



RAPPORT

Suivi de l'état de santé des biocénoses marines de la Réserve Naturelle de Petite Terre

État des lieux 2019 et évolution 2007-2019

Mai 2020

Réserve Naturelle de Petite Terre



PROJET COFINANCÉ
par le fonds européen
de développement régional



CLIENT

RAISON SOCIALE	Association Titè
COORDONNÉES	Réserves Naturelles de la Désirade Capitaineries 97127 La Désirade Tel. : 05 90 21 29 93
INTERLOCUTEUR	Éric DELCROIX Tél. : 05 90 21 29 93 / 06 90 34 97 55 E-mail : ericdelcroix.rnpt@gmail.com

CRÉOCÉAN

COORDONNÉES	CREOCEAN ANTILLES-GUYANE 1 Lotissement les Mussendas - Plaisance - 97122 Baie-Mahault Tél. : 05 90 41 16 88 / Fax : 05 90 26 57 82 E-mail : caraibes@creocean.fr
INTERLOCUTEUR	Christelle BATAILLER Tél. : 05.90.41.16.88 / 06.90.39.03.88 E-mail : batailler@creocean.fr

RAPPORT

TITRE	Suivi de l'état de santé des biocénoses marines de la Réserve Naturelle de Petite Terre – Année 2019 et évolution 2007-2019
NOMBRE DE PAGES	84 (avec annexes)
NOMBRE D'ANNEXES	2
OFFRE DE RÉFÉRENCE	P18000190-M (RNPT)
N° COMMANDE	OS n°1

SIGNATAIRE

RÉFÉRENCE	DATE	RÉVISION DU DOCUMENT	OBJET DE LA RÉVISION	RÉDACTEUR	CONTRÔLE QUALITÉ
180835B	15/05/2020	Édition 2	Modifications suite à relecture RNPT	Christelle BATAILLER	Colette CHENG

Sommaire

1. Contexte et objectifs de l'étude.....	4
2. Présentation des sites d'étude – Plan d'échantillonnage	6
2.1. Réserve de Petite Terre	6
2.2. Planning de réalisation des campagnes de suivi.....	9
3. Méthodologies	10
3.1. Protocoles et paramètres	10
3.2. Traitement et interprétation des données.....	12
4. Résultats du suivi des stations de la Réserve de Petite Terre	14
4.1. Les peuplements benthiques.....	14
4.2. Les peuplements ichtyologiques.....	21
4.3. Herbiers et mégafaune associée	31
4.4. Conclusions.....	37
4.5. Suivi spécifique des lambis par vidéo tractée à l'échelle du lagon	39
4.6. Suivi des cyanophycées.....	46
5. Suivi de la température	50
5.1. Le phénomène de blanchissement corallien et la méthode utilisée pour évaluer son risque.....	50
5.2. Risque de blanchissement pour la saison 2018 : données NOAA	51
5.3. Évaluation du risque de blanchissement à partir des données de température collectées	53
6. Compagnonnage et formation.....	54
6.1. Principes et résultats du compagnonnage.....	54
6.2. Bilan sur la formation / Échange des personnels impliqués	55
7. Communication : posters destinés au grand public / décideurs	55
8. PERSPECTIVES	56
BIBLIOGRAPHIE	61

1. Contexte et objectifs de l'étude

Dans le cadre de ses missions, la **DEAL Guadeloupe** a initié en 2007 la mise en place d'un réseau de suivi de l'état de santé des communautés benthiques des réserves naturelles du Grand Cul-de-Sac Marin (Guadeloupe), Petite Terre (La Désirade), Saint-Martin et Saint-Barthélemy.

En 2007, la **DEAL Guadeloupe** a mandaté **PARETO ECOCONSULT**, (fusionné en 2016 avec **CREOCOAN**), pour la coordination et la réalisation du premier suivi, correspondant à l'état de référence du « Réseau des Réserves ». Elle souhaitait également impliquer fortement les équipes des différentes réserves naturelles marines dans la phase de collecte des données sur le terrain.

De 2008 à 2017, le « Réseau des Réserves » a été pérennisé à l'initiative de la DEAL **puis des Réserves elles-mêmes** afin, d'une part de réaliser un diagnostic actualisé sur l'état de santé des peuplements benthiques et des herbiers chaque année, et d'autre part de renforcer le principe de compagnonnage et d'échanges entre les structures.

Depuis 2009, le suivi est complété par un diagnostic de l'état des peuplements ichtyologiques et par le suivi de stations de comparaison hors réserve, excepté à Petite Terre compte tenu des conditions de milieu contraignantes en dehors de la réserve. Deux stations de suivi supplémentaires ont également été implantées en 2012 dans l'enceinte de la Réserve Naturelle de Saint-Martin et une 4^{ème} station a été ajoutée en 2019. En 2013, suite aux préconisations réalisées dans le cadre du TIT (Thème d'Intérêt Transversal) « RESOBS » de l'IFRECOR (C. Hily, F. Kerninon), et après validation de la DEAL et des différentes AMP, des modifications ont été apportées au protocole de suivi des herbiers et de nouveaux indicateurs ont été relevés. Parallèlement, le réseau de suivi de la température des eaux sur chaque station en réserve a été pérennisé.

Le suivi est mis en œuvre de manière continu au sein de la Réserve de Petite Terre depuis 2007.

De 2013 à 2015, le suivi n'a pas été mis en œuvre dans la Réserve Naturelle de Saint-Barthélemy. Les gestionnaires ont toutefois souhaité sa remise en place en 2016 puis en 2017. Ce nouveau suivi a permis d'actualiser les données (dont les dernières dataient de 2012), sur l'état de santé des peuplements de ces stations.

Depuis 2015, la RN de Saint-Martin met en œuvre le suivi de ses biocénoses marines en interne mais a toutefois montré sa volonté de contribuer au réseau en participant au suivi sur la RN de Petite Terre et Saint-Barthélemy, selon le principe de compagnonnage.

A noter que depuis 2011, le suivi des stations du Parc National est a priori réalisé en régie par les agents du Parc.

L'objectif principal est de collecter des données annuelles en 2019 au sein de la RN de Petite Terre, parallèlement au suivi des biocénoses de la RN de Saint-Barthélemy, basées sur des protocoles simplifiés, faciles à mettre en œuvre. Le choix de ces protocoles a été réalisé dans un souci de compatibilité avec ceux mis en œuvre dans le cadre de l'application de la Directive européenne Cadre sur l'Eau (DCE) sur les masses d'eaux côtières de Guadeloupe.

Les objectifs spécifiques sont de :

- ▶ Collecter des données actualisées sur l'état de santé des peuplements sur les zones littorales classées en réserve naturelle marine (coraux, poissons, herbiers, lambis) ;
- ▶ Suivre la température sur une station de suivi récifale ;
- ▶ Alimenter des bases de données pour sécuriser les données terrain (BDRécifs) ;
- ▶ Fournir un rapport d'étude synthétisant les résultats sur chaque réserve (avec des tests statistiques pour, le cas échéant, mettre en avant les évolutions significatives) ;
- ▶ Fournir un support de communication destiné aux décideurs et/ou grand public ;

- ▶ Former les personnels des réserves naturelles à des protocoles de suivi simplifiés, faciles à mettre en œuvre et correspondant à des outils adaptés pour la gestion des réserves ;
- ▶ Renforcer le principe de « compagnonnage » et d'échanges (réseau de compétences) entre les différentes équipes des réserves.

2. Présentation des sites d'étude – Plan d'échantillonnage

La Réserve Naturelle de Petite Terre a fait l'objet du suivi annuel dans la cadre du réseau de suivi des Aires Marines Protégées (AMP) aux Antilles françaises. La délimitation et les principales caractéristiques de la réserve naturelle de Petite Terre sont présentées en annexe 1.

2.1. Réserve de Petite Terre

Les stations de suivi implantées en 2007 se situent sur le récif est (station « benthos ») et à l'intérieur du lagon (station « herbier ») (Figure 1). L'ensemble des récifs et herbiers de Petite Terre étant classé en réserve, aucune station hors réserve n'a été définie.

A noter qu'en 2016, les gestionnaires de la Réserve de Petite Terre ont mis en place des aménagements matérialisant les limites de zones protégées, interdites au public, d'herbiers (littoral de Terre de Bas) et d'une partie du récif du lagon (Figure 2). L'objectif est la restauration naturelle de ces écosystèmes protégés de l'influence du piétinement.

- ▶ La station de suivi des peuplements benthiques (**station Passe**) est positionnée à -3 m de profondeur, sur la pente externe du récif frangeant situé à l'est du lagon de Petite Terre. Du fait de sa position, elle bénéficie de conditions de milieu ouvert, tant du point de vue de la transparence des eaux que de leur renouvellement par les courants océaniques, et est exposée à un hydrodynamisme fort (déferlement de la houle). Le transect de suivi démarre hors de la zone protégée interdite d'accès mais le dernier tiers du transect de 60 m se situe dans ce périmètre.
- ▶ La station de suivi des herbiers (**station Terre de Haut**) est positionnée à -2 m, à l'entrée du lagon, au sud-ouest de Terre de Haut. La station est globalement caractérisée par un substrat sableux. Des mouvements sédimentaires importants ont pu être constatés depuis 2007. Depuis 2013, l'herbier apparaît majoritairement ensablé, plus particulièrement dans sa partie est. De par sa position, la station bénéficie de conditions de milieu favorables, tant du point de vue de la transparence des eaux que de leur renouvellement par les courants « lagonaires ». L'exposition à la houle dominante (est) est très faible, mais elle peut être exposée aux houles d'ouest.
- ▶ En 2015, une station complémentaire de suivi des peuplements benthiques et ichtyologiques a été implantée dans l'enceinte de la Réserve. Cette station de suivi des peuplements benthiques (**station Nord-est Passe**) est située à -4 m de profondeur, à une distance d'environ 60 m au nord-est de la station Passe. Les conditions de milieu sont similaires, avec une influence du courant toutefois plus marquée. La zone concernée est située hors du périmètre interdit (au nord-est de celui-ci) mais est a priori non fréquentée par les visiteurs de la Réserve compte tenu de son éloignement de l'île de Terre de Bas et des conditions de courant contraignantes, contrairement à la station Passe. Son emplacement avait été initialement choisi afin de comparer l'évolution des peuplements avec celle de la station Passe, soumise à la fréquentation avant la mise en place du périmètre interdit.

En 2015, 5 des 6 transects de 10 m (transects n° 2 à 6 : marque 10-60 m) avaient été positionnés sur une zone corallienne et le 6^{ème} transect de 10 m (transect n° 1 : marque 0-10 m) avait été implanté à une dizaine de mètres au sud. En 2016, il a été possible de positionner les 6 transects les uns à la suite des autres. Un fer à béton matérialise le transect à 10 m de son démarrage.

Tableau 1 - Coordonnées géographiques des stations suivies à Petite Terre en 2019

Zone géographique	Station	Statut	Type de suivi en 2016	Latitude	Longitude
Petite Terre	Passe	Réserve	Benthos, Ichtyo, T°C	16°10,456'N	61°06,382'O
	NE Passe	Réserve	Benthos, Ichtyo	16°10,466'N	61°06,350'O
	Terre de Haut	Réserve	Herbiers, Lambis, ...	16°10,573'N	61°06,717'O

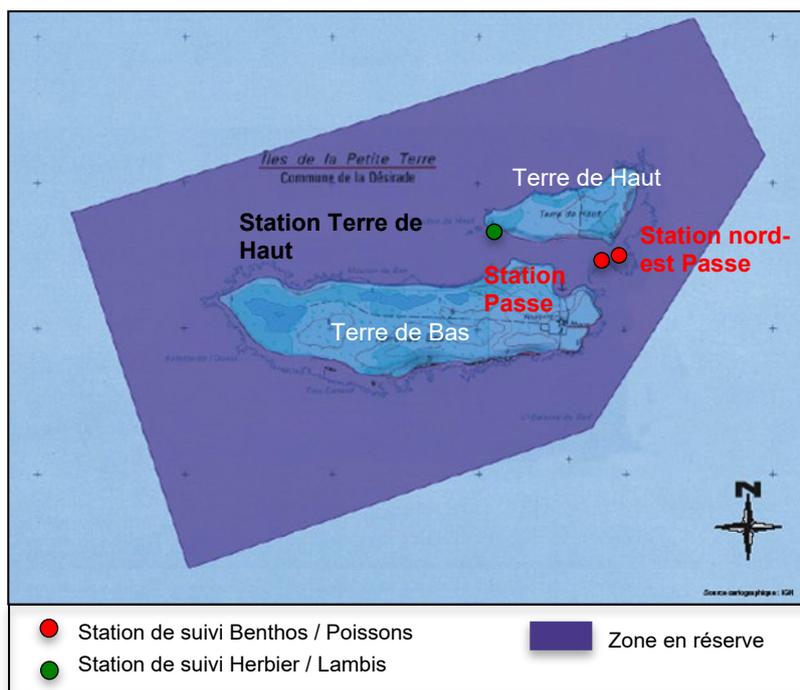


Figure 1 - Stations de suivi pour la Réserve Naturelle de Petite Terre - La Désirade

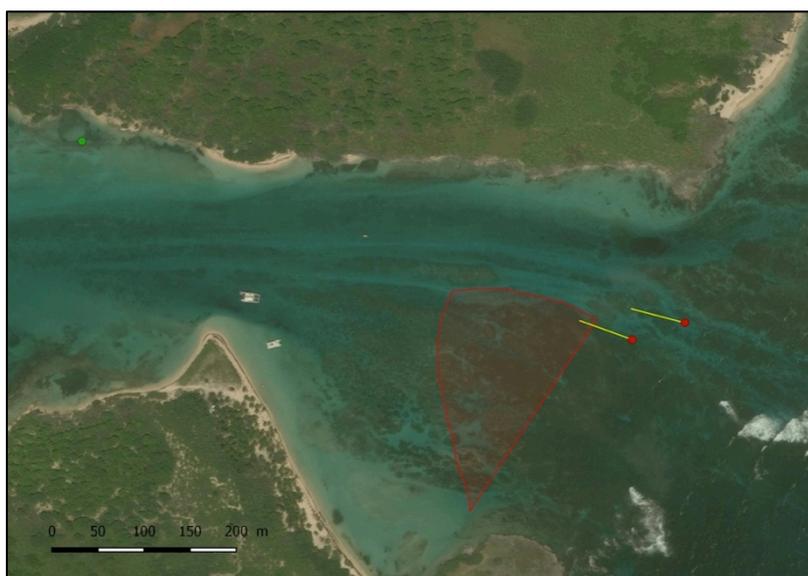


Figure 2 - Périmètre de la zone récifale protégée au sein du lagon (polygone rouge) et position des transects de suivi (en jaune)

Sur la station de suivi des herbiers, les ajustements du protocole de suivi proposés dans le cadre du TIT herbier IFRECOR ont été mis en œuvre à partir de 2013, conformément au souhait de la DEAL et des Réserves Naturelles : le suivi des paramètres est réalisé au niveau de 3 sous-stations au sein de l'herbier, correspondant chacune à une radiale de 50 m de long (soit 3 radiales de 50 m par station herbier). Les radiales ont pour vocation d'être pérennes et ont été implantées dans la mesure du possible selon une orientation côte-large. Dans le cas de Petite Terre, en 2013 la surface particulièrement réduite de l'herbier, partiellement ensablé, n'avait pas permis l'implantation de radiales rectilignes et perpendiculaires à la côte. La radiale n°3 avait par ailleurs été implantée légèrement à l'est de la zone d'herbier échantillonnée les années précédentes. Les débuts, fins et changements d'orientation des radiales avaient été matérialisés sur le terrain à l'aide de piquets Galva et de flotteurs.

En 2014, seuls quelques piquets avaient été retrouvés. Les radiales avaient alors été positionnées dans la mesure du possible au plus proche de celles installées en 2013 et en fonction de la localisation de l'herbier en 2014. Les coordonnées GPS de début, fin et changement d'orientation des radiales ont été relevées (Tableau 2).

Lors des missions suivantes, sur la base des coordonnées relevées, un agent de la RNPT (J. Athanase) a pu contrôler et optimiser la matérialisation des sous-stations en amont du suivi.

La position des 3 radiales est présentée ci-dessous :



Figure 3 - Position des 3 sous-stations de suivi au sein de l'herbier de Petite Terre (d'après Google Earth, 2014)

Tableau 2 - Cordonnées des radiales de suivi Herbiers à Petite Terre

Radiale 1		Radiale 2		Radiale 3	
Graduation radiale	Coordonnées	Graduation radiale	Coordonnées	Graduation radiale	Coordonnées
0 m	16°10,594'N 61°06,783'O	0 m	16°10,584'N 61°06,761'O	0 m (piquet 2013)	16°10,590'N 61°06,735'O
24,5 m (piquet 2013)	16°10,586'N 61°06,793'O	26 m (changement direction)	16°10,583'N 61°06,776'O	35-36 m (changement direction)	16°10,594'N 61°06,741'O
29,5 m (changement direction)	16°10,585'N 61°06,796'O	50 m	16°10,594'N 61°06,767'O	50 m (piquet 2013 à 51 m)	16°10,592'N 61°06,721'O
50 m	16°10,584'N 61°06,784'O				

2.2. Planning de réalisation des campagnes de suivi

Les suivis réalisés depuis 2007 sur l'ensemble des stations mises en place par les acteurs du réseau ainsi que les dates de suivi en 2019 sont résumés dans le Tableau 3.

Tableau 3 - Chronologie des suivis sur les stations des AMP depuis 2007, et dates de suivi en 2019

Zone géographique	Station	Statut	Type de suivi	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Dates de suivi 2019
GCSM	Fajou	réserve	Benthos, Ichtyo, T°C			I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	-
	Caret Nord-Ouest	hors réserve	Benthos, Ichtyo				I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	-
	Passe à Colas	réserve	Herbiers, Lambis														-
	Sud Caret	hors réserve	Herbiers, Lambis														-
Petite Terre	Passe	réserve	Benthos, Ichtyo, T°C			I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	16/10/2019
	Passe nord-est	réserve	Benthos, Ichtyo, T°C									I	I	I	I	I	16/10/2019
	Terre de Haut	réserve	Herbiers, Lambis														15/10/2019
Saint Barth	Colombier	réserve	Benthos, Ichtyo, T°C			I	I	I	I				I	I	I	I	20/11/2019
	Le Bœuf	hors réserve	Benthos, Ichtyo			I	I	I	I				I	I	I	I	21/11/2019
	Marigot	réserve	Herbiers, Lambis														
	Pointe Milou	hors réserve	Lambis														
	Petit-Cul-de-Sac	hors réserve	Lambis														21/11/2019
Saint Martin	Chicot	réserve	Benthos, Ichtyo, T°C			I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	-
	Fish Point	hors réserve	Benthos, Ichtyo			I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	-
	Rocher Pélican	réserve	Benthos, Ichtyo						I	I	I	I	I	I	I	I	-
	Rocher Créole	réserve	Herbiers, Lambis														-
	Grand Case	hors réserve	Herbiers, Lambis														-
	Illet Pinel	réserve	Herbiers, Lambis														-
	Basse espagnole	réserve	Benthos, Ichtyo													I	-

Suivis opérés
 I Ajout suivi ichtyofaune
 Suivi réalisé sans la participation de Pareto/Créocéan, ne faisant pas l'objet d'un rapport à l'heure actuelle

3. Méthodologies

3.1. Protocoles et paramètres

Les suivis mis en œuvre dans le cadre du réseau des réserves sont réalisés sur la base des protocoles fournis par la DEAL et validés d'un point de vue scientifique.

Le choix des protocoles et des stations de suivi a été réalisé dans un souci d'homogénéité avec ceux mis en œuvre dans le cadre de l'application de la **Directive européenne Cadre sur l'Eau** (DCE) sur les masses d'eaux côtières de Guadeloupe, Saint-Martin et Martinique depuis 2007. Ainsi, les paramètres biologiques fixés par la DCE ont été repris et complétés dans le cadre du suivi « réseau des réserves », l'ichtyofaune et les lambis n'étant pas pris en compte dans le cadre de la DCE. A noter toutefois que les protocoles mis en œuvre dans le cadre de la DCE ont fait et font toujours actuellement l'objet de réflexion et d'adaptation, les objectifs des 2 réseaux de suivis, DCE et AMP, étant différents. La DCE est en effet une directive européenne avec des attentes règlementaires. En termes de questions scientifiques, la DCE s'intéresse aux suivis des herbiers et du benthos récifal pour évaluer l'état écologique des masses d'eaux dans lesquelles ils se développent, en vue d'identifier des perturbations locales d'origine anthropique. Les AMP s'intéressent à l'évolution de l'état de ces systèmes eux-mêmes, afin de comprendre leur évolution à la fois dans des contextes locaux, régionaux et globaux ou pour évaluer l'efficacité de mesures de gestion.

Les protocoles détaillés pour l'ensemble des paramètres sont présentés en annexe 2.

Suivi des peuplements benthiques coralliens et de l'ichtyofaune

Depuis 2007, les paramètres de suivi des communautés benthiques coralliennes relevés sont les suivants : structure du peuplement benthique, couverture en macroalgues, recrutement corallien, état de santé général, blanchissement corallien et densité en oursins diadèmes.

Nb : dans le cadre de l'analyse de la structure des peuplements benthiques, la couverture corallienne totale comprend (i) la couverture en corail dur noté HC (hard coral), regroupant l'ensemble des coraux bio-constructeurs (*Scléactiniaires*) ainsi que le corail de feu (*Millepora sp.*), et (ii) la couverture en « corail mou » noté SC (soft corals), qui dans le cadre des suivis Antilles et de la codification Reef Check, désigne les Zoanthaires (*Palythoa sp.*, *Zoanthus sp.*).

Depuis 2009, les paramètres de suivi des peuplements de poissons relevés sont : l'identification des espèces cibles (60 espèces), leur abondance et leur taille.

Suivi des Herbiers et paramètres associés (depuis 2013)

Des propositions pour améliorer le protocole de suivi des herbiers de phanérogames marines dans les Réserves Naturelles Nationales d'Outre-Mer ont été faites en juillet 2013 dans le cadre du TIT Herbiers de l'IFRECOR. Les indicateurs, protocoles et valeurs des indices proposés ont fait l'objet d'une phase de concertation (C. Hily / DEAL / AMP). L'application de ce nouveau protocole de suivi est effective pour les réserves de Saint-Martin et de Petite Terre depuis 2013 et Saint-Barthélemy depuis 2016.

Le protocole proposé et adapté après concertation avec la DEAL et les AMP implique notamment :

- ▶ **Une nouvelle répartition des points de mesures dans l'herbier** par rapport au suivi précédemment mis en œuvre afin de prendre en compte sa variabilité : 3 « sous-stations » ont ainsi été implantées au niveau de chaque station herbier.
- ▶ **Le suivi de paramètres complémentaires** permettant d'appréhender l'état de santé global de l'herbier :

- Paramètres descriptifs globaux : épibiose, relief de l'herbier, macrophytes non fixées dans les trous de sable, cyanobactéries, bioturbation. Les paramètres globaux sont relevés en plongée sous-marine le long des radiales par un des intervenants.
- Degré de mitage et/ou de fragmentation de l'herbier par relevés sur transect LIT.

« La fragmentation de l'herbier est définie par la surface relative du substrat non colonisé par l'herbier par rapport à la surface totale de l'herbier » (Kerninon, 2012). Dans le protocole de suivi de la fragmentation des herbiers par vidéo tractée proposé dans le cadre d'IFRECOR (Hily, Kerninon, 2012), l'herbier est dit fragmenté lorsque la largeur des zones de substrat nu est supérieure à 2m. La « micro-fragmentation » (<2m) correspond au mitage au sein des zones végétalisées ».

Dans le cadre du présent suivi, seules les distances de sable nu entre deux limites d'herbier d'au moins 50 cm ont été relevées. La micro-fragmentation ne prend donc a priori pas en compte les entonnoirs de sédiments signe d'activité de l'endofaune qui sont généralement de taille inférieure à 50 cm sur les stations échantillonnées.

- Densité et longueur des feuilles de *Thalassia testudinum* (déjà pris en compte lors des suivis 2007 à 2012) et *Syringodium filiforme* par relevés sur quadrats.

A noter que le changement de protocole depuis 2013 est probablement à l'origine d'un léger biais dans l'analyse des résultats d'évolution avant et après 2013 : la mise en place de 3 sous-stations permet en effet une meilleure prise en compte de la variabilité au sein de l'herbier que la mise en œuvre du protocole sur une zone d'herbier homogène définie.

- Paramètres complémentaires de l'herbier : mégafaune associée (oursins, lambis, étoiles de mer, holothuries, nacres, etc.) (belt transects) et caractéristique du substrat dans et hors herbier.
- Indice d'état de santé (5 classes) (déjà pris en compte lors des suivis 2007 à 2012) : un indice est attribué pour chaque radiale (=sous-station) et un indice moyen est calculé par station.

Suivi des Lambis (depuis 2013)

Le nouveau protocole proposé dans le Cadre du TIT IFRECOR inclut un suivi de la mégafaune associée à l'herbier, dont les lambis. Compte tenu du faible nombre d'invertébrés observés sur les stations herbier du réseau, l'effort d'échantillonnage a été adapté à 2 m le long de la radiale de 50 m (1 m de part et d'autre). Soit un effort d'échantillonnage de 300 m². L'ancien protocole de suivi des lambis permettait d'échantillonner 600 m².

Les Réserves Naturelles ont souhaité en 2013 que le suivi de la macrofaune au sein de l'herbier (cf. ci-dessus) remplace le protocole de suivi lambis tel qu'il était réalisé jusqu'en 2012. Les paramètres relevés pour les lambis restent les mêmes que lors des suivis précédents : densité, taille, prévalence mortalité.

Parallèlement, certaines AMP ont émis des réserves quant à la représentativité des résultats du suivi des lambis à l'échelle de la station de suivi « herbiers ». Afin d'améliorer la représentativité du suivi, l'augmentation de la surface de la zone échantillonnée a été envisagée. Ceci implique la mise en œuvre d'un protocole de suivi à plus grande échelle que celui utilisé jusqu'alors en plongée sous-marine. La mise en œuvre du suivi lambis par vidéo tractée a été testée par la RN de Petite Terre en 2013 sur l'ensemble du lagon (et non plus seulement au niveau de la station herbier). De 2014 à 2019¹, le suivi des lambis par vidéo tractée a de nouveau été mis en œuvre. Le suivi des lambis au niveau de la station a également été réalisé dans le cadre du suivi de la macrofaune de l'herbier.

¹ NB : Dans le cadre du suivi 2016, à la suite d'un problème technique, le suivi des lambis par vidéo tractée n'a pas pu être réalisé en septembre 2016 et a dû être reporté en janvier 2017.

Le Tableau 4 présente les différents paramètres suivis pour chaque paramètre cible. Les protocoles détaillés pour l'ensemble des paramètres sont présentés en annexe 2.

Tableau 4 - Paramètres suivis jusqu'en 2012 et à partir de 2013 dans le cadre du réseau des Réserves

Cible	Paramètres suivis en 2012	Paramètres suivis à partir de 2013
✓ Benthos récifal	<ul style="list-style-type: none"> - Structure des peuplements benthiques - Couverture en macroalgues - Recrutement corallien - Etat de santé général - Blanchissement corallien - Densité en Oursins diadèmes 	
✓ Ichtyofaune	<ul style="list-style-type: none"> - Espèces cibles - Abondance - Biomasse 	
✓ Herbiers	<ul style="list-style-type: none"> - Densité : <i>T. testudinum</i> , <i>S. filiforme</i> - Longueur des feuilles : <i>T. testudinum</i> - Etat de santé général 	<ul style="list-style-type: none"> - Densité : <i>T. t</i>, <i>S. f</i> - Longueur des feuilles : <i>T. t</i>, <i>S. f</i> - Etat de santé général - Epibiose, - Relief de l'herbier, - Macrophytes non fixées, - Cyanobactéries, - Bioturbation - Taux de fragmentation / mitage - Mégafaune associée - Caractéristique du substrat dans et hors herbier
✓ Lambis	<ul style="list-style-type: none"> - Densité - Taille - Mortalité 	<ul style="list-style-type: none"> - Densité → dans le cadre du suivi de la mégafaune associée - Taille → par vidéo tractée (RNPT) - Mortalité → par vidéo tractée (RNPT)
✓ Température	<ul style="list-style-type: none"> - Suivi horaire 	

3.2. Traitement et interprétation des données

L'ensemble des données (excepté les relevés concernant les herbiers : longueurs de feuilles et paramètres associés dont les lambis) a été bancarisé dans BD Récifs, la base de données développée par IFREMER. Un export de la base de données est fourni aux différentes réserves en complément de ce présent rapport.

L'analyse descriptive des données se base sur des statistiques élémentaires (moyenne, écart type) et des statistiques comparatives. Elle concerne les principaux résultats des suivis réalisés sur chaque Réserve pour les peuplements récifaux, les herbiers et les lambis.

L'ensemble des analyses statistiques comparatives a été réalisé sous le logiciel Xlstat (<http://www.xlstat.com>).

L'évolution temporelle des stations de suivi entre 2007 et 2019 a été étudiée. Aucune station hors réserve n'ayant été définie compte tenu des conditions de milieu particulièrement contraignantes, la caractérisation d'un éventuel effet réserve (comparaison réserve / hors réserve) n'est pas réalisé dans le cas de la réserve Naturelle de Petite Terre.

Évolution temporelle des stations de suivi

L'évolution temporelle des différents compartiments de l'environnement mesurées sous l'eau (macro-invertébrés de substrat dur, herbiers, poissons) a été évaluée statistiquement sous XLSTAT afin d'apprécier les changements dans ces compartiments en tenant compte de la variabilité des données. Ces analyses permettent de faire la part entre les « tendances » observées et les variations statistiques significatives.

L'analyse temporelle entre l'année de départ (2007 ou 2009 selon les stations) et l'année 2019 a été réalisée par une ANOVA (Analyse de Variance) à un facteur, dans le cas de données paramétriques (Test de Normalité et/ou échantillons >30). Dans le cas contraire (N échantillons <30, distribution non normale des données), un test non paramétrique a été appliqué aux données.

Les résultats de ces analyses permettent de déterminer si le paramètre mesuré sur chaque station a évolué de manière significative au cours du temps. Par la suite, un test a posteriori (Test de Tukey après une ANOVA et Test de Steel-Dwass après un test de Kruskal-Wallis) a été réalisé afin de savoir à partir de quelle année l'évolution est significative.

La station Nord-est Passe (située dans une zone a priori non fréquentée) n'étant suivie que depuis 2015, le jeu de données disponible ne permet pas une éventuelle analyse statistique de comparaison avec la station Passe, située en zone fréquentée jusqu'en 2016. Depuis 2016, une partie de cette station de suivi fait en effet partie du périmètre de protection interdit d'accès mis en place par les gestionnaires de la réserve.

Le Tableau 5 liste les paramètres pris en compte pour l'analyse de l'évolution temporelle pour chacun des peuplements étudiés (peuplements benthiques sessiles et vagiles, peuplements ichtyologiques).

Tableau 5 - Paramètres d'évaluation de l'évolution spatio-temporelle d'un même secteur

Peuplements	Paramètres	Evolution temporelle des stations de suivi (de 2007 à 2019)
Peuplement récifal	Corail vivant	X
	Algues (turf, macroalgues, cyano, algues calcaires)	X
	Densité recrues coralliennes	X
	Densité oursins diadèmes	X
Peuplement ichtyologique	Abondance totale	X
	Abondance/famille	X
	Abondance / classe de taille	X
	Abondance herbivore	X
	Abondance carnivore	X
	Biomasse totale	X
	Biomasse herbivores	X
	Biomasse carnivores	
Biomasse Chaetodon		
Peuplement herbier	Densité <i>T. testudinum</i>	X
	Densité <i>S. filiforme</i>	X
	Hauteurs des feuilles de <i>T. testudinum</i>	X

4. Résultats du suivi des stations de la Réserve de Petite Terre

Le suivi des biocénoses benthiques de Petite Terre a été réalisé le 15 et 16 octobre 2019. Dans le cadre de l'échantillonnage de la station Nord-est Passe, des doutes existent quant à la trajectoire du transect déroulé en 2019, voire 2018, en comparaison aux 1^{ères} années de suivi. Bien que la zone soit globalement homogène, un biais lié à la variabilité spatiale est susceptible d'exister. Des mesures devront être prises pour pallier ce problème lors du prochain suivi.

4.1. Les peuplements benthiques

Analyse globale de la couverture en 2019 :

Les résultats de la mission de suivi 2019 sont représentés ci-dessous (Figure 4) :

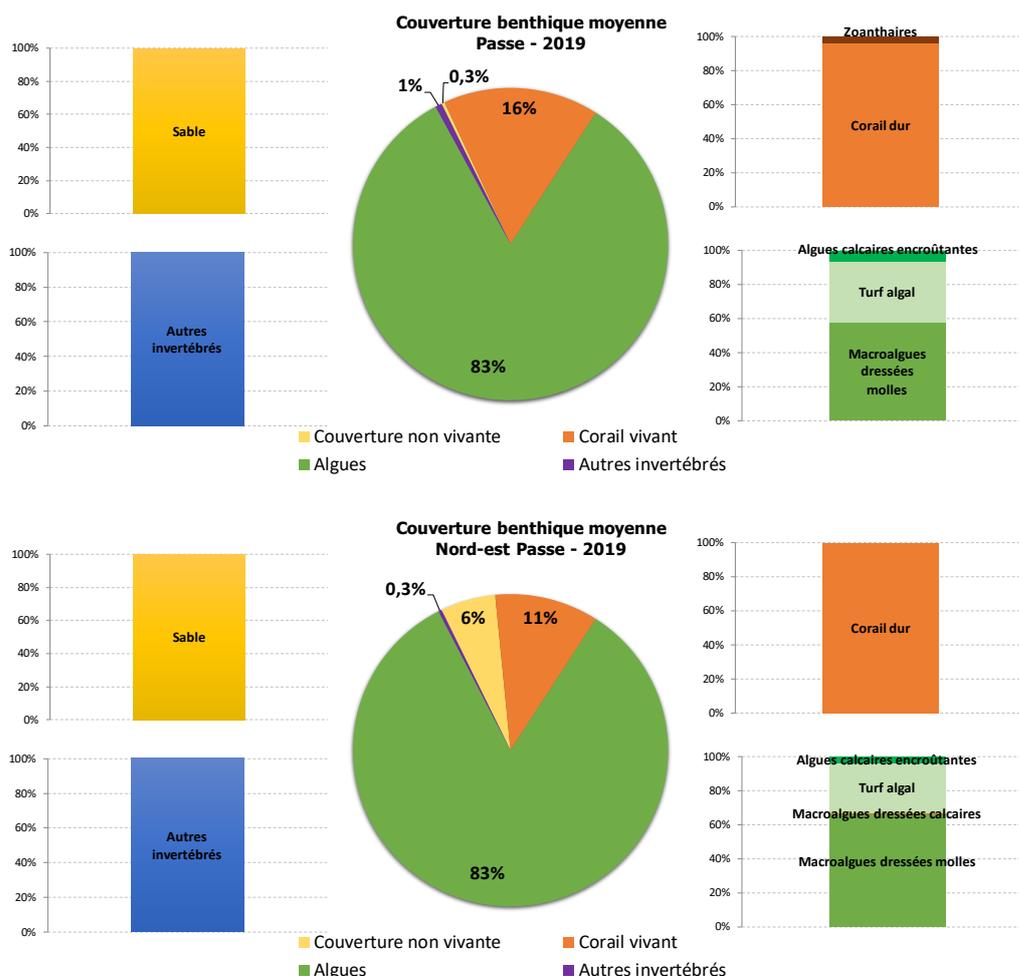


Figure 4 - Couverture benthique moyenne sur les deux stations de Petite Terre en 2019 (les camemberts présentent la couverture benthique totale et les histogrammes détaillent les compositions relatives de chaque catégorie)

Les principaux éléments ressortant de l'analyse des résultats sont les suivants :

- ▶ Les deux sites présentent en 2019 une composition du peuplement benthique globalement similaire : **le recouvrement est dominé par les algues** (respectivement 85% sur la station Passe et 76% sur la station Nord-est).
- ▶ **Les macroalgues dominent largement la couverture benthique.**
- ▶ **La couverture corallienne est faible** : elle représente 16% de la couverture totale sur la station Passe et 11% sur la station Nord-est Passe. Le peuplement présente un état de santé moyen.
- ▶ **La proportion des autres invertébrés benthiques est faible sur les deux stations** (1% pour station Passe et 0,3% pour Nord-est Passe). Les principaux taxons observés de ce groupe sont des anémones.
- ▶ **Il reste peu de substrat non colonisé** sur les deux stations :

Sur la station Nord-est Passe, il représente 6% de la couverture totale et est exclusivement composé de sable. Aucun débris non colonisé n'a été relevé le long du PIT sur cette station. En revanche, environ 15% de la couverture benthique est composé de débris coralliens recouverts de turf, de mélobésiées, voire macroalgues.

Sur la station Passe, le substrat non colonisé représente 0,3% de la surface de la station. Comme en 2018, le substrat non colonisé est représenté exclusivement par du sable. A noter que 18% du substrat colonisé est constitué de débris de *Porites* digité, colonisés par des peuplements algaux (turfs en majorité, mélobésiées et macroalgues).

Analyse détaillée de la couverture benthique en 2019 :

Les résultats relatifs à la couverture vivante montrent que :

- ▶ **Les peuplements coralliens sont dominés par les coraux durs.** Ils constituent en 2019 environ 15% de la couverture vivante sur la station Passe et 11% sur la station Nord-est. Le genre *Porites* est largement majoritaire sur les deux stations (Figure 7) : il représente 96% des taxons coralliens relevés le long du transect de la station Nord-est Passe et 91% de ceux observés sur la station Passe (*P. astreoides* et l'espèce digitée *P. porites*). Quelques *Agaricia sp.* de petite taille ont également été observés le long du transect sur les deux stations. Sur la station Nord-est Passe, les hydrocoralliaires *Millepora sp.* (Corail de feu) représentent 3% des taxons recensés. Le genre de 3% des colonies relevées n'a pas été spécifié par les observateurs.

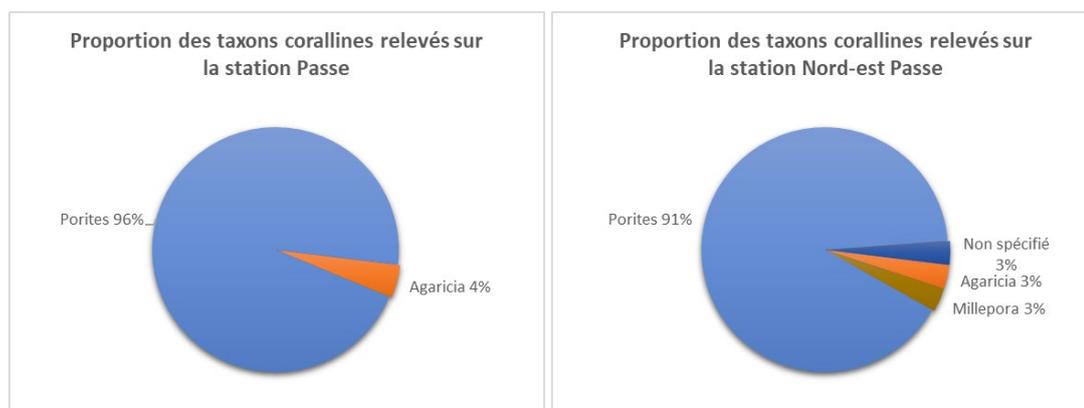


Figure 5 - Proportion des taxons coralliens recensés sur les stations Passe et Nord-est Passe

Les zoanthaires (*Palythoa sp.*) codifiés en « soft corals » (« coraux mous », codification Reef Check) sont absents sur la station Nord-est Passe et faiblement représentés sur la station Passe (1%).

Sur les deux stations, aucun signe de blanchissement n'a été observé en 2019.

- ▶ **Les peuplements algaux sont largement dominés par les macroalgues non calcaires et dans une moindre mesure les turfs algaux** sur la station Passe (respectivement 47% et 29% de la couverture vivante) et la station Nord-est (respectivement 59% et 25%). Les genres *Turbinaria sp.* et *Dictyota sp.* sont largement majoritaires. Quelques tâches de cyanobactéries ont été observées sur la station Passe. Une faible proportion de mélobésiées (algues calcaires encroûtantes) est présente sur les deux stations (4-5%), principalement sur les débris. Quelques macroalgues calcaires rouges ont été observées sur la station Nord-est Passe en très faible proportion (<1%).
- ▶ **Les autres invertébrés benthiques** représentent moins de 1% de la couverture benthique sur les deux stations. Il s'agit essentiellement d'anémones. L'espèce de gorgone encroûtante *Erythropodium caribaeorum*, observée notamment en 2015 sur le dernier transect (50-60m) et pour la 1^{ère} fois depuis 2007 (Pareto, 2015), n'a pas été relevée le long du PIT depuis 4 ans.

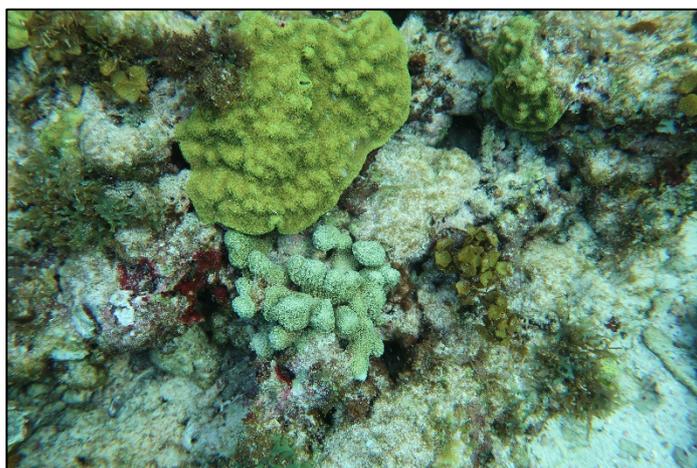


Figure 6 - *Porites astreoides* et *Porites porites* présents sur les deux stations (ici station Nord-est Passe)

Évolution de la couverture benthique sur la période 2007-2019

L'évolution des couvertures corallienne et algale sur les deux stations de Petite Terre est représentée sur la Figure 7 :

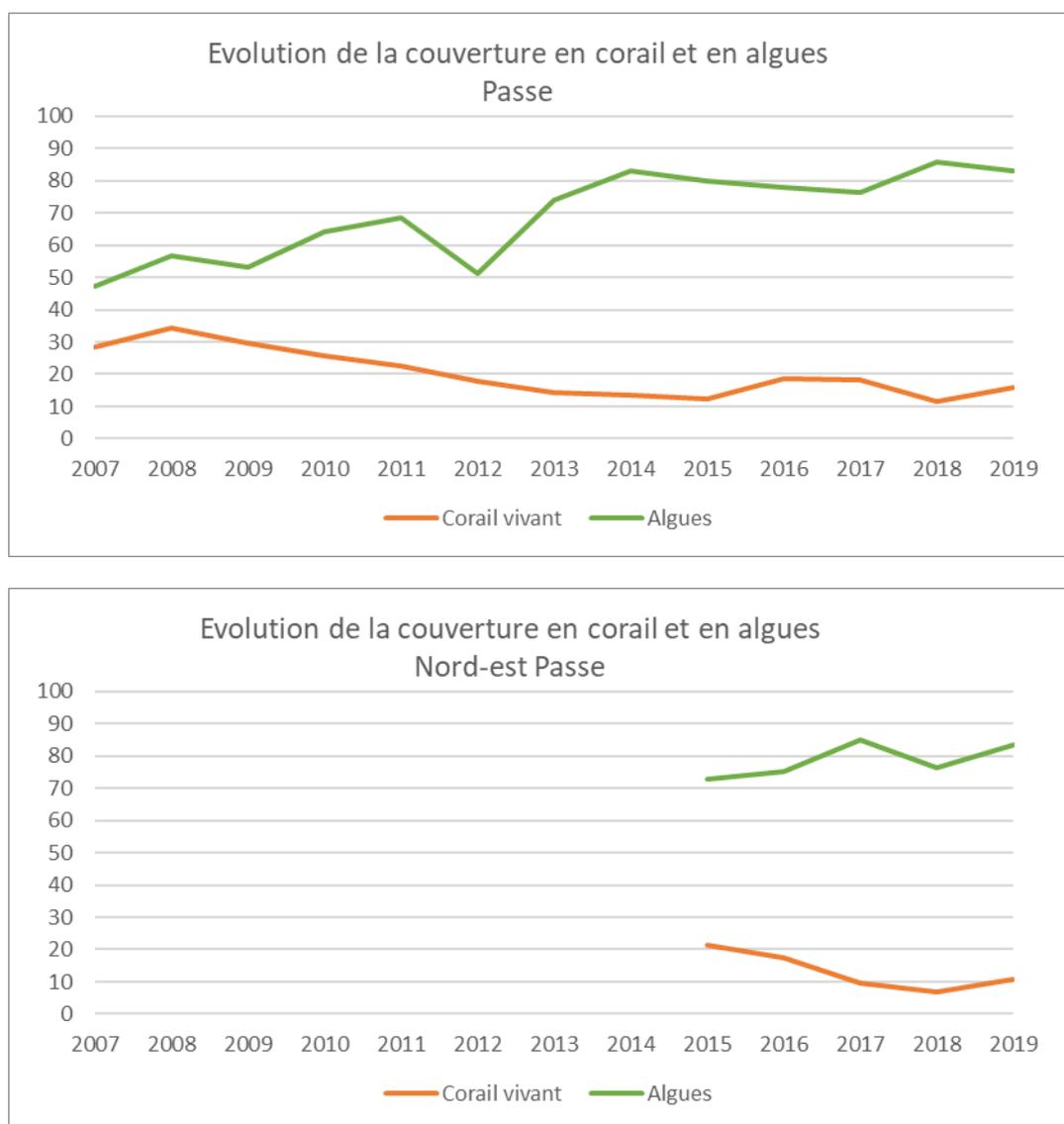


Figure 7 - Évolution de la couverture corallienne et algale sur les stations de Petite Terre

Sur la station Passe, la couverture corallienne a été divisée par 1,7 entre 2007 et 2019 (de 28% à 16% de la couverture totale). Cette différence est apparue statistiquement significative. Depuis 2008, la proportion de coraux est en diminution. Stable entre 2013 et 2015, elle a légèrement augmenté entre 2015 et 2016 (de 12 à 19%). Entre 2016 et 2017, elle reste stable, malgré le passage des ouragans en septembre 2017. En 2018, la part des coraux affiche une valeur sensiblement inférieure (de 18 à 12%). En 2019, elle apparaît légèrement plus élevée (16%) mais reste toutefois faible au regard des valeurs observées avant 2010.

La mise en place d'un périmètre de protection en 2016 a probablement permis de limiter l'accès à cette station, dont la majeure partie se situe en zone non interdite à la fréquentation.

Il est toutefois difficile d'observer d'ores et déjà les effets de la probable diminution du piétinement sur la zone, d'autant que des événements ponctuels sont venus impacter le peuplement ces dernières années.

A noter qu'en tenant compte uniquement des coraux durs bio-constructeurs (hors zoanthaires) l'évolution est globalement la même depuis 2007 (de 35% à 15 % de la couverture vivante entre 2007 et 2019).

Parallèlement à cette diminution, la colonisation du substrat par les algues se confirme : **le recouvrement algal a pratiquement doublé depuis 2007** (de 47% à 83% en 2019). Les populations algales ne sont toutefois pas statistiquement plus abondantes en 2019 qu'au démarrage des suivis en 2007.

Cette progression s'explique par l'augmentation des macroalgues non calcaires au sein de la couverture vivante (*Turbinaria sp.* principalement) : elles sont passées de 3% du recouvrement en 2007 à 47% en 2019. Leur proportion avait toutefois diminué en 2016 et 2017 (respectivement 16 et 14%). Les houles cycloniques qui ont caractérisé les périodes précédant les campagnes de suivi en 2016 et surtout en 2017 sont probablement à l'origine d'un arrachage massif des macroalgues du substrat.

La part des turfs algaux qui semblait globalement stable depuis 2007 (de 55 à 47% en 2018), est inférieure en 2019 (29%). Les algues encroûtantes calcaires qui étaient absentes en 2018, ont retrouvé les valeurs de recouvrement observées ces dernières années (de l'ordre de 5-6%). Contrairement aux autres communautés algales, les mélobésiées gênent peu la fixation des larves coralliennes. Il se pourrait que les turfs aient en partie recouvert ces algues en 2018, ce qui pourrait expliquer leur absence lors du relevé.

Les cyanobactéries, absentes avant 2012, sont présentes systématiquement, excepté en 2018, dans des proportions variables selon les années. Leur proportion en 2019 est non négligeable (2% de la couverture vivante) mais inférieure à la valeur maximale relevée en 2016 (6%).

Sur la station Nord-est, la couverture corallienne a diminué de moitié entre 2015 et 2019 (de 21 à 11 % de la couverture totale). Elle semble toutefois en légère hausse depuis le précédent suivi (7% de en 2018). Cette tendance sera à confirmer lors des prochaines campagnes.

La couverture algale a parallèlement augmenté entre 2015 et 2019 (de 73 à 83%). La part observée en 2019 est proche de celle, maximale, relevée en 2017, après une légère diminution en 2016 (76%). Cette évolution est à corréliser avec le développement des macroalgues non calcaires (de 34 à 59% de la couverture vivante).

Les turfs algaux, particulièrement abondants en 2017 et 2018 (respectivement 53 et 45% de la couverture vivante), semblent retrouver de proportions de l'ordre de celles observées lors des 1^{ers} suivis (de 28 à 25% entre 2015 et 2019).

La part des mélobésiées (algues calcaires encroûtantes) diminue depuis 2015 où elles représentaient 10% de la couverture vivante. Absentes en 2018 comme sur la station Passe, elles représentent 3,5% des peuplements en 2019.

De manière globale, les dynamiques d'évolution des populations coralliennes et algales sur la station Passe se confirment, à savoir un développement des algues au détriment des colonies coralliennes. Cette évolution demeure inquiétante et semble attester d'un certain déséquilibre du milieu. Les résultats obtenus sur la station de suivi Nord-est Passe plus récemment implantée, confirment cette dynamique, bien que les conditions de milieu jouent également un rôle dans la structuration des peuplements (exposition à l'hydrodynamisme).

Recrutement corallien et oursins diadème

L'évolution des densités de juvéniles de coraux et d'oursins diadèmes sur les deux stations de Petite Terre est représentée sur la Figure 8 :

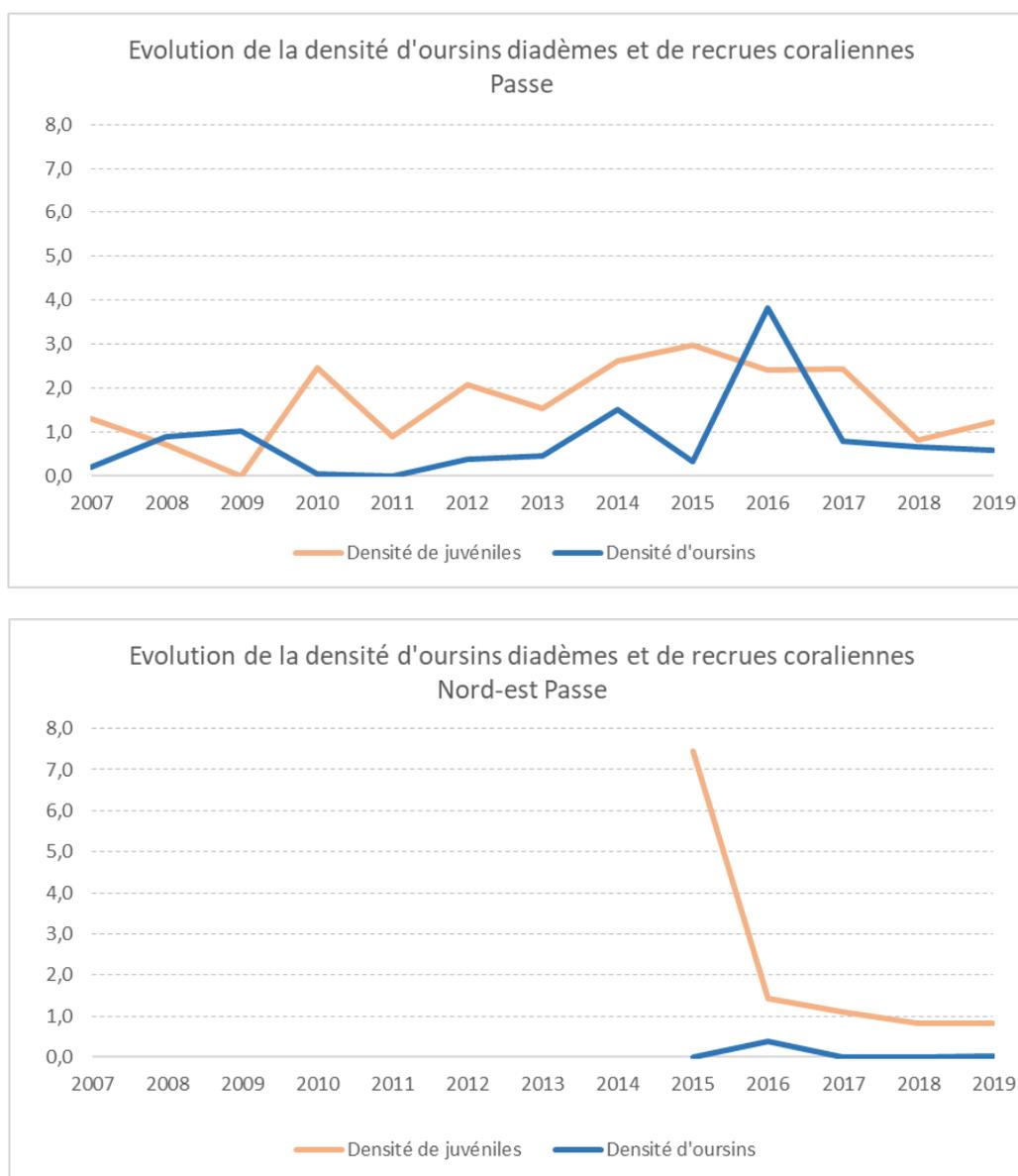


Figure 8 - Evolution de la densité d'oursins diadème et de juvéniles de coraux sur les stations de Petite Terre

Sur la station Passe :

Le nombre moyen de juvéniles comptabilisé en 2019 (1,2 juvénile/m²) est relativement faible mais du même ordre de grandeur que celui relevé en 2007. L'évolution n'apparaît pas statistiquement significative. La densité maximale depuis le début des suivis a été relevée en 2015 (3 juvéniles/m²).

Depuis, la densité de juvéniles avait diminué jusqu'en 2018 (0,8 recrues/m²). Elle semble augmenter légèrement depuis le précédent suivi.

Les épisodes cycloniques majeurs survenus en 2016 et 2017 semblent avoir affecté la densité de recrues coralliennes à partir de T+1 à 2 ans après les événements : si depuis 2015, le nombre de juvéniles était relativement stable, les colonies mères ont pu être dégradées (casse, nécroses...) et la ponte des mois de septembre/octobre² suivants perturbée. Par ailleurs, la fixation des recrues a probablement été perturbée par la colonisation majeure du substrat par les peuplements algaux. Cette chute du nombre de juvéniles est inquiétante. L'évolution suite à l'augmentation relevée en 2019 devra être surveillée avec attention lors du prochain suivi.

Une densité faible en oursins diadème est observée en 2019 sur cette station (0,6 individu/m²). Cette valeur est toutefois supérieure à la densité relevée en 2007 (0,2 individu/m²). Cette évolution n'apparaît pas statistiquement significative. A noter que des amas d'oursins diadème ont été observés hors transect.

En 2016, la plus forte densité depuis le début des suivis avait été enregistrée, soit 3,8 individus/m². La baisse entamée en 2017 pourrait en partie être due à l'influence de la houle cyclonique de 2017 sur ces peuplements mobiles.

Sur la station Nord-est Passe :

Le nombre moyen de juvéniles comptabilisé en 2019 (0,8 juvénile/m²) est sensiblement inférieur à celui de 2015. Ce dernier était apparu relativement élevé avec 7,5 juvéniles/m². La densité de juvéniles est en constante diminution depuis le début des suivis sur cette station en 2015 ; elle semble toutefois stable depuis le dernier suivi. Comme sur la station Passe, il se pourrait que l'influence des houles cycloniques soient indirectement à l'origine de la diminution de la densité en juvéniles entre 2016 et 2017 (1,4 à 1,1 juvéniles/m²).

Ce résultat devra être surveillé lors des prochains suivis, le comptage des recrues des espèces branchues telle que *Porites porites*, particulièrement abondante dans le lagon de Petite Terre, pouvant s'avérer délicat et être soumis à des différences d'appréciation selon l'observateur.

La densité en Oursins diadème en 2019 est quasi nulle (0,03 individu/m²). Elle était nulle les années précédentes, excepté en 2016 (0,4 individus/m²).

Ce déficit en herbivores, régulateurs de la croissance des turfs algaux, peut expliquer en partie le surdéveloppement des peuplements algaux et notamment des macroalgues non calcaires, aux dépens des communautés coralliennes.



Figure 9 - Amas d'oursins Diadème (*Diadema antillarum*) à la fin du transect de la station Passe (hors transect)

² La ponte des colonies coralliennes est un événement lié aux cycles lunaires, qui a lieu fin août, mais également fin septembre et fin octobre (mais les épisodes sont alors de plus faible envergure).

4.2. Les peuplements ichthyologiques

Les relevés ont été réalisés le 16/10/19 pour les deux stations Passe et Nord-est Passe.

Remarque préliminaire :

Lors de discussions avec les différents experts en vue de l'élaboration du chapitre Antilles françaises de l'ouvrage Bilan IFRECOR 2020, des incohérences dans la répartition par groupe trophique de certaines espèces cibles de poissons du suivi AMP ont été relevées. Ainsi, *Paranthias furcifer* est considéré comme planctonophage (et non piscivore), *Aulostomus maculatus* est à classer en tant que carnivore de 1^{er} ordre (et non piscivore) et les 5 espèces de demoiselles sont à classer dans les omnivores (et non les planctonophages).

A la lumière des corrections apportées à la répartition par groupe trophique, l'ensemble des données AMP acquises depuis 2009 a été retravaillé en conséquence pour l'analyse de l'évolution des peuplements ichthyologiques présentées ci-dessous.

Ce travail a été réalisé sur la base des données intégrées dans BD Récifs, qui constitue la base de données nationale de référence.

Compte tenu des anciens modes d'intégration des données (saisie sous Excel et saisie sous Coremo 3 en parallèle certaines années), il subsiste quelques différences entre les données saisies sous Excel (précédemment utilisées dans le cadre des analyses des rapports annuels) et les données intégrées à BD Récifs via Coremo 3. Ces différences sont toutefois mineures et affectent peu l'analyse. Lorsque de grosses incohérences ont été identifiées, une vérification sur les anciennes fiches terrain a été réalisée. La cellule BD Récifs de l'IFREMER a été informée des corrections à apporter aux données dans la BD nationale.

Description synthétique des peuplements ichthyologiques en 2019

Les caractéristiques générales des peuplements sur les deux stations sont présentées dans le Tableau 6 :

Tableau 6 - Caractéristiques des peuplements ichthyologiques sur les stations Passe et Nord-est Passe de Petite Terre en 2019 (sur la base du suivi des 60 espèces cibles)

	Passe	Nord-est Passe
Richesse spécifique	10	11
Nombre d'individus total	311	44
Densité moyenne (ind. / 100 m²)	103,67	14,67
Biomasse moyenne (g / 100 m²)	1678,88	784,51

- ▶ **La richesse spécifique** (sur la base des 60 espèces cibles suivies) est globalement identique sur les deux stations, soit 10 à 11 espèces observées. Cette valeur est similaire à celles relevée en 2018 mais est largement inférieure à la richesse spécifique relevée en 2017 (25 espèces sur la station Passe et 21 espèces sur la station Nord-est Passe).
- ▶ **L'abondance** est largement plus élevée sur la station Passe avec 311 poissons observés sur les 300 m² de suivi (104 individus/100m²), que sur la station NE Passe où seulement 44 poissons ont été observés (15 individus/100m²). Ces observations sont en cohérence avec celles des suivis précédents : les conditions de milieu sur la station Nord-est Passe semblent moins favorables à la présence de l'ichtyofaune, notamment des demoiselles (Pomacentridés), nombreuses sur les formations bioconstruites de la station Passe.
- ▶ **En termes de biomasse**, la moyenne sur la station Passe (1679 g/100m²) est supérieure à celle de la station Nord-est (785 g/100m²), en lien avec l'abondance sensiblement inférieure sur la station Nord-est.

Analyse de la structure trophique en 2019

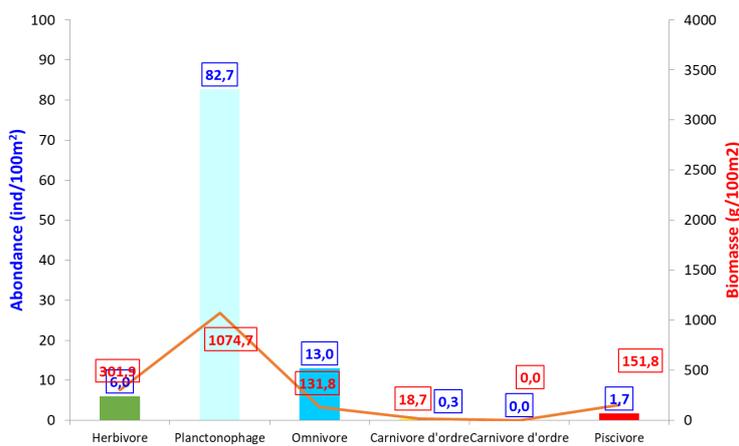
Les régimes alimentaires se répartissent selon les proportions présentées dans le Tableau 7 et illustrées sur la Figure 10.

Nb : les poissons carnivores de 1^{er} ordre se nourrissent préférentiellement d'invertébrés benthiques (mollusques, vers, crustacés). Les carnivores de 2nd ordre ont la même alimentation mais consomment en plus des poissons. Enfin, pour les poissons piscivores, les poissons représentent plus de 80% de l'alimentation.

Tableau 7 - Structure des peuplements ichtyologiques sur les stations de Petite Terre en 2019 (sur la base du suivi des 60 espèces cibles)

	Passe		Nord-est Passe	
	Nb moyen d'individus	%	Nb moyen d'individus	%
Herbivores	6,0	5,8%	3,3	22,7%
Planctonophages	82,7	79,7%	7,7	52,3%
Omnivores	13,0	12,5%	1,3	9,1%
Carnivores de 1 ^{er} ordre	0,3	0,3%	1,0	6,8%
Carnivores de 2 nd ordre	0,0	0,0%	0,0	0,0%
Piscivores	1,7	1,6%	1,3	9,1%

Abondance et biomasse moyenne par groupe trophique
Station Passe



Abondance et biomasse moyenne par groupe trophique
Station Nord-est Passe

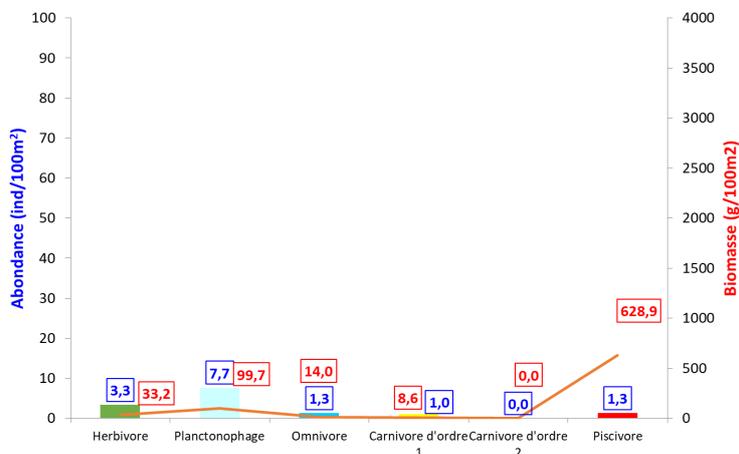


Figure 10 - Abondance et biomasse moyennes de poissons sur les stations de Petite Terre en 2019

Station Passe : le peuplement observé en 2019 se répartit principalement entre les planctonophages et les omnivores qui représentent 95,7% du peuplement (respectivement 79,7 et 12,5%). Viennent ensuite les herbivores (5,8%) et une très faible proportion de piscivores (1,7%) et quelques carnivores de 1^{er} ordre (*Bodianus rufus* ; 0,3% du peuplement).

Les deux espèces *Chromis cyanea* (Demoiselle bleue) et *Chromis multilineata* (Demoiselle brune) dominent largement le peuplement. Les demoiselles sont en effet adaptées aux conditions d'un milieu marqué par la houle. Les *Stegastes* (*adustus* et *leucosticus*) constituent le groupe des omnivores sur la station. Les herbivores sont représentés par les poissons chirurgiens (*Acanthurus bahianus* et *coeruleus*) et dans une moindre mesure les perroquets (*Scarus iseri* et *vetula*), peu abondants en 2019. Les piscivores, (espèces de plus haut rang trophique), sont représentés par *Cephalopholis fulva* (Mérou tanche).

En termes de biomasse, les planctonophages représentent 1075 g/100m² soit la majorité de la biomasse de la station (64%). Les herbivores représentent 18% de la biomasse du peuplement malgré leur faible abondance. Les piscivores sont peu nombreux mais généralement de plus grandes tailles, ils représentent 9% de la biomasse de poissons.

Station Nord-est Passe : en 2019, les planctonophages sont les poissons les plus abondants et représentent la moitié des peuplements (7,7 ind./100 m² soit 52,3%). La catégorie trophique la plus présente est ensuite les herbivores (3,3 ind./100 m² soit 22,7%), contrairement à la station Passe. Les omnivores et piscivores sont ensuite présents en abondance similaire (9,1% des poissons relevés). Quelques carnivores de 1^{er} ordre ont été relevés (*Chaetodon striatus* ; 1,1% du peuplement).

L'espèce la plus observée sur le transect est la Demoiselle *Chromis multilineata* puis le chirurgien *Acanthurus coeruleus* et *Stegastes adustus*.

Les piscivores sont représentés par *Cephalopholis fulva* (Mérou tanche) et *Caranx ruber* (Carangue franche).

En termes de biomasse, les piscivores, souvent de grande taille représentent 80,2% de la biomasse de la station malgré leur faible abondance. Les planctonophages, les plus abondants en nombre, participent ensuite à 12,7% de la biomasse totale. Les herbivores représentent 4,2% de la biomasse sur la station et les omnivores et carnivores de 1^{er} ordre, moins de 3%.



Figure 11 - Banc de chirurgiens bleus et noirs observé sur la station Passe

Analyse par famille et par classe de taille en 2019

La répartition des abondances de poisson par famille et par classe de taille est représentée sur la Figure 12.

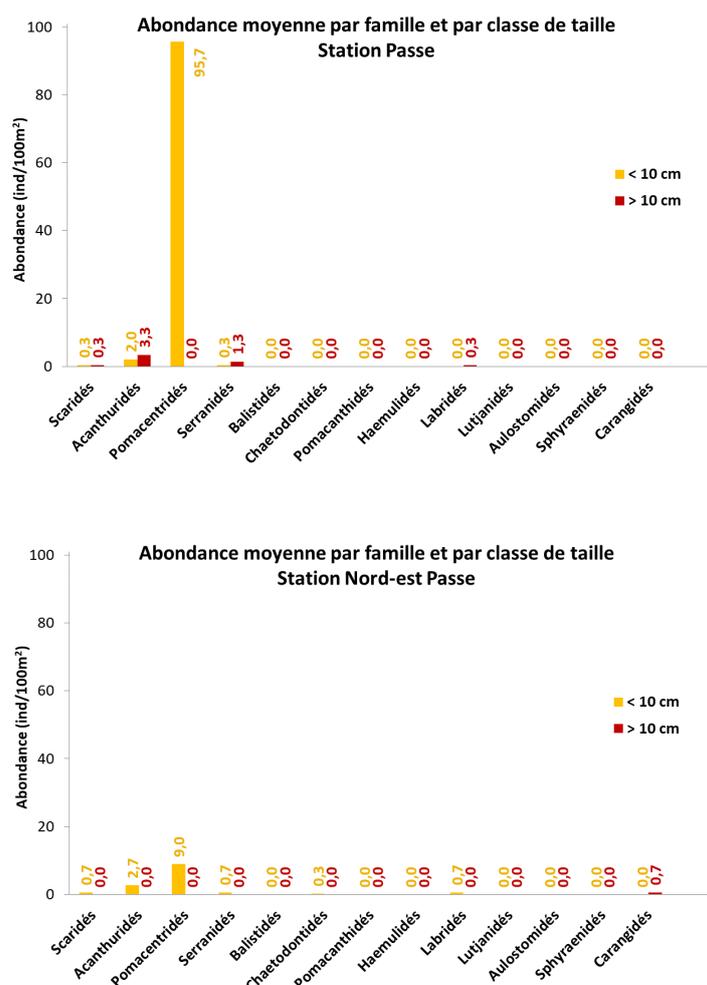


Figure 12 - Abondance moyenne de poissons par famille et par classe de taille sur les stations Passe et Nord-est Passe en 2019

Station Passe : Les pomacentridés dominent largement le peuplement avec 96 ind./100m. Les acanthuridés sont ensuite représentés à hauteur de 5,3 ind./m². Les autres familles (scaridés, serranidés et labridés) représentent chacune moins de 2 ind./ 100 m².

La répartition par classe de taille met en évidence une large majorité de poissons juvéniles sur la station Passe, les poissons <10 cm représentant 95% du peuplement en 2019. Il s'agit principalement de juvéniles de pomacentridés (aucun individu supérieur à 10 cm relevé) et d'acanthuridés. Quelques scaridés juvéniles ont également été observés.

Chez les acanthuridés et serranidés ce sont majoritairement des individus supérieurs à 10 cm qui sont observés.

Station Nord-Est Passe : Les pomacentridés sont largement majoritaires au sein du peuplement ichthyologique de cette station, avec 9 ind./100m². Les acanthuridés sont ensuite représentés à hauteur

de 2,7 ind./m². Les scaridés, serranidés, chaetodontidés, labridés et carangidés sont peu représentés avec moins de 1 ind./100m².

Les individus de taille inférieure à 10 cm sont également majoritaires en 2019 (95% des poissons observés). Ils sont représentés au sein des Pomacentridés où aucun individu adulte n'a été observé, et des Acanthuridés. A l'inverse, l'ensemble des poissons prédateurs (Carangidés) sont supérieurs à 10 cm.

Espèce invasive *Pterois volitans* en 2019

Lors de ce suivi, aucun individu de l'espèce *Pterois volitans* n'a été observé le long du transect sur les stations de Petite Terre.

Compte tenu de sa propagation rapide et de sa présence avérée dans les Antilles françaises, cette espèce continuera d'être relevée lors des prochains suivis.



Figure 13 - Nombreux juvéniles et poissons de petite taille observés sur la station Passe

Évolution sur la période 2009-2019

Station Passe : L'évolution de la structure trophique en termes de densité et de biomasse moyenne sur la station Passe est présentée sur la Figure 14 . La Figure 15 illustre l'évolution de l'abondance par classe de taille.

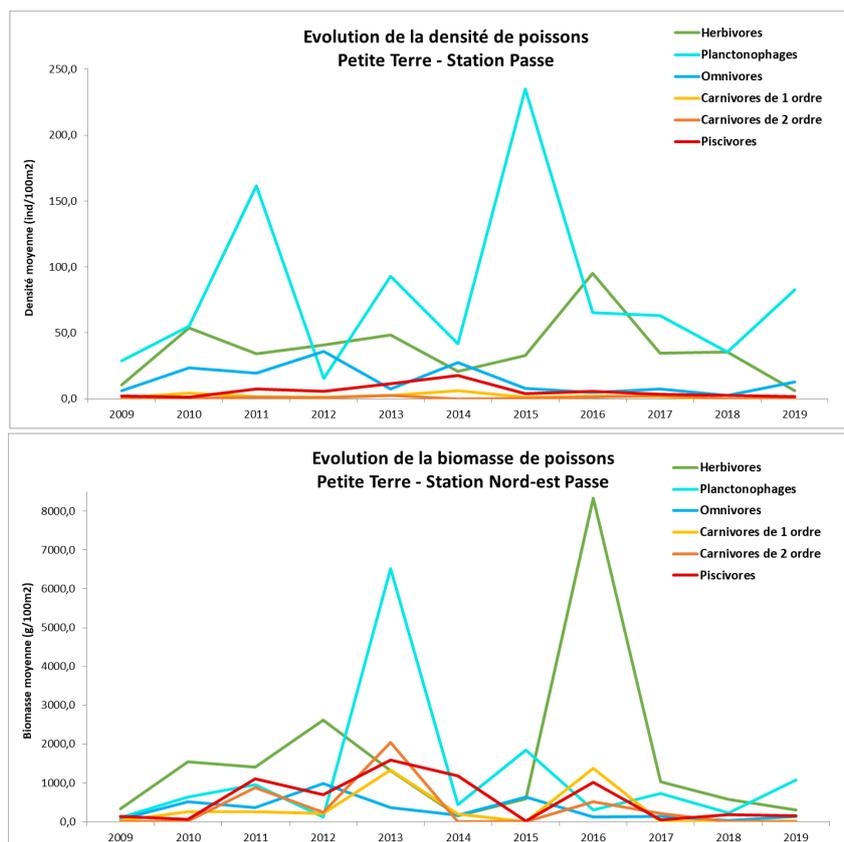


Figure 14 - Évolution de la structure trophique entre 2009 et 2018 sur la station Passe

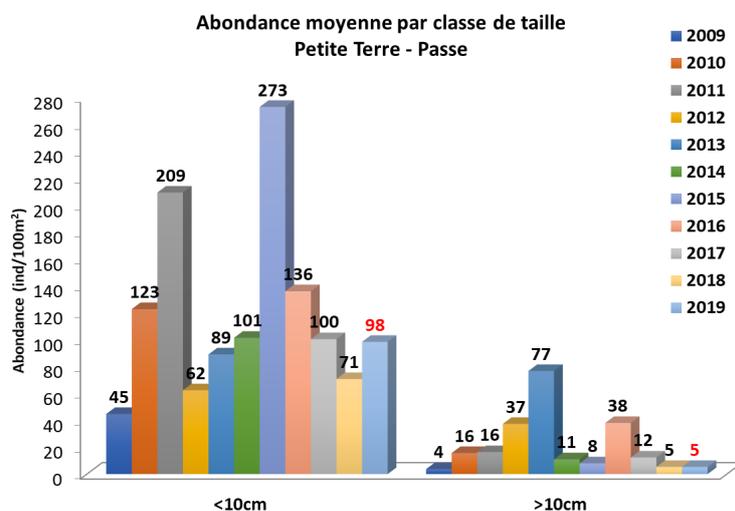


Figure 15 - Évolution de l'abondance par classe de taille entre 2009 et 2019 sur la station Passe

- ▶ **L'abondance globale de poissons a été multipliée par 2 depuis 10 ans.** Elle passe ainsi de 48 individus/100m² à 104 ind./100m². La densité de poissons semble toutefois en diminution depuis 2015 où elle atteignait une densité maximale de 281 individus/100m². La densité globale de poissons est très variable et aucune tendance ne peut encore être dégagée depuis le début des suivis. Cette évolution n'est toutefois pas statistiquement significative.
- ▶ **L'abondance des herbivores en 2019 est inférieure à la valeur de 2009** (de 11 à 6 individus par 100m²). Il s'agit de la densité la plus faible observée depuis le début des suivis et elle a été divisée par 6 entre 2018 et 2019 (de 37,7 à 6 ind./m²). Elle semblait pourtant globalement stable depuis 2010 excepté une valeur plus élevée ponctuellement relevée en 2016 (95 ind./100m²). Compte tenu des fluctuations importantes entre les années de suivi, cette évolution pourrait être le fait de variations interannuelles.
- ▶ **L'abondance des planctonophages a presque triplé**, passant de 34 à 83 individus par 100m² entre 2009 et 2019. La tendance est à l'augmentation depuis 2009 malgré des variations interannuelles marquées depuis le début des suivis. Ainsi en 2015, l'abondance de ce groupe trophique a atteint la valeur maximale de 235 ind./100m².
- ▶ **Aucun carnivore de 2nd ordre n'a été observé en 2019, comme en 2009, et les carnivores de 1^{er} ordre sont peu abondants (0,3 ind./100m²).** Ces derniers sont généralement présents mais en faible densité, avec un maximum de 6 ind./100 m² en 2014.
- ▶ **La densité de piscivore en 2019 est équivalente à celle observée en 2009 (2 à 1,7 ind./100m²).** Ce groupe trophique était relativement bien représenté en 2013 et 2014 (respectivement 11 et 18 ind/100m²).
- ▶ **La biomasse en 2019 est supérieure à celle relevée en 2009 (multipliée par 2,5 environ) :** de 658 à 1679 g/100m². Elle a légèrement augmenté entre 2018 et 2019 (de 1017 à 1679 g/100m²). Cette augmentation est en partie due à la plus forte densité de poissons relevée en 2019. L'augmentation de la biomasse par rapport à 2009 concerne globalement tous les groupes trophiques et plus particulièrement les planctonophages (biomasse multipliée par 10 entre 2009 et 2019). *A contrario*, la biomasse en herbivores a légèrement diminué (de 327 à 301 g/100m²), ainsi que celle des carnivores de 1^{er} ordre (de 32 à 19 g/100m²). La biomasse totale a atteint des valeurs exceptionnellement élevées en 2013 (13145 ind./100m²) et 2016 (11654 ind./100m²) due à une augmentation de la biomasse des planctonophages en 2013 et des herbivores en 2016.
- ▶ **L'analyse de l'évolution par classe de taille met en évidence une majorité de poissons inférieurs à 10 cm quelle que soit l'année de suivi.** Ces observations semblent en faveur d'un rôle de nurserie de cette zone. Elle offre en effet des fonds peu profonds et particulièrement complexes, fournissant de nombreuses caches aux juvéniles. Le fort hydrodynamisme (houle) de cette zone contribue également fortement à la structuration de son peuplement.

Station Nord-est Passe : L'évolution de la structure trophique en termes de densité et de biomasse moyenne sur la station Nord-est Passe est présentée sur la Figure 16. La Figure 17 illustre l'évolution de l'abondance par classe de taille.

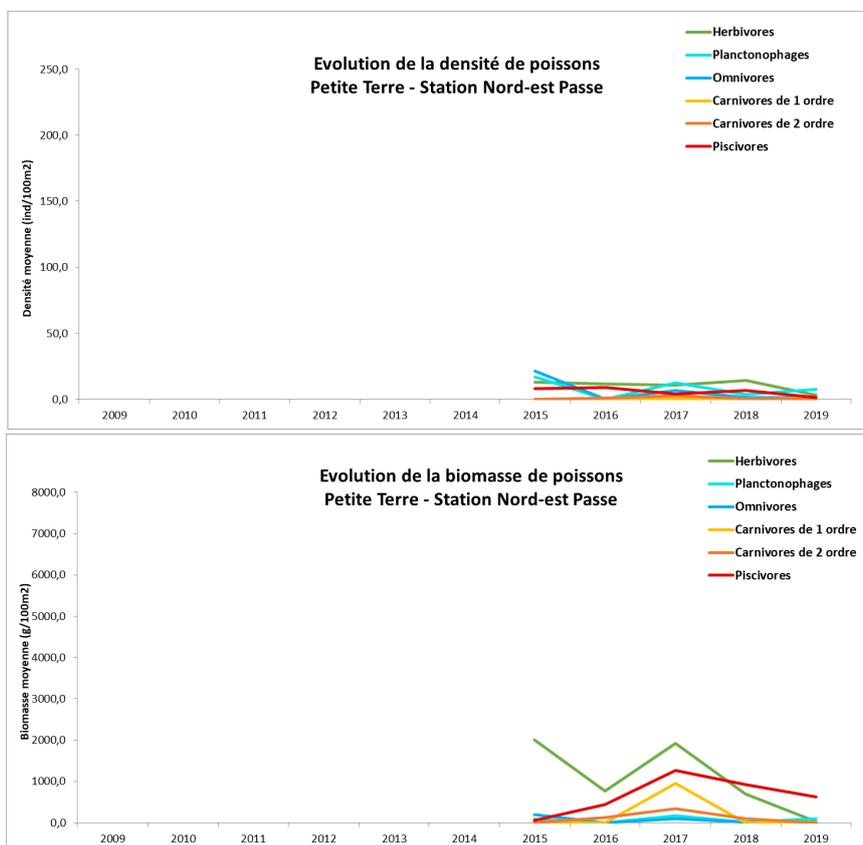


Figure 16 - Évolution de la structure trophique entre 2015 et 2019 sur la station Nord-est Passe

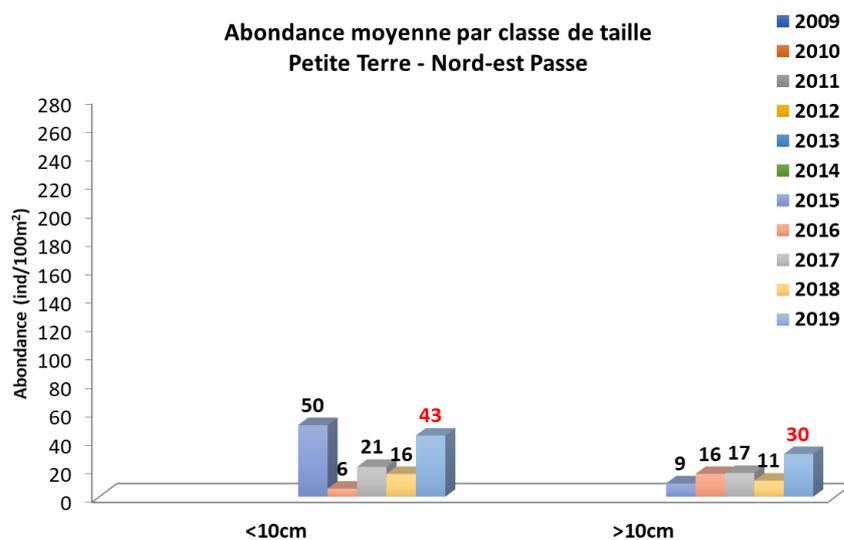
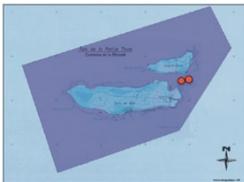


Figure 17 - Évolution de l'abondance par classe de taille entre 2015 et 2019 sur la station Nord-est Passe

- ▶ **L'abondance globale de poissons a été divisée par 4 entre 2015 et 2019, passant de 60 à 15 ind./100m².** Elle a par ailleurs diminué entre 2018 et 2019 (de 27 à 15 ind./100m²).
- ▶ **Tous les groupes trophiques sont concernés par cette diminution.** Elle concerne plus particulièrement les omnivores (de 22 à 1,3 ind./100m²), les piscivores (de 8 à 1,3 ind./100m²) et les herbivores (de 14 à 3 ind./100m²). A noter qu'aucune des espèces cibles de planctonophages et omnivores, pourtant majoritaires en 2009, n'avait été observée en 2016.
- ▶ **La biomasse totale a globalement diminué entre 2015 et 2019, de 2359,9 g/100m² à 784,5 g/100m².** Elle a été maximale en 2017 avec 4749,5 g/100m². Depuis 2015, la biomasse d'herbivores a été divisée par 60 (2010 g/100m² à 33,2 g/100m²) alors que la biomasse des carnivores de 1^{er} ordre et des piscivores a augmenté (respectivement de 0 à 9 g/100m² et de 63 à 629 g/100m²). Les observations courent sur une période plus courte que sur la station Passe (5 ans), cette tendance à la baisse devra être surveillée lors des prochains suivis.
- ▶ Excepté en 2016, les poissons inférieurs à 10 cm sont plus abondants. La différence d'abondance entre ces 2 classes de taille (< et > à 10 cm) est toutefois moins marquée que sur la station Passe. Les poissons de rang supérieur et donc de plus grande taille semblent fréquenter préférentiellement le secteur de la station Nord-est Passe.

	
	
	
<p>STATION PASSE 1 - Vue générale (profondeur : 3 m) 2 – <i>Turbinaria sp.</i> particulièrement abondantes 3 – Nombreux débris colonisés par du turf algal</p>	<p>STATION NORD-EST PASSE 4 - Vue générale (3 m) 5 – <i>Turbinaria sp.</i> et <i>Dictyota sp.</i> colonisent largement le substrat 6 – Zones de sable le long du transect</p>

Planche n°1 : Stations benthos/ichtyofaune de Petite Terre - Caractéristiques principales (15-16/10/19)

<p>Étude réalisée par :  creocean Environnement & océanographie</p>	<p>SUIVI DE L'ETAT DE SANTE DE LA RESERVE MARINE DE PETITE TERRE</p>	<p>Localisation géographique :</p> 
<p>Pour le compte de :  </p>		

4.3. Herbiers et mégafaune associée

Contrairement aux suivis des dernières années, la plongée sur la station de suivi herbier s'est déroulée dans des conditions hydrodynamiques plutôt clémentes. Depuis le passage de la série d'ouragans de 2017, une vague en bordure de plage sur la radiale 3 ainsi qu'une zone de courant plus fort à la pointe de la radiale 1 se sont établis. L'herbier étudié est d'autant plus exposé que la profondeur est faible, localement moins d'1 m.

Description globale et caractéristique de substrat (dans / hors herbier)

Les caractéristiques générales de l'herbier de Terre de Haut sont présentées sur la Figure 18.

							Caractéristique du sédiment		
	Epibiose	Relief	Macrophytes non fixées	Cyano	Bioturbation	Etat de santé	Dans l'herbier	Sédiment nu	
Radiale 1	2, 3 et 4	1	0	0	0	2	2	2	
Radiale 2	3	2	0	0	0	3	2	2	
Radiale 3	2 et 4	1	0	0	0	2	3	3	
Station	2, 3 et 4	1,3	0,0	0,0	0,0	2,3	2,3	2,3	
2018	Moyenne	Présence de 1, 2 et 4	1,3	0,0	0,0	0,3	2,5	3,0	2,0
2017	Moyenne	Présence de 2, 3 et 3	1,3	0,3	0,0	0,0	2,5	2,7	2,7
2016	Moyenne	Présence de 2, 3 et 4	1,0	0,0	0,3	0,0	2,2	2,0	2,0
2015	Moyenne	Présence de 2 et 4	1,7	0,7	1,2	0,0	2,5	3,0	3,0
2014	Moyenne	Présence de 4	1,0	0,0	0,3	0,3	2,0	3,0	3,0
2013	Moyenne	Présence de 3 et 4	1,0	1,0	0,7	0,3	3,0	2,3	2,3

RAPPEL :	EPIBIOSE	1 : pas d'épibiose 2 : algues calcaires 3 : algues filamenteuses 4 : film sédimentaire
	RELIEF	1 : faible (<15cm) 2 : moyen (15-50cm) 3 : fort (>50cm)
	ALGUES / DEBRIS PHANEROGAMES DANS TROUS DE SABLE	0 : quasi absence 1 : abondance
	CYANOBACTERIES	0 : absence 1 : occasionnelles 2 : abondantes
	BIOTURBATION	0 : absence 1 : moyenne 2 : forte

Caractéristiques du sédiments	
1	Vase
2	Sable fin vaseux
3	Sable fin propre
4	Sable grossier propre
5	Macrodébris / cailloutis dominants

Figure 18 - Synthèse des indices des paramètres descriptifs globaux par radiale sur Terre de Haut

L'herbier de Terre de Haut situé en réserve est suivi depuis 2007. Il présente en 2019 :

- ▶ **Un caractère plurispécifique** à *T. testudinum* et *S. filiforme*. L'espèce *Halodule sp.* a également été observée sur les 3 radiales, mais plus particulièrement sur la radiale 2 où elle est majoritaire, tandis que les 2 autres espèces y sont très peu représentées³.
- ▶ **Un état de santé bon à moyen. Les signes de sédimentation semblent plus marqués que lors des précédents suivis sur les radiales 1 et 2.** Cette observation est probablement en lien avec l'accentuation de l'ensablement de cette partie de l'herbier. La réduction de la superficie de l'herbier se confirme.

³ Cette espèce était également présente en 2014, mais a probablement été confondue avec *S. filiforme* par les opérateurs lors du comptage. En 2013, après consultation des notes de terrain, sa présence a été observée mais a priori en très faible abondance.

- ▶ **Un relief peu marqué** (indice moyen : 1,3/3) identique à 2018 et **une absence de bioturbation**.
- ▶ **Un ensablement important**, sur l'ensemble de sa superficie relativement réduite, confirmé depuis le suivi de 2014, et accentué sur certains secteurs par un régime hydrodynamique changeant. L'ensablement est constaté visuellement depuis plusieurs années. Sur certaines zones, les feuilles de *T. testudinum* dépassent à peine de quelques cm du substrat. Sur certains secteurs, *a contrario*, le sable a disparu depuis les fortes houles de 2017 et le substrat rocheux a été mis à nu. L'herbier n'y est alors plus présent : c'est le cas au début de la radiale 1 au plus près de la côte, où la profondeur lors du suivi était inférieure à 50 cm d'eau.
- ▶ **Un substrat constitué de sable fin légèrement vaseux sur les radiales 1 et 2** au sein de l'herbier et dans les zones de sédiments non colonisées par les phanérogames. **Le long de la radiale 3, le substrat est plutôt du sable fin propre**. La sédimentation semblait en effet visuellement plus marquée sur la partie ouest de l'herbier.
- ▶ **Une épiphytose variable selon les radiales**, avec la présence d'un film biosédimentaire et d'algues calcaires encroûtantes sur les feuilles des radiales 1 et 3. Le long de la radiale 2, les plants d'*Halodule sp.* sont colonisés par des algues filamenteuses relativement abondantes.
- ▶ **Aucune cyanobactérie n'a été observée au sein de l'herbier comme en 2017 et 2018**.

Mitage/fragmentation des herbiers

Les résultats ont mis en évidence :

- ▶ **Plusieurs points de rupture** au niveau des sous-stations 1 et 2, soit des zones de substrat nu de largeur >2m. Ainsi, les 10 premiers mètres de la radiale 1 ne sont toujours pas colonisés par de l'herbier, et ce depuis les fortes houles cycloniques de 2017. Le substrat mis à nu est constitué d'une alternance de roche et de sable. La sous-station 3 présente quant à elle un taux de recouvrement de 100%. Cette radiale présentait en 2018 des zones de mitages en début et fin de radiale, vraisemblablement colonisées depuis. Aucun signe de mitage (zones de substrat nu <2m) n'a été observé sur ces 3 radiales en 2019.
- ▶ **Des signes de fragmentation** le long des radiales 1 et 2, où le taux de fragmentation est respectivement de 36 et 28%. Le taux de fragmentation moyen, calculé sur la base des relevés sur 3 radiales est assez élevé, avec **21,3 % de l'herbier fragmenté** (78,7% de recouvrement). Il s'agit du taux de fragmentation le plus élevé depuis 2013 (date de mise en œuvre du protocole LIT). Il était de l'ordre de 13% en 2018. Les limites en sortie d'herbier sont stables.
- ▶ L'ensablement de l'herbier et sa régression vers le nord-ouest constatés depuis plusieurs années se poursuivent. Ces effets ont été accentués par les houles cycloniques marquées de la saison 2017. Le relatif retour à « l'équilibre » de cet herbier après ces perturbations ponctuelles s'avère compliqué compte tenu du changement de conditions hydromorphologiques sur la zone d'une année sur l'autre (déplacement de banc de sable notamment).

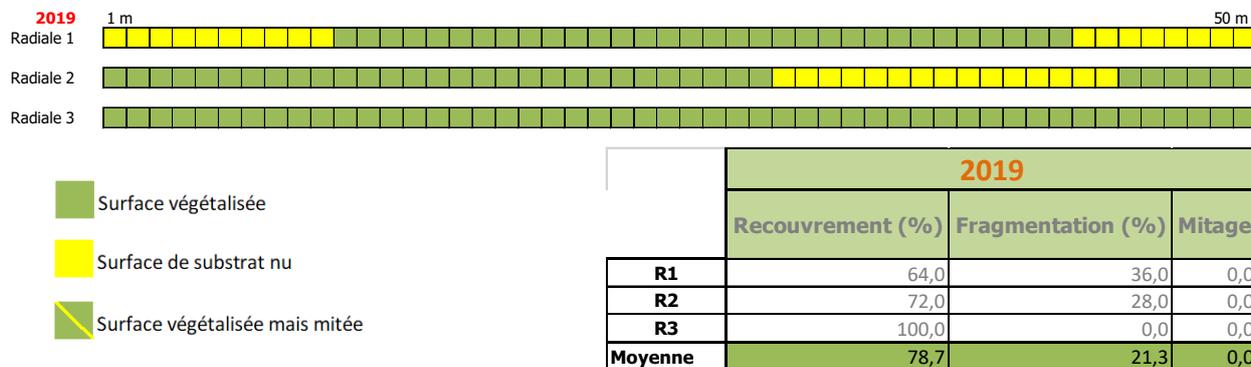


Figure 19 - Représentation schématique et caractérisation de la fragmentation de l'herbier de Petite Terre en 2019

Densité de l'herbier en 2019 et évolution 2017-2019 (Figure 20)

En 2019, l'herbier mixte de Terre de Haut a présenté la densité cumulée des deux espèces la plus faible depuis le démarrage des suivis en 2007 (453 plants/m²)⁴. La densité de *Thalassia testudinum* qui avait légèrement augmenté entre 2017 et 2018, atteint sa plus faible valeur depuis 2007 (273 plants/m²). Il en est de même pour *Syringodium filiforme* (180 plants/m² en 2019) dont la densité a été divisé par 6,6 depuis son apparition sur la station en 2010. Ces diminutions ne sont pas apparues statistiquement significatives.

La densité en *T. testudinum* est supérieure à celle de *S. filiforme* en 2019. La répartition est toutefois hétérogène au sein de l'herbier. Ainsi sur les radiales 1 et 2 situées à l'ouest de la station, l'espèce *S. filiforme* prédomine au détriment de *T. testudinum*. Inversement, sur la radiale 3 à l'est de la station, la densité de *T. testudinum* apparaît élevée (680 plants/m²) contrairement à l'espèce *S. filiforme* (35 plants/m²). A noter que sur la radiale 2, l'espèce *Halodule sp.* est largement dominante et ces deux espèces sont peu représentées.

Contrairement à 2018, aucun fruit de *Thalassia testudinum* n'a été observé. Cette fructification ne semble toutefois pas avoir eu une influence notable sur la densité de l'herbier.

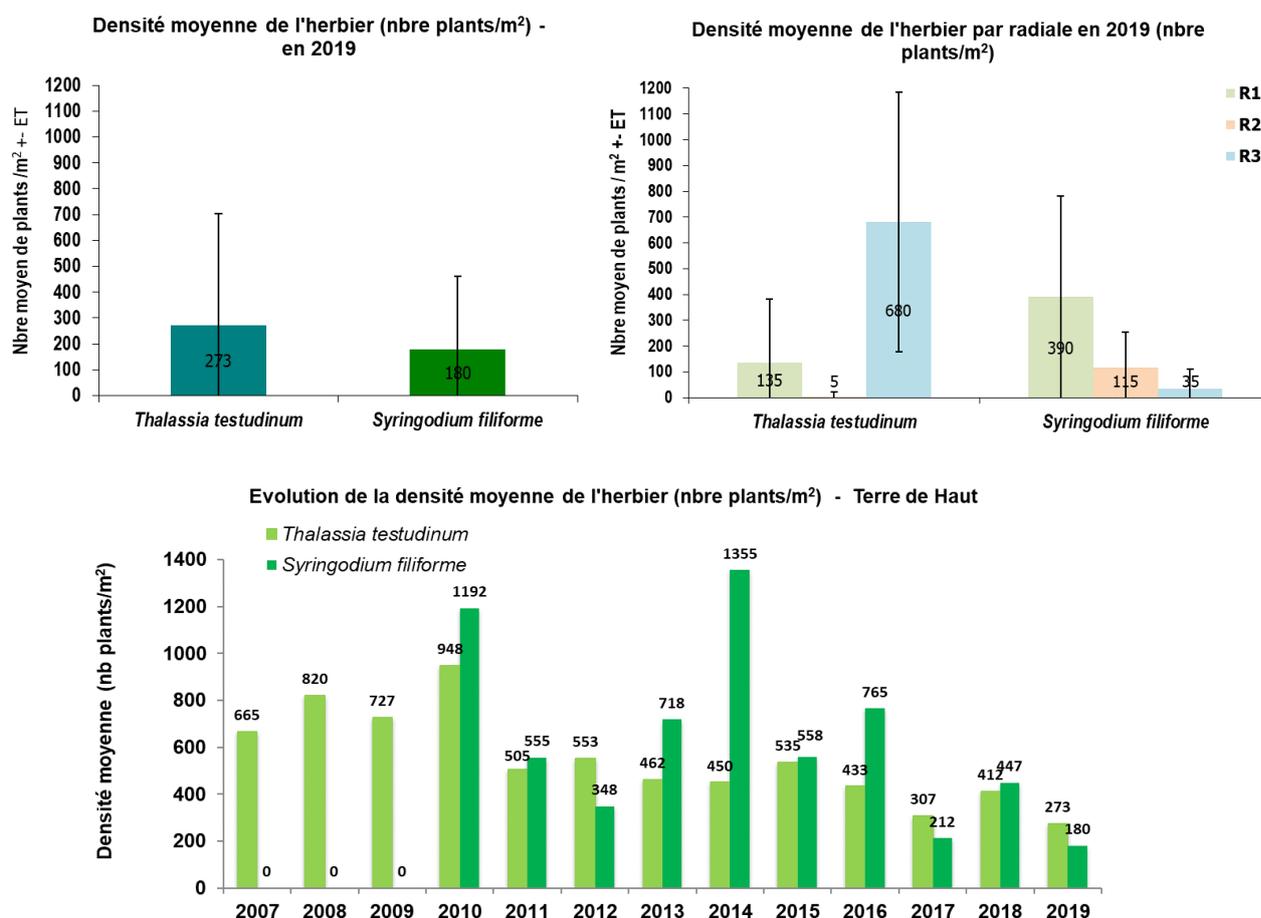


Figure 20 - Densité de plants en 2019 sur l'herbier de Terre de Haut (en haut) et évolution 2007-2019

⁴ A noter que lors du suivi 2014, les espèces *S. filiforme* et *Halodule sp.*, présentes uniquement sur la radiale 2, ont été comptabilisées sans distinction par les observateurs. La densité en *S. filiforme* relevée (particulièrement importante), a probablement été surestimée pour l'année 2014. La densité sur la radiale 2 où est présente *Halodule sp.* est en effet apparue particulièrement élevée (2635 plants/m² contre 440 en 2015).

Longueur de feuilles en 2019 et évolution 2007-2019

En 2019, la longueur des feuilles de phanérogames est faible, en lien avec l'ensablement d'une grande partie de l'herbier. Elle est en moyenne de 5,9 cm pour *Thalassia testudinum* et 7,2 cm pour *Syringodium filiforme*. La longueur des feuilles de *T. testudinum* est légèrement supérieure le long de la radiale 1 (4,7 cm), tandis que les feuilles de *S. filiforme* les plus longues sont observées le long de la radiale 3 (7,7 cm).

La hauteur des feuilles de *Thalassia sp.* a diminué depuis 2007. Cette baisse ne semble pas significative statistiquement. Elle semblait relativement stable entre 2013 et 2018 mais a diminué entre 2018 et 2019 (de 5,5 à 4,3 cm). L'espèce *Syringodium sp.* est mesurée depuis 2013 (date de mise en œuvre du nouveau protocole de suivi). La hauteur des feuilles de *S. filiforme* a également diminué, notamment entre 2016 et 2018 et semble stable depuis le dernier suivi (statistiquement non significative).

L'ensablement général de la zone d'herbier explique en partie la faible hauteur de la canopée. Les conditions de milieu caractérisées par un régime hydrodynamique fort associé à la très faible profondeur (<1 m par endroits) constituent également des facteurs amplificateurs.

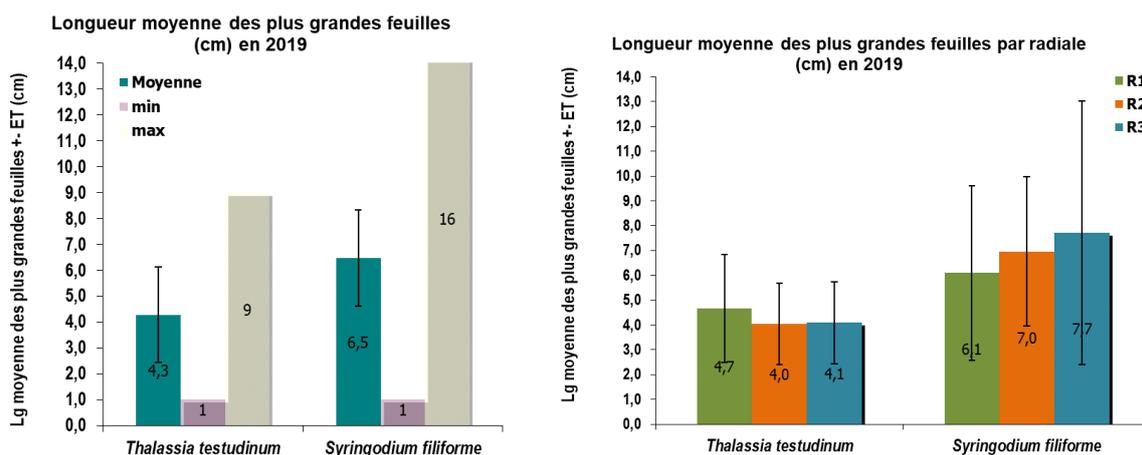


Figure 21 - Longueur de feuilles en 2019 sur Terre de Haut (en haut) et évolution 2007-2019

Mégafaune associée aux herbiers

En 2019, seuls des oursins ont été observés au sein de l'herbier (Figure 22). Les espèces concernées sont *Diadema antillarum* (sp. 2) et *Tripneustes ventricosus* (sp. 1) qui représentent respectivement 0,1 et 1,7 individus/100m². Des oursins perforants (*Echinometra lucunter*) sont également présents en abondance. Ils ne sont pas inféodés à l'herbier (présence au niveau des roches au sein de l'herbier uniquement) et sont de ce fait non pris en compte dans le relevé (nb : ils ont toutefois été comptabilisés par l'observateur en 2018 et sont présentés en tant que sp. 3 sur le graphe ci-dessous).

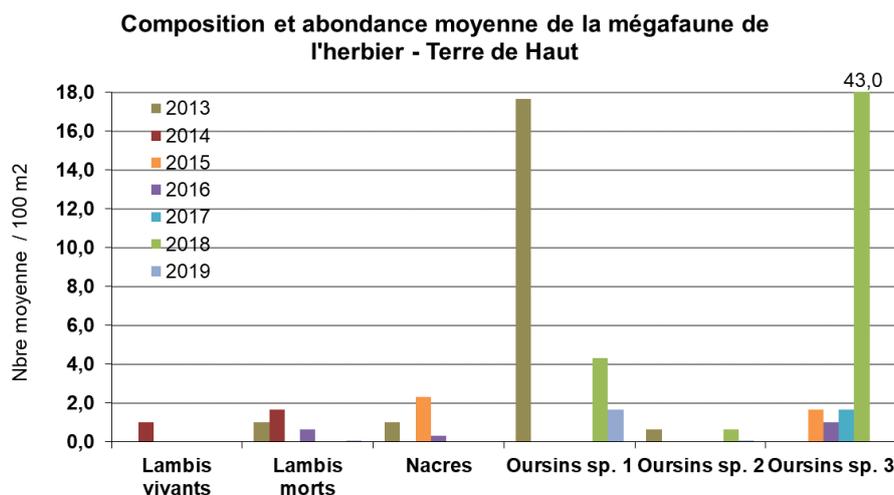


Figure 22 - Composition et abondance de la mégafaune sur l'herbier de Terre de Haut en 2019

Évolution des populations de lambis sur la période 2007-2019

Au cours des 4 derniers suivis, aucun lambi vivant n'a été observé au sein de l'herbier. La densité de lambis vivants au sein de l'herbier a globalement diminué de 2009 à 2014 (1 individu vivant / 100 m²), puis est demeurée nulle jusqu'en 2019.

L'observation d'individus morts est en baisse depuis 2011 (de 4,83 à 0,33 ind. /100 m² en 2019).

La régression de l'herbier contribue probablement à la diminution du nombre de lambis sur cette zone, non représentatif toutefois du stock à l'échelle du lagon.

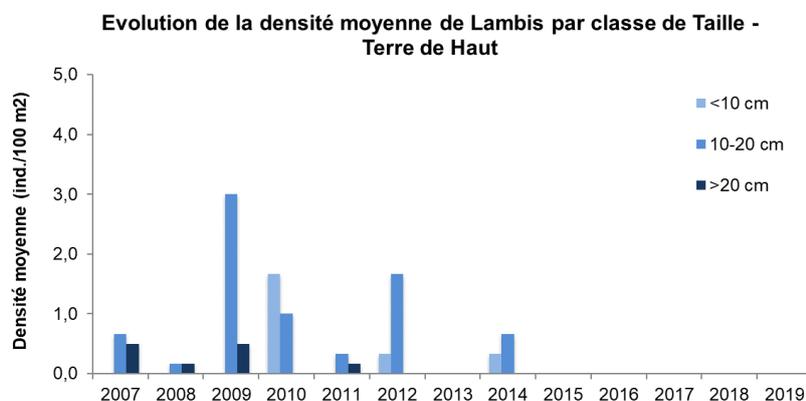


Figure 23 - Évolution de la densité moyenne de lambis vivants par classe de taille sur l'herbier de Terre de Haut entre 2007 et 2019

Ces résultats ne sont toutefois pas représentatifs de l'évolution du stock de lambis à l'échelle du lagon de Petite Terre. La taille très réduite de l'herbier, en régression vers le nord-ouest ne permet pas en effet de réaliser un échantillonnage optimisé des lambis. En parallèle de ce suivi méga-faune de l'herbier, le suivi spécifique des lambis par vidéo tractée a également été mis en œuvre sur l'ensemble du lagon de Petite Terre (et non plus seulement au niveau de la station herbier), comme depuis 2013. Les résultats de ce suivi sont présentés dans le paragraphe suivant.

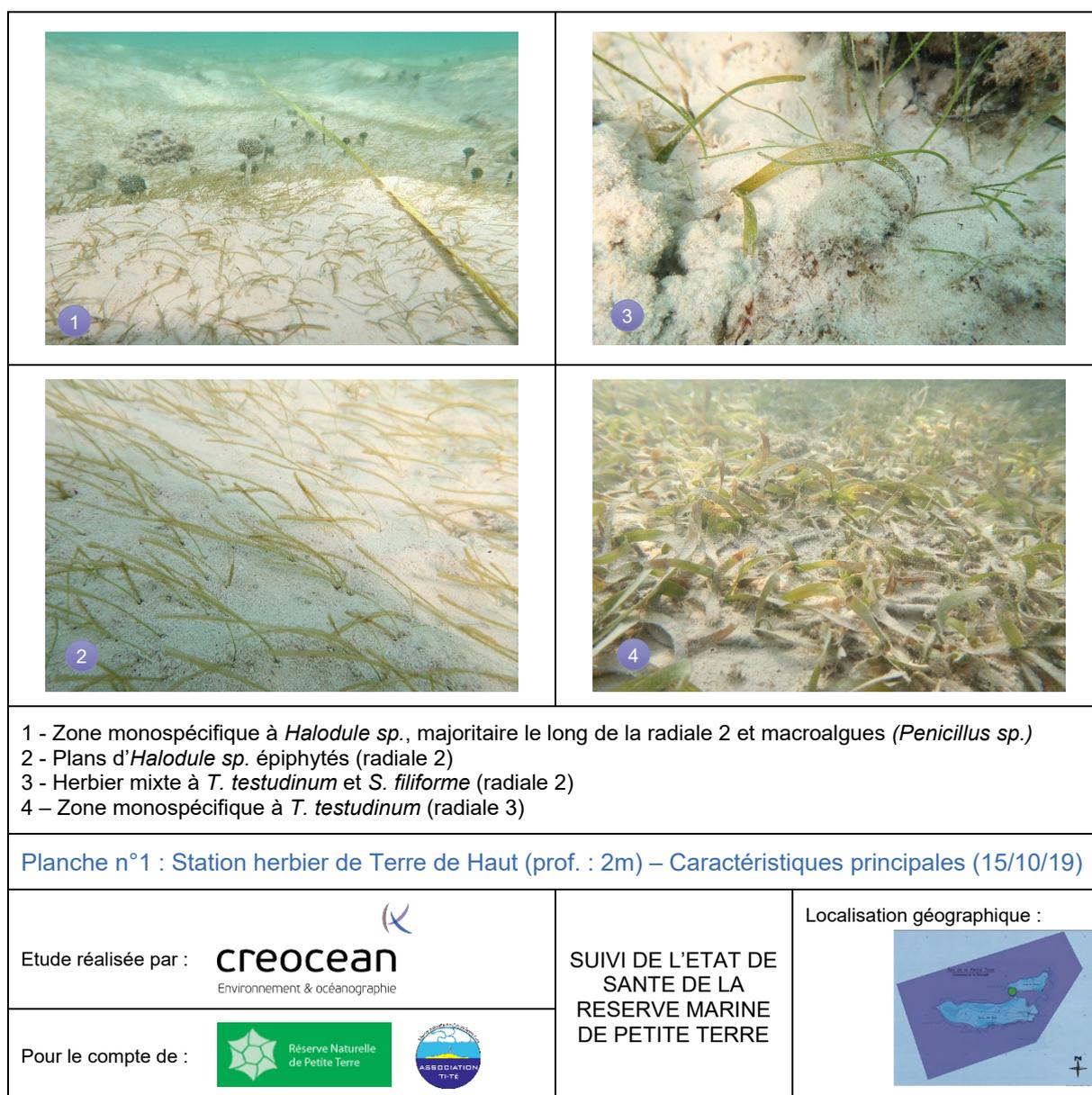


Figure 24 - Illustrations de la station de suivi des herbiers de Petite Terre

4.4. Conclusions

Les différents suivis ont permis de mettre en évidence les principaux points suivants :

Concernant les peuplements benthiques :

- ▶ La structure du peuplement benthique est globalement similaire sur la station Passe et sur la station Nord-est Passe : les peuplements sont largement dominés par les algues (couverture du substrat de 76 à 85%) représentées par des macroalgues non calcaires et dans une moindre mesure par des turfs algaux. Les couvertures coralliennes sont faibles, notamment sur la station Nord-est Passe. Le genre *Porites* est toujours largement majoritaire sur les deux stations (espèce digitée *P. porites* et *P. astreoïdes*). Le genre *Millepora* (corail de feu) n'a pas été relevé sur la station Passe en 2019 ; il avait été observé en proportion non négligeable sur cette station lors des deux dernières années de suivi alors qu'il n'avait pas été relevé en 2016. La station nord-est Passe révèle une proportion de substrat nu non colonisé relativement élevée.
- ▶ La couverture corallienne a diminué de près de moitié depuis 2007 sur la station Passe, alors que les peuplements algaux ne cessent de se développer. Elle est toutefois légèrement supérieure en 2019 par rapport à 2018.
- ▶ La régression de la couverture corallienne sur la station Nord-est Passe est également confirmée depuis 2015 (divisée par 2), malgré une légère hausse enregistrée entre 2018 et 2019. Parallèlement, la part des peuplements algaux a sensiblement augmenté.
- ▶ La densité d'oursins est quasi-nulle sur la station Nord-est Passe et très faible sur la station Passe.
- ▶ La densité de coraux juvéniles est faible sur les deux stations (<1 individu/m²) et inquiétante pour la régénération des populations coralliennes.

Concernant les peuplements ichtyologiques :

- ▶ Sur la station Passe, les peuplements sont majoritairement composés de planctonophages et d'omnivores en 2019. Sur la station Nord-est, les planctonophages dominent également, suivi herbivores. Les espèces de haut rang trophique sont rares.
- ▶ Sur les deux stations les peuplements sont majoritairement composés de poissons de petite taille (<10 cm), et plus particulièrement sur la station Passe.
- ▶ Après de fortes fluctuations depuis 2009, la densité et la biomasse du peuplement de poisson sur la station Passe sont supérieures au premier suivi. Cette différence n'apparaît toutefois pas statistiquement significative. Depuis 2016, la tendance est à la baisse de densité et de biomasse du peuplement ichtyologique.
- ▶ Sur la station Nord-est, les fluctuations interannuelles sont plus faibles et les densité et biomasse relevées en 2019 sont inférieures à celles de 2015.

Concernant les peuplements d'herbiers et la mégafaune associée :

- ▶ La physionomie de l'herbier a été bouleversée depuis les houles cycloniques qui se sont succédées en 2017. Des mouvements sédimentaires ont entraîné l'ensablement de certains secteurs mais également la mise à nu du substrat rocheux sur d'autres secteurs. L'hydrodynamisme sur la station est toujours modifié (courant important à la pointe de la radiale 1, vague au niveau du bord de plage sur la radiale 3).
- ▶ Les signes de fragmentation et de mitage apparaissent de plus en plus prononcés (taux moyen de fragmentation de 21%) surtout sur la radiale 1 (36%). Sur cette dernière, l'herbier est toujours absent de la 1^{ère} partie de la radiale mais également en fin de radiale en 2019.

- ▶ La densité des herbiers en 2019 a sensiblement diminué, atteignant sa valeur la plus basse depuis le démarrage des suivis. La densité de *Thalassia testudinum* est légèrement supérieure à celle de *Syringodium filiforme*.
- ▶ La hauteur moyenne de la canopée est faible, en lien avec l'ensablement de localement par le fort régime hydrodynamique.
- ▶ La diminution de la densité en *T. testudinum* depuis 2007 et de *S. filiforme* depuis 2010, année de son apparition est relativement marquée.
- ▶ La diversité et l'abondance des espèces d'invertébrés associés à l'herbier sont faibles.
- ▶ Comme lors des 3 années précédentes, aucun lambi n'a été observé au sein de l'herbier. Ce résultat n'est toutefois pas représentatif du stock de lambis à l'échelle du lagon. Le suivi par vidéo tractée à l'échelle du lagon, présenté ci-dessous, a permis de réaliser une évaluation plus représentative de la population de lambis à Petite Terre.

4.5. Suivi spécifique des lambis par vidéo tractée à l'échelle du lagon

Les prises de vue vidéo ont été réalisées le long des 5 transects échantillonnés annuellement depuis 2013, orientés d'ouest en est (Figure 25), soit face au courant. Les profondeurs sont comprises entre 1,5 - 2 m (transects 4 et 5) et 3 - 4 m (transects 1, 2 et 3). L'orientation et la hauteur de la caméra sont guidées par un opérateur intervenant depuis l'embarcation.

NB : depuis 2013, les suivis ont été réalisés en septembre-octobre, excepté en 2016 : suite à un problème technique, celui-ci a dû être reporté en janvier 2017.

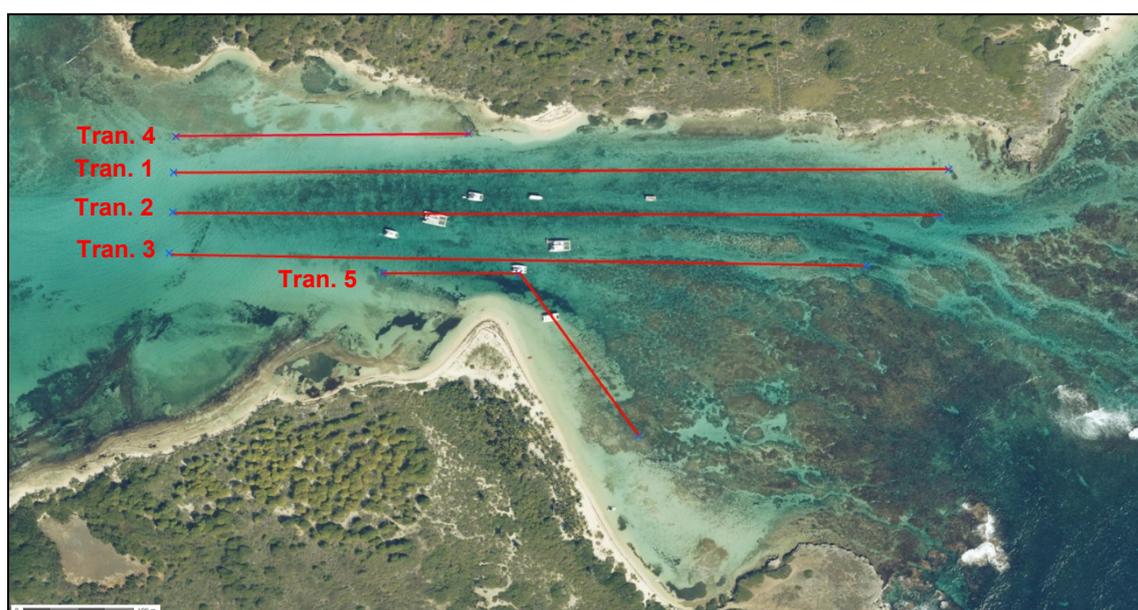


Figure 25 - Localisation des transects d'échantillonnage

L'analyse des fichiers vidéo a mis en évidence les observations suivantes :

En 2019 : (Tableau 8, Figure 26)

NB : Suite à des contraintes logistiques lors de la mission à Petite Terre, le suivi des lambis a eu lieu en matinée. La luminosité au moment des prises de vues n'a pas permis de repérer les points des lasers lors du traitement des vidéos a posteriori. Aussi, la taille du champ de comptage et donc la surface échantillonnée n'a pu être déterminée avec certitude mais a été estimée.

- ▶ Sur l'ensemble des 5 transects, **144 individus** ont été observés, dont 114 a priori vivants, sur une superficie totale estimée à **4183 m²**. La densité moyenne sur le secteur du lagon étudié peut donc être estimée à 3,4 individus/100m². Ce recensement ne revêt toutefois pas un caractère exhaustif mais constitue **un état** à une saison donnée, dont il sera possible de suivre l'évolution lors de suivis ultérieurs, par la mise en œuvre **du même protocole**.

Par ailleurs, ce nombre inclut les lambis vivants mais également les lambis morts. Il apparaît en effet difficile de distinguer les coquilles vides des lambis vivants sur les images vidéo avec cette méthode d'échantillonnage, excepté quand l'ouverture de la coquille est orientée vers le haut. Ainsi, sur les 144 individus comptabilisés, **a minima 30 sont des lambis morts**. Il s'agit en quasi-totalité d'individus juvéniles (29 individus) et d'un sub-adulte.

Une partie des juvéniles pourraient avoir été prédatés par exemple par des chatrous (trous caractéristiques régulièrement observés lors des plongées) ou par d'autres prédateurs.

Un fort régime hydrodynamique pourrait également être à l'origine de la mortalité de lambis.

- ▶ On observe de **fortes disparités selon les transects** : le nombre le plus élevé d'individus a été observé le long du transect 2 (52 individus), et dans une moindre mesure sur le transect 5, qui longe les mouillages les plus proches de la plage (47 individus). Les individus semblent généralement regroupés en agrégats sur certains secteurs spécifiques (zone de débris coralliens par exemple). Le transect 5 présente une densité sensiblement plus élevée que les autres (11,4 individus/100m²), suivi du transect 2 (4,7 ind./100m²). Inversement, sur le transect 4 situé au nord du lagon, à proximité de la station de suivi herbier, seuls 3 lambis ont été observés, pour une densité très faible (0,6 individus/100m²).
- ▶ **La répartition des individus observés au sein des 3 classes de taille est très déséquilibrée, contrairement aux précédents suivis** : la grande majorité des individus observés sont des juvéniles (<10 cm), soit 110 lambis sur les 144 observés. A noter toutefois qu'*a minima* 29 d'entre eux étaient morts. Respectivement 16 et 18 sub-adultes (entre 10 et 20 cm) et adultes (>20 cm) ont été recensés.

Tableau 8 - Synthèse des surfaces échantillonnées, nombre d'individus observés et densités sur les cinq transects en octobre 2019

	Transect 1	Transect 2	Transect 3	Transect 4	Transect 5
Estimation de la surface échantillonnée (m ²)	1254	1111	920	486	412
Nombre d'individus observés	17	52	25	3	47
Densité (ind./100 m ²)	1,4	4,7	2,7	0,6	11,4

	Nombre de lambis morts observés			TOTAL
	Juvenile (<10 cm)	Subadulte (10-20 cm)	Adulte (20 cm)	
Tr. 1	3	0	0	3
Tr. 2	2	0	1	3
Tr. 3	6	0	0	6
Tr. 4	0	0	0	0
Tr. 5	18	0	0	18
	29	0	1	30

Densité de Lambis par classe de taille et surfaces échantillonnées sur les 5 transects

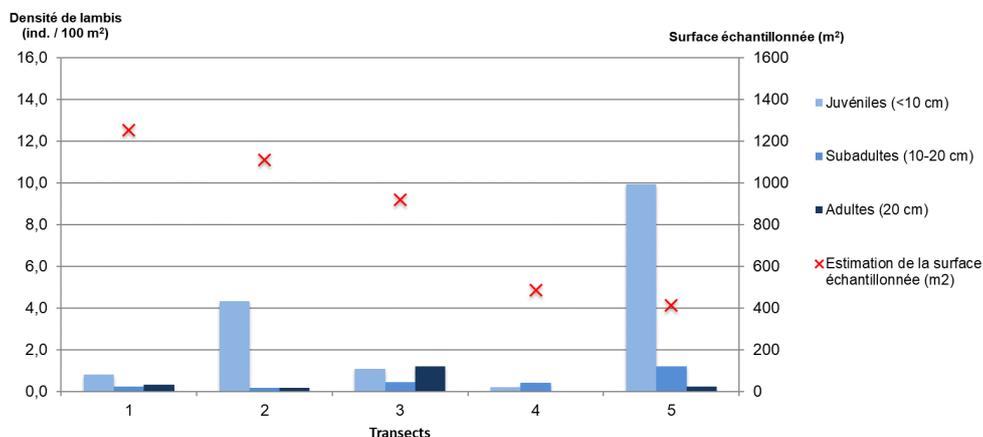


Figure 26 - Densité de lambis par classe de taille sur les cinq transects en octobre 2019 (ind./100 m²)

Entre 2013 et octobre 2019 :

Remarques préliminaires :

En 2016, contrairement aux années précédentes, le suivi n'a pas pu être réalisé en septembre/octobre mais en janvier 2017. Dans le cadre de la comparaison des résultats avec les années précédentes, un biais dû à deux facteurs distincts, détaillés dans le rapport de suivi correspondant (Créocéan, 2017), est à prendre en considération :

- ▶ **Les migrations saisonnières probables de *Strombus gigas*** (fréquentation de certains types d'habitats en fonction de l'âge des individus et des périodes de l'année et migration reproductive saisonnière variant selon la zone géographique et l'âge des individus en zones exploitées).

→ *Non connues à ce jour pour les lambis présents dans le lagon de Petite Terre. Les suivis réalisés généralement début/mi-septembre interviennent vraisemblablement en fin de période de reproduction.*

- ▶ **La période de pêche autorisée de l'espèce** (arrêté 2002/1249) qui s'étend du 1^{er} octobre au 31 décembre jusqu'aux fonds de 25 m et jusqu'au 31 janvier au-delà des fonds de 25 m.

→ *Le suivi réalisé en janvier 2017 intervenait en fin de période de pêche autorisée de l'espèce. Le site de suivi se situe en réserve mais les lambis se déplacent très probablement entre l'extérieur et l'intérieur du périmètre de protection.*

En 2018, de mauvaises conditions de mer (houle et courant) et une faible visibilité ont rendu l'exploitation des vidéos difficile, au niveau du comptage des lambis mais surtout sur l'estimation de la surface échantillonnée.



Figure 27 - Illustrations de lambis observés lors de la mise en œuvre de la vidéo tractée en 2019 (transect 1 à gauche, transect 5 à droite)

La densité de lambis observée en septembre-octobre (soit avant ou début de la période d'autorisation de pêche réglementée) semble globalement plus faible sur la période 2017-2019 que sur la période 2013-2015. L'influence des houles cycloniques de l'année 2017 pourrait y avoir contribué (Figure 28).

- ▶ La superficie totale échantillonnée est dépendante de la largeur du champ de comptage et donc de la hauteur de la caméra par rapport au fond. **En octobre 2019 elle est de 4183 m²**, soit inférieure à celle estimée en 2018 (5168 m²), mais supérieure à celles de 2015 et 2016. (Figure 28). Le calcul de la densité ramenée /100 m² permet de comparer les densités en fonction des années.
- ▶ En octobre 2019, la densité globale à l'échelle des cinq transects est de **3,4 ind./100 m²** (Figure 28). **Cette valeur est parmi les plus faibles observées pour la même période de l'année (septembre-octobre), bien que supérieure à la densité la plus faible observée en 2018 (1,4 ind./100 m²)**. En 2018, la surface d'échantillonnage estimée pourrait toutefois avoir été légèrement surévaluée à cause de la houle et d'une mauvaise visibilité.
- ▶ En janvier 2017, une densité sensiblement inférieure avait été observée (2,8 ind./100 m²) possiblement en lien avec la période de suivi et la pression de pêche exercée sur les lambis hors réserve depuis l'ouverture de la pêche (hors éventuels actes de braconnage au sein de la réserve). L'influence de ces deux facteurs reste toutefois difficile à confirmer et à évaluer (une seule campagne réalisée au mois de janvier, manque de connaissance sur les déplacements des lambis de cette zone). La possible influence des facteurs « saison » et « pression de pêche (hors réserve) » ne permet pas de comparer l'évolution des effectifs de lambis au sein du lagon de Petite Terre entre ce suivi 2017 et les autres suivis réalisés en septembre-octobre. A noter que des variabilités interannuelles peuvent exister du fait de l'écologie du lambi (migrations, etc.). Les facteurs climatiques peuvent venir accentuer ces variabilités.

Evolution de la densité globale de lambis observée entre 2013 et 2019

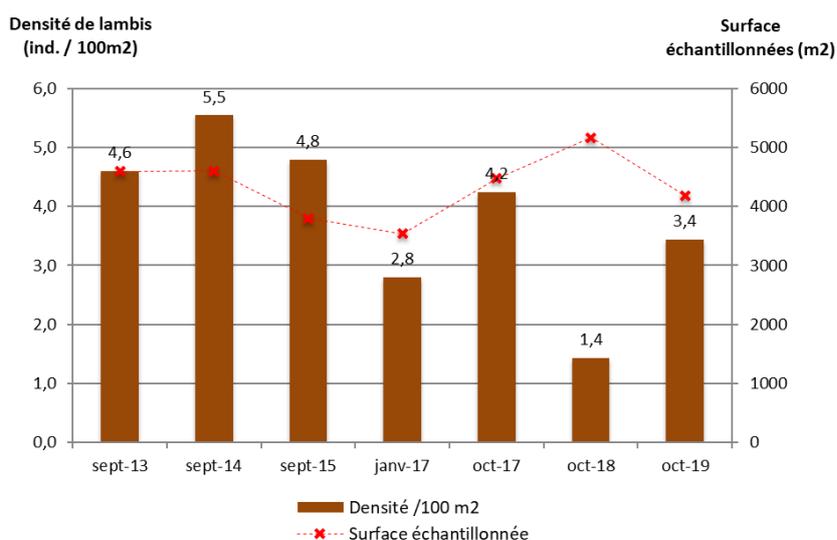


Figure 28 - Évolution de la densité de lambis et de la surface échantillonnée sur les cinq transects entre 2013 et 2019

En 2019, les lambis semblent se concentrer sur les petits fonds côtiers le long de la plage de Terre de Bas (Transect 5) et au centre de la passe (Transect 2). L'analyse des résultats depuis 2013 semble montrer que de manière générale, les lambis privilégient la zone côtière au sud du lagon (Transects 3 et 5). Les factures climatiques (houles cycloniques, notamment en 2017) pourraient avoir influés sur la répartition des lambis au sein du lagon ces dernières années. La zone d'herbier proche de Terre de Haut (Transect 4) est la moins colonisée des zones expertisées en vidéo tractée (Figure 29).

- ▶ **En 2019, le transect 5 localisé le long des mouillages près de la plage a présenté une densité de lambis sensiblement plus élevée que les autres transects du lagon.** C'était également le cas en 2015 ; en 2013 et 2014, les densités relevées étaient également parmi les plus élevées le long de ce transect. A noter toutefois qu'en 2019, 18 individus sur les 47 comptabilisés étaient morts. De nombreux juvéniles sont couramment observés lors des campagnes de septembre le long de ce transect.

La densité globale plus faible le long de ce transect en 2017 et l'observation d'une majorité d'individus morts semblent en faveur d'une influence modérée des houles cycloniques sur les populations de lambis du lagon, plus particulièrement sur les individus les plus proches de la côte, notamment habituellement observés proches de la plage de Terre-de-Bas (transect 5).

- ▶ **Les densités de lambis présentes le long des transect 1 et 2 localisés au centre du lagon fluctuent selon les années.** En 2019, celle du transect 2 est relativement plus élevée par rapport aux autres zones du lagon.
- ▶ **Généralement, des densités relativement plus élevées sont recensées le long du transect 3.** C'était notamment le cas en 2013, 2014 et 2017 et dans une moindre mesure en 2015. En 2019, la densité le long de ce transect reste toutefois supérieure à la moyenne globale.
- ▶ **Sur le transect 4, la densité de lambis est faible depuis 2013 et était nulle en 2015 et 2018.** Il se pourrait que le substrat sur cette zone (dominance de sable nu) ne constitue pas l'habitat préférentiel des lambis au sein du lagon, quelle que soit la saison.

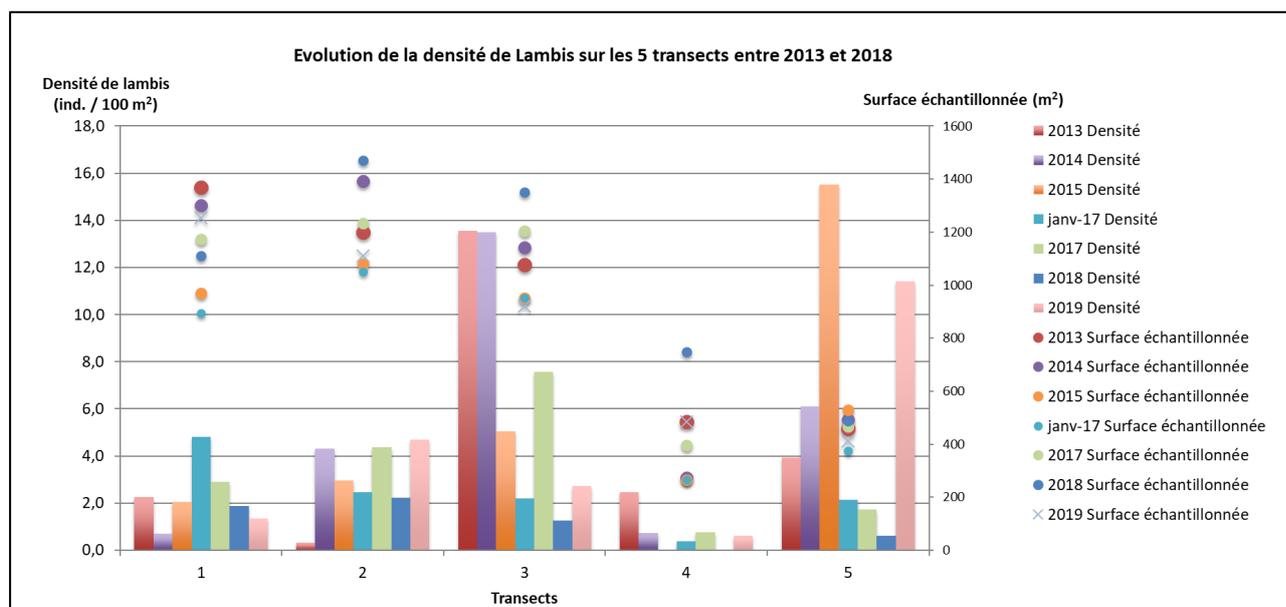


Figure 29 - Evolution de la densité de lambis sur les cinq transects entre 2013 et 2019

Après une diminution de la densité en juvénile lors des suivis 2017 et 2018, ces derniers sont largement majoritaires en 2019. La proportion d'individus adultes et subadulte semblent quant à elles en diminution ces 2 dernières années (Figure 30).

- ▶ La densité de juvéniles est la plus variable selon les années, avec des valeurs allant de 0,29 ind./m² en 2018 à 3,83 ind./m² en 2015.
- ▶ En 2013, les 3 classes de taille étaient globalement représentées dans des proportions similaires (excepté sur les transects 4 et 5). En 2014 et 2015, la densité en juvéniles était sensiblement plus élevée sur la majorité des transects. En octobre 2017, les 3 classes de taille sont équitablement représentées sur la majorité des transects, à l'exception du transect 5 (pas d'individus adulte observés). Il en est de même en 2018 sur la majorité des transects, mais ces densités sont toutes 2 à 3 fois plus faible qu'en 2013. Cette baisse de densité a touché plus particulièrement les individus juvéniles (de 1,76 ind./m² en 2013 à 0,29 ind./m² en 2018). En 2019, les juvéniles sont particulièrement abondants (le long du transect 5 plus particulièrement), tandis que peu de sub-adultes et adultes sont recensés. A noter qu'en janvier 2017, on observait une majorité d'individus adultes.
- ▶ Les lambis adultes sont observés depuis 2013 quasi-exclusivement sur les transects 1, 2 et 3, situés au centre de la passe à de plus grandes profondeurs (3-4 m). Ils fréquentent peu les zones côtières (transects 4 et 5). Les densités relevées en 2018 et 2019 sont parmi les plus faibles depuis le début du suivi. A noter toutefois que la densité la plus faible avait été relevée en 2014 (0,35 ind./m²).
- ▶ Les lambis sub-adultes sont présents sur tous les transects mais dans une moindre mesure sur le transect 4. Leur nombre semble globalement être en baisse depuis le début des suivis.

L'étude de l'évolution de la population de lambis à l'échelle du lagon s'avère complexe, compte tenu des différents facteurs susceptibles d'influer sur leur répartition : écologie propre à l'espèce (déplacements, etc.), pression de pêche hors réserve (ainsi que d'éventuels actes de braconnage), conditions hydrodynamiques, plus particulièrement en saison cyclonique, etc.

La tendance évolutive globale de la population de lambis de Petite Terre est dans tous les cas à confirmer sur le long terme après plusieurs années de suivis réalisés à la même période (éventuellement par une analyse statistique).

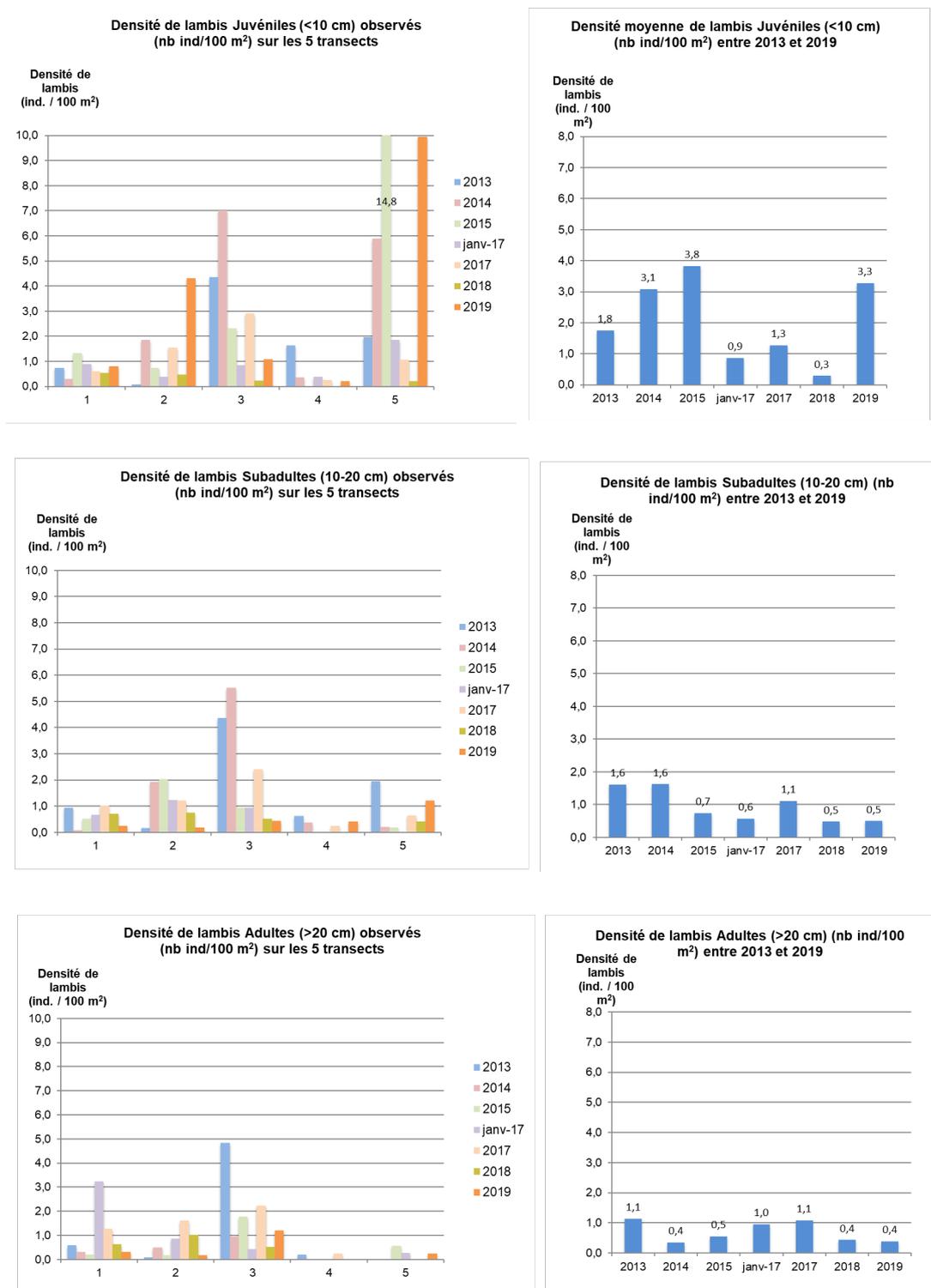


Figure 30 - Évolution de la densité de lambis par classe de taille entre 2013 et 2019(à droite) et par transect (à gauche)

4.6. Suivi des cyanophycées

Dans le but d'étudier l'impact des mouillages organisés sur la prolifération de cyanophycées, un suivi par quadrats photographiques est réalisé sur Petite Terre depuis 2011. En effet, les rejets d'eaux usées (WC, vaisselle, nettoyage de pont, etc.) des bateaux charters transportant des passagers entre Saint-François et Petite Terre et utilisant les mouillages spécifiques mis en place par la réserve, ne sont pas négligeables et pourraient avoir comme impact parmi d'autres une prolifération de cyanophycées.

En 2015, le suivi des cyanobactéries a été précisé et amélioré : 24 photo-quadrats ont été réalisés sous les 4 mouillages de la zone (Figure 31) : les quadrats réalisés sont « fixes », le long d'un transect de 12 m (avec marque 6 m au niveau du mouillage) déroulé dans l'axe du courant (est-ouest) afin de disposer de quadrats en amont et en aval du mouillage par rapport au courant (sous l'influence de celui-ci, les eaux ou matériel organique éventuellement rejetés par les bateaux peuvent en effet sédimenter plusieurs mètres derrière le point de mouillage). Une photo-quadrat tous les 2 mètres a été réalisée, soit 6 quadrats sous chaque mouillage (3 en amont et 3 en aval par rapport au flux dominant).

De la même manière, 6 photo-quadrats ont été réalisées sur une zone témoin en dehors de la zone de mouillage (en amont du courant), située plusieurs dizaines de mètres à l'est du mouillage 4 (1 quadrat tous les 2 m le long du transect de 12 m). Avant 2015, le positionnement des quadrats était aléatoire.

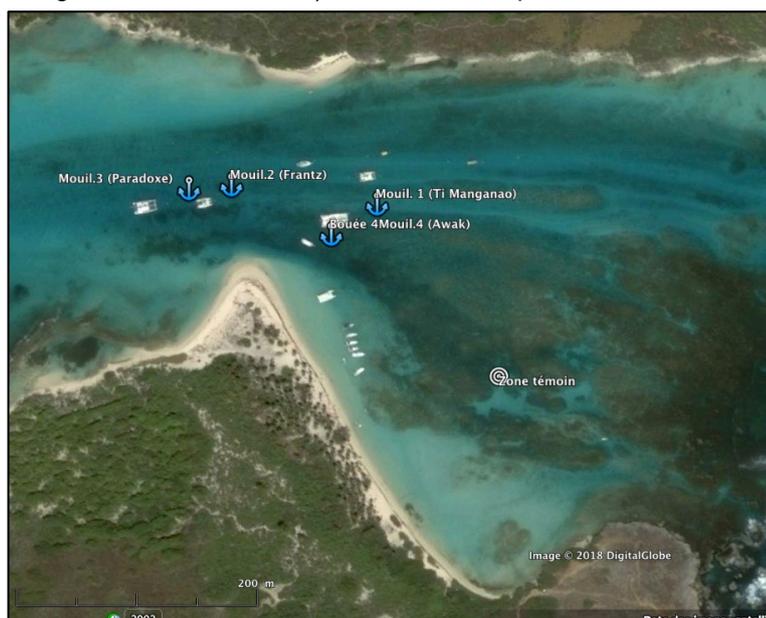


Figure 31 - Localisation des 4 mouillages suivis et de la zone témoin (d'après Google Earth)

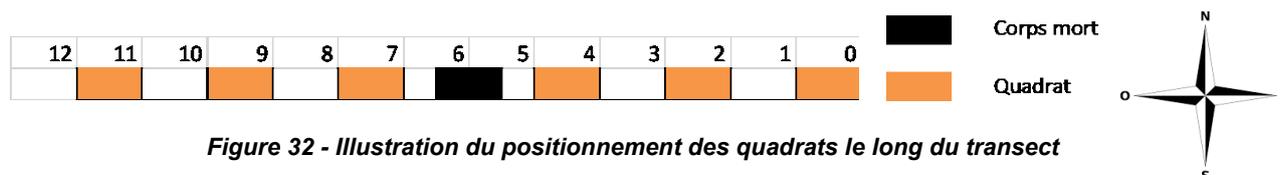


Figure 32 - Illustration du positionnement des quadrats le long du transect

Soit au total 30 quadrats. Ces photos ont ensuite été analysées à l'aide du logiciel CPCe (Coral Point Count), permettant d'estimer la couverture en cyanophycées des quadrats (Figure 33). Le suivi de 2011 ayant montré la nécessité de prendre en compte le paramètre épaisseur dans l'analyse, cette donnée a été relevée et intégrée à l'analyse (Figure 34).

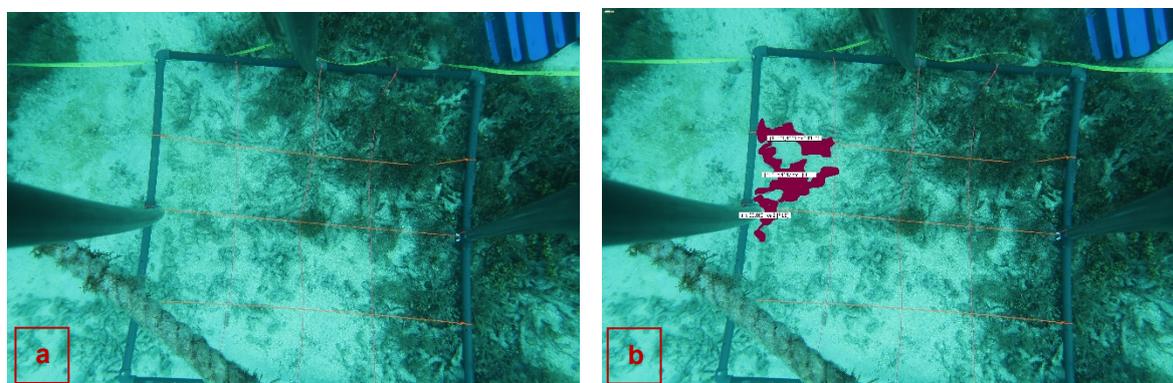


Figure 33 - Photo-quadrat avant (a) et après (b) analyse CPCe

	Code
Absence	0
De 0 à 1 mm	1
De 1 à 5 mm	2
De 5 à 10 mm	3
< 10 mm	4

Figure 34 - Indice de classification des épaisseurs du film de cyanophycées

En 2019, la couverture en cyanobactéries apparaît relativement faible sous les mouillages (Tableau 9). Les pourcentages de recouvrement varient de 0% sous le mouillage n°4 (« Awak ») à 18,7% sous le mouillage 2 (« Frantz 3 »). Les fonds sous ce dernier présentent une couverture en cyanobactéries non négligeable ; elles y forment notamment sur les macroalgues et les débris, un film brun épais, de 5 à 10 mm localement (indice moyen : 2,4). Sous les mouillages n°1 (« Ti Manganao ») et n°3 (« Paradoxe »), elles occupent moins de 1% des quadrats en moyenne. Elles sont absentes sous le mouillage n°4 (« Awak »).

Tableau 9 - Couverture en cyanophycées sous les 4 mouillages suivis (% et épaisseur)

	Couverture (%)	Code épaisseur (moyenne des quadrats)	Observations
Mouillage 1 (Ti Manganao)	0,1%	1,5	Film brun sur algues et débris
Mouillage 2 (Frantz 3)	18,7%	2,4	Film brun épais sur algues et débris
Mouillage 3 (Paradoxe)	0,6%	2,0	Film brun fin et diffus sur sable
Mouillage 4 (Awak)	0,0%	0,0	-

Les photos-quadrats réalisées hors des zones de mouillage au niveau de la zone témoin (Tableau 10) montrent des recouvrements modérés (8,6% en moyenne) mais supérieurs aux recouvrements observés sous 3 des 4 mouillages. Le film de cyanobactéries sur le sable y est toutefois très fin et diffus.

Tableau 10 - Couverture en cyanophycées sur les quadrats hors mouillage (% et épaisseur)

	Quadrat Hors mouillage						Moyenne de la zone témoin
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	
Aire moyenne (cm ²)	0,00	0,00	957,01	4198,29	0,00	0,00	
Couverture (%)	0,0%	0,0%	9,6%	42,0%	0,0%	0,0%	8,6%
Code épaisseur	0	0	1	1	0	0	0,3
Observations	Film brun très fin et diffus sur sable						

Évolution de la couverture en cyanobactéries sous les mouillages :

Les taux de recouvrements relevés en 2019 sous les mouillages sont, comme de 2016 à 2018, parmi les moins élevés depuis le démarrage des suivis en 2011.

De manière globale, il semblerait que le recouvrement en cyanobactéries sous les mouillages soit moins élevé lors des dernières campagnes que lors des 1^{ères} années de suivi (2011 à 2015), (Figure 35).

Outre la fréquentation et les pratiques des usagers, la présence de ces peuplements est néanmoins aussi largement dépendante des conditions hydrodynamiques (houle, courant).

Sous le mouillage n°1 (« Ti Manganao »), le plus à l'est : le recouvrement en cyanophycées n'a pas dépassé 5% des quadrats depuis 2015. Il était plus important de 2011 à 2014, avec tout de même une tendance à la baisse.

Sous le mouillage n°2 (« Frantz »), le recouvrement des dernières années (2017 et 2018) était quasi nul. En 2019, il s'agit du seul mouillage avec une colonisation par les cyanobactéries en hausse, avec une valeur toutefois inférieure aux années 2012 et 2013 (respectivement 47% et 34%).

Sous le mouillage n°3 (« Paradoxe »), le plus à l'ouest, la couverture en cyanophycées est très forte en 2015 avec 63,6% de recouvrement des quadrats. Les autres années le recouvrement est proche de 10%, et même nul pour les années 2012, 2016 et 2018.

Sous le mouillage n°4 (« Awak »), le plus proche de la côte, le recouvrement en cyanobactéries était particulièrement élevé jusqu'en 2013 (>46%). Depuis 2014, il semble diminuer (de 24 à 0% entre 2014 et 2018), avec toutefois une valeur relativement élevée en 2017 (21,3%).

Cette forte diminution de cyanobactéries peut traduire une amélioration des conditions sur la zone, avec une diminution des apports en matière organique. De fortes houles, peuvent aussi accentuer cette diminution, par « balayage » des cyanobactéries du substrat.

Evolution de la couverture en cyanophycées sous les mouillages

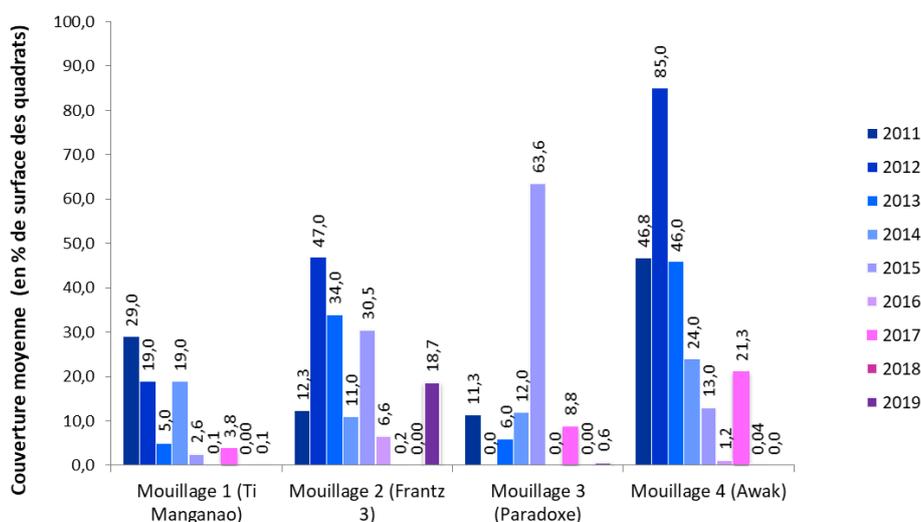


Figure 35 - Évolution de la couverture en Cyanophycées sous les mouillages de Petite Terre

Comparaison de la couverture en cyanophycées sous les mouillages et hors mouillage :

En 2019, le recouvrement en cyanophycées dans les quadrats hors zone de mouillage (4,9%) est supérieur à celui mesuré sous les mouillages n°1, n°3 et n°4 (de 0 à 0,62%), mais inférieure à celui observé sous le mouillage n°2 (« Frantz 3 »). L'épaisseur de la couverture en cyanobactéries est sensiblement plus fine, avec un film diffus présent sur le sable dans 2 des 6 quadrats seulement.

L'influence de la fréquentation de la zone de mouillage sur le développement des cyanophycées, par comparaison avec la zone témoin, n'est pas marquée en termes de pourcentage de recouvrement du substrat. Elle est toutefois notable en termes d'épaisseur du film cyanobactérien.

Comparaison de la couverture en cyanophycées en amont et en aval du mouillage par rapport au courant dominant (est-ouest) : (Figure 36)

Les eaux ou le matériel organique éventuellement rejetés par les bateaux peuvent sédimenter plusieurs mètres derrière le point de mouillage. Les courants dominants (ouest) ont ainsi été considérés dans le positionnement des quadrats. Cela devrait permettre par ailleurs d'identifier un éventuel gradient de développement de cyanobactéries.

Les photo-quadrats ont été réalisés d'est vers l'ouest, donc dans le sens du flux dominant, soit les quadrats 1 à 3 en amont et les quadrats 4 à 6 en aval du mouillage.

En 2019, comme lors des suivis 2015, 2016 ou 2018, aucune tendance claire de répartition des taux de recouvrement par les cyanobactéries en amont et en aval des mouillages n'a pu être mise en évidence.

A noter toutefois que les navires susceptibles de rejeter du matériel organique sont rarement positionnés à l'aplomb de leur mouillage. Par ailleurs, avec le courant, les eaux ou le matériel organique éventuellement rejetés par les bateaux sont susceptibles d'impacter les zones « occupées » par d'autres navires plus en aval.

Cette comparaison amont/aval sera toutefois surveillée dans le cadre des prochains suivis.

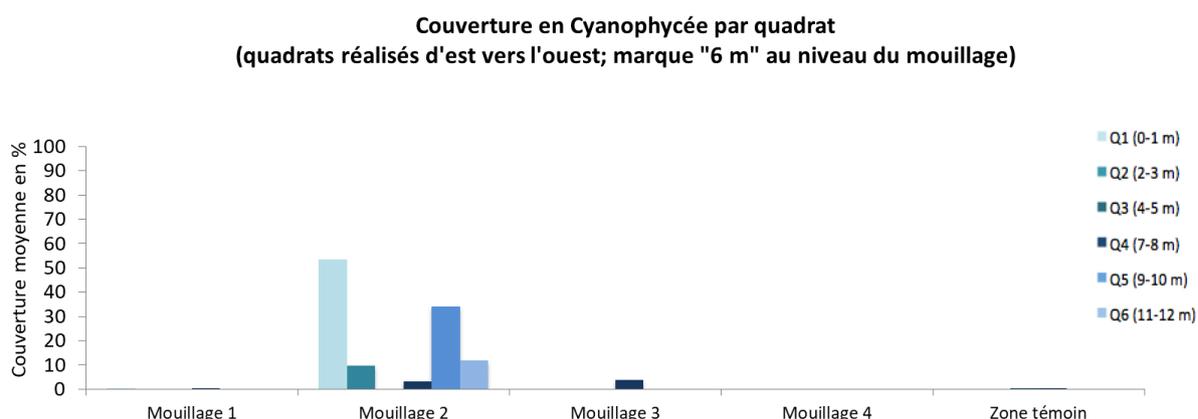


Figure 36 - Couverture en Cyanophycées par quadrats sous les mouillages et hors mouillage à Petite Terre

5. Suivi de la température

5.1. Le phénomène de blanchissement corallien et la méthode utilisée pour évaluer son risque

La NOAA/NESDIS a mis au point une méthode pour anticiper et suivre l'évolution d'un événement de blanchissement du corail lié à une augmentation de la température. En effet, le blanchissement étant principalement lié à une augmentation significative de la température de surface (cf. encadré ci-dessous), la NOAA/NESDIS propose une quantification de l'augmentation de la température (HotSpots, données de température issues de satellite), calculée par rapport à une année type. La méthode comprend 3 étapes :

1/ Calcul des anomalies de température (HotSpot) : les HotSpots sont calculés à partir d'une température critique. Cette dernière est la température mensuelle la plus élevée de l'année type. Le HotSpot au temps t est la soustraction de la température critique à la température mesurée au temps t. Pour avoir la meilleure robustesse possible, il faut donc que l'année type soit suffisamment représentative et que la série temporelle soit suffisante (idéalement 10 ans).

2/ Calcul du DHW (Degree Heating Weeks) : Le DHW est la moyenne bihebdomadaire des HotSpots. Le DHW s'additionne d'une semaine à l'autre, il est initialisé lorsque le HotSpot est supérieur ou égal à 1 °C. Au bout de 3 mois (12 semaines), on retranche ce HotSpot au DHW actuel. En effet, quand un blanchissement apparaît, les premiers DHW positifs (HotSpots supérieurs à 1 degré) sont généralement apparus 3 mois avant (Strong, comm. pers.).

3/ Seuil de blanchissement : un DHW supérieur à 4 peut causer un blanchissement significatif tandis qu'un DHW supérieur à 8 peut causer un blanchissement corallien massif et une forte mortalité. À partir des différentes valeurs du DHW un seuil d'alerte a ainsi été mis en place par la NOAA/NESDIS (Tableau 12).

On peut retrouver l'explication de cette méthode, les données d'anomalie de SST mises à jour, ainsi que l'évolution du DHW, pour certaines régions possédant des récifs coralliens et notamment pour la Guadeloupe sur le site Internet : <http://coralreefwatch.noaa.gov/satellite/>

Tableau 11 - Seuil d'alerte du NOAA/NESDIS par rapport au risque de blanchissement corallien, estimé à partir des données de température marine de surface (données satellites)

Stress Level	Niveau de stress	Definition
No Stress	Pas de stress	Hotspot ≤ 0
Bleaching Watch	Surveillance Blanchissement	$0 < \text{Hotspot} < 1$
Bleaching Warning	Possible blanchissement	$1 \leq \text{HotSpot}$ and $0 < \text{DHW} < 4$
Bleaching Alert Level 1	Alerte blanchissement niveau 1	$1 \leq \text{HotSpot}$ and $4 < \text{DHW} < 8$
Bleaching Alert Level 2	Alerte blanchissement niveau 2	$1 \leq \text{HotSpot}$ and $8 \leq \text{DHW}$

Cette même méthode a été appliquée aux données brutes collectées à l'aide de sondes de température permettant de calculer (a posteriori) le risque de blanchissement à une échelle locale, intéressant directement chacune des réserves.

La température comme élément prépondérant lors des blanchissements coralliens de grande envergure :

Les coraux (ainsi que d'autres organismes tropicaux benthiques) ont une association symbiotique intracellulaire avec des dinoflagellés (algues phytoplanctoniques) : les zooxanthelles. En effet, les eaux tropicales étant pauvres en éléments nutritifs, les zooxanthelles fournissent aux coraux 95% des acides aminés et du sucre qui résultent de leur photosynthèse (les coraux fournissent à leur tour les sels nutritifs - ammonium, phosphate - aux zooxanthelles) (OVE HOEGH-GULDBERG, 1999).

Lors d'un réchauffement des eaux, les zooxanthelles sont expulsées par leurs hôtes et /ou perdent leurs pigments ce qui a pour effet de rendre le corail blanc éclatant. Si la température de l'eau ne revient pas à la normale rapidement, les coraux, privés de leur apport d'énergie (sucre et acides aminés) fournie par les zooxanthelles, meurent à court terme. Ils sont alors recouverts par des algues et/ou deviennent des débris coralliens (selon la présence de courant et/ou de déferlement des vagues qui les brise).

Vu le nombre croissant d'épisodes de blanchissement ces dernières années, la communauté scientifique met l'accent sur la compréhension de ce phénomène. Même si d'autres facteurs que la température interviennent dans ce processus (tels que la salinité ou l'intensité lumineuse), il est établi que la température joue le rôle majeur dans ces événements. C'est pourquoi il est essentiel de suivre l'évolution des températures de l'eau de surface ou subsurface à l'échelle mondiale et régionale.

5.2. Risque de blanchissement pour la saison 2018 : données NOAA

Au cours de l'année 2019, l'observation des données NOAA fait état pour la Guadeloupe d'un épisode de « Bleaching warning » durant le mois de septembre 2019. L'ensemble de la période critique (août à décembre) est classé en « Bleaching Watch », du fait de températures élevées de l'eau de mer. L'été 2019 a donc présenté un risque élevé de blanchissement corallien.

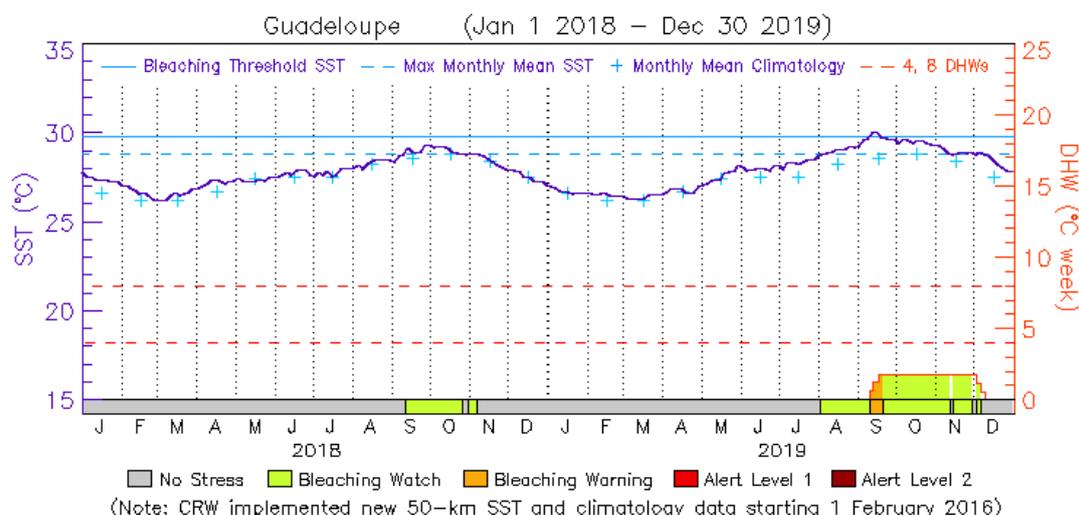


Figure 37 - Niveau d'alerte au entre le 1er janvier 2018 et le 31 décembre 2019 pour la Guadeloupe (source: <http://coralreefwatch.noaa.gov>)

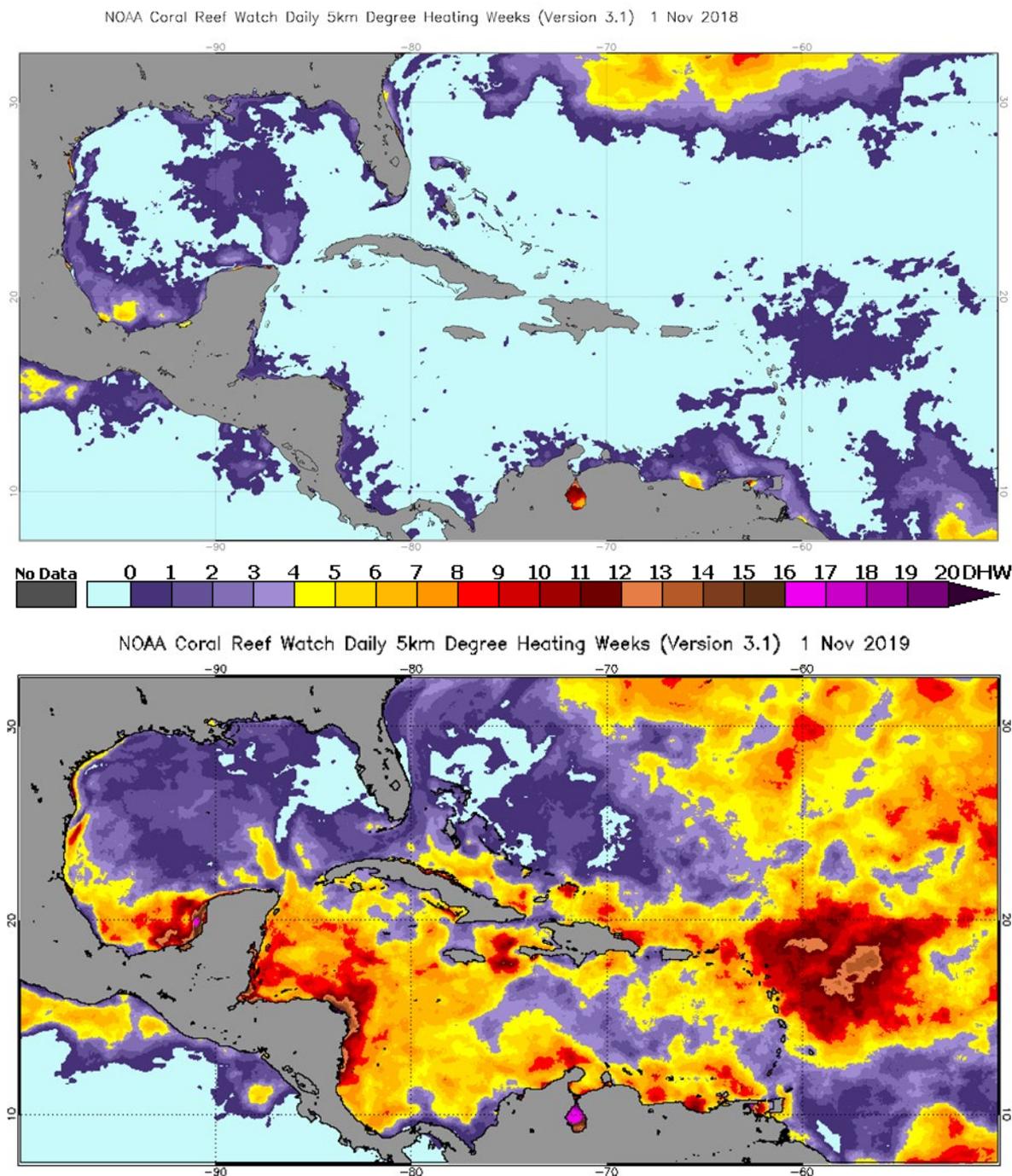


Figure 38 - Comparaison du Degree Heating Weeks pour la région Caraïbe au 01 novembre 2018 (A) et au 01 novembre 2019 (B)

Les cartes générales de DHW permettent d'observer ce paramètre au niveau des Caraïbes. Une large zone incluant l'est de la Guadeloupe et les îlets de Petite Terre est classée en DHW supérieur à 8. Cette zone est donc en Alerte blanchissement 2, d'après les seuils d'alerte NOAA/NESDIS, indiquant un risque élevé de mortalité pour les colonies coralliennes.

5.3. Évaluation du risque de blanchissement à partir des données de température collectées

Lors de la campagne de suivi de la Réserve Naturelle de Petite Terre 2017, une sonde de mesure de température a été mise en place au sein de la réserve, à l'instar des années précédentes. Lors de son relevé, en octobre 2018, la sonde s'était avérée défectueuse et aucune donnée n'avait pu en être extraite. Afin de pallier ce dysfonctionnement, les données de température sur la période 2017-2018 suivies à Saint-François, avec une sonde de type Starmon, dans le cadre du suivi Reef Check ont été récupérées. Elles ont pu être utilisées dans l'analyse ci-dessous.

L'analyse est toutefois susceptible de comporter un biais pour cette période, les données de Saint-François étant comparées à l'année type calculée sur le lagon de Petite Terre (série temporelle non disponible sur Saint-François). Elle est toutefois présentée à titre indicatif, les variations géographiques entre ces 2 sites étant probablement limitées.

Une nouvelle sonde (modèle NKE) a été immergée en octobre 2018 et relevée en octobre 2019. Suite à l'arrêt de la batterie de la sonde, les données récoltées n'ont pas pu être téléchargées de manière directe.

Les techniciens de Créocéan réalisent actuellement une tentative de récupération des données sur la sonde en question. Afin de ne pas décaler le rendu du présent rapport, l'analyse des données 2018-2019 sera intégrée au prochain rapport de suivi annuel.

Dans le cas où la récupération des données s'avèrerait impossible, il sera possible de se rapprocher du réseau Reef Check afin d'utiliser les données acquises sur la station de Saint-François pour la même période.

La sonde de mesure immergée en octobre 2019 et relevée le 22/02/2020 par le plongeur de la RNPT fera l'objet du même traitement.

Une sonde neuve de type HOBO a été immergée le 22/02/2020 et devrait permettre d'éviter les problèmes de récupération de données lors des prochains suivis.

A noter que malgré la période d'alerte blanchissement mise en évidence par la NOAA à l'échelle de la Guadeloupe, aucun signe de blanchissement des colonies coralliennes n'a été mis en évidence lors du suivi des stations de Petite terre en octobre 2019.

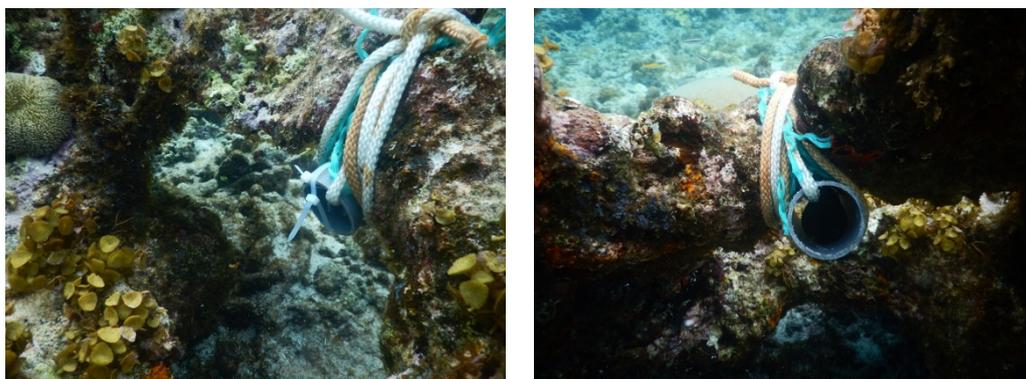


Figure 39 - Illustration du site d'implantation de l'enregistreur de température de Petite Terre en février 2020 (source : J. Athanase, RNPT)

6. Compagnonnage et formation

6.1. Principes et résultats du compagnonnage

Un des objectifs du « réseau de réserves » est de favoriser les échanges de compétences entre les personnels techniques des 4 réserves initialement impliquées, ce qui constitue une première sur le plan national.

En 2019, les suivis à Petite Terre et à Saint-Barthélemy ont été réalisés dans le cadre du réseau. Des échanges techniques et la formation aux protocoles de suivi des différents types de peuplements ont toutefois pu être réalisés, une personne de la RN de Saint-Martin et de Petite Terre s'étant déplacée et ayant participé au suivi à Saint-Barthélemy.

Les constitutions des équipes de terrain en 2019 sont présentées ci-dessous.

Tableau 12 - Composition des équipes de terrain en 2018

	Réserve de Petite Terre	Réserve de Saint-Barthélemy
	10/19	11/19
Julien Chalifour (RNSM)		
Julien Athanase (RNPT)	+	+
Alain Saint Auret (RNPT)	+	
Eric Delcroix (RNPT)	+	
Sébastien Gréaux (RNSB)		+
Jonas Hochart (RNSB)	+	+
Vincent Oliva (RNSM)		+
Aude Berger (RNSM)	+	
Christelle Batailler (CREOCEAN)	+	
Florian Labadie (CREOCEAN)		+

Tableau 13 - Liste de l'ensemble des participants aux suivis depuis 2007

Nom	Organisme	Nom	Organisme
Xavier Delloue	Parc National de Guadeloupe	Franciane Lequellec	Réserve de Saint-Barthélemy
Simone Mege	Parc National de Guadeloupe	Julien Lequellec	Réserve de Saint-Barthélemy
Xavier Kieser	Parc National de Guadeloupe	Karl Questel	Réserve de Saint-Barthélemy
Didier Baltide	Parc National de Guadeloupe	Sébastien Gréaux	Réserve de Saint-Barthélemy
Michel Tillmann	Parc National de Guadeloupe	Jonas Hochart	Réserve de Saint-Barthélemy
Yannick Limouzin	Parc National de Guadeloupe	Franck Roncuzzi	Réserve de Saint-Martin
Claude Lefebvre	Parc National de Guadeloupe	Nicolas Maslach	Réserve de Saint-Martin
René Dumont	Réserve de Petite Terre	Romain Renoux	Réserve de Saint-Martin
Julien Athanase	Réserve de Petite Terre	Pauline Malterre	Réserve de Saint-Martin
Marion Diard	Réserve de Petite Terre	Steeve Ruillet	Réserve de Saint-Martin
Fiona Roche	Réserve de Petite Terre	Julien Chalifour	Réserve de Saint-Martin
Eric Delcroix	Réserve de Petite Terre	Franck Mazeas	DEAL
Alain Saint Auret	Réserve de Petite Terre	Rémi Garnier	Pareto
Hervé Vitry	Réserve de Saint-Barthélemy	Jean-Benoît Nicet	Pareto
		Christelle Batailler	Pareto / Créocéan
		Labadie Florian	Créocéan

6.2. Bilan sur la formation / Échange des personnels impliqués

Les échanges réalisés ont permis aux personnels impliqués :

- ▶ De constituer des équipes de suivi composées de personnels des différentes AMP ;
- ▶ De se former/se perfectionner aux techniques et protocoles mis en œuvre ;
- ▶ De s'équiper en matériel de terrain nécessaire à la collecte des données ;
- ▶ De prendre connaissance des problématiques communes et spécifiques à chaque réserve, en fonction des contextes liés aux conditions de milieux et pressions humaines existantes ;
- ▶ De prendre connaissance des problématiques de réglementation spécifiques à chaque réserve ;
- ▶ D'échanger sur des techniques de mise en œuvre de différents matériels en mer, les méthodes de communication, prévention contrôle et suivi.

7. Communication : posters destinés au grand public / décideurs

Un support de communication format A3 a été réalisé. Il illustre les principales évolutions observées sur la période 2007-2019 et met en avant les évolutions positives mais également les points à surveiller pour la réserve.

Dans la mesure du possible, ce document volontairement vulgarisé, a vocation à être présenté aux différents gestionnaires et décideurs des réserves naturelles. Il devrait constituer un bon outil d'aide à la décision dans la pérennisation et dans le renforcement du réseau.

Ce document sera remis séparément au MO.

8. PERSPECTIVES

Pérennisation des suivis et suivi d'un « effet réserve »

La présente étude clôture la 12^{ème} année du fonctionnement du réseau des réserves marines de Guadeloupe, Saint-Martin et Saint Barthélemy, initié en 2007. Depuis sa mise en place, ce réseau a été à plusieurs reprises optimisé par l'ajout de stations et de paramètres suivis supplémentaires.

Ainsi, en 2009, la DIREN a souhaité compléter le suivi des peuplements benthiques par celui des peuplements ichtyologiques. Un protocole a été établi sur la base de celui déjà éprouvé par l'UAG dans le cadre de ses programmes engagés sur les Antilles françaises. La formation à ce protocole et sa mise en œuvre ont été réalisées lors de la campagne de suivi 2009, sur des stations « en et hors réserve ». En 2009, la DIREN a également souhaité implanter, selon les mêmes protocoles de suivi, des stations « benthos » hors réserve, afin de mettre en évidence et suivre une éventuelle évolution particulière des peuplements (benthos et poissons) dans la réserve, de par leur protection. La mise en place d'une station hors réserve n'est malheureusement pas possible sur Petite Terre.

En 2010, ce suivi a été pérennisé afin de (i) compléter la base de données créée en 2009 et (ii) de pouvoir progressivement mettre en évidence un éventuel « effet réserve » dans l'évolution des peuplements ichtyologiques. Cette même année, des stations de suivi des herbiers « hors réserve » ont été mises en place. Depuis, il s'est avéré que pour mettre en évidence de manière robuste un éventuel effet réserve, l'effort d'échantillonnage en et hors réserve devrait être multiplié.

En 2012, afin d'améliorer la représentativité spatiale des stations, deux stations (benthos et herbier) ont été rajoutées à l'intérieur du périmètre de la réserve de Saint-Martin, à son initiative.

En 2013, les recommandations émises pour le suivi des herbiers dans l'analyse méthodologique réalisée par C. Hily et F. Kerninon dans le cadre de l'IFRECOR ont été intégrées. Un nouveau protocole de suivi a été appliqué, avec le suivi de paramètres complémentaires et une meilleure prise en compte de l'hétérogénéité de l'herbier. Parallèlement, le suivi des lambis a évolué et est intégré au suivi global de la macrofaune au sein de l'herbier. Depuis 2013, la RNPT a souhaité la mise en place et le test d'un protocole de suivi des lambis permettant une meilleure représentativité du stock à l'échelle de son lagon que le protocole mis en œuvre à l'échelle de la station. L'augmentation de la surface de la zone échantillonnée a été possible par la mise en œuvre d'un suivi par vidéo tractée.

En 2015, la RNPT a souhaité la mise en place d'une nouvelle station de suivi des peuplements benthiques et ichtyologiques dans l'enceinte de la Réserve. Contrairement à la 1^{ère} station, la nouvelle station devait être située dans une zone non fréquentée par les usagers de la Réserve. L'objectif était de comparer les résultats sur les deux stations afin d'évaluer un éventuel impact de la fréquentation sur les peuplements. Les options pour l'implantation de cette nouvelle station se sont avérées limitées et les conditions de milieu sur le site choisi pourraient compromettre la réalisation du suivi lors des prochaines campagnes si elles s'avéraient trop contraignantes (courant notamment). Depuis 2016, les 6 transects de 10 m de la station sont positionnés les uns à la suite des autres.

En 2016, les gestionnaires de la Réserve de Petite Terre ont mis en place des aménagements matérialisant les limites de zones protégées, interdites au public, d'herbiers (littoral de Terre de Bas) et d'une partie du récif du lagon afin de favoriser la restauration naturelle de ces écosystèmes protégés de l'influence du piétinement. La nouvelle station de suivi implantée en 2015 est située hors de ce périmètre ; elle est toutefois dans une zone peu ou pas fréquentée.

Le transect de suivi de la station implantée en 2007 démarre hors de la zone protégée interdite d'accès mais le dernier tiers du transect de 60 m se situe au sein de celle-ci. Par ailleurs, l'accès à cette station nécessite de traverser ou contourner la zone de protection. Cette zone devrait ainsi être moins fréquentée à l'avenir. La comparaison entre les deux stations au regard de la fréquentation ne sera donc plus pertinente mais l'évolution sur ces stations sera toutefois intéressante à suivre en parallèle.

Depuis 2016, la Réserve de Saint-Barthélemy a souhaité la remise en place du suivi, stoppé en 2012.

Bancarisation et traitement des données produites depuis 2007

L'ensemble des données brutes produites depuis 2007 dans le cadre du réseau a été saisi et archivé par PARETO/CREOCEAN, pour le compte des membres du réseau sous la forme de fichiers Excel.

Depuis 2011, l'ensemble des données compatibles, acquises entre 2007 et 2016, a également été bancarisé dans le logiciel CoReMo3.

Depuis 2017, CoReMo n'est plus développé et est remplacé en tant que référentiel par la **BD Récifs**. Ce projet de création d'une base de données nationale relative aux écosystèmes récifaux ultramarins est financé par l'État, IFRECOR, le MNHN et l'IFREMER.

Les données récoltées lors des plongées depuis 2017 ont été bancarisées dans **BD Récifs**.

Cette bancarisation n'est toutefois réalisée que sur les données benthos et les poissons. La création d'un module pour les données herbiers est en cours par l'IFREMER.

Bilan sur la mise en œuvre du protocole « lambis » par vidéo tractée depuis 2013

La mise en œuvre du protocole par vidéo tractée a permis de couvrir des superficies relativement élevées (surface d'échantillonnage en octobre 2019 : 4183 m²) en comparaison avec un suivi réalisé par des plongeurs sous-marins.

La faisabilité de l'application de la méthode aux fonds marins du lagon de Petite Terre est confirmée (embarcation adaptée à une avancée lente et régulière, face au courant, profondeurs globalement constantes permettant de limiter les variations d'altitude de la caméra). Cette méthode n'est toutefois pas applicable aux zones côtières du lagon de plus faible profondeur (1m), pourtant colonisées par les lambis, préférentiellement de petite taille.

L'objectif n'est toutefois pas la réalisation d'un comptage exhaustif des lambis du lagon mais plutôt :

- ▶ D'avoir une idée plus précise du stock que ce que permet le suivi à l'échelle de la station herbier ;
- ▶ De suivre l'évolution relative de la population d'une année à l'autre, grâce à un protocole standardisé (sous couvert de réalisation des suivis à la même période).

La méthode comporte des limites :

- ▶ Difficulté de repérer certains individus sur les vidéos : individus camouflés sous une couche de turfs ou recouverts par des macroalgues, distinction difficile sur les zones de débris (individus de petite taille notamment).
- ▶ Sous-estimation du nombre d'individus morts sur la vidéo : estimation difficile de la part de coquille vides (individus morts) parmi celles recensées. Le couplage à des immersions ponctuelles en apnée sur certaines zones d'agrégats pourrait être envisagé à titre de vérification.
- ▶ Estimation de la surface échantillonnée parfois grossière du fait des mauvaises conditions de mer et de visibilité. Les faibles densités calculées en 2018 pourraient provenir d'une surestimation de la surface échantillonnée.

Suivi des températures

La sonde posée en 2018 pour le suivi des températures n'a pas pu pour le moment être déchargée de ses données suite à l'arrêt de sa batterie. Une tentative de récupération est toutefois en cours.

Une sonde neuve de type HOBO, installée dans un étui de protection en PVC a été installée sur la station.

Une relève de la sonde en cours d'année afin de vérifier son bon fonctionnement pourrait s'avérer pertinent. Ce relevé, qui peut être réalisé par les services de la Réserve Naturelle de Petite Terre pourrait intervenir 1 mois après la mise en place de la sonde. Un second relevé pourrait être envisagé avant la période cyclonique (juin) afin de ne pas perdre l'intégralité des données en cas de pertes de la sonde.

En cas d'alerte de blanchissement émise par la NOAA/NESDIS, il conviendrait de relever les sondes de température des réserves pour affiner cette alerte à une échelle géographique concernant directement les réserves et permettant alors de mieux comprendre le processus de blanchissement et de suivre au plus près son impact éventuel (prévalence et mortalité *in fine*).

Campagnes de terrain 2020

Les campagnes de 2019 devront être programmées au cours de la même période que les années précédentes (septembre-octobre), afin de disposer de données comparables dans le temps. Ce point a été validé avec la RNPT, dans un souci d'organisation du calendrier des missions également. Il est donc nécessaire de prévoir assez rapidement leur organisation, en fonction des plans de charge des personnels et des moyens financiers de chaque réserve.

Améliorations possibles du suivi des réserves

Pérennisation des stations : afin d'améliorer la robustesse de l'évolution temporelle il est proposé de marquer durablement et précisément les stations de suivi : piquet galva (ou fer à béton) a minima en début de transect, avec relève du cap, idéalement, tous les 10 m et idéalement présence d'un câble inoxydable tendu de manière pérenne. Ceci permettrait de s'affranchir des variations spatiales issues du placement de la station entre les suivis. Cette pérennisation des stations pourrait être réalisée soit pendant le suivi annuel soit directement par les réserves en régie (n'entraînant alors pas de surcoût direct sur le suivi).

Représentativité spatiale des stations : afin d'augmenter la représentativité spatiale des stations, il est conseillé d'augmenter le nombre de stations à l'intérieur des réserves. De même, pour améliorer la robustesse de la comparaison des stations réserves et hors réserves, il serait souhaitable d'augmenter le nombre de stations hors réserve ; ce point ne concerne toutefois pas la Réserve Naturelle de Petite Terre. Pour limiter le coût financier de l'ajout de stations, il pourrait être envisagé un pas de temps de suivi plus lâche (2 ou 3 ans) pour ces stations supplémentaires.

Suivi « herbiers » : la faisabilité de la mise en œuvre du nouveau protocole semble validée après 5 années de mise en œuvre. Une thèse est actuellement en cours sur la pertinence des indicateurs à prendre en compte pour évaluer l'état de santé des herbiers (F. Kerninon) ; les résultats sont attendus en 2020 et devraient permettre le cas échéant d'ajuster le protocole.

A Petite Terre, les conditions de courants dans les zones d'herbiers sont souvent intenses. Il en résulte un déplacement constant du trait de côte, avec la création et la disparition de petites plages. Ainsi les herbiers subissent un ensablement ou un balayage intense d'une année sur l'autre.

L'herbier de Terre de Haut étant particulièrement réduit depuis plusieurs années, sans que le phénomène ne semble réversible, il pourrait être envisagé de positionner une nouvelle station de suivi des herbiers au sein du lagon. Le choix de la station pourrait être réalisé en fonction des résultats du suivi de la superficie des zones d'herbiers en cours actuellement et/ou du projet de cartographie des biocénoses, en projet.

Suivi « lambis » : la mise en œuvre du suivi des lambis par vidéo tractée à Petite Terre depuis 2013 semble concluante malgré quelques limites de la méthode. Une attention particulière doit être portée à l'inclinaison et l'équilibrage de la caméra (échantillonnage en mode calme, par vent faible). La détermination plus précise de la surface échantillonnée dépend également de la visibilité des pointeurs lasers et de ce fait du moment de la journée où est réalisé le suivi (ensoleillement). Une mise en œuvre du protocole en milieu d'après-midi s'avère la plus adaptée.

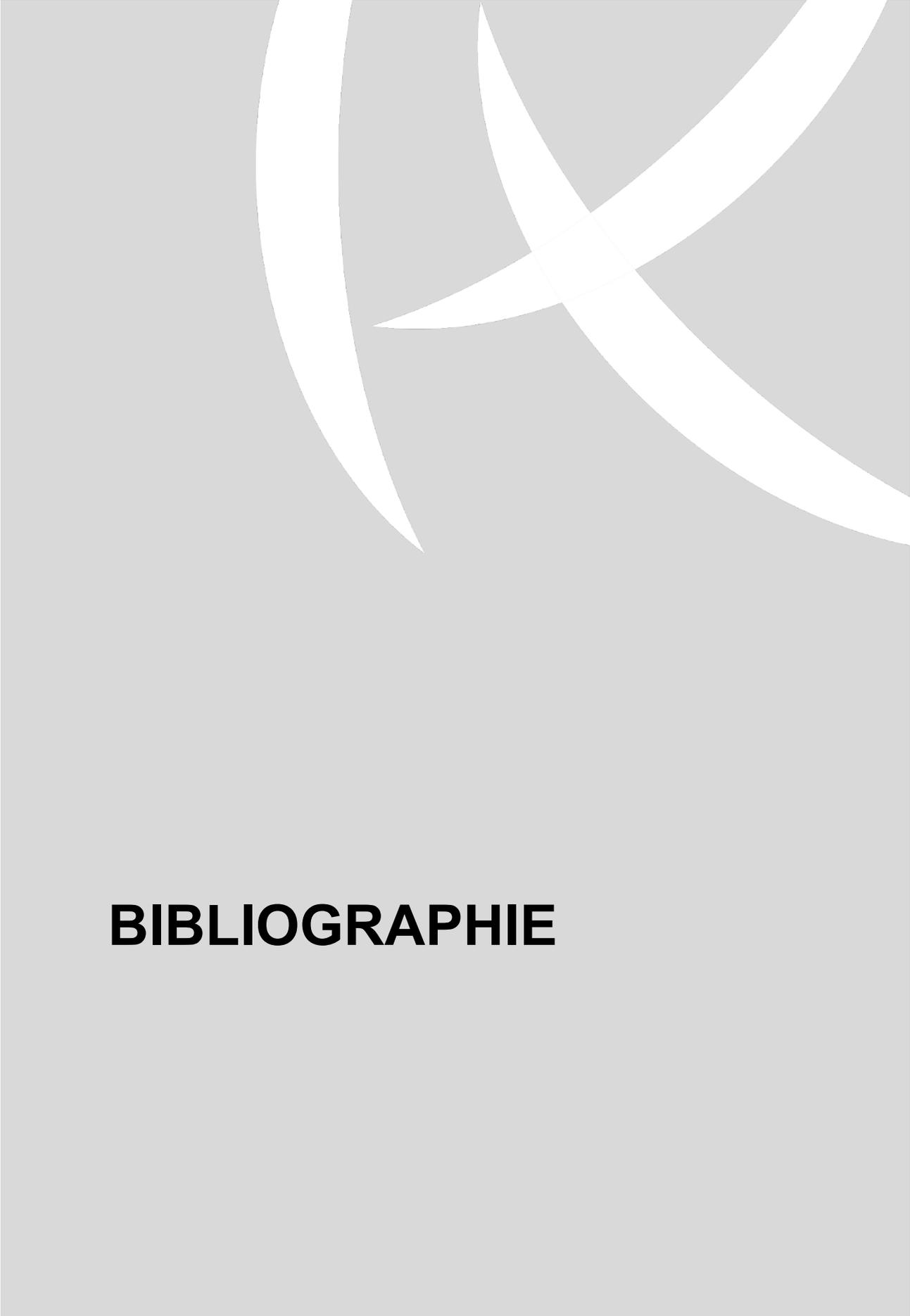
L'éventualité de réaliser un second suivi dans l'année afin d'étudier les variations intersaison dans la répartition des individus pourrait être envisagée, en fonction des attentes du gestionnaire.

La réalisation d'une revue bibliographique sur la biologie de l'espèce, à l'échelle des caraïbes et plus spécifiquement des Antilles françaises pourrait s'avérer utile dans le cadre de l'interprétation des données.

Suivi « cyanophycées » : il serait pertinent d'augmenter le nombre de photo-quadrats lors des prochains suivis afin de rendre l'analyse plus robuste. Un total de 10 quadrats par mouillage (et en zone témoin) contre 6 actuellement (soit 50 photo-quadrats à traiter contre 30 actuellement) semble adapté. Des analyses statistiques pourraient également être envisagées dans le cadre de la comparaison des couvertures hors mouillage/sous mouillage et amont/aval des mouillages.

Enfin, d'autres travaux complémentaires sont en cours, toujours dans le cadre de l'IFRECOR mais également dans le cadre de la DCE (Directive Cadre sur l'Eau). Il conviendra alors de s'informer de l'avancée de ces travaux et d'estimer la pertinence ou non de l'application de ces recommandations dans le cadre du suivi des réserves.

L'importance d'harmoniser les démarches et de mutualiser les moyens entre l'IFRECOR, les AMP et la DCE a notamment été évoquée lors du séminaire science et gestion DCE-IFRECOR en avril 2017 en Martinique. Ces différents suivis présentent toutefois des implications et objectifs différents dont il convient de tenir compte dans le choix des indicateurs et des protocoles (DCE : attentes réglementaires, évaluation l'état écologique des masses d'eaux en vue de d'identifier des perturbations locales d'origine anthropique / IFRECOR : évolution de l'état des coraux et herbiers eux-mêmes pour comprendre leur évolution dans des contextes locaux, régionaux et globaux).



BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- BOUCHON C., BOUCHON-NAVARO Y. & LOUIS M. (2001) Manuel technique d'étude des récifs coralliens de la région Caraïbe. Version provisoire. Rapport DIREN Guadeloupe. 23 pp.
- Directive 2000/60/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. 2000-12-23. Journal officiel des communautés européennes. 72 pp.
- CHAUVAUD S. (2005) Cartographie des biocénoses marines côtières du lagon du Grand Cul-de-Sac Marin, Télédétection et Biologie Marine, 24 pp + annexes.
- CHAUVAUD S. (1997) Cartographie de la réserve naturelle de l'île de Saint-Martin.
- CREOCEAN (2018). Suivi de l'état de santé de la Réserve Naturelle Marine de Petite Terre, 90 pages.
- CREOCEAN (2017). Suivi de l'état de santé des Réserves Naturelles Marines de Guadeloupe et Saint-Barthélemy, 114 p.
- DIREN, UAG (2006) Bilan de l'état de santé des récifs coralliens de Guadeloupe (Années 2002-2006), 40 pp.
- DIREN, UAG (2002) L'état des récifs coralliens dans les Antilles Françaises (Guadeloupe, Martinique, St Martin, St Barthélemy), 25 pp+annexes.
- DIREN, Carex Environnement, UAG (1999) Cartographie de la frange littorale et du milieu marin peu profond en Guadeloupe et des îles proches, 61 pp + annexes.
- FRENKIEL L. ET ARANDA D.A. (2003) La vie du Lambi (*Strombus gigas*), 51 pp.
- FRENKIEL L., PRUVOST L., ZETINA ZARATE A., ENRIQUEZ M. ET ALDANA ARANDA D. (2008) Reproductive cycle of the Queen Conch *Strombus gigas* L. 1758 in Guadeloupe FWI, 3 pages.
- FROESE R. ET PAULY D. (2010) FishBase World Wide Web electronic publication, www.fishbase.org, version du 01 2010
- GARDES L. ET SALVAT B. (COORD.) (2008) Les récifs coralliens de la France d'outre-mer : suivi et état des lieux. 198 pages.
- HILY C., KERNINON F. (2013) Proposition de protocole plongeur pour le suivi des herbiers de phanérogames marines dans les Réserves Naturelles Nationales d'Outre-mer. TIT Herbier IFRECOR, juillet 2013, document de travail.
- HILY C., DUCHENE J., BOUCHON C., BOUCHON-NAVARO Y., GIGOU A., PAYRI C., VEDIE F. (2010) Les herbiers de phanérogames marines de l'outre-mer français. Hily C., Gabri. C., Duncombe M. coord. IFRECOR, Conservatoire du littoral, 140 pp.
- HOEGH-GULDBERG O (1999) "Coral bleaching, Climate Change and the future of the world's Coral Reefs." Review, Marine and Freshwater Research, 50:839-866
- KERNINON F. (2012) Premières actions de mise en place d'un réseau d'observation des herbiers de l'Outre-mer, mémoire de stage de Master 2, 93p. + annexes
- KOPP D. (2007) Les poissons herbivores dans l'écosystème récifal des Antilles, Thèse de doctorat en Océanologie, Université des Antilles et de la Guyane, 198 pages + annexes
- LAGOUY E. (2001) Les biocénoses benthiques des herbiers de Phanérogames marines du Grand Cul de Sac marin de Guadeloupe, Rapport de stage Maîtrise BOPE, université UAG, 36 pp.
- MALTERRE, BISSERY, GARNIER, MAZEAS : Rapport final Pampa de SAINT-MARTIN, site-pilote pour les Antilles Françaises, mars 2011, 63p.

MANCEAU JL (2009) Evaluation de la ressource en lambis (*Strombus gigas*) dans l'archipel de Guadeloupe. Rapport de stage UAG CRPMEM, 53 p.

MIZEREK T., REGAN H.M., AND HOVEL K.A. (2011) Seagrass habitat loss and fragmentation influence optimal management strategies for a blue crab (*Callinectes sapidus*) fishery. *Marine Ecology Progress Series* 427: 247–257.

MNHN (2014) Compte rendu de l'atelier n°3 du groupe de travail national DCE « herbiers et benthos récifal ». Développement d'indicateurs benthiques DCE (benthos récifal et herbiers de phanérogames) dans les DOM, version provisoire.

PARC NATUREL DE GUADELOUPE (2007) Bilan des suivis des herbiers du Grand Cul-de-Sac Marin, 34 pp. + annexes.

PARETO (2015) : Suivi de l'état de santé de la réserve naturelle marine de Petite Terre. Etat des lieux 2015 et évolution 2007-2015. Janvier 2016, 51 pages + annexes.

PARETO (2014) Suivi de l'état de santé des réserves naturelles marines de Guadeloupe et de Saint-Martin. Etat des lieux 2014 et évolution 2007-2014. Mai 2015, 85 pages + annexes.

PARETO (2013) Suivi de l'état de santé des réserves naturelles marines de Guadeloupe et de Saint-Martin. Etat des lieux 2013 et évolution 2007-2013. Avril 2014, 80 pages + annexes.

PARETO (2012) Suivi de l'état de santé des réserves naturelles marines de Guadeloupe, de Saint-Martin et Saint- Barthélemy. Etat des lieux 2012 et évolution 2007-2012. Janvier 2013, 59 pages + annexes.

PARETO (2011) Suivi de l'état de santé des réserves naturelles marines de Guadeloupe, de Saint-Martin et Saint- Barthélemy. Etat des lieux 2011 et évolution 2007-2011. Décembre 2011, 62 pages + annexes.

PARETO (2010) Suivi de l'état de santé des communautés benthiques et des peuplements ichtyologiques des réserves naturelles marines de Guadeloupe, de Saint-Martin et Saint-Barthélemy. Année 2010 : état des lieux 2010 et évolution 2007-2010, et suivi de la température des eaux. Rapport provisoire, Novembre 2010, 95 pages + annexes.

PARETO (2010) Suivi de l'état de santé des communautés benthiques des réserves naturelles marines de Guadeloupe. Année 2009 : état des lieux 2009 et évolution 2007-2009, et suivi de la température des eaux. Rapport provisoire, Mars 2010, 95 pages + annexes.

PARETO (2009) Suivi de l'état de santé des récifs coralliens des réserves naturelles marines de Guadeloupe. Année 2008 : définition des sites de suivi et état de référence, rapport provisoire, Aout 2009, 69 pages + annexes.

PARETO (2008) Suivi de l'état de santé des récifs coralliens des réserves naturelles marines de Guadeloupe. Année 2007 : définition des sites de suivi et état de référence, rapport provisoire, Mars 2008, 46 pages + annexes.

PARETO, IMPACT MER, ARVAM, ASCONIT, R.N. ST-MARTIN (2013) Directive Cadre sur l'Eau : réalisation du contrôle de surveillance des masses d'eau littorales de la Guadeloupe. Biologie, Physico-chimie, Hydromorphologie. Rapport de synthèse final (5ème année de suivi). Tranche conditionnelle n°4 (2012-2013), rapport final, octobre 2013, 132 pages + annexes.

PARETO, IMPACT MER, ASCONIT CONSULTANTS, RESERVE NATURELLE DE SAINT-MARTIN (2009) Directive Cadre sur l'Eau : définition de l'état de référence et du réseau de surveillance pour les masses d'eau littorales de la Guadeloupe. Rapport de synthèse : première année de suivi (2007-2008), rapport final, Mars 2009, 62 pages + annexes.

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2008) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.

SCOLAN P. (2008) Mise au point d'une méthode d'évaluation des ressources en lambis (*Strombus gigas*) en Guadeloupe et application à certains gisements de l'archipel. Stage e Master, CRPMEM, 52p.

STONER ET A. W. ET RAY M. (2000) Evidence for Allee effects in an over-harvested marine gastropod: density-dependent mating and egg production, *Marine Progress Series* 202 : 297-302.

STONER A. W., PITTS P. A. & ARMSTRONG R. A. (1996) Interaction of physical factors in the large-scale distribution of juvenile Queen Conch in Seagrass meadows. *Bulletin of Marine Science*, Vol. 58 (1), pp. 217-233.

STRONG, BARRIENTOS, DUDA, SAPPER (1996) Improved satellite technique for monitoring coral reef bleaching. In proceeding of 8th International Coral Reef symposium, 1996.

THEILE S. (2001) Queen Conch fisheries and their management in Caribbean. *TRAFFIC Europe*, 96 pages

VASLET A. (2009) Ichtyofaune des mangroves aux Antilles : influence des variables du milieu et approche isotopique des réseaux trophiques. Thèse de doctorat en Océanologie, Université des Antilles et de la Guyane, 274 pages + annexes

VENABLES W. N. ET RIPLEY B. D. (2002) *Modern Applied Statistics with S*. Fourth Edition. Springer, New York. ISBN 0-387-95457-0.

Table des figures

<i>Figure 1 - Stations de suivi pour la Réserve Naturelle de Petite Terre - La Désirade</i>	7
<i>Figure 2 - Périmètre de la zone récifale protégée au sein du lagon (polygone rouge) et position des transects de suivi (en jaune)</i>	7
<i>Figure 3 - Position des 3 sous-stations de suivi au sein de l'herbier de Petite Terre (d'après Google Earth, 2014)</i>	8
<i>Figure 4 - Couverture benthique moyenne sur les deux stations de Petite Terre en 2019 (les camemberts présentent la couverture benthique totale et les histogrammes détaillent les compositions relatives de chaque catégorie)</i>	14
<i>Figure 5 - Proportion des taxons coralliens recensés sur les stations Passe et Nord-est Passe</i>	15
<i>Figure 6 - Porites astreoides et Porites porites présents sur les deux stations (ici station Nord-est Passe)</i>	16
<i>Figure 7 - Évolution de la couverture corallienne et algale sur les stations de Petite Terre</i>	17
<i>Figure 8 - Évolution de la densité d'oursins diadème et de juvéniles de coraux sur les stations de Petite Terre</i>	19
<i>Figure 9 - Amas d'oursins Diadème (Diadema antillarum) à la fin du transect de la station Passe (hors transect)</i>	20
<i>Figure 10 - Abondance et biomasse moyennes de poissons sur les stations de Petite Terre en 2019</i>	22
<i>Figure 11 - Banc de chirurgiens bleus et noirs observé sur la station Passe</i>	23
<i>Figure 12 - Abondance moyenne de poissons par famille et par classe de taille sur les stations Passe et Nord-est Passe en 2019</i>	24
<i>Figure 13 - Nombreux juvéniles et poissons de petite taille observés sur la station Passe</i>	25
<i>Figure 14 - Évolution de la structure trophique entre 2009 et 2018 sur la station Passe</i>	26
<i>Figure 15 - Évolution de l'abondance par classe de taille entre 2009 et 2019 sur la station Passe</i>	26
<i>Figure 16 - Évolution de la structure trophique entre 2015 et 2019 sur la station Nord-est Passe</i>	28
<i>Figure 17 - Évolution de l'abondance par classe de taille entre 2015 et 2019 sur la station Nord-est Passe</i>	28
<i>Figure 18 - Synthèse des indices des paramètres descriptifs globaux par radiale sur Terre de Haut</i>	31

Figure 19 - Représentation schématique et caractérisation de la fragmentation de l'herbier de Petite Terre en 2019.....	32
Figure 20 - Densité de plants en 2019 sur l'herbier de Terre de Haut (en haut) et évolution 2007-2019.....	33
Figure 21 - Longueur de feuilles en 2019 sur Terre de Haut (en haut) et évolution 2007-2019... 	34
Figure 22 - Composition et abondance de la mégafaune sur l'herbier de Terre de Haut en 2019	35
Figure 23 - Évolution de la densité moyenne de lambis vivants par classe de taille sur l'herbier de Terre de Haut entre 2007 et 2019	35
Figure 24 - Illustrations de la station de suivi des herbiers de Petite Terre.....	36
Figure 25 - Localisation des transects d'échantillonnage	39
Figure 26 - Densité de lambis par classe de taille sur les cinq transects en octobre 2019 (ind./100 m²)	40
Figure 27 - Illustrations de lambis observés lors de la mise en œuvre de la vidéo tractée en 2019 (transect 1 à gauche, transect 5 à droite)	41
Figure 28 - Évolution de la densité de lambis et de la surface échantillonnée sur les cinq transects entre 2013 et 2019.....	42
Figure 29 - Evolution de la densité de lambis sur les cinq transects entre 2013 et 2019.....	43
Figure 30 - Évolution de la densité de lambis par classe de taille entre 2013 et 2019(à droite) et par transect (à gauche).....	45
Figure 31 - Localisation des 4 mouillages suivis et de la zone témoin (d'après Google Earth) .	46
Figure 32 - Illustration du positionnement des quadrats le long du transect.....	46
Figure 33 - Photo-quadrat avant (a) et après (b) analyse CPCe	47
Figure 34 - Indice de classification des épaisseurs du film de cyanophycées.....	47
Figure 35 - Évolution de la couverture en Cyanophycées sous les mouillages de Petite Terre.	48
Figure 36 - Couverture en Cyanophycées par quadrats sous les mouillages et hors mouillage à Petite Terre.....	49
Figure 37 - Niveau d'alerte au entre le 1er janvier 2018 et le 31 décembre 2019 pour la Guadeloupe (source: http://coralreefwatch.noaa.gov).....	51
Figure 38 - Comparaison du Degree Heating Weeks pour la région Caraïbe au 01 novembre 2018 (A) et au 01 novembre 2019 (B).....	52
Figure 39 - Illustration du site d'implantation de l'enregistreur de température de Petite Terre en février 2020 (source : J. Athanase, RNPT).....	53

Table des tableaux

Tableau 1 - Coordonnées géographiques des stations suivies à Petite Terre en 2019.....	7
Tableau 2 - Cordonnées des radiales de suivi Herbiers à Petite Terre.....	8
Tableau 3 - Chronologie des suivis sur les stations des AMP depuis 2007, et dates de suivi en 2019.....	9
Tableau 4 - Paramètres suivis jusqu'en 2012 et à partir de 2013 dans le cadre du réseau des Réserves.....	12
Tableau 5 - Paramètres d'évaluation de l'évolution spatio-temporelle d'un même secteur	13
Tableau 6 - Caractéristiques des peuplements ichtyologiques sur les stations Passe et Nord-est Passe de Petite Terre en 2019 (sur la base du suivi des 60 espèces cibles).....	21
Tableau 7 - Structure des peuplements ichtyologiques sur les stations de Petite Terre en 2019 (sur la base du suivi des 60 espèces cibles).....	22
Tableau 8 - Synthèse des surfaces échantillonnées, nombre d'individus observés et densités sur les cinq transects en octobre 2019.....	40
Tableau 9 - Couverture en cyanophycées sous les 4 mouillages suivis (% et épaisseur).....	47
Tableau 10 - Couverture en cyanophycées sur les quadrats hors mouillage (% et épaisseur)..	47
Tableau 11 - Seuil d'alerte du NOAA/NESDIS par rapport au risque de blanchissement corallien, estimé à partir des données de température marine de surface (données satellites).....	50
Tableau 12 - Composition des équipes de terrain en 2018.....	54
Tableau 13 - Liste de l'ensemble des participants aux suivis depuis 2007	54

Annexes

ELEMENTS GENERAUX SUR LES RESERVES NATURELLES MARINE DE PETITE TERRE



LOCALISATION

Désignation :
commune de la Désirade
terrains formant les îlets de Terre de Haut et de Terre de Bas ; secteur de mer territoriale

Superficie : 990 ha, dont 149 en partie terrestre

REGIME FONCIER ET REGLEMENTAIRE

Type de protection : **décret ministériel n° 98-801 du 3 septembre 1998**
Propriétaires : Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Lacustres et Etat (Ministère de l'Équipement, Forêt Domaniale du Littoral et Domaine Public Maritime)
Gestionnaire : Office National des Forêts
Autres types de protection ou inventaire : ZNIEFF type II

Patrimoine biologique :

Cette réserve présente une diversité biologique relativement importante, résultat de l'association d'écosystèmes marins et terrestres.
Deux espèces (protégées par arrêté ministériel) ont justifié à elles seules la mise en réserve de Petite Terre : le gaiac pour la flore et de figuane des Petites Antilles pour la faune. Une estimation de la population d'avancer le nombre de 7 000 à 10 000 individus, ce qui représente probablement 50% de la population totale.
La partie marine comporte essentiellement des communautés récifales de type frangeant parmi lesquelles le corail à cerf. Le récif oriental de Terre de Haut s'est révélé très riche en espèces de poissons.
entourant les îlets constituent des sites importants pour la ponte des tortues marines.



Pedernaque ambrinoise (Dasyatis americana)



Iguane des Petites Antilles (Iguana delicatissima)

Patrimoine paysager :

Les îlets de Petite Terre ne sont plus occupés en permanence depuis l'automatisation du phare situé sur Terre de Bas. Leur caractère sauvage et le lagon permettant un mouillage bien abrité les désignent comme destination de voyage à la journée par les croisiéristes.

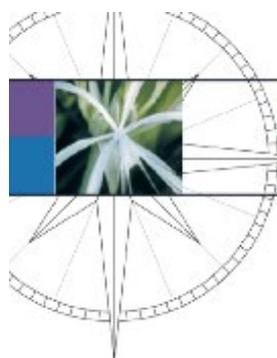
Gestion :

La délimitation de la partie marine de cette réserve constitue l'objectif principal du gestionnaire pour l'année 2001. La surveillance des espèces et des milieux par le biais d'études et d'inventaires (iguanes, tortues, gaiacs...) forme un deuxième axe prioritaire. Il convient également de gérer au mieux la fréquentation des îlets par les "croisiéristes" ; celle-ci est désormais réglementée par arrêté préfectoral. Des panneaux d'information sont implantés sur les plages fréquentées par les visiteurs.
Un plan de gestion sera élaboré afin de mener à bien ces différents objectifs.

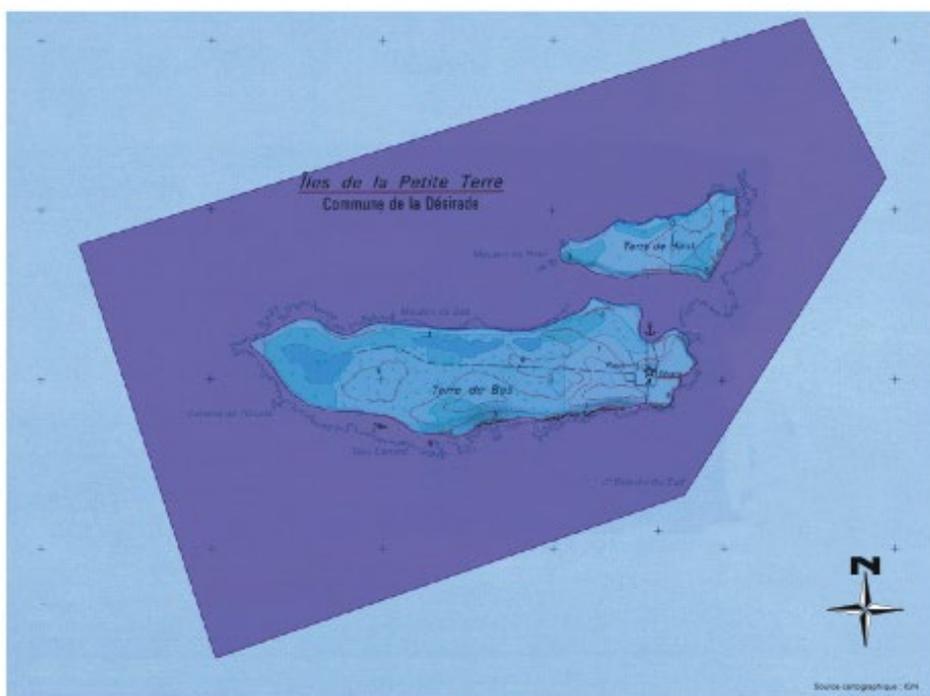
Informations pratiques :

Les bureaux de la réserve se situent sur l'îlet de Terre de bas, dans le phare. Le conservateur et les gardes-monteurs sont chargés d'accueillir les visiteurs et de leur faire découvrir la nature. Ils veillent au respect des règles qui garantissent la protection du milieu naturel.





**RESERVE NATURELLE
DES ILETS DE PETITE TERRE (TERRESTRE ET MARINE)**



Echelle : 1 / 33 000

partie marine partie terrestre

PROTOCOLES DE SUIVI

SUIVI DU BENTHOS RECIFAL

La station, choisie sur des fonds d'environ 12 m (sauf lagon Petite Terre et Rocher Pélican à Saint-Martin), est matérialisée à l'aide de piquets fixés dans le substrat au début de chaque transect, ou à minima tous les 20 mètres afin de pouvoir échantillonner la même station à chaque campagne de suivi. L'échantillonnage est réalisé une fois par an (août/octobre).

PARAMETRE N°1 : STRUCTURE DU PEUPELEMENT BENTHIQUE

Le plongeur n°1 déroule le transect et l'attache en 2 points fixes tendu au-dessus du fond et au plus proche du substrat (moins de 50 cm). Le plongeur réalise un passage unique sur le transect et réalise un relevé de type « point intercept », avec un pas d'espace de 20cm. Pour cela, il identifie la nature du substrat présent sous le transect, tous les 20 cm.

Chaque point est décrit en utilisant les codes (colonne 2) et notes (colonne 3) du tableau ci-dessous, permettant d'identifier sans ambiguïté les différents types de substrat (colonne 1). On note que les codes utilisés sont ceux de la base COREMO 3 – niveau intermédiaire (Reef Check), recommandés par l'IFRECOR.

Descripteur	Code (niveau intermédiaire Reef Check)	Descripteur	Notes
Corail vivant	HC / SC	Hard Coral / Soft Coral	
Corail blanchi	HC	Hard Coral	CB
Eponge	SP	Sponge	
Autres invertébrés	OT	Other	GO, AN, ...
Macroalgues non calcaires	NIA	Nutrient Indicator Algae	MA ou CY A
Macroalgues calcaires	OT	Other	HAL, GAL, ...
Turf algal ou algue calcairienne	RC	Rock	TU ou AC
Corail mort récemment (<1 an)	RKC	Recent Killed Coral	
Substrat dur	RC	Rock	
Débris coralliens (<15cm)	RB	Rubble	
Sable (<0,5cm)	SD	Sand	
Vase (<1mm)	SI	Silt/Clay	

NB : Lorsque le substrat est composé de macroalgues (calcaires ou non), de turf ou de cyanophycées, noter la nature du substrat sur lequel ceux-ci se développent.

Effort d'échantillonnage : 300 points au total par station, soit 50 points par transect de 10 m ou 100 par transect de 20 m.

PARAMETRE N°2 : COUVERTURE EN MACROALGUES

Le plongeur n°2 réalise 10 quadrats (20 si on utilise des transects de 20 m) de 25x25 cm le long du transect de 10 m établi par le plongeur n°1, avec un pas d'espace régulier de 1 mètre (c'est-à-dire tous les mètres). Le quadrat est disposé contre le mètre linéaire (à droite), un angle (toujours le même) du quadrat étant en face d'une graduation entière. Le recouvrement en macroalgues est évalué visuellement par quadrat selon les 5 classes du tableau suivant :

Code	Type de présence	% recouvrement
0	Pas de macroalgues	0%
1	Présence éparse	1-10%
2	Présence nettement visible	11-50%
3	Présence et couverture forte	51-90%
4	Couverture totale	91-100%

Effort d'échantillonnage : 1 quadrat de 25 cm x 25 cm par mètre linéaire de transect / 3,75 m² au total.

PARAMETRES N° 3 : RECRUTEMENT CORALLIEN

Après les mesures de recouvrement corallien et algal sur chaque station, il est proposé de réaliser simultanément sur chaque transect des comptages des **recrues coralliennes** (coraux juvéniles <2 cm) sur une largeur de 0,5 m à gauche du transect (marquage à l'aide d'un tube en PVC de 0,5 m).

Ces informations permettront d'évaluer la capacité de renouvellement des peuplements coralliens.

Effort d'échantillonnage : 1 quadrat de 50 cm x 1 m par mètre linéaire de transect / 30 m² au total.

PARAMETRE N°4 : EVALUATION DE L'ETAT DE SANTE GENERAL

L'état général de santé écologique du site est déterminé à partir des cinq classes du suivant :

1 = très bon état	Coraux non nécrosés avec gazon algal. Pas de macroalgues
2 = bon état	Coraux présentant peu de nécroses, avec quelques macroalgues et/ou une légère hypersédimentation
3 = état moyen	Coraux avec nécroses et un peuplement algal dominé par des macroalgues et / ou hypersédimentation forte
4 = état médiocre	La majorité des coraux sont morts, les fonds sont envahis par les macroalgues ou entièrement sédimentés
5 = mauvais état	Coraux morts ou envahis de macroalgues ou totalement envasés, aucune espèce sensible.

PARAMETRE N°5 : INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES

Sur chaque station échantillonnée, des informations complémentaires concernant la position de la station et les conditions de milieu seront relevées :

- Date et heure de la plongée,
- Nom des observateurs,
- Point GPS de la station (systèmes WGS84),
- Conditions climatiques (vent, houle, courant, marée, pluviométrie).

Ces informations permettront :

- De disposer de facteurs explicatifs quant à l'état de santé des peuplements benthiques,
- De disposer d'une traçabilité des données dans le cadre de l'assurance qualité.

PARAMETRE N°6 : BLANCHISSEMENT CORALLIEN

Le plongeur n°1 note pour chaque corail présent sur les points intercept une classe de blanchissement :

Code	Type blanchissement	% blanchissement
0	Pas de blanchissement	0%
1	Partiel ou tache	1-10%
2	blanchi	11-50%
3	Blanchi et partiellement mort	51-90%
4	Mort récemment	91-100%

Effort d'échantillonnage : 300 points au total par station, soit 50 points par transect de 10 m ou 100 par transect de 20 m.

PARAMETRE N°7 : OURSINS DIADEMES

Le plongeur n°2 réalise 10 quadrats (20 si on utilise des transects de 20 m) de 1x1 cm le long du transect de 10 m établi par le plongeur n°1, avec un pas d'espace régulier de 1 mètre (c'est-à-dire tous les mètres). Le quadrat est disposé contre le mètre linéaire (à droite), un angle (toujours le même) du quadrat étant en face d'une graduation entière. Le nombre d'oursins diadèmes est comptabilisé visuellement par quadrat.

Effort d'échantillonnage : 60 quadrat de 1 m x 1 m (60 m²) par station, soit 10 m² par transect de 10 m.

SUIVI DE L'ICHTYOFAUNE

PARAMETRE N°1 : IDENTIFICATION DES ESPECES CIBLES

Le plongeur n°1 déroule le transect et l'attache en 2 points fixes tendu au-dessus du fond et au plus proche du substrat (moins de 50 cm). Le plongeur 1 revient au départ du transect et attend 15 mn afin que les poissons dérangés reprennent place. Les plongeurs 1 et 2 réalisent alors chacun un passage unique sur une bande de 2m de large sur 5m de hauteur, de part et d'autre du transect de 150m de long, en se répartissant les espèces cibles selon leur régime trophique. Les plongeurs s'arrêtent tous les 5 m pendant 1 mn afin de limiter les perturbations et permettre à certaines espèces de revenir. L'identification est réalisée à chaque arrêt et complétée si nécessaire lors de la nage (passage éclair de certains individus). Chaque individu appartenant aux 60 espèces cibles ci-dessous est pris en compte. Les espèces rares éventuellement rencontrées peuvent être indiquées en remarque (raies, tortues, requins).

Groupe trophique	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Famille	Espèce d'intérêt	
Herbivores	Zaïwag flamand	<i>Scarus guacama</i>	Scaridae	A	
	Peroquet tr aye	<i>Scarus taeni</i>	Scaridae	A	
	Peroquet princesse	<i>Scarus taenopleurus</i>	Scaridae	A	
	Peroquet royal	<i>Scarus vetula</i>	Scaridae	A	
	Peroquet tête verte	<i>Spaasoema aotomarium</i>	Scaridae	A	
	Peroquet bandes rouges	<i>Spaasoema aurifrenatum</i>	Scaridae	A	
	Peroquet queue rouge	<i>Spaasoema chrysopleurum</i>	Scaridae	A	
	Peroquet des herbiers	<i>Spaasoema radians</i>	Scaridae	A	
	Peroquet queue jaune	<i>Spaasoema rubripinne</i>	Scaridae	A	
	Peroquet feu tricolore	<i>Spaasoema vitale</i>	Scaridae	A	
	Chirurgien noir	<i>Acanthurus bahianus</i>	Acanthuridae	A	
	Chirurgien tr aye	<i>Acanthurus chirurgus</i>	Acanthuridae	A	
	Chirurgien bleu	<i>Acanthurus coeruleus</i>	Acanthuridae	Q	
Planctonophages	Chromis bleu	<i>Chromis cyanea</i>	Pomacentridae	Q	
	Chromis blanc	<i>Chromis multilineata</i>	Pomacentridae	Q	
	Demoiselle queue jaune	<i>Microspatodon chrysurus</i>	Pomacentridae	Q	
	Demoiselle bunte	<i>Stegastes sordidus</i>	Pomacentridae	Q	
	Beau Grégoire	<i>Stegastes leucostriatus</i>	Pomacentridae	Q	
	Demoiselle 3 points	<i>Stegastes partitus</i>	Pomacentridae	Q	
Omnivores	Baliste royale	<i>Balistes vetula</i>	Balistidae	A	
	Baliste noir	<i>Melichthys niger</i>	Balistidae	A	
	Bouze cabin	<i>Gantherinae macocheus</i>	Monacanthidae	A	
	Bouze à points orange	<i>Gantherinae spullis</i>	Monacanthidae	A	
	Carnivores de 1er ordre	Poisson papillon Pinocchio	<i>Chaetodon aculeatus</i>	Chaetodontidae	Q
Poisson papillon 4 yeux		<i>Chaetodon capistratus</i>	Chaetodontidae	Q	
Poisson papillon ocellé		<i>Chaetodon ocellatus</i>	Chaetodontidae	Q	
Poisson papillon pyjama		<i>Chaetodon striatus</i>	Chaetodontidae	Q	
Poisson ange royal		<i>Holocentrus ruber</i>	Pomacanthidae	Q	
Poisson ange chérubin		<i>Centropyge argi</i>	Pomacanthidae	Q	
Poisson ange des Caraïbes		<i>Holocentrus lineatus</i>	Pomacanthidae	Q	
Poisson ange gris		<i>Pomacanthus arcuatus</i>	Pomacanthidae	Q	
Poisson ange français		<i>Pomacanthus paru</i>	Pomacanthidae	Q	
Lippu		<i>Anisotremus surinamensis</i>	Haemulidae	A	
Gorette des Vierges		<i>Anisotremus virginicus</i>	Haemulidae	A	
Gorette dorée		<i>Haemulon aurolineatum</i>	Haemulidae	A	
Gorette charbonnée		<i>Haemulon carbonatum</i>	Haemulidae	A	
Gorette or argent		<i>Haemulon chrysargyreum</i>	Haemulidae	A	
Gorette jaune		<i>Haemulon flavolineatum</i>	Haemulidae	A	
Gorette blanche		<i>Haemulon plumieri</i>	Haemulidae	A	
Gorette bleue		<i>Haemulon sciurus</i>	Haemulidae	A	
Poisson pompette		<i>Aulostomus maculatus</i>	Aulostomidae	Q	
Capitaine caïye		<i>Bodianus vittatus</i>	Labridae	A	
Capitaine		<i>Laetodon maximus</i>	Labridae	A	
Carnivores de 2nd ordre		Pagre vivaneau	<i>Lutjanus analis</i>	Lutjanidae	A
		Pagre jaune	<i>Lutjanus apodus</i>	Lutjanidae	A
	Pagre gris	<i>Lutjanus griseus</i>	Lutjanidae	A	
	Pagre dents de chien	<i>Lutjanus jacob</i>	Lutjanidae	A	
	Pagre mahogani	<i>Lutjanus mahogani</i>	Lutjanidae	A	
	Pagre w ayack	<i>Lutjanus synagris</i>	Lutjanidae	A	
	Colas	<i>Ocyurus chrysurus</i>	Lutjanidae	A	
Carnivores piscivores	Vieille de roche	<i>Cephalopholis cruentatus</i>	Serranidae	A	
	Tanche	<i>Cephalopholis littoralis</i>	Serranidae	A	
	Walwa	<i>Epinephelus adscensionis</i>	Serranidae	A	
	Grand queue couronné	<i>Epinephelus guttatus</i>	Serranidae	A	
	Vieille fr anche	<i>Epinephelus striatus</i>	Serranidae	A	
	Creole	<i>Paranthias lucifer</i>	Serranidae	A	
	Barracuda	<i>Sphyraena barracuda</i>	Sphyraenidae	A	
	Carangue gris-yeux	<i>Caranx latus</i>	Carangidae	A	
	Carangue fr anche	<i>Caranx ruber</i>	Carangidae	A	

A: Alimentation

Q: Aquaculture

Effort d'échantillonnage : 300 m² échantillonnés par station, avec une attention particulière portée sur la présence ou non de l'espèce invasive *Pterois volitans* : la rascasse volante ou poisson lion.

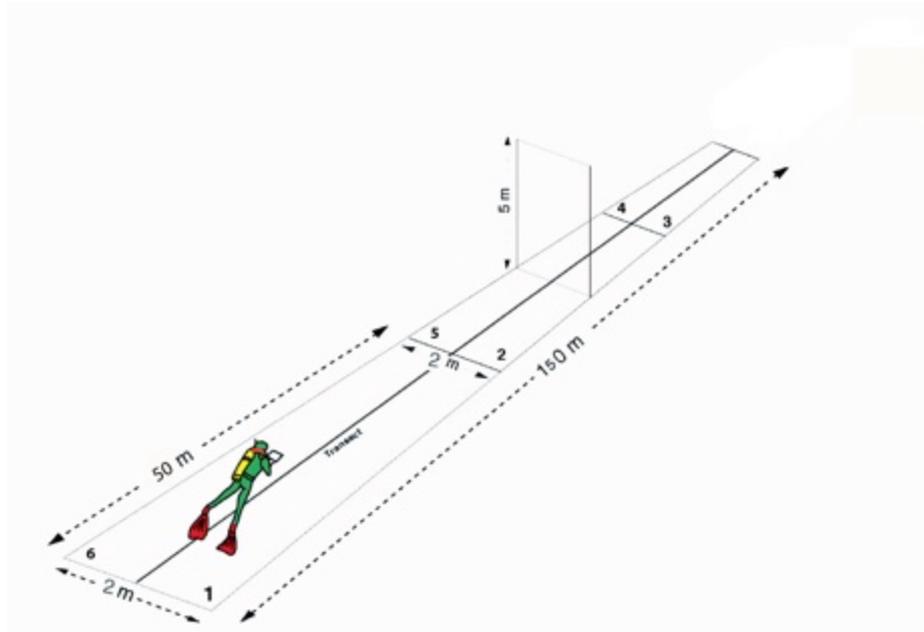


Schéma d'un bande-transect adapté d'après Y. BOUCHON.

PARAMETRE N°2 : ABONDANCE

Chaque plongeur comptabilise les individus appartenant aux espèces cibles identifiées.

Effort d'échantillonnage : 300 m² échantillonnés par station.

PARAMETRE N°3 : TAILLE

Chaque plongeur estime la taille des individus appartenant aux espèces cibles identifiées. Pour chaque individu ou groupe d'individu, une classe de taille est attribuée parmi les 6 classes suivantes :

n° de classe	Taille (cm)
a	<5
b	5-10
c	10-20
d	20-30
e	30-40
f	>40

Effort d'échantillonnage : 300 m² échantillonnés par station.

Nb concernant le calcul de la biomasse pour l'ichtyofaune :

La biomasse est estimée à partir de l'évaluation des longueurs en utilisant la relation LENGTH-WEIGHT (longueur-poids) : $W = aL^b$. Pour chaque espèce (ou espèce proche), les valeurs des constantes a et b ont été recherchées dans la bibliographie. Enfin, la surface échantillonnée est également prise en compte et la biomasse est exprimée en g/100 m².

SUIVI DES HERBIERS

Le protocole mis en œuvre depuis 2007 dans le cadre du suivi des Réserves Naturelles a été modifié en 2013, conformément aux propositions réalisées par C. Hily et après validation par la DEAL et les AMP (cf. doc. de travail Hily C., Kerninon F., juillet 2013 : « Proposition de protocole plongeur pour le suivi des herbiers de phanérogames marines dans les Réserves Naturelles Nationales d'Outre-mer ». Les illustrations ci-dessous sont tirées de ce document).

La station de suivi est choisie sur des fonds d'environ 6 mètres (1,5 m pour Petite Terre). L'échantillonnage est réalisé une fois par an. Les relevés sont réalisés au sein de la station de suivi, subdivisée en 3 sous-stations. Chaque sous-station consiste en une radiale de 50 m de longueur sur laquelle un ruban gradué est déployé selon une direction côte vers le large.

La radiale de suivi est marquée de manière pérenne (marquage en début, milieu et fin de radiale) ou, a minima, les points GPS de début et de fin de radiale sont relevés précisément. La distance entre les trois radiales est à discuter et à adapter en fonction des sites et des intérêts relatifs du gestionnaire sur son site en terme patrimonial, impacts potentiels ou autres.

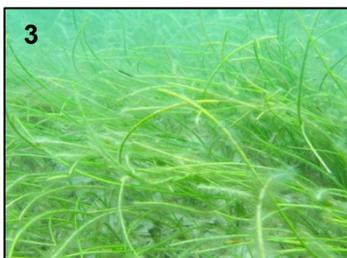
A- RELEVÉ DES PARAMÈTRES DESCRIPTIFS GLOBAUX DE LA RADIALE

Le plongeur réalise les observations des paramètres suivants le long de la radiale de 50 m, sur une bande d'environ 1 mètre de large. Une valeur d'indice globale par paramètre est attribuée pour l'ensemble de la radiale (50 m²). On obtient alors 3 valeurs d'indice par station.

PARAMÈTRE N°1 : EPIBIOSE

Paramètre important pour apprécier la qualité de l'eau, il résume les conditions de turbidité et lumière disponibles pour les feuilles. Une valeur d'indice globale est attribuée par radiale :

- 1 : pas d'épibiose
- 2 : algues calcaires
- 3 : algues filamenteuses
- 4 : film sédimentaire



PARAMETRE N°2 : RELIEF DE L'HERBIER

Ce paramètre permet de caractériser l'herbier en terme d'hydrodynamisme. Il permet de constater les effets de houle et des événements de type cyclonique.

- 1 : Relief faible : dénivelé < 15 cm. L'herbier est quasiment plat, il n'y a pas de dépression ni de microfaisle.
- 2 : Relief moyen : dénivelé de 15 - 50 cm. Des dénivelés en limites de patch mais sinon l'herbier est plat et continu.
- 3 : Relief important : dénivelé > 50 cm. L'herbier est fortement vallonné et/ou comporte des microfaisles franches, souvent sur plusieurs niveaux.

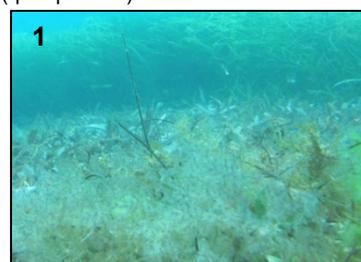
Nb : le dénivelé correspond à la différence de niveau de substrat entre la bordure du patch et le fond de la cuvette ou la bande de substrat entre 2 patches.



PARAMETRE N°3 : MACROPHYTES NON FIXEES DANS LES TROUS DE SABLE (trous de mitage et/ou le sable inter-patch)

Ces macrophytes sont souvent des algues dérivantes qui n'ont pas la même signification que le développement d'algues dans l'herbier lui-même. Leur présence sera un signe que l'herbier est dans une zone de décantation, et qu'il sera sensible aux échouages de sargasses, d'algues opportunistes et macrodéchets (il s'agit d'un paramètre indicatif car assez variable dans le temps selon les conditions météo mais des tendances sont cependant très visibles d'un herbier à l'autre).

- 0 : pas ou très d'algues dérivantes ou de débris de feuilles de phanérogames.
- 1 : mélange d'algues dérivantes et de débris de feuilles de phanérogames (quelques m²).



PARAMETRE N°4 : PRESENCE DE CYANOBACTERIE

La présence de cyanobactéries s'étendant en couche ou en tache colorées souvent brun rouille de plusieurs dizaines de cm² sur le sédiment ou sur les herbiers eux-mêmes est un signe fort de surcharge du milieu en matière organique voire d'eutrophisation, lorsqu'elles deviennent abondantes.

- 0 : absence : pas de cyanobactéries.
- 1 : présence occasionnelle : des tâches de cyanobactéries sont présentes occasionnellement dans l'herbier et/ou présence de cyanobactéries sur les feuilles de nombreux pieds d'herbier.
- 2 : présence forte : l'herbier est majoritairement colonisé par les cyanobactéries jusqu'à asphyxie dans les cas extrêmes.



PARAMETRE N°5 : BIOTURBATION

La présence de tumulus et entonnoirs d'au moins 10 cm de diamètre, correspondant à l'activité de l'endofaune est évaluée. Celle-ci peut jouer un rôle sur les plants d'herbiers qui peuvent être fortement recouverts par les sédiments relargués en surface par ces organismes sous forme de monticules ou creusés (entonnoirs) avec une destruction des rhizomes et racines.

- 0 : absence de bioturbation : Aucun monticule de sédiment n'est présent sur la radiale.
- 1 : bioturbation moyenne : l'herbier présente quelques monticules ou entonnoirs très espacés les uns des autres ou la bioturbation bien visible mais le sable reste largement minoritaire en recouvrement par rapport à la surface d'herbier.
- 2 : bioturbation forte : l'herbier est très fortement impacté par les monticules. Le recouvrement par le sédiment est égal, voire supérieur au recouvrement en phanérogames marines.

**PARAMETRE N°6 : EVALUATION DE L'ETAT DE SANTE DE L'HERBIER**

L'état écologique de l'herbier est déterminé à partir des cinq classes du tableau suivant :

1 = très bon état	Herbier de <i>Thalassia testudinum</i> monospécifique
2 = bon état	Herbier mixte à <i>T. testudinum</i> et <i>Syringodium filiforme</i> , avec présence ou non de macroalgues typiques de l'herbier (en faible abondance)
3 = état moyen	Signe d'eutrophisation ou de sédimentation
4 = état médiocre	Herbier avec macroalgues (typiques abondantes et ou autres macroalgues) ou envasé. Eutrophisation ou hypersédimentation marquée.
5 = mauvais état	Herbier envahi par les macroalgues ou très envasé

B- RELEVÉS SUR TRANSECT LIT (LINE INTERSECT TRANSECT) :

Ces données permettent d'obtenir les taux de fragmentation et de mitage de l'herbier, longueur et nombre de patches, et les indications sur sa dynamique (érosion ou régression).

PARAMETRE N°6 : INTERSECTIONS DE LA LIGNE DE 50 M.

Le plongeur réalise un trajet le long du transect de 50 m pour relever les points de rupture de l'herbier (limites entre l'herbier et le sable nu) et caractériser ces points (ne noter que si cette distance de sable nu entre deux limites d'herbier est >50cm).

L'expérience montre que le plus simple et rapide consiste à marquer sur la tablette sur une première colonne la valeur (en mètres) du point d'intersection entre le sable et l'herbier, suivi dans la deuxième colonne d'un code décrivant s'il s'agit d'une sortie (S) d'herbier ou d'une entrée (E), puis dans une troisième colonne le type de chaque limite (en falaise (F), en progression (P) ou stable (S)).

Codage :

F : (Micro) Falaise (signe d'un herbier en érosion) : limite d'herbier en microfalaise faisant apparaître les racines de l'herbier à nu.

P : Progression : limite d'herbier montrant une colonisation du sable nu par traçage des rhizomes. Les pieds en bordure d'herbier sont bien ensablés.

S : Stabilité pas de signe d'érosion ou de progression

NB : S'il y a un doute sur ce code il est possible de s'aider de la limite de l'herbier de part et d'autre du point d'intersection lui-même (environ 50 cm de part et d'autre comme sur les photos).



C- RELEVÉS SUR QUADRATS

Le principe est d'obtenir une valeur de la hauteur de la canopée de l'herbier, de la diversité des espèces d'herbiers, de leurs proportions relatives.

Le plongeur réalise 10 quadrats par radiale (un par section de 5 m). Les quadrats sont effectués au hasard de part et d'autre de la radiale. Les quadrats sont positionnés dans les patches d'herbier par tranche de 5 mètres sur la radiale de manière à disposer d'une description des abondances et répartition des espèces et des longueurs sur l'ensemble de la radiale. Pour éviter le problème d'une pose pseudo-aléatoire, une valeur est tirée au hasard (parmi 0, 1, 2, 3, 4 pour la 1^{ère} bande ; parmi 5, 6, 7, 8, 9 pour 2^{ème}, etc.). A chaque marque tirée : y a-t-il de l'herbier sur la perpendiculaire à moins de 1 m à droite ou à gauche de la ligne ? Si non, on avance sur la ligne jusqu'à trouver de l'herbier sur cette bande de 1 m de large. Lorsque l'on a de l'herbier à la perpendiculaire on pose le quadrat en bordure de la ligne, si pas d'herbier en bordure on pose le quadrat à droite (la pose se fera toujours à 20 cm au moins de la bordure du patch d'herbier pour éviter un effet de lisière). Si pas d'herbier dans la bande de 1 m à droite on fait la manip côté gauche. Si possible, une photo du quadrat sera réalisée avant chaque relevé.

PARAMETRE N° 7 : DENSITE DES PLANTS

Le plongeur réalise le comptage du nombre total de faisceaux de feuilles de *Thalassia testudinum* et *Syringodium filiforme* dans 10 quadrats de 10 x 20 cm le long de chaque radiale.

Effort d'échantillonnage : 30 quadrats de 10 cm x 20 cm, soit 0,6 m² par station.

PARAMETRE N°8 : LONGUEUR DES FEUILLES

La longueur de 10 feuilles les plus longues de plants pris au hasard (mais non « broutés ») et appartenant à des plants différents (1 feuille par plant) est mesurée depuis leur base jusqu'à leur extrémité, pour chaque radiale. Les plants mesurés sont répartis dans au moins 3 quadrats sur la radiale.

Les mesures sont réalisées pour les espèces *Thalassia testudinum* et *Syringodium filiforme*.

La présence de signes de broutage de l'herbier est notée. Dans le cas où pratiquement toutes les extrémités des feuilles sont cassées/broutées, la valeur de la longueur du faisceau sera complétée par la mention « C » pour « Cassée » pour en tenir compte ensuite dans les interprétations des données.

Effort d'échantillonnage : 30 mesures dans au moins 9 quadrats de 10 cm x 20 cm, soit au moins 0,18 m² par station.

C- PARAMETRES COMPLEMENTAIRES DE L'HERBIER

PARAMETRE N°9 : MEGAFaUNE ASSOCIEE A L'HERBIER

Le plongeur compte les individus des espèces d'oursins, nacres, étoiles de mer et lambis sur 2 mètres le long de la radiale (1 m de part et d'autre du ruban).

Effort d'échantillonnage : 300 m² échantillonnés par station (3 radiales x 100 m²).

PARAMETRE N°10 : CARACTERISTIQUES DU SUBSTRAT DANS ET HORS HERBIER

Principe : Il est important de caractériser le sédiment dans l'herbier et hors de l'herbier (sédiment nu dans les interpatches). L'herbier, ayant une action facilitant la sédimentation, sera toujours plus « envasé » que le sable nu à proximité.

Le plongeur prélève une ou quelques poignées de sédiment et le laisse se redéposer sur le fond afin de situer le sédiment à l'échelle globale de la radiale dans un des types suivants.

Une valeur d'indice est attribuée pour l'ensemble de la radiale pour l'herbier ET une autre pour le sédiment nu.

-1 : vase (le poing fermé s'enfonce facilement dans le sédiment)

-2 : sable fin vaseux (nuage turbide lorsque le sable se redépose mais le poing fermé ne pénètre quasiment pas).

-3 : sable fin propre (pas de nuage turbide)

-4 : sable grossier propre (grains de l'ordre de 1 à 5 mm) (typiquement fragments et articles d'algues calcaires).

-5 : macrodébris coralliens ou graviers/cailloutis (ordre du centimètre ou plus) (ces éléments sont dominants mais il y a toujours un peu de sédiment plus fin colmatant plus ou moins les interstices).

SUIVI DES LAMBIS

SUIVI DES LAMBIS A L'ECHELLE DE LA STATION

Les Réserves Naturelles ont souhaité en 2013 que le suivi de la macrofaune au sein de l'herbier (cf. ci-dessus) remplace le protocole de suivi lambis tel qu'il était réalisé jusqu'en 2012. Les paramètres relevés sont les suivants :

PARAMETRE N°1 : DENSITE DE LAMBIS

Le plongeur compte les individus de lambis (simultanément au comptage des autres invertébrés) sur 2 mètres le long de la radiale (1 m de part et d'autre du ruban).

Effort d'échantillonnage : 300 m² échantillonnés par station (3 radiales x 100 m²).

PARAMETRE N°2 : TAILLE DES LAMBIS

Pour chaque Lambi comptabilisé, il sera noté sa classe de taille :

classe 1 (<10cm)	classe 2 (10-20 cm)	classe 3 (>20 cm)
---------------------	------------------------	----------------------

Effort d'échantillonnage : 300 m² échantillonnés par station (3 radiales x 100 m²).

PARAMETRE N°3 : PREVALENCE MORTALITE

Pour chaque Lambi comptabilisé, il sera noté s'il est vivant ou mort.

Effort d'échantillonnage : 300 m² échantillonnés par station (3 radiales x 100 m²).

SUIVI SPECIFIQUE DES LAMBIS PAR VIDEO TRACTEE (RN DE PETITE TERRE)

Parallèlement, la Réserve Naturelle de Petite Terre a émis des réserves quant à la représentativité des résultats du suivi des lambis mis en œuvre à l'échelle de la station « herbiers ». Afin d'améliorer la représentativité du suivi, l'augmentation de la surface de la zone échantillonnée a été envisagée. Ceci impliquait la mise en œuvre d'un protocole de suivi à plus grande échelle que celui utilisé en plongée sous-marine. Le suivi des lambis par vidéo tractée a ainsi été testé au cours de la mission à Petite Terre en 2013 et réitéré en 2014. Le dispositif de vidéo tractée est disponible en interne à Créocéan.

La méthodologie est la même que celle utilisée par le CRPMEM dans le cadre de missions d'évaluation de certains gisements de lambis en Guadeloupe (Solan, 2008). La méthodologie est décrite brièvement ci-dessous :

PHASE TERRAIN :

Le dispositif de vidéo tractée permet de disposer d'un retour surface de la vidéo. Le système a été couplé à une Go Pro afin d'obtenir des images de meilleure résolution. Le dispositif a également été équipé de lasers montés en parallèle (faisceaux projetés dans l'axe de la caméra, espacés de 1 m). Ceux-ci vont permettre a posteriori de calculer la surface échantillonnée.

- La position GPS des transects réalisés est relevée.
- Dans la mesure du possible, les transects présentent une profondeur constante afin de minimiser les variations d'altitude de la caméra et sont réalisés face au courant, par temps calme.
- Une personne visionne en temps réel les images sur l'écran de contrôle afin de donner des indications à une 2^{ème} personne qui règle l'altitude de la caméra.
- L'altitude optimale de la caméra est d'environ 1 m au-dessus du fond.

- Le bateau (embarcation légère) avance à vitesse réduite (1 nœud environ) afin de disposer d'images nettes et précises.

ANALYSE DES DONNEES VIDEO :

- Lors d'un 1^{er} visionnage des images à vitesse réduite, les lambis sont recensés. Le temps sur la vidéo correspondant à l'observation est noté pour chaque individu. Selon la qualité de l'observation, le stade de développement de chaque individu est recensé :
 - Juvénile : le pavillon n'est pas formé (taille environ >10 cm),
 - Sub-adulte : pavillon en formation (taille entre 10-20 cm),
 - Adulte : individu massif au pavillon bien formé, érosion de la coquille (taille >20 cm),
 - Indéterminé : impossible de définir, mauvaise visibilité.Lorsqu'il est possible de déterminer avec certitude qu'il s'agit d'un individu mort, l'information est notée en complément. Il est toutefois difficile de distinguer les coquilles vides des lambis vivants sur les images vidéo (excepté par exemple quand l'ouverture de la coquille est orientée vers le haut).
- Lors du 2nd visionnage à vitesse normale, la surface échantillonnée est calculée à l'aide des repères constitués par les faisceaux lasers :
 - définition et écartement des séquences non interprétables du transect,
 - division du film en tronçons de largeur de champ donnée (en fonction des variations d'altitude de la caméra),
 - calcul des largeurs de champs et de la longueur de chaque tronçon (en fonction de la vitesse moyenne d'exploration et la durée en min des tronçons),
 - calcul de la superficie de chaque tronçon et de la superficie totale échantillonnée par transect.
- Enfin, les densités pour chaque transect sont calculées sur la base du recensement et des calculs de superficie réalisés.

SUIVI DE LA TEMPERATURE DES EAUX

Sur chaque station « benthos », un enregistreur en continu de température a été implanté. Comme cela est déjà réalisé dans plusieurs régions du monde (Australie, Océan Indien), la mise en place de ces sondes permet de disposer d'un « réseau de surveillance des températures » dont l'objectif est double :

- Suivi de l'évolution des températures : les données collectées tout au long de l'année en continu (pas de temps de 60 min), permettent d'enrichir les connaissances sur les variations saisonnières d'une part mais également d'une année à l'autre dans le contexte de réchauffement des océans à l'échelle planétaire.
- Mise en place d'un système d'alerte : le relevé périodique des données (fréquence trimestrielle ou bimestrielle) permet de disposer d'un outil d'alerte sur le réchauffement des eaux afin d'anticiper les phénomènes de blanchissement et d'organiser un éventuel suivi du phénomène pour quantifier le taux de colonies affectées et le taux de mortalité. Compte tenu de la zone de couverture géographique importante des réserves dans les caraïbes du Nord au Sud (îles du Nord / Guadeloupe / Petite Terre), l'analyse des données collectées devrait permettre de mettre en évidence d'éventuels différences d'évolution de la température.

Les caractéristiques des enregistreurs qui ont été implantés en 2020 (HOBO) sont les suivantes :

METEO SHOPPING ENREGISTREUR DE TEMPERATURE POUR L'EAU HOBO WATER TEMP PRO V2 – U22-001

Ce nouvel enregistreur a une résolution 12-bit et dispose d'une sonde de précision : ±0,2 °C sur une large échelle de température ambiante.
 Cette nouvelle version a deux fois plus de mémoire, une station de base optique USB fonctionnelle, et est compatible avec la nouvelle navette HOBO étanche.
 Son boîtier profilé est spécialement conçu pour des enregistrements de longue durée en eau douce ou salée.
 L'enregistreur Water Temp Pro v2 est équipé d'une interface optique pour un déchargement rapide des données sur site, même lorsque l'enregistreur est mouillé.

Echelle de mesure : -20 °C à +50 °C dans l'eau
 -20 °C à +70 °C dans l'air

Étanche jusqu'à 120 m

Précision : ±0,2 °C de 0 à +50 °C

Résolution : 0,02 °C à +25 °C

Précision de l'horloge : ±1 minute par mois

Capacité : 42000 mesures – 12 bits



Interface USB optique grande vitesse, déchargement d'un enregistreur plein en moins de 30 secondes
 Date et heure de départ programmable
 Fréquence d'enregistrement configurable par l'utilisateur d'1 seconde à 18 heures
 Nécessite le logiciel HOBOWare pour le lancement et l'exploitation des données

Autonomie 6 ans (typique), pile remplaçable en usine (les températures extrêmes réduisent la durée de vie de la pile)
 Indication du niveau de pile lors de lancement
 Mémoire non volatile (conserve les données en cas de pile usée)
 Confirmation des opérations par LED clignotante

Plastique stable aux UV pour une immersion à long terme en eau douce ou salée mais pas adapté à une exposition prolongée en eau chlorée

Boîtier de conception robuste et profilée assurant des années d'utilisation en conditions rudes
 Le boîtier gris foncé se fond dans son environnement, réduisant au minimum les risques de détection Protecteur antichoc en caoutchouc en option pour situation en débit d'eau important, avec débris, ou inondations

Temps de réponse : 5 minutes dans l'eau ; 12 minutes dans l'air ventilé à 2 m/sec, pour 90% typique Mode mémoire : arrêt de l'enregistrement quand la mémoire est pleine

Déchargement de données : lecture d'un enregistreur plein en moins de 30 secondes en cours d'enregistrement ou à l'arrêt

Matériaux : polypropylène, acier inoxydable, joint EPDM
 Flottabilité : +13 g (eau douce à 25°C) ; +17 g avec le protecteur antichoc optionnel Pile lithium 3.6 V uniquement remplaçable en usine
 Constat de vérification température réalisable en option
 Dimensions (mm) : 114 x 30
 Masse : 42 g
 Anneau de fixation percé Ø 6,3 mm

ENREGISTREUR	REFERENCE
Hobo Water Temp Pro v2	U22-001
ACCESSOIRES	REFERENCE
Station de Base USB Optique**	BASE-U-4
Navette HOBO Waterproof**	U-DTW-1
Coupleur (indispensable avec la navette U-DTW-1)	COUPLER2-C
Protecteur anti-choc caoutchouc noir	BOOT-BLK
Protecteur anti-choc caoutchouc blanc	BOOT-WHT
Logiciel d'exploitation PC ou Mac	HOBO-PRO-C/D
Remplacement de pile en usine	FRB-U22

SUIVI DU DEVELOPPEMENT DE CYANOPHYCEES A PROXIMITE DES MOUILLAGES PERMANENTS

Lors d'observations en 2010, un suivi du développement des cyanophycées à proximité des mouillages permanents installés par les agents de la Réserve, à l'attention des professionnels et des particuliers, a été initié en 2011.

En effet, un accroissement de la couverture en cyanophycées semble s'opérer d'année en année sur ces zones bien identifiées. Il pourrait être la conséquence de divers rejets imputables aux usagers de ces installations. Il conviendrait donc de le caractériser afin de sensibiliser les usagers sur ce point.

24 photo-quadrats ont été réalisés sous les 4 mouillages de la zone : les quadrats réalisés sont « fixes », le long d'un transect de 12 m (avec marque 6 m au niveau du mouillage) déroulé dans l'axe du courant (est-ouest) afin de disposer de quadrats en amont et en aval du mouillage par rapport au courant (sous l'influence de celui-ci, les eaux ou matériel organique éventuellement rejetés par les bateaux peuvent en effet sédimenter plusieurs mètres derrière le point de mouillage). Une photo-quadrat tous les 2 mètres a été réalisée, soit 6 quadrats sous chaque mouillage (3 en amont et 3 en aval par rapport au flux dominant).

De la même manière, 6 photo-quadrats ont été réalisés sur une zone témoin en dehors de la zone de mouillage (en amont du courant), située plusieurs dizaines de mètres à l'est du mouillage 4 (1 quadrat tous les 2 m le long du transect de 12 m).

Les clichés ainsi produits sont analysés sous logiciel CPCe, afin d'établir les taux de couverture en cyanophycées observés sur les fonds sous influence des navires stationnant et de les comparer à ceux provenant de sites dénués de toute influence de ce type. L'épaisseur de la matre de cyanophycées sera également mesurée et prise en compte dans l'analyse.



www.creocean.fr

GROUPE KERAN