	Le Carbet	14°41,6'N	61°10,8'W		5	Récolte à vue en plongée
AB382	Le Prêcheur	14°47,2'N	61°13,1'W		2	Brossage
AR383	Le Prêcheur	14°47,2'N	61°13,1'W	10	17	Récolte à vue en plongée
AR384	Le Prêcheur	14°47,2'N	61°13,1'W	15	30	Récolte à vue en plongée
AR385	Le Prêcheur	14°48,6'N	61°13,8'W		13	Récolte à vue en plongée
AB386	Le Prêcheur	14°46,8'N	61°12,7'W		17	Brossage
AR387	Le Prêcheur	14°46,8'N	61°12,7'W	7	24	Récolte à vue en plongée
AB388	Baie de St-Pierre	14°45,1'N	61°11'W		17	Brossage
AR389	Baie de St-Pierre	14°45,1'N	61°11'W	16	24	Récolte à vue en plongée
AR396	Cap Saint Martin	14°51,8'N	61°12,5'W	1	22	Récolte à vue en plongée
AR397	Le Prêcheur	14°47,5'N	61°13,3'W		20	Récolte à vue en plongée
AR415	Îlet La Perle	14°50,5'N	61°13,7'W	22	31	Récolte à vue en plongée
AR416A	Anse Couleuvre	14°50,4'N	61°13,5'W		10	Récolte à vue en plongée
AR418	Baie de Fort-de-France	14°35,9'N	61°05,5'W		8	Récolte à vue en plongée
AB460	Schoelcher	14°37,7'N	61°07,2'W		4	Brossage
AR461	Schoelcher	14°37,7'N	61°07,2'W	4	9	Récolte à vue en plongée

Station	Localité	Latitude	Longitude	Profondeur début	Profondeur fin	Evènement
AR462	Fond Boucher	14°39,2'N	61°09,2'W		8	Récolte à vue en plongée
AB463	Anse Couleuvre	14°50,4'N	61°13,4'W		7	Brossage
AR464	Anse Couleuvre	14°50,4'N	61°13,4'W		10	Récolte à vue en plongée
AR465	Le Prêcheur	14°48,5'N	61°13,6'W	6	13	Récolte à vue en plongée
AS482	Case-Pilote	14°38,5'N	61°08,8'W		56	Suceuse en plongée
AB483	Vétiver	14°38'N	61°08,2'W		7	Brossage
AR484	Vétiver	14°38'N	61°08,2'W		7	Récolte à vue en plongée
AB510	Baie de St-Pierre	14°44,7'N	61°10,7'W		45	Brossage
AB567	Anse des Galets	14°51,4'N	61°12,8'W	0	10	Brossage
AS568	Anse des Galets	14°51,4'N	61°12,8'W	14	26	Suceuse en plongée
AB569	Anse des Galets	14°51,4'N	61°12,8'W	0	6	Brossage
AS570	Anse à Voile	14°51'N	61°12,9'W	5	7	Suceuse en plongée
AR571	Anse à Voile	14°51'N	61°12,9'W	5	7	Récolte à vue en plongée
AS572	Baie de St-Pierre	14°44,5'N	61°10,8'W	44	47	Suceuse en plongée
AR573	Baie de St-Pierre	14°44,5'N	61°10,8'W	6	49	Récolte à vue en plongée
AS574	Le Prêcheur	14°48,5'N	61°13,8'W		56	Suceuse en plongée
AR575	Le Prêcheur	14°48,5'N	61°13,8'W		56	Récolte à vue en plongée
AS576	Le Prêcheur	14°49,1'N	61°13,8'W	20	25	Suceuse en plongée
AR577	Le Prêcheur	14°49,1'N	61°13,8'W	8	30	Récolte à vue en plongée
AD600	S Îlet de la Perle	14°49,9'N	61°14,2'W	75	80	Drague
AD608	Schoelcher	14°37,3'N	61°07,3'W		72	Drague
AN609	Schoelcher	14°37,4'N	61°07,2'W		72	Nasses
AD610	Schoelcher	14°37,1'N	61°06,8'W		90	Drague
AD611	Schoelcher	14°37,3'N	61°07'W		57	Drague
AD612	SW Vétiver	14°37,6'N	61°08,6'W		66	Drague

Stations échantillonnées dans la zone Nord Atlantique

Légendes : AM -> Récolte à vue en marée ; AR -> Récolte à vue en plongée ; AS -> Suceuse en plongée ;
AB-> Brossage ; AD -> Drague à main ; AN-> Nasses.

Station	Localité	Latitude	Longitude	Profondeur début	Profondeur fin	Evènement
AM027	Presqu'île de la Caravelle	14°45,4'N	60°58'W	0	2	Récolte à vue en marée
AR087	Presqu'île de la Caravelle	14°48,4'N	60°52,8'W	0	44	Récolte à vue en plongée
AR089	E Pointe Ténos	14°48,4'N	60°59'W	10	25	Récolte à vue en plongée
AR090	Presqu'île de la Caravelle	14°47,3'N	60°57,4'W	10	25	Récolte à vue en plongée
AR094	Presqu'île de la Caravelle	14°46,5'N	60°51,5'W		24	Récolte à vue en plongée
AR143	Presqu'île de la Caravelle	14°46,8'N	60°56,3'W	4	10	Récolte à vue en plongée
AR144	Ste-Marie	14°46,4'N	60°57,9'W	6	11	Récolte à vue en plongée
AR145	Pointe Ténos	14°48,5'N	61°00,3'W		5	Récolte à vue en plongée
AR146	Le Lorrain	14°50,8'N	61°04,3'W		12	Récolte à vue en plongée
AR147	Anse Charpentier	14°48,7'N	61°01'W		8	Récolte à vue en plongée
AR148	S Pointe Ténos	14°48,3'N	61°00'W		6	Récolte à vue en plongée
AB197	Presqu'île de la Caravelle	14°48,4'N	60°52,8'W	23	25	Brossage
AR198	Presqu'île de la Caravelle	14°48,4'N	60°52,8'W	13	25	Récolte à vue en plongée
AB199	E Pointe Ténos	14°48,4'N	60°59'W		14	Brossage
AD242	Presqu'île de la Caravelle	14°49,4'N	60°53,7'W		60	Drague
AD243	Presqu'île de la Caravelle	14°50,6'N	60°54,2'W		60	Drague
AD244	N Presqu'île de la Caravelle	14°52,1'N	60°53,7'W		59	Drague
AD245	N Presqu'île de la Caravelle	14°53,1'N	60°53,4'W		60	Drague
AD247	N Presqu'île de la Caravelle	14°51,9'N	60°50,7'W		57	Drague
AD248	N Presqu'île de la Caravelle	14°52,5'N	60°51,1'W		58	Drague
AD249	N Presqu'île de la Caravelle	14°52,9'N	60°50,6'W		61	Drague
AD250	N Presqu'île de la Caravelle	14°52'N	60°51,4'W		57	Drague
AD251	N Loup Ministre	14°49,4'N	60°56'W		60	Drague
AD252	NE Le Lorrain	14°53,8'N	60°59,2'W		62	Drague
AD253	NE Le Lorrain	14°53,7'N	61°00,2'W		62	Drague
AD254	NE Le Lorrain	14°53,7'N	61°00,3'W		62	Drague
AD255	NE Le Lorrain	14°51,3'N	61°01,7'W		48	Drague
AD256	NE Le Lorrain	14°51,3'N	61°01,7'W		49	Drague
AD257	N Le Lorrain	14°55,1'N	61°02,4'W		63	Drague
AD258	Macouba	14°53,1'N	61°09,1'W		22	Drague
AD259	Macouba	14°53,6'N	61°08,8'W		36	Drague
AB260	Ste-Marie	14°46,3'N	60°57,5'W		20	Brossage
AD260	Macouba	14°55,1'N	61°08,9'W		78	Drague

Station	Localité	Latitude	Longitude	Profondeur début	Profondeur fin	Evènement
AD261	Macouba	14°55,1'N	61°09'W		80	Drague
AR261	Ste-Marie	14°46,3'N	60°57,5'W	7	15	Récolte à vue en plongée
AD262	Macouba	14°55,1'N	61°09,2'W		100	Drague
AD263	Macouba	14°55'N	61°08,9'W	78	80	Drague
AD264	Macouba	14°55'N	61°08,8'W		77	Drague
AD265	Macouba	14°55,1'N	61°08,9'W		80	Drague
AD266	Macouba	14°55,1'N	61°08,9'W		80	Drague
AD267	Macouba	14°54,9'N	61°08,9'W		77	Drague
AD273	Macouba	14°53,2'N	61°09'W		22	Drague
AD274	Macouba	14°55,1'N	61°09'W		80	Drague
AD275	Macouba	14°55'N	61°08,9'W		80	Drague
AR300	E Pointe Ténos	14°48,4'N	60°59'W		16	Récolte à vue en plongée
AB301	Presqu'île de la Caravelle	14°47,3'N	60°57,4'W		19	Brossage
AR302	Presqu'île de la Caravelle	14°47,3'N	60°57,4'W	10	19	Récolte à vue en plongée
AB350	Presqu'île de la Caravelle	14°46,5'N	60°51,5'W		15	Brossage
AR351	Presqu'île de la Caravelle	14°46,5'N	60°51,5'W	15	24	Récolte à vue en plongée
AS550	Grand'Rivière	14°52,7'N	61°11'W		16	Suceuse en plongée
AR551	Grand'Rivière	14°52,7'N	61°11'W	26	28	Récolte à vue en plongée
AS552	Macouba	14°52,9'N	61°08,7'W	18	19	Suceuse en plongée
AR553	Macouba	14°52,9'N	61°08,7'W	18	19	Récolte à vue en plongée
AS554	Macouba	14°52,9'N	61°08,5'W		15	Suceuse en plongée
AR555	Macouba	14°52,9'N	61°08,5'W		15	Récolte à vue en plongée
AB556	Grand'Rivière	14°52'N	61°11,7'W		6	Brossage
AS557	Grand'Rivière	14°52'N	61°11,7'W		6	Suceuse en plongée
AR558	Grand'Rivière	14°52'N	61°11,7'W		6	Récolte à vue en plongée
AB559	Presqu'île de la Caravelle	14°48,2'N	60°55,8'W		14	Brossage
AS560	Presqu'île de la Caravelle	14°48,2'N	60°55,8'W		14	Suceuse en plongée
AR561	Presqu'île de la Caravelle	14°48,2'N	60°55,8'W	12	17	Récolte à vue en plongée
AB562	Presqu'île de la Caravelle	14°47,5'N	60°57,4'W		14	Brossage
AS563	Presqu'île de la Caravelle	14°47,5'N	60°57,4'W		14	Suceuse en plongée
AR564	Presqu'île de la Caravelle	14°47,5'N	60°57,4'W	14	16	Récolte à vue en plongée
AS565	Le Lorrain	14°50,7'N	61°03,8'W	11	14	Suceuse en plongée
AR566	Le Lorrain	14°50,7'N	61°03,8'W	12	15	Récolte à vue en plongée
AD625	Macouba	14°53,1'N	61°07,7'W		25	Drague
AD626	Basse Pointe	14°53,1'N	61°06,9'W		35	Drague
AD627	Basse Pointe	14°52,4'N	61°06,5'W		17	Drague

Stations échantillonnées dans la zone Sud Atlantique

Légendes : AM -> Récolte à vue en marée ; AR -> Récolte à vue en plongée ; AS -> Suceuse en plongée ; AB -> Brossage ; AD -> Drague à main ; AN -> Nasses.

Station	Localité	Latitude	Longitude	Profondeur début	Profondeur fin	Evènement
AM016	Le Vauclin	14°32,8'N	60°50'W		0	Récolte à vue en marée
AM017	Dostaly	14°35,8'N	60°52,3'W		0	Récolte à vue en marée
AM018	Pointe du Vauclin	14°34'N	60°49,6'W	0	2	Récolte à vue en marée
AM019	Canal de Ste Lucie	14°23,6'N	60°52,1'W	0	2	Récolte à vue en marée
AM021	Pointe Baham	14°25'N	60°50,4'W	0	2	Récolte à vue en marée
AM022	Îlet Chevalier	14°26'N	60°49,5'W		0	Récolte à vue en marée
AM023	Îlet Chevalier	14°25,9'N	60°49,5'W	0	2	Récolte à vue en marée
AM024	Le Robert	14°42,2'N	60°54,1'W	0	2	Récolte à vue en marée
AM025	Baie du Robert	14°41,8'N	60°53,7'W	0	1	Récolte à vue en marée
AM026	Presqu'Île de la Caravelle	14°45,9'N	60°52,9'W	0	2	Récolte à vue en marée
AM028	Baie du Robert	14°39,9'N	60°53,9'W	1	0	Récolte à vue en marée
AM029	La Baie des Mulets	14°34,3'N	60°50,6'W		0	Récolte à vue en marée
AM032	Baie du Galion	14°42,9'N	60°56,1'W		0	Récolte à vue en marée
AM036	Presqu'Île de la Caravelle	14°45,8'N	60°53'W	0	1	Récolte à vue en marée
AM037	Presqu'Île de la Caravelle	14°45,6'N	60°52,8'W	0	1	Récolte à vue en marée
AM042	Le Vauclin	14°30,9'N	60°49,8'W		0	Récolte à vue en marée
AM043	La Baie des Mulets	14°34,3'N	60°50,6'W	0	2	Récolte à vue en marée
AM044	Pointe Jacob	14°35,1'N	60°50,8'W	0	1	Récolte à vue en marée
AM045	Cul-de-Sac Petite Grenadine	14°33,6'N	60°50,7'W		0	Récolte à vue en marée
AM046	Cul-de-Sac Petite Grenadine	14°34'N	60°50,2'W		0	Récolte à vue en marée
AM047	Baie de Sans-Souci	14°34,5'N	60°50,8'W	0	1	Récolte à vue en marée
AM048	Baie de Sans-Souci	14°34,4'N	60°50,7'W	0	1	Récolte à vue en marée
AR077	E Le Vauclin	14°34,7'N	60°45,9'W	17	24	Récolte à vue en plongée
AS078	E Le Vauclin	14°34,7'N	60°45,9'W		20	Suceuse en plongée
AD079	E Le Vauclin	14°34,7'N	60°45,9'W		22	Drague à main
AR080	E Le Vauclin	14°34,7'N	60°45,9'W		18	Récolte à vue en plongée
AS081	E Le Vauclin	14°34,7'N	60°45,9'W		18	Suceuse en plongée
AR082	Passe du Brigot	14°33,8'N	60°47,6'W		30	Récolte à vue en plongée
AR083	Le François	14°38'N	60°51,2'W	5	14	Récolte à vue en plongée
AD084	Le François	14°38'N	60°51,2'W	5	14	Drague à main
AR085	Le François	14°38,8'N	60°51,1'W	20	30	Récolte à vue en plongée
AR086	E Le Robert	14°40,1'N	60°51,2'W	16	22	Récolte à vue en plongée
AR095	Baie du Galion	14°43,9'N	60°54,1'W	1	17	Récolte à vue en plongée

Station	Localité	Latitude	Longitude	Profondeur début	Profondeur fin	Evènement
AB117	Pointe Baham	14°24,7'N	60°50,1'W		2	Brossage
AR118	Pointe Baham	14°24,7'N	60°50,1'W	2	3	Récolte à vue en plongée
AB120	Pointe Michel	14°26,4'N	60°49,3'W		2	Brossage
AR121	Pointe Michel	14°26,4'N	60°49,3'W		2	Récolte à vue en plongée
AB130	Le Vauclin	14°32'N	60°49'W		1	Brossage
AR131	Le Vauclin	14°32'N	60°49'W	1	2	Récolte à vue en plongée
AR132	Le Vauclin	14°32,5'N	60°48,2'W	1	2	Récolte à vue en plongée
AR133	Le Vauclin	14°32,3'N	60°48,5'W	3	5	Récolte à vue en plongée
AB134	Le François	14°37'N	60°49,5'W		1	Brossage
AR135	Le François	14°37'N	60°49,5'W	1	2	Récolte à vue en plongée
AR136	Le François	14°37,7'N	60°51,3'W	1	5	Récolte à vue en plongée
AR137	Baie du François	14°37,3'N	60°53'W		2	Récolte à vue en plongée
AR138	Passe du François	14°38,1'N	60°51,7'W		1	Récolte à vue en plongée
AR139	Cul-de-Sac des Roseaux	14°39,1'N	60°52,9'W	6	16	Récolte à vue en plongée
AD140	Passe du François	14°38,1'N	60°51,7'W		1	Drague à main
AR141	Le Robert	14°40,9'N	60°50,9'W	3	6	Récolte à vue en plongée
AR142	Le Robert	14°41,1'N	60°52,9'W	0	6	Récolte à vue en plongée
AB149	Presqu'île de la Caravelle	14°45,5'N	60°52,8'W		2	Brossage
AR172	SE Pointe Baham	14°24'N	60°49,6'W	19	24	Récolte à vue en plongée
AB181	E Le Vauclin	14°34,7'N	60°45,9'W		22	Brossage
AR182	E Le Vauclin	14°34,7'N	60°45,9'W	17	22	Récolte à vue en plongée
AB183	Passe du Brigot	14°33,8'N	60°47,6'W		17	Brossage
AR184	Passe du Brigot	14°33,8'N	60°47,6'W		17	Récolte à vue en plongée
AB185	NE Pointe Jacob	14°36,1'N	60°49'W		23	Brossage
AR186	NE Pointe Jacob	14°36,1'N	60°49'W		23	Récolte à vue en plongée
AB187	Le François	14°38'N	60°51,2'W		5	Brossage
AR188	Le François	14°38'N	60°51,2'W	5	14	Récolte à vue en plongée
AB189	Presqu'île de la Caravelle	14°44,1'N	60°50,8'W		16	Brossage
AR190	Presqu'île de la Caravelle	14°44,1'N	60°50,8'W		15	Récolte à vue en plongée
AB191	E Le Robert	14°40,1'N	60°51,1'W		14	Brossage
AR192	E Le Robert	14°40,1'N	60°51,1'W		18	Récolte à vue en plongée
AB193	Le Robert	14°41,3'N	60°50,2'W		18	Brossage
AR194	Le Robert	14°41,3'N	60°50,2'W	13	36	Récolte à vue en plongée
AB195	Le Robert	14°41,1'N	60°51,4'W		10	Brossage
AR196	Le Robert	14°41,1'N	60°51,4'W	5	20	Récolte à vue en plongée
AD222	Canal de Ste Lucie	14°22,7'N	60°51,6'W		65	Drague
AD223	Canal de Ste Lucie	14°22,7'N	60°51,3'W		65	Drague
AD224	Canal de Ste Lucie	14°23,1'N	60°50,2'W		65	Drague
AD227	E Pointe Ferré	14°27,8'N	60°47,8'W		35	Drague
AD228	Le Vauclin	14°29,8'N	60°46,3'W		37	Drague
AD229	Le Vauclin	14°32,7'N	60°49,8'W		2	Drague

Station	Localité	Latitude	Longitude	Profondeur début	Profondeur fin	Evènement
AD230	Pointe du Vauclin	14°33,6'N	60°49,7'W		2	Drague
AD231	E Le Vauclin	14°34,2'N	60°44,8'W		90	Drague
AD232	E Le Vauclin	14°34,6'N	60°45,2'W		70	Drague
AD233	E Le Vauclin	14°34,1'N	60°47,1'W		40	Drague
AD234	Le François	14°38,5'N	60°46,3'W		63	Drague
AD235	SE Pointe Cerisier	14°35,6'N	60°50,8'W	2	3	Drague
AD236	Le Robert	14°40,6'N	60°48'W		83	Drague
AD237	Le Robert	14°40,5'N	60°48,6'W		68	Drague
AD238	Le Robert	14°40,6'N	60°49,7'W		43	Drague
AD239	Le Robert	14°42,9'N	60°50,8'W		43	Drague
AD240	Le Robert	14°42,9'N	60°50,8'W		33	Drague
AD241	Presqu'île de la Caravelle	14°44,5'N	60°53,5'W	5	12	Drague
AD246	Baie du Galion	14°44,3'N	60°56,4'W		3	Drague
AR250	NE Pointe Jacob	14°36,1'N	60°49,3'W	13	24	Récolte à vue en plongée
AR251	Le François	14°38'N	60°51,2'W	10	12	Récolte à vue en plongée
AS252	Le François	14°38'N	60°51,2'W	10	12	Suceuse en plongée
AS253	Presqu'île de la Caravelle	14°44,1'N	60°50,8'W		29	Suceuse en plongée
AR254	Presqu'île de la Caravelle	14°44,1'N	60°50,8'W		30	Récolte à vue en plongée
AS255	E Le Robert	14°40,1'N	60°51,1'W		16	Suceuse en plongée
AR256	E Le Robert	14°40,1'N	60°51,1'W	16	20	Récolte à vue en plongée
AS257	Le Robert	14°41,5'N	60°49,6'W		50	Suceuse en plongée
AR258	Le Robert	14°41,5'N	60°49,6'W		50	Récolte à vue en plongée
AR259	Le Robert	14°41,1'N	60°51,4'W	7	18	Récolte à vue en plongée
AR314	Le Robert	14°41,1'N	60°52,9'W	3	16	Récolte à vue en plongée
AR315	Le Robert	14°40,9'N	60°53,9'W	1	10	Récolte à vue en plongée
AR316	Le Robert	14°41'N	60°53,9'W	1	2	Récolte à vue en plongée
AR317	Le François	14°37,7'N	60°51,3'W	1	8	Récolte à vue en plongée
AR318	Passe du François	14°37,9'N	60°52'W	1	10	Récolte à vue en plongée
AR319	Baie du Robert	14°40,4'N	60°53,3'W	2	12	Récolte à vue en plongée
AR320	Le Robert	14°41,2'N	60°53,7'W	1	15	Récolte à vue en plongée
AM325	Baie de Sans-Souci	14°34,7'N	60°50,7'W		0	Récolte à vue en marée
AB400	Baie du Galion	14°43,9'N	60°54,1'W		17	Brossage
AB401	Le Robert	14°41'N	60°49,4'W		23	Brossage
AR402	Le Robert	14°41'N	60°49,4'W		23	Récolte à vue en plongée
AS403	Baie du Robert	14°40,2'N	60°52,5'W		11	Suceuse en plongée
AR404	Baie du Robert	14°40,2'N	60°52,5'W	2	13	Récolte à vue en plongée
AB405	Le Robert	14°43,2'N	60°50,6'W		23	Brossage
AR406	Le Robert	14°43,2'N	60°50,6'W	18	35	Récolte à vue en plongée
AS407	Le Robert	14°41,3'N	60°53,1'W		6	Suceuse en plongée
AR408	Le Robert	14°41,3'N	60°53,1'W		6	Récolte à vue en plongée
AS409	NE Pointe du Vauclin	14°34,9'N	60°48,4'W	18	20	Suceuse en plongée

Station	Localité	Latitude	Longitude	Profondeur début	Profondeur fin	Evènement
AR410	NE Pointe du Vauclin	14°34,9'N	60°48,4'W	12	22	Récolte à vue en plongée
AS411	E Le Vauclin	14°32,8'N	60°49,4'W		9	Suceuse en plongée
AR412	E Le Vauclin	14°32,8'N	60°49,4'W		9	Récolte à vue en plongée
AB419	Le Vauclin	14°30,5'N	60°48,5'W		2	Brossage
AR420	Le Vauclin	14°30,5'N	60°48,5'W		2	Récolte à vue en plongée
AR450	Presqu'île de la Caravelle	14°45,5'N	60°52,8'W		2	Récolte à vue en plongée
AR451	Baie du Galion	14°44,1'N	60°54,1'W	1	7	Récolte à vue en plongée
AB452	Baie du Robert	14°42'N	60°53,8'W		2	Brossage
AR453	Baie du Robert	14°42'N	60°53,8'W	1	3	Récolte à vue en plongée
AR454	Baie du Robert	14°40,3'N	60°53,5'W	1	11	Récolte à vue en plongée
AR455	Baie du Robert	14°40,3'N	60°52,8'W	1	8	Récolte à vue en plongée
AR456	Baie du Robert	14°40,2'N	60°53,5'W	1	4	Récolte à vue en plongée
AB457	E Le Vauclin	14°33'N	60°48,5'W	3	5	Brossage
AR458	E Le Vauclin	14°33'N	60°48,5'W	1	10	Récolte à vue en plongée
AR459	Le Vauclin	14°31,3'N	60°48,9'W	3	11	Récolte à vue en plongée
AR466	Presqu'île de la Caravelle	14°46'N	60°52,9'W	0	4	Récolte à vue en plongée

Stations échantillonnées dans la zone Sud Caraïbe

Légendes : AM -> Récolte à vue en marée ; AR -> Récolte à vue en plongée ; AS -> Suceuse en plongée ;
AB-> Brossage ; AD -> Drague à main ; AN-> Nasses.

Station	Localité	Latitude	Longitude	Profondeur début	Profondeur fin	Evènement
AM006	Grande Anse d'Arlets	14°30,4'N	61°05,3'W	0	1	Récolte à vue en marée
AM007	Grande Anse d'Arlets	14°29,9'N	61°05'W	0	1	Récolte à vue en marée
AM008	Grande anse du Diamant	14°28,7'N	61°00,3'W	0	1	Récolte à vue en marée
AM009	Ste-Luce	14°27,9'N	60°56,4'W	0	1	Récolte à vue en marée
AM010	Le Marin	14°27,1'N	60°53'W	0	1	Récolte à vue en marée
AM011	Canal de Ste Lucie	14°24'N	60°52,6'W		0	Récolte à vue en marée
AM012	Canal de Ste Lucie	14°23,9'N	60°52,6'W	0	2	Récolte à vue en marée
AM013	Grande anse du Diamant	14°28,8'N	61°01,5'W		0	Récolte à vue en marée
AM014	Canal de Ste Lucie	14°23,8'N	60°52,6'W		0	Récolte à vue en marée
AR015	Canal de Ste Lucie	14°23,7'N	60°52,8'W	2	5	Récolte à vue en plongée
AM030	Ste-Luce	14°27,9'N	60°54,7'W	0	2	Récolte à vue en marée
AM031	Ste-Luce	14°27,5'N	60°54,6'W	0	1	Récolte à vue en marée
AM033	Grande anse du Diamant	14°28'N	61°02,8'W	0	1	Récolte à vue en marée
AM035	Canal de Ste Lucie	14°23,7'N	60°52,1'W		0	Récolte à vue en marée
AM038	Anse Dufour	14°31,5'N	61°05,4'W	0	1	Récolte à vue en marée
AR050	Les Anses-d'Arlet	14°29,6'N	61°05,5'W	10	26	Récolte à vue en plongée
AR051	Les Anses-d'Arlet	14°29,6'N	61°05,5'W	5	25	Récolte à vue en plongée
AR056	Rocher du Diamant	14°26,7'N	61°02,3'W	19	26	Récolte à vue en plongée
AS057	Rocher du Diamant	14°26,7'N	61°02,3'W	19	21	Suceuse en plongée
AB058	Passe du Marin	14°26,6'N	60°54,3'W		15	Brossage
AR059	Passe du Marin	14°26,6'N	60°54,3'W		16	Récolte à vue en plongée
AB060	Passe du Marin	14°26,7'N	60°54'W	19	15	Brossage
AR061	Passe du Marin	14°26,7'N	60°54'W	20	26	Récolte à vue en plongée
AB062	Ste-Luce	14°27,3'N	60°55,5'W		15	Brossage
AR063	Ste-Luce	14°27,3'N	60°55,5'W	21	26	Récolte à vue en plongée
AR064	Canal de Ste Lucie	14°22,6'N	60°52,7'W	21	30	Récolte à vue en plongée
AR065	Passe du Marin	14°26,9'N	60°54'W	3	20	Récolte à vue en plongée
AS066	Passe du Marin	14°26,9'N	60°54'W		15	Suceuse en plongée
AD067	Passe du Marin	14°26,9'N	60°54'W		15	Drague à main
AS068	Rocher du Diamant	14°26,5'N	61°02,4'W		26	Suceuse en plongée
AR069	Rocher du Diamant	14°26,5'N	61°02,4'W	26	32	Récolte à vue en plongée
AR070	Petite-Anse	14°28'N	61°04,1'W		0	Récolte à vue en plongée
AS071	Rocher du Diamant	14°26,5'N	61°02,4'W	26	32	Suceuse en plongée

Station	Localité	Latitude	Longitude	Profondeur début	Profondeur fin	Evènement
AR072	Rocher du Diamant	14°26,5'N	61°02,4'W	20	32	Récolte à vue en plongée
AS073	Banc du Diamant	14°26,4'N	61°01,8'W		23	Suceuse en plongée
AR074	Banc du Diamant	14°26,4'N	61°01,8'W	18	27	Récolte à vue en plongée
AS075	Grande anse du Diamant	14°27,9'N	61°01,2'W		26	Suceuse en plongée
AR076	Grande anse du Diamant	14°27,9'N	61°01,2'W	16	26	Récolte à vue en plongée
AR088	Grande Anse d'Arlets	14°30,4'N	61°06'W		12	Récolte à vue en plongée
AR091	Rocher du Diamant	14°26,7'N	61°02,2'W		12	Récolte à vue en plongée
AS092	Rocher du Diamant	14°26,7'N	61°02,2'W		12	Suceuse en plongée
AR093	Grande Anse d'Arlets	14°29,9'N	61°05,3'W	5	28	Récolte à vue en plongée
AS096	Rocher du Diamant	14°26,7'N	61°02,2'W		22	Suceuse en plongée
AR097	Rocher du Diamant	14°26,7'N	61°02,2'W	5	41	Récolte à vue en plongée
AR098	Ste-Luce	14°27,5'N	60°55,5'W		6	Récolte à vue en plongée
AR099	Grande Anse d'Arlets	14°29,8'N	61°05,4'W	10	20	Récolte à vue en plongée
AR100	Anse Noire	14°32'N	61°05,3'W	2	8	Récolte à vue en plongée
AR101	Anse Noire	14°31,7'N	61°05,3'W		6	Récolte à vue en plongée
AB102	Anse Noire	14°31,7'N	61°05,3'W		6	Brossage
AR103	Les Anses-d'Arlet	14°29,6'N	61°05,5'W	8	12	Récolte à vue en plongée
AR106	Grande Anse d'Arlets	14°29,9'N	61°05,3'W	2	8	Récolte à vue en plongée
AR110	Rocher du Diamant	14°26,7'N	61°02,4'W	3	12	Récolte à vue en plongée
AD111	Rocher du Diamant	14°26,7'N	61°02,4'W		8	Drague à main
AS112	Passe du Marin	14°27'N	60°53,8'W	4	8	Suceuse en plongée
AR113	Passe du Marin	14°27'N	60°53,8'W	4	8	Récolte à vue en plongée
AR114	Passe du Marin	14°26,8'N	60°53,5'W	2	11	Récolte à vue en plongée
AD115	Passe du Marin	14°26,8'N	60°53,5'W		11	Drague à main
AR116	Passe du Marin	14°26,9'N	60°54,1'W		4	Récolte à vue en plongée
AR119	Canal de Ste Lucie	14°23,4'N	60°52,2'W		2	Récolte à vue en plongée
AR122	Ste-Luce	14°27,5'N	60°55,2'W	4	6	Récolte à vue en plongée
AB123	Rocher du Diamant	14°26,7'N	61°02,3'W	4	10	Brossage
AR124	Rocher du Diamant	14°26,7'N	61°02,3'W	4	10	Récolte à vue en plongée
AR125	Petite-Anse	14°28'N	61°04,6'W	4	6	Récolte à vue en plongée
AB126	Pointe du Diamant	14°27,5'N	61°02,9'W		3	Brossage
AR127	Pointe du Diamant	14°27,5'N	61°02,9'W	3	11	Récolte à vue en plongée
AD128	Pointe du Diamant	14°27,5'N	61°02,9'W		6	Drague à main
AR129	Grande anse du Diamant	14°28,1'N	61°01,1'W		6	Récolte à vue en plongée
AB150	Anse Noire	14°32'N	61°05,3'W		13	Brossage
AR151	Anse Noire	14°32'N	61°05,3'W	13	30	Récolte à vue en plongée
AB152	Grande Anse d'Arlets	14°30,5'N	61°06,1'W	20	23	Brossage
AR153	Grande Anse d'Arlets	14°30,5'N	61°06,1'W	23	25	Récolte à vue en plongée
AS154	Anse Noire	14°32'N	61°05,3'W		10	Suceuse en plongée
AB155	Les Anses-d'Arlet	14°29,7'N	61°05,4'W		19	Brossage
AR156	Les Anses-d'Arlet	14°29,7'N	61°05,4'W	10	21	Récolte à vue en plongée

Station	Localité	Latitude	Longitude	Profondeur début	Profondeur fin	Evènement
AB157	Grande Anse d'Arlets	14°29,9'N	61°05,4'W		28	Brossage
AR158	Grande Anse d'Arlets	14°29,9'N	61°05,4'W	10	24	Récolte à vue en plongée
AB163	Rocher du Diamant	14°26,6'N	61°02,4'W		22	Brossage
AR164	Rocher du Diamant	14°26,6'N	61°02,4'W	17	25	Récolte à vue en plongée
AB165	Passe du Marin	14°26,8'N	60°54,3'W		15	Brossage
AR166	Passe du Marin	14°26,8'N	60°54,3'W		15	Récolte à vue en plongée
AB167	Passe du Marin	14°26,6'N	60°53,9'W		11	Brossage
AR168	Passe du Marin	14°26,8'N	60°53,5'W		11	Récolte à vue en plongée
AB169	Ste-Luce	14°27,3'N	60°55,5'W		22	Brossage
AR170	Ste-Luce	14°27,3'N	60°55,5'W		22	Récolte à vue en plongée
AR171	Le Marin	14°28,2'N	60°52'W		0	Récolte à vue en plongée
AB173	Rocher du Diamant	14°26,5'N	61°02,4'W		24	Brossage
AR174	Rocher du Diamant	14°26,5'N	61°02,4'W		24	Récolte à vue en plongée
AB175	Rocher du Diamant	14°26,7'N	61°02,4'W		14	Brossage
AR176	Rocher du Diamant	14°26,7'N	61°02,4'W		14	Récolte à vue en plongée
AB177	Banc du Diamant	14°26,4'N	61°01,7'W		18	Brossage
AR178	Banc du Diamant	14°26,4'N	61°01,7'W	15	20	Récolte à vue en plongée
AB179	Grande anse du Diamant	14°27,9'N	61°01,2'W		15	Brossage
AR180	Grande anse du Diamant	14°27,9'N	61°01,2'W	8	17	Récolte à vue en plongée
AD200	Grande Anse d'Arlets	14°30,2'N	61°05,5'W		8	Drague
AD201	Grande Anse d'Arlets	14°30,2'N	61°05,5'W		12	Drague
AD202	Grande Anse d'Arlets	14°30,1'N	61°05,4'W		24	Drague
AD203	Anse d'Arlet	14°29,4'N	61°05'W		12	Drague
AD206	Anse Dufour	14°31,6'N	61°05,4'W	10	20	Drague
AD207	Anse Dufour	14°31,6'N	61°05,5'W		20	Drague
AD208	Anse Noire	14°31,7'N	61°05,3'W	5	10	Drague
AD209	Anse Noire	14°31,8'N	61°05,4'W		23	Drague
AD213	Pointe du Diamant	14°27,1'N	61°03,8'W	78	65	Drague
AD214	Pointe du Diamant	14°27'N	61°04,1'W		70	Drague
AD215	Grande anse du Diamant	14°28,6'N	60°59,4'W	1	2	Drague
AD216	Grande Anse du Diamant	14°28,5'N	61°01,1'W		7	Drague
AN217	Passe du Marin	14°26,1'N	60°54,5'W		65	Nasses
AD218	Passe du Marin	14°26,1'N	60°54,5'W		60	Drague
AD219	Canal de Ste Lucie	14°24,5'N	60°53,7'W		12	Drague
AD220	Canal de Ste Lucie	14°24,5'N	60°54'W		65	Drague
AN221	Canal de Ste Lucie	14°24,4'N	60°54,1'W		71	Nasses
AD225	Canal de Ste Lucie	14°23,7'N	60°52,1'W		2	Drague
AD226	Canal de Ste Lucie	14°24,46'N	60°53,06'W		60	Drague
AD268	Grande Anse d'Arlets	14°30,4'N	61°05,3'W	3	5	Drague
AD269	Anse d'Arlet	14°29,5'N	61°04,9'W	0	1	Drague
AD270	Anse d'Arlet	14°29,5'N	61°04,9'W	3	8	Drague

Station	Localité	Latitude	Longitude	Profondeur début	Profondeur fin	Evènement
AD271	Les Anses-d'Arlet	14°28,5'N	61°05,1'W	0	29	Drague
AD272	Petite-Anse	14°28,1'N	61°04,4'W		7	Drague
AR305	Pointe de la Baleine	14°31,1'N	61°05,9'W	1	22	Récolte à vue en plongée
AR310	Pointe entre Anse Noire et l'Anse Dufour	14°29,9'N	61°05,4'W	1	17	Récolte à vue en plongée
AR311	Anse Noire	14°32'N	61°05,3'W	1	13	Récolte à vue en plongée
AR312	Anse Ravine	14°32,1'N	61°05,2'W	1	8	Récolte à vue en plongée
AR352	Trois Rivières	14°27,7'N	60°58,6'W		5	Récolte à vue en plongée
AR353	Trois Rivières	14°27,6'N	60°57,8'W		4	Récolte à vue en plongée
AB354	Trois Rivières	14°27,7'N	60°57,8'W	4	5	Brossage
AR355	Trois Rivières	14°27,7'N	60°57,8'W	4	5	Récolte à vue en plongée
AB356	Trois Rivières	14°27,8'N	60°57,9'W	3	4	Brossage
AR357	Trois Rivières	14°27,8'N	60°57,9'W	3	4	Récolte à vue en plongée
AB358	Grande anse du Diamant	14°27,9'N	61°01,4'W		17	Brossage
AR359	Grande anse du Diamant	14°27,9'N	61°01,4'W	12	32	Récolte à vue en plongée
AB360	Grande anse du Diamant	14°28'N	61°00,1'W		12	Brossage
AR361	Grande anse du Diamant	14°28'N	61°00,1'W	5	12	Récolte à vue en plongée
AB369	Pointe de la Baleine	14°31,1'N	61°05,9'W	17	19	Brossage
AS370	Pointe de la Baleine	14°31,1'N	61°05,9'W		20	Suceuse en plongée
AR371	Pointe de la Baleine	14°31,1'N	61°05,9'W	17	20	Récolte à vue en plongée
AR413	Pointe de la Baleine	14°31,1'N	61°05,9'W		24	Récolte à vue en plongée
AR414	Pointe entre Anse Noire et l'Anse Dufour	14°31,7'N	61°05,4'W		12	Récolte à vue en plongée
AR417	Pointe entre Anse Noire et l'Anse Dufour	14°31,7'N	61°05,4'W		14	Récolte à vue en plongée
AR469	Pointe entre Anse Noire et l'Anse Dufour	14°31,7'N	61°05,4'W	8	10	Récolte à vue en plongée
AR472	Anse Ravine	14°32,1'N	61°05,1'W	5	8	Récolte à vue en plongée
AR481	Grande Anse d'Arlets	14°29,9'N	61°05,3'W	5	28	Récolte à vue en plongée
AB578	Trois Rivières	14°27,5'N	60°58,2'W		17	Brossage
AS579	Trois Rivières	14°27,5'N	60°58,2'W	17	19	Suceuse en plongée
AR580	Trois Rivières	14°27,5'N	60°58,2'W	8	19	Récolte à vue en plongée
AB583	W Grande anse du Diamant	14°28'N	61°02,1'W		19	Brossage
AR584	W Grande anse du Diamant	14°28'N	61°02,1'W	12	18	Récolte à vue en plongée
AN613	Anse Dufour	14°31,7'N	61°05,9'W		85	Nasses
AD614	Pointe du Diamant	14°26,9'N	61°04'W		84	Drague
AD615	Pointe du Diamant	14°27,1'N	61°04,2'W		66	Drague
AD616	Les Anses-d'Arlet	14°28,1'N	61°05,3'W		72	Drague
AD617	Grande Anse d'Arlets	14°30,1'N	61°06,3'W		71	Drague