



RÉPUBLIQUE D'HAÏTI  
REPUBLIC OF HAITI



# Santé des Récifs Coralliens EN RÉPUBLIQUE D'HAÏTI

RAPPORT 2020 Y 2021

# Coral Reef Health IN THE REPUBLIC OF HAITI

REPORT 2020 & 2021

Gregor Hodgson, Ph. D.

Coral Reef LLC. Calabasas, CA.  
Coral Reef LLC. Calabasas, CA.

Rubén E. Torres, Ph. D.

Reef Check République Dominicaine  
Reef Check Dominican Republic

Photographies/Photographs:  
José Alejandro Álvarez

# Santé des Récifs Coralliens EN RÉPUBLIQUE D'HAÏTI

## Coral Reef Health IN THE REPUBLIC OF HAITI

*Chercheurs/ Researchers:*

**Rubén E. Torres, Ph. D.**  
Reef Check République Dominicaine  
*Reef Check Dominican Republic*

**Gregor Hodgson, Ph. D.**  
Coral Reef LLC, Calabasas, CA.  
*Coral Reef LLC, Calabasas, CA.*

*Étude scientifique réalisée par:*  
*Scientific study conducted by:*





#### Décharge de responsabilité:

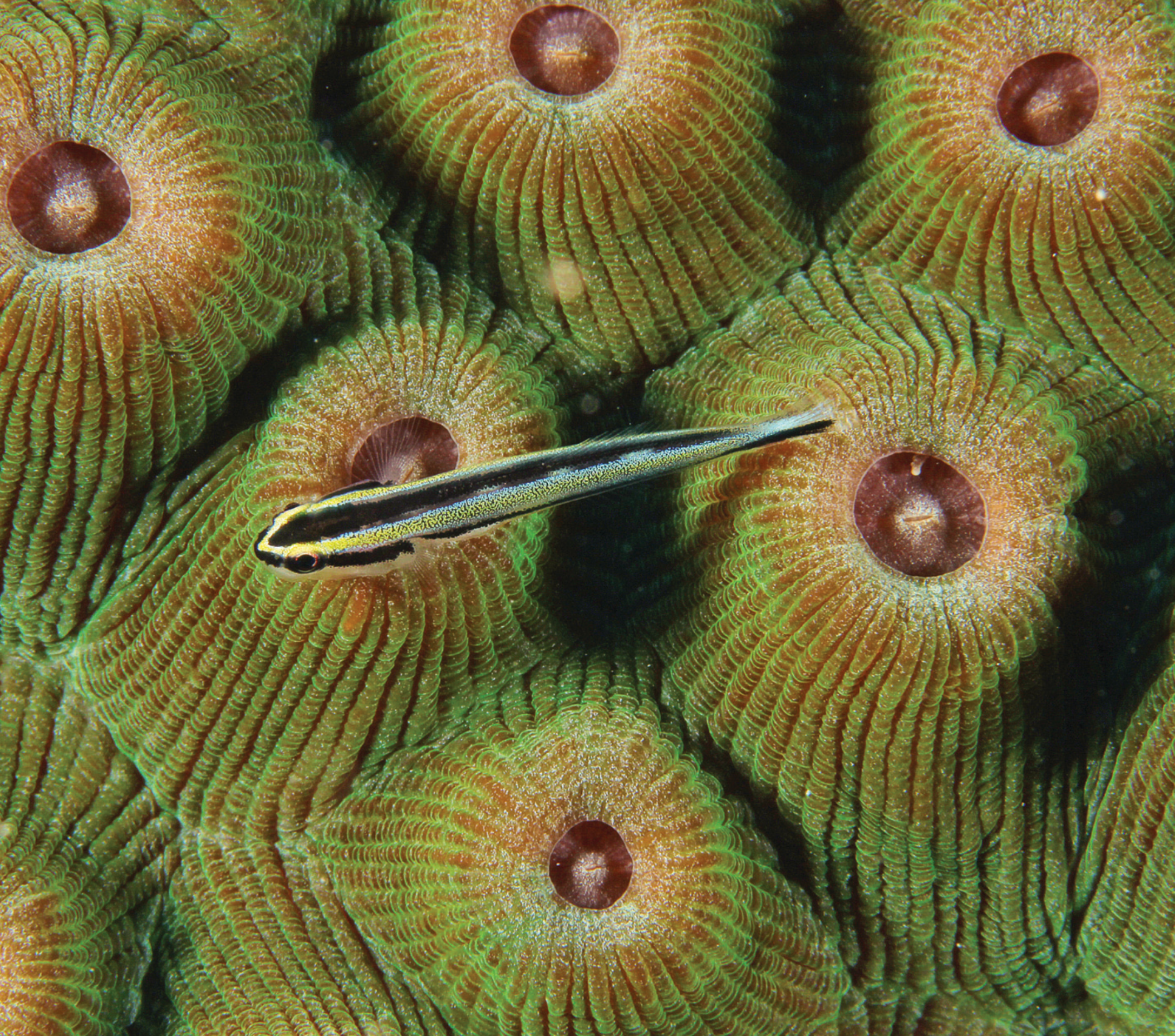
Le travail de terrain, le traitement des données et la préparation des documents effectués pour compiler ce rapport, ont été développés dans le cadre du projet « Renforcement du Corridor Biologique dans la Caraïbe », avec le soutien du Programme des Nations Unies pour l'Environnement et de l'Union Européenne. La version publiée de ce rapport a été réalisée grâce à la coopération et au soutien financier de la Fondation Propagas.

Les opinions exprimées dans le rapport ne reflètent pas nécessairement les vues de l'Union Européenne ou du Programme des Nations Unies pour l'Environnement. Les interprétations et opinions qui y sont contenues ne sont que l'expression de ses auteurs. Les désignations utilisées et les représentations des cartes dans ce document n'impliquent l'expression d'aucune opinion de la part du PNUE, de l'UE, du Secrétariat du CBC ou de la Fondation Propagas sur la situation juridique de tout pays, territoire, ville ou zone, des autorités des dites démarcations géographiques, ou sur la délimitation de ses frontières ou limites. La description et l'utilisation des limites, des noms géographiques et des données connexes figurant sur les cartes ne sont pas justifiées comme étant exemptes d'erreurs.

#### Disclaimer:

Fieldwork, data processing and development of the document carried out to compile this report have been developed within the framework of the project "Strengthening the Caribbean Biological Corridor", with the support of the United Nations Environmental Programme and the European Union. The published version of this report was produced thanks to the collaboration and financial support of Fondation Propagas.

The opinions expressed in the report do not necessarily reflect the views of the European Union or the United Nations Environmental Programme. The interpretations and opinions contained therein are solely the expression of their authors. The designations used and the representations of the maps in this document do not imply whatsoever the expression of any opinion on the part of the United Nations Environment Programme, the European Union, the CBC Secretariat or Fondation Propagas on the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or on the delimitation of its borders or limits. The description and use of boundaries, geographic names, and related data shown on the maps are not warranted as error-free.



# Table des matières

## Table of contents

<b>Résumé analytique</b> <i>Executive summary</i>	8
<b>Introduction</b> <i>Introduction</i>	15
<b>Méthodes</b> <i>Methods</i>	19
<b>Résultats et discussion</b> <i>Results and discussion</i>	25
<b>Coraux</b> <i>Corals</i>	26
<b>Macroalgues</b> <i>Macroalgae</i>	30
<b>Poissons herbivores et oursins comme contrôle des macroalgues</b> <i>Herbivorous fish and urchins as macroalgae controls</i>	35
<b>Les poissons prédateurs comme indicateurs de surpêche</b> <i>Predatory fish as indicators of overfishing</i>	45
<b>Autres paramètres benthiques</b> <i>Other benthic parameters</i>	48
<b>Des coraux juvéniles pour l'avenir</b> <i>Juvenile corals for the future</i>	51
<b>Maladies des coraux</b> <i>Coral disease</i>	55
<b>Conclusion</b> <i>Conclusions</i>	58
<b>Analyse à échelle insulaire</b> <i>Island-level analysis</i>	63
<b>Ouvrages cités</b> <i>Literature cited</i>	74

# Index des tableaux et figures

## Index of tables and figures

<b>Tableau 1/</b> <i>Table 1</i>	11
Sites étudiés par zone en Haïti <i>Surveyed sites per area in Haiti</i>	
<b>Figure 1/</b> <i>Figure 1</i>	20
Régions et sites d'études <i>Study regions and study sites</i>	
<b>Figure 2/</b> <i>Figure 2</i>	27
Pourcentage de couverture corallienne dans chaque zone surveillée en Haïti <i>Percentage of coral coverage at each monitored area in Haiti</i>	
<b>Figure 3/</b> <i>Figure 3</i>	30
Pourcentage de couverture d'algues dans chaque zone surveillée <i>Percentage cover of algae at each monitored area</i>	
<b>Figure 4/</b> <i>Figure 4</i>	37
Toutes les données sur les poissons herbivores et prédateurs pour les zones <i>All herbivore and predator fish data for areas</i>	
<b>Figure 5 a-b/</b> <i>Figure 5 a-b</i>	38
Données sur les poissons herbivores (poissons-perroquets et poissons-chirurgiens) pour les zones <i>Herbivore fish (parrotfish and surgeonfish) data for areas</i>	
<b>Figure 6/</b> <i>Figure 6</i>	42
Abondance des oursins par zones <i>Abundance of urchins for areas</i>	
<b>Tableau 2/</b> <i>Table 2</i>	43
Densités historiques des oursins <i>Diadema antillarum</i> avant et après la mort <i>Historical densities of Diadema antillarum urchins before and after the die-off</i>	
<b>Figure 7 a-b/</b> <i>Figure 7 a-b</i>	47
Données sur les poissons prédateurs (mérrou et vivaneau) par zones <i>Predator fish (grouper and snappers) data for areas</i>	
<b>Figure 8 a-f/</b> <i>Figure 8 a-f</i>	49
Pourcentage d'autres composants benthiques sur chaque site surveillé <i>Percentage of other benthic components at each monitored site</i>	
<b>Figure 9/</b> <i>Figure 9</i>	53
Abondance des recrues coralliennes par zones <i>Abundance of corals recruits for areas</i>	
<b>Tableau 3/</b> <i>Table 3</i>	57
Apparition des maladies des coraux <i>Coral disease occurrence</i>	



<b>Figure 10/</b> <i>Figure 10</i>	64
Pourcentage relatif de couverture du fond par des coraux vivants sur l'île <i>Relative percentage of benthic cover by living corals coverage on the island</i>	
<b>Figure 11/</b> <i>Figure 11</i>	65
Pourcentage relatif de couverture du fond par les macroalgues sur l'île <i>Relative percentage of benthic coverage by macroalgae on the island</i>	
<b>Figure 12/</b> <i>Figure 12</i>	67
Abondances relatives des poissons herbivores étudiées de l'île <i>Relative abundances of herbivorous fish families studied on the island</i>	
<b>Figure 13/</b> <i>Figure 13</i>	68
Abondances relatives des oursins à épines noires de <i>Diadema</i> étudiées sur l'île <i>Relative abundances of Diadema urchins studied on the island</i>	
<b>Figure 14/</b> <i>Figure 14</i>	69
Abondances relatives des familles de poissons prédateurs étudiées de l'île <i>Relative abundances of predatory fish families studied on the island</i>	
<b>Figure 15/</b> <i>Figure 15</i>	71
Abondance totale des recrues ou coraux juvéniles étudiées sur l'île <i>Total abundance of recruits or juvenile corals studied on the island</i>	

## Résumé analytique

Les récifs coralliens sont parmi les écosystèmes les plus diversifiés et aussi parmi les plus menacés au monde. Les récifs coralliens des Caraïbes sont particulièrement menacés (Jackson et al., 2014). Des études récentes ont montré que, les récifs des Caraïbes orientales où la pêche était restreinte, étaient en meilleure santé que les récifs où la pêche non réglementée était autorisée (Steneck et al., 2018). Sur les récifs où la pêche a été effectivement restreinte, en particulier pour les herbivores tels que certains poissons-perroquets, les coraux semblent en meilleure santé (Harborne et Mumby, 2018). Ces récifs peuvent être considérés comme plus résistants aux impacts et certains se sont complètement rétablis des graves événements de

## Executive summary

Coral reefs are among the most diverse ecosystems and also among the most threatened in the world, and Caribbean reefs are particularly at risk (Jackson et al., 2014). Recent studies have shown that reefs in the eastern Caribbean where fishing was restricted were healthier than reefs where unregulated fishing was allowed (Steneck et al., 2018). At reefs where fishing, especially of herbivores such as some parrotfish, has been effectively restricted, the corals have done better (Harborne & Mumby 2018). These reefs can be considered more resistant to impacts and some have fully recovered from severe coral



blanchissement des coraux (Steneck et al., 2019). On estime que lorsque moins de 5 % de macroalgues sont présentes sur un récif, elles survivront mieux au blanchissement (Donovan et al., 2021). Certains pays des Caraïbes ont interdit la pêche des poissons herbivores tels que les poissons-perroquets et les poissons-chirurgiens. Par exemple, en 2017, la République Dominicaine a instauré une interdiction de 2 ans sur les poissons-perroquets, puis y a ajouté une autre année. Une interdiction saisonnière de la pêche au poisson-perroquet a été mise en œuvre en 2021, de début septembre à fin décembre, en tant que mesure à long terme pour contrôler les macroalgues à croissance rapide.

bleaching events (Steneck et al., 2019). When less than 5 % macroalgae is present on a reef, it will survive bleaching better (Donovan et al., 2021). Some Caribbean countries have banned the fishing of herbivorous fish such as parrotfish and surgeonfish. For example, in 2017, the Dominican Republic established a 2-year ban on parrotfish, and later added another year. In 2021 a seasonal ban on fishing parrotfish was implemented from the beginning of September to the end of December, as a long-term measure to control fast-growing macroalgae.

La croissance des macroalgues est stimulée par le ruissellement des nutriments provenant directement de la terre et par le rejet des rivières. Lorsqu'il n'y a pas assez d'herbivores, les macroalgues peuvent se développer rapidement, endommager ou tuer les coraux à l'aide de divers mécanismes, notamment l'exsudation de composés toxiques et leur croissance, bloquant la lumière. Si ce changement de phase se poursuit, il peut transformer les récifs dominés par les coraux en récifs dominés par les algues. Lorsque les coraux constructeurs de récifs cessent de croître et meurent, l'érosion par des forces physiques et biologiques peut commencer à briser la structure du récif, ce qui réduit l'habitat des récifs coralliens disponible pour les organismes qui les habitent, y compris les espèces alimentaires de haut niveau comme le langouste et divers poissons. À mesure que la structure physique d'un récif s'effondre, il ne peut plus constituer une barrière efficace contre l'action des vagues pendant les tempêtes, exposant ainsi le rivage à des vagues plus destructrices.

Le Réseau Mondial de Surveillance des Récifs (GCRMN) a élaboré des directives pour la surveillance des récifs coralliens dans les Caraïbes, afin de mesurer ces facteurs clés de la santé de ces derniers, dans le temps et l'espace. Les facteurs les plus importants à mesurer comprennent la couverture corallienne par les espèces de coraux constructeurs de récifs, la couverture de macroalgues, la densité des prédateurs et des poissons herbivores, la densité des oursins et la densité des coraux juvéniles.

Pour cette étude, les données de niveau 2 du GCRMN ont été collectées sur 2 sites chacun dans 6 zones de récifs coralliens le long de la côte d'Haïti en 2019 et 2020. Les zones d'étude étaient Fort-Liberté, Baie de Caracol, Île de la Tortue, Baradères/Grand-Boucan, Jérémie et Abacou (Fig. 1). Le pourcentage de fonds marins couverts de coraux vivants a montré une forte variation entre toutes les zones, allant de moins de 5 % à plus de 40 %, la moyenne de tous les sites n'étant que de 16 % (Figure 2). La zone avec une couverture inférieure à la moyenne était Abacou. Les récifs y sont situés à 2 km d'une rivière qui rejette régulièrement des sédiments. De même, les sites d'Abacou présentaient également le pourcentage le plus élevé de couverture sédimentaire et de couverture élevée en macroalgues. Le fait que ces récifs ont été touchés par l'ouragan Matthew en 2016, ainsi que la présence de sédiments et d'algues pourraient être à l'origine de la faible couverture corallienne. Les récifs de la Baie de Caracol ont été endommagés par les ouragans Irma et María, et étaient également recouverts d'algues. Les macroalgues à croissance rapide rivalisent avec les coraux pour l'espace sur le fond marin.

The growth of macroalgae is stimulated by nutrient runoff directly from the land and via discharge from rivers. When there are insufficient herbivores, macroalgae can grow quickly and damage or kill corals using a variety of mechanisms including exuding toxic compounds and growing over them, blocking the light. If this phase shift continues, it can transform coral-dominated reefs into algae-dominated reefs. When reef corals stop growing and die, erosion by physical and biological forces can start to break down the reef structure, there is less coral reef habitat available for reef organisms including high value food species such as lobster and fish. As a reef's physical structure breaks down, it can no longer provide an effective barrier to wave action during storms, thus exposing the coast to more destructive waves.

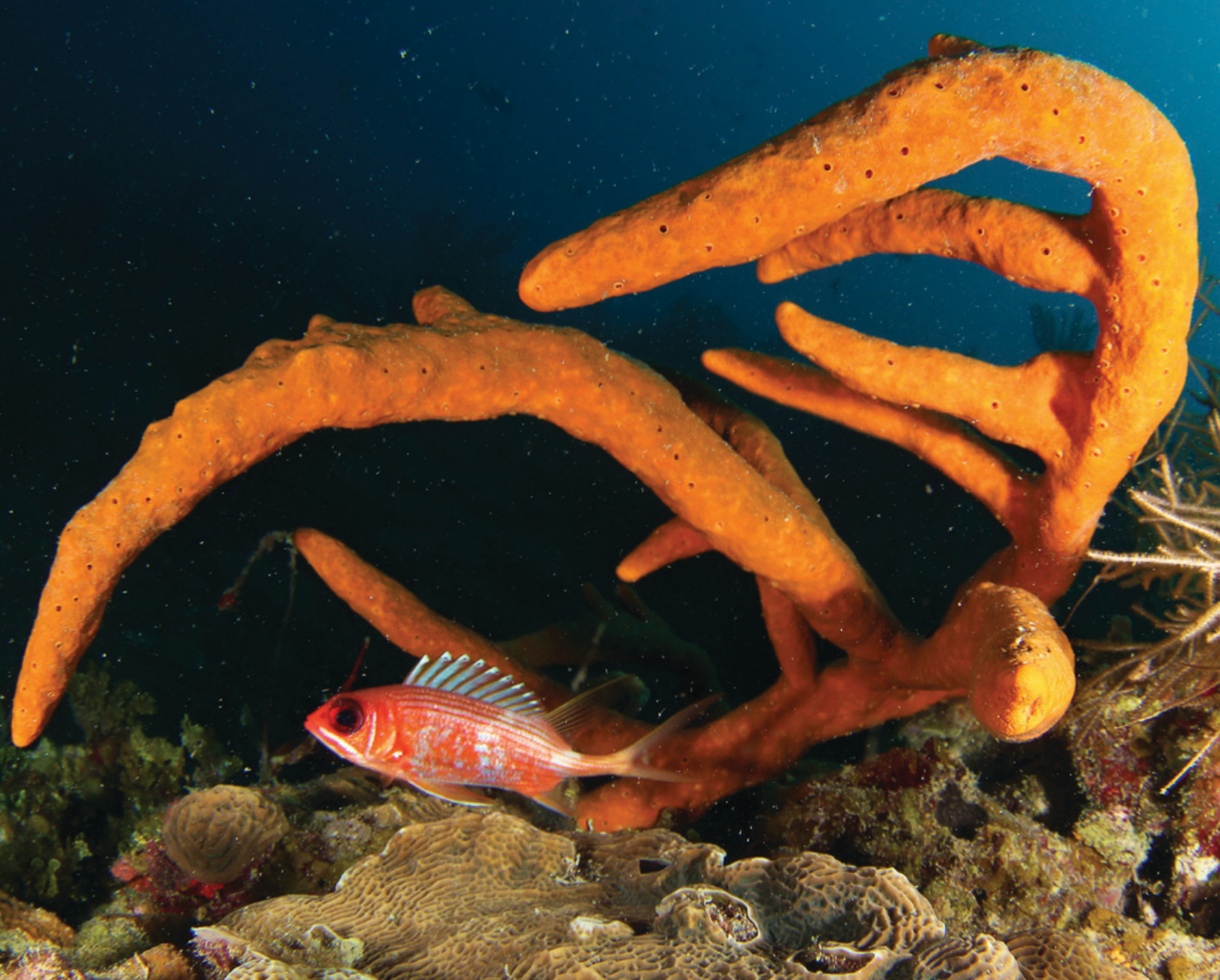
The Global Reef Monitoring Network (GCRMN) developed guidelines for coral reef monitoring in the Caribbean to measure these key determinants of coral reef health, through time and space. The most important aspects to be measured include coral cover by reef-building coral species, cover of macroalgae, density of predators and herbivorous fish, urchins, and juvenile corals.

For this study, GCRMN Level 2 data were collected from 2 sites each at 6 coral reef areas along the Haiti coast during 2019 and 2020. The study areas were Fort-Liberté, Caracol Bay, Île de la Tortue, Baradères/Grand Boucan, Jérémie, and Abacou (Fig. 1). The percentage of the seabed covered by live coral cover showed high variation between all areas, ranging from less than 5 % to over 40 %, with the average of all sites only 16 % (Figure 2). The area with lower-than-average coverage was Abacou. The reefs there are located within 2 km of a river that regularly discharges silt, and the Abacou sites also had the highest percentage of silt cover and high cover of macroalgae. These reefs were hit by Hurricane Matthew in 2016, this along with the silt and algae could be the cause of low coral cover. The reefs at Caracol Bay were damaged by Hurricane Irma and Maria, and also featured high algae cover. Fast-growing macroalgae out-compete corals for space on the seabed.



Tableau 1. Sites étudiés par zone en Haïti.  
Table 1. Surveyed sites per area in Haiti.

NOM DU SITE SITE NAME	ZONE AREA	LATITUDE LATITUDE	LONGITUDE LONGITUDE
Fort-Liberté	Est/East	19°42'53.88"	71°50'20.58"
	Ouest/West	19°43'2.70"	71°51'45.12"
Caracol	Est/East	19°44'8.82"	71°56'13.51"
	Ouest/West	19°45'6.70"	72° 1'1.90"
Île de la Tortue	Est/East	19°59'27.67"	72°37'59.08"
	Ouest/West	19°59'26.82"	72°38'55.08"
Baradères	Est/East	18°31'47.47"	73°31'38.68"
	Ouest/West	18°34'15.60"	73°34'14.80"
Jérémie	Est/East	18°39'55.12"	74° 8'53.64"
	Ouest/West	18°40'12.75"	74° 10'06.69"
Abacou	Nord/North	18° 2'27.00"	73°54'20.04"
	Sud/South	18° 2'16.68"	73°54'13.10"



Nous avons constaté que les coraux juvéniles sont plus présents sur les récifs avec moins de couverture de macroalgues, comme à l'Île de la Tortue. L'Île de la Tortue étant une île au large, la qualité de l'eau est relativement moins affectée par les apports terrestres. Plus la couverture corallienne locale est grande, plus les larves de corail peuvent être disponibles pour l'établissement et le maintien d'une plus grande couverture corallienne au fil du temps. Les maladies des coraux sont aussi courantes en Haïti qu'ailleurs dans les Caraïbes, la maladie de la bande jaune, la maladie de la bande noire et la peste blanche étant les plus courantes. La maladie à propagation rapide appelée maladie de perte de tissu rapide (SCRTLD) a récemment tué des espèces de coraux au large de la côte nord d'Haïti notamment, la *Diploria* (également *Pseudodiploria*) *strigosa*, *Eusmilia fastigiata*, *Dendrogyra cylindrus*, qui sont connues pour être très sensibles. SCRTLD a peut-être déjà tué ses espèces hôtes donc pour autant n'est plus. (tableau 2). Cependant, des espèces hôtes vivantes ont été observées dans le Sud.

We found coral recruits to be higher on reefs with lower cover of macroalgae such as at Île de la Tortue. Because Île de la Tortue is an offshore island, the water quality is relatively less affected by terrestrial inputs. The higher the local coral cover, there could be more coral larvae available for settlement and maintaining higher coral cover over time. Coral diseases were about as common in Haiti as in other Caribbean locations, with Yellow Band, Black Band Disease and White Plague being the most common. The fast-spreading disease called Stony Coral Rapid Tissue Lost Disease (SCRTLD), was found to have recently killed coral species on the north coast of Haiti known to be susceptible including *Diploria* (also *Pseudodiploria*) *strigosa*, *Eusmilia fastigiata*, *Dendrogyra cylindrus*. It is possible that SCRTLD has already killed its host species and thus has passed by (Table 2), however, living host species were observed in the south.

**Mots clés:** Haïti, récifs coralliens, aires marines protégées, poissons-perroquet, suivi, GCRMN.

**Keywords:** Haiti, coral reefs, marine protected areas, parrotfish, monitoring, GCRMN.

La couverture de macroalgues sur les récifs d'Haïti s'est avérée relativement élevée dans la plupart des zones (Figure 3), avec une couverture minimale de 20 % des fonds marins dans deux cas en particuliers: Île de la Tortue, qui avait également la plus grande couverture corallienne, et Abacou, qui présentait également le pourcentage le plus élevé de couverture sédimentaire du fond.

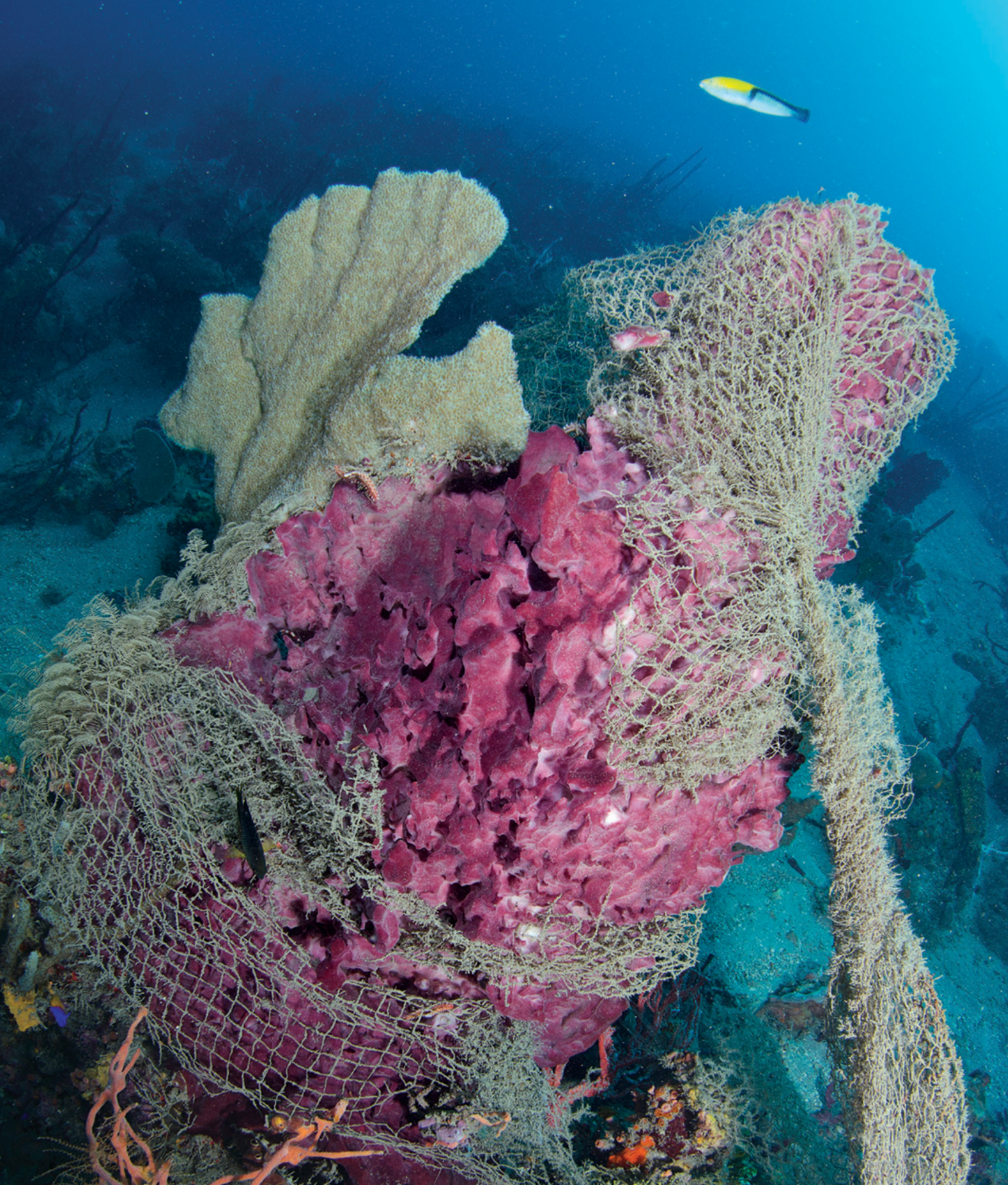
Macroalgae cover on reefs in Haiti was found to be relatively high in most areas (Figure 3), with a minimum of 20 % cover of the seabed in two areas: Île de la Tortue, (that also had the highest coral cover), and Abacou, that also had the highest percentage of silt cover on the bottom.

La biomasse de poissons était plus élevée dans les récifs situés à la fois sur la côte nord (Baradères et Jérémie) et sur la côte sud (Abacou) de la péninsule sud d'Haïti (Figure 4). Les poissons herbivores tels que les poissons-perroquets et les poissons-chirurgiens étaient également plus abondants sur ces récifs (Figure 5). Les densités d'oursins étaient très faibles dans la plupart des régions d'Haïti (Figure 6), à l'exception de Île de la Tortue, où le nombre était élevé (Figure 6).

The biomass of all fish was higher on the reefs located on both the northern coast (Baradères and Jérémie) and southern coast (Abacou) of the southern peninsula of Haiti (Figure 4). Herbivorous fish such as parrotfish and surgeonfish were also more abundant on those reefs (Figure 5). Urchin densities were very low in most areas of Haiti (Figure 6), with the exception of Île de la Tortue, where the numbers were high (Figure 6).







## Introduction

Les récifs coralliens sont parmi les écosystèmes les plus diversifiés et aussi parmi les plus menacés au monde, et les récifs des Caraïbes sont particulièrement menacés (Jackson et al., 2014). Des études récentes ont montré que les récifs des Caraïbes orientales où la pêche était restreinte étaient en meilleure santé que les récifs où la pêche non réglementée était autorisée (Steneck et al., 2018). Sur les récifs où la pêche, en particulier pour les herbivores comme certains poissons-perroquets, a été effectivement restreinte, les coraux sont en meilleure santé. Ces récifs peuvent être considérés comme plus résistants aux impacts et certains se sont complètement rétablis après de graves épisodes de blanchissement (Steneck et al., 2019). Certains pays des Caraïbes ont interdit la pêche des poissons herbivores tels que les poissons-perroquets et les poissons-chirurgiens. Par exemple, en 2017, la République Dominicaine a instauré une interdiction de 2 ans sur les poissons-perroquets, puis a ajouté une autre année. En 2021, une interdiction saisonnière de la pêche au poisson-perroquet a été mise en œuvre de début septembre à fin décembre, en tant que mesure à long terme pour contrôler les macroalgues à croissance rapide.

La croissance des macroalgues est stimulée par le ruissellement des nutriments provenant directement de la terre et par le rejet des rivières. Lorsqu'il n'y a pas assez d'herbivores, les macroalgues peuvent se développer rapidement et endommager ou tuer les coraux à l'aide de divers mécanismes, notamment l'exsudation de composés toxiques et leur croissance, bloquant la lumière. Si ce changement de phase se poursuit, il peut transformer les récifs dominés par les coraux en récifs dominés par les algues. Lorsque les coraux constructeurs de récifs cessent de croître et meurent, l'érosion par des forces physiques et biologiques peut commencer à briser la structure du récif, il y a moins d'habitat de récifs coralliens disponible pour les organismes qui les habitent, y compris certaines espèces alimentaires de haut niveau comme les langouste et les poissons. À mesure que la structure physique d'un récif s'effondre, il ne peut plus constituer une barrière efficace contre l'action des vagues pendant les tempêtes, exposant ainsi le rivage à des vagues plus destructrices.

Après plusieurs décennies de recherche scientifique dans les Caraïbes, les scientifiques ont conclu qu'il existe certains «conducteur» clés (Connell, 1976; Hughes, 1985) et indicateurs

## Introduction

Coral reefs are among the most diverse ecosystems and also among the most threatened in the world, and Caribbean reefs are particularly at risk (Jackson et al., 2014). Recent studies have shown that the reefs in the eastern Caribbean where fishing was restricted were healthier than reefs where unregulated fishing was allowed (Steneck et al., 2018). At reefs where fishing, especially of herbivores such as some parrotfish, has been effectively restricted, the corals have done better. These reefs can be considered more resistant to impacts and some have fully recovered from severe coral bleaching events (Steneck et al., 2019). Some Caribbean countries have banned the fishing of herbivorous fish such as parrotfish and surgeonfish. For example, in 2017, the Dominican Republic established a 2-year ban on parrotfish, and later added another year. In 2021, a seasonal ban on parrotfish fishing was implemented from the beginning of September to the end of December, as a long-term measure to control fast-growing macroalgae.

The growth of macroalgae is stimulated by nutrient runoff directly from the land and via discharge from rivers. When there are insufficient herbivores, macroalgae can grow quickly and damage or kill corals using a variety of mechanisms including exuding toxic compounds and growing over them, blocking the light. If this phase shift continues, it can transform coral-dominated reefs into algae-dominated reefs. When reef corals stop growing and die, erosion by physical and biological forces can start to break down the reef structure, there is less coral reef habitat available for reef organisms including high value food species such as lobster and fish. As a reef's physical structure breaks down, it can no longer provide an effective barrier to wave action during storms, thus exposing the coast to more destructive waves.

After a few decades of scientific research in the Caribbean, scientists have concluded that there are certain key "drivers" (Connell, 1976; Hughes, 1985) and indicators of reef health

de la santé des récifs (Hodgson, 1999). Un «conducteur» est un facteur qui contribue ou rend un récif sain ou malsain (ou mort). L'augmentation du blanchissement des coraux, des maladies des coraux et la publication d'une revue des études sur les récifs coralliens des Caraïbes (Jackson et al., 2014) montrant un déclin spectaculaire du corail vivant a alimenté la discussion sur la façon de mieux surveiller l'état des récifs coralliens dans les Caraïbes. Un groupe de scientifiques participant au Réseau mondial de surveillance des récifs coralliens (GCRMN) dans les Caraïbes a examiné les méthodes existantes telles que AGGRA et Reef Check. Ils ont de nouveau confirmé la sélection des méthodes Reef Check en tant que GCRMN Niveau 1. Ensuite, ils ont sélectionné un ensemble de paramètres et de méthodes pour former un nouveau GCRMN Niveau 2. En plus des indicateurs clés utilisés par Reef Check, tels que la couverture corallienne des coraux constructeurs de récifs, la couverture de macroalgues, la densité de prédateurs et de poissons herbivores, et les oursins, ont ajouté deux paramètres importants tirés d'AGGRA: l'identification des espèces de coraux et de recrues coralliennes (UNEP, 2016). Les nouvelles méthodes de niveau 2 du GCRMN étaient destinées à fournir des directives standard mises à jour pour la surveillance des récifs coralliens dans les Caraïbes. Pour la présente étude, les données de niveau 2 du GCRMN ont été collectées sur 2 sites chacun dans 6 zones de récifs coralliens le long de la côte d'Haïti en 2019 et 2020. Les zones d'étude ont été sélectionnées sur la base du premier suivi national des récifs coralliens en Haïti (Reef Check Haïti, 2014), et comprennent des récifs représentatifs à Fort-Liberté, Baie de Caracol, Île de la Tortue, Baradères/Grand Boucan, Jérémie et Abacou (Fig. 1). Sur la base des recommandations de Reef Check Haïti, chacun de ces sites a été déclaré Aire Marine Protégée (AMP) à l'exception de l'Île de la Tortue.

(Hodgson, 1999). A “driver” is a factor that contributes to or causes a reef to be healthy or unhealthy (or dead). The increase in coral bleaching, coral diseases worldwide and the publication of a review of Caribbean coral reef studies (Jackson et al., 2014) showing a dramatic decline in living coral stimulated a discussion on how to better track coral reef status in the Caribbean. A group of scientists participating in the Global Coral Reef Monitoring Network (GCRMN) in the Caribbean reviewed existing methods such as AGGRA and Reef Check. They reconfirmed the selection of Reef Check methods as GCRMN Level 1. They then selected a set of parameters and methods to form a new GCRMN Level 2. In addition to key indicators used by Reef Check such as coral cover of reef-building corals, cover of macroalgae, density of predators and herbivorous fish, and urchins, they added two important parameters borrowed from AGGRA: coral species identification and coral recruitment (UNEP, 2016). The new GCRMN Level 2 methods were meant to provide updated, standard guidelines for coral reef monitoring in the Caribbean. For the present study, GCRMN Level 2 data were collected from 2 sites each at 6 coral reef areas along the Haiti coast during 2019 and 2020. The study areas were selected based on the first national survey of coral reefs in Haiti (Reef Check Haiti, 2014), and include representative reefs at Fort-Liberté, Caracol Bay, Île de la Tortue, Baradères/Grand Boucan, Jérémie, and Abacou (Fig. 1). Based on Reef Check Haiti's recommendations, each of these sites has been declared a Marine Protected Area (MPA) except for Île de la Tortue.



Bien qu'un suivi des récifs coralliens ait été effectué régulièrement dans certaines zones d'Haïti, notre objectif était de déterminer la base de référence des caractéristiques importantes de la santé des récifs dans ces six zones, comme nous le faisons tous les deux ans depuis 2015 en République Dominicaine. Les deux programmes (RD et Haïti) ont été conçus pour explorer les forces et les tendances des interactions essentielles à la santé des récifs coralliens. En particulier, nous examinons la relation entre les poissons-perroquets herbivores et les macroalgues nuisibles, ainsi qu'entre les macroalgues et les coraux adultes et juvéniles.

Although coral reef monitoring has been carried out regularly in some areas of Haiti, our goal was to determine the baseline of important reef health characteristics in all these six areas, as we have been doing every two years since 2015 in the Dominican Republic. Both programs (DR and Haiti) were designed to explore the strength and trends of interactions that are critical to coral reef health. In particular, we examine the relationship between herbivorous parrotfish and harmful macroalgae, as well as between macroalgae and adult and juvenile corals.



Méthodes  
Methods

## Méthodes

Notre équipe a examiné les récifs dans les six zones représentatives en termes de développement de la structure récifale autour d'Haïti à l'aide des méthodes GCRMN de niveau 2. Au moins deux sites ont été étudiés dans chaque zone récifale. De multiples transects ont été utilisés pour chaque type de suivi, comme indiqué ci-dessous.

**TRANSECTS CORALLIENS:** Quatre transects en ceinture de 10 m x 1 m ont été utilisés sur chaque site. Un fil à plomb a été placé sur le fond marin en suivant les contours du substrat. Tous les coraux en dessous de la ligne ont été comptés et identifiés par espèce, et le diamètre de chaque colonie a été mesuré.

## Methods

Our team surveyed reefs at the six areas that are representative in terms of development of reef structure around Haiti using the GCRMN Level 2 methods. At least two sites were surveyed within each reef area. Multiple transects were used for each type of survey as given below.

**CORAL TRANSECTS:** At each site, four 10 m x 1 m belt transects were used. A weighted lead-core line pushed the transect to the seabed so that it followed the contours of the substratum. All corals under the line were counted and identified to species, and the diameter of each colony was measured.

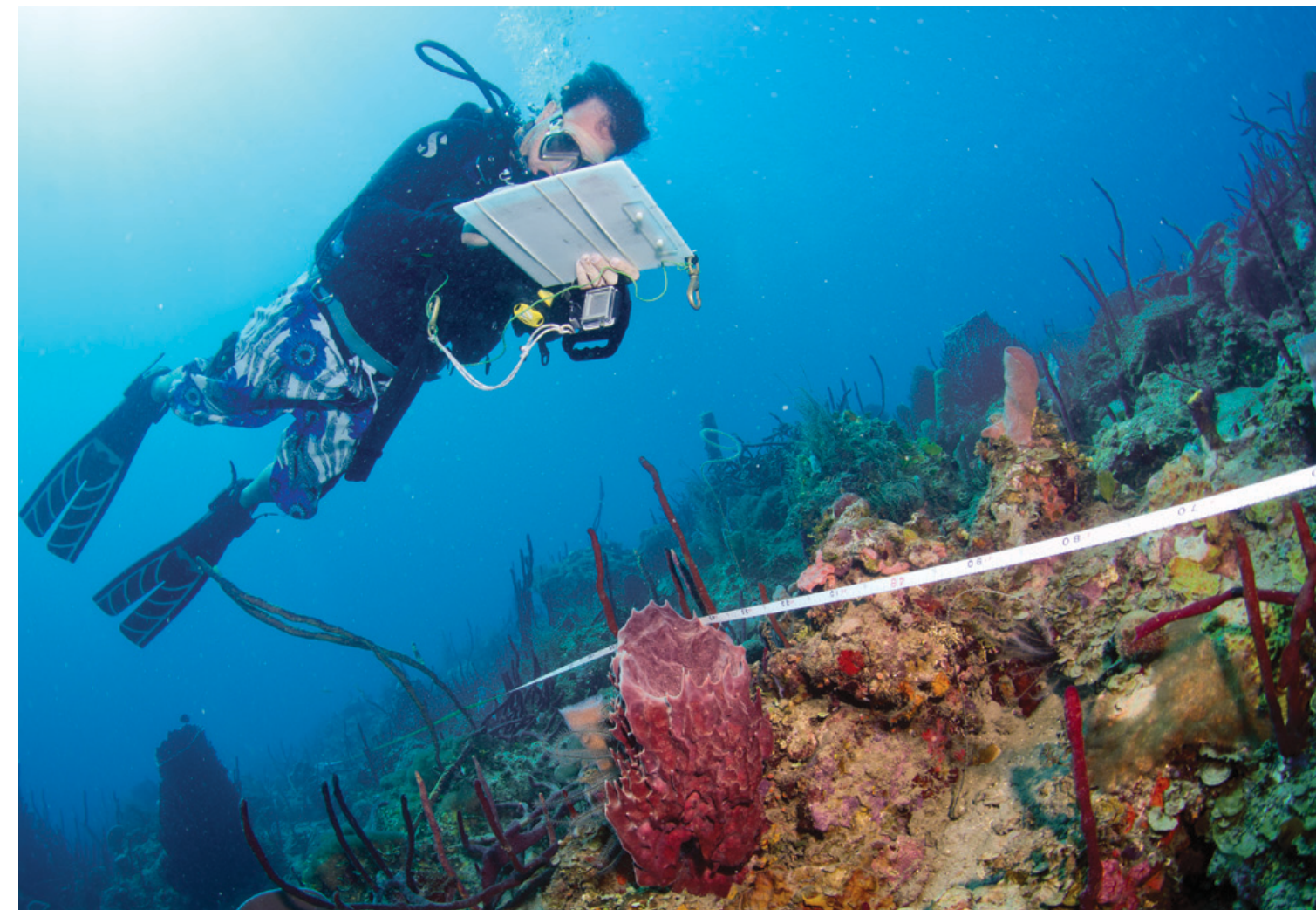


Figure 1. Carte d'Haïti indiquant les 6 zones étudiées au cours de la période 2019-2020 pour documenter la santé des récifs coralliens.  
© Google Maps 2021.

Figure 1. Map of Haiti indicating the 6 areas surveyed during 2019 - 2020 to document coral reef health.

**ÉTUDE BENTHIQUE:** Quatre transects de 10 m ont été réutilisés avec un fil à plomb. La composition du substrat a été notée à des intervalles de 10 cm (intersections ponctuelles) le long de la ligne. Les oursins ont été comptés dans une zone de 10 m x 2 m. Cinq carrés de 25 cm x 25 cm ont été placés à des intervalles de 2 m sur la ligne de transect de 10 m. Une tentative a été faite pour localiser, identifier et mesurer tous les coraux juvéniles dans ces carrés et mesurer la hauteur moyenne de la canopée des algues au centre de chaque carré dans chacun des 4 transects par récif.

**TRANSECTS DE POISSONS:** Un ruban à mesurer de 30 m a été utilisé comme ligne médiane du transect de ceinture de 2 m de large. Une extrémité est attachée au fond et le plongeur porte le moulinet en nageant et compte les poissons jusqu'à ce que la fin du moulinet de 30 m soit atteinte. La présence et les dimensions ont été enregistrées pour tous les poissons prédateurs (mérus, vivaneaux, etc.) ainsi que les herbivores (par exemple, poisson-perroquets, poisson-chirurgiens, etc.). Entre 6 et 8 transects ont été effectués par récif.

**BENTHIC SURVEY:** Four 10 m transects, (lead core line) were used. Substrate organisms at each 10 cm intervals (point intercepts) along line were recorded. Urchins in 10 m x 2 m area were counted. Five 25 cm x 25 cm squares at 2 m intervals were used on the 10 m transect line to locate, identify and measure all juvenile corals in these squares and the average height of the algal canopy at the center of each square in each of the 4 transects per reef.

**FISH TRANSECTS:** 30 m measuring tape forms the center line of the 2 m width belt transect were used. One end was attached to bottom and a diver carried the reel while swimming and counting fish until the end of 30 m reel. Size and number of all predators (groupers, snappers, etc.) plus herbivores (e.g., parrots, surgeons etc.) was registred. Between 6 and 8 transects were carried out per reef.





Résultats  
et discussion

Results  
and discussion

## Coraux

Sur les 10 paramètres mesurés, les trois premiers (corail dur vivant, roche, macroalgues) représentaient plus de 90 % du substrat dans tous les sites sauf à Caracol, où les éponges et le sable occupaient environ 10 %, et à Abacou, où les sédiments constituaient environ 40 % du substrat. Les décombres y étaient également courants.

Le pourcentage de couverture corallienne vivante variait entre les six zones de moins de 5 % à Abacou à 43 % à l'Île de la Tortue, avec une moyenne de 16 % (Figure 2). Cette moyenne correspond à la couverture corallienne moyenne de 15 % pour tous les récifs en Haïti telle que mesurée par Reef Check Haïti entre 2014 et 2017 (Hodgson, 2018). Par contre, la couverture corallienne moyenne dans les Caraïbes en utilisant la même méthode est beaucoup plus élevée, 25 %. Les conditions mondiales, régionales et locales peuvent facilement affecter la quantité de couverture corallienne vivante sur un récif d'étude donné. De plus, dans une étude comme celle-ci avec une taille d'échantillon relativement petite de 2 sites par zone, les différences peuvent être amplifiées par l'emplacement du transect de sélection sur le récif.

## Corals

Of the 10 parameters measured, the top three (live hard coral, rock, macroalgae) comprised over 90 % of the substrate at all sites except Caracol, where sponges and sand occupied about 10 %, and at Abacou where silt made up about 40 % of the substrate. Rubble was also common there.

The percentage of living coral cover varied among the six areas from less than 5 % at Abacou to 43 % at Île de la Tortue, with an average of 16 % (Figure 2). This average matches the average coral cover for all of Haiti's reefs of 15 % measured by Reef Check Haiti between 2014-2017 (Hodgson, 2018). In contrast, the average coral cover in the Caribbean using the same method is much higher at 25 %. Global, regional and local conditions can easily affect the amount of living coral cover on a given study reef. Also, in a study such as this with a relatively small sample size of 2 sites per area, differences can be magnified by the selection transect placement on the reef.

À l'échelle mondiale, la hausse des températures de l'eau de mer et les événements de stress thermique ont dévasté les récifs coralliens dans l'ensemble des tropiques depuis le premier épisode de blanchissement mondial en 1997. Au cours des 5 dernières années, plus de 50 % des coraux de la Grande Barrière de Corail sont morts à cause des événements de stress thermique répétés qui provoquent le blanchissement des coraux, et dans de nombreux cas, leur mort. Les événements de blanchissement dans les Caraïbes en 2005 et 2010 ont entraîné la mort de plus de 50 % des coraux sur de nombreux récifs des îles Vierges américaines, 20 % de mortalité à la Barbade, 11 % en République Dominicaine et de nombreux autres endroits (Wilkinson et Souter, 2007). Heureusement, Haïti a jusqu'à présent évité les événements de blanchissement à grande échelle et à forte mortalité, avec peut-être seulement 5 % des coraux affectés par le blanchissement jusqu'à présent sur n'importe quel récif depuis 2011 et une mortalité annuelle de moins de 1 %.

Le réchauffement climatique a également augmenté la fréquence et la gravité des ouragans dans les Caraïbes. Les ouragans

At the global scale, increasing seawater temperatures and heat stress events have devastated coral reefs throughout the tropics since the first global bleaching event in 1997. In just the past 5 years, over 50 % of the corals on the Great Barrier Reef have died due to repeated heat-stress events that cause corals to bleach, and in many cases, to die. Bleaching events in the Caribbean in 2005 and 2010 resulted in the death of over 50 % of corals on many reefs in the US Virgin Islands, 20 % mortality in Barbados, 11 % in the Dominican Republic and many other locations (Wilkinson & Souter, 2007). Luckily, Haiti has so far avoided large-scale, high-mortality bleaching events, with only perhaps 5 % of corals affected by bleaching so far on any reef since 2011 and annual mortality of less than 1 %.

Global warming has also increased the frequency and severity of hurricanes in the Caribbean. Hurricanes damage coral reefs

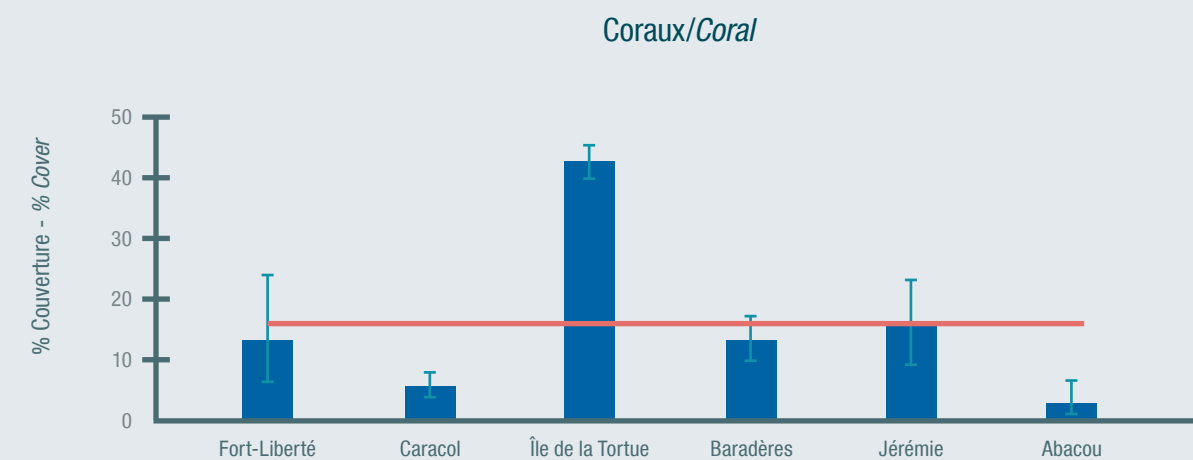


Figure 2. Pourcentage de couverture corallienne dans chaque zone surveillée en Haïti. La moyenne nationale est indiquée par la ligne rouge.  
Figure 2. Percentage of coral coverage at each monitored area in Haiti. National average is indicated by red line.

endommagent les récifs coralliens principalement lorsque de grosses vagues font tomber les coraux du récif. De grandes colonies de coraux roulants écrasent d'autres coraux et organismes. Au pire, tout ce qui reste du récif est une surface rocheuse lisse sans organismes vivants. En novembre 2016, Haïti a subi un double coup direct sur ses récifs lorsque l'ouragan de catégorie V, Matthew est passé au sud d'Haïti, puis a soudainement viré vers le nord, touchant terre à l'ouest d'Abacou sur la côte sud. Matthew a ensuite traversé Haïti, frappant Jérémie au nord et dévastant ce qui avait été le meilleur récif de corail d'Haïti. En septembre 2017, deux ouragans de catégorie V -Irma et Maria- sont passés à environ 100 km au nord d'Haïti, endommageant gravement les récifs de Trois Baies et causant des dommages aux récifs de Baradères/Grand Boucan. Les trois ouragans avaient des vents d'environ 300 km/h qui ont créé des vagues atteignant 10 m de hauteur se déplaçant à environ 40 km/h. La force de ces grosses vagues est immense et atteint facilement 10 m de profondeur là où se trouvaient les récifs que nous avons étudiés.

primarily when large waves dislodge corals from the reef. Large coral heads become battering rams and smash corals and other organisms into pieces. In a worst- case scenario, all that remains of the reef is a smooth rock surface with no living organisms. In November 2016, Haiti suffered a double direct hit on its reefs when the Cat V Hurricane Matthew was passing south of Haiti and then suddenly veered to the north, making landfall west of Abacou on the south coast. Matthew then crossed Haiti hitting Jérémie in the north, and devastating what had been the best coral reef in Haiti. In September 2017, two more Cat V hurricanes Irma and Maria, passed some 100 km to the north of Haiti badly damaging reefs at Trois Baies and doing some damage to the reefs at Baradères/Grand Boucan. All three hurricanes had winds of about 300 km/h that created waves that reached 10 m in height moving at about 40 km/hr. The force of these large waves is immense and easily reached 10 m depth where the reefs we surveyed were located.



Une surveillance Reef Check (GCRMN niveau 1) a été effectuée périodiquement avant ces ouragans dans toutes ces zones à l'exception d'Abacou. La couverture corallienne moyenne à Baradères était de 40 %, Île de la Tortue 34 % et Jérémie 43 % avec moins de 5 % de macroalgues. Le pourcentage de couvert corallien vivant à Fort-Liberté et Caracol n'était pas très différent de ce qui avait été observé dans le suivi pré-ouragan, représentant entre 10 et 20 %.

Les récifs d'Abacou sont exposés aux vagues du sud-ouest et ont été endommagés par l'action des vagues lorsque l'ouragan Matthew s'est approché et a traversé le rivage juste à l'ouest de leur emplacement. Sans surprise, le récif d'Abacou avait le plus faible pourcentage de coraux vivants. De plus, des facteurs locaux tels que la proximité d'une embouchure de rivière qui rejette continuellement des sédiments pourraient être un autre facteur. Au fur et à mesure que les sédiments se déposent près du fond marin, ils peuvent être à nouveau suspendus par les vagues. La sédimentation peut être un facteur limitant pour la croissance des coraux en bloquant la colonisation des larves et la lumière du soleil, obligeant les coraux à utiliser de l'énergie pour éliminer les sédiments, et s'ils échouent, en fournissant une matrice sédimentaire pour la croissance bactérienne qui peut tuer les coraux (Hodgson, 1990).

Reef Check surveys (GCRMN Level 1) were carried out periodically prior to these Hurricanes at all these areas except Abacou. Mean coral cover at Baradères was 40 %, Île de la Tortue 34 %, Jérémie 43 % with less than 5 % macroalgae. The percent live coral cover at Fort-Liberté and Caracol were not too different from the pre-hurricane surveys at between 10 and 20 %.

The Abacou reefs are exposed to waves from the southwest, and were damaged by wave action when Hurricane Matthew approached and passed over the coast just west of their location. It is not surprising that Abacou reef had the lowest percentage of living coral. In addition, local factors such as proximity to a river mouth that continuously discharges silt could be another factor. As the silt settles nearby on the seabed, it can be resuspended by waves. Sedimentation can be a limiting factor for coral growth by blocking larval settlement and sunlight, forcing corals to use energy to remove the sediment, and if they fail, providing a sediment matrix for bacterial growth that can kill the corals (Hodgson, 1990).



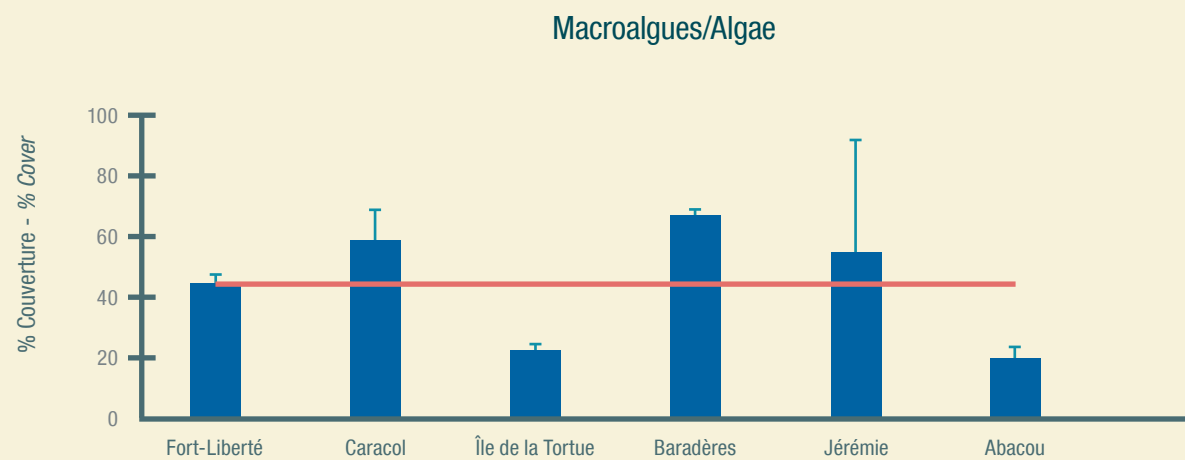


Figure 3. Pourcentage de couverture d'algues dans chaque zone surveillée en Haïti. La moyenne est indiquée par la ligne rouge.  
 Figure 3. Percentage cover of algae at each monitored area in Haiti. Average is indicated by red line.

## Macroalgues

Le pourcentage de couverture de macroalgues dans les récifs d'Haïti était relativement élevé dans quatre zones (Caracole, Trois Baies, Baradères et Jérémie) avec Baradères dépassant 60 %, et les trois autres zones atteignant ou dépassant 50 % (Fig. 3). Ces valeurs sont bien supérieures à la couverture moyenne en macroalgues de tous les récifs en Haïti qui est de 30 %. La couverture moyenne de macroalgues de toutes les régions des Caraïbes a augmenté régulièrement depuis les années 1980 (Jackson et al., 2015), mais n'était encore que de 13 % en 2010 (données Reef Check). De nombreuses régions des Caraïbes ont désormais une couverture en macroalgues de 20 à 40 %. La couverture de macroalgues la plus faible était d'environ 20 % à Île de la Tortue et Abacou.

Il existe plus de 60 espèces de macroalgues en Haïti, et les plus courantes sont les espèces du genre *Dichtyota*, *Lobophora variegata* et *Padina jamaicensis*. D'autres espèces communes incluent: *Caulerpa* spp. *Dictyosphaeria cavernosa*, *Penicillus pyriformis*,

## Macroalgae

The percentage cover of macroalgae on Haiti's reefs was relatively high in four areas (Caracol, Trois Baies, Baradères and Jérémie) with Baradères exceeding 60 %, and the other three areas reaching or exceeding 50 % (Fig. 3). These values are much higher than the average cover of macroalgae from all Haiti reefs of 30 %. The mean macroalgae cover from all areas of the Caribbean has increased steadily since the 1980s (Jackson et al., 2015) but was still just 13 % by 2010 (Reef Check data). But many areas of the Caribbean now have 20 to 40 % cover of macroalgae. The lowest cover of macroalgae was about 20 % at Île de la Tortue and Abacou.

There are over 60 species of macroalgae in Haiti and the most common are species of the genus *Dichtyota*, *Lobophora variegata* and *Padina jamaicensis*. Other common species include: *Caulerpa* spp. *Dictyosphaeria cavernosa*, *Penicillus pyriformis*,





*Udotea* spp., *Wanglia* spp., *Peysonnelia* spp., *Galaxaura* spp. et *Acetabularia* spp. Ces algues à croissance rapide rivalisent avec les coraux pour l'espace et gagnent souvent en utilisant les mécanismes décrits ci-dessus. Lorsque les récifs coralliens sont en bon état avec des populations normales de poissons herbivores et d'oursins, les macroalgues restent en dessous d'environ 5 à 10 % de couverture. La surpêche des herbivores, lorsqu'elle se produit, peut être l'une des causes de l'augmentation des macroalgues sur les récifs. D'autres causes incluent une augmentation des nutriments qui peuvent stimuler la croissance des algues et des ouragans destructeurs de coraux, permettant aux macroalgues à croissance plus rapide de recoloniser les récifs et de bloquer l'installation et la croissance de nouveaux coraux.

*Udotea* spp., *Wanglia* spp. *Peysonnelia* spp., *Galaxaura* spp. and *Acetabularia* spp. These fast-growing algae compete with corals for space and often win using the mechanisms described previously. When coral reefs are in a healthy condition with normal populations of herbivorous fish and sea urchins, then the macroalgae remain below about 5 to 10 % cover. When overfishing of herbivores occurs, this can be one cause of increased macroalgae on reefs. Other causes include increased nutrients that can stimulate growth of algae and hurricanes that destroy corals allowing the faster growing macroalgae to recolonize the reefs and block corals from settling and growing.



Poissons herbivores et oursins  
comme contrôle des macroalgues

Herbivorous fish and urchins  
as macroalgae controls

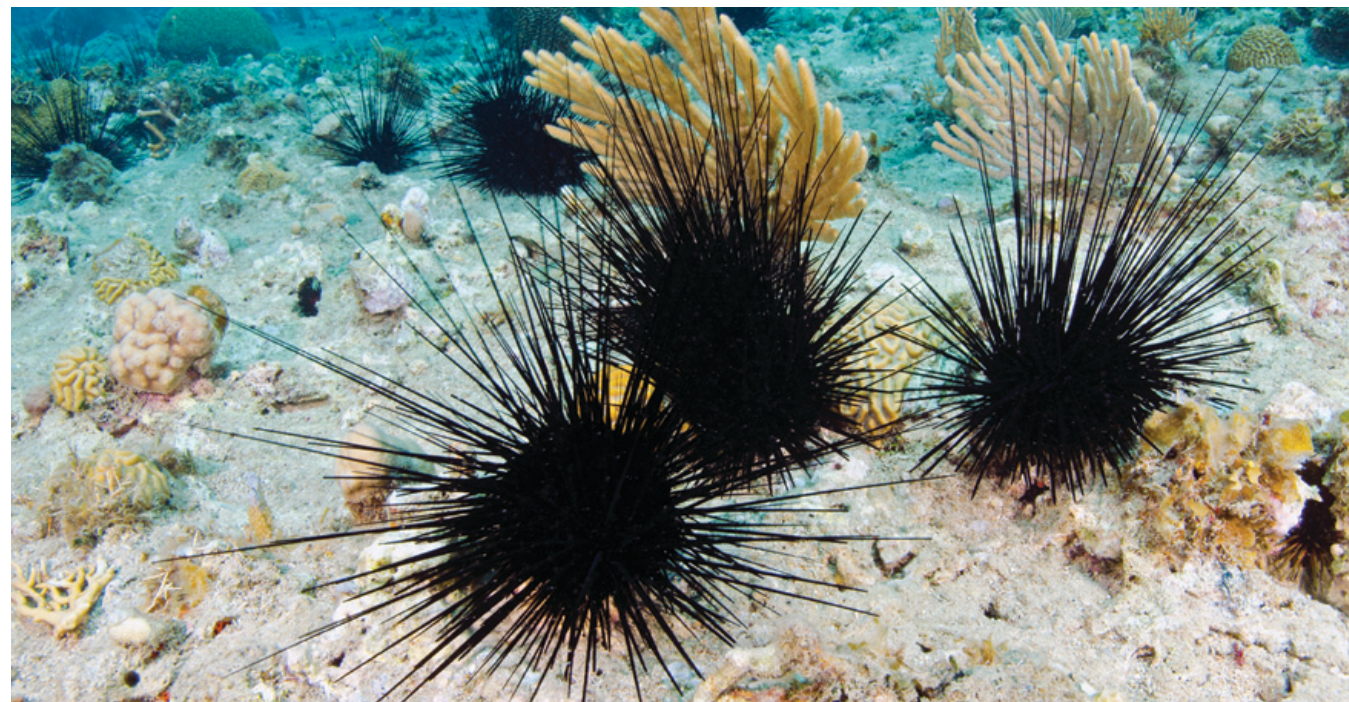


## Poissons herbivores et oursins comme contrôle des macroalgues

En Haïti, la surpêche des poissons de grande valeur, y compris les herbivores, est extrême et a été signalée comme le pire des cas dans les Caraïbes (ou même du monde) selon les premières enquêtes Reef Check réalisées en 2011 (Hodgson 2014). Il est rare de voir des poissons d'espèces comestibles d'une longueur totale >20 cm et le nombre total de poissons est très faible sur la plupart des récifs peu profonds (<15 m de profondeur) du pays. L'autre grand herbivore, l'oursin noir à longues épines (*Diadema antillarum*) a connu une mortalité massive dans les Caraïbes en raison d'une maladie non identifiée dans les années 1980, et il fait lentement son retour. En Haïti, *Diadema antillarum* reste relativement rare sur la plupart des récifs. Ensemble, le manque de poissons et d'oursins herbivores permet aux macroalgues de se développer et de dominer la plupart des récifs d'Haïti. Les ouragans et les nutriments ont accéléré ce processus.

## Herbivorous fish and urchins as macroalgae controls

Extreme overfishing of all high value fish in Haiti, including herbivores, was noted as being the worst in the Caribbean (if not the world) based on the first Reef Check surveys completed in 2011 (Hodgson 2014). It is rare to see any edible fish species with a total length of >20 cm and numbers of all high value fish are very low on most shallow (<15 m depth) reefs in the country. The other important herbivore, the long-spined black sea urchin (*Diadema antillarum*) died off throughout the Caribbean due to an unidentified disease in the 1980s, and is making a slow comeback. In Haiti, *Diadema* is still relatively uncommon on most reefs. Together, the lack of herbivorous fish and urchins allows macroalgae to grow and dominate on most of Haiti's reefs. Hurricanes and nutrients have accelerated this process.



Tous les poissons/All fish

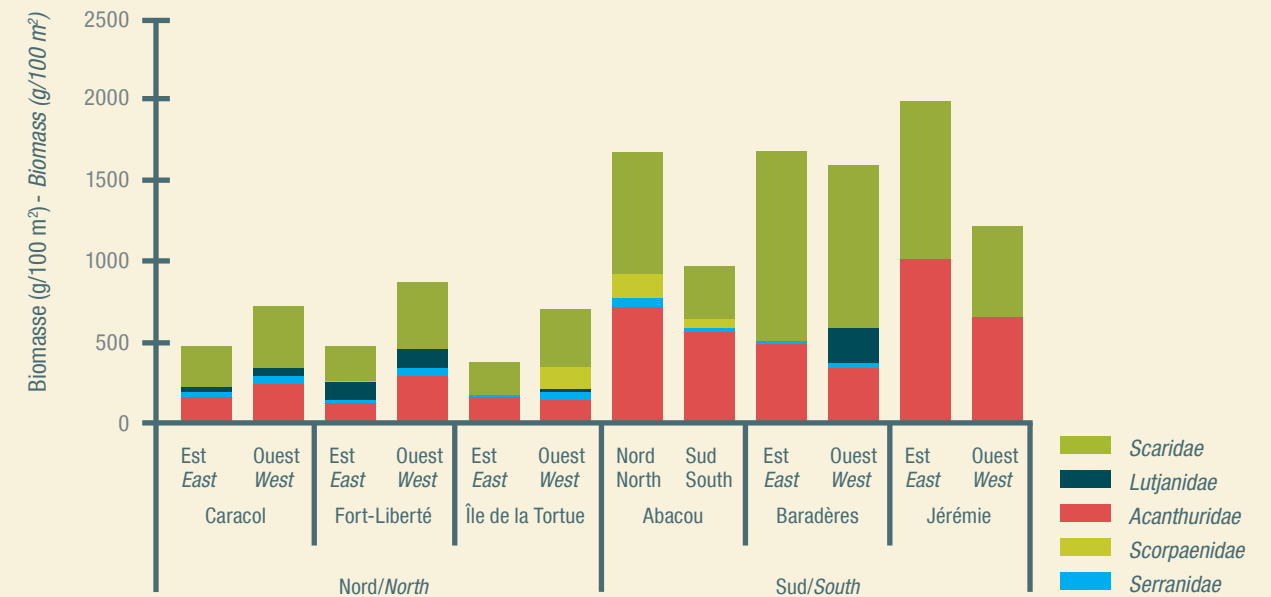


Figure 4. Toutes les données sur les poissons herbivores et prédateurs pour les zones d'Haïti.  
Figure 4. All herbivore and predator fish data for areas in Haiti.

Le déphasage de la dominance des coraux aux algues réduit la valeur socio-économique ainsi que les services écologiques rendus par ces récifs déstabilisés.

Dans cette étude, nous avons compté les principaux herbivores: poissons-perroquets, poissons-chirurgiens et oursins, car plusieurs espèces au sein de chaque groupe servent de témoins naturels pour les macroalgues à croissance rapide. La biomasse des poissons était faible pour toutes les espèces par rapport à d'autres régions des Caraïbes. La biomasse des poissons-perroquets et chirurgiens était plus faible (<400 g/100 m<sup>2</sup>) dans les récifs des trois sites nord (Caracole, Fort-Liberté, Île de la Tortue) et plus élevée dans les 3 zones sud, mais elle ne dépassait que 1000 g/100 m<sup>2</sup> pour les poissons-perroquets sur une zone: Baradères (Figures 4 et 5). Sur les 12 sites d'étude dans les 6 zones, 8 avaient moins de 600 g/100 m<sup>2</sup> de biomasse. La biomasse des poissons-chirurgiens était également relativement plus élevée dans les zones du sud d'Haïti à Baradères, Jérémie et Abacou, mais 6 sites avaient moins

The phase shift from coral to algal dominance lowers the socio-economic value as well as the ecological services provided by these destabilized reefs.

In this study, we counted the key herbivores parrotfish, surgeonfish, and sea urchins because several species within each group serve as natural controls of fast-growing macroalgae. The fish biomass was low for all species compared to other areas of the Caribbean. The biomass of parrotfish and surgeonfish was lowest (<400 g/100 m<sup>2</sup>) on reefs at the three northern sites (Caracol, Fort-Liberté, Île de la Tortue) and higher at the 3 southern areas but only exceeded 1000 g/100 m<sup>2</sup> for parrotfish in one area Baradères (Figures 4 and 5). Of the 12 study sites within the 6 areas, 8 had less than 600 g/100 m<sup>2</sup> of biomass. Surgeonfish biomass was also relatively higher in southern areas of Haiti at Baradères, Jérémie and Abacou,

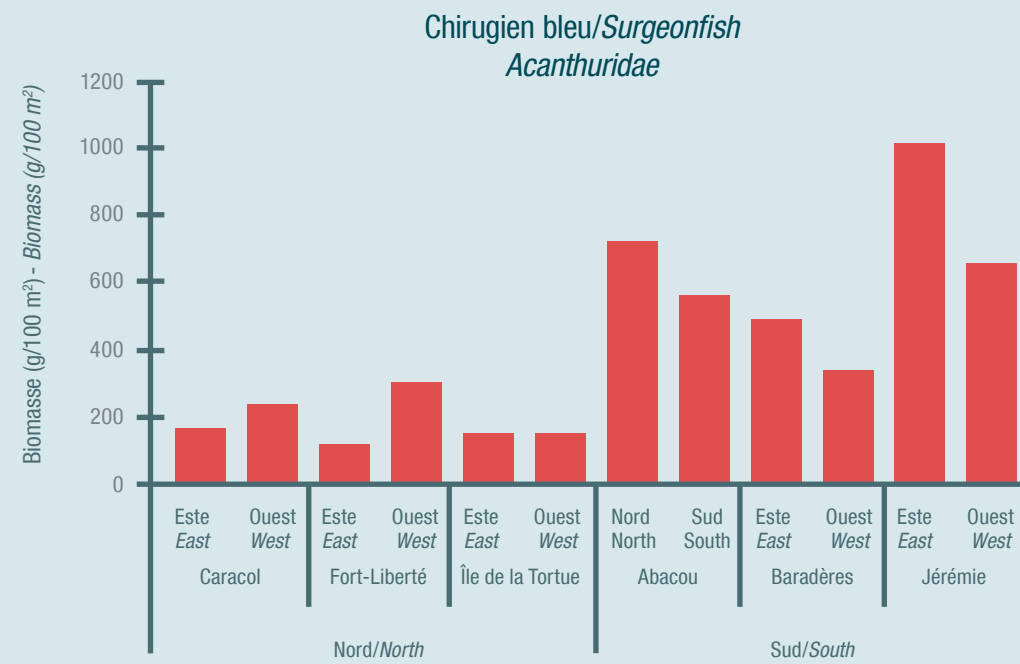
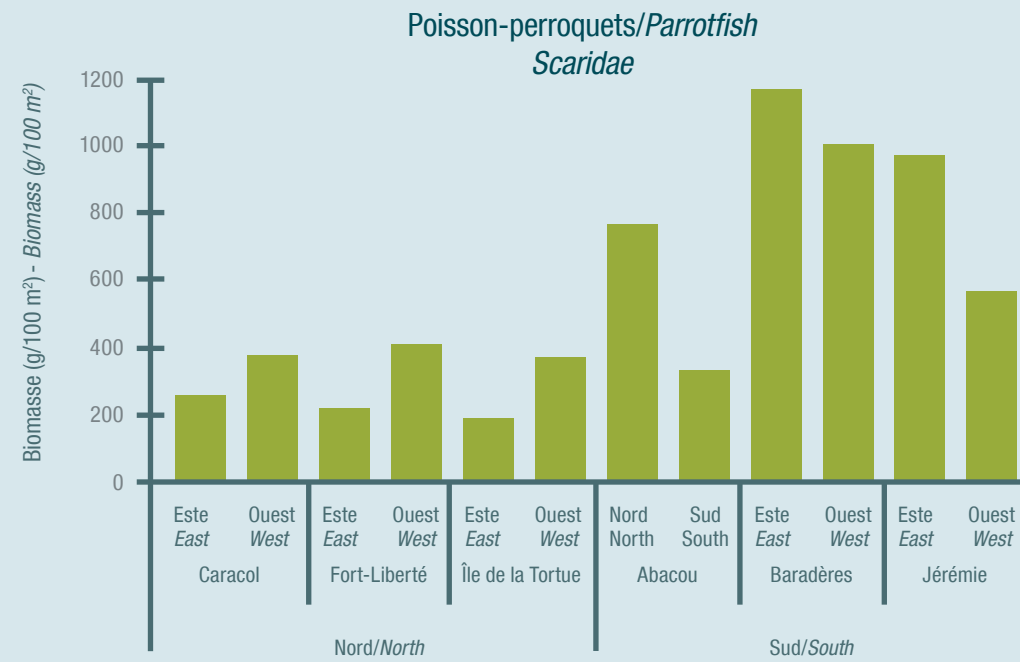


Figure 5 a-b. Données sur les poissons herbivores (poissons-perroquets et poissons-chirurgiens) pour les zones d'Haïti.  
Figure 5 a-b. Herbivore fish (parrotfish and surgeonfish) data for areas in Haiti.





de 400 g/100 m<sup>2</sup> de biomasse et seul Jérémie atteignait 1000 g/100 m<sup>2</sup>. En comparaison, la biomasse combinée des chirurgiens et des poissons-perroquets sur les récifs mésoaméricains en 2014-15 était généralement environ le double de ces valeurs et supérieure à 2000 g/100 m<sup>2</sup> (Suchley et al., 2016).

L'histoire des poissons herbivores sur les récifs et les macroalgues s'est compliquée ces dernières années à mesure que des études plus détaillées du comportement de chaque espèce ont été réalisées. Des travaux récents ont montré que chaque espèce de poisson a une nourriture préférée et que plusieurs espèces de poissons-perroquets et de poissons-chirurgiens ne se nourrissent

but 6 sites had less than 400 g/100 m<sup>2</sup> biomass and only Jérémie reached 1000 g/100 m<sup>2</sup>. In comparison, the combined biomass of surgeons and parrotfish on Mesoamerican reefs in 2014-15 were typically about double these values and above 2000 g/100 m<sup>2</sup> (Suchley et al., 2016).

The story of herbivorous fish on reefs and macroalgae has become more complicated in recent years as more detailed studies of each species behavior have been completed. Recent work has shown that each fish species has a preferred food and several species of parrotfish and acanthurids do not browse on established, large

pas de grandes macroalgues établies, mais consomment plutôt des épibiontes qui poussent sur les algues ou mangent de l'herbe à algues (Dell, 2020). Par exemple, aux îles Caïmans, les principaux poissons consommant des macroalgues étaient le chirurgien bleu (*Acanthurus coeruleus*), le poisson-perroquet à bandes rouges (*Sparisoma aurofrenatum*) et au moins une espèce de tétras lyre (*Kyphosus* spp.). De ces trois, les peupliers noirs ont consommé la plus grande quantité de macroalgues, plus du double de celle des perroquets. Aucune des autres espèces de poissons-chirurgiens ou de poissons-perroquets n'a consommé de grosses macroalgues. Cependant, le terme « herbe à algues » est mal défini, et il est possible que les poissons qui

macroalgae but rather consume epibionts growing on the algae or eat turf (Dell, 2020). For example, in the Cayman Islands, the main fish consuming macroalgae were the blue tang, (*Acanthurus coeruleus*), the red-banded parrotfish (*Sparisoma aurofrenatum*), and at least one species of chub (*Kyphosus* spp.). Of these three, the chubs consumed the most macroalgae – more than twice as much as parrotfish. None of the other acanthurid or parrotfish species consumed large macroalgae. However, the term “turf algae” is poorly defined, and it is possible that those fish that consumed turf

consommaient de l'herbe consommaient également de petites macroalgues mélangées à des algues filamenteuses. Dans une autre étude des récifs du Belize, les augmentations du niveau de macroalgues sur les récifs n'étaient pas corrélées avec les changements dans la population de poissons-perroquets entre 2005 et 2014 (Suchany et al., 2016), suggérant que le poisson-perroquet seul ne peut pas contrôler ce processus.

Pour comprendre l'importance relative de l'herbivorie de *Diadema* sur les récifs des Caraïbes et pour aider à déterminer les objectifs de gestion des récifs, il est utile d'examiner les enregistrements historiques de l'abondance de ce dernier avant la mort des oursins qui a commencé en 1983-4. Nous ne connaissons pas les données de *Diadema* d'Haïti avant 1983, mais les données de neuf emplacements compilées par Lessios (1988) sont présentées dans le tableau 1. Les données varient d'environ 1 à 14 oursins par m<sup>2</sup>, avec une moyenne de 5,61 avant la mort et une moyenne de 0,14 oursins/m<sup>2</sup> après la mort, une mortalité rapide et presque complète.

Les densités enregistrées en Haïti au cours de cette étude étaient similaires aux densités post-mortelles de beaucoup moins de 1 oursin/m<sup>2</sup> dans toutes les zones étudiées à l'exception de l'Île de la Tortue, où elles dépassaient 1,75 oursin/m<sup>2</sup> (Figure 6).

were also consuming small macroalgae mixed with filamentous algae. In another study of Belize reefs, increases in the level of macroalgae on the reefs were not correlated with changes in the population of parrotfish between 2005 and 2014 (Suchany et al., 2016), suggesting that parrotfish alone do not control this process.

To understand the relative importance of *Diadema* herbivory on reefs in the Caribbean, and to help determine reef management targets, it is useful to look at historical records of *Diadema* abundance prior to the urchin die off that began in 1983-4. We are not aware of *Diadema* data from Haiti prior to 1983, however, data from nine locations compiled by Lessios (1988) is given in Table 1. The data range from about 1 to 14 urchins per m<sup>2</sup> with a mean of 5.61 prior to the die-off and a mean of 0.14 urchins/m<sup>2</sup> after the die off – a rapid and nearly complete mortality.

The densities recorded from Haiti during this study were similar to the post die-off densities of much less than 1 urchin/m<sup>2</sup> in all areas surveyed except Île de la Tortue, where they exceeded 1.75 urchins/m<sup>2</sup> (Figure 6).

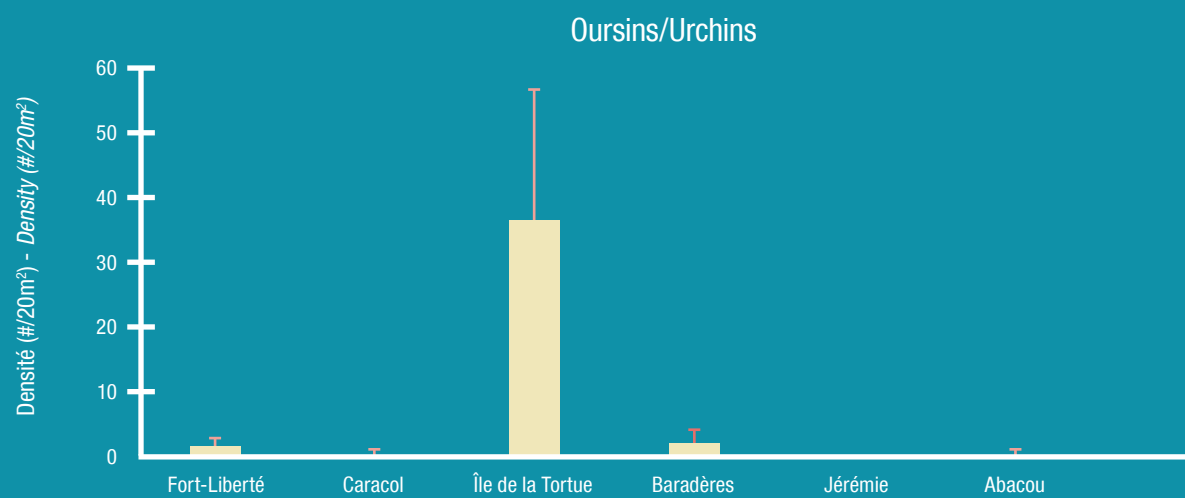


Figure 6. Abondance des oursins par zones en Haïti.  
Figura 6. Abundance of urchins for areas in Haiti.

La densité dans l'Île de la Tortue se situe dans la plage d'avant la mort illustrée à la figure 6, ce qui suggère que la récupération a eu lieu à cet endroit au large qui a une excellente qualité d'eau.

Lors de l'examen des données de densité pour *Diadema*, il est important de se rappeler qu'ils passent une grande partie de leur temps regroupés. Par conséquent, il serait facile d'obtenir des surestimations de la densité de oursins si, par exemple, des carrés de 1 m sont utilisés. Des études sur de vastes zones qui incluent toutes les zones de récifs fourniront des chiffres plus précis.

Dans les quelques cas où les densités d'oursins *Diadema* sont revenues à la normale dans les Caraïbes, la couverture de macroalgues a diminué et la couverture de corail a augmenté (Edmunds et Carpenter, 2001; Steneck et al., 2019). Par conséquent, la densité presque normale d'oursins enregistrée sur l'Île de la Tortue peut être une explication de l'augmentation de la couverture corallienne, malgré la faible biomasse de poissons-perroquets et poisson-chirurgiens. Ces exemples suggèrent que l'herbivorie des oursins est le contrôle le plus important pour les macroalgues à croissance rapide, et permet aux coraux d'avoir une meilleure chance de survie et de domination du récif. Les oursins consomment plus de macroalgues que les poissons.

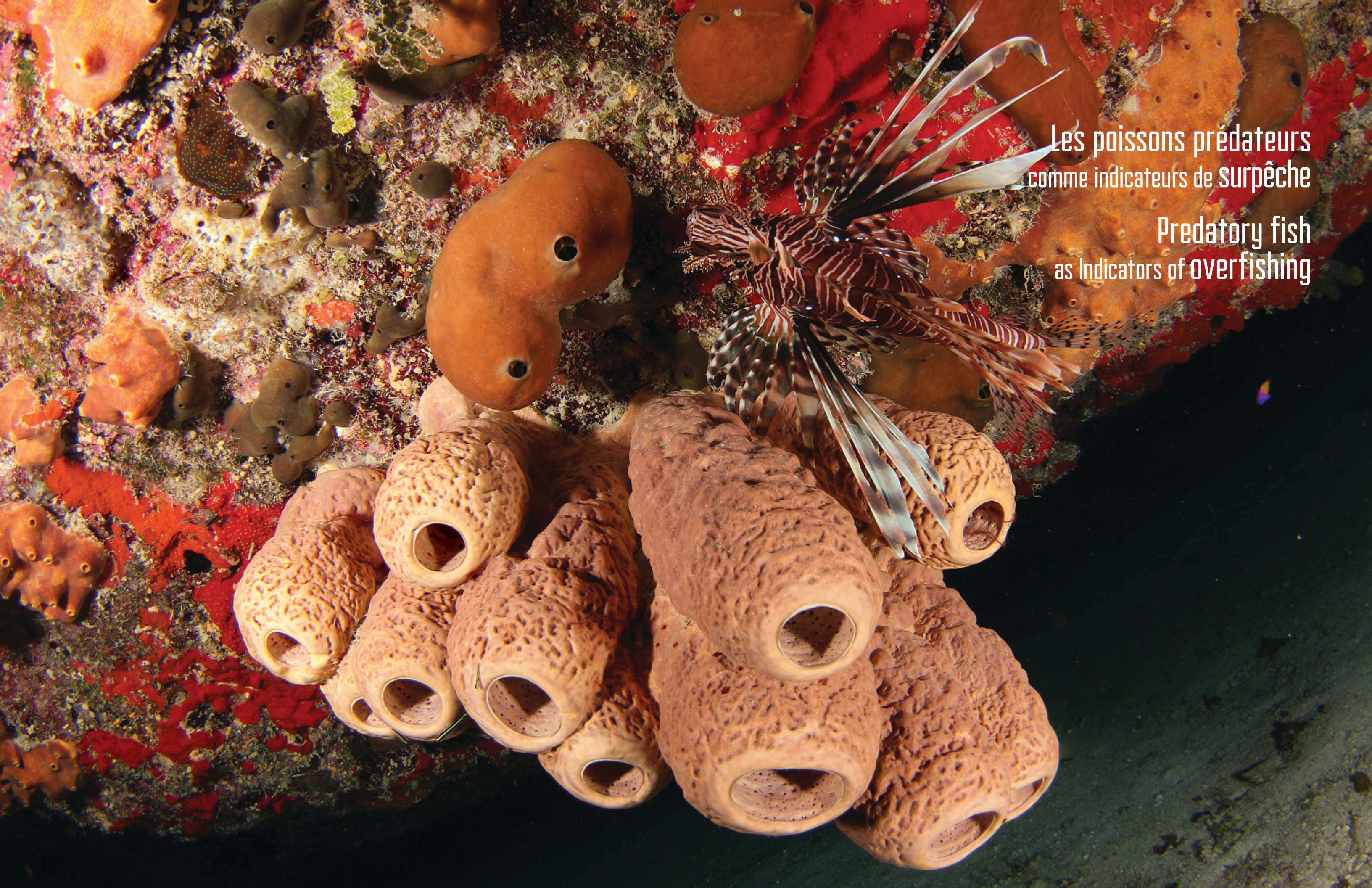
The density at Île de la Tortue is within the pre-die-off range shown in Fig 6 suggesting that recovery has taken place at this offshore location which has excellent water quality.

When considering *Diadema* density data, it is important to remember that they spend a lot of their time clustered in groups. Therefore, it would be easy to obtain over-estimates of urchin density if using, for example, 1 m square quadrats. Large area surveys that include all reef zones will provide more accurate numbers.

In the few cases where *Diadema* urchin densities have returned to normal in the Caribbean, the macroalgae cover has decreased and coral cover increased (Edmunds and Carpenter, 2001; Steneck et al., 2019). Therefore, the near normal density of urchins counted at Île de la Tortue, may be one explanation for the higher coral cover there, despite the low biomass of herbivorous parrotfish and surgeonfish there. These examples suggest that that urchin herbivory is the most important control for the fast-growing macroalgae, and allowing corals to have a better chance of survival and dominance of the reef. Urchins consume more macroalgae than fish.

Tableau 2. Densités historiques des oursins *Diadema antillarum* avant et après la mort.  
Table 2. Historical densities of *Diadema antillarum* urchins before and after the die-off.

LOCALISATION	ANNÉE	# DE SITES	SUPERFICIE ÉCHANTILLONNÉE (M <sup>2</sup> )	PRE – MORTALITÉ DIADEMA #/M <sup>2</sup>	POST: MORTALITÉ DIADEMA #/M <sup>2</sup>
LOCATION	YEAR	# OF SITES	AREA SAMPLED (M <sup>2</sup> )	PRE – DIE OFF DIADEMA #/M <sup>2</sup>	POST-DIE OFF DIADEMA #/M <sup>2</sup>
Galeta, Panamá	1983	1	200	1.38	0.01
San Blas, Panamá	1983	19	3659	3.63	0.24
Jamaïque/Jamaica	1983	9	822	7.32	0.03
Barbades/Barbados	1983	10	1220	9.26	0.72
Belize/Belice	1983	5	500	1.06	0.01
Curaçao/ Curacao	1983	3	732	2.58	0.02
Tobago	1984	1	900	5.00	0.01
Santa Cruz USVI/ St Croix USVI	1984	1	54	5.90	0.10
San Juan USVI/ St John USVI	1983	5	75	14.38	0.08
Tous les sites/ All sites	Signifie/ Mean			5.61	0.14



Les poissons prédateurs  
comme indicateurs de surpêche

Predatory fish  
as Indicators of overfishing





## Les poissons prédateurs comme indicateurs de surpêche

Le mérou et le vivaneau sont des poissons de grande valeur, et les pêcheurs d'Haïti ciblent d'abord les plus gros individus (et espèces), les tuant avant de passer aux plus petits. Les récifs d'Haïti sont extrêmement surexploités par toutes les méthodes possibles.

Les prédateurs observés tels que les mérous et les vivaneaux étaient de petite taille dans toutes les régions d'Haïti, et beaucoup moins abondants que les poissons-perroquets et poisson-chirurgiens (Figure 7 a-b). La biomasse des mérous était inférieure à 60 g/100 m<sup>2</sup> de récif et la biomasse des vivaneaux était inférieure à 200 g/100 m<sup>2</sup>. Ce sont des valeurs extrêmement faibles pour la biomasse. Par exemple, Chiappone et al., (2000) ont signalé que la biomasse des mérous à elle seule variait de 189 g/100 m<sup>2</sup> sur un récif pêché en République Dominicaine à 422 g/100 m<sup>2</sup> sur un récif pêché à S. Exuma aux Bahamas. La biomasse des mérous dans un récif protégé à S. Exuma était de 892 g/100 m<sup>2</sup>.

En Haïti, la pêche incontrôlée se poursuit depuis des décennies, ce qui entraîne une pêche en amont de la chaîne alimentaire sur des récifs peu profonds et des pêcheries de récifs fortement appauvries.

## Predatory fish as indicators of overfishing

Groupers and snappers are high-value fish, and fishermen throughout Haiti target larger individuals (and species) first, depleting these, before moving on to smaller ones. The reefs in Haiti are extremely overfished using every possible method.

Predators such as groupers and snappers were small in number and size in all areas of Haiti, and much less abundant than herbivorous parrotfish and surgeonfish (Figure 7 a-b). The biomass of groupers was less than 60 g/100 m<sup>2</sup> of reef and the biomass of snappers was less than 200 g/100 m<sup>2</sup>. These are extremely low values for biomass. For example, Chiappone et al., (2000) reported that the biomass of groupers alone ranged from 189 g/100 m<sup>2</sup> at a fished reef in the Dominican Republic to 422 g/100 m<sup>2</sup> on a fished reef in S. Exuma Bahamas. The biomass of grouper at a protected reef in S. Exuma was 892 g/100 m<sup>2</sup>.

In Haiti, uncontrolled fishing has been on-going for decades, resulting in fishing down the food chain on shallow reefs and highly depleted reef fisheries.

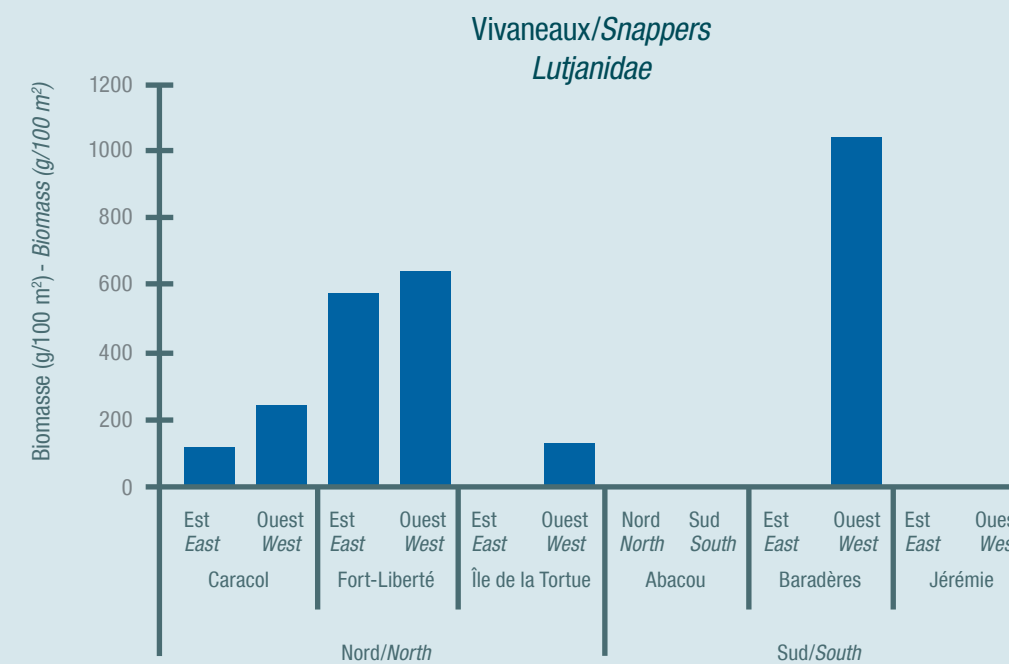
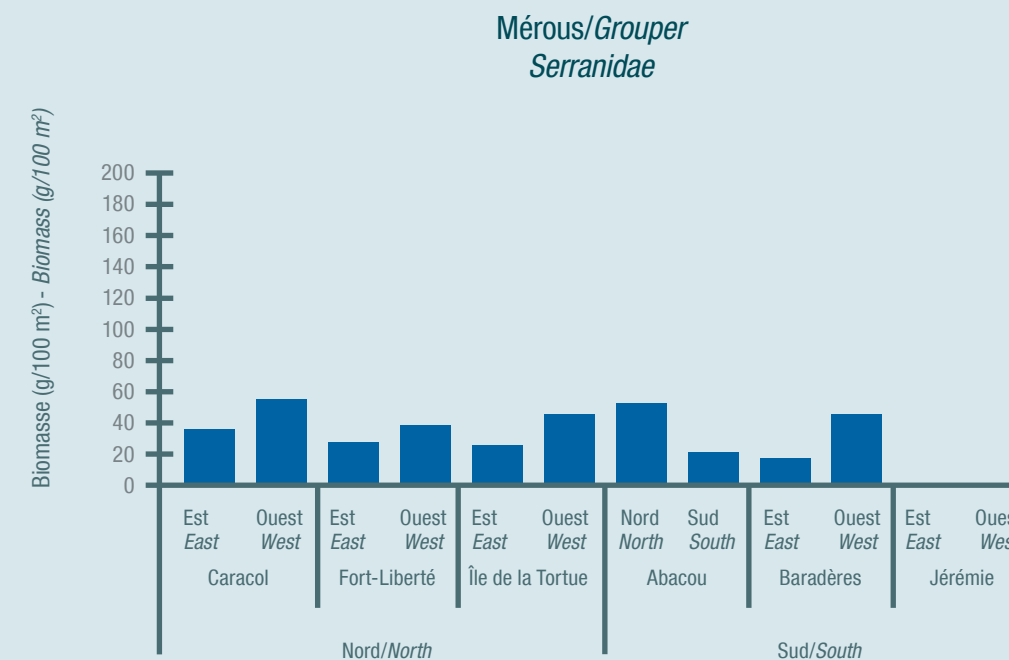


Figure 7 a-b. Données sur les poissons prédateurs (mérou et vivaneau) par zones en Haïti.  
Figure 7 a-b. Predator fish (grouper and snappers) data for areas in Haiti.

## Autres paramètres benthiques

Les données de couverture pour les autres catégories de substrats sont présentées dans la figure 8 a-f. Lorsque la couverture corallienne diminue et que la biomasse des poissons est faible, celles des éponges peuvent augmenter. En fait, Haïti est célèbre pour ses grandes éponges baril depuis que Jacques Cousteau l'a commenté lors d'une visite en 1983. Dans nos enquêtes, la couverture d'éponges était la plus élevée à Fort-Liberté, Abacou et Caracol, mais ne dépassait pas 5 %.

Dans les Caraïbes, les coraux dits mous sont représentés par principalement deux espèces de coraux gorgones encroûtants *Erythropodium caribaeorum* et *Briareum asbestinum*. Ces coraux sont des octocoraux de la sous-classe Octocorallia et de l'ordre des Alcyonacea, tandis que les coraux durs scléractiniens sont des hexacoraux. Ces dernières étaient rares dans les six régions.

## Other benthic Parameters

Cover data for other substrate categories is presented in Figure 8 a-f. When coral cover declines and fish biomass is low, sponges may increase. In fact, Haiti is famous for its large barrel sponges since Jacques Cousteau remarked about this during a visit in 1983. In our surveys, sponge cover was highest at Fort-Liberté, Abacou and Caracol, but did not exceed 5 %.

In the Caribbean, the so-called soft corals are primarily two species of encrusting gorgonian corals *Erythropodium caribaeorum* and *Briareum asbestinum*. These corals are octocorals in the Subclass Octocorallia and Order Alcyonacea whereas the scleractinian hard corals are hexacorals. These were uncommon at all the six areas.

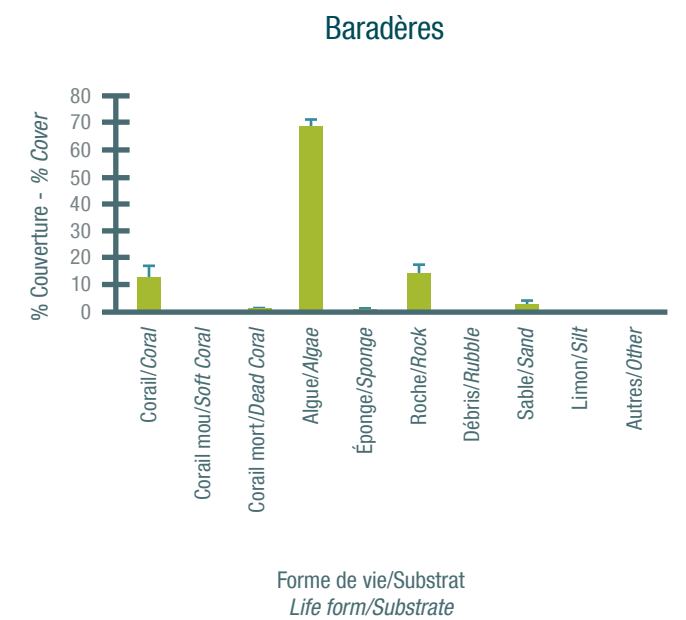
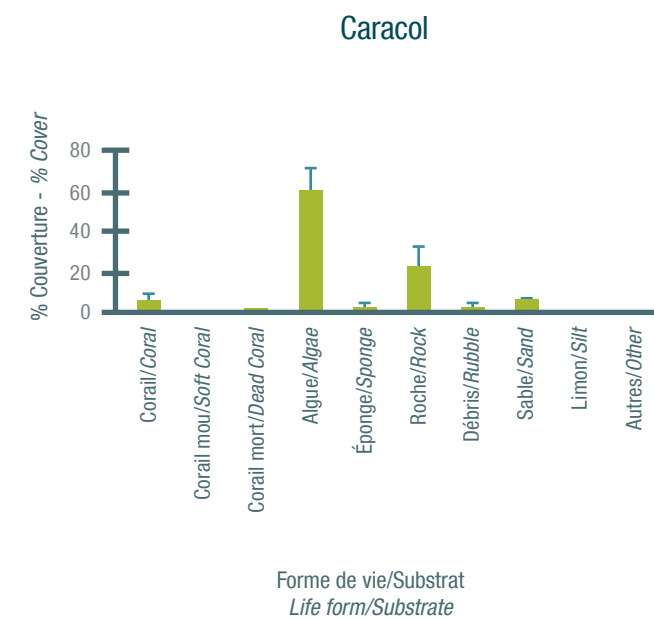
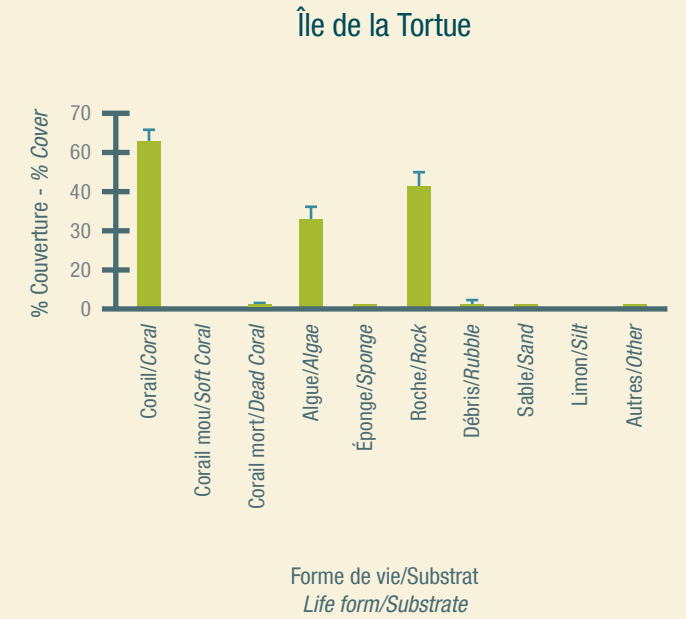
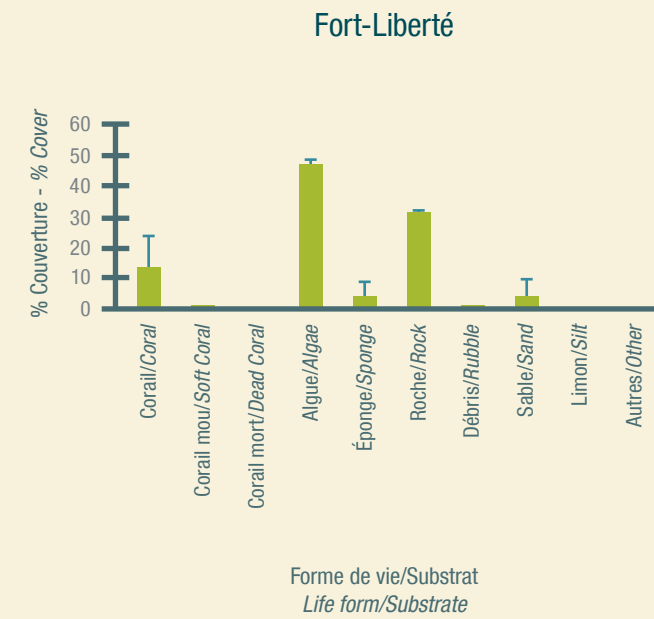


Figure 8 a-f. Pourcentage d'autres composants benthiques sur chaque site surveillé en Haïti.  
Figure 8 a-f. Percentage of other benthic components at each monitored site in Haiti.

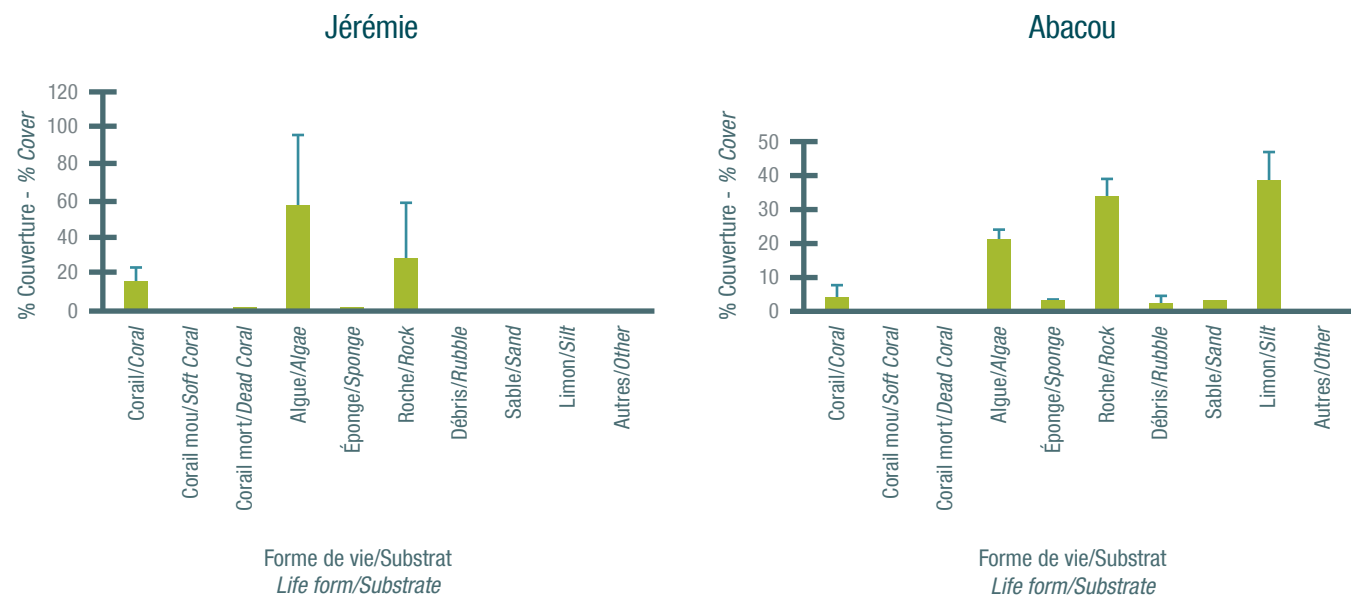


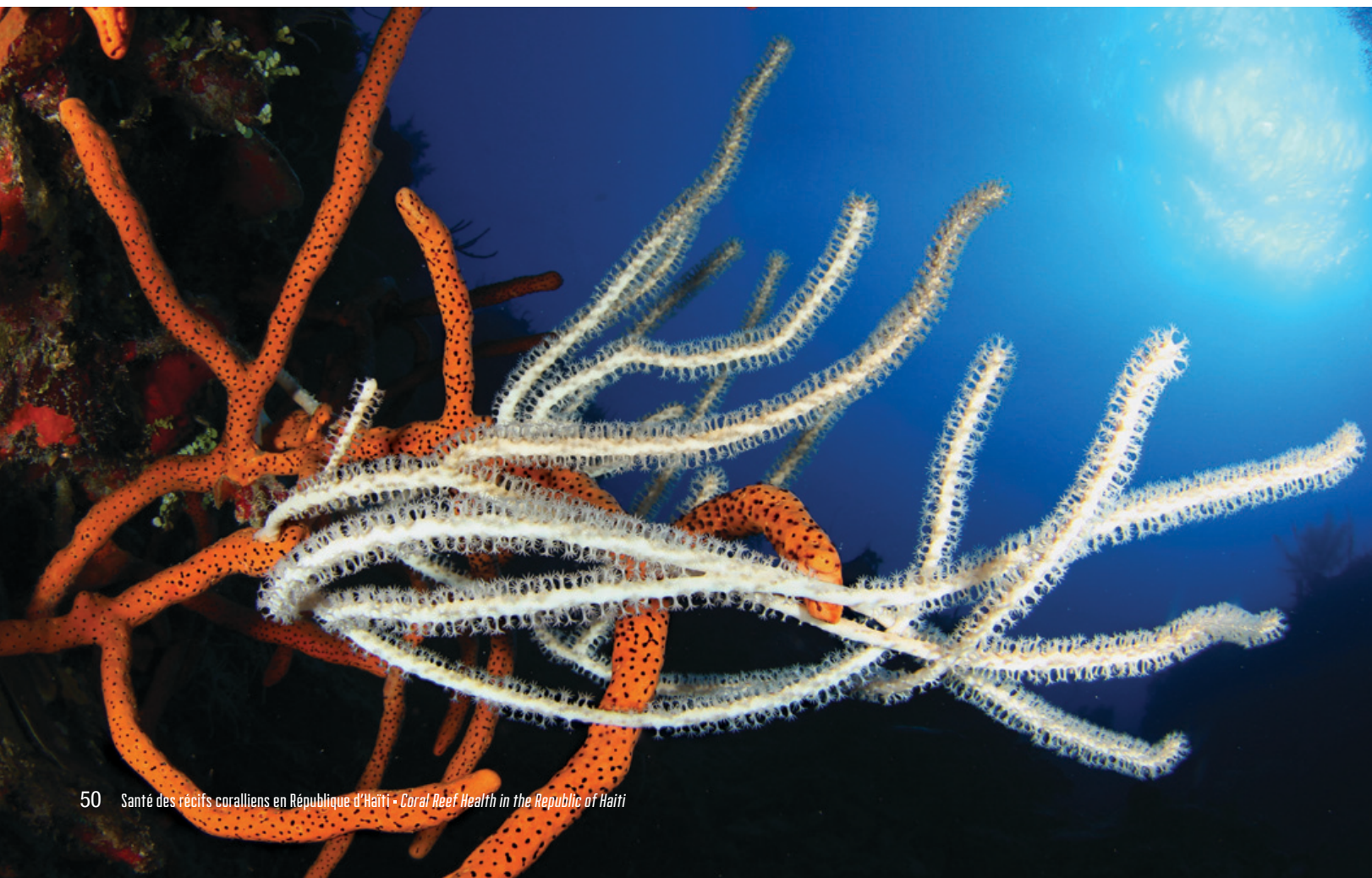
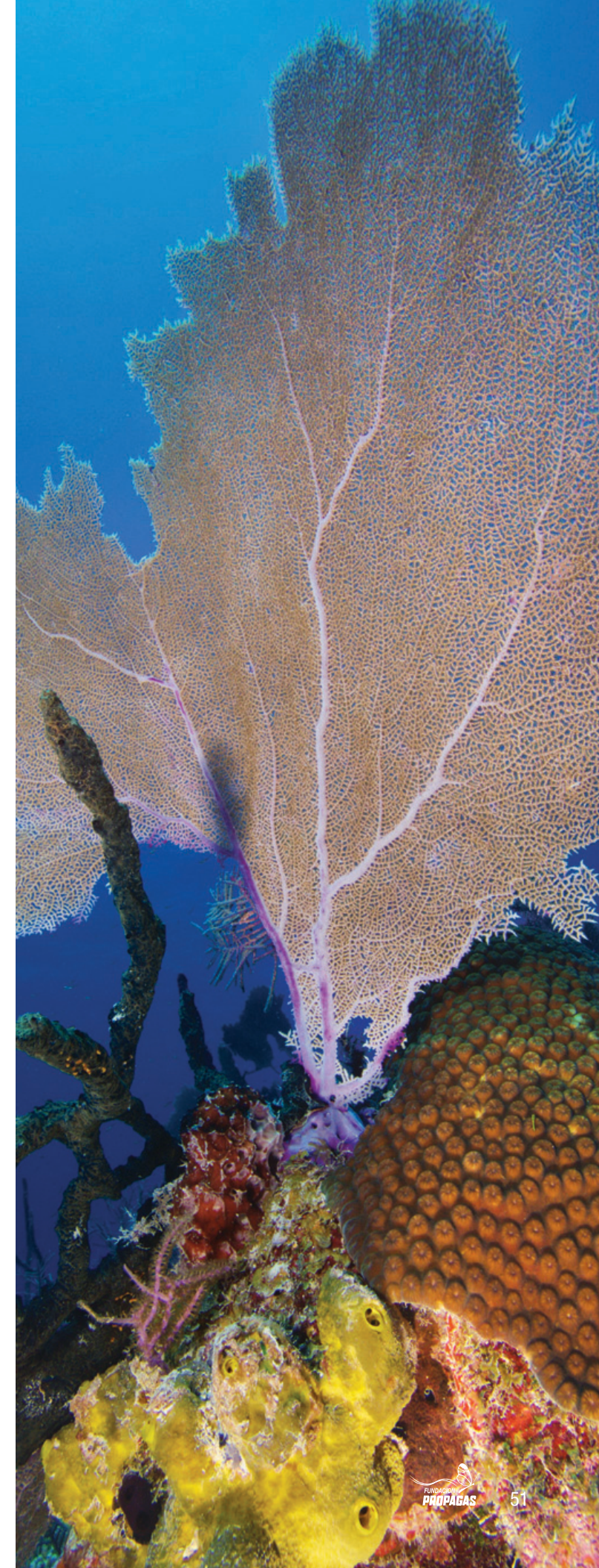
Figure 8 a-f. Pourcentage d'autres composants benthiques sur chaque site surveillé en Haïti.  
 Figure 8 a-f. Percentage of other benthic components at each monitored site in Haïti.

## Des coraux juvéniles pour l'avenir

Les recrues de coraux et les coraux juvéniles sont des paramètres importants pour juger de la santé des récifs et du potentiel de restauration naturelle après les impacts. La plupart des coraux se reproduisent par frai de masse, et leurs larves planctoniques peuvent survivre pendant plusieurs semaines, de sorte qu'ils peuvent s'installer sur des récifs proches ou éloignés. Si les conditions sont réunies, les larves de corail s'installeront et commenceront à se développer, créant un écosystème récifal bien équilibré. Si les conditions sont mauvaises, par exemple trop d'algues ou de sédiments, les recrues peuvent ne pas s'installer, ou si elles s'installent, elles peuvent mourir dès qu'elles sont couvertes d'algues ou enfouies dans les sédiments.

## Juvenile corals for the future

Coral recruits and juvenile corals are important parameters to judge reef health and the potential for natural restoration following impacts. Most corals reproduce via mass spawning, and their planktonic larvae can survive for many weeks, so may settle on nearby or reefs far away. If conditions are right, coral larvae will settle and begin to grow, resulting in a well-balanced reef ecosystem. If conditions are poor, for example, too much algae or silt, recruits may fail to settle, or if they settle, may soon die as they are overgrown by algae or buried in silt.





La densité de recrues coralliennes était d'environ 0,5 recrues/20 m<sup>2</sup>, relativement faible dans toutes les zones, mais était plus élevée sur l'Île de la Tortue et Abacou à environ 1,5 recrues/20 m<sup>2</sup>. La couverture corallienne était élevée et les macroalgues faibles sur l'Île de la Tortue, des conditions favorables à l'installation des larves de corail. Mais Abacou avait une faible couverture corallienne et une forte couverture d'algues sédimentaires, des conditions peu propices à la réussite de l'établissement des coraux de la plupart des espèces. Mais plusieurs des nouvelles recrues étaient des espèces comme *Siderastraea* spp. qui sont résistants aux sédiments et il y avait une quantité relativement élevée de roche nue disponible. Compte tenu du niveau de sédimentation plus élevé à Abacou, ces recrues pourraient ne pas survivre après l'installation initiale et donc ne pas contribuer à la construction d'un récif à haute couverture corallienne. Des densités de recrutement de coraux relativement faibles dans certaines zones peuvent être liées à une couverture macroalgale élevée. Il convient également de noter que la diversité des recrues coralliennes était assez faible, et n'était pas représentative de la diversité des coraux vivant sur les récifs. Prises ensemble, ces informations suggèrent que le recrutement des coraux est entravé par une surabondance de macroalgues dans la plupart des zones.

The density of coral recruits was about 0.5 recruit/20 m<sup>2</sup>, relatively low in all areas, but it was higher at Île de la Tortue and Abacou about 1.5 recruit/20 m<sup>2</sup>. Coral cover was high and macroalgae low at Île de la Tortue, conditions conducive for coral larvae to settle. But Abacou had low coral cover, high algal cover high silt, conditions not conducive for successful coral settlement of most species. But a number of the new recruits were species that such as *Siderastraea* spp. that are resistant to silt and there was a relatively high amount of bare rock available. Given the higher level of siltation at Abacou, these recruits might not survive after initial settlement, and thus not contribute to building a reef with high coral cover. The relatively low coral recruit densities at some areas may be related to the high cover of macroalgae. It should also be noted that the diversity of the coral recruits was quite low – and was not representative of the diversity of corals living on the reefs. Together this information suggests that coral recruitment is being hampered by an overabundance of macroalgae in most areas.

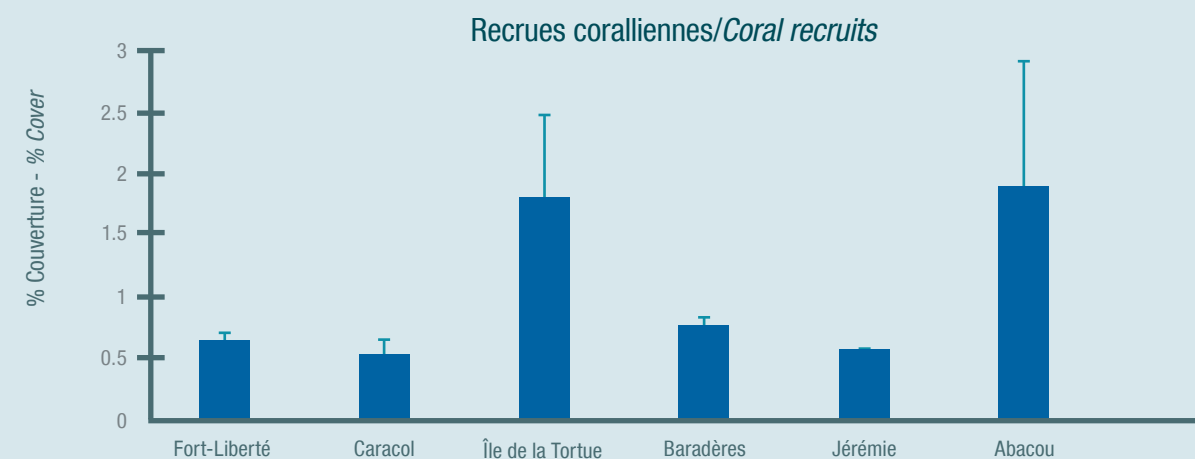
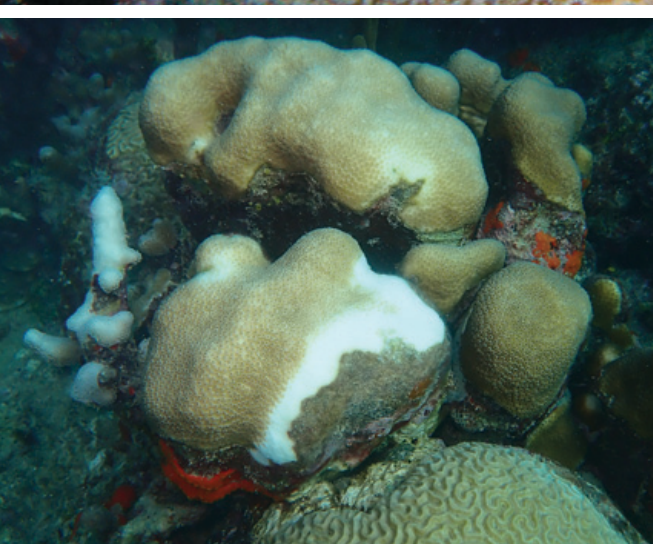


Figure 9. Abondance des recrues coralliennes par zones en Haïti.  
Figure 9. Abundance of corals recruits for areas in Haiti.



Maladies des coraux  
Coral disease



Maladie de la bande jaune  
Yellow band disease

Maladie des bandes noires  
Black band disease

## Maladies des coraux

Le nombre de coraux infectés par la maladie était similaire qu'à d'autres endroits dans les Caraïbes, où la maladie de la bande jaune, la maladie de la bande noire et la peste blanche étaient les plus courantes. La maladie relativement nouvelle et à évolution rapide appelée maladie de perte de tissu rapide (SCRTLD), semble avoir tué la plupart des colonies d'espèces sensibles connues sous le nom de *Diploria* (également *Pseudodiploria*) *strigosa*, *Eusmilia fastigiata* et *Dendrogyra cylindrus* dans les régions du nord d'Haïti (Tableau 2), mais n'avait pas encore atteint les récifs sud.

## Coral disease

The numbers of corals infected with diseases was similar to other Caribbean locations, where Yellow Band, Black Band Disease and White Plague were the most common. The relatively new, fast-moving disease called Stony Coral rapid Tissue Lost Disease (SCRTLD), appeared to have killed most colonies of known susceptible species such as *Diploria* (also *Pseudodiploria*) *strigosa*, *Eusmilia fastigiata*, and *Dendrogyra cylindrus* in the northern areas of Haiti (Table 2), but had not yet arrived at the southern reefs.

Tableau 3. Apparition des maladies des coraux.  
Table 3. Coral disease occurrence.

Nom du site <i>Site name</i>	Région <i>Area</i>	APPARITION DES MALADIES DES CORAUX <i>CORAL DISEASE OCCURRENCE</i>							
		BBD <i>BBD</i>	WPD (en in ins) <i>WPD</i>	SCTLD <i>SCTLD</i>	YBD <i>YBD</i>	DSD <i>DSD</i>	ANTES <i>PRED</i>	PL <i>PL</i>	BL <i>BL</i>
Fort-Liberté	Est/ <i>East</i>			*	✓		✓		
	Ouest/ <i>West</i>	✓	✓	*	✓		✓		
Caracol	Est/ <i>East</i>			*			✓		
	Ouest/ <i>West</i>	✓	✓	*	✓		✓		
Île Tortue	Est/ <i>East</i>			*					
	Ouest/ <i>West</i>			*					
Baradères	Est/ <i>East</i>	✓	✓		✓		✓		
	Ouest/ <i>West</i>	✓	✓		✓		✓		
Jérémie	Est/ <i>East</i>						✓		
	Ouest/ <i>West</i>	✓	✓		✓		✓		
Abacou	Nord/ <i>North</i>								
	Sud/ <i>South</i>								

BBD= Maladie de la bande noire/*Black band disease*

WPD= La peste blanche/*White plague disease*

SCTLD= Maladie de la perte de tissu du corail pierreux/*Stony coral tissue loss disease*

YBD= Maladie de la bande jaune/*Yellow band disease*

DSD= Maladie des taches brunes/*Dark spot disease*

PRED= Prédation/*Predation*

PL= Pâle/*Pale*

BL= Blanchiment/*Bleaching*

\* = Les coraux sensibles étaient déjà morts  
*Susceptible corals were already dead*

## Conclusion

Cette étude a utilisé les méthodes de niveau 2 du GCRMN pour obtenir des informations plus détaillées sur six zones de récifs coralliens clés en Haïti qui avaient été précédemment surveillées à l'aide des méthodes d'évaluation des récifs de niveau 1 du GCRMN. Les six zones de récifs comprenaient les récifs avec la couverture corallienne et la biodiversité les plus élevées en Haïti pour permettre des comparaisons avec des données précédemment obtenues en utilisant les mêmes méthodes de récifs en République Dominicaine.

Des enquêtes ont confirmé des études précédentes de Reef Check Haïti que les récifs peu profonds d'Haïti (<15 m de profondeur) sont parmi les plus surexploités au monde, avec une biomasse très faible de tous les poissons prédateurs de grande valeur (mérrou et vivaneau) et herbivores (poisson-perroquet et poisson-chirurgien). La plupart des récifs ont également un pourcentage de couverture de macroalgues très élevé, un faible

## Conclusions

This study used GCRMN Level 2 methods to gain more detailed information about six key coral reef areas of Haiti that had previously been surveyed using GCRMN Level 1 Reef Check methods. The six reef areas included the highest coral cover and biodiversity reefs in Haiti to allow comparisons with data previously obtained using the same methods on reefs in the Dominican Republic.

The surveys confirmed previous studies by Reef Check Haiti that the shallow reefs of Haiti (<15 m depth) are some of the most overfished in the world, and feature a very low biomass of all high-value predatory fish (groupers and snappers) and herbivores (parrotfish and surgeonfish). Most of the reefs also feature a very high percent cover of macroalgae, a low percent cover of hard



pourcentage de couverture de coraux durs et une faible densité d'oursins *Diadema*. Les récifs ont été déstabilisés et ont subi un changement de phase où les macroalgues sont dominantes et les coraux durs sont en déclin. Le recrutement de nouveaux coraux semble être entravé par une forte couverture de macroalgues, avec peu de nouvelles recrues de seulement quelques espèces communes. Les récifs d'Haïti n'ont pas encore été sérieusement endommagés par le blanchissement des coraux causé par les vagues de chaleur de l'eau de mer liées au changement climatique, mais cela devrait arriver bientôt. Au cours de la période 2015-2017, les trois principaux récifs d'Haïti ont subi des dommages importants à cause des grosses vagues d'une série de trois ouragans de catégorie 5, brisant le corail. Les dommages comprenaient la destruction de l'une des plus grandes colonies restantes d'*Acropora cervicornis* et d'*Acropora palmata* dans les Caraïbes. Le rétablissement des récifs et de ces espèces a été lent mais régulier. L'afflux de populations humaines dans le Lac Bleu de la baie des Baradères, qui a été recommandé pour le statut de patrimoine mondial, cause des dommages aux écosystèmes terrestres et marins qui y sont présents.

corals and a low density of herbivorous *Diadema* sea urchins. The reefs have become destabilized and have undergone a phase shift where macroalgae are dominant and hard corals are declining. Recruitment of new corals appears to be hampered by the high cover of macroalgae, with few new recruits of just a few common species. Haiti's reefs have not yet been seriously damaged by coral bleaching caused by climate change-related seawater heat waves but this is likely to occur soon. During 2015-2017, the three best reefs in Haiti suffered major damage caused by large waves from a series of three Cat 5 hurricanes, breaking up the corals. The damage included the obliteration of one of the largest remaining stands of *Acropora cervicornis* and *Acropora palmata* in the Caribbean. Recovery of the reefs and these species has been slow but steady. The influx of human populations into the Blue Lagoon in Baradères Bay, which has been recommended for World Heritage status, is causing damage to both the terrestrial and marine ecosystems there.



Maintenant qu'Haïti a établi un excellent réseau de parcs marins qui comprend la plupart des meilleurs récifs et que des plans de gestion ont été élaborés pour plusieurs d'entre eux, il est possible de commencer à gérer les récifs coralliens dans les parcs de manière à ce qu'ils puissent récupérer des dommages causés principalement par la surpêche et les ouragans. La gestion des pêcheries de récifs coralliens doit commencer immédiatement par des réglementations simples qui interdisent l'utilisation de filets à petites mailles et interdisent la pêche dans certaines zones. Des moyens de subsistance alternatifs, tels que l'aquaculture à petite échelle du tilapia, doivent être fournis aux pêcheurs déplacés.

Now that Haiti has established an excellent network of marine parks that includes most of the best reefs, and management plans have been drafted for several, there is an opportunity to start managing the coral reefs in the parks so that they can recover from damage caused primarily by overfishing and hurricanes. The management of coral reef fisheries should start immediately with simple regulations banning the use of nets with tiny mesh sizes and banning fishing in some areas. Alternative livelihood opportunities such as backyard Tilapia aquaculture should be provided to displaced fishermen.

Des interventions actives telles que l'aquaculture d'algues, de crabes et de langouste devraient être introduites, ainsi que la réhabilitation des récifs coralliens endommagés en utilisant la micro-fragmentation et la croissance des coraux, la capture et le lâcher de larves et la réintroduction des oursins de mer *Diadema* sp. pour réduire les macroalgues. L'éducation en biologie marine est indispensable en Haïti et cela aidera à impliquer les communautés locales dans les actions de gestion qui sont nécessaires pour aider à ramener les récifs d'Haïti à un état stable et sain. Une surveillance régulière des récifs sera nécessaire pour déterminer quelles interventions de gestion sont efficaces.

Active interventions such as aquaculture of seaweed, crabs, conch and lobster should be introduced along with rehabilitation of damaged coral reefs using coral micro fragmentation and grow out, larval capture and release, and re-introduction of *Diadema* sea urchins to reduce macroalgae. Marine biological education is sorely needed in Haiti and this will help involve local communities in the management actions that are needed to help return Haiti's reefs to their stable healthy state. Regular monitoring of the reefs will be needed to determine which management interventions are effective.





Analyse  
à échelle insulaire

Island-level  
analysis

## Couverture benthique

Parmi les paramètres mesurés, les coraux vivants et les macroalgues (regroupant les cyanobactéries dans ces dernières) constituaient plus de 90 % du substrat sur tous les sites sauf Caracol, où les éponges et le sable occupaient environ 10 %, et à Abacou, où les sédiments/boues constituaient environ 40 % du substrat. Le pourcentage de couverture de corail vivant variait entre les douze zones de moins de 3 % sur les sites de Montecristi, de 43 % sur l'Île de la Tortue, avec une moyenne de 16 % (Figure 10).

## Benthic coverage

Live coral and macroalgae (grouping cyanobacteria in the latter) comprised more than 90 % of the substrate at all sites except Caracol, where sponges and sand occupied about 10 %, and at Abacou, where sediment/mud was about 40 % of the substrate. The percentage of live coral cover ranged from the twelve areas from less than 3 % at the Montecristi sites to 43 % on Île de la Tortue, with an average of 16 % (Figure 10).

Couverture de corail/Coral cover

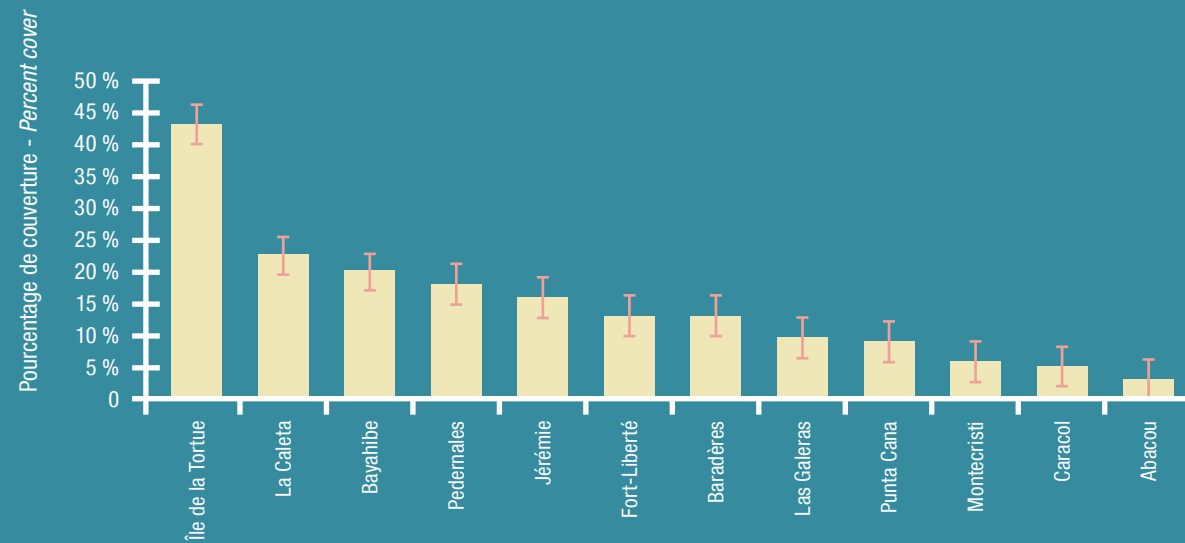


Figure 10: Pourcentage relatif de couverture du fond par des coraux vivants pour chacun des sites étudiés sur l'île.  
Figure 10: Relative percentage of benthic cover by living corals for each of the localities studied on the island.

Couverture Macroalgues/Macroalgae abundance

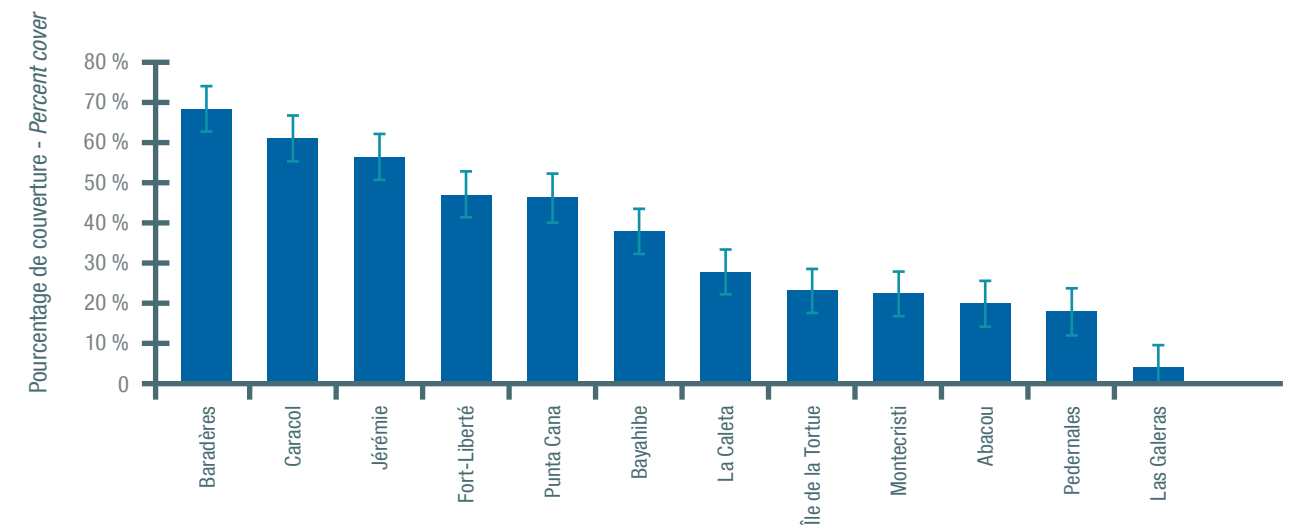


Figure 11: Pourcentage relatif de couverture du fond par les macroalgues pour chacune des localités étudiées sur l'île.  
Figure 11: Relative percentage of benthic coverage by macroalgae for each of the localities studied on the island.

En septembre 2017, deux ouragans de Catégorie V: Irma et Maria, sont passés à environ 100 km au nord de l'île, endommageant gravement les récifs à Les Trois-Baies et à Montecristi, occasionnant quelques dégâts aux récifs à Baradères/Grand-Boucan. Les deux ouragans ont eu des vents d'environ 300 km/h qui ont créé des vagues atteignant 10 m de hauteur se déplaçant à environ 40 km/h. La force de ces grosses vagues atteignait facilement une profondeur de 10 m là où se trouvaient les récifs que nous avons étudiés. Le pourcentage de couverture de macroalgues sur les récifs était relativement élevé dans quatre zones (Caracol, Les Trois-Baies, Baradères et Jérémie) avec Baradères dépassant 60 %, et les trois autres zones atteignant ou dépassant 50 % (Figure 11). Ces valeurs sont bien supérieures à la couverture moyenne des macroalgues caribéennes de seulement 13 % en 2010 (données Reef Check). La couverture de macroalgues la plus faible était d'environ 10 % à Pedernales et Las Galeras.

In September 2017, two Category 5 hurricanes—Irma and Maria, passed about 100 km north of the island severely damaging the reefs at Trois Baies and Montecristi, causing some damage to the reefs at Baradères/Grand Boucan. Both hurricanes had winds of about 300 km/h that created waves that reached 10 m in height moving at about 40 km/h. The strength of these large waves easily reached 10 m deep where the reefs we studied were located. The percentage coverage of macroalgae on the reefs was relatively high in four areas (Caracol, Trois Baies, Baradères and Jérémie) with Baradères exceeding 60 %, and the other three areas reaching or exceeding 50 % (Figure 11). These values are much higher than the average Caribbean macroalgae coverage of only 13 % in 2010 (Reef Check data). The lowest coverage of macroalgae was around 10 % in Pedernales and Las Galeras.

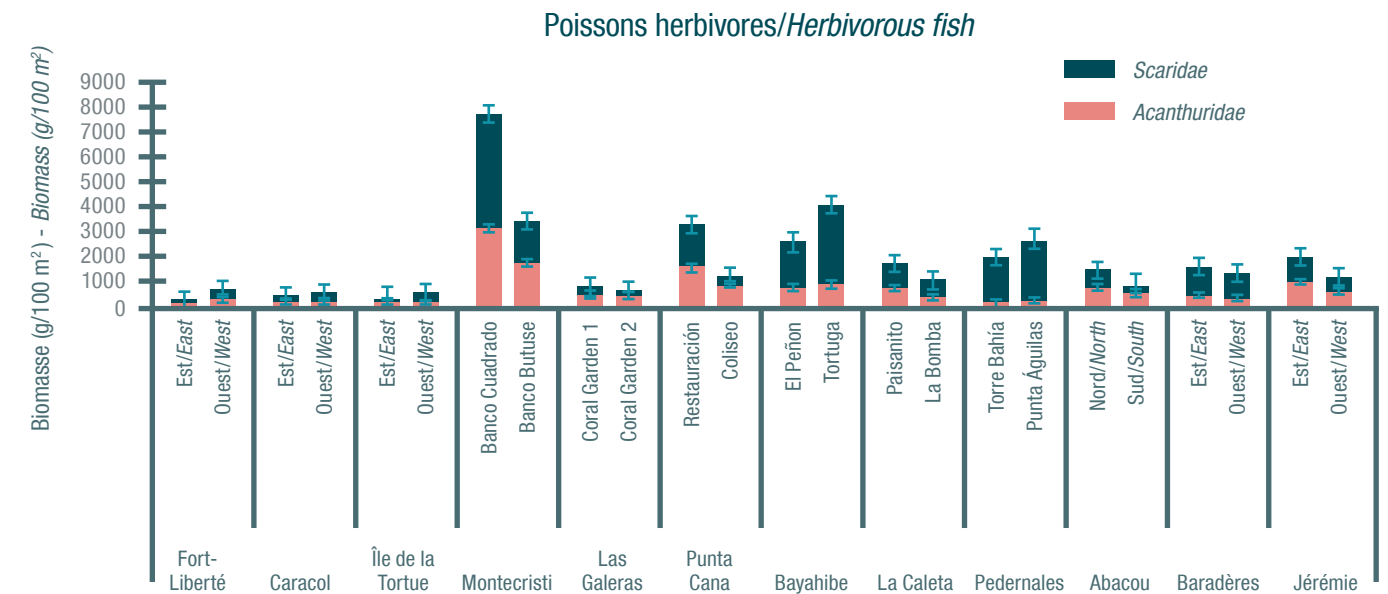


Figure 12: Abondances relatives des poissons herbivores étudiées pour chacune des localités de l'île.  
Figure 12: Relative abundances of herbivorous fish studied for each of the localities on the island.

## Poissons herbivores et oursins comme contrôle des macroalgues

La biomasse de poissons était faible pour toutes les espèces par rapport à d'autres zones des Caraïbes. La biomasse de poissons-perroquets et de poissons-chirurgiens était la plus faible (<400 g/100 m<sup>2</sup>) dans les récifs des trois sites du nord-ouest de l'île (Caracol, Fort-Liberté, Île de la Tortue) et la plus élevée dans les 3 zones du sud, mais elle ne dépassait pas 1000 g/100 m<sup>2</sup> pour les poisson-perroquets que dans une seule zone: Baradères (Figure 12). Sur les 12 sites d'études autour de l'île, 6 avaient moins de 600 g/100 m<sup>2</sup> de biomasse. La biomasse des poissons-chirurgiens était également relativement plus élevée dans les zones sud-ouest de l'île, à Baradères, Jérémie

## Herbivorous fish and urchins as macroalgae controls

Fish biomass was low for all species compared to other areas of the Caribbean. Parrotfish and surgeonfish biomass was lowest (<400 g/100 m<sup>2</sup>) on the reefs of the three north-west sites of the island (Caracol, Fort-Liberté, Île de la Tortue) and highest in the 3 southern areas, but only exceeded 1,000 g/100 m<sup>2</sup> for parrotfish in one area: Baradères (Figure 12). Of the 12 study sites around the island, 6 had less than 600 g/100 m<sup>2</sup> of biomass. Surgeonfish biomass was also relatively higher in the south-western areas of the island at Baradères, Jérémie and



et Abacou, mais 3 sites avaient moins de 400 g/100 m<sup>2</sup> de biomasse et seul Jérémie atteignait 1000 g/100 m<sup>2</sup>. Cependant, la biomasse des poissons-perroquets et des poissons-chirurgiens dépassait 1000 g/100 m<sup>2</sup>; pour les poissons-perroquets sur trois des sites: Pedernales, Bayahibe et Montecristi. La biomasse des poissons-perroquets à Banco Cuadrado (Montecristi) et El Peñon (Bayahibe) a dépassé 3 000 g/100 m<sup>2</sup>. La biomasse des poissons-chirurgiens était également constamment plus élevée dans deux de ces zones: Montecristi et Bayahibe qui ont dépassé 2000 g/100 m<sup>2</sup> en moyenne. Les poissons-chirurgiens étaient rares dans les régions de La Caleta, Pedernales et Las Galeras.

Les densités d'oursins enregistrées au cours de cette étude étaient abyssales, et semblables à des densités post mortem de beaucoup moins de 1 oursin/m<sup>2</sup> dans toutes les zones échantillonnées sauf sur l'Île de la Tortue, où elles ont dépassé 1,75 oursins/m<sup>2</sup>, et Las Galeras, où elles ont dépassé 1,25 oursins/m<sup>2</sup> (Figure 13). La densité à Île de la Tortue se situe dans la fourchette d'avant l'événement de mortalité, ce qui suggère qu'un rétablissement a eu lieu à cet endroit au large où il y a une excellente qualité de l'eau. Lors de l'examen des données de densité de *Diadema*, il est important de se rappeler qu'ils passent une grande partie de leur temps regroupés. Par conséquent, il serait facile de surestimer la densité d'oursins si, par exemple, des carrés de 1m étaient utilisés. Des relevés à grande échelle qui incluent toutes les zones récifales fourniront des chiffres plus précis.

Abacou, but 3 sites had less than 400 g/100 m<sup>2</sup> of biomass and only Jérémie reached 1,000 g/100 m<sup>2</sup>. However, the biomass of parrotfish and surgeonfish exceeded 1,000 g/100 m<sup>2</sup> for parrotfish at three of the sites: Pedernales, Bayahibe and Montecristi. The biomass of parrotfish in Banco Cuadrado (Montecristi) and El Peñon (Bayahibe) exceeded 3,000 g/100 m<sup>2</sup>. Surgeonfish biomass was also consistently higher in two of these areas: Montecristi and Bayahibe exceeded 2,000 g/100 m<sup>2</sup> on average. Surgeons were not abundant in the areas of La Caleta, Pedernales and Las Galeras.

The urchin densities recorded during this study were abysmal, and similar to the post-death densities of much less than 1 urchins/m<sup>2</sup> in all sampled areas except Île de la Tortue, where they exceeded 1.75 urchins/m<sup>2</sup> and Las Galeras, where they exceeded 1.25 urchins/m<sup>2</sup> (Figure 13). The density on Île de la Tortue is within the pre-mortality event range, suggesting that recovery has taken place at this offshore location that has excellent water quality. When considering *Diadema* density data, it is important to remember that these spend much of their time grouped together. Therefore, it would be easy to get overestimates of the density of urchins if using, for example, squares of 1 m. Studies of large areas that include all reef areas will provide more accurate numbers.

### Oursins/Urchins

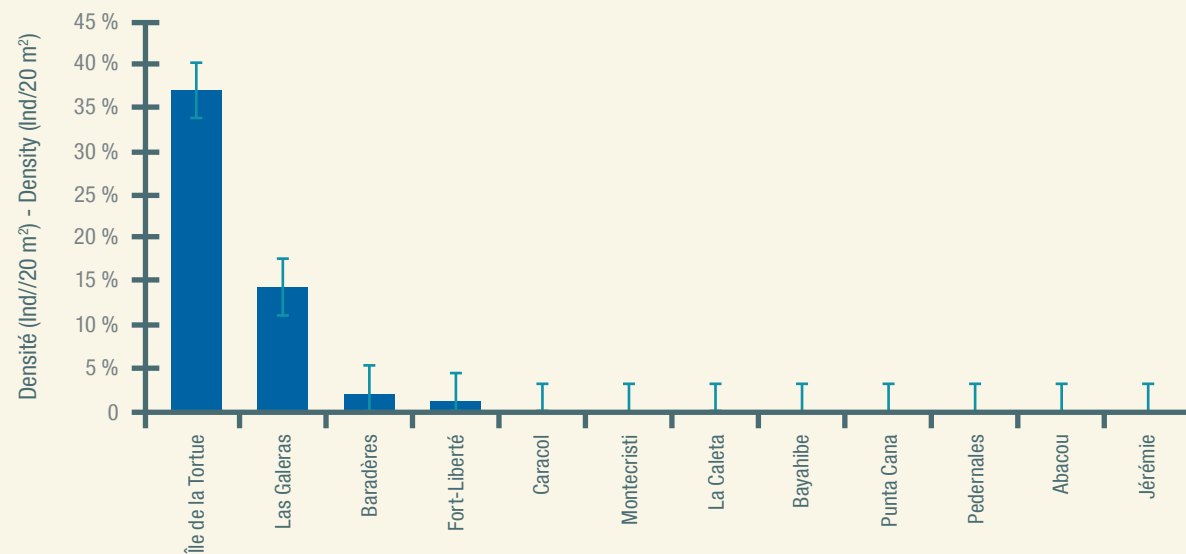


Figure 13: Abondances relatives des oursins à épines noires de *Diadema* pour chacune des localités étudiées sur l'île.  
Figure 13: Relative abundances of *Diadema* urchins for each of the localities studied on the island.

## Les poissons prédateurs comme indicateurs de surpêche

Les prédateurs tels que les mérous et les vivaneaux observés étaient de petite taille et en petit nombre dans toutes les zones étudiées, et beaucoup moins abondants que les perroquets et les chirurgiens herbivores (Figure 14). La biomasse des mérous était inférieure à 60 g/100 m<sup>2</sup> de récif et la biomasse des vivaneaux était inférieure à 200 g/100 m<sup>2</sup> sur six des douze sites étudiés et la biomasse de vivaneau ne dépassait pas 200 g/100 m<sup>2</sup> que dans deux des douze sites étudiés. Ce sont des valeurs extrêmement basses pour une population de poissons en bonne santé; la valeur pour les mérous sur un récif protégé à S. Exuma (Bahamas) étaient de 892 g/100 m<sup>2</sup>. Les valeurs les plus élevées de cette étude ont été observées à Banco Butuse, avec 642 g/100 m<sup>2</sup> pour les mérous. Cependant, à des points tels que La Bomba, aucun mérou a été observé au cours de la présente étude. Ceci nous amène à conclure que la pression de pêche affecte inégalement les différents points du littoral.

## Predatory fish as Indicators of overfishing

Predators such as groupers and snappers observed were small in number and size in all areas studied, and much less abundant than herbivorous parrotfish and surgeonfish (Figure 14). The biomass of the groupers was less than 60 g/100 m<sup>2</sup> of reef and the biomass of snappers was less than 200 g/100 m<sup>2</sup> in six of the twelve sites, only exceeding 200 g/100 m<sup>2</sup> of reef for groupers in one of the twelve sites studied and the biomass of snappers only exceeded 200 g/100 m<sup>2</sup> in two of the twelve sites studied. These are extremely low values for a healthy fish population; the value for groupers on a protected reef in S. Exuma (Bahamas) was 892 g/100 m<sup>2</sup>. The highest values in the present study were observed in Banco Butuse, with 642 g/100 m<sup>2</sup> for groupers. However, in points such as La Bomba, no groupers were observed during the present study. This leads us to conclude that fishing pressure unevenly affects different points of the coast.

### Poisson prédateurs/Predatory fish

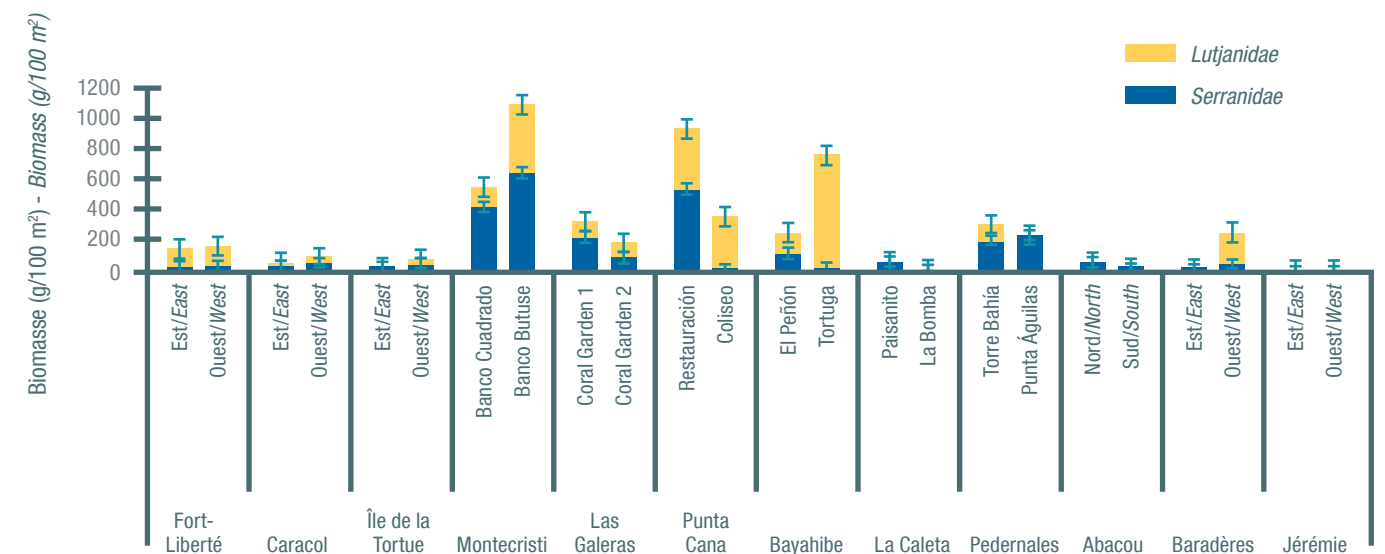


Figure 14: Abondances relatives des familles de poissons prédateurs étudiées pour chacune des localités de l'île.  
Figure 14: Relative abundances of predatory fish families studied for each of the localities on the island.



## Les coraux juvéniles du futur

La densité des recrues coralliennes observée au cours de l'étude était d'environ 2,6 recrues/20 m<sup>2</sup>, en moyenne pour toutes les zones (Figure 15). La densité la plus élevée a été observée à Las Galeras, autour de 6 recrues/20 m<sup>2</sup>, tandis que les densités les plus faibles ont été observées à Pedernales, avec 0,6 recrues/20 m<sup>2</sup>. La densité de recrues dans les villes de Punta Cana, La Caleta et Montecristi a dépassé 2 recrues/20 m<sup>2</sup>. Sur l'île de la Tortue et Abacou environ 1,5 recrues/20 m<sup>2</sup> ont été observées. La couverture corallienne était élevée et les macroalgues faibles sur l'île de la Tortue, conditions propices à l'installation des larves de corail. Mais Abacou avait une faible couverture corallienne et une forte couverture d'algues dans les sédiments/boues, des conditions qui ne sont pas propices à une colonisation corallienne réussie pour la plupart des espèces.

## Juvenile corals, for the future

The density of coral recruits observed during the study was approximately 2.6 recruits/20 m<sup>2</sup>, on average for all areas (Figure 15). The highest density was observed in Las Galeras, around 6 recruits/20 m<sup>2</sup>, while the lowest densities were observed in Pedernales, with 0.6 recruits/20 m<sup>2</sup>. The density of recruits in the localities of Punta Cana, La Caleta and Montecristi exceeded 2 recruits/ 20 m<sup>2</sup>. On Île de la Tortue and Abacou about 1.5 recruits/ 20 m<sup>2</sup> were observed. Coral cover was high and macroalgae low on l'île de la Tortue favorable conditions for coral larvae settlement. But Abacou had a low coral cover, and high algae cover in sediment/mud, conditions not conducive to the successful coral settlement of most species.

Coraux juvéniles/Juvenile corals

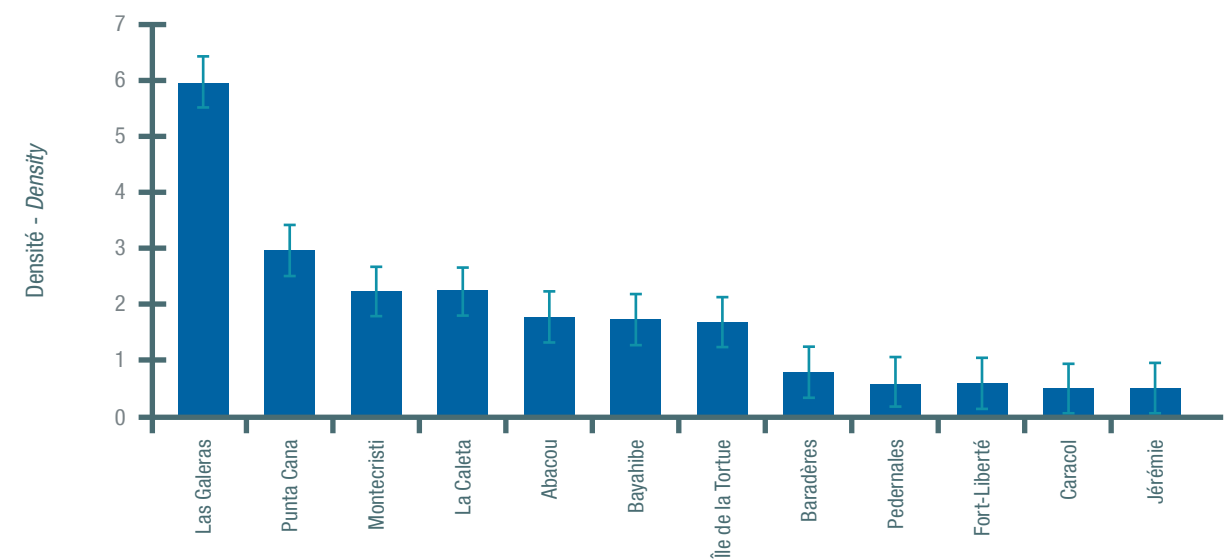
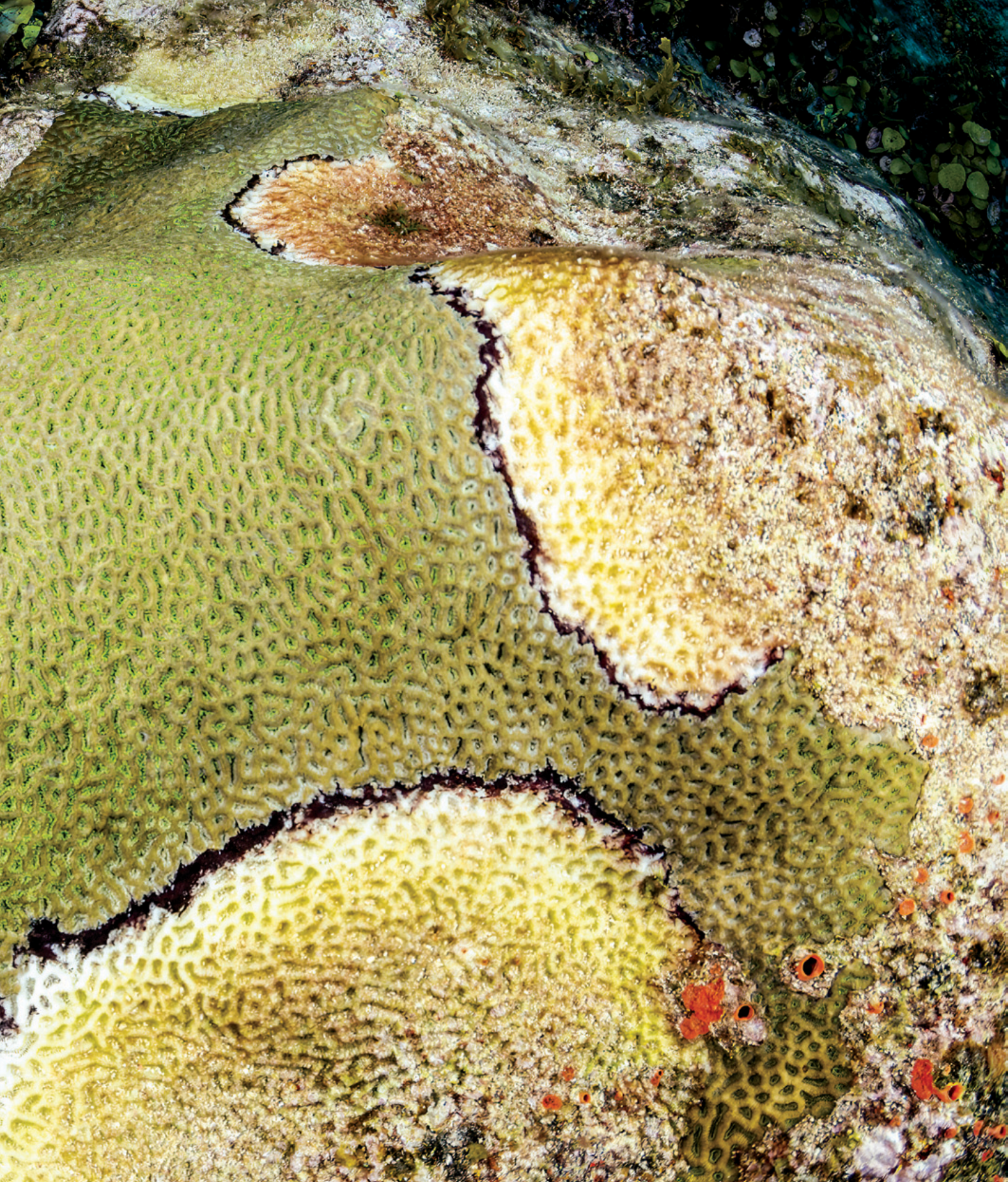


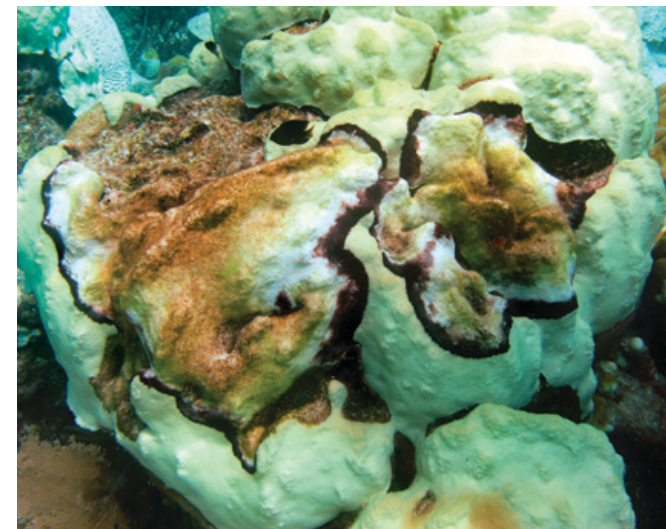
Figure 15: Abondance totale des recrues ou coraux juvéniles dans chacune des localités étudiées sur l'île.  
Figure 15: Total abundance of juvenile corals in each of the localities studied on the island.



## Maladies des coraux

Le nombre de coraux infectés par la maladie était similaire qu'à celui d'autres lieux des Caraïbes, où la maladie de la bande jaune, la maladie de la bande noire et la peste blanche étaient les plus courantes. La maladie relativement nouvelle et à évolution rapide appelée Maladie De Perte Tissulaire Rapide (SCRTLD en anglais), semble avoir tué la plupart des colonies d'espèces sensibles connues, telles que *Diploria* (également *Pseudodiploria*) *strigosa*, *Eusmilia fastigiata* et *Dendrogyra cylindrus* dans les régions du nord de l'île, mais n'avait pas encore atteint les récifs du sud. À Fort-Liberté, Caracol et Montecristi, de grands squelettes de colonies de coraux de l'espèce *Dendrogyra cylindrus*, qui ont peut-être succombé entre 2019 et 2021 en raison d'épidémies de maladie de perte tissulaire rapide (SCTLD pour son acronyme en anglais), qui est en phase endémique dans la région nord-ouest du pays, ont été observés. Actuellement, la prévalence des maladies dans les sites d'échantillonnage est faible, car de nombreuses colonies de coraux sont déjà mortes. À Pedernales, il n'y avait aucune preuve d'événements de mortalité massive dus à des maladies telles que le SCTLD, bien que la maladie de la bande jaune (YBD) ainsi que la maladie de la peste blanche (WPD) soient fréquentes. Il est recommandé de continuer à surveiller la prévalence de la maladie dans ces sites éloignés.

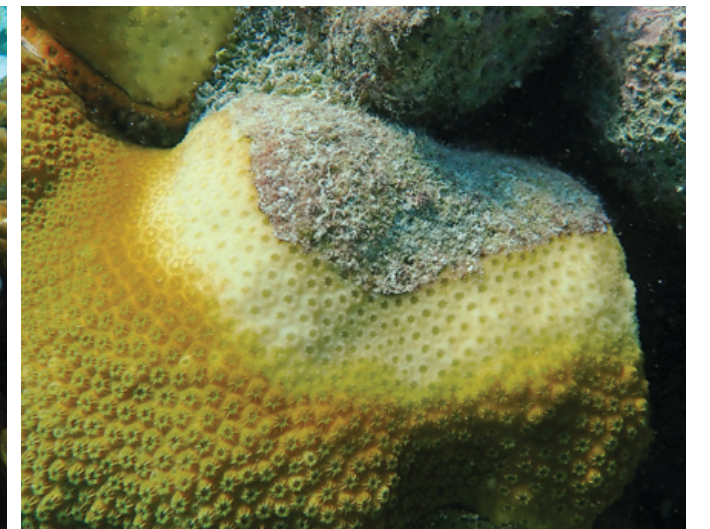
Maladie des bandes noires  
Black band disease



## Coral disease

The number of corals infected with diseases was similar to other places in the Caribbean, where yellow band, black band disease and white plague were the most common. The relatively new, fast-moving disease called Rapid Tissue Loss Disease (SCRTLD), appeared to have killed most colonies of known susceptible species, such as *Diploria* (also *Pseudodiploria*) *strigosa*, *Eusmilia fastigiata* and *Dendrogyra cylindrus* in the northern areas of the island, but had not yet reached the southern reefs. In Fort-Liberté, Caracol and Montecristi, large skeletons of coral colonies of the species *Dendrogyra cylindrus* were observed that possibly succumbed between 2019 and 2021 due to outbreaks of rapid tissue loss disease (SCTLD), which is in endemic phase in the northwestern region of the country. Currently the prevalence of diseases at sampling sites is low, because many coral colonies have already died. There was no evidence of mass mortality events from diseases such as SCTLD in Pedernales, although yellow band disease (YBD) is common, as is white plague disease (WPD). It is recommended that disease prevalence continue to be monitored at these remote sites.

Maladie de la bande jaune  
Yellow band disease





## Ouvrages cités

### Literature cited

- CHIAPPONE, M., SLUKA, R., & SEALEY, K. (2000). Groupers (Pisces: Serranidae) in fished and protected areas of the Florida Keys, Bahamas and northern Caribbean. *Marine Ecology Progress Series*, 198, 261-272. <http://www.jstor.org/stable/24855848>
- CONNELL, J. H. (1976). Competitive interactions and the species diversity of corals. In *Coelenterate ecology and behavior* (pp. 51-58). Springer, Boston, MA.
- DELL, C. L., LONGO, G. O., BURKEPILE, D. E., & MANFRINO, C. (2020). Few Herbivore Species Consume Dominant Macroalgae on a Caribbean Coral Reef. *Front. Mar. Sci.* 7:676. doi: 10.3389/fmars.2020.00676
- DONOVAN, M. K., BURKEPILE, D. E., KRATOCHWILL, C., SHLESINGER, T., SULLY, S., OLIVER, T. A., HODGSON, G., FRIEWALD, J., & VAN WOESIK, R. (2021). Local conditions magnify coral loss after marine heatwaves. *Science*. 372(6545) 977-980. DOI: 10.1126/science.abd9464
- EDMUNDS, P.J., CARPENTER, R.C. (2001). Recovery of *Diadema antillarum* reduces macroalgal cover and increases abundance of juvenile corals on a Caribbean reef. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98 (9) 5067-5071; <https://doi.org/10.1073/pnas.071524598>
- HARBORNE, A. & MUMBY, P. (2018). FAQs about Caribbean Parrotfish Management and their Role in Reef Resilience. Chapter 17. *Biology of Parrotfishes*. 10.1201/9781315118079-16.
- HODGSON, G. (1990). Tetracycline reduces sedimentation damage to corals. *Marine Biology* 104:493-496.
- HODGSON, G. (1999). A global assessment of human effects on coral reefs. *Marine Pollution Bulletin*. 38 (5) 345-355.
- HODGSON, G. (2014). Where to put marine protected areas in Haiti? Report for the Minister of Environment, Haiti. Reef Check Foundation. Marina Del Rey, CA USA. 7 pp.
- HODGSON, G., HILL, J., KIENE, W., MAUN, L., MIHALY, J., LIEBELER, J., SHUMAN, C. AND TORRES, R. (2006). Instruction Manual. A guide to coral reef monitoring. Reef Check Foundation. Marina Del Rey, CA 86 pp.
- HUGHES, T. P. (1985). Life histories and population dynamics of early successional corals. *Proc 5th Intl Coral Reef Symp* 4: 101-106.
- CRAMER, K., DONOVAN, M., JACKSON, J., & LAM, V. (EDITORS). (2014). Status and Trends of Caribbean Coral Reefs: 1970-2012. Global Coral Reef Monitoring Network, IUCN, Gland, Switzerland.
- KISSLING, D. L., PRECHT, W. F., MILLER, S. L., & CHIAPPONE, M. (2010). Historical Reconstruction of Population Density and Size of *Diadema antillarum*. Institute of Food and Agricultural Science Conference. University of Florida.
- LESSIOS, H. A. (1988). Mass mortality of *Diadema antillarum* in the Caribbean: what have we learned?. *Annual review of ecology and systematics*, 19(1), 371-393.
- STENECK, R.S., ARNOLD, S.N. AND MUMBY, P.J., (2014). Experiment mimics fishing on parrotfish: insights on coral reef recovery and alternative attractors. *Marine Ecology Progress Series*, 506, Pp.115-127.
- STENECK, R.S., TORRES, R.E. (2015). El Estado de los Arrecifes de Coral República Dominicana 2015. Fundación Propagas.
- STENECK, R.S., TORRES, R.E. (2018). El Estado de los Arrecifes de Coral de la República Dominicana 2017-18. Fundación Propagas. Propagas Foundation.
- STENECK, R.S., TORRES, R.E. (2019). El Estado y Tendencias de los Arrecifes de Coral de la República Dominicana 2015. Fundación Propagas. Propagas Foundation.
- STENECK, R.S., MUMBY, P.J., MACDONALD, C., RASHER, D.B. AND STOYLE, G., (2018). Attenuating Effects Of Ecosystem Management On Coral Reefs. *Science Advances*, 4(5), P.493.
- STENECK, R. S., MUMBY, P. J., ARNOLD, S., RASHER, D. B, WILSON, M., DE LEON, R., BOENISH, R. (2019). Managing recovery resilience against climate-induced coral bleaching and hurricanes: A 15-year case study from Bonaire, Dutch Caribbean. *Frontiers in Marine Sciences*. doi: 10.3389/fmars.2019.00265
- SUCHLEY A., MCFIELD, M.D., ALVAREZ-FILIP, L. (2016). Rapidly increasing macroalgal cover not related to herbivorous fishes on Mesoamerican reefs. *PeerJ* 4:e2084; DOI 10.7717/peerj.2084
- WILKINSON, C., SOUTER, D. (2008). Status of Caribbean coral reefs after bleaching and hurricanes in 2005. Global Coral Reef Monitoring Network, and Reef and Rainforest Research Centre, Townsville, 152 p.

PRODUCTION GÉNÉRALE, PRODUCTION EXÉCUTIVE, IDÉE ORIGINALE, CONCEPT ET DROIT D'AUTEUR  
*GENERAL PRODUCTION, EXECUTIVE PRODUCTION, ORIGINAL IDEA, CONCEPT AND COPYRIGHT*  
**Fondation Propagas/Propagas Foundation**

PROJET: CORRIDOR BIOLOGIQUE DANS LA CARAÏBE/PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR L'ENVIRONNEMENT/REEF CHECK RD.  
*PROJECT: CARIBBEAN BIOLOGICAL CORRIDOR PROJECT/UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAM/REEF CHECK RD.*

RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TEXTES EN ANGLAIS/*SCIENTIFIC RESEARCH AND TEXTS IN ENGLISH*  
**Coral Reef Health in the Republic of Haiti**  
*Santé des Récifs Coralliens en République d'Haïti*

PAR LES EXPERTS/*BY THE EXPERTS*  
**Rubén E. Torres, Ph. D.**  
*Reef Check République Dominicaine/Reef Check Dominican Republic*  
**Gregor Hodgson, Ph. D.**  
*Coral Reef LLC. Calabasas, CA./Coral Reef LLC. Calabasas, CA.*

TRADUCTION DES TEXTES EN FRANÇAIS/*FRENCH TEXT TRANSLATION*  
**Claude Alain Etienne, Kerzina Oraïna Oracle**

PHOTOGRAPHIES/*PHOTOGRAPHS*  
**José Alejandro Álvarez**  
*Fotógrafo submarino/Underwater photographer*  
**Ysabela Coll**  
*Fotógrafa submarina/Underwater photographer*  
**Noel López**  
*Fotógrafo submarino/Underwater photographer*

PHOTOGRAPHIES DES MALADIES CORALLIENNES/*CORAL DISEASE PHOTOGRAPHY*  
**José Alejandro Álvarez**  
**Samuel King**  
**Aldo Cróquer**

SOUTIEN TECHNIQUE ET LOGISTIQUE POUR LES RECHERCHES MENÉES DANS LES LIEUX DE SURVEILLANCE SUIVANTS:  
*TECHNICAL AND LOGISTICAL SUPPORT OF THE RESEARCH CARRIED OUT IN THE FOLLOWING MONITORING LOCATIONS:*  
**Fort-Liberté, Caracol et Île de la Tortue: Galleon Divers**

ASSISTANTS DE TERRAIN DE L'EXPÉDITION/*FIELD ASSISTANTS OF THE EXPEDITION*  
REEF CHECK RD: **Rubén E. Torres, Iker Irazabal**  
REEF CHECK HAITI: **Nicholas Florestal, Stephen Jean Lois, Junior Jeune**  
CORAL REEF CONSULTANTS LLC: **Gregor Hodgson**

CONCEPTION ET DIAGRAMME/*DESIGN AND LAYOUT*  
**NODO**

IMPRESSION/*PRINT*  
**Amigo del Hogar**  
**Santo Domingo, Dominican Republic**

ISBN: 978-9945-9198-5-1



**Propagas Foundation/Fondation Propagas**  
Jacobó Majluta Ave., km 5 1/2, Santo Domingo, Dominican Republic  
Phone: 809-364-1000, Ext. 2295  
E-mail: [info@fundacionpropagas.do](mailto:info@fundacionpropagas.do)  
[www.fundpropagas.com](http://www.fundpropagas.com)  
*All rights reserved, 2022/Tous droits réservés, année 2022*



