RAPPORT

Suivi de l'état de santé des biocénoses marines de la Réserve Naturelle de Saint-Barthélemy

État des lieux 2024 et évolution 2007-2024

Janvier 2025

RESERVE NATURELLE DE SAINT-BARTHELEMY

Réserve Naturelle de Saint-Barthelémy

AGENCE TERRITORIALE DE L'ENVIRONNEMENT ST BARTHÉLEMY

IFRECOR
INITIATIVE FRANÇAISE POUR LES RÉCIFS CORALLIENS

creocean
Environnement & océanographie

CLIENT : Réserve Naturelle de Saint-Barthélemy

COORDONNÉES	**Agence Territoriale de l'Environnement** Quai de la République – Gustavia BP 683 97133 SAINT-BARTHELEMY Tél. : 05 90 27 88 18
INTERLOCUTEUR	**Monsieur Sébastien GREAUX** Tél. : 06 90 70 45 94 E-mail : sebastien.greaux@agence-environnement.fr

CREOCEAN

COORDONNÉES	**Agence CARAIBES** 13 lot Ti Bambou, Convenance 97122 BAIE-MAHAULT Tél. : 05 90 41 16 88 E-mail : caraibes@creocean.fr
INTERLOCUTEUR	**Monsieur Florian LABADIE** Tél. : 06 90 15 78 24 E-mail : labadie@creocean.fr

RAPPORT

TITRE	**Suivi de l'état de santé des biocénoses marines de la Réserve Naturelle de Saint-Barthélemy État des lieux 2024 et évolution 2007-2024**
NOMBRE DE PAGES TOTAL	4
NOMBRE D'ANNEXES	3

VERSION

RÉFÉRENCE	VERSION	DATE	REDACTEUR	CONTRÔLE QUALITE
240663	V1	21/05/2025	S. CNUDDE N. GRILLON	F. LABADIE

Ce rapport doit être cité selon la forme :

CREOCEAN, Suivi de l'état de santé des biocénoses marines de la Réserve Naturelle de Saint-Barthélemy (2024), pour l'Agence Territoriale de l'Environnement (ATE), 94 pp.

Sauf mention du contraire, les photographies d'illustration du rapport sont de © Créocéan, issues de la campagne 2024 de suivi des biocénoses de la Réserve Naturelle de St-Barthélémy

Sommaire

Contexte et objectifs de l'étude 3

1. Présentation des sites d'étude 4

1.1. La Réserve Naturelle de Saint-Barthélemy 4

1.2. Plan d'échantillonnage 5

1.2.1. Suivi des peuplements benthiques coralliens 5

1.2.2. Suivi des herbiers de phanérogames 6

1.2.3. Suivi des densités de lambis 9

1.3. Déroulement des campagnes de suivi 10

2. Méthodologies 11

2.1. Protocoles et paramètres 11

2.1.1. Suivi des peuplements benthiques coralliens 11

2.1.2. Suivi des peuplements ichtyologiques 13

2.1.3. Suivi de la température de l'eau 15

2.1.4. Synthèse 15

2.2. Traitement et interprétation des données 16

2.2.1. Statistique descriptive 16

2.2.2. Statistique inférentielle 16

3. Résultats sur les stations de suivi de la Réserve de Saint-Barthélemy 18

3.1. Le peuplement benthique corallien 18

3.1.1. Station Colombier 18

3.1.2. Station Le Bœuf 21

3.1.3. Station Pointe Milou 24

3.1.4. Comparaison entre les stations « en réserve » et « hors réserve » 26

3.1.5. Synthèse du peuplement benthique corallien 26

3.2. Le peuplement ichtyologique 28

3.2.1. Station Colombier 28

3.2.2. Station Le Bœuf 31

3.2.3. Station Pointe Milou 34

3.2.4. Espèce invasive *Pteroïs volitans* 35

3.2.5. Comparaison entre les stations « en réserve » et « hors réserve » 37

3.2.6. Synthèse du peuplement ichtyologique 38

3.3. Herbiers et macrofaune associée 39
3.3.1. Petit Cul de Sac 39
3.3.2. Bonhomme 45
4. Suivi de la température 51
4.1. Le blanchissement corallien 51
4.2. Méthode d'évaluation du risque de blanchissement corallien 52
4.3. Risque de blanchissement pour la saison 2024 : données NOAA 53
4.4. Évaluation du risque de blanchissement à partir des données de température *in situ* 56
5. Compagnonnage et formation 59
5.1. Principes et résultats du compagnonnage 59
5.2. Bilan sur la formation / Échange des personnels impliqués 60
6. Communication : poster destiné au grand public / décideurs 60
7. Perspectives 61
BIBLIOGRAPHIE 63
ANNEXES 66

Liste des Figures

Figure 1-1: Délimitation et zonage de la Réserve naturelle de St-Barthélémy 4

Figure 1-2 : Localisation des stations de suivi de la Réserve Naturelle de Saint-Barthélemy 7

Figure 1-3: Détails de la localisation des radiales des stations herbiers 2024 8

Figure 1-4 : Localisation des transects de suivi des lambis sur les 2 secteurs d'étude 9

Figure 3-1 : Illustration du suivi benthique de la station Colombier 20

Figure 3-2 : Illustration du suivi benthique de la station Le Bœuf 23

Figure 3-3 : Illustration du suivi benthique de la station Pointe Milou 25

Figure 3-4 : Comparaison des couvertures coralliennes et algales sur les stations suivies (données 2009 - 2024) 26

Figure 3-5 : Ichtyofaune observée sur la station Colombier 30

Figure 3-6 : Ichtyofaune observée sur la station Le bœuf (hors transect) 33

Figure 3-7 : Ichtyofaune observée sur la station Pointe Milou 35

Figure 3-8 : Pteroïs volitans sur la station Colombier 36

Figure 3-9 : Évolution de la densité de Pteroïs volitans sur les deux stations historiques 36

Figure 3-10 : Richesse spécifique, densité, biomasse et taille moyenne sur les deux stations Colombier (en Réserve) et Le Bœuf (hors Réserve) 37

Figure 3-11 : Synthèse des indices des paramètres descriptifs globaux de l'herbier de Petit Cul-de-sac 39

Figure 3-12 : Représentation schématique et caractérisation de la fragmentation de l'herbier de Petit Cul-de-sac 40

Figure 3-13 : Microfalaises et fragmentation de l'herbier de Petit Cul-de-sac 40

Figure 3-14 : Densités des plants de phanérogames sur les radiales de l'herbier de Petit Cul-de-sac en 2024 41

Figure 3-15 : Évolution de la densité des plants de phanérogames sur l'herbier de Petit Cul-de-sac 41

Figure 3-16 : Longueurs des feuilles de phanérogames sur les radiales de l'herbier de Petit Cul-de-sac en 2024 42

Figure 3-17 : Évolution de la longueur de feuilles de phanérogames sur l'herbier de Petit Cul-de-sac 42

Figure 3-18 : Composition et abondance de la macrofaune de l'herbier de Petit Cul-de-sac 43

Figure 3-19 : Répartition des lambis observés par classe de taille 44

Figure 3-20 : Macrofaune observée à Petit Cul-de-sac en 2024 44

Figure 3-21 : Synthèse des indices des paramètres descriptifs globaux de l'herbier de Bonhomme 45

Figure 3-22 : Illustration de l'herbier à Syringodium filiforme de Bonhomme 46

Figure 3-23 : Représentation schématique et caractérisation de la fragmentation de l'herbier de Bonhomme 46

Figure 3-24 : Densités des plants de phanérogames sur les radiales de l'herbier de Bonhomme en 2024 47

Figure 3-25 : Évolution de la densité des plants de phanérogames sur l'herbier de Bonhomme 47

Figure 3-26 : Longueurs des feuilles de phanérogames sur les radiales de l'herbier de Bonhomme en 2024 48

Figure 3-27 : Évolution de la longueur de feuilles de phanérogames sur l'herbier de Bonhomme 48

Figure 3-28 : Densité de macrofaune au sein de l'herbier de Bonhomme 49

Figure 3-29 : Structure du peuplement de lambis par classe de taille 49

Figure 4-1 : Illustration du blanchissement de l'espèce D. labyrinthiformis 51

Figure 4-2 : Blanchissement du champ d'Acropores de Grand Cul-de-sac entre mai et octobre 2024 52

Figure 4-3 : Niveau d'alerte entre le 1er janvier 2023 et décembre 2024 pour la station Leeward Caribbean Islands (source : http://coralreefwatch.noaa.gov) 54

Figure 4-4 : Comparaison du Degree Heating Weeks pour la région des Petites Antilles en octobre 2023 (A) et en octobre 2024 (B) 55

Figure 4-5 : Année type de la température mensuelle pour la réserve de Saint-Barthélemy, calculée entre 2008 et 2024 56

Figure 4-6 : Évolution des températures moyennes journalières de l'eau enregistrées à la réserve de Saint-Barthélemy entre 2008 et 2024 57

Figure 4-7 : Évolution des différents descripteurs de température et d'impacts sur les communautés coralliennes entre mai 2023 et septembre 2024 pour la station Colombier 57

Liste des tableaux

Tableau 1-1 : Cordonnées des stations de suivi à Saint-Barthélemy 7

Tableau 1-2 : Cordonnées des transects d'herbiers à Saint-Barthélemy 8

Tableau 1-3 : Coordonnées des radiales de suivi lambi à Saint-Barthélemy 10

Tableau 1-4 : Chronologie historique des suivis sur les stations de la réserve Naturelle de Saint-Barthélemy 10

Tableau 2-1 : Paramètres suivis jusqu'en 2012 et à partir de 2013 dans le cadre du réseau des Réserves 15

Tableau 2-2 : Paramètres d'évaluation de l'évolution spatio-temporelle dans le cadre des suivis réserve 17

Tableau 4-1 : 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) 53

Tableau 4-2 : DHW et niveau d'alerte calculé de 2008 à 2011 puis de 2018 à 2024 à partir des données de la sonde température de la station Colombier à Saint-Barthélemy 58

Tableau 5-1 : Composition des équipes de terrain en 2024 59

Liste des annexes

ANNEXE 1 : Eléments généraux sur la réserve naturelle marine de Saint-Barthelemy..... 66

ANNEXE 2 : Chronologie de suivi des stations du réseau réserve naturelle depuis 2007..... 66

ANNEXE 3 : Protocoles de suivi 66

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 CREOCEAN),** 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 2021, 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 4ème station a été ajoutée en 2019. En 2013, pour donner 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.

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

L'objectif principal est de collecter des données en 2024 au sein 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. En 2022, le protocole a été enrichi par la réalisation de radiales tractées de caractérisation des densités de lambis sur 2 secteurs de pêche. Ce volet n'a pas été réalisé dans le cadre de cette campagne 2024 ; il sera décorrélé pour les années suivantes.

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) ;
- Collecter des données sur des stations comparatives hors réserve (communautés coralliennes benthiques dans un premier temps), afin d'évaluer un éventuel « effet réserve » ;
- Suivre la température sur une station de suivi récifale) ;
- Alimenter des bases de données pour sécuriser les données terrain (BD Récifs) ;
- Fournir un rapport d'étude synthétisant les résultats sur chaque réserve (avec une attention particulière à mettre en avant « l'effet réserve » et les évolutions significatives) ;
- Fournir un support de communication destiné aux décideurs et/ou au 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.

1. Présentation des sites d'étude

1.1. La Réserve Naturelle de Saint-Barthélemy

La Réserve Naturelle de Saint-Barthélemy fait l'objet du suivi annuel dans le cadre du réseau de suivi des Aires Marines Protégées (AMP) aux Antilles françaises pour la 9ème année consécutive (depuis la reprise des suivis en 2016 après 4 ans sans collecte de données).

La réserve naturelle de Saint-Barthélemy est composée de 7 grandes zones, avec 3 statuts différents. Ces zones sont présentées sur la carte ci-dessous.

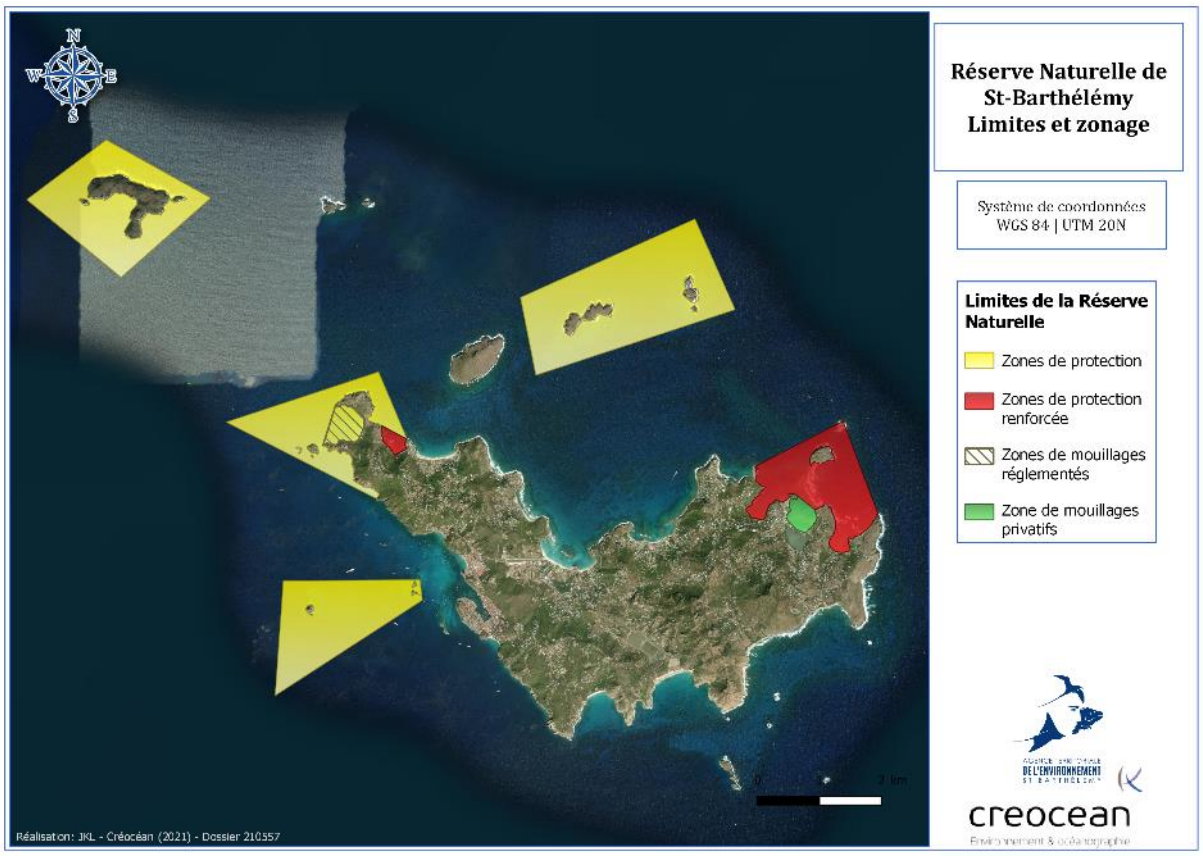


Figure 1-1: Délimitation et zonage de la Réserve naturelle de St-Barthélémy

Les principales caractéristiques de la réserve de Saint-Barthélemy sont présentées en **Annexe 1.**

1.2. Plan d'échantillonnage

1.2.1. Suivi des peuplements benthiques coralliens

Trois stations sont suivies dans le cadre des suivis de biocénoses de la Réserve Naturelle de Saint Barthélémy, par l'étude des peuplements benthiques coralliens (« benthos ») et des peuplements ichtyologiques (« poissons »). Parmi elles, la station pointe Milou a été suivie pour la première fois en 2024.

- **Station Colombier :** cette station est positionnée à -15 mètres, sur un haut fond rocheux situé à l'est de l'Anse Colombier, **en zone de Réserve.** La station se trouve sur le sommet d'une échine rocheuse, bordée à l'est par un tombant en pente accore (environ 5 mètres de hauteur), et à l'ouest par une arrête rocheuse d'une hauteur de 10 m, culminant à 5 mètres sous la surface ;

- **Station Le Bœuf** : cette station **est hors du périmètre de la Réserve**, elle est implantée à environ 1,6 km au nord-ouest de la station de Colombier, à proximité de la Roche Le Bœuf, sur un fond de -12 mètres. La station se trouve sur le sommet d'une échine rocheuse en forme d'ellipse, entourée d'un tombant en pente accore (environ 5 mètres de hauteur). Elle a été suivie pour la première fois en 2009 ;

- **Station Pointe Milou :** cette station est hors du **périmètre de la Réserve**, elle est implantée à environ 400 m au nord de la pointe éponyme au nord-est de Saint-Barthélemy. La station se trouve au niveau d'un large dôme corallien posé sur du sable à environ 15 m de profondeur et dont le sommet se situe à environ 5 m. Elle a été suivie pour la première fois en 2024 ;

Ces stations sont toutes les trois situées au nord-ouest de l'île principale de Saint-Barthélemy. Elles bénéficient de conditions de milieu ouvert, tant du point de vue de la transparence des eaux que de leur renouvellement par les courants orientés vers l'ouest qui peuvent être assez soutenus.

En 2020, les transects des deux stations benthos ont été matérialisés sur les 100 premiers mètres (fer à béton tous les 10m) et cartographiés afin de faciliter les futurs suivis et limiter le décalage de position du transect.
En 2021, la plupart des piquets ont été retrouvés permettant de positionner précisément le transect.
En 2022, un changement a été fait sur les 50 derniers mètres du transect, afin de suivre le haut-fond (après validation par l'ATE).
En 2023, les transects ont été à nouveau balisés sur le fond à l'issue de la mission, afin d'en faciliter le suivi.

Préalablement au suivi de 2024, une entreprise spécialisée en travaux sous-marins a réalisé le balisage des stations benthiques. Ce balisage a été effectué avec un décalage de plusieurs mètres par rapport au transect historiquement suivi. Le suivi a donc été réalisé en fonction de ce nouveau balisage. Ce décalage doit être pris en considération dans l'analyse des données, qui ne peuvent plus être considérées comme issues d'un transect permanent, mais plutôt d'un transect mobile.

1.2.2. Suivi des herbiers de phanérogames

Trois stations de suivis des herbiers de phanérogames ont été caractérisées entre 2009 et 2024.

- **Station Marigot (2009-2017)** : cette station est située sur un fond de -5 m au centre de la baie de Marigot sur la côte au vent. L'herbier étudié est mixte à *Syringodium filiforme* et *Thalassia testudinum*, sur un substrat sablo-vaseux (révélateur d'apports terrigènes) et une eau trouble probablement due à de forts apports turbides. La baie est dans le périmètre de la réserve, mais subie les influences du bassin versant (ruissellement, assainissement). La station bénéficie de conditions hydrodynamiques modérées. L'exposition à la houle est faible. La dégradation de l'herbier (ensablement, fragmentation et mitage) et la très faible visibilité lors de certaines campagnes n'ont pas permis de poursuivre les suivis après 2017 ;

- **Station Petit Cul-de-sac (2018 – en cours) :** cette station est située dans la baie du Petit Cul-de-sac sur la côte au vent. L'herbier étudié est mixte, dense, sur un substrat de sable coquiller. Les conditions sont relativement similaires à la baie de Marigot (en Réserve, influences du bassin versant, hydrodynamisme modéré) bien que le site soit plus sensible aux houles d'est. Cet herbier a été suivi pour la première en 2018. La station remplace celle de la baie de Marigot comme station de suivi d'herbier en zone de réserve. Elle est implantée à 5 m de profondeur ;

- **Station Bonhomme (2021 – en cours) :** cette station a été caractérisée pour la première fois lors de la campagne de suivi 2021. Elle est plus profonde que les précédentes stations (-12 m), composée d'un herbier mixte à *Syringodium filiforme et Thalassia testudinum.* Bien qu'en dehors du périmètre de la réserve, cette station est relativement éloignée des zones anthropisées et subit donc une moindre influence des bassins versants.

Les stations de suivi sont localisées sur la carte suivante (Figure 1-2). Les coordonnées des stations sont fournies dans le tableau 1 ci-dessous.

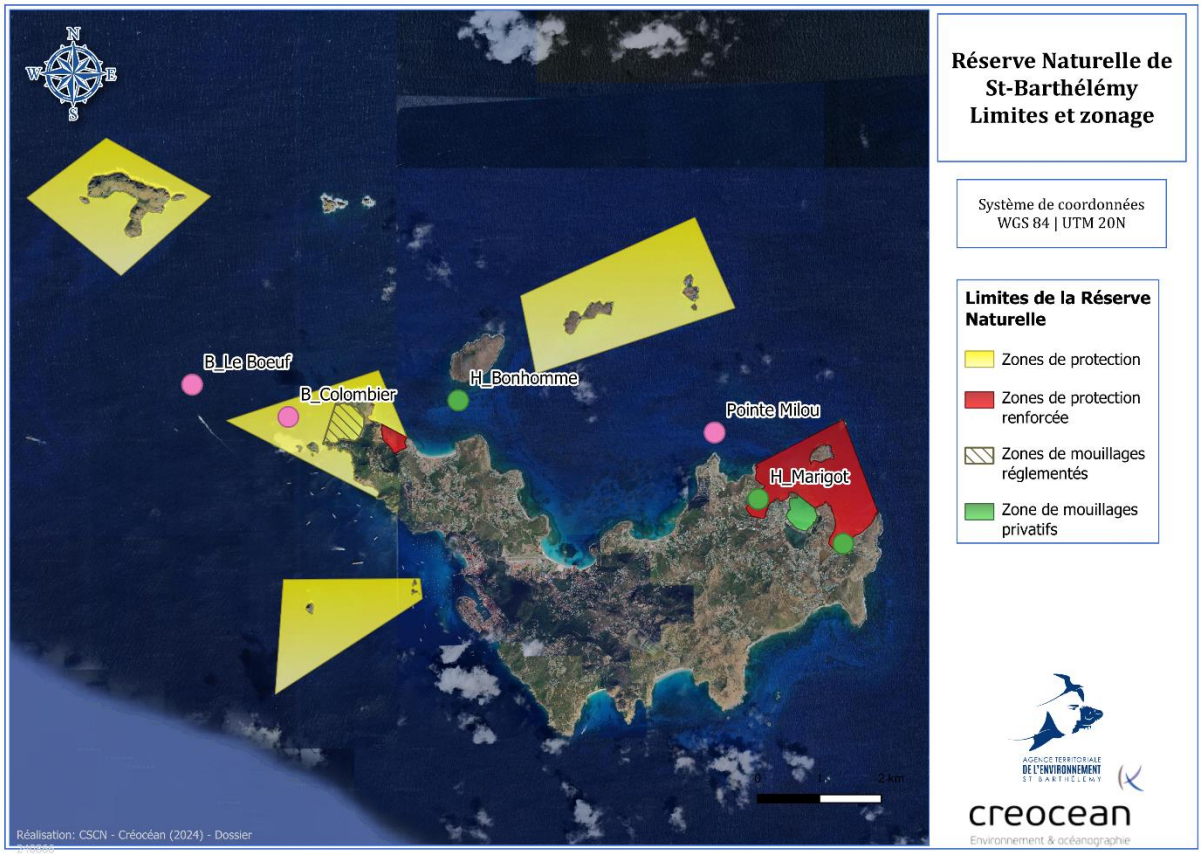


Figure 1-2 : Localisation des stations de suivi de la Réserve Naturelle de Saint-Barthélemy

Tableau 1-1 : Cordonnées des stations de suivi à Saint-Barthélemy

Zone géographique	Station	Statut	Type de suivi en 2023	Latitude	Longitude
Saint-Barthélemy	Colombier	Réserve	Benthos Ichtyofaune T°C	17°55,495'N	62°52,785'O
	Le Bœuf	Hors réserve	Benthos Ichtyofaune	17°55,792'N	62°53,649'O
	Pointe Milou	Hors réserve	Benthos Ichtyofaune	17° 55.400'N	62° 48.880'O
	Petit Cul de Sac	Réserve	Herbiers	17°54,381'N	62°47,703'O
	Bonhomme	Hors réserve	Herbiers	17°55,638'N	62°51,228'O

Les radiales de stations herbiers sont localisées dans la figure 1-3 suivante et leurs coordonnées de début/fin renseignées dans le tableau 2 ci-après.

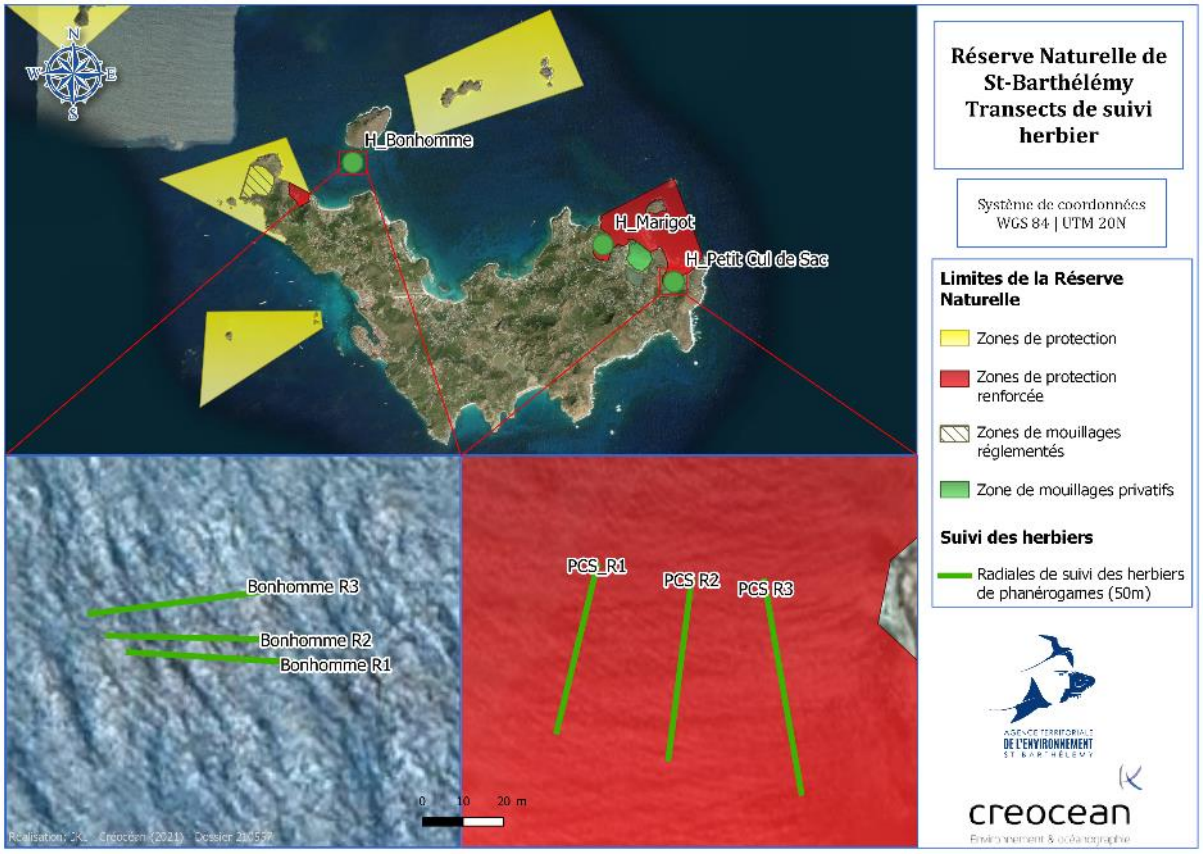


Figure 1-3: Détails de la localisation des radiales des stations herbiers 2024

Tableau 1-2 : Cordonnées des transects d'herbiers à Saint-Barthélemy

Type de suivi	Station	Radiale	Début	Fin
Herbier de phanérogames	Petit Cul de Sac	1	17° 54.381' N 62° 47.703' O	17° 54.403' N 62° 47.698'O
		2	17° 54.377' N 62° 47.688' O	17° 54.401' N 62° 47.685' O
		3	17° 54.373' N 62° 47.669 O	17° 54.401' N 62° 47.674' O
	Bonhomme	1	17° 55.638' N 62° 51.228' O	17° 55.636' N 62° 51.196' O
		2	17° 55.640' N 62° 51.231' O	17° 55.640' N 62° 51.202' O
		3	17° 55.640' N 62° 51.231' O	17° 55.647' N 62° 51.203' O

1.2.3. Suivi des densités de lambis

Le suivi des lambis par vidéo tractée a été réalisé pour la première fois, en 2022, dans le but d'estimer la population de lambis sur deux secteurs de pêche (aux méthodes différentes).

Il a été réalisé :

- Au niveau des **herbiers de Bonhomme** (précédemment suivis) sur 4 radiales. Ces dernières ont été définies d'ouest en est (face au courant), sur des profondeurs de 12-13 mètres. Les transects de suivi vidéo sont illustrés dans la carte ci-dessous. La pêche au lambi sur ce secteur se réalise uniquement en apnée ;

- Au niveau de la **Pointe Milou**, sur une zone fortement pêchée (au travers de folles à lambis, filets maillants dormants). 3 radiales ont été réalisées, positionnées également d'ouest en est sur des profondeurs variant entre 18 et 20 m ;

Ce suivi n'a pas été réalisé depuis 2023. Sa fréquence est tous les 2 ans et est maintenant décorrélée du suivi réserve. Il devrait être réalisé en 2025.

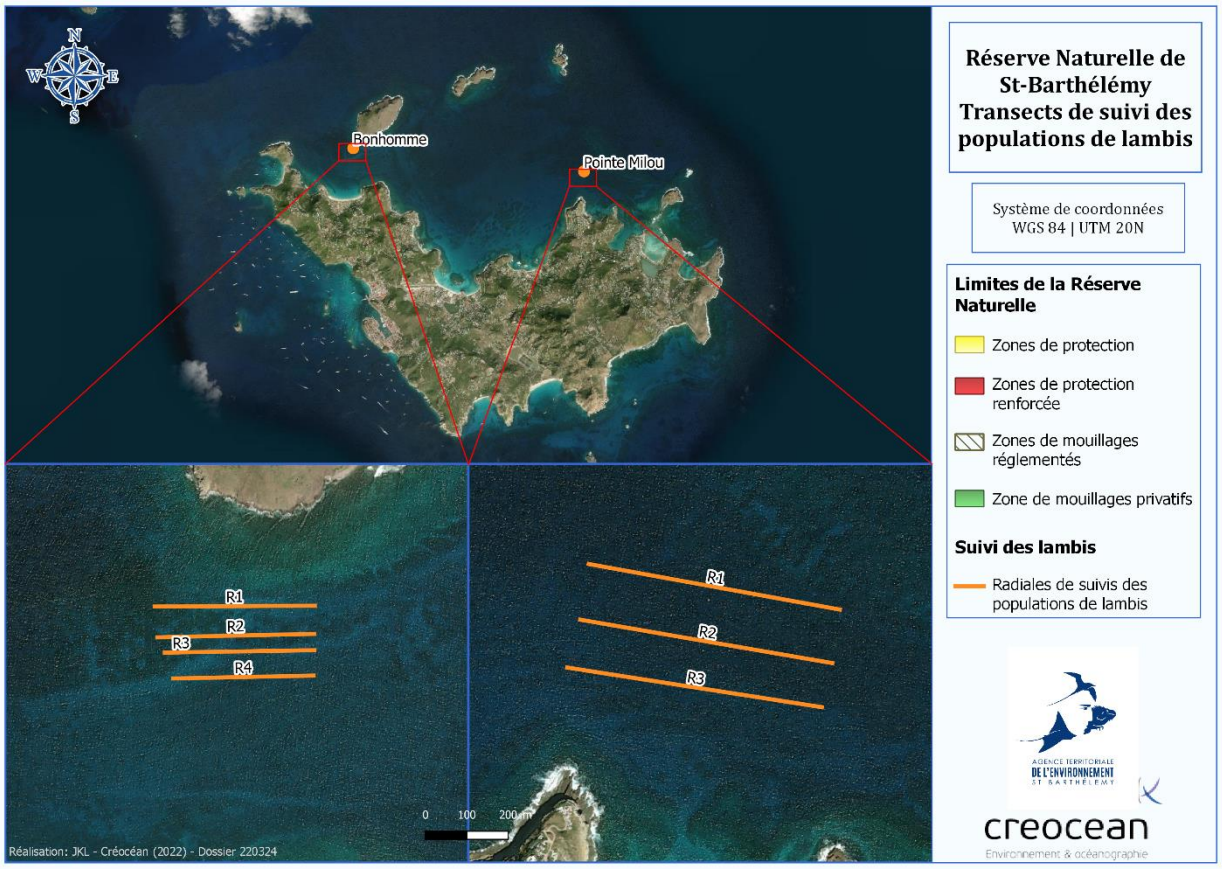


Figure 1-4 : Localisation des transects de suivi des lambis sur les 2 secteurs d'étude

Les coordonnées de début et fin de radiales sont présentées dans le tableau 3 ci-dessous.

Tableau 1-3 : Coordonnées des radiales de suivi lambi à Saint-Barthélemy

Type de suivi	Station	Radiale	Début	Fin
Radiales lambis	Milou	1	17° 55.437' N 62° 48.849' O	17° 55.379' N 62° 48.503' O
		2	17° 55.367' N 62° 48.858' O	17° 55.309' N 62° 48.515' O
		3	17° 55.315' N 62° 48.874' O	17° 55.255' N 62° 48.528' O
	Bonhomme	4	17° 55.680' N 62° 51.343' O	17° 55.678' N 62° 51.123' O
		5	17° 55.638' N 62° 51.339' O	17° 55.641' N 62° 51.124' O
		6	17° 55.617' N 62° 51.329' O	17° 55.621' N 62° 51.123' O
		7	17° 55.583' N 62° 51.317' O	17° 55.586' N 62° 51.126' O

1.3. Déroulement des campagnes de suivi

Le suivi de la Réserve Naturelle de St-Barthélémy s'est déroulé du 23 au 26 octobre 2024.

Les différents suivis réalisés depuis 2007 au sein de la Réserve Naturelle de St-Barthélémy sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1-4 : Chronologie historique des suivis sur les stations de la réserve Naturelle de Saint-Barthélemy

Station	Statut	Type de suivi	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Colombier	Réserve	Benthos, Ichtyo, T°C			x	x	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x
Le Bœuf	Hors réserve	Benthos, Ichtyo			x	x	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x
Pointe Milou	Hors réserve	Benthos, Ichtyo																		x
Marigot	Réserve	Herbiers																		
Pointe Milou	Hors réserve	Radiales Lambis																		
Petit-Cul-de-Sac	Réserve	Herbiers																		
Bonhomme	Hors réserve	Herbiers																		
Bonhomme	Hors réserve	Radiales lambis																		

Suivis opérés : case bleue | Ajout suivi Ichtyofaune : case bleue + croix

La chronologie des suivis réalisés depuis 2007 sur l'ensemble des stations mises en place par les acteurs du réseau « réserve naturelle » ainsi que les dates de suivi en 2024 sont résumées dans l'**annexe 2**.

2. Méthodologies

2.1. 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. À 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 réglementaires. 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 3.**

2.1.1. Suivi des peuplements benthiques coralliens

Depuis 2007, les éléments de suivi des communautés benthiques coralliennes relevés le long d'un transect de 60 m sont les suivants :

- **Structure du peuplement benthique (Point intercept - PIT) :** Le protocole PIT repose sur la caractérisation de 300 points projetés tous les 20 centimètres le long du transect de 60 m. Pour chaque point, le type de substrat et le groupe taxonomique (ou taxon) le colonisant sont notés.

N. B. 1 Lors de la caractérisation d'espèces coralliennes, une estimation du niveau de blanchissement est notée selon les classes suivantes :

- Blanchissement : B0= 0% / B1= 1-10% / B2= 11-50% / B3= 51-90% / B4= 91-100%

N. B. 2 Tous les 10 m, une estimation de l'état de santé est notée selon les classes suivantes (adapté de Bouchon et al., 2004) :

- 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 hyper-sédimentation ;
- 3 = État moyen → Coraux avec nécroses, peuplement algal dominé par des macroalgues et /ou une forte hyper-sédimentation ;
- 4 = État médiocre → La majorité des coraux sont morts, fonds envahis par les macroalgues ou entièrement sédimentés ;
- 5 = État mauvais → Coraux morts ou envahis de macroalgues ou totalement envasés ; aucune espèce sensible.

N. B. 3 Dans le cadre de la notation 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 (Scléractiniaires) ainsi que le corail de feu (Hydrocoralliaires : *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.).

N. B. 4 Dans le cadre de l'analyse des données de la couverture benthique des regroupements sont réalisés selon les critères de leur branche taxonomique et de leur rôle écologique. Ainsi, on obtient la liste suivante avec certaines précisions :

- **Coraux durs** = Scléractiniaires + hydrozoaires (coraux de feu) ;
- **Zoanthaires** (coraux mous) ;
- **Algues indicatrices d'eutrophisation (NIA)** = Macroalgues molles+ Cyanophycées ;
- **Autres algues** = Macroalgues calcaires + Macroalgues rouges calcaires + Algues calcaires encroûtantes + Turf ;
- **Autres invertébrés** = Gorgones, Eponges, Anémones, Annélides, etc. ;
- **Herbiers ;**
- **Non colonisé.**

- **Recouvrement en macroalgues** : le recouvrement en macroalgues est relevé au sein de 60 quadrats de 20x20 cm dans lesquels est estimé le recouvrement de chaque taxon algal selon les classes suivantes :
  - Recouvrement en macroalgues : M0= 0% / M1= 1-10% / M2= 11-50% / M3= 51-90% / M4= 91-100%
- **Recrutement corallien :** le recrutement corallien est estimé par le nombre de juvéniles de coraux (<2 cm) présents au sein de 1 m² sans caractérisation de l'espèce (trop incertain pour des individus de moins de 2 cm). Au total, 60 quadrats de 1x1 m sont réalisés sur la partie gauche du transect. Ce dénombrement permet d'estimer le renouvellement des colonies coralliennes et donc la pérennité du peuplement corallien.

N. B. L'analyse, directement réalisée à partir des données bancarisées sur la BD Récif, a mis en évidence des données de recrutement corallien manquantes. Il s'agit des données de l'année 2011 (Colombier et Le Bœuf) qui n'ont pas pu être intégrées dans le présent rapport en raison du temps de bancarisation nécessaire. La bancarisation de ces données devrait être réalisée afin de compléter la base de données.

- **Densité en oursins diadèmes :** le calcul de la densité d'oursins diadèmes est estimé par le nombre d'oursins observés dans 1 m². Au total, 60 quadrats de 1x1 m sont réalisés sur la partie droite du transect. Cette densité renseigne sur le niveau de pression de broutage des algues, qui influe sur la disponibilité de substrat nu pour l'installation de nouvelles recrues coralliennes.

N. B. L'analyse, directement réalisée à partir des données bancarisées sur la BD Récif, a mis en évidence des données de densité d'oursins manquantes. Il s'agit des données de l'année 2011, 2012 et 2016 (Colombier et Le Bœuf) qui n'ont pas pu être intégrées dans le présent rapport en raison du temps de bancarisation nécessaire. La bancarisation de ces données devrait être réalisée afin de compléter la base de données.

Le suivi du peuplement benthique corallien pour l'année 2024 a été réalisé entre le 23 et le 25 septembre. Comme indiqué précédemment, un balisage permanent a été mis en place, avec un décalage de plusieurs mètres par rapport au transect suivi historiquement. Bien que ce type de suivi soit particulièrement sensible aux variations de position du transect, le suivi a été effectué en tenant compte de ce nouveau balisage. Ce décalage implique que les données collectées ne peuvent plus être considérées comme provenant d'un transect permanent. Cette modification apportera un degré de nuance supplémentaire dans l'analyse des résultats.

2.1.2. Suivi des peuplements ichtyologiques

Depuis 2009, les peuplements de poissons sont étudiés par l'identification de **61 espèces cibles** (liste en Annexe 3), de leur abondance et de leur taille. Pour cela, un transect de 150 m est déroulé sur le même tracé que celui du PIT. Le comptage est réalisé le long de 6 transects successifs de 25 m sur une bande de 2 m de large et de 5 m de hauteur. Ce comptage a été réalisé par les mêmes opérateurs aux 3 stations.

Les comptages ont été réalisés sur deux jours consécutifs, le matin et avec les mêmes conditions de courant et d'ensoleillement.
Basé sur le dénombrement, le comptage de poissons permet d'estimer la densité et la biomasse grâce aux classes de taille et des relations allométriques (rapport proportionnel entre la taille d'un individu d'une espèce et son poids).

Le peuplement ichtyologique est analysé selon les 6 classes de régime trophique :

- Herbivores ;
- Planctonophages ;
- Omnivores ;
- Carnivores de 1er ordre ;
- Carnivores de 2d ordre ;
- Piscivores.

N. B. Les poissons carnivores de 1er 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.
Pour la première fois, de nouveaux indices ont été calculés :

- **Le MTL (Mean Trophic Level)** correspond au niveau trophique moyen d'une station, calculé à partir de la biomasse et du niveau trophique de chaque espèce. Il fournit des informations sur l'état du réseau trophique, notamment la présence de grands prédateurs ou d'espèces à forte valeur commerciale, ainsi que sur les effets de l'exploitation par les pêcheries. Une diminution du MTL traduit une exploitation ciblant d'abord les prédateurs au sommet des réseaux trophiques, avant de se tourner vers des espèces de niveaux trophiques inférieurs.
- **L'indice de diversité de Shannon (H)** mesure la diversité d'une station en tenant compte du nombre d'espèces et de leurs proportions relatives. Il est calculé à partir de l'abondance relative de chaque espèce et atteint 0 lorsqu'une seule espèce est présente. Sa valeur augmente avec la diversité et est maximale lorsque toutes les espèces sont représentées de manière équitable.
- **L'indice d'équitabilité de Piélou (J)** évalue la répartition des individus entre les différentes espèces en divisant l'indice de Shannon par le logarithme de la richesse spécifique. Une valeur de J proche de 0 indique une forte dominance d'une espèce, tandis qu'une valeur proche de 1 reflète une distribution équitable des individus entre les espèces présentes.

N. B. Sur la station « Le Bœuf », une modification a été apportée au transect entre 100 et 150 m, conformément aux échanges avec l'ATE. En 2022, le transect bifurquait à 100 m vers l'ouest pour longer le haut-fond et son tombant associé, ce qui a entraîné une modification notable de l'abondance en individus observés et, par extension, de la biomasse totale. Cette année, pour évaluer l'impact de cette modification, une comparaison informative sera réalisée en excluant les 50 derniers mètres du transect afin de vérifier si une différence est notable sur les 100 premiers mètres par rapport à l'année précédente.

Le suivi des poissons a été effectué du 23 au 25 septembre par les mêmes opérateurs et aux mêmes heures matinales.
Le décalage de transect de 2024 a un impact limité sur le suivi ichtyologique global, étant donné la mobilité naturelle de l'ichtyofaune.

1.1.1. Suivi des herbiers et des paramètres associés

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 :

(i) 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.

(ii) 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 fixés 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 2 m. La « micro-fragmentation » (< 2 m) 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 microfragmentation 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.
- À 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 :** macrofaune 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.

À titre d'information, le lambi a récemment changé de nom scientifique, **passant de *Strombus gigas* à *Aliger gigas*.**

Le suivi des herbiers de phanérogames et de la macrofaune associée, initialement réalisé en baie de Marigot, a été déplacé en 2018 vers la baie de Petit Cul-de-sac en raison de la dégradation quasi totale de l'herbier. La comparaison ne couvre ainsi que les sept dernières années. En 2021, une nouvelle station a été implantée au sud de l'Ilet Bonhomme, hors réserve, avec des caractéristiques distinctes (hydrodynamisme, profondeur, bassins versants), qui doivent être prises en compte pour toute comparaison entre stations.

2.1.3. Suivi de la température de l'eau

Depuis 2008, une sonde de température de type Hobo située au niveau de la station Colombier sur un fond de 10 m enregistre les variations de température à une fréquence d'une donnée par heure. La période (17 ans) et la haute fréquence d'acquisition permettent de modéliser une année type.
En 2024, la sonde a été récupérée le 23 septembre. Les données ont ainsi été extraites avant sa remise en place le 24 septembre 2024.

2.1.4. Synthèse

Le Tableau 2-1 présente les différents paramètres suivis pour chaque compartiment cible. Les protocoles détaillés pour l'ensemble des paramètres sont présentés en **Annexe 3**.

Tableau 2-1 : 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**	**- Structure des peuplements benthiques** **- Couverture en macroalgues** **- Recrutement corallien** **- Etat de santé général** **- Blanchissement corallien** **- Densité en Oursins diadèmes**		
✓ **Ichtyofaune**	**- Espèces cibles** **- Abondance** **- Biomasse**		
✓ **Herbiers**	**- Densité : *T. testudinum* , *S. filiforme*** **- Longueur des feuilles : *T. testudinum*** **- Etat de santé général**	**- Densité : *T. t, S. f*** **- Longueur des feuilles : *T. t, S. f*** **- 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**	**- Densité** **- Taille** **- Mortalité**	**- Densité** **- Taille** **- Mortalité**	**→ dans le cadre du suivi de la mégafaune associée** **→ par plongeur tracté (2022)**
✓ **Température**	**- Suivi horaire**		

N. B. Différemment au suivi de la Réserve Naturelle de Petite Terre, les cyanophycées ne sont pas spécifiquement étudiées.

Le suivi lambi n'a pas été réalisé en 2024.

2.2. Traitement et interprétation des données

Les données issues du suivi des peuplements ont été bancarisées dans la base de données développée par IFREMER (BD Récif) à l'exception des données d'herbiers saisies sous Excel. Une réflexion est en cours, afin de définir les modalités nécessaires à la création des programmes et stratégies de bancarisation herbiers au sein des AMP de Guadeloupe et des Iles du Nord. Les données non bancarisées sur BD Récif ont été classiquement analysés sur Excel comme c'était le cas lors des précédents suivis.

Un export de la base de données est fourni à la réserve en complément du présent rapport.

Pour la première fois, **l'analyse des données bancarisées sur BD Récif a été réalisée sur le logiciel R studio.** L'objectif de ce changement est d'améliorer, d'uniformiser et d'automatiser l'analyse des données issues des suivis réserves tout en offrant un plus grand potentiel d'analyse.
Le premier objectif de codage des analyses des suivis réserves est d'atteindre le même niveau d'analyse que dans les précédents rapports. Le potentiel d'analyse supérieur des données (analyses statistiques et multivariées) sera plus exploité lors du prochain suivi.

Les données ont été principalement analysées selon des statistiques descriptives avec également des statistiques inférentielles. Pour rappel, la statistique descriptive réalise la mise en forme numérique et graphique des données via des descripteurs simples tels que des moyennes, des médianes, des écarts-types, etc. Les statistiques inférentielles complètent les observations réalisées via les statistiques descriptives en testant des hypothèses et en prenant des décisions sur la base de données limitées et avec un degré de confiance connu.

En résumé, la statistique descriptive est utilisée pour résumer et présenter des données, tandis que la statistique inférentielle est utilisée pour prendre des décisions et faire des prévisions sur la base de données limitées. Ces deux approches sont donc complémentaires et essentielles dans l'analyse des données de suivi réserve.

2.2.1. Statistique descriptive

Le tableau 2.2 suivant 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).
L'ensemble des compartiments du peuplement benthique corallien (coraux, oursins, recrues, algues, poissons, lambis, etc.) a été analysé en fonction des deux variables explicatives : la station et la date. L'ensemble de ces compartiments ont donc été décrits (moyenne, pourcentage, etc.) spatialement et temporellement. Ces analyses ont par ailleurs été représentées sous différentes formes telles que des boxplots, des diagrammes circulaires, des tableaux etc.
Ces analyses mettent en évidence des tendances qui sont analysées plus en détail via des statistiques inférentielles.

2.2.2. Statistique inférentielle

La statistique inférentielle est une branche de la statistique qui permet de faire des estimations, tester des hypothèses, ou faire des prédictions sur une population, tout en prenant en compte les incertitudes. Pour cela, nous avons opté pour des tests non paramétriques afin de traiter nos données plutôt que des tests paramétriques, compte tenu de l'absence d'homoscédasticité (variances des groupes supposées égales) et/ou de l'absence de normalité dans nos échantillons.

Le **test de Mann-Kendall** est une méthode non paramétrique utilisée pour analyser les tendances monotones (croissantes ou décroissantes) dans une série temporelle, sans supposer de distribution spécifique des données ni de linéarité dans la tendance. Ce test a été employé pour analyser différentes tendances dans les données du suivi réserve.

Pour identifier un potentiel effet réserve, le test de Mann-Whitney a été employé sur les descripteurs suivants puisque ces derniers ne suivent pas une loi normale :

- Richesse spécifique ;
- Densité ;
- Biomasse ;
- Taille.

Ces descripteurs, tant pour caractériser l'évolution temporelle des stations que pour caractériser l'effet réserve ont été choisis dans une optique de mise en avant des résultats les plus marquants et essentiels pour la bonne gestion d'une réserve. Ainsi, les paramètres issus de ce rapport sont en partie inspirés du programme PAMPA (Indicateurs de la Performance des AMP pour la gestion des écosystèmes côtiers, des ressources et de leurs usages, Pelletier, 2011).

Les données « herbiers » sont encore peu nombreuses du fait du changement de station entre 2017 et 2018 abandonnant la station Marigot pour la station Petit Cul-de-sac. Le jeu de données disponibles ne permet pas une analyse statistique robuste sur l'évolution des peuplements.

D'autres analyses multivariées pourraient se révéler intéressantes telles que :

- La distribution du peuplement de poissons en fonction de la date et/ou de la station ;
- La distribution du peuplement benthique en fonction de la date et/ou de la station ;
- La distribution du peuplement corallien en fonction de la date et/ou de la station ;
- La corrélation entre la densité d'oursins et la couverture en macroalgues ;
- La corrélation entre la densité de recrues et la couverture en macroalgues.

Ces analyses pourront être intégrées à l'analyse lors du prochain suivi.

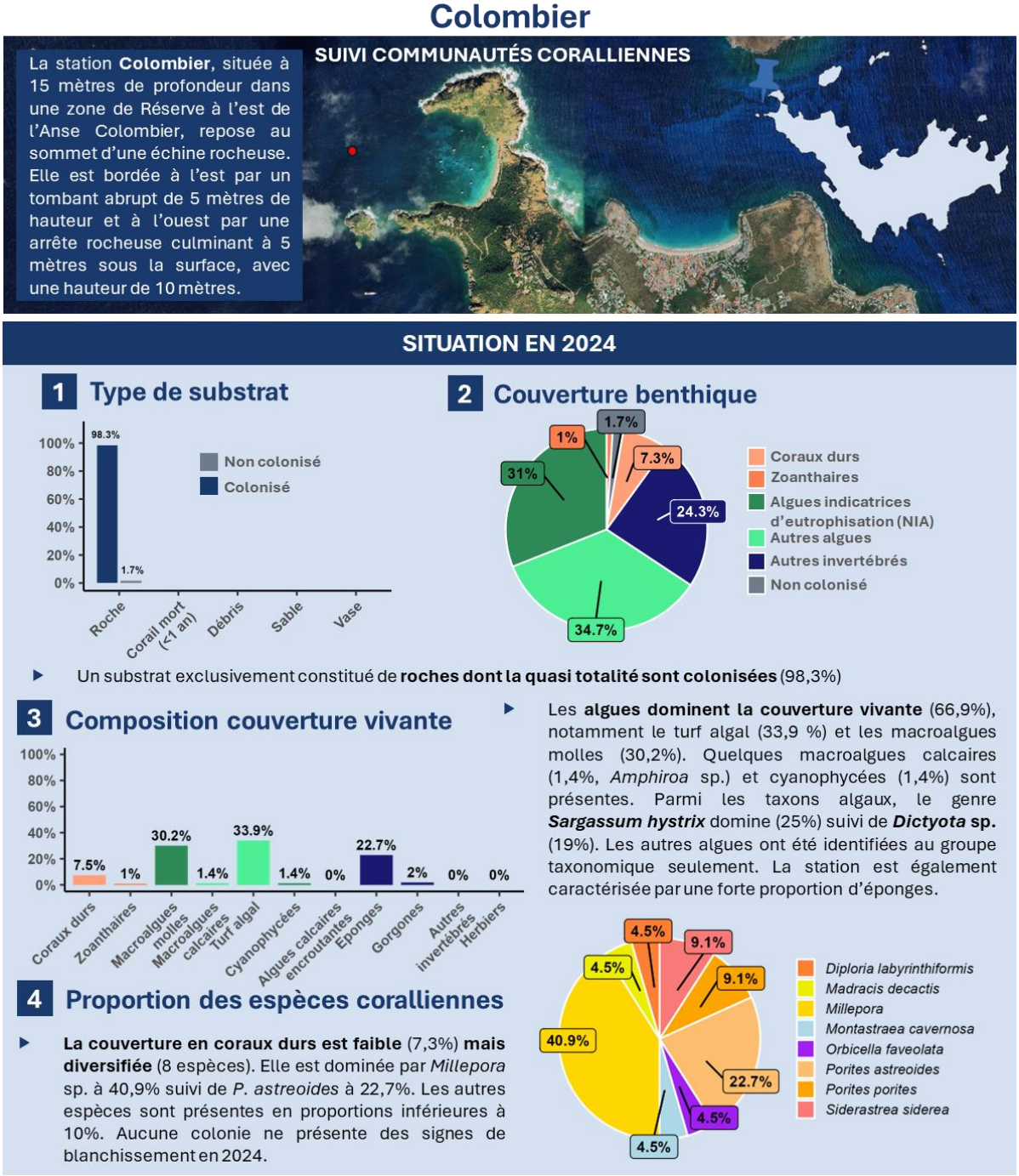
Tableau 2-2 : Paramètres d'évaluation de l'évolution spatio-temporelle dans le cadre des suivis réserve

Peuplements	Paramètres	Évolution temporelle des stations de suivi (de 2007 à 2024)
Peuplement récifal	Corail vivant	X
	Algues (turf, macroalgues, cyanophycées, algues calcaires)	X
	Densité recrues coralliennes	X
	Densité oursins diadèmes	X
Peuplement ichtyologique	Abondance totale	X
	Abondance/famille	X
	Abondance /régime trophique	X
	Biomasse totale	X
	Biomasse/ famille	X
	Biomasse/ régime trophique	X
	Taille / régime trophique	X
Peuplement herbier	Densité *T. testudinum*	X
	Densité *S. filiforme*	X
	Hauteurs des feuilles de *T. testudinum*	X

3. Résultats sur les stations de suivi de la Réserve de Saint-Barthélemy

3.1. Le peuplement benthique corallien

3.1.1. Station Colombier

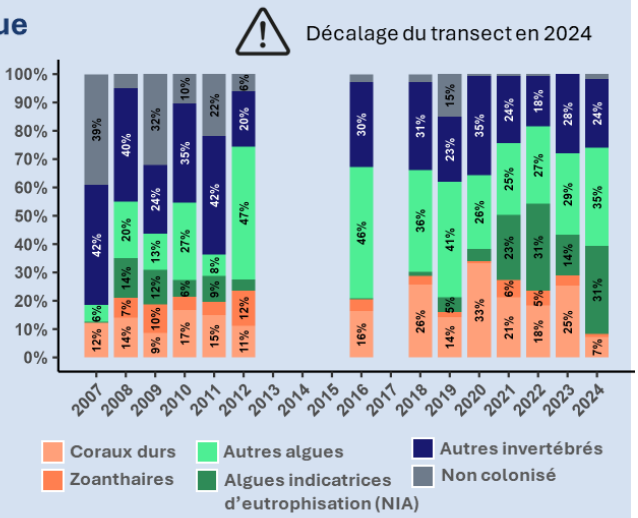


Colombier

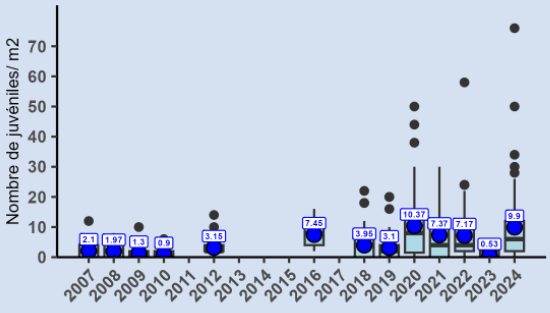
EVOLUTION 2007 - 2024

1 Evolution de la couverture benthique

- La station, historiquement caractérisée par une **couverture corallienne** élevée, a atteint en 2024 son **niveau le plus faible** depuis le début du suivi, probablement en raison du décalage du transect **en 2024**.
- Depuis 2007, la **couverture algale progresse**, dominée par les macroalgues calcaires, le turf algal et les algues encroûtantes. Depuis 2021, une hausse notable des **algues indicatrices d'eutrophisation** est observée. Cette tendance globale est **confirmée statistiquement** (Mann-Kendall, $\tau = 0.294$, $p = 0.02$).
- La couverture des invertébrés, principalement représentée par **les éponges**, diminue progressivement depuis 2007, suggérant une altération possible de la biodiversité dans ce groupe.

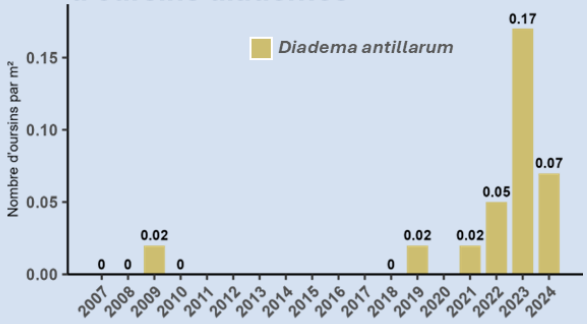


2 Evolution de la densité de juvéniles coralliens



- La **densité de juvéniles de coraux semble augmenter** depuis le début du suivi malgré la faible densité enregistrée en 2023. En 2024, la seconde plus forte densité de juvéniles a été enregistrée.

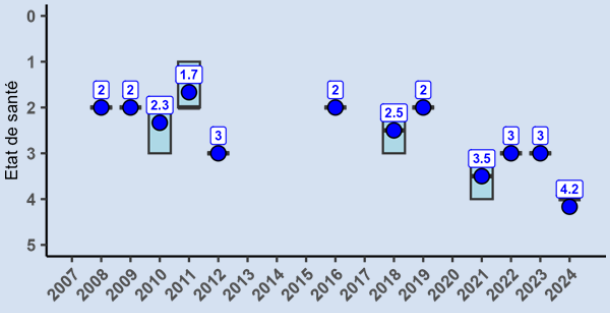
3 Evolution de la densité d'oursins diadèmes



- La densité des juvéniles d'oursins diadèmes, quasi nulle jusqu'en 2022, a légèrement augmenté malgré l'épizootie sévissant à cette période. Toutefois, cette **densité reste insuffisante** pour exercer une pression de broutage équilibrant l'écosystème.

4 Evolution de l'état de santé

- L'état de santé **se dégrade** progressivement depuis 2008 pour atteindre, **en 2024, l'état de santé le plus mauvais depuis le début du suivi**. Cet état de santé traduit la faible couverture corallienne et l'augmentation de la couverture algale.



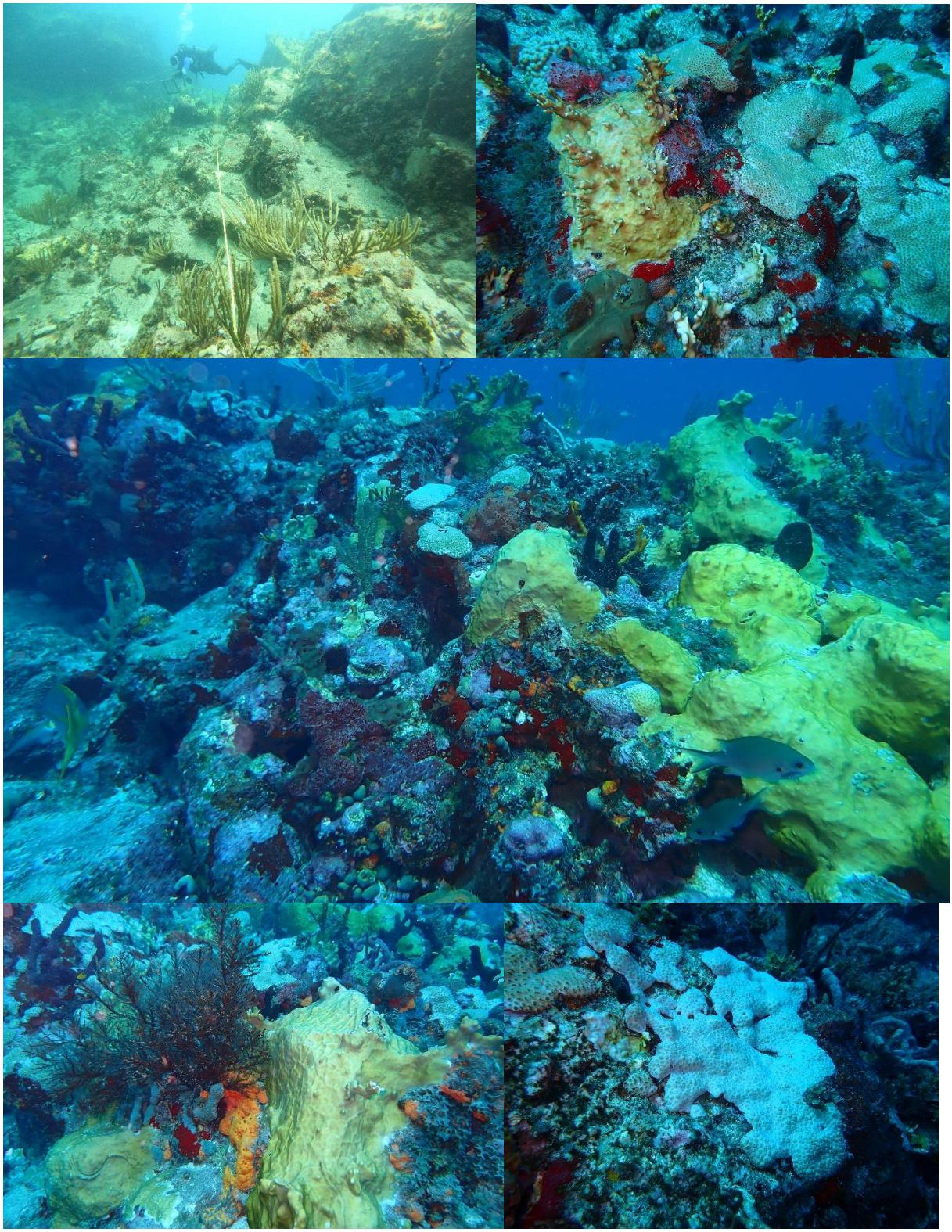


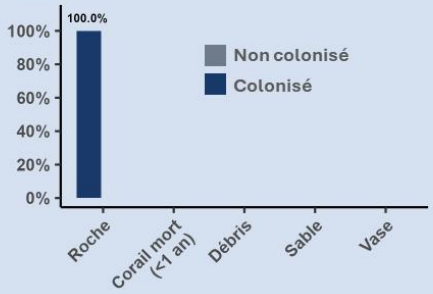
Figure 3-1 : Illustration du suivi benthique de la station Colombier

3.1.2. Station Le Bœuf

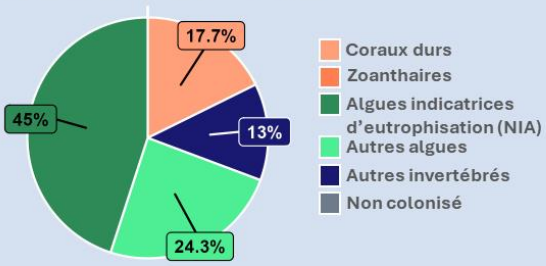
Le Bœuf

SITUATION EN 2024

1 Type de substrat

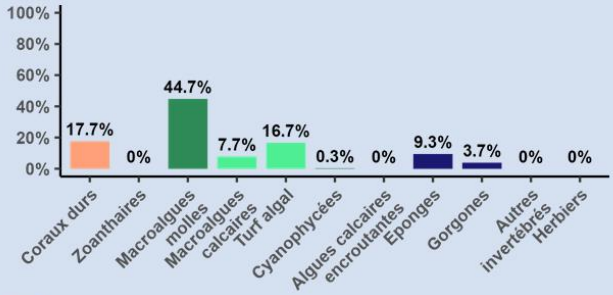


2 Couverture benthique



- Un substrat exclusivement constitué de **roches colonisées** (100%)

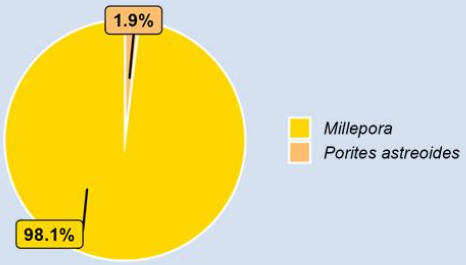
3 Composition couverture vivante



- Les **algues dominent la couverture vivante** (69,4%), notamment les macroalgues molles (44,7%) suivi du le turf algal (16,7%). Quelques macroalgues calcaires (7,7%) sont présentes. Parmi les taxons algaux, le genre ***Dictyota* sp.** domine (55%) suivi de ***Stypopodium zonale*** (10%). Les autres algues ont été identifiées au groupe taxonomique seulement. La station est également caractérisée par une part non négligeable d'éponges.

4 Proportion des espèces coralliennes

- La couverture en coraux durs est moyenne (17,7%) et très peu diversifiée (2 espèces). Elle est **dominée par *Millepora* sp. à 98,1%** pour une seule observation de *P. astreoides* (1,9%). *Millepora* sp. **colonise le substrat en larges plaques**, laissant peu de disponibilité pour le recrutement d'autres coraux. Au total, 18,9% des coraux présentent un blanchissement quasi-total.

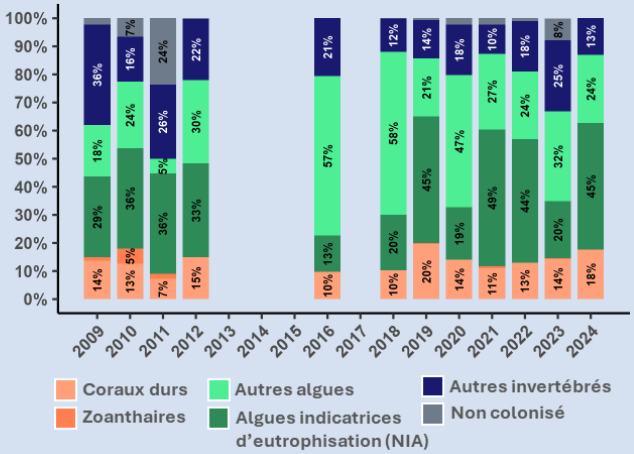


Le Bœuf

EVOLUTION 2009 - 2024

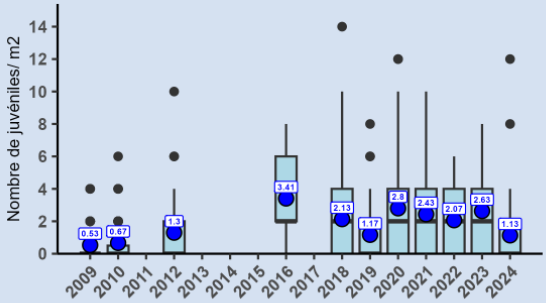
1 Evolution de la couverture benthique

Décalage du transect en 2024



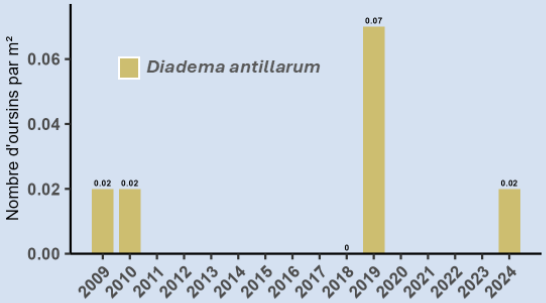
- La station, historiquement caractérisée par une **couverture corallienne** moyenne, est **stable** depuis le début du suivi.
- Depuis 2009, la **couverture algale est élevée** mais n'affiche pas de tendance claire d'évolution. Néanmoins, deux périodes sont distinctes : une moyenne de 50 % entre 2009 et 2012, puis une hausse à environ 65 % entre 2016 et 2024. Cette augmentation, bien que modérée, est perceptible à l'échelle de la station. **À partir de 2021, les algues indicatrices d'eutrophisation montrent également une hausse notable.**
- La couverture des invertébrés, principalement représentée par les **éponges**, est stable depuis 2009.

2 Evolution de la densité de juvéniles coralliens



- Stable entre 2018 et 2023, la densité de **juvéniles de coraux a été divisée par 2** en 2024. Globalement, cette station permet le recrutement de nouveaux coraux malgré la faible diversité présente.

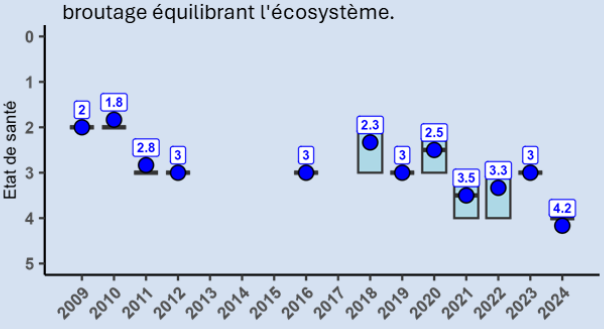
3 Evolution de la densité d'oursins diadèmes



- La densité des juvéniles d'oursins diadèmes est variable d'un suivi à l'autre avec de nombreux suivis sans observation. Ceci pourrait s'expliquer par un **relief moins propice à la présence d'oursins diadèmes**. Cette faible densité est insuffisante pour exercer une pression de broutage équilibrant l'écosystème.

4 Evolution de l'état de santé

- L'état de santé **se dégrade progressivement** depuis 2009 pour atteindre, **en 2024**, **l'état de santé le plus mauvais** depuis le début du suivi. Cet état de santé traduit la faible diversité corallienne, l'état des colonies et une couverture algale bien établie.



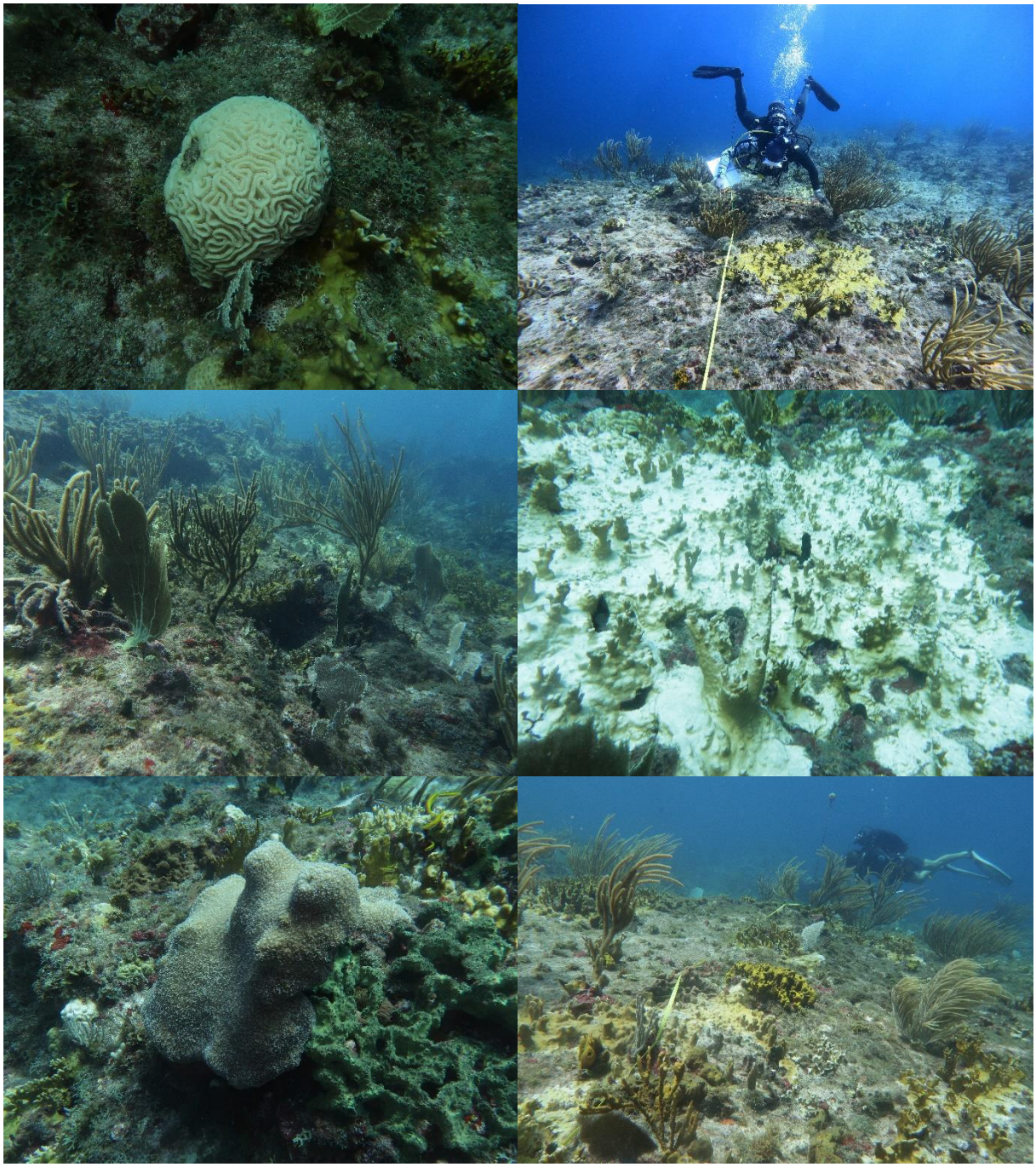
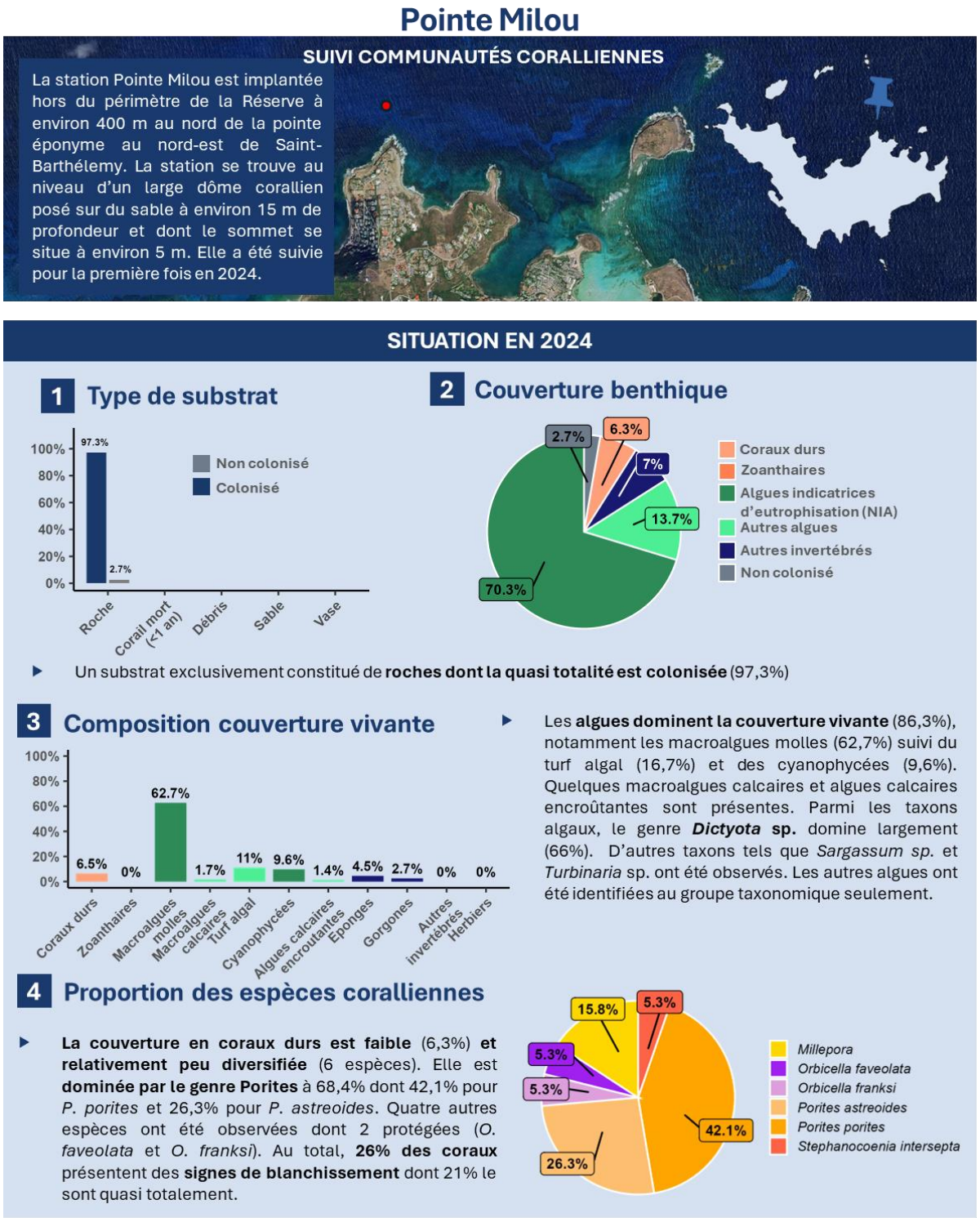


Figure 3-2 : Illustration du suivi benthique de la station Le Bœuf

3.1.3. Station Pointe Milou



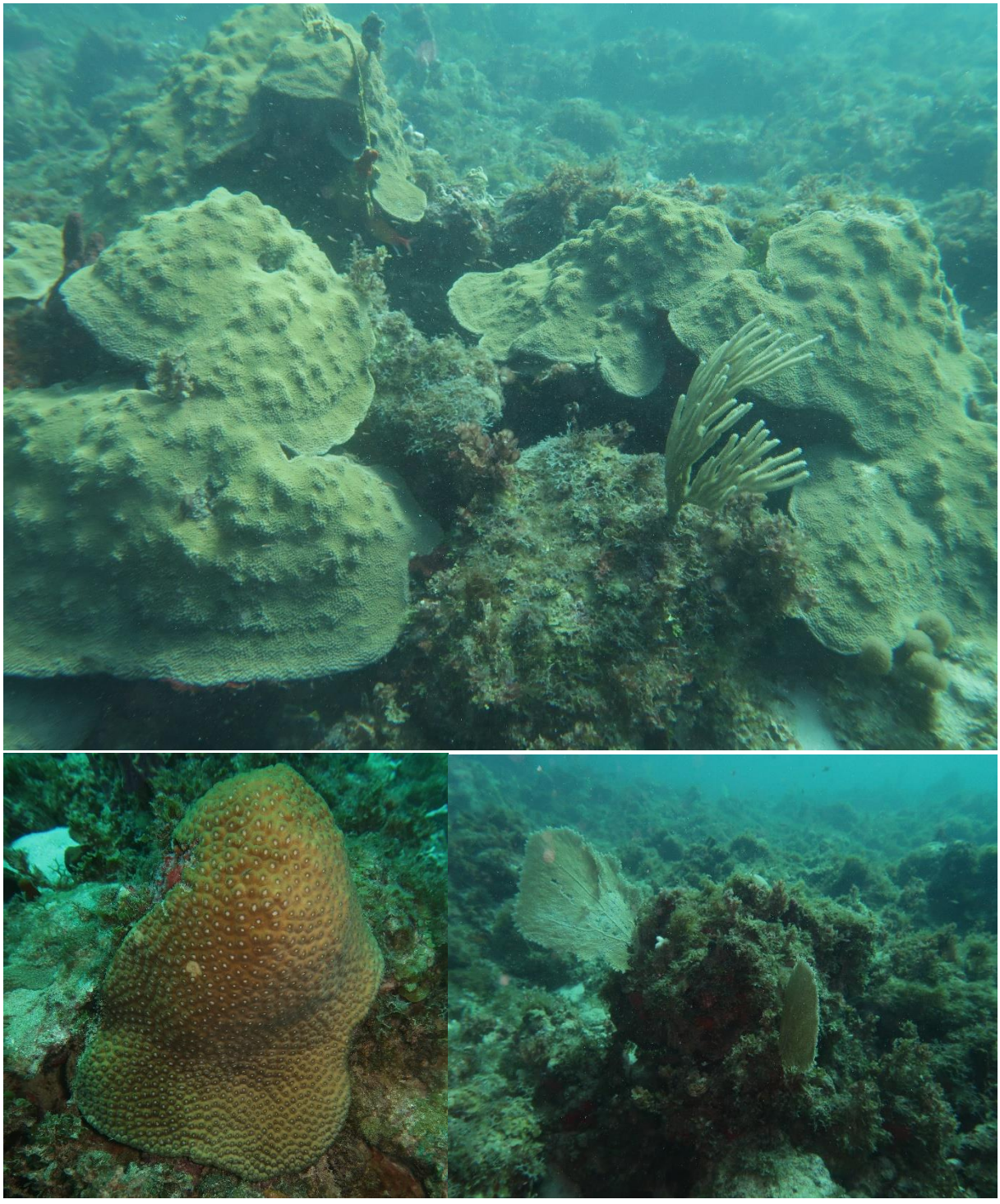


Figure 3-3 : Illustration du suivi benthique de la station Pointe Milou

3.1.4. Comparaison entre les stations « en réserve » et « hors réserve »

Cette comparaison a été réalisée à partir des 17 années de données temporelles disponibles (2007-2024).

À l'instar de l'année précédente, les figures suivantes illustrent une différence nette entre le pourcentage de corail plus élevé à Colombier et le pourcentage d'algues plus fort à La Pointe Milou. Ces constats illustrent une différence de couverture entre les stations ayant un régime de protection différent. Ce constat est soutenu statistiquement pour la **couverture corallienne (Mann-Whitney, W= 151, pv = 0,04), mais pas pour la couverture algale (pv > 0,05). Bien que le régime de protection semble expliquer les différences en couverture corallienne et algale, d'autres facteurs explicatifs peuvent exister comme l'exposition à la houle.**

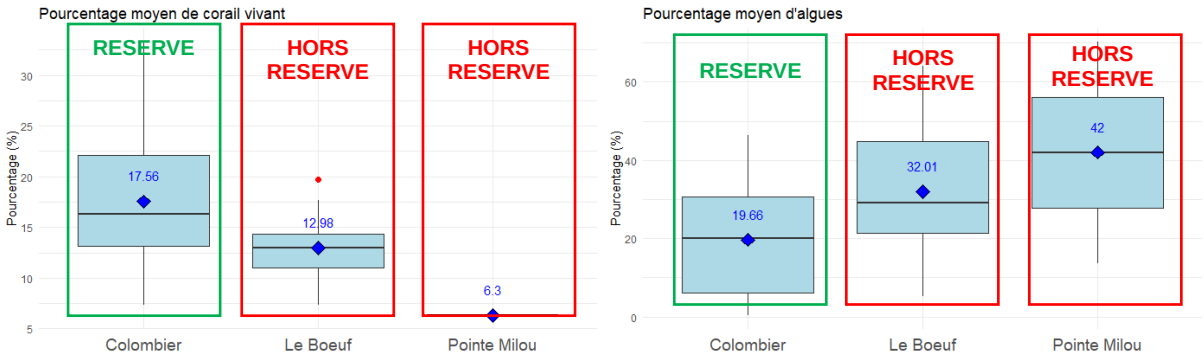


Figure 3-4 : Comparaison des couvertures coralliennes et algales sur les stations suivies (données 2009 - 2024)

Ces deux paramètres sont de bons indicateurs de l'état de santé du récif corallien.

Une faible couverture algale témoigne d'une pression d'herbivorie bien présente (échinodermes et faune ichtyologique), laissant le substrat disponible pour les autres organismes benthiques (coraux et autres invertébrés).

Le récif corallien de la station en réserve apparait donc en meilleur état de santé écologique que celui hors réserve.

La forte couverture corallienne observée sur la station Colombier est toutefois à nuancer :

- La courantologie importante sur la station Le Bœuf ;
- La très forte fréquence de l'hydrozoaire *Millepora* sp., intégré en tant que corail dur, car bio constructeur. Les coraux vrais (Scléractiniaires) sont peu présents.

3.1.5. Synthèse du peuplement benthique corallien

Pour rappel, le suivi benthique de 2024 a été marqué par l'ajout de la station Pointe Milou ainsi qu'à un décalage des transects historiques de quelques mètres.

Le peuplement benthique des stations de la réserve de Saint-Barthélemy est sensiblement le même en 2024 :

- Les organismes vivants colonisent en moyenne 99% du substrat et exclusivement du substrat dur ;

- Les **peuplements algaux dominent** la couverture vivante sur les stations. Ces peuplements sont principalement composés de *Dictyota* sp. et de *Sargassum hystrix*. Une tendance à l'augmentation de la couverture algale est observée en particulier sur Colombier depuis 2012, indiquant une phase-shift au détriment des coraux. À Le Bœuf, la couverture algale reste stable, mais élevée, avec une légère diminution récente ;
- La **couverture corallienne est faible** sur les stations Pointe Milou et Colombier tandis qu'elle est considérée comme moyenne sur Le Bœuf. La couverture corallienne est globalement stable sur les stations depuis le début du suivi malgré de fortes variations interannuelles. En 2024, la couverture corallienne de Colombier a fortement chuté en raison du décalage du transect. Bien que la couverture soit plus élevée sur Le bœuf, la diversité est faible puisqu'il s'agit uniquement de *Millepora* sp. ;
- La **population d'oursins diadèmes**, essentielle pour limiter le développement des algues, est **historiquement faible** sur ces stations, accentuant la pression algale et réduisant les opportunités de recrutement corallien ;
- Le recrutement corallien est globalement stable avec une légère tendance à l'augmentation pour la station Colombier. Les recrues assurent le renouvellement du peuplement corallien ;
- Les invertébrés non coralliens sont assez développés sur les stations, en particulier Colombier avec un quart d'invertébrés, dont 22,7% d'éponges.

Bien que les tendances observées en 2024 diffèrent, la station Colombier (située en réserve) présente un meilleur état de santé écologique, avec une couverture corallienne plus élevée et une couverture algale plus limitée, comparativement à la station Le Bœuf (hors réserve). Cette différence reflète l'impact potentiel des mesures de protection en réserve, qui semblent contribuer à une meilleure résilience des écosystèmes coralliens face aux pressions environnementales.

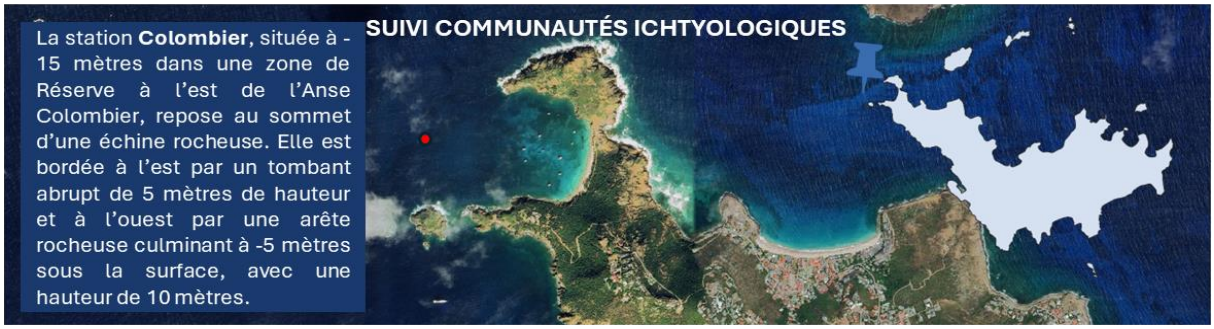
Globalement, les stations de Saint-Barthélemy montrent des signes de dégradation progressive, caractérisés par une augmentation des algues, une diversité corallienne inégale et une couverture corallienne dominée par *Millepora* sp. Cette dégradation résulte de multiples facteurs, notamment la maladie SCTLD apparue en 2021, les températures élevées ayant provoqué un blanchissement généralisé en 2023, et l'épizootie de 2022 qui a décimé les populations d'oursins diadèmes, essentiels pour limiter la prolifération algale. Ce déséquilibre a entraîné un phase-shift vers des peuplements algaux, phénomène courant dans les Caraïbes.

L'ensemble de ces signes illustrent une dynamique préoccupante commune sur les stations suivies, nécessitant des mesures de conservation renforcées.

3.2. Le peuplement ichtyologique

3.2.1. Station Colombier

Colombier



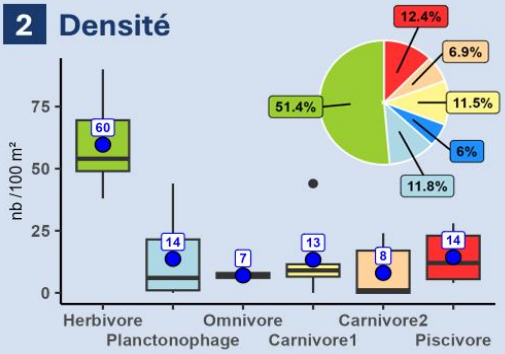
SITUATION EN 2024

1 Descripteurs généraux

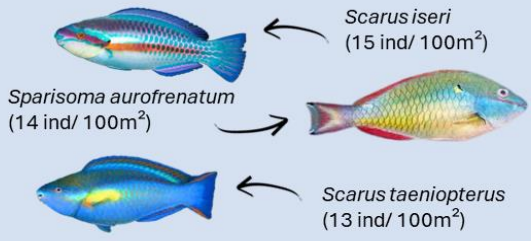
- La **richesse spécifique et les indices de Shannon et de Piélou sont plus élevés** qu'en 2023 tandis la biomasse et la taille sont plus faibles.
- La **densité est restée stable** contrairement à la biomasse en diminution probablement corrélée à la diminution de la taille moyenne.
- Le **niveau trophique moyen est stable** et correspond à un peuplement dominé par des consommateurs primaires (herbivores).
- Diversité modérée à élevée relativement équilibrée, mais pas parfaitement uniforme (des espèces dominent).

		Tendance			Tendance
Richesse spécifique	30	↗	Taille (cm)	7,5	↘
Nombre d'individus	348	=	Ecart-type taille	5,9	↘
Biomasse total (kg)	10	↘↘	MTL	2,5	=
Densité moyenne (ind/100m²)	116	=	Indice de Shannon	2,8	↗
Biomasse moyenne (g/100m²)	3304	↘↘	Indice de Piélou	0,8	↗

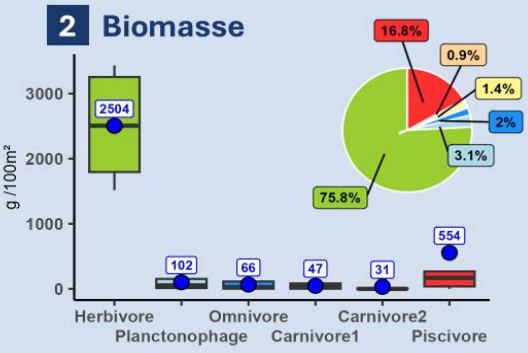
2 Densité



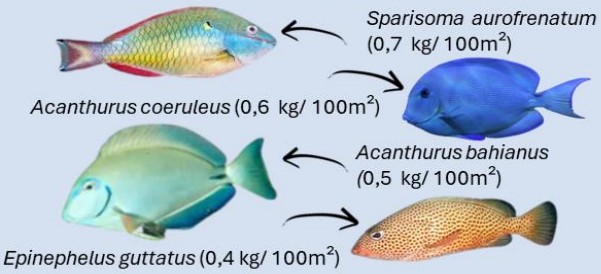
- Le peuplement ichtyologique est caractérisé par une **forte densité d'herbivores** (*Scarus iseri, Sparisoma aurofrenatum*). Les planctonophages sont exclusivement représenté par les pomacentridés (*Chromis cyanea, Chromis multilineata*).
- Les espèces les plus densément observées :



2 Biomasse

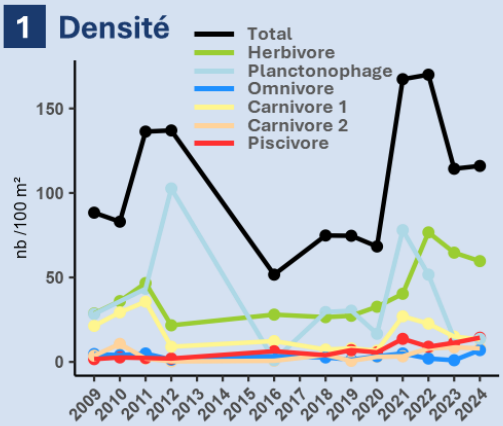


- Densément observés, les **herbivores** représentent, par effet de taille, près des **3 quarts de la biomasse totale**. Les autres régimes trophiques sont représentés par des individus de petite taille.
- Les espèces représentant les plus fortes biomasses :



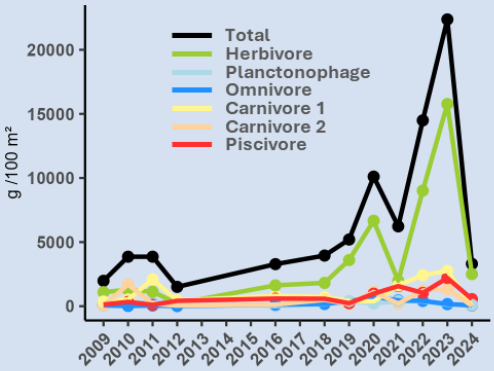
EVOLUTION 2009 - 2024

1 Densité



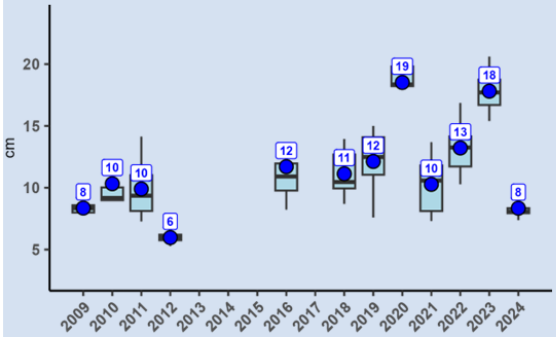
- La densité de poissons varie d'année en année, mais il n'y a **pas de tendance générale d'évolution** depuis 2009.
- Des pics de densité ont été observés en 2011-2012, et 2021-2022. En 2016, la plus faible densité de l'ensemble du suivi a été enregistrée.
- En augmentation entre 2018 et 2022, la **densité d'herbivores se stabilise** à environ 50 ind/100m^2.

2 Biomasse



- Entre 2012 et 2023, la **biomasse totale a augmenté de manière exponentielle avant de fortement chuter en 2024**. La variation de la biomasse est largement influencée par celle des herbivores, dont la présence en bancs peut exercer un impact significatif sur les résultats globaux.
- Cette baisse nécessite une attention particulière, et les résultats des prochaines campagnes de suivi seront déterminants pour évaluer si cette diminution est un événement ponctuel ou le début d'une nouvelle tendance.

3 Taille



- La **taille moyenne des poissons augmente de manière similaire à la biomasse** entre 2014 et 2023 passant de 6 à 18 cm de moyenne pour fortement chuter en 2024 (8cm).
- Ces résultats montrent que l'augmentation de la biomasse ne résulte pas d'une forte densité de poissons de taille moyenne, mais plutôt d'une faible densité de quelques individus de grande taille, probablement des prédateurs tels que le barracuda, observés lors de passages ponctuels.

4 Indices

- Le niveau trophique moyen (MTL) affiche une tendance à la diminution suggérant **l'observation de plus en plus d'espèces de faible rang trophique**, signe d'une perte de contrôle top down.
- L'indice de Shannon en augmentation suggère une augmentation de la diversité d'espèces observées au fil du temps.
- L'indice de Piélou stable depuis 2009 suggère que les espèces observées dans la station maintiennent globalement une répartition uniforme ou équilibrée

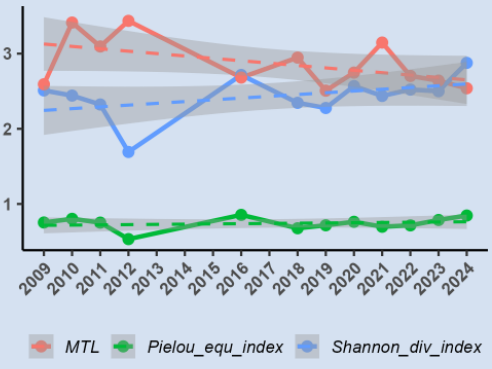


Figure 3-5 : Ichtyofaune observée sur la station Colombier

3.2.2. Station Le Bœuf

Le Bœuf

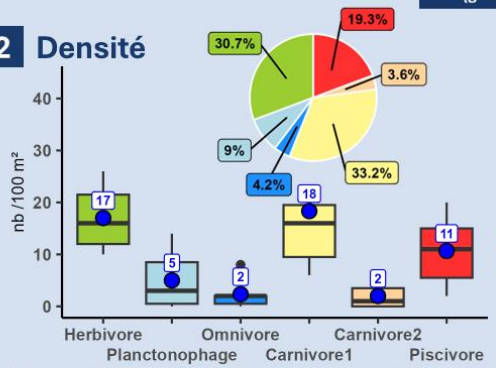
SITUATION EN 2024

1 Descripteurs généraux

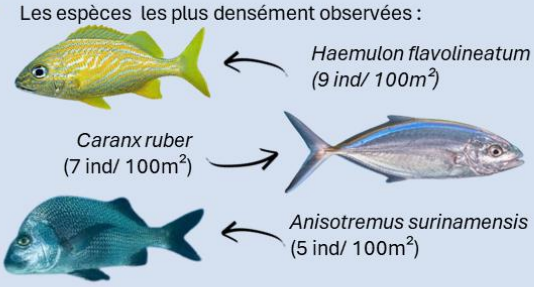
- L'ensemble des **descripteurs ont fortement baissé** en 2024 à l'exception de la richesse spécifique qui reste stable et des indices de Piélou et de Shannon en augmentation.

		Tendance			Tendance
Richesse spécifique	27	=	Taille (cm)	8,2	↘↘
Nombre d'individus	166	↘↘	Ecart-type taille	7	↘
Biomasse totale (kg)	7,5	↘↘	MTL	2,4	↘
Densité moyenne (ind/100m²)	55	↘↘	Indice de Shannon	2,9	↗
Biomasse moyenne (g/100m²)	2493	↘↘	Indice de Piélou	0,9	↗

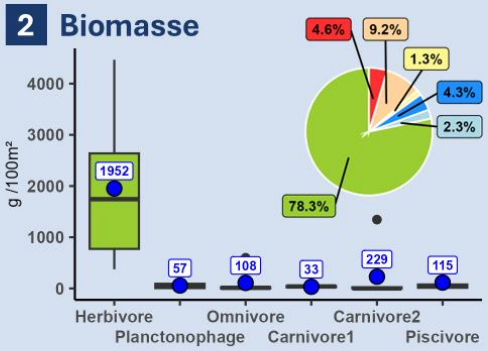
2 Densité



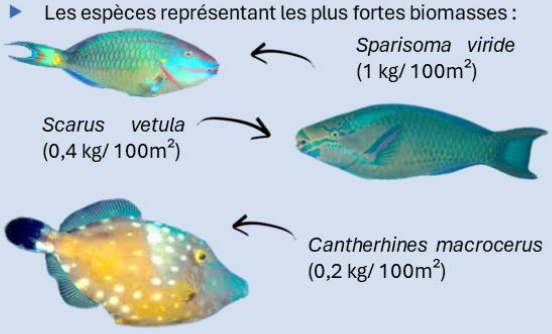
- Le peuplement ichtyologique est caractérisé par **une forte densité de carnivores 1, d'herbivores et de piscivores.** Les autres régimes trophiques sont présents en faible densité.
- Les carnivores sont majoritairement représentés par ***Anisotremus surinamensis*** et les piscivores par ***Caranx ruber***.
- Les espèces les plus densément observées :



2 Biomasse

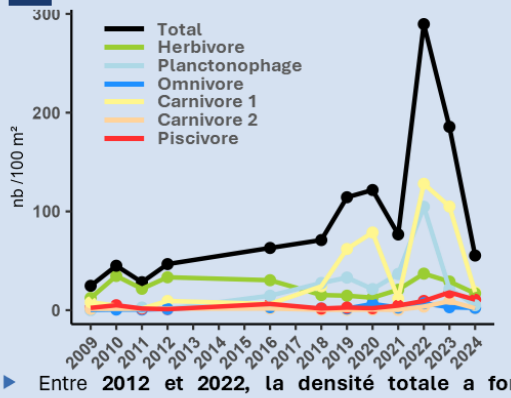


- Densément observés, les carnivores 1 et piscivores représentent une faible biomasse car il s'agissait de petits individus. **Les herbivores représentent 78% de la biomasse.**
- Les espèces représentant les plus fortes biomasses :



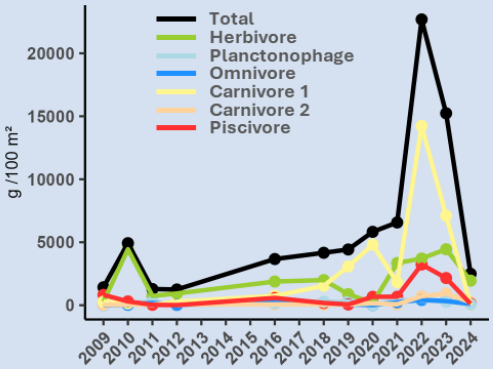
EVOLUTION 2015 - 2024

1 Densité



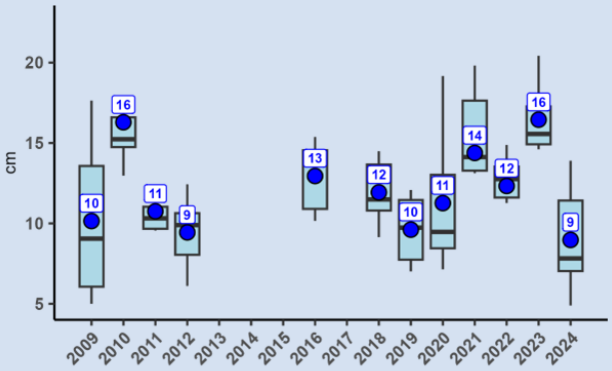
- Entre **2012 et 2022, la densité totale a fortement augmenté** avant de fortement chuter dès 2023. La variation de **la densité est largement influencée par celle des carnivores de types 1 et les planctonophages sur cette station**, dont la présence en bancs peut exercer un impact significatif sur les résultats globaux.
- Un pic de densité en 2022 est lié à la combinaison de l'observation des bancs de carnivores 1 et planctonophages.

2 Biomasse



- Entre **2012 et 2022, la biomasse totale a augmenté de manière exponentielle** avant de fortement chuter en 2022. La variation de la biomasse est largement influencée par celle des carnivores 1, dont la présence en bancs peut exercer un impact significatif sur les résultats globaux.
- Cette baisse nécessite une attention particulière, et les résultats des prochaines campagnes de suivi seront déterminants pour évaluer si cette diminution est un événement ponctuel ou le début d'une nouvelle tendance.

3 Taille



- La **taille moyenne des poissons varie fortement** d'un suivi à l'autre sans afficher de tendance d'évolution claire.
- **En 2024, la taille moyenne est inférieure à 10 cm pour la première fois depuis 2012.**

4 Indices

- Le niveau trophique moyen (MTL) affiche une tendance stable suggérant une distribution stable du peuplement, **signe d'un bon état de l'écosystème**.
- L'indice de Shannon stable suggère que la diversité des espèces est stable également.
- L'indice de Piélou stable depuis 2009 suggère que les espèces observées dans la station ont maintenu une répartition uniforme ou équilibrée.

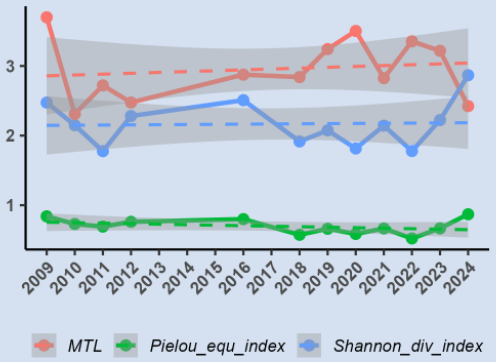


Figure 3-6 : Ichtyofaune observée sur la station Le bœuf (hors transect)

3.2.3. Station Pointe Milou

Pointe Milou

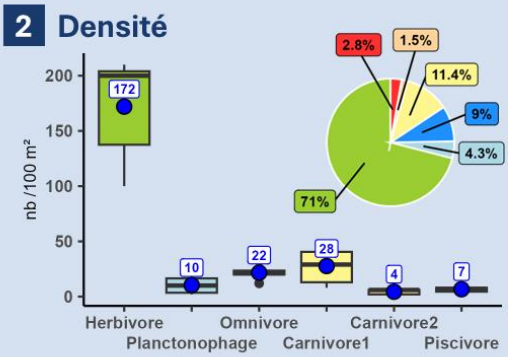
SITUATION EN 2024

1 Descripteurs généraux

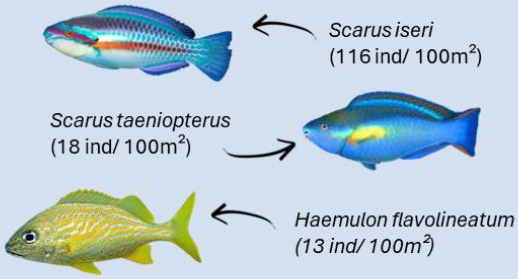
- La **richesse spécifique est similaire** aux deux autres stations.
- **La densité et la biomasse sont bien plus élevées** que sur les deux autres stations.
- Le **niveau trophique moyen est le plus faible** des 3 stations en lien avec la forte densité d'herbivores.
- Diversité modérée relativement équilibrée, mais pas parfaitement uniforme (des espèces dominent).

	2024		2024
Richesse spécifique	25	Taille (cm)	6,5
Nombre d'individus	717	Ecart-type taille	5,6
Biomasse total (kg)	20	MTL	2,4
Densité moyenne (ind/100m²)	239	Indice de Shannon	2,1
Biomasse moyenne (g/100m²)	6606	Indice de Piélou	0,7

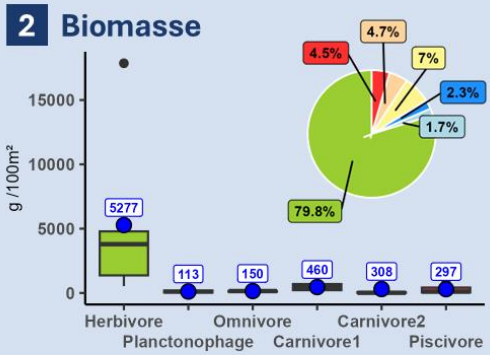
2 Densité



- Le peuplement ichtyologique est caractérisé par **une forte densité d'herbivores.**
- A noter la forte densité de carnivores 1 sur cette station.
- Les taxons les plus densément observés :



2 Biomasse



- La **biomasse est majoritairement composée d'herbivores (80%).**
- Les taxons représentant les plus fortes biomasses :

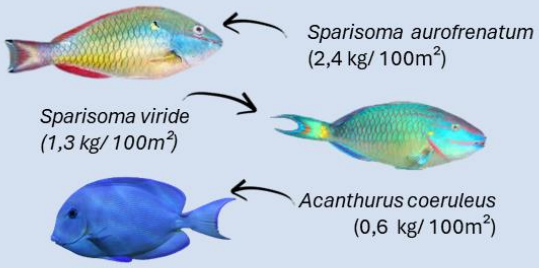


Figure 3-7 : Ichtyofaune observée sur la station Pointe Milou

3.2.4. Espèce invasive *Pteroïs volitans*

L'espèce *Pteroïs volitans* ne fait pas partie initialement des espèces cibles. Elle a été ajoutée du fait de son caractère envahissant au sein des écosystèmes marins caribéens.

Lors du suivi 2024, cette espèce a été observée sur la station Colombier (1 individu) et sur la station Le Bœuf (2 individus).

Les individus observés sont relativement grands (entre 10 et 20 cm) sur la station Colombier.

Cette espèce invasive est toujours en phase d'expansion dans le bassin caraïbéen.

Figure 3-8 : Pteroïs volitans sur la station Colombier

Figure 3-9 : Évolution de la densité de Pteroïs volitans sur les deux stations historiques

3.2.5. Comparaison entre les stations « en réserve » et « hors réserve »

Le positionnement des deux stations en secteur réserve et en secteur hors réserve permet d'explorer un potentiel « effet réserve ». Pour cela, plusieurs paramètres sont intéressants à considérer, à savoir :

- La richesse spécifique ;
- La densité ;
- La biomasse ;
- La taille moyenne.

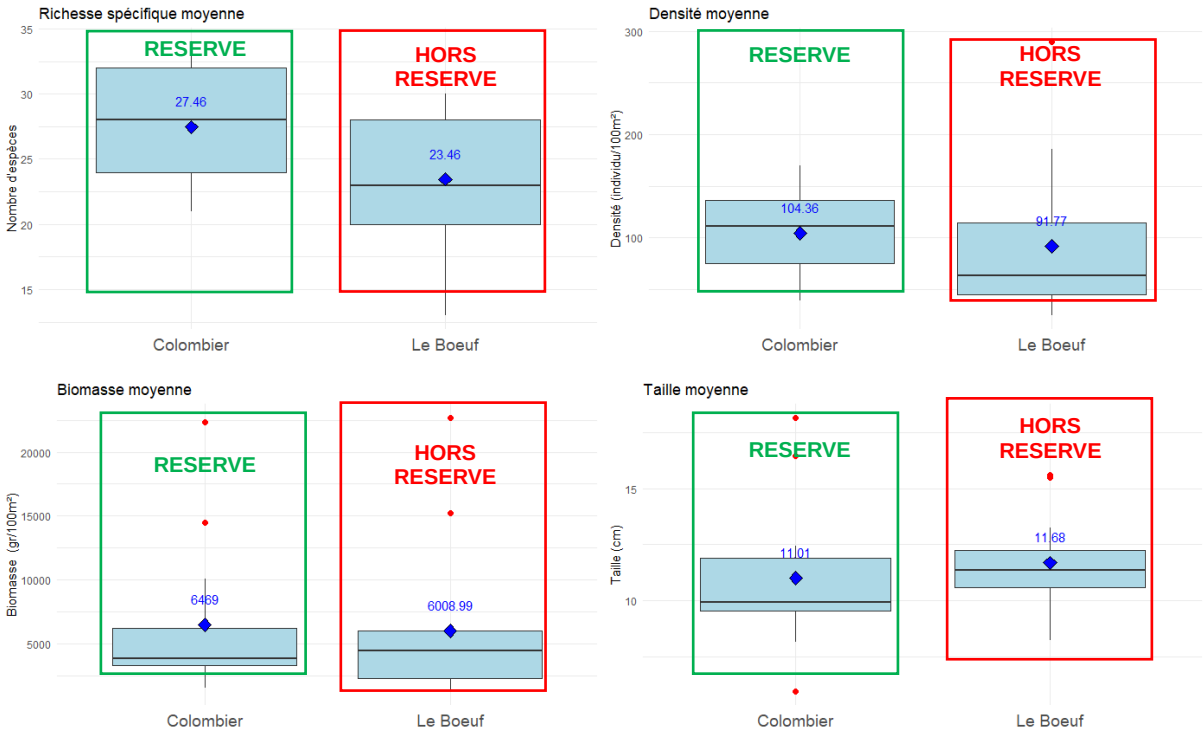


Figure 3-10 : Richesse spécifique, densité, biomasse et taille moyenne sur les deux stations Colombier (en Réserve) et Le Bœuf (hors Réserve)

À l'exception de la richesse spécifique (Mann whitney, W = 123.5, p-value = 0.04738), aucun autre descripteur n'est significativement différent en fonction du régime de protection. La richesse spécifique est significativement plus élevée sur la station Colombier en réserve.

Ainsi, l'effet réserve n'est observable que sur la richesse spécifique.

La taille moyenne des communautés ichtyologiques suivies n'est pas différente en fonction du régime de protection de la station étudiée. La proximité des deux stations ne permet pas, au vu de la mobilité des espèces concernées, de distinguer un éventuel « effet réserve » sur la taille des poissons.

Néanmoins, la taille moyenne des poissons des deux stations présente une tendance à l'augmentation, du fait d'une plus grande densité d'individus de grande taille au fil du temps. La pression de pêche pourrait donc être moins forte sur la communauté ichtyologique depuis la mise en place des suivis.

3.2.6. Synthèse du peuplement ichtyologique

En 2024, les trois stations présentent un peuplement ichtyologique similaire en termes de diversité, avec 25 à 30 espèces observées (bien supérieur à la richesse spécifique du suivi de Petite-Terre). Les espèces dominantes incluent *Scarus spp., Sparisoma spp*. et *Haemulon flavolineatum*, typiques des petits fonds de Saint-Barthélemy.

La station Pointe Milou se distingue par une densité et une biomasse nettement supérieures à celles des deux autres stations (et de Petite-Terre). Cette différence est principalement due à l'abondance exceptionnelle de *Scarus iseri*, répartie de manière homogène sur les six transects. En revanche, la station Le Bœuf présente une densité notable de carnivores et de piscivores, tandis que les herbivores dominent globalement en termes de biomasse sur l'ensemble des stations.

Le niveau trophique moyen, ainsi que les indices de Piélou et de Shannon, sont similaires pour les stations Colombier et Le Bœuf. À Pointe Milou, ces indices (sauf le MTL) sont plus faibles, indiquant une diversité réduite et une mauvaise équitabilité des espèces.

Depuis la création de la réserve de Saint-Barthélemy, la densité et la biomasse des poissons ont globalement augmenté jusqu'en 2023. Cependant, depuis cette date, ces indicateurs montrent une tendance à la diminution. Concernant la taille des poissons, aucun schéma clair n'a été identifié. Des facteurs comme la pêche en périphérie de la réserve et l'augmentation des températures pourraient influencer ces résultats. La pêche cible principalement les grands individus, ce qui limite leur reproduction et favorise les populations de petits poissons. Parallèlement, le réchauffement des eaux entraîne une diminution de la taille moyenne des poissons, en raison de la baisse de la disponibilité en oxygène dans l'eau.

Un effet réserve a été clairement observé sur la richesse spécifique. En revanche, les autres descripteurs ne montrent pas de différences marquées entre les stations. Cette absence de distinction pourrait être liée à la variabilité des conditions d'observation (météo, houle, turbidité, courant, heure d'observation) et au caractère aléatoire du passage des poissons. Par ailleurs, bien que le changement d'observateur puisse influer sur les résultats, l'identification des espèces cibles reste fiable.

L'espèce invasive *Pterois volitans* a été détectée sur les 2 stations Colombier et Le Bœuf en 2024. Sa dynamique ne met pas en évidence d'évolution quelconque.

La dominance des herbivores est généralement le signe d'un milieu soumis à une forte pression de pêche, souvent déséquilibré. Cependant, dans ce cas précis, on observe une particularité : la station située dans la réserve (Colombier) est dominée par les herbivores, tandis que la station hors réserve (Le Bœuf) présente une co-dominance avec les prédateurs.

Le facteur géographique pourrait expliquer cette différence. En effet, la station Le Bœuf, plus exposée aux houles que Colombier, pourrait influencer les peuplements ichtyologiques, les rendant sensiblement différents.

Il sera essentiel de poursuivre les suivis pour approfondir la compréhension de cette dynamique et évaluer l'impact de ces facteurs sur les écosystèmes marins.

3.3. Herbiers et macrofaune associée

3.3.1. Petit Cul de Sac

Description globale et caractéristique du substrat (dans/hors herbier) en 2024

L'herbier du Petit Cul-de-sac est un herbier mixte à *Thalassia testudinum* et à *Syringodium filiforme*. En 2024, des pieds de *Halodule wrightii* ont été observés par endroits. L'espèce exotique envahissante *Halophila stipulacea* est également présente sur une partie de la radiale 3.
Les caractéristiques générales de l'herbier sont exposées ci-dessous.

							Caractéristique du sédiment	
2024	Epibiose	Relief	Macrophytes non fixées	Cyano	Bioturbation	Etat de santé	Dans l'herbier	Sédiment nu
Radiale 1	1	3	1	0	0	3,5	2	4
Radiale 2	1	1	1	0	0	2,5	3	3
Radiale 3	1	1	1	0	1	2,5	2	2
Moyenne	**Pas d'épibiose**	**1,7**	**1,0**	**0,0**	**0,3**	**2,8**	**2,3**	**3,0**

Nomenclature :

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 3-11 : Synthèse des indices des paramètres descriptifs globaux de l'herbier de Petit Cul-de-sac

En 2024, l'herbier de Petit Cul-de-sac présente :

- **Une absence d'épibiose,** contrairement aux années précédentes. Cette absence peut être due à une pression d'herbivorie accrue ou à une modification des conditions environnementales (température, pH, pollution). La couverture épiphyte module les échanges de lumière, de gaz et de nutriments entre les feuilles et l'eau environnante ;
- **Le relief est faible (<15cm) sur les radiales 2 et 3 et fort (>50cm) sur la radiale 1,** où de microfalaises sont observées en point de rupture de l'herbier ;
- **Des macrophytes dérivantes sont présentes par endroits**, contrairement aux années précédentes ;
- **Les cyanobactéries sont absentes de l'ensemble des radiales** (présentes en 2021 sur 2 radiales) ;
- **Des signes de bioturbation identifiés** sous la forme de tumuli sur la radiale 3.

L'état de santé de l'herbier est évalué visuellement comme moyen (3/5) en raison du développement de macroalgues (*Halimeda* sp. et *Dictyota* sp.) assez important sur la radiale 1.

Cet herbier se développe sur un sédiment composé de sable fin à dominante vaseuse. En revanche, les zones de sédiment nu se caractérisent par un sable allant de fin à grossier, dépourvu de débris végétaux.

Mitage/fragmentation des herbiers en 2024

Les données relevées lors du LIT sont illustrées ci-dessous :

	2024		
	Recouvrement (%)	**Fragmentation (%)**	**Mitage**
R1	70%	28%	2%
R2	100%	0%	0%
R3	100%	0%	0%
Total	90%	9%	1%

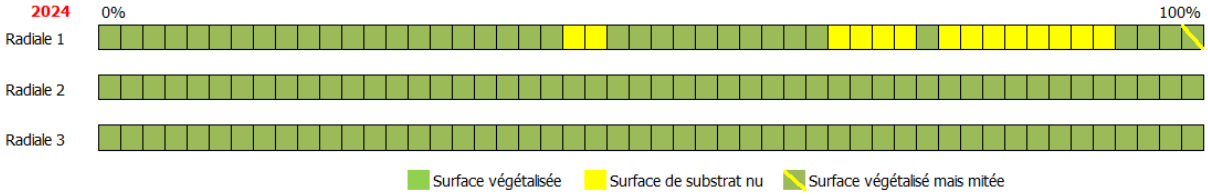


Figure 3-12 : Représentation schématique et caractérisation de la fragmentation de l'herbier de Petit Cul-de-sac

Comme lors des précédents suivis, l'herbier présente une fragmentation modérée sur la radiale 1 uniquement tandis que les radiales 2 et 3 présentent un herbier continu.

La radiale 1 est fragmentée sur 28% de sa longueur, avec un taux de fragmentation croissant depuis 3 ans (6% en 2022 et 20% en 2023). C'est essentiellement la fin de la radiale qui est concernée avec l'apparition de microfalaises.

Figure 3-13 : Microfalaises et fragmentation de l'herbier de Petit Cul-de-sac

Densité en plants de phanérogames : état 2024

En 2024, les densités moyennes de *Thalassia testudinum* et *Syringodium filiforme* dans l'herbier de Petit Cul-de-sac sont respectivement de **913 plants/m² et 1565 plants/m².** Le détail des densités moyennes par radiales est présenté sur la figure ci-dessous.

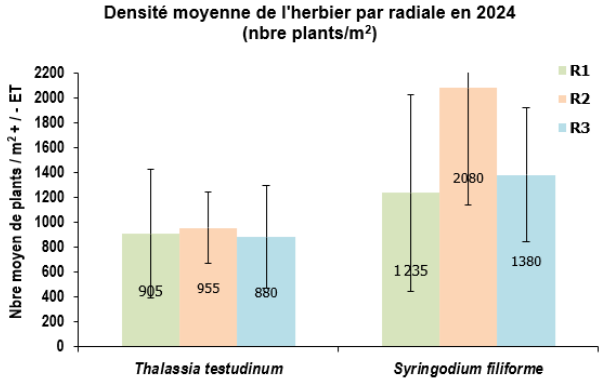


Figure 3-14 : Densités des plants de phanérogames sur les radiales de l'herbier de Petit Cul-de-sac en 2024

S. filiforme est plus dense que *T. testudinum* sur l'ensemble des radiales et la densité des deux espèces est supérieure sur la radiale 2.

Densité en plants de phanérogames : évolution 2018 – 2024

Les densités en plants de phanérogames relevées dans l'herbier de Petit Cul-de-sac depuis 2018 sont présentées sur la figure ci-dessous.

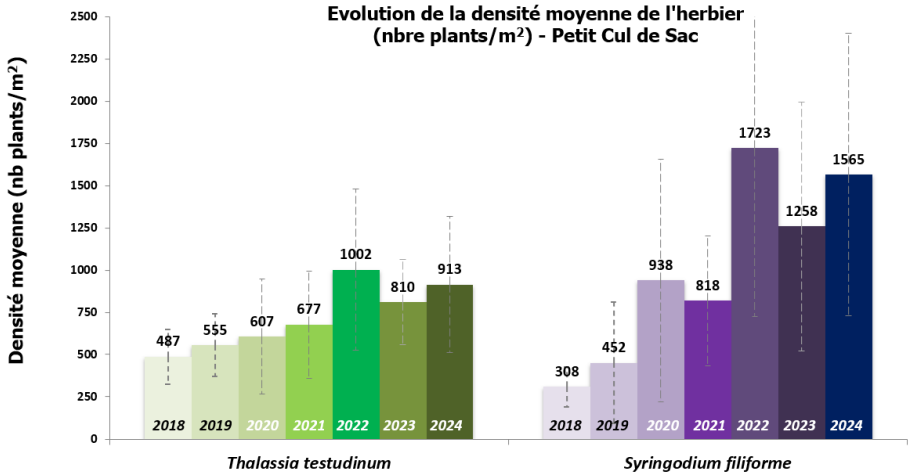


Figure 3-15 : Évolution de la densité des plants de phanérogames sur l'herbier de Petit Cul-de-sac

Les densités des deux espèces sont en augmentation globale depuis le début du suivi en 2018. Une légère baisse en 2023 avait remis en question la tendance de l'herbier à se densifier, mais les résultats de 2024 confirment cette évolution puisque les valeurs de cette année se rapprochent à nouveau des densités maximales observées en 2022.

L'année 2023 a été exceptionnellement chaude, avec des températures de l'eau excessives, ce qui pourrait expliquer la baisse de densité observée cette année-là. Les phanérogames, qui réalisent la photosynthèse, sont sensibles à la disponibilité en oxygène, souvent réduite dans les eaux très chaudes, ce qui peut affecter leur physiologie et ralentir leur développement. Cependant, cette hypothèse doit être nuancée par les valeurs de température relevées en 2024, qui étaient également élevées, mais n'ont pas conduit à une baisse similaire de densité.

Longueur des plus grandes feuilles : état 2024

En 2024, les longueurs moyennes des feuilles de *T. testudinum* et *S. filiforme* sont respectivement de **7,1 cm et 7,9 cm**. Les longueurs minimales mesurées sont respectivement de 1 cm et 3 cm et les plus longues feuilles atteignent 18 cm et 19 cm. La canopée de cet herbier est considérée comme courte, ces espèces pouvant atteindre plus de 30 cm dans d'autres herbiers des Antilles.

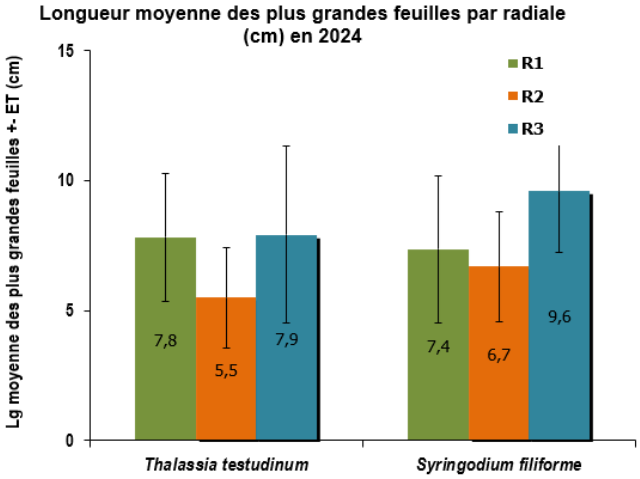


Figure 3-16 : Longueurs des feuilles de phanérogames sur les radiales de l'herbier de Petit Cul-de-sac en 2024

La radiale 2 présente les feuilles les plus courtes. Cela peut s'expliquer par une pression d'herbivorie supérieure à celle des autres radiales en raison de la plus forte densité de phanérogames sur cette radiale.

Longueur des plus grandes feuilles : évolution 2018 – 2024

L'évolution de la taille des plus grandes feuilles de l'herbier dans les quadrats est présentée sur la figure ci-dessous.

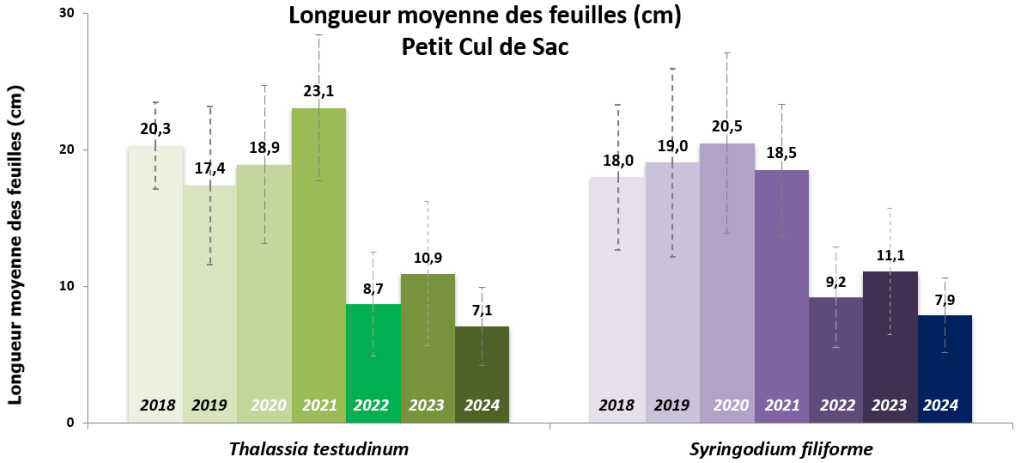


Figure 3-17 : Évolution de la longueur de feuilles de phanérogames sur l'herbier de Petit Cul-de-sac

Les longueurs de feuilles des espèces *Thalassia testudinum* et *Syringodium filiforme* ont subi une forte diminution en 2022 et semblent être relativement stables depuis. À noter qu'entre 2018 et 2021, la longueur des feuilles des deux espèces de phanérogames était également stable. Il semblerait qu'un événement soit responsable de cette diminution drastique d'environ 10 cm de la longueur des feuilles. Ce raccourcissement pourrait être lié à un phénomène de broutage par les tortues marines,

particulièrement nombreuses dans cette zone. L'ATE (com. pers.) a en effet observé que les tortues ont tendance à se regrouper dans des habitats tels que l'herbier du Petit Cul-de-sac, où elles broutent intensivement les herbiers à *T. testudinum* jusqu'à ce qu'il soit fortement raccourci, avant de se déplacer vers une autre zone pour poursuivre leur alimentation.

Macrofaune associée aux herbiers

La macrofaune est peu diversifiée au sein de l'herbier de Petit Cul-de-sac en 2024. Elle est exclusivement représentée par **les lambis dont la densité est la plus forte enregistrée pour la deuxième année consécutive depuis le début du suivi avec 28,7 lambis/100m².** Aucun lambi mort n'a été observé cette année, ni d'autres macroinvertébrés faisant l'objet des suivis le long des radiales.

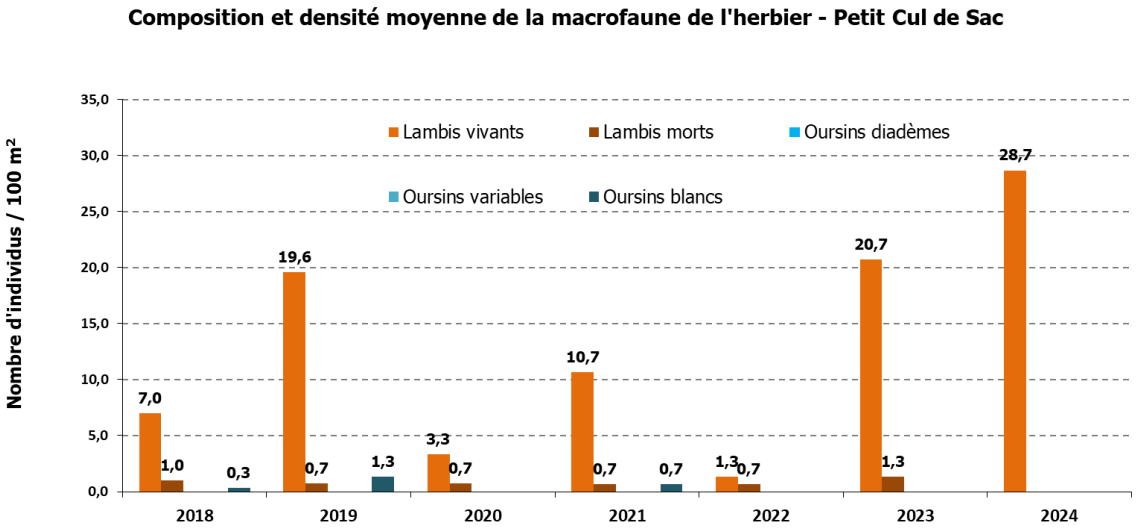


Figure 3-18 : Composition et abondance de la macrofaune de l'herbier de Petit Cul-de-sac

Jusqu'en 2023, l'analyse des données montrait une évolution cyclique des populations de lambis, avec une abondance élevée puis faible une année sur deux. Les densités de lambis relevées en 2024 ne suivent pas cette tendance, puisque l'abondance observée cette année est maximale pour la deuxième année consécutive.
La population de lambis observée en 2024 est largement dominée par les subadultes (10-20 cm). Les juvéniles sont bien moins nombreux que l'année précédente, tandis que les adultes de plus de 20 cm sont plus abondants.

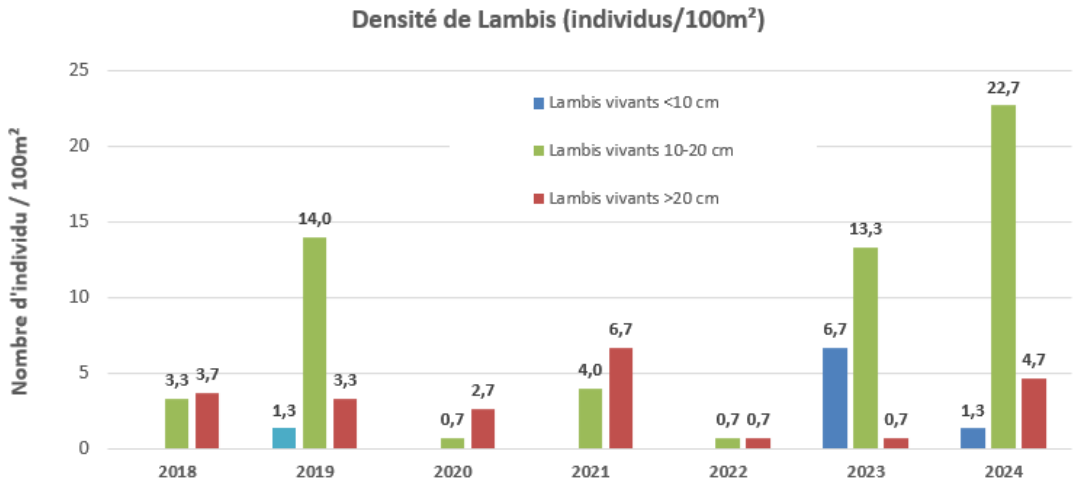


Figure 3-19 : Répartition des lambis observés par classe de taille

Figure 3-20 : Macrofaune observée à Petit Cul-de-sac en 2024

3.3.2. Bonhomme

Description globale et caractéristique du substrat (dans/hors herbier) en 2024

L'herbier de Bonhomme est monospécifique à *Syringodium filiforme* (à l'exception de quelques brins de *Thalassia testudinum* et *Halophila stipulacea* observés en 2024 sur la radiale 3), dense, à très haute canopée. Les caractéristiques générales de l'herbier sont exposées ci-dessous.

							Caractéristique du sédiment	
2024	Epibiose	Relief	Macrophytes non fixées	Cyano	Bioturbation	Etat de santé	Dans l'herbier	Sédiment nu
Radiale 1	3	1	0	1	0	2	5	4
Radiale 2	3	1	0	1	0	2	4	4
Radiale 3	3	2	0	1	0	2	5	4
Moyenne	**Présence d'algues filamenteuses**	**1,3**	**0,0**	**1,0**	**0,0**	**2,0**	**4,7**	**4,0**

Nomenclature :

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 3-21 : Synthèse des indices des paramètres descriptifs globaux de l'herbier de Bonhomme

En 2024, l'herbier de Bonhomme présente :

- **Une épibiose composée uniquement d'algues filamenteuses.** Ces dernières s'observent en petites touffes accrochées aux thalles des phanérogames ;
- **Le relief est faible (<15 cm) sur les 2 premières radiales et légèrement plus important (15-50 cm) sur la radiale 3,** l'herbier s'étend sur une grande surface homogène en profondeur ;
- **Aucune macrophyte dérivante n'a été observée au sein de l'herbier ;**
- **Aucun signe de bioturbation n'est relevé ;**
- **Contrairement aux années précédentes, des patchs de cyanophycées occasionnels ont été observés,** le développement de ces bactéries est généralement signe d'une dégradation de la qualité du milieu, souvent due à un apport de nutriments trop élevé (eutrophisation).

L'état de santé de l'herbier est évalué visuellement comme bon. Cet herbier monospécifique à *Syringodium filiforme* est continu, dense, peu sédimenté et très peu de macroalgues y sont présentes.

Le substrat est composé de sable grossier propre, avec la présence de macro-débris coralliens et de cailloutis.

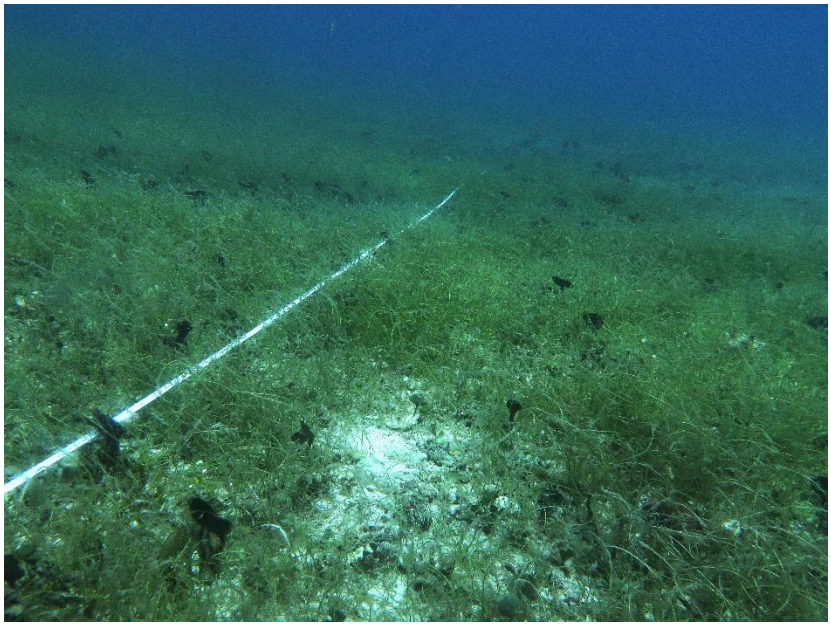


Figure 3-22 : Illustration de l'herbier à Syringodium filiforme de Bonhomme

Mitage/fragmentation des herbiers en 2024

Les données relevées lors du LIT sont illustrées ci-dessous :

	2024		
	Recouvrement (%)	Fragmentation (%)	Mitage
R1	100%	0%	0%
R2	100%	0%	0%
R3	100%	0%	0%
Total	100%	0%	0%

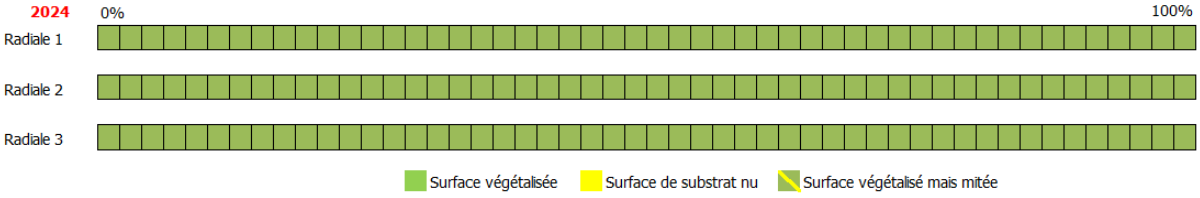


Figure 3-23 : Représentation schématique et caractérisation de la fragmentation de l'herbier de Bonhomme

L'herbier est continu sur l'ensemble des 3 radiales comme l'année précédente, alors que lors des suivis de 2021 et 2022 des zones de fragmentation étaient observables en particulier sur la radiale 1. La disparition de ces zones fragmentées peut être le signe d'un herbier en expansion latérale et donc en bonne santé.

Densité en plants de phanérogames : état 2024

Les densités moyennes de *T.testudinum* et *S.filiforme* au sein de l'herbier de Bonhomme sont respectivement de **13 plants/m² et 3 282 plants/m²** en 2024. Ces densités sont uniformes sur toutes les radiales. La très faible densité de *T. testudinum* qui présente seulement quelques brins est négligeable par rapport à *S. filiforme*, on considère donc cet herbier comme monospécifique à *S. filiforme*.

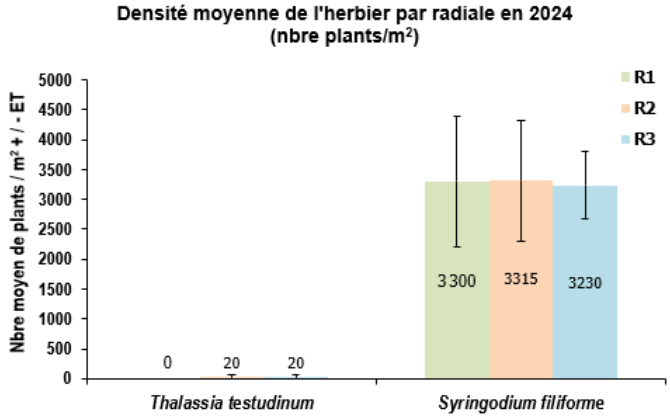


Figure 3-24 : Densités des plants de phanérogames sur les radiales de l'herbier de Bonhomme en 2024

Densité en plants de phanérogames : évolution 2021 – 2024

Les densités en plants de phanérogames relevées dans l'herbier depuis 2021 sont présentées sur la figure ci-dessous.

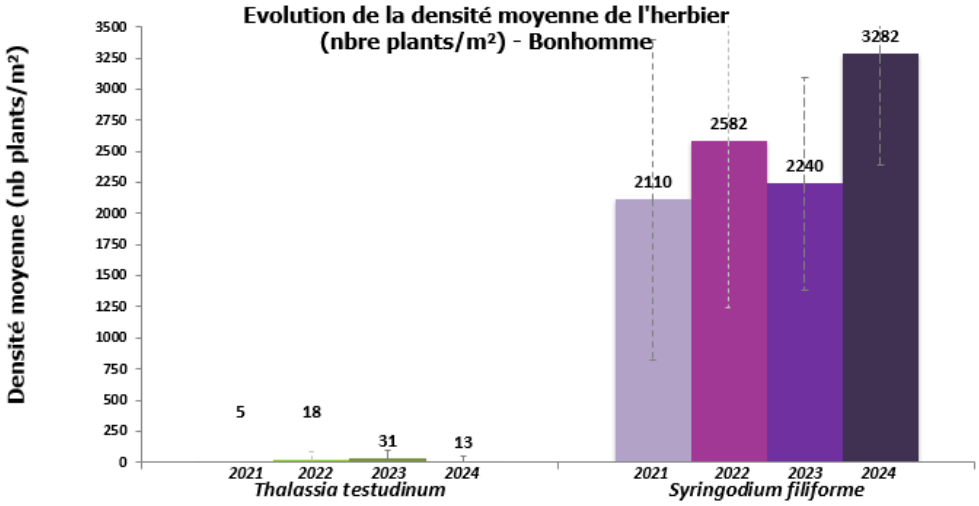


Figure 3-25 : Évolution de la densité des plants de phanérogames sur l'herbier de Bonhomme

La densité de *S. filiforme*, relativement stable depuis 2021, est très élevée par rapport aux densités relevées sur les autres stations ou sur les herbiers des autres réserves naturelles (RN St-Martin ou RN Petite Terre). Elle est d'autant plus élevée en 2024 avec une augmentation de près de 1 000 plants/m² en un an. Ces fortes densités traduisent la bonne santé de l'herbier et peuvent également s'expliquer par le caractère monospécifique de cet herbier.

Longueur des plus grandes feuilles : état 2024

Bien que négligeables au sein du peuplement, les feuilles de *Thalassia testudinum* ont été mesurées. Ces feuilles sont par ailleurs plus grandes que celles observées au niveau de la station Petit Cul-de-sac. En effet, en 2024, les longueurs moyennes des feuilles de *T. testudinum* et *S. filiforme* sont respectivement de **12,7 cm et 30,7 cm**. Les longueurs minimales mesurées sont respectivement de 10 cm et 20 cm et les plus longues feuilles atteignent 15 cm et 41 cm. **La canopée de cet herbier est relativement haute,** avec des longueurs de feuilles qui se situent dans la fourchette supérieure des valeurs observées sur d'autres herbiers des Antilles, signe d'un herbier fonctionnel pouvant servir d'abris pour la macrofaune benthique et démersale.

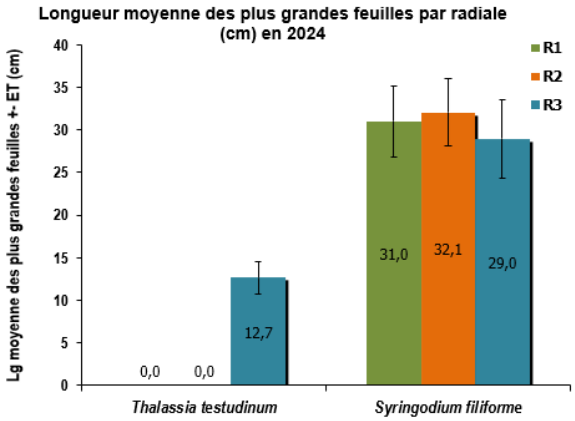


Figure 3-26 : Longueurs des feuilles de phanérogames sur les radiales de l'herbier de Bonhomme en 2024

Les longueurs des feuilles de *S. filiforme* sont homogènes sur les trois radiales.

Longueur des plus grandes feuilles : évolution 2021 – 2024

L'évolution de la taille des plus grandes feuilles de l'herbier dans les quadrats est présentée sur la figure ci-dessous.

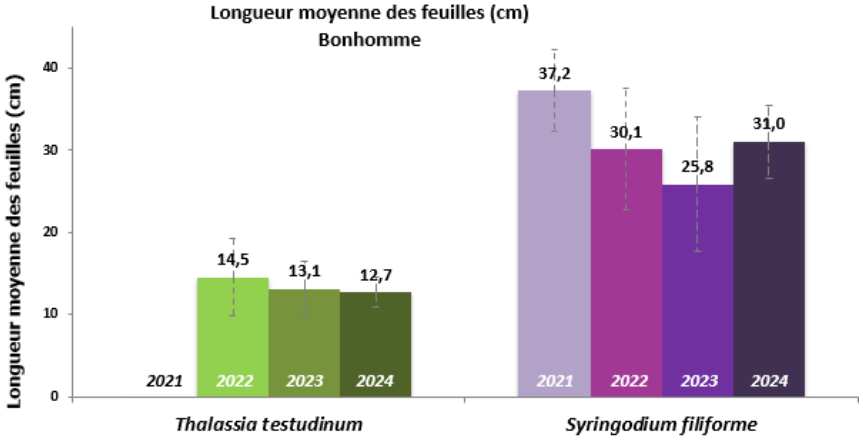


Figure 3-27 : Évolution de la longueur de feuilles de phanérogames sur l'herbier de Bonhomme

Les longueurs des feuilles de *S. filiforme* mesurées en 2024, en augmentation par rapport à l'année précédente (+4,2 cm), ne suivent pas la tendance dégressive observée depuis 2021. Cette croissance des feuilles pourrait traduire la disparition d'une perturbation impactant le développement de l'herbier (ensablement, pression de broutage accrue…). Cela reste cependant à confirmer lors des prochains suivis.

Macrofaune associée aux herbiers

De nombreux lambis (*Aliger gigas*) sont observés au sein de l'herbier, présentant des densités de 30,6 individus/100m² dont une petite partie est morte (4 individus/100m²). La densité de lambis fluctue d'un suivi à l'autre avec une valeur maximale obtenue en 2022 avec 48 individus/100m². Ces plus hautes valeurs ont été observées après les périodes de confinement et donc après une diminution des pressions sur l'espèce. Depuis, les populations se maintiennent relativement stables.

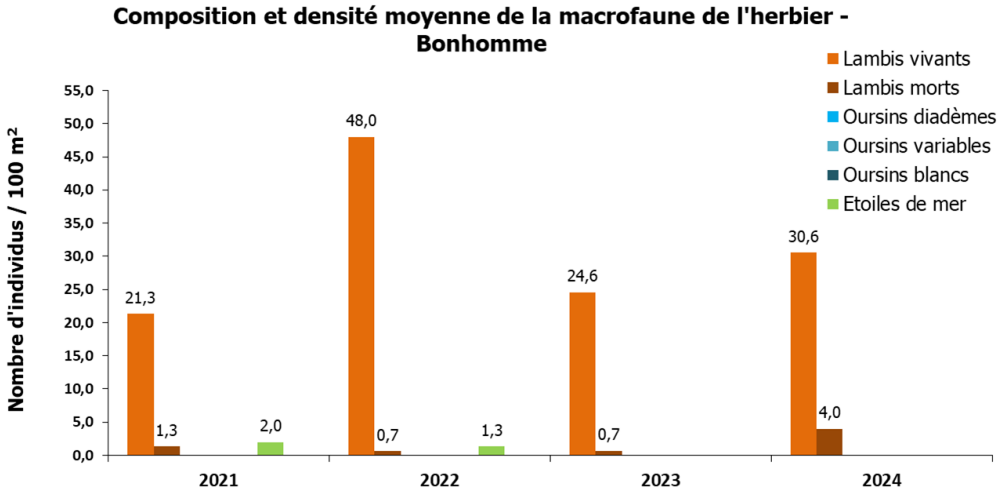


Figure 3-28 : Densité de macrofaune au sein de l'herbier de Bonhomme

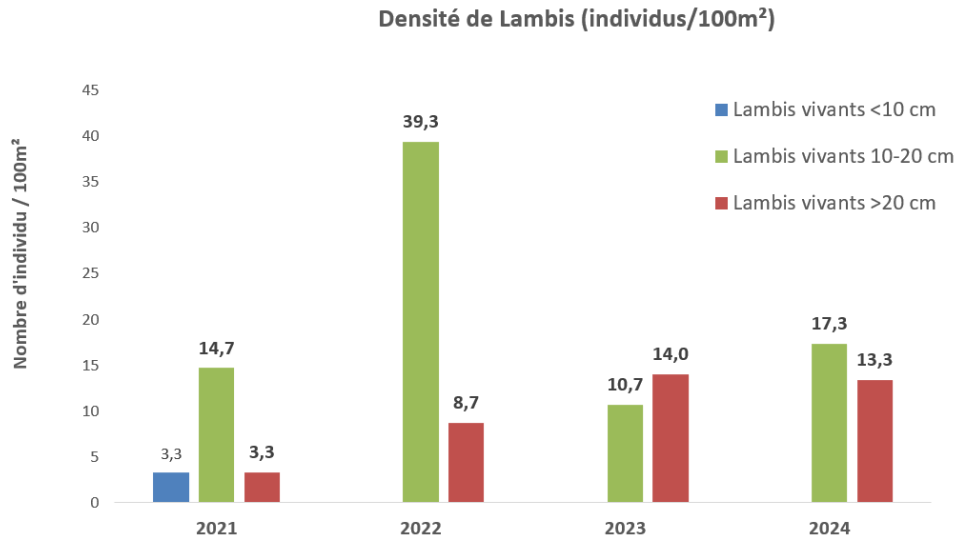


Figure 3-29 : Structure du peuplement de lambis par classe de taille

Les lambis observés sont des subadultes (10-20 cm) et des adultes (>20 cm) dans des proportions similaires. Aucun juvénile n'a été observé depuis 2021 au sein de l'herbier de Bonhomme. L'abondance de subadultes et d'adultes génère un stock d'individus reproducteurs à court terme, mais l'absence de juvénile pourrait entraîner un déclin de la population (sauf s'ils sont affiliés à un autre secteur ou plus en profondeur).

Le site de l'herbier de Bonhomme est un lieu de pêche aux lambis en apnée, ce qui impacte la population par prélèvement d'individus adultes. L'étude spécifique sur la population de lambis de Saint-Barthélemy doit être poursuivie pour mieux caractériser l'impact de la pêche.

1.1.2. Synthèse herbiers

Concernant les herbiers de phanérogames et la macrofaune associée :

L'herbier du Petit Cul-de-sac (2018-2024) :

- Cet herbier est mixte, composé principalement des deux espèces de phanérogames natives *Thalassia testudinum* et *Syringodium filiforme.* Quelques pieds de *Halodule wrightii* sont présents sur certaines portions de l'herbier et l'espèce exotique envahissante *Halophila stipulacea* commence à s'installer sur la radiale 3 ;

- Il apparait de plus en plus fragmenté depuis 3 ans. Cette fragmentation semble naturelle liée à une courantologie de fond particulière, creusant les limites des herbiers et créant des microfalaises ;

- Bien que la densité moyenne des plants des 2 espèces augmente, une tendance (statistiquement significative) à la réduction de la hauteur de la canopée est observée avec une chute claire entre 2021 et 2022. Celle-ci s'est confirmée en 2023 et 2024 et ne peut pas être expliquée par un simple biais d'observateur. Une des hypothèses repose sur la forte densité de tortues observée dans ces herbiers qui exercent une pression de broutage intense. Il serait pertinent de mettre en place un suivi de la population de tortues marines du Grand Cul-de-sac, afin d'établir des corrélations avec l'état de santé de l'herbier (densité et longueur des feuilles) ;

- La macrofaune au sein de l'herbier est exclusivement représentée par les lambis dont la densité semble fluctuer d'une année à l'autre. Les autres espèces généralement présentes au sein des herbiers (oursins variables, oursins blancs, étoile de mer, etc.) ne sont plus observées depuis 2022.

L'herbier de Bonhomme (2021-2024) :

- Cet herbier monospécifique à *Syringodium filiforme* est continu, dense, peu sédimenté et très peu de macroalgues y sont présentes ;
- Son état de santé est bon et l'herbier semble s'étendre latéralement et gagner en densité ;
- Sa densité est élevée (>2000 plants/m²) et stable depuis 2021 avec une nette augmentation en 2024. La longueur des feuilles, bien que très haute, a nettement diminué depuis 2021, mais semble se stabiliser en 2024 ;
- La macrofaune au sein de l'herbier de Bonhomme est quasi exclusivement représentée par les lambis, dont la densité est comprise entre 20 et 30 individus/100m² à l'exception de l'année 2022 ou la population était plus abondante en raison du confinement, et les juvéniles sont absents du peuplement. De rares astérides (étoiles de mer) sont présentes.

4. Suivi de la température

4.1. Le blanchissement corallien

Les coraux (ainsi que d'autres organismes tropicaux benthiques) vivent en symbiose avec des algues phytoplanctoniques microscopiques, les zooxanthelles, qui se développent dans les tissus des polypes et leur donnent leur couleur. Les eaux tropicales sont pauvres en éléments nutritifs et 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, d'où la symbiose, c'est-à-dire une association à bénéfices mutuels.

Lors d'un réchauffement des eaux de mer, les zooxanthelles sont expulsées par leurs hôtes et/ou perdent leurs pigments, ce qui a pour effet de rendre les polypes transparents ; le squelette calcaire du corail apparait alors blanc éclatant, à travers les polypes qui sont encore vivants, mais en métabolisme ralenti sans les zooxanthelles. 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) fourni 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 du 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 (autres 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.

Figure 4-1 : Illustration du blanchissement de l'espèce D. labyrinthiformis

Pour rappel, l'été 2023 a été marqué par des températures marines exceptionnellement élevées, entraînant un blanchissement généralisé des coraux dans la Caraïbe, y compris à Saint-Barthélemy.

Les colonies d'hydrocoralliaires du genre *Millepora* sp., habituellement résistantes à de fortes températures, ont été particulièrement touchées avec plus de 91 % de blanchissement. La gorgone encroûtante *Erythropodium caribaeorum* a également subi de lourds dommages sur les deux stations de suivi. À la station Colombier, plus de 50 % des colonies observées sur le transect présentaient un blanchissement supérieur à 91 %, avec un impact important sur les genres *Millepora* sp. et *Agaricia* sp.. Une prospection plus large a révélé des dégâts sur d'autres espèces comme *Diploria labyrinthiformis, Pseudodiploria strigosa,* et *Montastrea cavernosa*, tandis que des coraux comme *Siderastrea* sp. et *Porites astreoïdes* ont été moins touchés. La station Le Bœuf, grâce à sa localisation au large et au renouvellement des eaux, a été globalement moins impactée, bien que les zones peu brassées montrent des blanchissements marqués sur *Millepora* sp. et *Agaricia* sp..

À noter que les observations de l'ATE, réalisées en octobre 2024, ont révélé une très forte mortalité corallienne, quasi totale, des colonies d'*Acropora palmata* et d'*Acropora prolifera* dans la baie de Grand Cul-de-sac. Par ailleurs, les colonies de *Porites porites* ainsi que les coraux de feu (*Millepora* spp.) présentent des signes marqués de blanchissement.

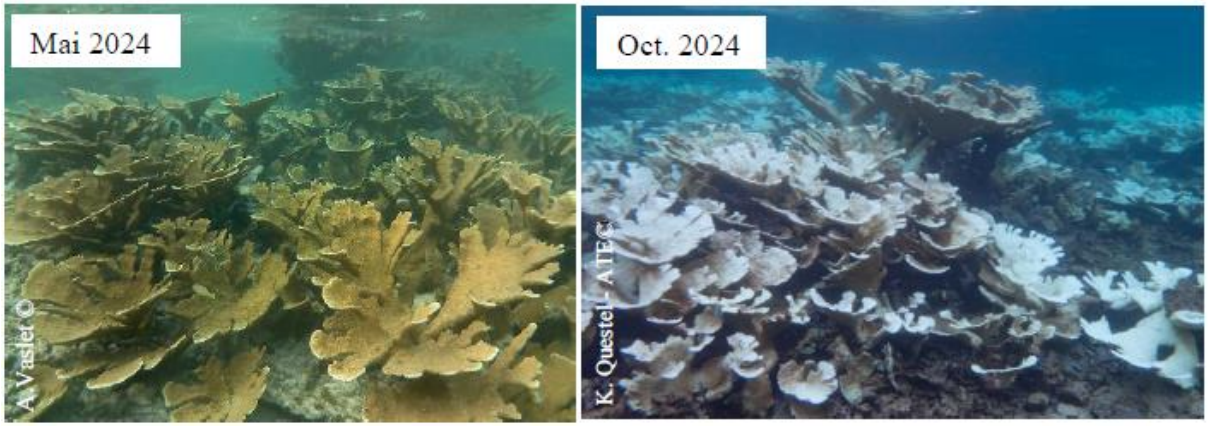


Figure 4-2 : Blanchissement du champ d'Acropores de Grand Cul-de-sac entre mai et octobre 2024

Ces phénomènes récurrents laissent craindre une disparition des coraux et une prolifération d'algues à terme.

4.2. Méthode d'évaluation du risque de blanchissement corallien

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 de l'eau de surface par rapport à une année type (à partir de données satellites). La méthode comprend 4 étapes :

1/ Calcul de l'année type et de la température critique : l'année type est obtenue en moyennant les données mensuelles collectées sur plusieurs années. La température critique correspond à la température mensuelle la plus élevée de l'année type, elle représente la limite supérieure de température au-delà de laquelle des anomalies thermiques sont avérées. 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 des anomalies de température (HotSpot) : les HotSpots sont calculés à partir de la température critique, lorsque la température mesurée la dépasse. Le HotSpot au temps t correspond à la différence entre la température mesurée à l'instant t et la température critique.

3/ Calcul du DHW (Degree Heating Weeks) : Le DHW est le cumul des HotSpots > 1°C des 12 dernières semaines, moyennés sur une semaine. En effet, quand un blanchissement apparaît, les premiers DHW positifs (HotSpots supérieurs à 1°C) sont généralement apparus 3 mois avant (Strong, comm. pers.).

4/ Seuil de blanchissement : un seuil d'alerte a été mis en place par la NOAA/NESDIS en fonction des valeurs du DHW (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Les alertes blanchissement qui c omportaient 2 niveaux jusqu'à présent ont été mises à jour en novembre 2023 et présentent désormais 5 niveaux.

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/

Cette même méthode a été appliquée aux données de températures collectées *in situ* à l'aide d'une sonde positionnée au sein du peuplement corallien de la station Colombier. L'acquisition de données locales et à la profondeur des organismes benthiques permet de calculer (a posteriori) avec une meilleure précision le risque de blanchissement.

Tableau 4-1 : 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)

Niveau de stress	Définition	Blanchissement et mortalité potentiels
No Stress	HotSpot ≤ 0	-
Bleaching Watch	0 < HotSpot < 1	-
Bleaching Warning	HotSpot ≥ 1 ; 0 < DHW < 4	Risque de possible blanchissement
Bleaching Alert Level 1	HotSpot ≥ 1 ; 4 ≤ DHW < 8	Risque de blanchissement de l'ensemble du récif
Bleaching Alert Level 2	HotSpot ≥ 1 ; 8 ≤ DHW < 12	Risque de blanchissement de l'ensemble du récif et mortalité des espèces sensibles à la chaleur
Bleaching Alert Level 3	HotSpot ≥ 1 ; 12 ≤ DHW < 16	Risque de mortalité multiespèces
Bleaching Alert Level 4	HotSpot ≥ 1 ; 16 ≤ DHW < 20	Risque de mortalité sévère multiespèces (> 50 % des coraux)
Bleaching Alert Level 5	HotSpot ≥ 1 ; DHW ≥ 20	Risque de mortalité quasi complète (> 80 % des coraux)

4.3. Risque de blanchissement pour la saison 2024 : données NOAA

Les données de DWH obtenue sur la station Leeward Caribbean Island (Montserrat) ont permis d'établir les niveaux d'alerte sur les années 2023 et 2024.

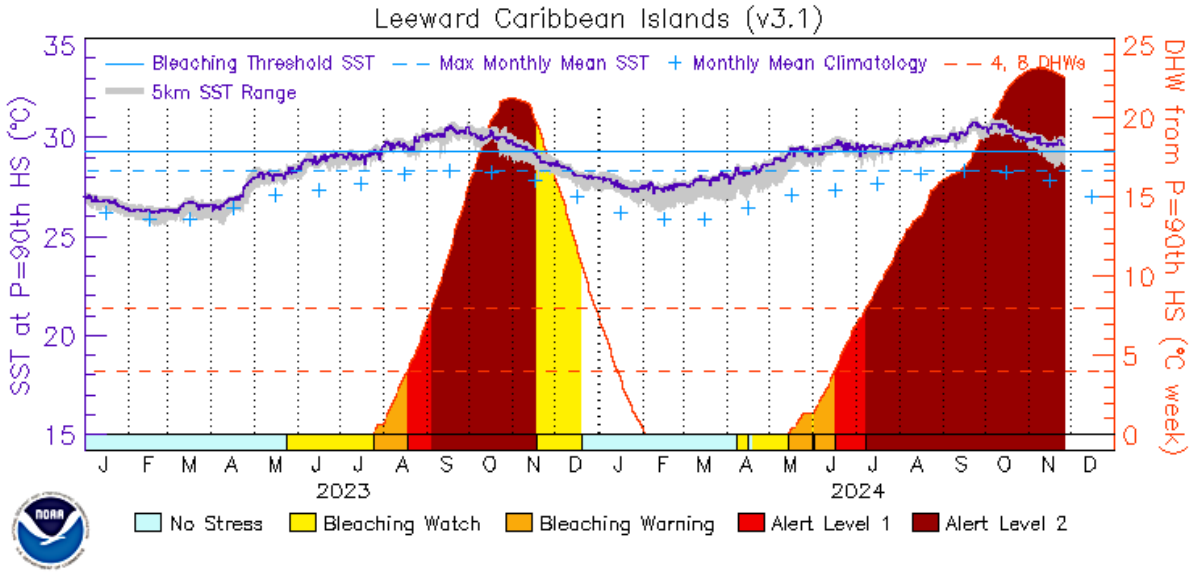


Figure 4-3 : Niveau d'alerte entre le 1er janvier 2023 et décembre 2024 pour la station Leeward Caribbean Islands (source : http://coralreefwatch.noaa.gov)

L'année 2023 a connu un épisode de blanchissement sans précédent, entraînant une mortalité massive des colonies coralliennes dans tout le bassin Caribéen. L'alerte de niveau 2 de blanchissement (HotSpot ≥ 1 et DHW ≥ 8) avait été maintenue pendant 2,5 mois.

En 2024, la hausse des températures a eu lieu plus tôt que l'année précédente : *Bleaching Warning* dès mi-mai suivie rapidement par l'alerte de niveau 1 en juin puis niveau 2 en juillet. Cette alerte blanchissement de niveau 2, maintenue pendant 4 mois et encore actuelle fin octobre, laisse présager un nouveau phénomène de blanchissement encore plus intense que celui observé en 2023, entraînant de nouveau une forte mortalité des coraux.

La température des eaux de surface est restée largement supérieure aux moyennes saisonnières depuis l'été 2023, y compris durant l'hiver. Cette période prolongée de réchauffement et le rapprochement des vagues de chaleur diminuent la résilience des colonies coralliennes, leur laissant peu de temps pour récupérer entre deux épisodes de stress thermique.
D'après les données de NOAA, une mortalité massive des colonies coralliennes survivantes à l'épisode de blanchissement de 2023 est à prévoir dans les prochains mois.

L'échelle des stations NOAA pour les graphes de température a été modifiée en 2019, ainsi, la station « *Leeward Caribbean Islands* » balaye la zone de la Dominique à Saint-Martin. Les données obtenues sont donc moins précises que les années précédentes.

Les cartes générales de DHW permettent d'observer ce paramètre au niveau des Petites Antilles.

En octobre 2024, le DWH est significativement plus fort qu'un an auparavant avec des valeurs de DHW supérieures à 16 sur l'ensemble de la zone, correspondant à une alerte de niveau 4. **C'est la deuxième année consécutive que ce phénomène est observé avec une telle intensité.**

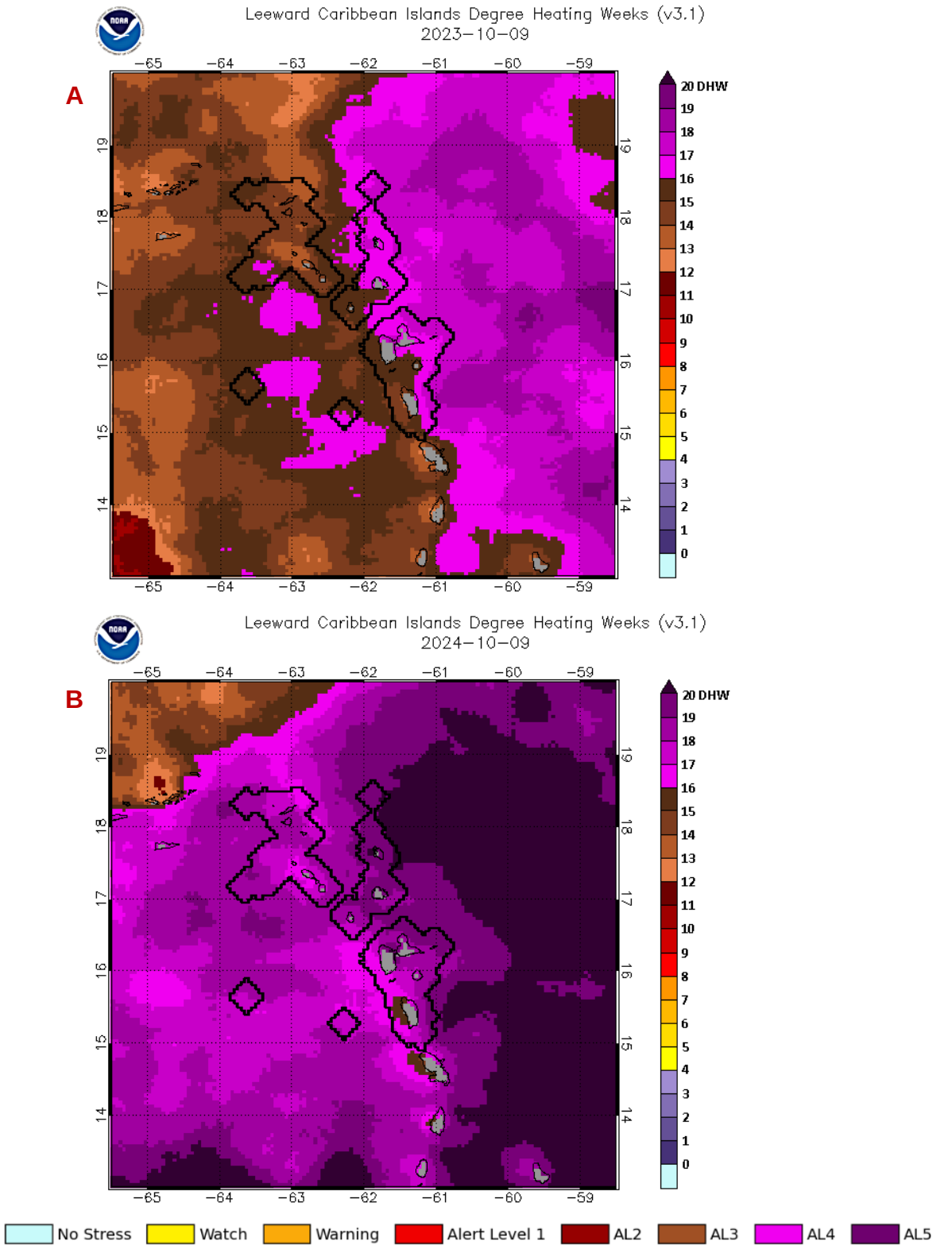


Figure 4-4 : Comparaison du Degree Heating Weeks pour la région des Petites Antilles en octobre 2023 (A) et en octobre 2024 (B)

4.4. Évaluation du risque de blanchissement à partir des données de température *in situ*

La sonde immergée depuis 2008 a été récupérée le 23 septembre 2024 pour l'extraction des données de température. En 2023, elle avait été malheureusement retirée par des plongeurs loisir, induisant un trou dans les données de début août à fin septembre. La vague de chaleur de l'été 2023 survenue à l'échelle de la Caraïbe n'a donc été que partiellement enregistrée.

La même méthode d'analyse utilisée par la NOAA a été employée sur les données in situ.

L'année type calculée via les données satellitaires de la NOAA entraine des valeurs qui diffèrent comparées aux données *in situ*. **Les données acquises par la NOAA sont des données de surface acquises par satellite tandis que la sonde enregistre à une profondeur de 10 m où les variations de température sont moins fortes. De plus, la période d'acquisition des données est bien plus grande (depuis 1985 pour la NOAA) entraînant une grande différence dans le résultat de la température mensuelle critique** (29,2 °C pour la méthode in situ contre 28,3 °C pour la méthode NOAA)**. Cette différence de température critique entre les deux méthodes génère des variations entre les niveaux d'alerte blanchissement atteints selon la NOAA ou selon les données *in situ*.**

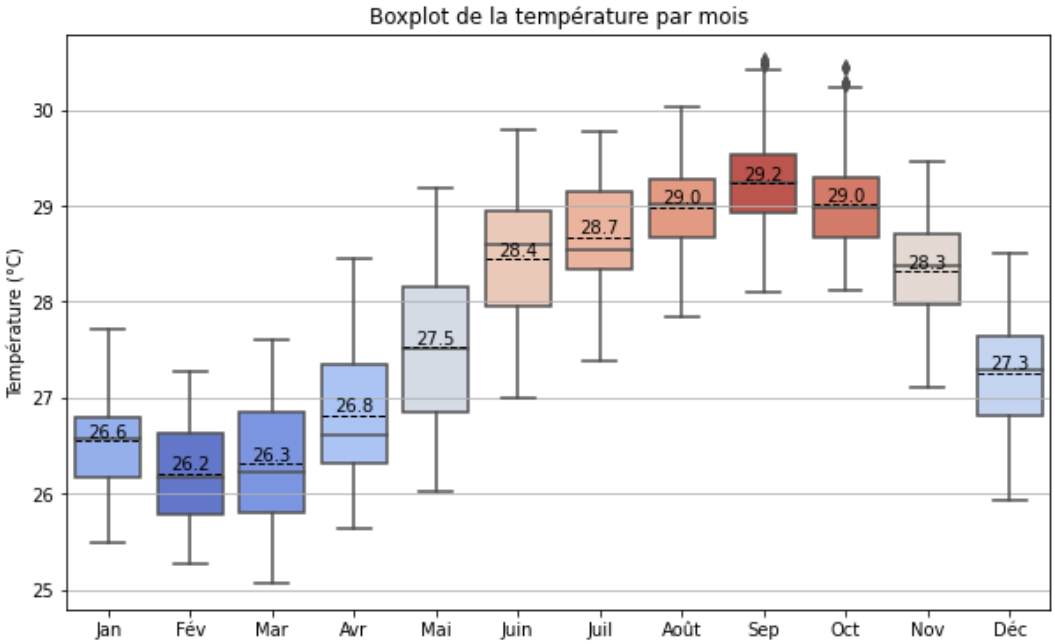


Figure 4-5 : Année type de la température mensuelle pour la réserve de Saint-Barthélemy, calculée entre 2008 et 2024

Le calcul de l'année type met en évidence les variations saisonnières de la température. Une différence de 3°C est observée entre les mois de février et septembre. À l'instar des précédentes années types, le mois de septembre est le plus chaud, avec une température moyenne **de 29,24 °C qui correspond donc à la température critique.**

À noter que l'année type est calculée sur la base des données disponibles, sachant que l'enregistrement des températures a été interrompu pendant une longue période entre fin 2011 et début 2018.

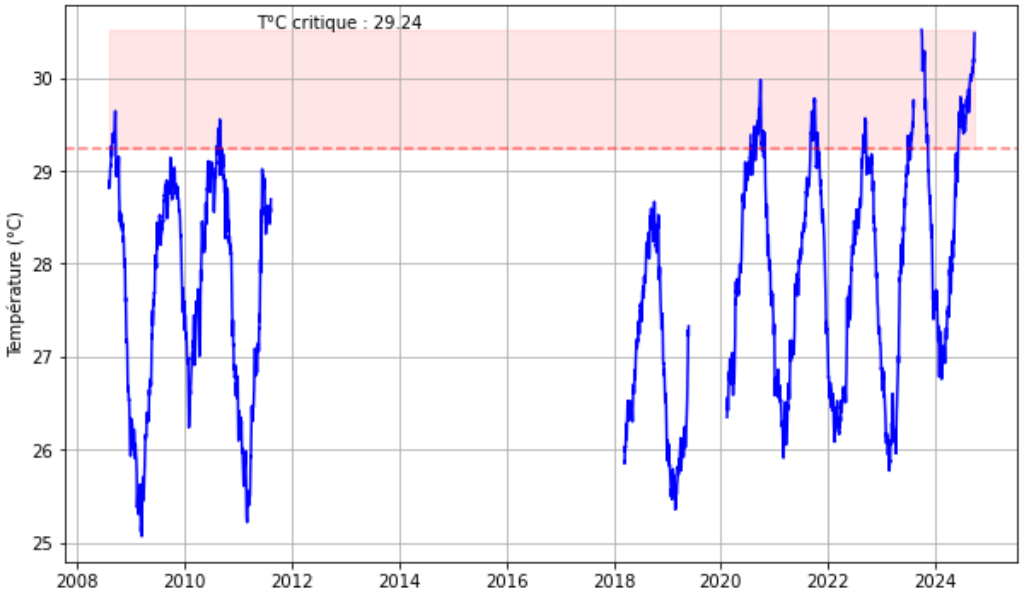


Figure 4-6 : Évolution des températures moyennes journalières de l'eau enregistrées à la réserve de Saint-Barthélemy entre 2008 et 2024

Le seuil de la température critique est franchi pratiquement chaque année sur des périodes plus ou moins longues. Chaque année le dépassement de la température critique représente une pression sur les colonies coralliennes, dont l'état de santé est mis à mal par le stress thermique allant parfois jusqu'au blanchissement corallien. **Ce dépassement a été particulièrement marqué ces deux dernières années avec des valeurs avoisinant les 30,5 °C sur une période prolongée. Ce phénomène lié en partie au réchauffement climatique est également le résultat du phénomène El niño, particulièrement marqué en 2023.**

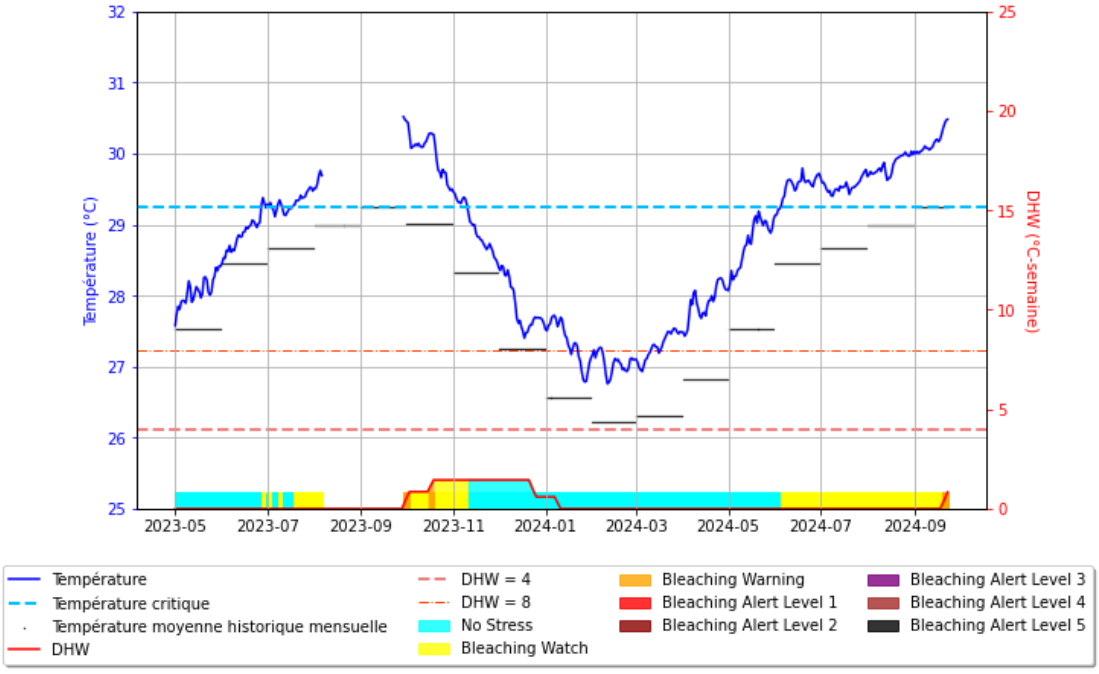


Figure 4-7 : Évolution des différents descripteurs de température et d'impacts sur les communautés coralliennes entre mai 2023 et septembre 2024 pour la station Colombier

En 2024, les températures critiques surviennent encore plus tôt que l'année précédente, dès le mois de juin (contre mi-juillet en 2023). La température maximale atteinte en 2024 a été enregistrée le 23 septembre avec **30,70°C**, dépassant le dernier maximum atteint en 2023 (30,55 °C, sachant que le pic de la vague de chaleur n'avait potentiellement pas été enregistré en 2023). Cette valeur maximale est plus élevée de 1,46 °C par rapport à la température critique. Ainsi les *HotSpot* dépassent 1°C sur la période du 18 au 23 septembre, générant une **augmentation du DHW et l'apparition de l'alerte *Bleaching Warning* (risque de blanchissement possible) dans les jours précédant le retrait de la sonde**. Celle-ci ayant été récupérée le 23 septembre, il est probable que le pic d'intensité de la vague de chaleur n'ait pas encore été atteint au moment de l'extraction des données de température. La hausse des températures de l'été 2024 et les alertes blanchissement associées seront donc étudiées dans leur globalité l'année prochaine, lorsque les températures enregistrées en octobre-novembre auront été collectées.

La figure précédente met également en évidence des **températures au-dessus des normales de saison depuis 2023, y compris pendant l'hiver.** Ces observations rejoignent celles faites par la NOAA sur la station de Montserrat.

Très peu de colonies coralliennes ont survécu à l'épisode de blanchissement de 2023 ayant provoqué une mortalité massive des coraux. Les températures, à nouveau très élevées en 2024, ont entraîné un épisode de blanchissement intense d'octobre 2024 notamment sur les Acropores du Grand Cul-De-Sac (Bilan des suivis blanchissement 2023/2024, IFRECOR 2024). Deux hypothèses sont envisageables concernant la réponse des colonies survivantes face au stress thermique rencontré lors de l'été 2024 :

1. **Hypothèse de la résistance accrue :** Cette hypothèse suggère que les colonies de coraux ayant survécu au blanchissement de 2023 pourraient être composées d'espèces plus résistantes au stress thermique. Cela signifierait que ces colonies, étant moins vulnérables, pourraient mieux faire face à une nouvelle vague de chaleur en 2024 et en supporter les températures élevées sans subir de mortalité importante.
2. **Hypothèse de la fragilité accrue** : L'autre possibilité est que les colonies qui ont survécu en 2023 soient déjà affaiblies par l'épisode de blanchissement et par une période de récupération insuffisante pendant l'hiver 2023-2024. En conséquence, ces colonies seraient plus sensibles au stress thermique à venir en 2024. Si les températures élevées persistent, elles risquent de souffrir davantage et pourraient connaître une nouvelle vague de mortalité.

Lors du suivi des stations benthos de la réserve de St-Barthélémy en 2024, de nombreuses colonies mortes ont pu être observées, résultat du phénomène de blanchissement de 2023. Par ailleurs, parmi les rares coraux vivants (principalement *Porites astreoides, Porites porites* et *Millepora*), quelques signes de blanchissement ont été observés dont 1 colonie sur 5 totalement blanchie sur les stations Le Bœuf et Pointe Milou signe d'un nouveau phénomène de blanchissement.

Au regard des observations de blanchissement rapportées par l'ATE au dernier trimestre 2024, une nouvelle perte de biodiversité corallienne est à craindre. Par ailleurs, le bilan d'Ifrecor a révélé que l'île de Saint-Martin, voisine de Saint-Barthélemy, a également été fortement touchée par un phénomène de blanchissement, affectant entre 75 % et 95 % des colonies coralliennes.

Tableau 4-2 : DHW et niveau d'alerte calculé de 2008 à 2011 puis de 2018 à 2024 à partir des données de la sonde température de la station Colombier à Saint-Barthélemy

Année	Niveau d'alerte – Station Colombier Saint-Barthélemy
2008	No stress
2009	No stress
2010	Bleaching warning de mi-octobre à mi-novembre

2011	No stress
2018	No stress
2019	No stress
2020	Bleaching warning de mi-juin à mi-juillet
2021	Bleaching warning de début septembre à fin octobre
2022	Bleaching warning de fin août à fin septembre
2023	Bleaching watch à partir de fin juin, Bleaching warning en octobre (manque de données)
2024	Bleaching warning à partir de mi-septembre

5. Compagnonnage et formation

5.1. Principes et résultats du compagnonnage

Un des objectifs du « réseau des 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 2024, les suivis des Réserves de Petite Terre et de Saint-Barthélemy ont été réalisés dans le cadre du réseau, avec la participation d'une ou deux personnes de chaque équipe aux suivis des deux réserves. La Réserve Naturelle de Saint-Martin a également participé à la mise en œuvre des protocoles à Petite Terre et à Saint-Barthélemy.

Tableau 5-1 : Composition des équipes de terrain en 2024

	Réserve de Petite Terre (1 – 4 octobre 2024)	Réserve de Saint-Barthélemy (23 – 26 septembre 2024)
Vincent Oliva (RNSM)	X	
Sébastien Gréaux (RNSB)		X
Hilaire Dufournier (RNSB)	X	
Clément Bonnardel (RNSM)		X
Jean-Claude Lalanne (RNPT)	X	X
Roby Berschel (RNPT)	X	
Nina Grillon (CREOCEAN)	X	
Sébastien Cnudde (CREOCEAN)	X	
Florian Labadie (CREOCEAN)		X

5.2. Bilan sur la formation / Échange des personnels impliqués

Comme à chaque mission de suivi, un rappel des protocoles en vigueur est effectué pour l'ensemble des collaborateurs en début de mission.

Ces courtes formations permettent de rappeler les points essentiels aux opérateurs déjà familiarisés avec les protocoles, tout en présentant de manière intégrale ces protocoles aux nouveaux arrivants.

Ces rappels/formations sont essentiels pour :

- Se former ou se perfectionner aux techniques et protocoles mis en œuvre ;
- Constituer des équipes de suivi composées de personnels issus des différentes AMP ;
- S'équiper avec le matériel de terrain nécessaire à la collecte des données ;
- Prendre connaissance des problématiques communes et spécifiques à chaque réserve, en tenant compte des conditions environnementales et des pressions humaines présentes ;
- 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 ;
- Assurer la continuité et l'uniformité des données recueillies pour une amélioration constante de la qualité.

6. Communication : poster destiné au grand public / décideurs

Un support de communication format A3 a été réalisé. Il illustre les principales évolutions observées sur la période 2007-2024 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, construit sur la base des éléments clés de ce rapport.

7. Perspectives

Historique et pérennisation des suivis et suivi d'un « effet réserve »

La présente étude clôture la 14ème 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 de suivis complémentaires.

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 en 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.

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.

Depuis 2016, la Réserve de Saint-Barthélemy réalise annuellement le suivi des peuplements benthiques. La mise en place d'une nouvelle station « herbiers » et l'acquisition de connaissances sur les densités de lambis permettent de mieux appréhender le milieu.

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** sur les stations « Benthos » ont été bancarisées dans « BD Récif ».

La bancarisation des herbiers a été réalisée par la reprise des fichiers Corema, elle s'arrête donc en 2017. De nouvelles fonctionnalités au sein de BD Récifs permettent de bancariser les données herbiers de la DCE. Un échange avec la cellule BD Récif de l'IFREMER devra être engagé dans le cas d'un souhait de bancarisation des données herbiers au sein de la RNSB.

Campagnes de terrain 2025

Le calendrier de réalisation des campagnes peut être réfléchi en fonction des autres suivis existants et des phénomènes de blanchissements récurrents qui démarrent de plus en plus tôt dans l'année.

Le suivi GCRMN, selon sa date de mise en œuvre, pourrait être amont ou postblanchissement, et le suivi réserve, aux dates actuelles permet une comparaison interannuelle et caractérise le blanchissement sur PIT. Un suivi spécifique blanchissement (BELT) pourrait être mis en œuvre sur ces

deux stations lors du prochain suivi de façon complémentaire au regard de l'ampleur, de l'impact et de la fréquence de ce phénomène climatique.

Suivi des températures

Une sonde est actuellement en place et Créocéan dispose d'un boitier pour relever les données d'enregistrement qui pourrait être mis à disposition de l'ATE. Au regard de l'importance du suivi de la température dans le contexte actuel de blanchissement, l'ATE pourrait relever la sonde et les températures associées en amont et aval de la période cyclonique afin d'être sûr de disposer des températures essentielles, même en cas d'événement météorologique majeur. Créocéan peut former les opérateurs de l'ATE à la relève de ces données.

Ces données sont essentielles dans le cadre de l'analyse fine des températures de la station qui a été développée par Créocéan en 2023, et du changement climatique actuel.

Améliorations possibles du suivi des réserves

Balisage des transects : il a été réalisé par l'ATE avec des fers à béton à l'issue de la mission, sur la base des transects suivis en 2023 et permettra la mise en œuvre simple du suivi sur le même parcours. Cependant, l'erreur de balisage mis en évidence lors du suivi 2024 pose une question essentielle pour le suivi de 2025 : doit-on poursuivre avec le nouveau balisage mis en place ou revenir aux anciens repères ? Si l'option des anciens repères est retenue, il sera impératif que le balisage soit révisé et remis en état par une société spécialisée dans les travaux.

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. Un nombre de stations plus élevé permettrait d'affiner les résultats et de renseigner de façon plus détaillée les phénomènes de blanchissement et d'évolution de l'état de santé des peuplements coralliens. 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, pour les années qui ne présentent pas de blanchissement.

Suivi « benthos » : l'état des peuplements benthiques des récifs coralliens se dégrade globalement à l'échelle de la caraïbes, notamment du fait de la mortalité des coraux par la maladie SCTLD, de la mortalité des oursins diadèmes et des températures trop élevées des eaux marines pendant des durées trop longues qui provoquent blanchissement et mortalité des colonies. La maladie corallienne SCTLD était très prévalente et a provoqué de fortes mortalités coralliennes dans les Petites Antilles (Guadeloupe et Martinique), qui a provoqué une modification de la structure des peuplements coralliens selon la résistance des espèces (CREOCEAN, 2021). Une étude spécifique sur la SCTLD a été réalisée lors du suivi GCRMN en 2022 sur un BELT (bande) qui a permis de renseigner l'état de santé de toutes les colonies présentes dans le BELT. Le suivi benthos se fait sur PIT (ligne – Point Intercept Transect) pour avoir une vision globale du peuplement. Afin de renseigner spécifiquement l'état de santé des colonies coralliennes et l'impact du blanchissement, la mise en œuvre complémentaire d'un BELT, c'est-à-dire d'un suivi sur une bande de 1 m de large, permettrait de renseigner l'état de santé d'un plus grand nombre de colonies coralliennes (et donc d'espèces), d'avoir des résultats plus robustes, de suivre dans le temps leur évolution, et d'identifier potentiellement des colonies résistantes aux événements.

Suivi « herbiers » : la mise en place de repères au sein des herbiers (piquets avec flotteur) pourrait éviter le décalage des radiales, pouvant influencer l'étude de la continuité de l'herbier.

Suivi lambis : il est maintenant décorrélé du suivi réserve et mis en place tous les 2 ans. Le protocole mis en place en 2022 sur de plus grandes superficies a permis d'apporter un éclairage nouveau sur les densités de lambis sur 2 stations d'étude. D'après l'ATE, il conviendrait d'élargir cette analyse à d'autres secteurs de pêche aux lambis.

Suivi tortues : comme énoncé précédemment, il serait pertinent de mettre en place un suivi détaillé de la population de tortues marines, afin d'établir des corrélations avec l'état de santé de l'herbier

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 (2021). Suivi de la maladie corallienne SCTLD sur les récifs de Guadeloupe. Seconde campagne de suivi, à T+10 mois (juin et juillet 2021). Office de l'Eau de la Guadeloupe. 41p.

CREOCEAN (2021). Suivi de l'état de santé de la Réserves Naturelles Marines de Saint-Barthélemy, 75 p.

DIREN, UAG (2006) Bilan de l'état de santé des récifs coralliens de Guadeloupe (Années 2002-2006), 40 pp.

DIREN, UAG (2006) Bilan du suivi des communautés récifales de Saint-Barthélemy (Années 2002-2006), 26 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) Fish Base World Wilde 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., Gabrié. 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.

PELLETIER D. (2011), "Indicateurs de la Performance d'Aires Marines Protégées pour la gestion des écosystèmes côtiers, des ressources et de leurs usAges (PAMPA) - Rapport final Programme Liteau III

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.

PRADAT 2020. Plan régional de gestion et de conservation des pêcheries de lambis. Organisation des Nationas Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.

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

Vaslet A. et Bissery C. 2024. Phénomène de blanchissement aux Antilles françaises 2023 : Bilan des suivis et premiers résultats. Note de synthèse réalisée pour l'Ifrecor, 13p.

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

ANNEXES

ANNEXE 1 : ELEMENTS GENERAUX SUR LA RESERVE NATURELLE MARINE DE SAINT-BARTHELEMY

ANNEXE 2 : CHRONOLOGIE DE SUIVI DES STATIONS DU RESEAU RESERVE NATURELLE DEPUIS 2007

ANNEXE 3 : PROTOCOLES DE SUIVI

ANNEXE 1 : ELEMENTS GENERAUX SUR LA RESERVE NATURELLE MARINE DE SAINT-BARTHELEMY

N. B. depuis 2013, la Réserve est gérée par l'Agence Territoriale de l'Environnement de Saint-

Barthélemy qui a repris l'ensemble des missions de l'Association GRENAT en ce qui concerne la gestion de la Réserve Naturelle.

RESERVE NATURELLE DE SAINT-BARTHELEMY (MARINE)

LOCALISATION

Désignation :
commune de Saint-Barthélemy
5 secteurs de mer territoriale situés autour des îlets et de l'île principale

Superficie : 1200 ha

Les Gros Ilets vus depuis le Fort Gustave

REGIME FONCIER ET REGLEMENTAIRE

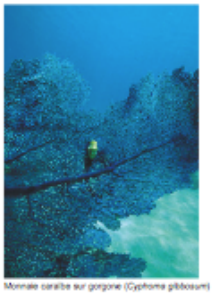
Type de protection : **décret ministériel n° 96-885 du 10 octobre 1996**

Propriétaire : Etat (Domaine Public Maritime)

Gestionnaire : Association (Fondation) de gestion de la réserve naturelle marine de Saint-Barthélemy (G.R.E.N.A.T.)

Patrimoine biologique :

Les milieux qui composent cette réserve sont exclusivement marins : herbiers de phanérogames marines, récifs coralliens de type frangeant.
42 espèces de coraux ont été répertoriées sur les 54 connues dans les Antilles françaises.
Si le nombre d'espèces de poissons recensées ne dépasse que de peu 160, en revanche l'abondance par espèce est bien souvent supérieure à celle observée dans l'ensemble des Antilles françaises.
Les herbiers de phanérogames marines constituent d'importantes zones de frayères et de nurseries.



Monnaie caraïbe sur gorgone (Cyphoma gibbosum)

Patrimoine paysager :

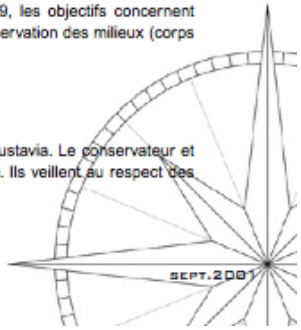
Jouxtant les paysages sous-marins dont la beauté indéniable est cependant réservée aux plongeurs, certains secteurs terrestres figurent parmi les sites emblématiques de Saint-Barthélemy : Anse Colombier, îlets Pain de Sucre, île de la Tortue.

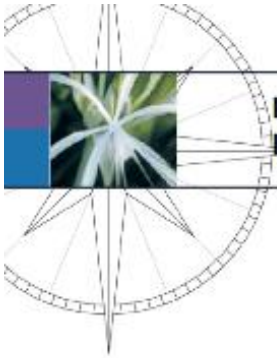
Gestion :

La délimitation de la réserve au moyen de bouées ayant été achevée en 1999, les objectifs concernent désormais l'installation et la maintenance des équipements nécessaires à la préservation des milieux (corps morts…), l'information et l'orientation du public.
L'élaboration du plan de gestion est en cours.

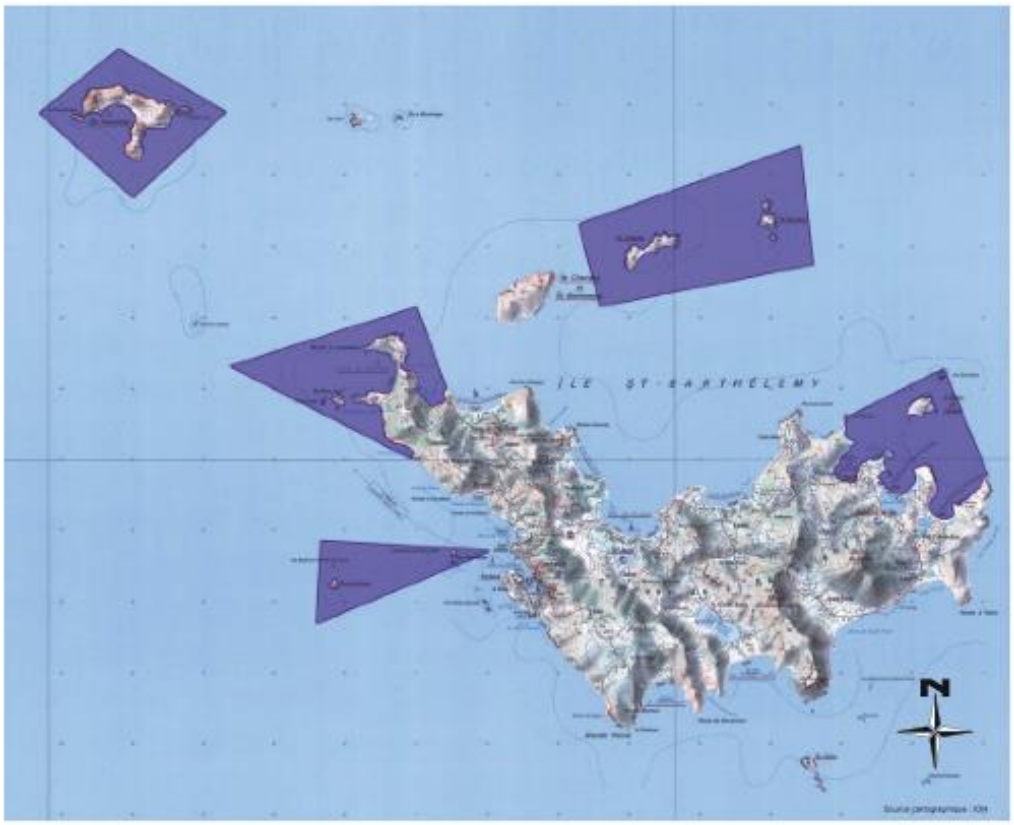
Informations pratiques :

Le siège de la Réserve Naturelle de Saint-Barthélemy se situe sur le port de Gustavia. Le conservateur et le garde 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 DE SAINT-BARTHELEMY (MARINE)



Echelle : 1 / 80 000

emprise de la réserve

ANNEXE 2 : CHRONOLOGIE DE SUIVI DES STATIONS DU RESEAU RESERVE NATURELLE DEPUIS 2007

Zone géographique	Station	Statut	Type de suivi	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2024	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Dates de suivi 2024
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	I	I	I	I	I	1 au 4 octobre 2024
	Passe nord-est	réserve	Benthos, Ichtyo									I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
	Terre de Haut	réserve	Herbiers, Lambis																			
	Terre de Bas	réserve	Herbier																			
	Terre de Bas	réserve	Radiales lambis																			
Saint Barth	Colombier	réserve	Benthos, Ichtyo, T°C			I	I	I	I				I	I	I	I	I	I	I	I	I	23 au 26 septembre 2024
	Le Bœuf	hors réserve	Benthos, Ichtyo			I	I	I	I				I	I	I	I	I	I	I	I	I	
	Marigot	réserve	Herbiers																			
	Pointe Milou	hors réserve	Radiales lambis, Benthos depuis 2024																			
	Petit-Cul-de-Sac	réserve	Herbiers																			
	Bonhomme	hors réserve	Herbiers																			
	Bonhomme	hors réserve	Radiales lambis																			
Saint Martin	Chicot	réserve	Benthos, Ichtyo, T°C			I	I	I	I	I	I	I	I	I								-
	Fish Point	hors réserve	Benthos, Ichtyo			I	I	I	I	I	I	I	I	I								-
	Rocher Pélican	réserve	Benthos, Ichtyo						I	I	I	I	I	I								-
	Rocher Créole	réserve	Herbiers, Lambis																			-
	Grand Case	hors réserve	Herbiers, Lambis																			-
	Ilet Pinel	réserve	Herbiers, Lambis																			-

ANNEXE 3 : PROTOCOLES DE SUIVI

SUIVI DU BENTHOS RECIFAL

PARAMETRE N°1 : STRUCTURE DU PEUPLEMENT 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 20 cm. 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 substrats (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 calcaire encroutante	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 25cm x 25cm par mètre linéaire de transect / 3,75m² 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 1x1cm 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 1m x 1m ($60m^2$) par station, soit 10 m^2 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 min afin que les poissons dérangés reprennent place. Les plongeurs 1 et 2 réalisent alors chacun un passage unique sur une bande de 2 m de large sur 5 m de hauteur, de part et d'autre du transect de 150 m de long, en se répartissant les espèces-cibles selon leur régime trophique. Les plongeurs s'arrêtent tous les 5 m pendant 1 min 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	Espèces d'intérêt
Herbivores	Zawag flamand	*Scarus guacamaia*	Scaridae	A
	Perroquet aye	*Scarus iseri*	Scaridae	A
	Perroquet princesse	*Scarus taeniopterus*	Scaridae	A
	Perroquet royal	*Scarus vetula*	Scaridae	A
	Perroquet tâche verte	*Sparisoma atomarium*	Scaridae	A
	Perroquet bandes rouges	*Sparisoma aurofrenatum*	Scaridae	A
	Perroquet queue rouge	*Sparisoma chrysopterum*	Scaridae	A
	Perroquet des herbiers	*Sparisoma radians*	Scaridae	A
	Perroquet queue jaune	*Sparisoma rubripinne*	Scaridae	A
	Perroquet feu tricolore	*Sparisoma viride*	Scaridae	A
	Chirurgien noir	*Acanthurus tractus*	Acanthuridae	A
	Chirurgien rayé	*Acanthurus chirurgus*	Acanthuridae	A
	Chirurgien bleu	*Acanthurus coeruleus*	Acanthuridae	Q
Plantocophages	Chromis bleu	*Chromis cyanea*	Pomacentridae	Q
	Castagnole grise	*Chromis multilineata*	Pomacentridae	Q
	Demoiselle queue jaune	*Microspathodon chrysurus*	Pomacentridae	Q
	Demoiselle sombre	*Stegastes dorsopunicans*	Pomacentridae	Q
	Beau grégoire	*Stegastes leucostictus*	Pomacentridae	Q
	Demoiselle 3 points	*Stegastes planifrons*	Pomacentridae	Q
	Demoiselle cacao	*Stegastes variabilis*	Pomacentridae	Q
Omnivores	Baliste royal	*Balistes vetula*	Balistidae	A
	Baliste noir	*Melichthys niger*	Balistidae	A
	Bourse cabri	*Cantherines macrocerus*	Monacanthidae	A
	Bourse à points orange	*Cantherines pullus*	Monacanthidae	A
Carnivores de 1er ordre	Poisson papillon Pinocchio	*Chaetodon acuelatus*	Chaetodontidae	Q
	Poisson papillon 4 yeux	*Chaeetodon capistratus*	Chaetodontidae	Q
	Poisson papillon ocellé	*Chaetodon ocellatus*	Chaetodontidae	Q
	Poisson papillon pyjama	*Chaetodon striatus*	Chaetodontidae	Q
	Poisson ange royal	*Holacanthus ciliaris*	Pomacanthidae	Q
	Poisson ange chérubin	*Centropyge argi*	Pomacanthidae	Q
	Poisson ange des Caraïbes	*Holacanthus tricolor*	Pomacanthidae	Q
	Poisson ange gris	*Pomacanthus arcuatus*	Pomacanthidae	Q
	Poisson ange français	*Pomacanthus paru*	Pomacanthidae	Q
	Lippu	*Anisotremus surinamensis*	Haemulidae	A
	Gorette des Vierges	*Anisotremus virginicus*	Haemulidae	A
	Gorette dorée	*Haemulon aurolineatum*	Haemulidae	A
	Gorette charbonnée	*Haemulon carbonarium*	Haemulidae	A
	Gorette or argent	*Haemulon chrysargyreum*	Haemulidae	A
	Gorette jaune	*Haemulon flavolineatum*	Haemulidae	A
	Gorette blanche	*Haemulon plumierii*	Haemulidae	A
	Gorette bleue	*Haemulon sciurus*	Haemulidae	A
	Poisson trompette	*Aulostomus maculatus*	Aulostomidae	Q
	Capitaine caye	*Bodianus rufus*	Labridae	A
	Capitaine	*Lachnolaimus maximus*	Labridae	A
Carnivores de 2nd ordre	Pagre vivaneau	*Lutjanus analis*	Lutjanidae	A
	Pagre jaune	*Lutjanus apodus*	Lutjanidae	A
	Pagre gris	*Lutjanus griseus*	Lutjanidae	A
	Pagre dents de chien	*Lutjanus jocu*	Lutjanidae	A
	Pagre mahogani	*Lutjanus mahogoni*	Lutjanidae	A
	Pagre wayack	*Lutjanus synagris*	Lutjanidae	A
	Colas	*Ocyurus chrysurus*	Lutjanidae	A
Carnivores piscivores	Vieille de roche	*Cephalopholis cruentata*	Serranidae	A
	Tanche	*Cephalopholis fulva*	Serranidae	A
	Waliwa	*Epinephelus adsciensionis*	Serranidae	A
	Grand gueule couronné	*Epinephelus guttatus*	Serranidae	A
	Vieille franche	*Epinephelus striatus*	Serranidae	A
	Créole	*Paranthias furcifer*	Serranidae	A
	Poisson lion	*Pterois volitans*	Scorpaenidae	A
	Barracuda	*Sphyraena barracuda*	Sphyraenidae	A
	Carangue gros-yeux	*Caranx latus*	Carangidae	A
	Carangue franche	*Caranx ruber*	Carangidae	A

Q : Aquariophile A: Alimentation

Effort d'échantillonnage : 300m^2 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.

PARAMETRE N°2 : ABONDANCE

Chaque plongeur comptabilise les individus appartenant aux espèces cibles identifiées.

Effort d'échantillonnage : 300m^2 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 : 300m^2 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/100m^2.

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.

À- RELEVE DES PARAMETRES 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.

PARAMETRE 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

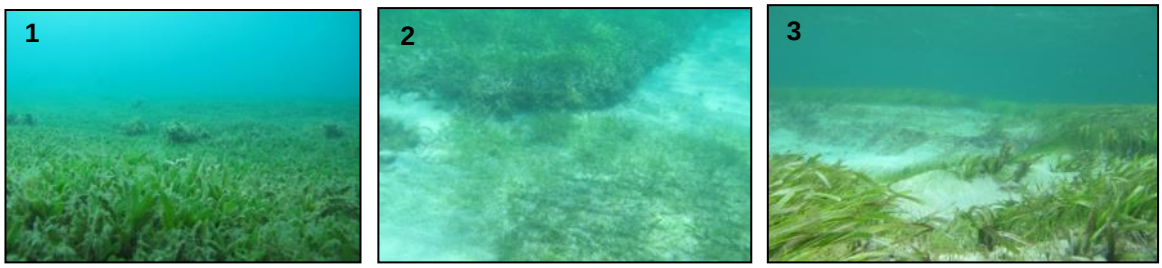
Ce paramètre permet de caractériser l'herbier en termes d'hydrodynamisme. Il permet de constater les effets de houle et des événements de type cyclonique.

- 1 : Relief faible : dénivelé < 15 cm. L'herbier est quasiment plat, il n'y a pas de dépression ni de microfalaise.

- 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 microfalaises 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 patchs.



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 de 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).

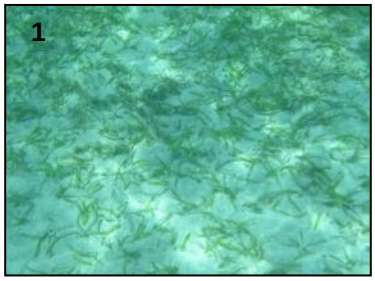
- 0 : pas ou très peu d'algues dérivantes ou de débris de feuilles de phanérogames.

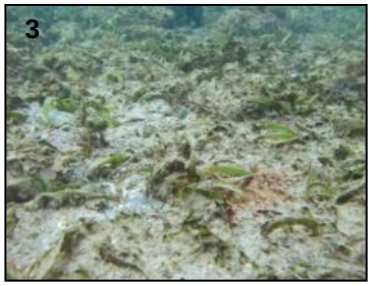
- 1 : mélange d'algues dérivantes et de débris de feuilles de phanérogames (quelques m²).

PARAMETRE N°4 : PRESENCE DE CYANOBACTERIE

La présence de cyanobactéries s'étendant en couche ou en taches 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 d'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 des 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 *Thalassia testudinum* monospécifique
2 = bon état	Herbier mixte à *T.testudinum* et *Syringodium filiforme*, 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- RELEVES SUR TRANSECT LIT (LINE INTERSECT TRANSECT) :

Ces données permettent d'obtenir les taux de fragmentation et de mitage de l'herbier, la longueur et le nombre de patchs, et les indications sur la dynamique de l'herbier (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)).

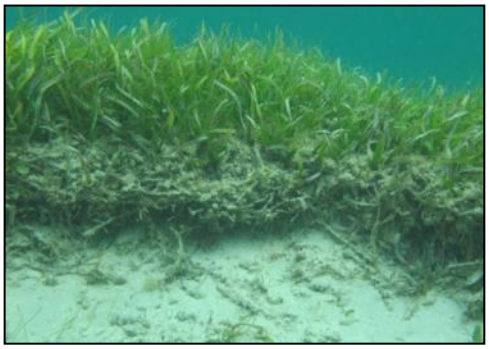
Codage :

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.

N. B. 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- RELEVES 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 patchs d'herbier par tranche de 5 mètres sur la radiale de manière à disposer d'une description des abondances et de la 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 1ère bande ; parmi 5, 6, 7, 8, 9 pour 2ème, etc.). À 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'herbier est présent à la perpendiculaire, on pose le quadrat en bordure de la ligne, si l''herbier est absent 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 l'herbier est absent dans la bande de 1 m à droite, on réalise la manipulation 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 m^2 par station.

PARAMETRE N°8 : LONGUEUR DES FEUILLES

La longueur des 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 m^2 par station.

C- PARAMETRES COMPLEMENTAIRES DE L'HERBIER

PARAMETRE N°9 : MACRO FAUNE 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 m^2 échantillonnés par station (3 radiales x 100 m^2).

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 interpatchs). 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).

PARAMETRE N°11 : RECOUVREMENT EN PHANEROGAMES

Le recouvrement en phanérogames est un paramètre nouvellement intégré dans le suivi de la DCE sur la base des travaux de Fanny Kerninon (Kerninon, 2020). Ce paramètre a été relevé pour la 1ère fois en 2023 afin de tester son application et sa pertinence dans le cadre du suivi réserve. Ce paramètre est relevé par la réalisation de 10 quadrats de 50x50cm par transect soit 30 quadrats par site dans lequel est estimé :

-Le recouvrement de chaque espèce de phanérogames ;

-Le recouvrement en algues ;

-La part de substrat nu.

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 m^2 échantillonnés par station (3 radiales x 100 m^2).

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 m^2 échantillonnés par station (3 radiales x 100 m^2).

PARAMETRE N°3 : PREVALENCE MORTALITE

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

Effort d'échantillonnage : le long de 5 radiales pour un total de 2600 m^2 couvert

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 chez 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 (Scolan, 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 2ème 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 1er visionnage des images à vitesse réduite, les lambis sont recensés. Le temps sur la vidéo correspondant à l'observation est noté pour chaque individus. 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 >20cm),
  - 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 :

creocean
Environnement & océanographie

www.creocean.fr

keran
Des hommes, une planète

GROUPE KERAN