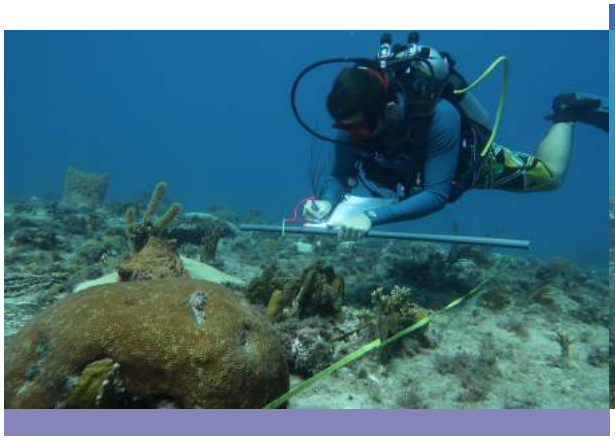
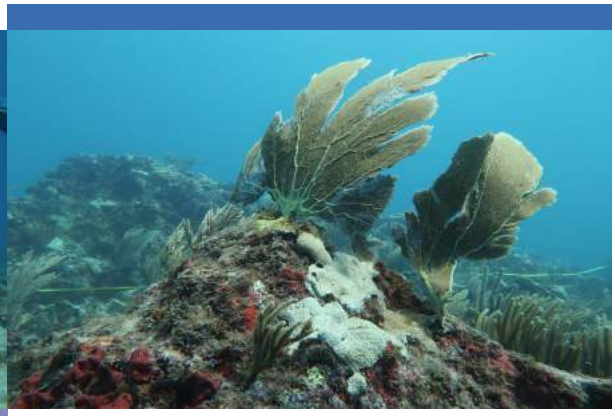




RAPPORT

Directive Cadre sur l'Eau

Suivi du réseau de surveillance des masses d'eau côtières du district de la Guadeloupe 2018-2021 au titre de la DCE : Physico-chimie, phytoplancton, communautés coralliennes et herbiers - ANNEE 2020

Rapport de Synthèse 2020 (BC n°2020-01)

- Campagnes physico-chimie/phytoplancton de janvier à avril (BC n°2019-01) et juillet à décembre 2020 (BC n°2020-01)
- Campagne de suivi biologique de juin 2020
- Évaluation provisoire de l'état des MEC à fin 2020

Novembre 2021

OFFICE DE L'EAU DE GUADELOUPE

Office de l'Eau GUADELOUPE

OFB
OFFICE FRANÇAIS DE LA BIODIVERSITÉ

creocean
Environnement & océanographie

CLIENT : Office de l'eau de Guadeloupe

COORDONNÉES	Immeuble Valkabois – ZA de Valkanaers Route de Grande Savane - 97 113 GOURBEYRE Tel : 05.90.80.99.78 / Fax : 05.90.80.02.21
INTERLOCUTEUR	**NASSO Isabelle** Tél. : 05.90.80.96.44 E-mail : isabelle.nasso@oe971.fr

CREOCEAN

COORDONNÉES	Agence CREOCEAN Antilles-Guyane 1 Lot. Les Mussendas - Plaisance 97 122 BAIE-MAHAULT GUADELOUPE Tel : 05.90.41.16.88 / Fax : 05.90.26.57.82 E-mail : caraïbes@creocean.fr
INTERLOCUTEUR	**BATAILLER Christelle** Tél. 06.90.39.03.88 E-mail : batailler@creocean.fr

RAPPORT

TITRE	**Directive Cadre sur l'Eau** **Suivi du réseau de surveillance des masses d'eau côtières du district de la Guadeloupe 2018-2021 au titre de la DCE : Physico-chimie, phytoplancton, communautés coralliennes et herbiers - ANNEE 2020**
N° DE COMMANDE	BC 2018/MA04 / L1 / n° 2020-01
NOMBRE DE PAGES TOTAL	235 p + annexes
NOMBRE D'ANNEXES	5

VERSION

RÉFÉRENCE	VERSION	DATE	REDACTEUR	CONTRÔLE QUALITE
181066C	V1	30/11/2021	KLEITZ J. CHENG C. BATAILLER C.	LABADIE F. LEROY C.

Sommaire

Préambule 1

1. Contexte et objectifs de l'étude 2

2. Mise en œuvre du suivi en 2020 3

2.1. Les réseaux de stations de suivi 3

2.2. Paramètres pris en compte et fréquence d'échantillonnage 6

2.3. Déroulement de l'étude en 2020 9

3. Résultats pour l'année 2020 11

3.1. Déroulement des campagnes de suivi en 2020 11

3.2. Résultats des campagnes de mesures biologiques 13

3.2.1. Le phytoplancton 13

3.2.2. Le benthos récifal – Campagne de juin 2020 41

3.2.3. Les herbiers - Campagne de juin 2020 95

3.3. Résultats des campagnes de mesures hydrologiques 140

3.3.1. Paramètres physico-chimiques généraux 140

3.3.2. Charge particulaire (turbidité) 146

3.3.3. Enrichissement minéral 148

4. Règles d'évaluation et test des éléments nécessaires à la définition de l'état écologique partiel d'une MEC en Guadeloupe 155

4.1. Généralités 155

4.1.1. Etat d'avancement dans les Antilles 155

4.1.2. Chronique de données à utiliser pour l'évaluation 156

4.1.3. Principes d'agrégation spatiale au sein d'une même masse d'eau 156

4.2. Éléments de qualité biologique 158

4.2.1. Indicateur Phytoplancton 158

4.2.2. Indicateur Benthos récifal 166

4.2.3. Indicateur Herbiers de phanérogames 175

4.3. Éléments de qualité physico-chimique 178

4.3.1. Indicateur température 178

4.3.2. Salinité 181

4.3.3. Indicateur oxygène 182

4.3.4. Indicateur transparence 185

4.3.5. Indicateur nutriments 188
4.4. Principes d'agrégation des éléments de qualité pour l'évaluation de l'état écologique partiel d'une MEC 192
5. Bilan : évaluation provisoire de l'état des MEC 194
5.1. Éléments de qualité biologique 195
5.2. Éléments de qualité physico-chimique 196
5.3. Hydromorphologie 197
5.4. Évaluation de l'état écologique partiel provisoire des MEC DCE 198
5.4.1. Évaluation sans prise en compte du polluant spécifique chlordécone 198
5.4.2. Évaluation avec prise en compte du polluant spécifique chlordécone 201
6. Discussions et recommandations 202
6.1. Réseau de suivi 202
6.2. Critère de sélection des données pour les évaluations DCE 202
6.3. Éléments de qualité Phytoplancton 203
6.4. Élément de qualité Communautés coralliennes 204
6.5. Élément de qualité Herbiers de phanérogames 205
6.6. Éléments de qualité physico-chimique 205
6.7. Bancarisation des données 206
6.7.1. Physico-chimie et phytoplancton :.....206
6.7.2. Données biologiques (benthos récifal et herbiers) : 207
6.8. Plan assurance qualité 208
7. BIBLIOGRAPHIE 209
Annexes 215

Liste des Figures

Figure 2.1 : Éléments pris en compte pour définir l'état écologique partiel des masses d'eau côtières de Guadeloupe dans le cadre des suivis 2019 (d'après MTES, 2018a)..... 3

Figure 2.2 : Position des stations du réseau de « référence » 4

Figure 2.3 : Position des stations du réseau de surveillance..... 5

Figure 3.1 : Illustration de la phase de filtration des échantillons en laboratoire 13

Figure 3.2 : Concentrations mensuelles moyennes en chlorophylle a et en pigments chlorophylliens totaux (n = 3 stations) 15

Figure 3.3 : Concentrations en pigments chlorophylliens mesurées sur les stations DCE entre janvier et décembre 2020..... 17

Figure 3.4 : Proportion moyenne des différents groupes phytoplanctoniques en termes de richesse spécifique sur les stations DCE (n = 4 à 10 campagnes selon les stations) et nombre moyen de taxons. 20

Figure 3.5 : Illustrations des taxons de micro-phytoplancton observés dans les échantillons de 2020..... 20

Figure 3.6 : Abondance mensuelle moyenne du micro-phytoplancton total et des principaux groupes sur les stations suivies mensuellement (n = 3)..... 21

Figure 3.7 : Densités cellulaires (nb cellules/l) sur les stations DCE échantillonnées tous les 2 mois en 2020 23

Figure 3.8 : Densités cellulaires (nb cellules/l) sur les stations DCE échantillonnées tous les 2 mois en 2020 (suite) 24

Figure 3.9 : Densités cellulaires (nb cellules/l) sur les stations DCE échantillonnées tous les mois en 2020..... 25

Figure 3.10 : Densité cellulaire totale des principales espèces de phytoplancton potentiellement toxiques (nb cellules/l) sur les stations DCE échantillonnées tous les 2 mois en 2020..... 30

Figure 3.11 : Densité cellulaire totale des principales espèces de phytoplancton potentiellement toxiques (nb cellules/l) sur les stations DCE échantillonnées tous les 2 mois en 2020 (suite).. 31

Figure 3.12 : Densité cellulaire totale des principales espèces de phytoplancton potentiellement toxiques (nb cellules/là sur les stations DCE échantillonnées tous les mois en 2020..... 32

Figure 3.13 : Densités cellulaires moyennes des principaux taxons toxiques répertoriés en Guadeloupe en 2020 pour chaque site prospecté 33

Figure 3.14 : Densités cellulaires de la cyanophycée Trichodesmium pour chaque campagne et pour chaque station prospectée en Guadeloupe en 2020 34

Figure 3.15 : Abondance mensuelle moyenne du nano-phytoplancton et de certains de ces constituants en 2020 (n=3 stations) 36

Figure 3.16 : Abondance mensuelle moyenne du pico-phytoplancton et de certains de ces constituants en 2020 (n=3 stations) 37

Figure 3.17 : Abondance du nano-phytoplancton total sur les stations DCE entre janvier et décembre 2020..... 39

Figure 3.18 : Abondance du pico-phytoplancton total sur les stations DCE entre janvier et décembre 2020..... 40

Figure 3.19 : Matérialisation du transect de suivi sur les stations de l'Ilet Gosier (droite) et Moule (gauche)..... 41

Figure 3.20 : Composition de la couverture benthique moyenne (en % du substrat total) sur les stations de suivi en 2020 42

Figure 3.21 : Illustration des sites de l'Ilet Kahouanne (gauche) et Tête à l'Anglais (droite)..... 43

Figure 3.22 : Illustration du « tapis algal » sur la station de Rocroy 44

Figure 3.23 : Vue globale de la station de Ti Pâté (2020) 46

Figure 3.24 : Cyanophycées observées en abondance sur la station de Capesterre (2020) 46

Figure 3.25 : Composition du substrat biotique et abiotique et proportion des taxons coralliens (coraux durs) relevées sur la station de Tête à l'Anglais..... 47

Figure 3.26 : Espèce protégée Acropora cervicornis (gauche) et colonie de Pseudodiploria sp. atteint par la maladie de perte de tissu sur la station de Tête à l'Anglais..... 48

Figure 3.27 : Evolution de la composition de la couverture benthique, de la densité en recrues coralliennes et en oursins diadèmes sur la station de Tête à l'Anglais entre 2009 et 2020..... 49

Figure 3.28 : Vue générale de la station « benthos » de Tête à l'Anglais en juin 2020 49

Figure 3.29 : Composition du substrat biotique et abiotique et proportion des taxons coralliens (coraux durs) relevées sur la station de Main Jaune..... 50

Figure 3.30 : Détails de la station de Main Jaune (gauche : Siderastrea siderea mort ; droite : Montastraea cavernosa nécrosé et en compétition avec Dictyota sp.) 51

Figure 3.31 : Evolution de la composition de la couverture benthique, de la densité en recrues coralliennes et en oursins diadèmes sur la station de Main Jaune entre 2009 et 2020..... 52

Figure 3.32 : Vue générale de la station « benthos » de Main Jaune en juin 2020..... 52

Figure 3.33 : Composition du substrat biotique et abiotique et proportion des taxons coralliens (coraux durs) relevées sur la station de Ti Pâté 53

Figure 3.34 : Vue générale du début du transect (gauche) et large colonie d'Orbicella annularis sur la station de Ti Pâté 54

Figure 3.35 : Evolution de la composition de la couverture benthique, de la densité en recrues coralliennes et en oursins diadèmes sur la station Ti Pâté entre 2009 et 2020..... 55

Figure 3.36 : Station "benthos" de Ti Pâté. L'abondance de poissons est signe d'un récif en bonne santé 55

Figure 3.37 : Composition du substrat biotique et abiotique et proportion des taxons coralliens (coraux durs) relevées sur la station de l'Ilet Gosier..... 56

Figure 3.38 : Colonies coraliennes de Pseudodiploria spp. atteintes par la maladie de perte de tissu (SCTLD)..... 57

Figure 3.39 : Evolution de la composition de la couverture benthique, de la densité en recrues coralliennes et en oursins diadèmes sur la station Ilet du Gosier entre 2009 et 2020 58

Figure 3.40 : Vue générale de la station « benthos » de l'Ilet Gosier..... 58

Figure 3.41 : Composition du substrat biotique et abiotique et proportion des taxons coralliens (coraux durs) relevées sur la station de Capesterre 59

Figure 3.42 : Colonies de Meandrina sp. mortes récemment sur la station Capesterre..... 60

Figure 3.43 : Evolution de la composition de la couverture benthique, de la densité en recrues coralliennes et en oursins diadèmes sur la station Capesterre entre 2009 et 2020..... 61

Figure 3.44 : Vue générale de la station « benthos » de Capesterre en juin 2020..... 61

Figure 3.45 : Composition du substrat biotique et abiotique et proportion des taxons coralliens (coraux durs) relevées sur la station de Pointe à Lézard..... 62

Figure 3.46 : Nombreuses colonies mortes ou endommagées (gauche). Détails d'une colonie de Meandrina sp. affectée par la SCTLD (droite)..... 63

Figure 3.47 : Evolution de la composition de la couverture benthique, de la densité en recrues coralliennes et en oursins diadèmes sur la station Sec Pointe à Lézard entre 2009 et 2020 64

Figure 3.48 : Vue générale de la station « benthos » de Sec Pointe à Lézard en juin 2020 64

Figure 3.49 : Composition du substrat biotique et abiotique et proportion des taxons coralliens (coraux durs) relevées sur la station de Pointe des Mangles..... 65

Figure 3.50 : Vue générale de la station « benthos » de Pointe des Mangles..... 66

Figure 3.51 : Evolution de la composition de la couverture benthique, de la densité en recrues coralliennes et en oursins diadèmes sur la station Pointe des Mangles entre 2009 et 2020..... 67

Figure 3.52 : Détail de cyanophycées en compétition avec une colonie d'Orbicella sp. sur la station Pointe des Mangles..... 67

Figure 3.53 : Evolution de la composition de la couverture benthique, de la densité en recrues coralliennes et en oursins sur la station d'Anse Bertrand 68

Figure 3.54 : Vue générale de la station Anse Bertrand (gauche) et détail d'une colonie de Dichocoenia sp. atteinte par la maladie de perte de tissu 69

Figure 3.55 : Evolution de la composition de la couverture benthique, de la densité de recrues coralliennes, et en oursins diadèmes de la station d'Anse Bertrand entre 2009 et 2020..... 70

Figure 3.56 : Les oursins diadèmes s'abritent généralement sous les colonies coralliennes ... 70

Figure 3.57 : Composition du substrat biotique et abiotique et proportion des taxons coralliens (coraux durs) relevées sur la station de Moule ... 71

Figure 3.58 : Vue générale de la station « benthos » de Moule en 2020 ... 72

Figure 3.59 : Evolution de la composition de la couverture benthique, de la densité en recrues coralliennes et en oursins diadèmes sur la station Moule entre 2009 et 2020 ... 73

Figure 3.60 : Large colonie de Millepora sp. sur le transect de la station Moule en 2020 ... 73

Figure 3.61 : Composition du substrat biotique et abiotique et proportion des taxons coralliens (coraux durs) relevées sur la station de Chicot ... 74

Figure 3.62 : La couverture algale est dominée par les macroalgues, dont Lobophora sp. ... 75

Figure 3.63 : Evolution de la composition de la couverture benthique, de la densité en recrues coralliennes et en oursins diadèmes sur la station Chicot entre 2009 et 2020 ... 76

Figure 3.64 : Vue générale de la station « benthos » de Chicot en juin 2020 ... 76

Figure 3.65 : Composition du substrat biotique et abiotique et proportion des taxons coralliens (coraux durs) relevées sur la station Ilet Fajou ... 77

Figure 3.66 : Evolution de la composition de la couverture benthique, de la densité en recrues coralliennes et en oursins diadèmes sur la station l'Ilet Fajou entre 2008 et 2020 ... 79

Figure 3.67 : Vue générales de la station « benthos » de l'Ilet Fajou en juin 2020 ... 79

Figure 3.68 : Composition du substrat biotique et abiotique et proportion des taxons coralliens (coraux durs) relevées sur la station de l'Ilet Kahouanne ... 80

Figure 3.69 : Vue générale de la station (gauche) et détail d'une colonie de Montastraea largement nécrosée (droite) ... 81

Figure 3.70 : Evolution de la composition de la couverture benthique, de la densité en recrues coralliennes et en oursins diadèmes sur la station de l'Ilet Kahouanne entre 2008 et 2020 ... 82

Figure 3.71 : Illustration de la station « benthos » de l'Ilet Kahouanne ... 82

Figure 3.72 : Composition du substrat biotique et abiotique et proportion des taxons coralliens (coraux durs) relevées sur la station de Caye à Dupont ... 83

Figure 3.73 : Détails de la station Caye à Dupont (gauche : colonie de M. cavernosa avec signes de blanchissement ; droite : tapis de cyanobactéries) ... 84

Figure 3.74 : Evolution de la composition de la couverture benthique, de la densité en recrues coralliennes et en oursins diadèmes sur la station de Caye à Dupont entre 2008 et 2020 ... 85

Figure 3.75 : Illustration de la station « benthos » de Caye à Dupont ... 85

Figure 3.76 : Composition du substrat biotique et abiotique et proportion des taxons coralliens (coraux durs) relevées sur la station de Gros Cap ... 86

Figure 3.77 : Détails de la station Gros Cap (gauche : colonies de Pseudodiploria sp. atteintes par la SCTLD ; droite : tâche de cyanophycées)..... 87

Figure 3.78 : Evolution de la composition de la couverture benthique, de la densité en recrues coralliennes et en oursins diadèmes sur la station de Gros Cap entre 2008 et 2020..... 88

Figure 3.79 : Illustration de la station « benthos » de Gros Cap en juin 2020 88

Figure 3.80 : Composition du substrat biotique et abiotique et proportion des taxons coralliens (coraux durs) relevées sur la station de Rocroy - Val de l'Orge 89

Figure 3.81 : Vue de la station Rocroy Val de l'Orge et détail d'une colonie de Pseudodiploria atteinte de SCTLD..... 90

Figure 3.82 : Evolution de la composition de la couverture benthique, de la densité en recrues coralliennes et en oursins diadèmes sur la station Rocroy entre 2008 et 2020..... 91

Figure 3.83 : Début du transect sur la station Rocroy Val de l'Orge 91

Figure 3.84 : Composition du substrat biotique et abiotique et proportion des taxons coralliens (coraux durs) relevées sur la station de Pointe des Colibris..... 92

Figure 3.85 : Illustrations de la station Pointe des Colibris..... 93

Figure 3.86 : Evolution de la composition de la couverture benthique, de la densité en recrues coralliennes et en oursins diadèmes sur la station de Pointe des Colibris entre 2008 et 2020.. 94

Figure 3.87 : Illustration de la station « benthos » de Pointe des Colibris en 2020 94

Figure 3.88 : Proportions relatives des différentes catégories d'assemblage de phanérogames / substrat non colonisé relevées le long du LIT sur la station de Tête à l'Anglais en 2020 97

Figure 3.89 : Vue générale et quadrat sur l'herbier de Tête à l'Anglais en 2020 98

Figure 3.90 : Résultats des relevés sur la station de Tête à l'Anglais de 2017 à 2020 au sein des quadrats et le long du Belt 99

Figure 3.91 : Paramètres de l'herbier relevés le long du Belt et au sein des quadrats..... 99

Figure 3.92 : Proportions relatives des différentes catégories d'assemblage de phanérogames / substrat non colonisé relevées le long du LIT sur la station de Ti Pâté en 2020..... 100

Figure 3.93 : Vue générale et quadrat sur l'herbier de Ti Pâté (Terre de Bas) en 2020..... 101

Figure 3.94 : Résultats relevés sur la station de Ti Pâté de 2017 à 2020 au sein des quadrats 102

Figure 3.95 : Paramètres de l'herbier relevés le long du Belt et au sein des quadrats..... 102

Figure 3.96 : Proportions relatives des différentes catégories d'assemblage de phanérogames / substrat non colonisé relevées le long du LIT sur la station de Petit Havre en 2020..... 103

Figure 3.97 : Vue générale et zone de transition érosive entre herbier et sable sur l'herbier de Petit Havre..... 104

Figure 3.98 : Résultats des relevés sur la station de Petit Havre de 2017 à 2020 au sein des quadrats..... 105

Figure 3.99 : Paramètres de l'herbier relevés le long du Belt et au sein des quadrats..... 105

Figure 3.100 : Proportions relatives des différentes catégories d'assemblage de phanérogames / substrat non colonisé relevées le long du LIT sur la station de l'Ilet Fortune en 2020 106

Figure 3.101 : Vue générale et quadrat sur la radiale 2 de l'herbier de l'Ilet Fortune en 2020 .. 107

Figure 3.102 : Résultats des relevés sur la station de l'Ilet Fortune de 2017 à 2020 au sein des quadrats..... 108

Figure 3.103 : Paramètres de l'herbier sur le long du Belt et au sein des quadrats en 2020.... 108

Figure 3.104 : Proportions relatives des différentes catégories d'assemblage de phanérogames / substrat non colonisé relevées le long du LIT sur la station de l'Ilet Christophe en 2020..... 109

Figure 3.105 : Vue générale de l'herbier de l'Ilet Christophe en 2020..... 110

Figure 3.106 : Résultats des relevés sur la station de l'Ilet Christophe de 2017 à 2020 au sein des quadrats..... 111

Figure 3.107 : Paramètres de l'herbier relevés sur le long du Belt et au sein des quadrats en 2020 111

Figure 3.108 : Proportions relatives des différentes catégories d'assemblage de phanérogames / substrat non colonisé relevées le long du LIT sur la station de Pointe d'Antigues en 2020 .. 112

Figure 3.109 : Vue d'ensemble et oursin blanc et microfalaise sur l'herbier de Pointe d'Antigues en 2020..... 113

Figure 3.110 : Résultats des relevés sur la station de la Pointe d'Antigues de 2017 à 2020 au sein des quadrats 114

Figure 3.111 : Paramètres de l'herbier relevés sur le long du Belt et au sein des quadrats en 2020 114

Figure 3.112 : Proportions relatives des différentes catégories d'assemblage de phanérogames / substrat non colonisé relevées le long du LIT sur la station de Moule en 2020..... 115

Figure 3.113 : Vue générale et quadrats sur la radiale 1 de l'herbier de Moule..... 116

Figure 3.114 : Résultats des relevés sur la station du Moule de 2017 à 2020 au sein des quadrats 117

Figure 3.115 : Paramètres de l'herbier relevés sur le long du Belt et au sein des quadrats en 2020 117

Figure 3.116 : Proportions relatives des différentes catégories d'assemblage de phanérogames / substrat non colonisé relevées le long du LIT sur la station de Rocher Créole en 2020 118

Figure 3.117 : Vues générales de la station Rocher Créole en 2020..... 119

Figure 3.118 : Résultats des relevés sur la station de Rocher Créole de 2017 à 2020 au sein des quadrats..... 120

Figure 3.119 : Paramètres de l'herbier relevés sur le long du Belt et au sein des quadrats en 2020 120

Figure 3.120 : Proportions relatives des différentes catégories d'assemblage de phanérogames / substrat non colonisé relevées le long du LIT sur la station de l'Ilet Cabrit de 2018 à 2019 .. 121

Figure 3.121 : Vue générale et détail d'un tapis de cyanophycées sur la station Ilet Cabrit en 2020 122

Figure 3.122 : Résultats des relevés sur la station de l'Ilet Cabrit de 2018 à 2020 au sein des quadrats..... 123

Figure 3.123 : Paramètres de l'herbier relevés sur le long du Belt et au sein des quadrats en 2020 123

Figure 3.124 : Proportions relatives des différentes catégories d'assemblage de phanérogames / substrat non colonisé relevées le long du LIT sur la station de l'Ilet Kahouanne de 2018 à 2020 124

Figure 3.125 : Suivi de la station et fleurs de T. testudinum sur l'herbier de l'Ilet Kahouanne en juin 2020 125

Figure 3.126 : Résultats des relevés sur la station de l'Ilet Kahouanne de 2018 à 2020 au sein des quadrats..... 126

Figure 3.127: Paramètres de l'herbier relevés sur le long du Belt et au sein des quadrats en 2020 126

Figure 3.128 : Proportions relatives des différentes catégories d'assemblage de phanérogames / substrat non colonisé relevées le long du LIT sur la station de Passe à Colas en 2018 et 2020 127

Figure 3.129 : Résultats des relevés sur la station de Passe à Colas de 2018 à 2020 au sein des quadrats..... 129

Figure 3.130: Paramètres de l'herbier relevés sur le long du Belt et au sein des quadrats en 2020 129

Figure 3.131 : Proportions relatives des différentes catégories d'assemblage de phanérogames / substrat non colonisé relevées le long du LIT sur la station de Pointe Lambis de 2018 à 2020 130

Figure 3.132 : Vue générale de la station Pointe Lambis en 2020..... 131

Figure 3.133 : Résultats des relevés sur la station de Pointe Lambis de 2018 à 2020 au sein des quadrats..... 132

Figure 3.134 : Paramètres de l'herbier relevés sur le long du Belt et au sein des quadrats en 2020 132

Figure 3.135 : Proportions relatives des différentes catégories d'assemblage de phanérogames / substrat non colonisé relevées le long du LIT sur la station de Grande Anse de 2018 à 2020 133

Figure 3.136 : Vue générale de la station Grande Anse - Désirade en 2020 134

Figure 3.137 : Résultats des relevés sur la station de Grande Anse de 2018 à 2020 au sein des quadrats..... 135

Figure 3.138 : Paramètres de l'herbier relevés sur le long du Belt et au sein des quadrats en 2020 135

Figure 3.139 : Échelle de taille des particules sédimentaires adoptée dans le programme GRADISTAT (Blott & Pye, 2001) et application à la présente étude..... 136

Figure 3.140 : Teneur moyenne en carbonates sur les stations herbiers de 2016 à 2020..... 137

Figure 3.141 : Répartition granulométrique moyenne des sédiments (3 réplicats) sur les stations de suivi herbiers DCE (réseau surveillance) en 2020 138

Figure 3.142 : Températures mesurées en surface et au fond sur les stations DCE en 2020... 141

Figure 3.143 : Salinités mesurées en surface et au fond sur les stations DCE en 2020 (en rouge : limite de la fourchette de valeurs « acceptables » proposée pour la DCE en Guadeloupe) 143

Figure 3.144 : Teneurs en O_2 dissous mesurées en surface et au fond sur les stations DCE en 2020..... 145

Figure 3.145 : Turbidités mesurées en surface sur les stations DCE en 2020 147

Figure 3.146 : Concentrations en DIN mesurées en surface sur les stations DCE en 2020..... 150

Figure 3.147 : Concentrations en Orthophosphates mesurées en surface sur les stations DCE en 2020..... 152

Figure 3.148 : Concentrations en Orthosilicates mesurées en surface sur les stations DCE en 2020..... 154

Figure 4.1 : Qualité des masses d'eau DCE au regard de l'indice de biomasse (chlorophylle a) 162

Figure 4.2 : Qualité des masses d'eau DCE au regard de l'indice d'abondance (microphytoplancton)..... 163

Figure 4.3 : Qualité des masses d'eau DCE de la Guadeloupe au regard de l'indicateur phytoplancton..... 163

Figure 4.4 : Arbre de décision pour la classification des communautés coralliennes (© Impact-Met et al., 2013) 169

Figure 4.5 : Données température de la MEC FRIC03 confrontées à la sinusoïde de référence 180

Figure 4.6 : Qualité des masses d'eau DCE au regard de l'indicateur température..... 181

Figure 4.7 : Qualité des masses d'eau DCE au regard de l'indicateur oxygène dissous 184

Figure 4.8 : Qualité des masses d'eau DCE au regard de l'indicateur transparence..... 187

Figure 4.9 : Synthèse des paramètres, indices, métriques et indicateurs retenus pour les masses d'eau côtières de Guadeloupe en 2019 (sur la base de Impact-Mer et al., 2013)..... 192

Figure 4.10 : Rôles respectifs des éléments de qualité biologique, physico-chimique et hydromorphologique dans la classification de l'état écologique partiel provisoire d'une masse d'eau (MTES, 2018c)..... 193

Figure 5.1 : Évaluation de l'état écologique partiel provisoire des MEC de Guadeloupe à fin 2020 sans prise en compte de la chlordécone..... 200

Figure 6.1 : Illustration de la BD Récifs..... 207

Liste des tableaux

Tableau 2.1 : Synthèse des périodes d'échantillonnage physico-chimie/phytoplancton sur les stations DCE en 2020 (surligné en bleu : stations à échantillonnage mensuel) 7

Tableau 2.2 : Paramètres de suivi et fréquence d'échantillonnage initialement prévus en 2020 . 8

Tableau 3.1 : Résumé des dates de campagnes d'échantillonnage physico-chimie/phytoplancton réalisées 11

Tableau 3.2 : Richesse spécifique du micro-phytoplancton (nombre de taxons observés) sur les stations DCE lors des campagnes de 2020 (n = 4 à 10 campagnes selon les sites)..... 19

Tableau 3.3 : Abondances maximales (cellules/l) observées pour chaque station lors des campagnes de 2020 (en bleu clair : abondances maximales ne dépassant pas 10 000 cellules/litre - en bleu foncé : abondances maximales comprises entre 10 000 et 25 000 cellules/l - en orange : abondances maximales comprises entre 25 000 et 100 000 cellules/l - en rouge : abondances maximales supérieures à 100 000 cellules/l) 26

Tableau 3.4 : Taxons nuisibles, toxiques ou potentiellement toxiques susceptibles d'être rencontrés dans les inventaires des Antilles (Nézan, 2003 ; Lassus, 2016 ; Neaud-Masson, 2020). 28

Tableau 3.5 : Abondances (cellules/l) observées pour le taxon Trichodesmium pour chaque station lors des campagnes de 2020 (en bleu foncé : abondances maximales ne dépassant pas 10 000 cellules/litre - en bleu clair : abondances maximales comprises entre 10 000 et 25 000 cellules/l - en orange : abondances maximales comprises entre 25 000 et 100 000 cellules/l - en rouge : abondances maximales supérieures à 100 000 cellules/l)..... 34

Tableau 3.6 : Évolution des protocoles de suivi des herbiers en Guadeloupe dans le cadre de la DCE 96

Tableau 3.7 : Limites de quantification pour l'analyse des nutriments de l'IPG et de LABEO MANCHE..... 148

Tableau 4.1 : Grille de qualité proposée pour l'indice de biomasse chlorophyllienne (concentration en chl. a en µg/l) (MTES, 2018c)..... 158

Tableau 4.2 : Grille de qualité proposée pour l'indice Abondance - micro-phytoplancton - (% d'échantillons en « état bloom ») (Belin et Lamoureux, 2014)..... 159

Tableau 4.3 : Grille de qualité proposée pour l'indicateur phytoplancton (agrégation des indices Biomasse et Abondance) (Belin et Lamoureux, 2014) 159

Tableau 4.4 : Nombre de données utilisées pour l'évaluation des indices Biomasse chlorophyllienne et Abondance chlorophyllienne sur la période 2015-2020..... 161

Tableau 4.5 : Grille de qualité DCE proposée pour l'indice « Corail » (% du substrat colonisable) 166

Tableau 4.6 : Grille de qualité DCE proposée pour l'indice « Macroalgues » (% du substrat total) 167

Tableau 4.7 : Grille de qualité proposée pour les oursins diadème (nbre/m²) (adaptée de Mcfield & Kramer, 2007) 167

Tableau 4.8 : Grille de qualité proposée pour l'indice état de santé général de corallien..... 168

Tableau 4.9 : Grille de qualité proposée pour l'indice « blanchissement » (d'après CCTP) 168

Tableau 4.10 : Nombre de données utilisées pour le calcul de l'indicateur benthos récifal sur la période 2015-2020 170

Tableau 4.11 : Qualité provisoire des stations DCE au regard de l'indicateur benthos récifal à fin 2020..... 171

Tableau 4.12 : Classement des stations pour l'indice blanchissement fin 2020..... 174

Tableau 4.13 : Indice oursins et classement des stations pour l'indice « Diadème » fin 2020. 174

Tableau 4.14 : Grille de qualité proposée pour l'indice état de santé général de l'herbier 175

Tableau 4.15 : Nombre de données utilisées pour le calcul de l'indicateur herbier sur la période 2015-2020 176

Tableau 4.16 : Qualité provisoire des stations DCE au regard de l'indicateur herbier à fin 2020 176

Tableau 4.17 : Grille de qualité proposées pour la température (en %) (Allenou et al., 2019) .. 178

Tableau 4.18 : Nombre de données acquises et nombre de données utilisées pour l'évaluation de l'indice Température sur la période 2015-2020 180

Tableau 4.19 : Fourchette de salinité proposées pour tous type de MEC (d'après CCTP) 181

Tableau 4.20 : Grilles de qualité proposées pour l'oxygène dissous (en mg/l) (MTES, 2018c) 182

Tableau 4.21 : Nombre de données acquises et nombre de données utilisées pour l'évaluation de l'indice O_2 dissous sur la période 2015-2020 183

Tableau 4.22 : Grilles de qualité proposées en 2018 (MTES, 2018c) 185

Tableau 4.23 : Nombre de données acquises et nombre de données utilisées pour l'évaluation de l'indice turbidité sur la période 2015-2020 186

Tableau 4.24 : Valeurs seuils proposées pour l'Azote Total (DIN : nitrate + nitrite + ammonium) et les Orthophosphates (en µmol/l) (d'après Impact-Mer et al., 2011) 189

Tableau 4.25 : Valeurs retirées du jeu de données pour le calcul des indices DIN en raison de leur qualification en « douteux » ou « faux »..... 190

Tableau 5.1 : Bilan sur l'état biologique provisoire des sites DCE à fin 2020 195

Tableau 5.2 : Bilan sur l'état physico-chimique provisoire des sites DCE à fin 2020..... 196

Tableau 5.3 : Etat hydromorphologique des MEC de Guadeloupe actualisé en 2020 (CR de la réunion de classement de l'état hydromorphologique des masses d'eau littorales de la Guadeloupe du 26/03/20) 197

Tableau 5.4 : bilan sur l'état écologique partiel des sites DCE et des MEC à fin 2020 199

Tableau 5.5 : Bilan de l'état provisoire des MEC de Guadeloupe pour la molécule chlordécone (polluant spécifique de l'état écologique) à l'issue de la campagne 2018 201

Liste des annexes

Annexe 1 : Document préliminaire aux rapports de synthèse 2018-2019 : prérequis et méthodologies, octobre 2020..... 215

Annexe 2 : Liste floristique, espèces répertoriées sur les stations en 2019 (MICRO-PHYTOPLANCTON) 215

Annexe 3 : Liste des taxons de micro-phytoplancton en état de bloom (>25 000 cellules/litre) sur les stations DCE Sur la periode 2014-2019 (d'apres LES évaluAtionS IFREMER) 215

Annexe 4 : Proportion des principaux taxons de micro-phytoplancton potentiellement toxiques en 2019..... 215

Annexe 5 : Fiches synthétiques par site de suivi 215

Préambule

La présente étude vise à la mise en œuvre du suivi de la physico-chimie, du phytoplancton, des communautés coralliennes et des herbiers au titre de la Directive Cadre sur l'Eau sur les masses d'eau littorales de la Guadeloupe, dans le cadre du marché à bons de commande n°2018_MA_04, Lot 1, pour le compte de l'Office de l'Eau de Guadeloupe.

Le présent rapport de synthèse annuel concerne le 3ème bon de commande (n°2020-01) de ce marché qui comprend :

- La réalisation de campagnes de suivi physico-chimie/phytoplancton et biologique de juin 2020 à février 2021 ;
- Le traitement des données de l'ensemble de l'année 2020 et la rédaction du rapport de synthèse 2020.

Le présent rapport traite des données acquises en 2020. Les premiers résultats des campagnes de janvier à février 2021 feront ultérieurement l'objet d'un rapport de campagne intermédiaire.

Une partie introductive commune aux rapports de synthèse du marché 2018_MA_04, Lot 1, a été rédigée sous la forme d'un document préliminaire, annexé au présent document (Annexe 1). Il détaille notamment :

- Les éléments de contexte et de cadrage réglementaire existants à l'heure actuelle dans le cadre de la DCE pour les Antilles ;
- Les spécificités du territoire et un rappel de l'historique de la mise en œuvre de la DCE sur les masses d'eau Côtières de Guadeloupe ;
- Le détail des méthodologies mises en œuvre dans le cadre des suivis biologiques et physico-chimiques.

Nb : les résultats présentés ci-dessous ne préjugent en rien du classement final et officiel de l'état écologique des masses d'eau dans le cadre de la DCE. Compte tenu de la faible quantité de données disponibles, des connaissances incomplètes sur le milieu marin guadeloupéen et du caractère provisoire des méthodes d'évaluation (indices, modalités de calcul, valeurs référence, valeurs seuils en phase d'essai), le classement des masses d'eau présenté revêt un caractère ***PROVISOIRE****.*

A noter qu'en raison de la crise sanitaire liée à l'épidémie de Covid 19, le planning prévu dans le cadre du BC 2019-01 qui concernait les campagnes de janvier à avril 2020 a été bouleversé : ainsi, les campagnes de mars et avril 2020 ont dû être en quasi-totalité annulées, entraînant une lacune dans le jeu de données pour l'année 2020.

1. Contexte et objectifs de l'étude

En application de la Directive-Cadre Européenne sur l'Eau (DCE), la délimitation des masses d'eau littorales et un état des lieux du district hydrographique de la Guadeloupe ont été réalisés en 2005 (DIREN, SCE-CREOCEAN, 2005). Ils ont permis de mettre en évidence les différences fondamentales du milieu littoral des îles tropicales avec celui de l'Europe continentale, et donc la nécessaire adaptation des méthodologies proposées par le groupe de travail littoral DCE.

Le suivi des masses d'eau littorales a débuté en 2007 en Guadeloupe, à la suite des 1ère concertations entamées en 2006 entre la Martinique et la Guadeloupe pour l'application de la DCE et l'adoption de protocoles communs. L'Office de l'Eau de Guadeloupe coordonne la mise en œuvre de la DCE sur les masses d'eau côtières depuis 2014.

La présente étude vise à assurer la mise en œuvre du suivi du réseau de stations DCE des masses d'eaux littorales de Guadeloupe sur la période 2018-2021 en s'inscrivant dans la continuité du travail réalisé depuis 2006 dans les Antilles françaises. Celle-ci a été confiée à CREOCEAN. La mise en œuvre du suivi doit prendre en compte le retour d'expérience des années de suivi précédentes et les récentes préconisations issues des réflexions menées sur les indicateurs.

L'objectif principal de l'étude est de réaliser pour la période 2018-2021, le suivi des sites DCE, qui devra à terme permettre de définir l'état de toutes les masses d'eau côtières (MEC), et ainsi de mesurer l'écart par rapport à des conditions de référence.

Les objectifs spécifiques d'étude sont :

- De réaliser le suivi des sites de « référence »[1] et du réseau de surveillance sur la base de protocoles « DCE compatibles » validés et adaptés au contexte local, dans la continuité des programmes de surveillance depuis 2007. Ce suivi concerne les communautés coralliennes et herbiers de phanérogames, le phytoplancton, la physico-chimie.
- D'appliquer des protocoles mis à jour sur la base des dernières réflexions menées dans le cadre des groupes de travail DCE,
- De compléter les travaux entamés sur la définition des conditions de référence,
- D'affiner l'approche relative au suivi des paramètres biologiques et physico-chimiques, en menant une réflexion sur la méthodologie d'échantillonnage, la pertinence des indicateurs retenus et les grilles d'indices utilisées,
- De définir l'état écologique partiel provisoire des masses d'eau littorales de Guadeloupe, sur la base des grilles proposées, éventuellement affinées dans le cadre de cette étude,
- De réaliser des fiches descriptives des sites de suivi identifiant notamment les pressions principales susceptibles d'influencer les paramètres hydrologiques,
- De bancariser les données brutes récoltées, selon des formats compatibles avec la BD Quadrige 2 (physico-chimie et phytoplancton) et BD Récif (benthos et si possible herbiers).

Le 3e bon de commande du présent marché concerne la réalisation des campagnes de suivi sur la période juillet 2020 à février 2021.

Le présent rapport de synthèse traite de l'ensemble des résultats des campagnes réalisées en 2020 (dans le cadre de l'ancien bon de commande pour la période janvier - juin 2020 et dans le cadre du présent bon de commande pour la période juillet 2020 - décembre 2020) et propose des interprétations et conclusions qui devront être discutées et validées en concertation avec le Comité de pilotage. L'actualisation de l'état des masses d'eau à fin 2020 est également présentée.

Les résultats des campagnes physico-chimiques de janvier et février 2021 feront l'objet d'un rapport de campagne à l'issue de la dernière campagne.

[1] Nb : Aucun des sites pressentis comme site de référence ne s'est avéré être en très bon état écologique partiel et ne peut donc être qualifié de site de référence au sens de la DCE (Pareto, 2009).

2. Mise en œuvre du suivi en 2020

Conformément à la DCE, l'état écologique d'une Masse d'Eau est basé sur l'évaluation de l'état chimique et de l'état écologique. **L'évaluation de l'état chimique des masses d'eau ne fait pas l'objet du lot 1 de ce marché**.

L'état écologique intègre des éléments biologiques ainsi que des éléments de qualité physico-chimique et hydro-morphologique (désignés comme « éléments de soutien »). Les paramètres chimiques (polluants spécifiques synthétiques et non synthétiques), participent également à la détermination du niveau de classification de l'état écologique s'ils sont déversés en quantité significative dans la masse d'eau. **Seule l'évaluation des éléments de qualité biologique et physico-chimique est demandée dans le cadre de cette étude. Pour cette raison, on parlera d'état écologique partiel.**

État écologique partiel

Eléments biologiques		Phytoplancton : composition, abondance et biomasse
		Flore aquatique autre que le phytoplancton : composition et abondance
		Faune benthique invertébrée : composition et abondance
Eléments hydromorphologiques soutenant la biologie	**Conditions morphologiques**	Variations de la profondeur
		Structure et substrat de la côte
		Structure de la zone intertidale
	Régime des marées	Direction des courants dominants
		Exposition aux vagues
Eléments chimiques et physico-chimiques soutenant la biologie	**Eléments généraux**	Transparence
		Température de l'eau
		Bilan d'oxygène
		Salinité
		Concentrations en nutriments
	Polluants spécifiques	Pollution par tous polluants synthétiques spécifiques, autres que les substances prioritaires, recensés comme étant déversés en quantités significatives dans la masse d'eau
		Pollution par tous polluants non synthétiques spécifiques, autres que les substances prioritaires, recensés comme étant déversés en quantités significatives dans la masse d'eau

Figure 2.1 : Éléments pris en compte pour définir l'état écologique partiel des masses d'eau côtières de Guadeloupe dans le cadre des suivis 2019 (d'après MTES, 2018a)

Par ailleurs, dans les DOM, les éléments de cadrage concernant la mise en œuvre de la DCE sont peu nombreux. Le travail préalable pour l'évaluation de l'état écologique des masses d'eau doit se poursuivre afin (i) d'identifier les paramètres, métriques, indices les plus pertinents à suivre pour chaque élément de qualité, (ii) définir les valeurs de référence pour tous les indices retenus et (iii) évaluer les valeurs seuils séparant chaque classe d'état. Aussi, compte tenu du caractère provisoire des méthodes d'évaluation (indices, modalités de calcul, valeurs référence, valeurs seuils en phase d'essai), **l'évaluation de l'état écologique partiel des masses d'eau présentée est provisoire**.

2.1. Les réseaux de stations de suivi

Les 11 Masses d'Eau Côtières (MEC) de Guadeloupe appartiennent **à 6 typologies de MEC** présentant des types littoraux et un niveau d'exposition différents. **Le choix des sites des réseaux référence et surveillance a été réalisé en 2007** (Pareto *et al.*, 2007) selon plusieurs critères (détaillés dans le document préliminaire). Les coordonnées des stations figurent dans le document préliminaire communs aux rapports de synthèse du présent marché (Annexe 1). Les cartes de localisation sont présentées ci-dessous pour rappel.

Le réseau de référence est composé de **11 stations de référence (6 benthos/hydro et 5 herbiers)**, soit une station benthos et une station herbier par type de MEC, excepté pour la masse d'eau FRIC01. Ainsi que **d'1 station de référence hydrologique au large**.

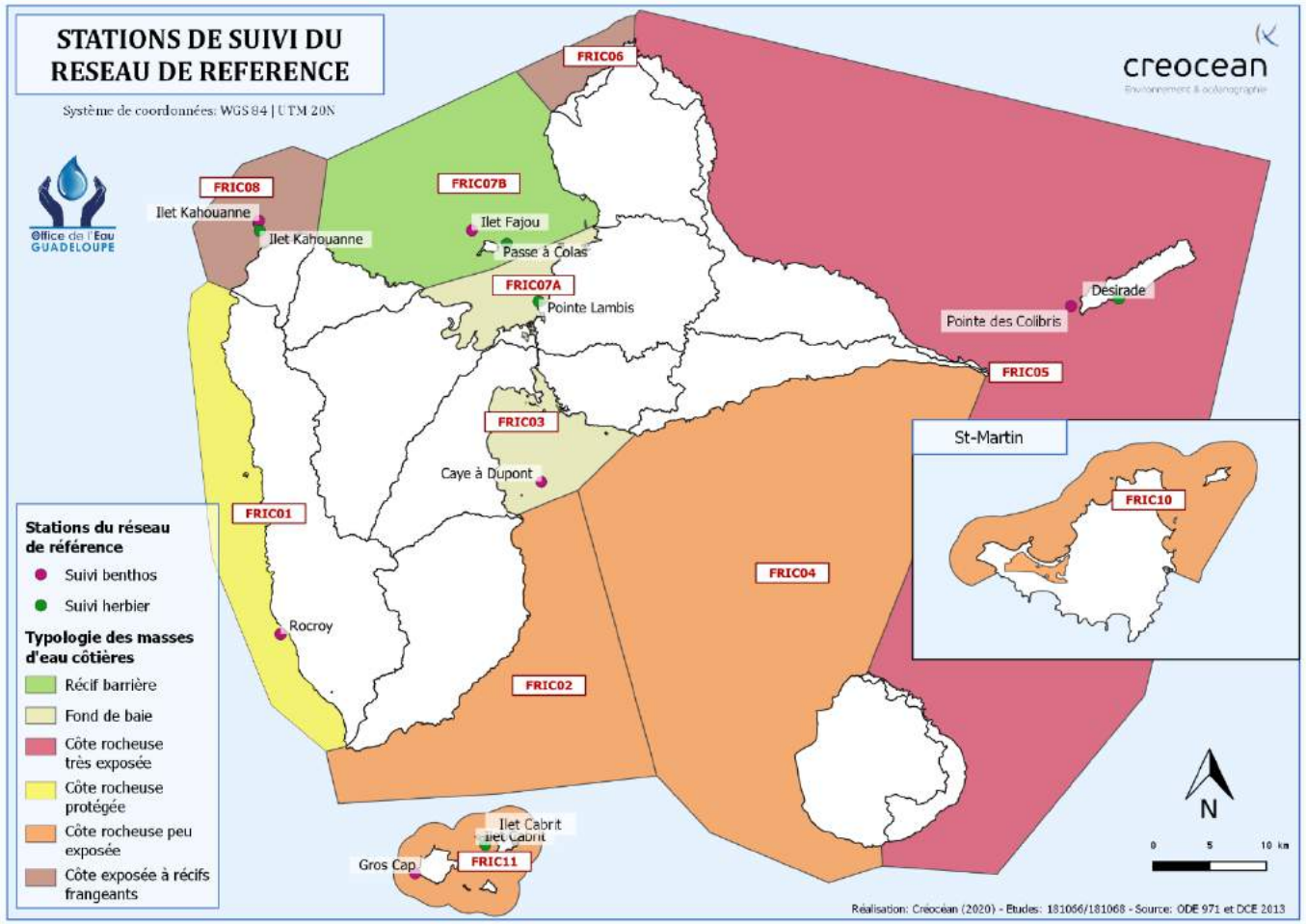


Figure 2.2 : Position des stations du réseau de « référence »

Le réseau de surveillance est composé de **18 stations de surveillance (10 benthos/hydro et 8 herbiers dont 1 herbier/hydro**), soit une station benthos et une station herbier par MEC, excepté pour FRIC01, 02 et 06.

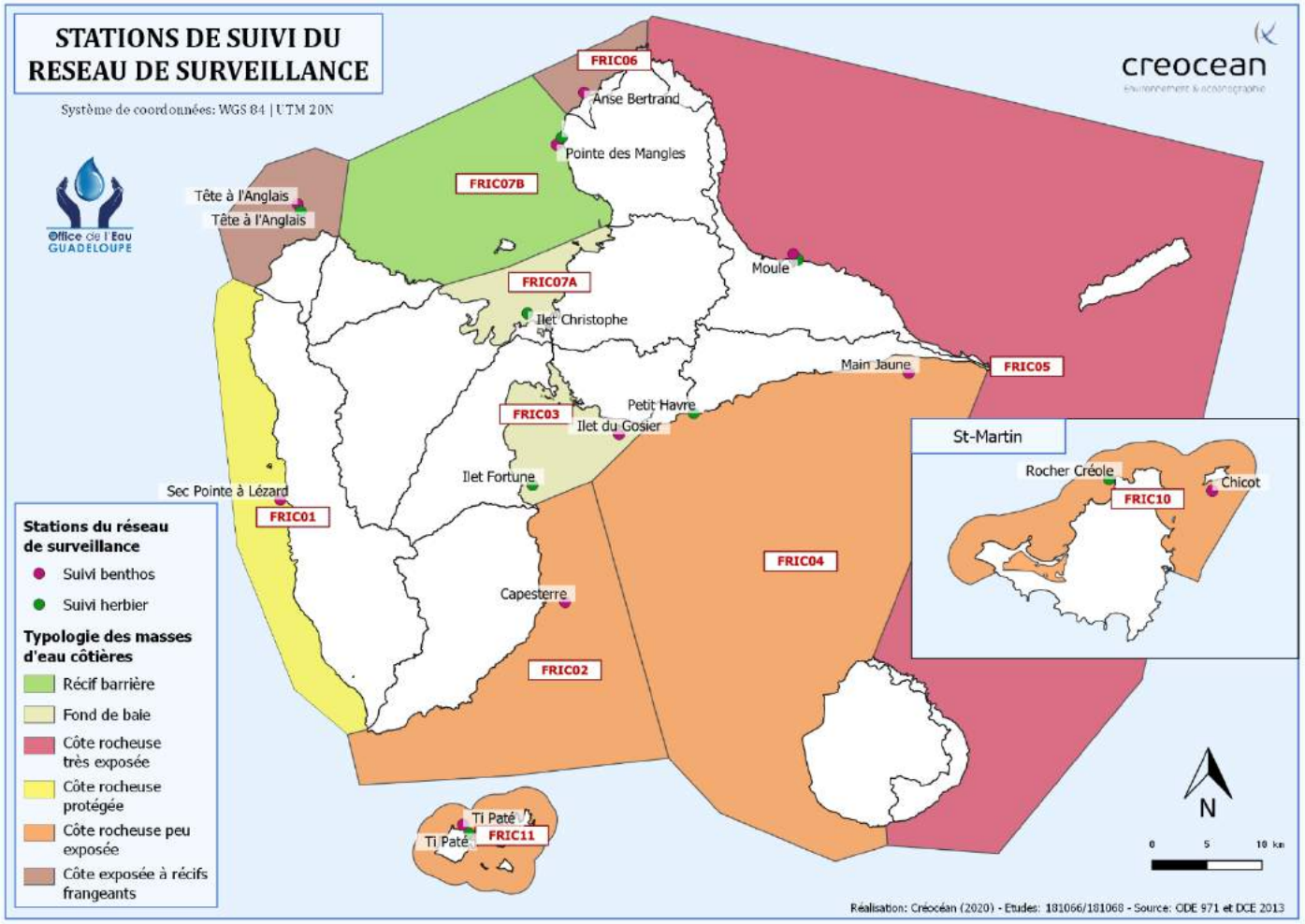


Figure 2.3 : Position des stations du réseau de surveillance

2.2. Paramètres pris en compte et fréquence d'échantillonnage

Les paramètres de suivi et la fréquence d'échantillonnage prévus sur les 18 stations DCE sont présentés dans le Tableau 2.2. Le suivi du **Benthos récifal et des Herbiers** a été réalisé en juin 2020 sur l'ensemble des stations soit **29 stations (16 stations « benthos » et 13 stations « herbiers »)**. Il s'agit de la même période que les précédents suivis réalisés dans le cadre de la DCE sur ces stations. Il est en effet important de conserver la même période de suivi dans un souci de comparabilité des données.

En raison de la crise sanitaire liée à l'épidémie de Covid 19, le planning des campagnes de l'année 2020 a été bouleversé. De même, les mauvaises conditions météo-océaniques couplées à de ponctuelles indisponibilités des moyens nautiques et du personnel en début d'année 2020 ont conduit à reporter certaines sorties. Initialement, il était prévu de réaliser de manière synchrone l'ensemble des mesures concernant le phytoplancton et les paramètres physico-chimiques :

- Sur 1 station par site de référence et 1 station par site de surveillance, et sur la station de référence au large, soit **18 stations** échantillonnées lors de **6 campagnes** de mesure en janvier, mars, mai, juillet, septembre et novembre 2020 (soit 108 échantillons).
- Sur **3 stations** (parmi les 18), lors de **6 campagnes** de mesure supplémentaires en février, avril, juin, août, octobre et décembre 2020 (soit 18 échantillons supplémentaires). Soit au final un échantillonnage mensuel sur ces 3 stations sur la période de suivi. Les stations concernées sont les stations de Caye à Dupont, Gros Cap et Rocroy.

Soit un total de **126 échantillons** prélevés en sub-surface pour le phytoplancton et les paramètres de charge particulaire et d'enrichissement minéral. Les paramètres physico-chimiques généraux font l'objet de 2 mesures sur la colonne d'eau, en surface (0-1m) et au fond (-12 m ou -3 m sur Ilet Christophe), soit un total de **252 mesures** par paramètre prévues pour la période d'étude.

Or, les campagnes de mars et avril 2020 ont dû être en quasi-totalité annulées du fait de la crise sanitaire et du confinement mis en place. En mars 2020, les sorties qui n'avaient pas pu être réalisées en janvier et février ont pu être réalisées en début de mois ; la station de Chicot à Saint-Martin a également pu être échantillonnée au titre de la campagne de mars, avant la phase de confinement liée à l'épidémie. L'échantillonnage sur les autres stations a dû être reporté en mai et juin 2020. Un pas de temps de minimum 3 semaines a été respecté entre les prélèvements de juin sur les stations suivies mensuellement et les prélèvements de la campagne suivante de juillet.

Des contraintes d'ordre météo-océaniques ont par ailleurs contraints à différer l'échantillonnage sur certaines stations (généralement en début de mois suivant) :

En novembre 2019, l'échantillonnage des stations Large, Pointe des Colibris et Main Jaune n'a pas pu être réalisé comme prévu du fait de mauvaises conditions météo-océaniques sur ce secteur exposé. Les prélèvements ont pu être réalisés en février 2020 sur ces stations.

En juillet 2020, les conditions météo-océaniques sur le secteur du Moule ont contraint à reporter l'échantillonnage qui a été réalisé début août sur cette station (le 07/08/20).

Les conditions durant le mois de novembre 2020 n'ont pas permis l'échantillonnage des stations Large, Pointe des Colibris et Main Jaune. Ces sorties ont été reportées début décembre (le 02/12/2020).

Le Tableau 2.1 résume les campagnes d'échantillonnage réalisées sur chaque station en 2020.

Tableau 2.1 : Synthèse des périodes d'échantillonnage physico-chimie/phytoplancton sur les stations DCE en 2020 (surligné en bleu : stations à échantillonnage mensuel)

NB : Un code couleur a été attribué à chaque campagne entre janvier et avril 2020 pour plus de lisibilité des reports réalisés sur les mois suivants.

	Marché 2018_MA_04 – BC2019-01						Marché 2018_MA_04 – BC2020-01					
Stations	**Janv. 2020**	**Févr. 2020**	**Mars 2020**	**Avril 2020**	**Mai 2020**	**Juin 2020**	**Juillet 2020**	**Août 2020**	**Sept. 2020**	**Oct. 2020**	**Nov. 2020**	**Déc. 2020**
Tête à l'Anglais	X					X	X		X		X	
Main Jaune	X	+			X		X		X			X
Ti Pâté	X				X		X		X		X	
Gosier			X			X	X		X		X	
Capesterre	X				X		X		X		X	
Ilet Christophe			X			X	X		X		X	
Sec Pointe à Lézard	X				X		X		X		X	
Pointe des Mangles	X					X	X		X		X	
Anse Bertrand	X					X	X		X		X	
Moule			X			X		X	X		X	
Chicot	X		X				X		X		X	
Ilet Fajou			X			X	X		X		X	
Ilet Kahouanne	X					X	X		X		X	
Caye à Dupont	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X
Gros Cap	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X
Rocroy	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X
Pointe des Colibris	X	+			X		X		X			X
Large	X	+			X		X		X			X

+ : échantillonnage de novembre 2019, reporté en février 2020 – **X** : échantillonnage reporté en début de mois suivant

Tableau 2.2 : Paramètres de suivi et fréquence d'échantillonnage initialement prévus en 2020

Compartiment	Indicateur / Sous-compartiment	Indice / Paramètre	Méthode ou effort d'échantillonnage	Fréquence échantillonnage	Période de campagnes	Nombre de stations concernées	Nombre de mesures
Biologie	Phytoplancton	**1-**Biomasse	Pigments phytoplanctoniques par HPLC (Labo : SAPIGH, Labo Océanologique Villefranche)	- Campagne tous les 2 mois sur 18 stations : C=6	- Janvier, mars, mai, juillet, septembre, novembre 2019	18 (11 surv + 6 réf + 1 témoin) dont 3 suivies mensuellement	126 (+ doublons pour sauvegarde)
		2-Abondance	Analyse d'abondance au microscope (Labo : ASCONIT)	- Campagnes mensuelles sur 3 stations : C=6	- Février, avril, juin, août, octobre, décembre 2019		126
			Analyse d'abondance par cytométrie en flux (Labo : PRECYM)				126 (+ doublons pour sauvegarde)
	Faune et flore benthique invertébrée	**1-**Structure du peuplement benthique (coraux, gorgones, zoanthaires, etc.), identification au genre des coraux et macroalgues	Point intercept (PIT) : tous les 20 cm sur 60 m	1 fois/an	Juin 2019	16	16
		2-Densité en juvéniles	50 cm x 60 m				
		3-Etat de santé général	indice par transect de 10 m				
		4-Informations complémentaires	-				
		5-Densité en Echinides	1 m x 60 m				
		6-Blanchissement corallien	sur la base du relevé PIT				
	Phanérogames	**1-**Composition spécifique en phanérogames (sans notion d'abondance relative)	LIT (3 x 50 m)	1 fois/an	Juin 2019	13	13
		2-Fragmentation (et déchaussement des rhizomes),	LIT (3 x 50 m)				
		3-Composition spécifique en phanérogames et recouvrement	Quadrat (3 x (50 x 50 cm))				
		4-Recouvrement en macroalgues et taxons dominants	Quadrat (3 x (50 x 50 cm))				
		5-Recouvrement en cyanobactéries et substrat associé	Quadrat (3 x (50 x 50 cm)) - Belt (3 x (1 m x 50 m))				
		6-Epibiose	Quadrat (3 x (50 x 50 cm))				
		7-Floraison	Quadrat (3 x (50 x 50 cm))				
		8-Sénéscence, maladies	Quadrat (3 x (50 x 50 cm))				
		9-Coraux	Belt (3 x (1 m x 50 m))				
		10-Oursins (*Lytechinus variegatus, Tripneustes ventricosus, Diadema antillarum*)	Belt (3 x (1 m x 50 m))				
		11-Bioturbation	Belt (3 x (1 m x 50 m))				
		12-Paramètres complémentaires : algues dérivantes, débris de phanérogames, macroalgues épiphytes.	Belt (3 x (1 m x 50 m))				
		13-Substrat	Prélèvement : 3 carottes de sédiments (3 X 100 g)				
		14-Etat de santé général	LIT (3 x 50 m)				
		15-Superficie	Survol aérien et prises de vue photos pour calcul des surfaces	1 fois / plan de gestion	2019 - début 2020	13	13
Hydrologie	Mesures eau *in situ*	**Groupe 1-**Température, Salinité, O_2 dissous	surface (0-1 m) et fond (-1 m)	- Campagne tous les 2 mois sur 18 stations : C=6	- Janvier, mars, mai, juillet, septembre, novembre 2019	18 (11 surv + 6 réf + 1 témoin) dont 3 suivies mensuellement	126
		Groupe 2-Turbidité	surface				
	Prélèvements d'eau puis analyses en laboratoire (IPG)	**Groupe 3-**Nitrate, Nitrite, Ammonium, Orthophosphates, Orthosilicates	surface	- Campagnes mensuelles sur 3 stations : C=6	- Février, avril, juin, août, octobre, décembre 2019		

2.3. Déroulement de l'étude en 2020

La présente étude s'articule en 3 phases :

1- Suivi des paramètres biologiques et physico-chimiques sur les sites DCE conformément aux protocoles DCE définis pour la Guadeloupe et description des résultats.

2- Analyse des jeux de données sur les 6 dernières années, soit de 2015 à 2020 : application des indices et grilles de qualité en cours de réflexion et analyse critique des résultats obtenus, en concertation avec les experts du Comité de Pilotage et l'Office de l'Eau (ODE).

3- Analyse des données sur la base des méthodologies provisoires proposées et agrégation des indices et indicateurs pour évaluation de l'état écologique partiel provisoire des MEC.

1- Dans un 1er temps, les résultats des suivis de janvier à décembre 2020 sont détaillés par élément de qualité et par station.

L'ensemble des données relevées sur le terrain est traité et présenté de manière synthétique pour chaque paramètre et chaque station, sous forme de tableaux de synthèse et de graphes.

L'analyse de ces résultats vise notamment à mettre en évidence :

- Les caractéristiques propres à chaque station,
- Les éventuelles variations géographiques et saisonnières sur ces stations,
- L'état actuel, les causes, l'évolution probable, sur chaque station.

Les données de pluviométrie de Météo-France pour les périodes d'échantillonnage n'ont pu être fournies par le Maître d'Ouvrage (MO) et n'ont donc pas été intégrées à l'analyse et à l'interprétation des données.

2- Dans un 2nd temps, les indices et grilles de qualité faisant actuellement l'objet de réflexions sont testés sur la base des données acquises en Guadeloupe et des règles d'évaluation existantes.

Cette phase vise à tester et/ou à affiner pour la Guadeloupe, l'ensemble des indices, indicateurs et valeurs seuils actuellement en réflexion pour chaque élément de qualité, en concertation avec les experts du Comité de pilotage et le MO.

L'arrêté du 17 octobre 2018 (MTES, 2018b) modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 (MEEDDM, 2010a) et l'arrêté du 27 juillet 2018 (MTES, 2018a) modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 (MEEDDM, 2010b) précisent l'ensemble des éléments de cadrage validés à ce jour. Une réunion de concertation a eu lieu le 20/06/17 (ODE971, ODE 972, Ifremer, Impact-Mer et CREOCEAN) afin de discuter, à l'échelle locale, des principales règles de traitement des données pour l'évaluation. **Le Guide relatif aux règles d'évaluation de l'état des eaux littorales (eaux côtières et eaux de transition) dans le cadre de la DCE (REEL)** établi par le Ministère de la transition Écologique et Solidaire (MTES, 2018c) reprend l'ensemble des règles d'évaluation.

Certaines méritent toutefois encore d'être précisées. Aussi, les règles d'évaluation pour les communautés coralliennes, le phytoplancton et les éléments physico-chimiques, ont fait l'objet d'échanges entre IFREMER, IMPACT-MER et CREOCEAN afin de préciser certaines règles et aboutir à une mise en œuvre commune à la Martinique et la Guadeloupe.

Les conclusions de ces échanges sont détaillées dans 2 notes de synthèse précisant les règles de traitement pour les évaluations DCE pour les Antilles sur la période 2014-2019 pour le phytoplancton et la physico-chimie d'une part et pour les communautés benthiques coralliennes d'autre part (IFREMER, 2020a et IFREMER, 2020b).

Elles devront faire l'objet d'une validation au niveau local et national.

Pour les éléments de qualité phytoplancton et physico-chimiques, le guide REEL précise que **la série à utiliser pour calculer l'état à l'année « n » est constituée des données des 6 dernières années, soit 2015-2020 pour calculer l'état à fin 2020**. L'ensemble des données pour ces paramètres a été bancarisé dans la BD Quadrige 2 via des fichiers Quadrilabo. Une extraction des résultats bancarisés dans Quadrige 2 pour la période 2015-2020 a été réalisée.

Dans un 1er temps, IFREMER, via un script « R », a produit des graphes par station et par paramètre sur la base des données de l'année 2020, en les mettant en regard des moyennes mensuelles des données acquises entre 2015 et 2019. L'objectif étant d'identifier d'éventuelles valeurs « anormales » et de **procéder à la qualification des données bancarisées** (en bonne, douteuse ou fausse). Les graphes issus de cette analyse ont été transmis à CREOCEAN qui a pu les expertiser et identifier les causes des éventuelles anomalies constatées (conditions météo-océaniques particulières le jour du prélèvement pouvant expliquer certaines valeurs, erreur de saisie, etc.).

Dans un 2nd temps, sur la base d'une extraction de Quadrige 2 des données qualifiées en « bon » et des données non qualifiées, le service VIGIES de l'IFREMER a procédé à l'évaluation des éléments de qualités « Phytoplancton » (indices biomasse et abondance) et physico-chimiques via un script « R » (hors nutriments pour lesquels il n'existe pour l'heure aucun élément de cadrage dans les Antilles). Les données bancarisées pour la période considérée (2015-2020) ont donc été mises en regard des grilles de qualité actuellement proposées pour chaque indice, sur la base des règles d'évaluation provisoires. **CREOCEAN a procédé à une analyse critique des résultats de classement obtenus afin de valider leur cohérence vis-à-vis de la réalité terrain et la pertinence des indices et grilles de qualité proposés**.

Pour l'élément de qualité benthos récifal, le guide REEL précise que **la série à utiliser pour calculer l'état à l'année « n » est constituée des données du dernier diagnostic. L'agrégation temporelle pour un diagnostic est réalisée en faisant la moyenne des indices sur 6 années.**

CREOCEAN a procédé à une comparaison de données acquises entre 2015 et 2020 avec les grilles de qualité actuellement proposées sur la base des règles d'évaluation existantes.

L'ensemble des indicateurs, indices, métriques, règles d'agrégation, grilles de qualité et EQR actuellement à l'étude est détaillé à la suite de la présentation des résultats des campagnes de suivi pour chaque élément de qualité.

3- Enfin, les résultats sont analysés sur la base des méthodologies (indices, grilles de qualité) discutées précédemment et validées par le MO. L'agrégation des indices et indicateurs selon les règles d'évaluation existantes permet d'évaluer l'état écologique partiel provisoire des MEC à fin décembre 2020.

L'objectif est **d'actualiser l'état écologique partiel de chaque masse d'eau littorale** sur la base des résultats acquis (paramètres biologiques et physico-chimiques) et de l'état d'avancement de construction des indicateurs et grilles de qualités associées par type de masse d'eau.

3. Résultats pour l'année 2020

Le présent rapport de synthèse concerne la période janvier-décembre 2020. Sur cette période, le suivi physico-chimique et biologique (phytoplancton) des masses d'eau est mensuel sur 3 des 18 stations, tous les 2 mois sur les autres. Le suivi biologique (benthos récifal et herbiers de phanérogame) a été réalisé lors d'une unique campagne lors du mois de juin.

Les résultats concernant les différents éléments de qualité échantillonnés entre janvier et décembre 2020 sont présentés ci-après, à savoir :

- **Pour les paramètres biologiques : le phytoplancton** (pour cause de confinement, 10 campagnes mensuelles au lieu de 12 sur 3 stations et 5 à 6 campagnes sur les 15 autres stations) et **le benthos récifal et les herbiers** (1 campagne unique sur 29 stations) ;
- **Les paramètres physico-chimiques** (relevés synchrones à ceux du phytoplancton).

3.1. Déroulement des campagnes de suivi en 2020

Les campagnes de prélèvements hydrologiques (et phytoplancton) ont été réalisées aux périodes suivantes :

Tableau 3.1 : Résumé des dates de campagnes d'échantillonnage physico-chimie/phytoplancton réalisées

Campagnes	Période	Nombre de stations concernées
Camp. Janvier 2020	Du 22 janvier au 5 mars	18 (Ilet Gosier, Ilet Christophe, Ilet Fajou et Le Moule échantillonnées début mars)
Camp. Février 2020	Du 28 février au 4 mars	3 (Main Jaune, Pointe des Colibris, Large du mois de novembre 2019, décalés à cause de la météo) + 3 (camp. de février sur les 3 stations mensuelles décalée début
Camp. Mars 2020	Le 12 mars puis reportée du 19 mai au 8 juin	1 (seul Chicot a été échantillonné en mars. Les autres stations ont été échantillonnées après le déconfinement entre mai et juin)
Camp. Avril 2020	Non effectuée à cause du confinement (reportée du 23 au 24 juin)	0
Camp. Mai 2020	Non effectuée, campagne de mars reportée du 19 mai au 8 juin	17
Camp. Juin 2020	Non effectuée, campagne d'avril reportée du 23 au 24 juin	3
Camp. Juillet 2020	Du 3 juillet au 6 août	18 (Le Moule, échantillonnée début août à cause des conditions météorologiques)
Camp. Août 2020	Du 7 au 11 août	3
Camp. Septembre 2020	Du 1 au 15 septembre	18
Camp. Octobre 2020	Du 21 au 22 octobre	3
Camp. Novembre 2020	Du 10 nov. au 2 déc.	18 (Main Jaune, Pointe des Colibris et Large échantillonnées à cause des
Camp. Décembre 2020	Du 8 au 9 déc.	3

Toutes les stations ont été échantillonnées. Les moyens d'accès à la mer ont été fournis par la Direction de la Mer (excepté pour les stations de Main Jaune, Pointe des Colibris, Large et de Chicot à Saint-Martin).

De mauvaises conditions météo-océaniques en février, juillet et novembre 2020 ont contraint à faire déborder ces campagnes sur le mois suivant. Un pas de temps de minimum 3 semaines a ensuite été respecté entre ces prélèvements et les prélèvements de la campagne suivante.

Les conditions de mer ont également perturbé le planning des prélèvements du mois de novembre 2019 sur les stations exposées de l'est de la Grande Terre (Large, Pointe des Colibris et Maine Jaune). L'échantillonnage des stations **de Main Jaune, Pointe des Colibris et Large n'a pas pu être réalisé au mois de novembre 2019** comme initialement prévu et a dû être **différé en février 2020**. Les **résultats correspondants sont ainsi intégrés dans ce rapport de synthèse relatif à l'année 2020.**

L'activité biologique varie sensiblement au cours de la journée. Elle joue donc un rôle important dans la variation des caractéristiques physico-chimiques de l'eau. D'autre part, la température varie également au cours de la journée. Ainsi, dans la mesure du possible, toutes les données ont été collectées à heure fixe, généralement entre 7h30 et 11h00, de manière à disposer de résultats inter-comparables d'une part entre différentes stations, et d'autre part entre les différentes campagnes réalisées au cours de l'année. Les dates/heures des prélèvements réalisés et le contexte météorologique des campagnes sont présentées en Annexe des rapports intermédiaires correspondants aux campagnes.

La campagne de suivi des peuplements benthiques a été réalisée en plongée sous-marine sur **l'ensemble des stations** entre le 3 et le 25 juin 2020. Les stations coralliennes sont implantées de manière pérenne (le long des transects installés lors du précédent suivi lorsque ceux-ci étaient encore en place) entre 8 et 15 mètres de profondeur sur des zones rocheuses coralliennes ou sur des pentes externes récifales (Pointe des Mangles).

3.2. Résultats des campagnes de mesures biologiques

3.2.1. Le phytoplancton

Dans le cadre de la présente étude, cet élément de qualité biologique est caractérisé en termes de :

- Concentration en pigments chlorophylliens. **L'indice « Biomasse » est calculé uniquement à partir des données de concentrations en chlorophylle a.**
- Abondance des taxons de micro-phytoplancton. **L'indice « Abondance » prend en compte le % d'échantillons avec des taxons dont l'abondance est supérieure au seuil caractérisant un bloom.**
- Abondance des grands groupes de pico et nano-phytoplancton. Cette dernière ne se traduit pour le moment pas en indice et n'entre pas dans la construction de l'indicateur.

3.2.1.1. Biomasse chlorophyllienne : analyse de la concentration en chlorophylle a et autres pigments chlorophylliens par HPLC

La procédure de filtration des échantillons a été réalisée à l'Institut Pasteur de Guadeloupe par le personnel de CREOCEAN. Celle-ci est intervenue dans les 8h suivant le prélèvement pour chacun des échantillons.

Les prélèvements ont été réalisés en doublon, conformément au CCTP. Ces doublons constitueront une sauvegarde en cas de problème lors du transport et seront conservés jusqu'à la fin de la prestation.

Les volumes filtrés varient de 1 litre (Ilet Christophe, campagne de mars 2020) à 2 litres en fonction de la charge particulaire des échantillons. Les filtres pliés ont immédiatement été stockés dans des cryotubes préalablement étiquetés puis plongés dans de l'azote liquide, puis conservés à -80°C. Les analyses sont réalisées par le **Service d'Analyse de Pigments par HPLC (chromatographie en phase liquide à haute performance) du Laboratoire d'Océanographie de Villefranche (SAPIGH)**.

Un envoi express sous carboglace des échantillons de janvier à juin 2020 a été réalisé le 30 juin 2020 et un 2nd envoi des échantillons de juillet à décembre 2020 a été réalisé le 5 janvier 2021. Parallèlement, les fichiers de suivi des échantillons ont été transmis au laboratoire d'analyse.

Figure 3.1 : Illustration de la phase de filtration des échantillons en laboratoire

Les analyses ont permis de quantifier les différents pigments chlorophylliens dans les échantillons. **La concentration en chlorophylle a est la somme des concentrations en chlorophylle a, chlorophyllide a et divinyl chlorophylle a.** Elle indique la productivité phytoplanctonique à l'échelle des stations.

Remarque préliminaire

Le laboratoire nous a signalé un chromatogramme anormal pour l'échantillon de Chicot du 12/03/20. Le chromatogramme ne donnait pratiquement aucun pigment identifiable, les pics et les spectres d'absorption ne correspondant pas à des pigments. Après vérification des fiches de traçabilité, il n'y a priori pas eu de problèmes d'échantillonnage ou de stockage concernant cet échantillon. Celui-ci provient de Saint-Martin, aussi, le délai entre le prélèvement et la filtration est généralement plus long que pour les autres échantillons. Toutefois, le filtre obtenu après filtration a été immédiatement plongé dans l'azote liquide avant stockage à -80°C. Aucune hypothèse n'a pu être émise concernant l'origine de ce problème. L'envoi de l'échantillon conservé en doublon pour analyse lors du prochain envoi de cryotubes pourrait être envisagé bien que les conditions de traitement des 2 échantillons aient été similaires.

Variations annuelles (sur les 3 stations suivies mensuellement)

En 2020, les stations Caye à Dupont, Rocroy et Gros Cap ont fait l'objet d'une campagne par mois excepté en février et avril 2020.

Les valeurs de productivité moyenne (concentration en chlorophylle a) sur les 3 stations échantillonnées mensuellement sont comprises entre 0,17 µg/l en mars et mai et 0,42 µg/l en novembre (Figure 3.2).

Lors des années précédentes (de 2016 à 2019), les concentrations moyennes présentaient globalement le même ordre de grandeur (valeurs comprises entre 0,15 µg/l en février 2017 et 0,43 µg/l en mai 2016) (CREOCEAN, 2020b, 2019a, 2018a, 2017a et 2017b). Les valeurs moyennes minimales étaient globalement relevées en février et mars (2016-2018) mais aussi en août 2019. Les valeurs maximales étaient enregistrées en avril ou mai (et septembre en 2019). A noter toutefois l'absence de données entre juillet et octobre pour l'année 2018.

L'évolution de la concentration en chlorophylle a suit l'évolution de la concentration en pigments totaux qui varie de 0,30 µg/l en mars 2020 à 0,77 µg/l en juin et novembre 2020.

Compte tenu de la variabilité élevée des concentrations selon les stations et du faible nombre de stations échantillonnées mensuellement, il est difficile de conclure quant à une éventuelle variation saisonnière, d'autant plus en l'absence de données en février et avril.

En regardant la concentration moyenne mensuelle sur les 3 stations, une baisse de productivité semble intervenir en mars et mai ; les plus faibles concentrations sont en fait observées en janvier et mai sur la station de Caye à Dupont, en septembre et octobre sur la station de Gros Cap et en janvier et mars sur Rocroy. Le pic de concentration moyenne observé en septembre est bien lié à des concentrations plus élevées sur l'année pour les stations de Caye à Dupont et Rocroy. Ce n'est toutefois pas le cas pour Gros Cap où la concentration la plus élevée est relevée en janvier.

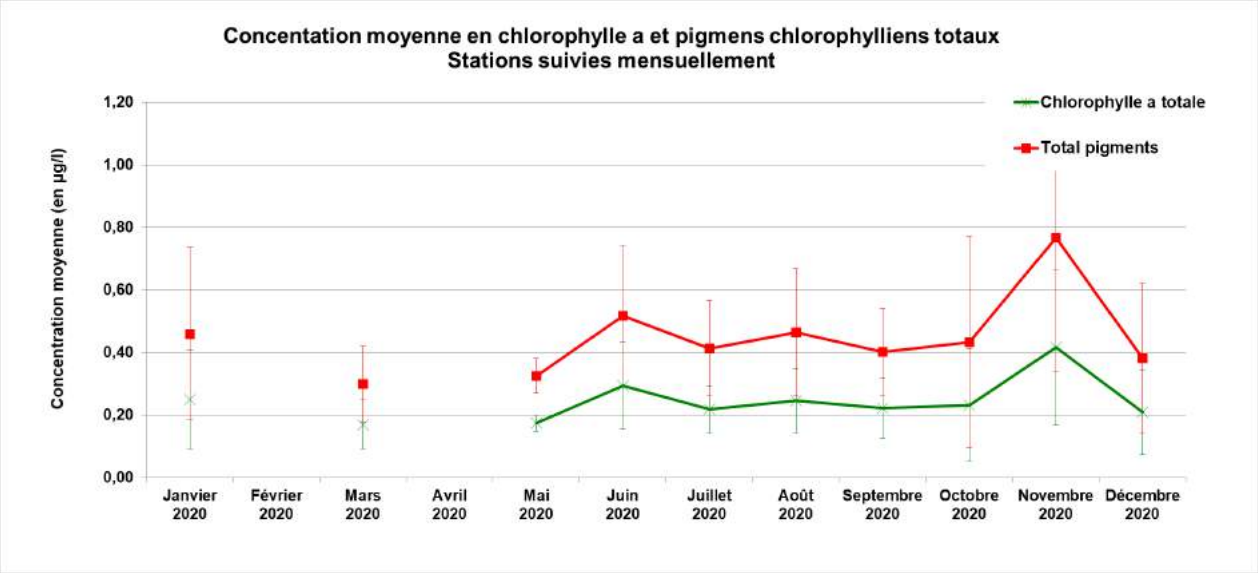


Figure 3.2 : Concentrations mensuelles moyennes en chlorophylle a et en pigments chlorophylliens totaux (n = 3 stations)

Concentration en pigments chlorophylliens sur l'ensemble des stations

La Figure 3.3 présente pour l'ensemble des stations, les concentrations des 3 pigments les plus représentés dans les échantillons à savoir la **chlorophylle a totale** (chl. a + chlorophyllide a + divinyl chl. a), la **fucoxanthine** et la **zeaxanthine**, ainsi que les concentrations des **autres pigments chlorophylliens**. Cette dernière catégorie comprend les pigments suivants : Chlorophyll c3, Chlorophyll c1+c2, Peridinin, Phaeophorbide_a, 19'-Butanoyloxyfucoxanthin, Neoxanthin, Prasinoxanthin, Violaxanthin , 19'-Hexanoyloxyfucoxanthin, Diadinoxanthin, Antheraxanthin, Alloxanthin, Diatoxanthin, Lutein, Bacteriochlorophyll a, TChlb, Phaeophytin_a et Sum Carotenes. Un pigment supplémentaire est inclus dans les analyses depuis mai 2019 : Myxoxanthophyll.

Si l'on exclut l'échantillon de Chicot de mars 2020 dont le chromatogramme était anormal :

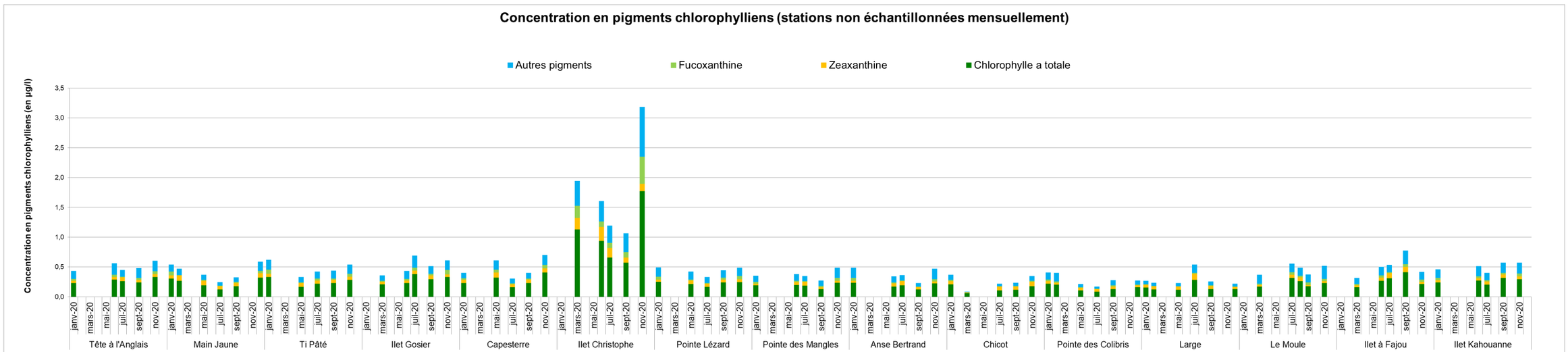
Les concentrations en pigments totaux sont comprises entre 0,17 µg/l (Pointe des Colibris, juillet 2020) et 3,18 µg/l (Ilet Christophe, novembre 2020) mais les valeurs sont globalement inférieures à 1 µg/l. Comme lors des précédents suivis, la station de l'Ilet Christophe présente des concentrations en pigments sensiblement plus élevées que les autres (1,80 µg/l en moyenne sur les 5 campagnes). En novembre 2016, une concentration en pigments totaux maximale de 4,51 µg/l avait été relevée sur cette station. A l'inverse, les stations Pointe des Colibris et Large présentent, comme lors des précédents suivis pour cette dernière, les concentrations les plus faibles (0,29 µg/l en moyenne sur les 5 campagnes réalisées sur cette station). Ce résultat peut s'expliquer par le caractère océanique de ces stations, notamment la station située au large de la Désirade, loin de toute source d'enrichissement d'origine anthropique. Cette station possède donc les caractéristiques oligotrophes propres aux eaux océaniques des Petites Antilles. La station de Chicot à Saint-Martin présente également des concentrations en pigments relativement basses (0,29 µg/l en moyenne, hors campagne de mars 2020).

La chlorophylle a est le pigment majoritaire sur l'ensemble des campagnes, avec des concentrations variant de 0,08 µg/l (Pointe des Colibris, juillet 2020) à 1,77 µg/l (Ilet Christophe, novembre 2020). Entre 2016 et 2019, les concentrations maximales étaient également atteintes sur la station de l'Ilet Christophe (valeur maximale de 2,54 µg/l en novembre 2016). Cette dernière station présente des concentrations sensiblement supérieures aux autres stations. Ces résultats confirment le statut particulier de cette station de fond de baie : située dans le GCSM et également située à proximité d'une zone de mangrove, elle est soumise, par sa situation, à l'influence du bassin versant via les nombreuses rivières se déversant sur le secteur. Sa profondeur est par ailleurs inférieure à celle des autres stations (-3 m) et le renouvellement des eaux y est faible. L'analyse des paramètres physico-chimiques met régulièrement

en évidence sur cette station des dessalures marquées en surface, des valeurs de turbidité et des concentrations en éléments azotés ponctuellement élevées. Cette influence est d'autant plus marquée en saison des pluies. La productivité phytoplanctonique élevée sur cette station est à mettre en lien avec ces éléments et les caractéristiques de la station. Les autres stations de fond de baie Caye à Dupont et Ilet Gosier, d'une profondeur de 12 m, bénéficient d'un meilleur renouvellement des eaux. La station de Caye à Dupont présente toutefois la concentration moyenne en pigments la plus élevée après Ilet Christophe. La station a notamment présenté en octobre 2020 une concentration en pigments et plus particulièrement en chlorophylle a relativement élevée (respectivement 0,82 et 0,44 µg/l).

Les concentrations en chlorophylle a en 2020 ne dépassent pas le seuil provisoire de bon état (0,6 µg/l), excepté sur Ilet Christophe lors de 4 campagnes sur 5 (état moyen voire médiocre en novembre).

Les pigments **Fucoxanthine**, caractérisant les diatomées, et **Zeaxanthine**, typique des cyanobactéries (Goffart, 2013) sont ensuite généralement les plus abondants. Sur l'ensemble des stations, leur concentration est faible en comparaison de la concentration en chlorophylle a. La dominance de Zeaxanthine sur la station de Pointe des Colibris ou de Fucoxanthine sur la station de Main Jaune, observée lors des campagnes de mars à septembre 2016, n'a plus été constatée. Sur la station de l'Ilet Christophe, ces 2 pigments étaient particulièrement bien représentés en 2016 et 2017 (ils étaient dominants en septembre 2016) ; en novembre 2020, la fucoxanthine, caractéristique des diatomées est retrouvée en abondance relativement élevée (0,45 µg/l).



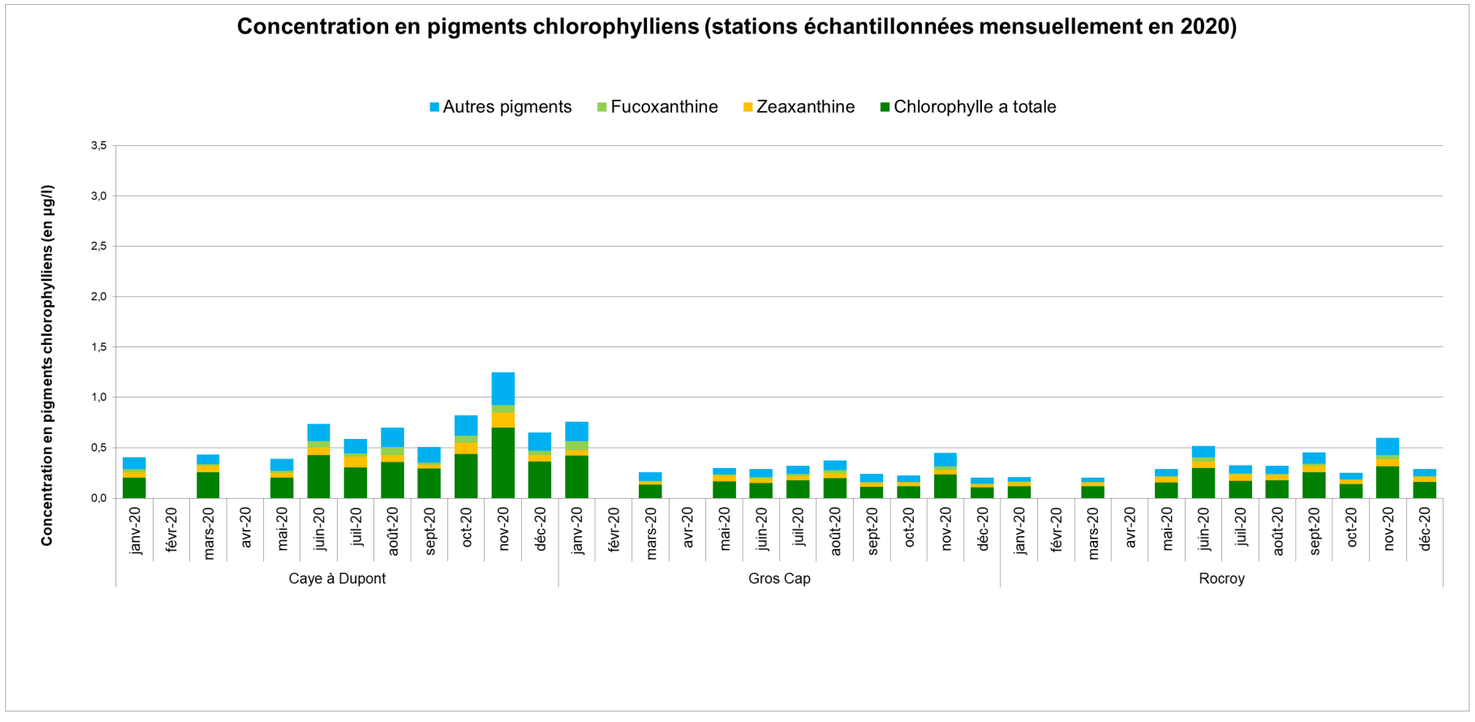


Figure 3.3 : Concentrations en pigments chlorophylliens mesurées sur les stations DCE entre janvier et décembre 2020

3.2.1.2. Abondance phytoplanctonique

L'abondance phytoplanctonique est actuellement prise en compte par l'analyse des composants du micro-phytoplancton au microscope optique et l'analyse des composants du nano et pico-phytoplancton par cytométrie en flux. Seule l'abondance du micro-phytoplancton est actuellement prise en compte dans la construction de l'indicateur phytoplancton en Guadeloupe.

3.2.1.2.1. Micro-phytoplancton

Les déterminations et comptages au microscope inversé des échantillons de micro-phytoplancton (eau brute + conservateur : lugol) ont été réalisées par Sylvain Coulon, expert indépendant spécialiste du phytoplancton marin des Antilles-Guyane (devenu société Ikosistama depuis février 2020). Pour l'identification des espèces, la méthodologie d'observation et de dénombrement utilisée est la "**flore totale**".

Conformément aux préconisation d'IFREMER (Observation et dénombrement du phytoplancton marin par microscopie optique – Spécifications techniques et méthodologiques appliquées au REPHY – Version 2 – Février 2020 – Nadine Neaud Masson, 2020), les cellules du micro-phytoplancton déterminées et dénombrées comprennent :

- **Toutes les cellules phytoplanctoniques de taille supérieure à 20 µm ;**
- **Les cellules dont la taille est inférieure mais qui sont en chaîne ou en colonie ;**
- **Les cellules dont la taille est inférieure quand elles sont potentiellement toxiques ou qu'elles présentent de fortes abondances (>100 000 cellules/l).**

Au cours des comptages, les cellules algales de taille inférieure à 20 µm (hors colonies) ont également été recensées lorsque leurs caractéristiques permettaient de les identifier facilement. Ces catégories ont été bancarisées dans la base de données Quadrige 2 mais ne faisant pas partie du micro-phytoplancton, elles n'ont pas été intégrées ni dans l'analyse des résultats ci-dessous ni dans le calcul de l'indice d'abondance.

Les individus dénombrés sont soit des cellules isolées, soit des colonies. Dans ce dernier cas, le nombre de cellules composant la colonie a été pris en compte afin d'obtenir une densité de cellules/l (et non d'individus/l). C'est le cas de certaines diatomées ou de quelques cyanophycées, majoritairement filamenteuses.

L'ensemble de ces points a été confirmé par IFREMER (N. Neaud Masson, com. pers. du 11/05/17).

Les organismes du micro-phytoplancton sont classés en 3 catégories dans l'analyse ci-dessous :

- Les Bacillariophycées (Diatomées) ;
- Les Dinophycées ;
- Autres groupes : cette dernière catégorie comprend toutes les autres micro-algues de taille > 20 µm, les autres algues < 20 µm formant colonies, les autres algues < 20 µm toxiques et les autres algues < 20 µm présentes en abondance (Chlorophycées, Cryptophycées, Cyanophycées,etc.).

La liste de l'ensemble des taxons de micro-phytoplancton observés est présentée en Annexe 2.

Richesse spécifique et abondances relatives en termes de taxons

La richesse spécifique (nombre de taxons par peuplement) sur chaque station est présentée ci-dessous par campagne pour 2020 (campagnes de janvier à décembre) (Tableau 3.2).

Les richesses spécifiques sur la période d'échantillonnage sont comprises entre 14 taxons (station Ilet Gosier en juin 2020 et Rocroy en octobre 2020) et 49 taxons (station Tête à l'Anglais en juillet 2020 et Caye à Dupont en août 2020). Sur la période d'étude, ce sont 270 taxons au total qui ont été recensés, dont 230 pour le micro-phytoplancton pris en compte dans les analyses ci-dessous et pour l'indice abondance.

La richesse spécifique moyenne par station sur la période d'étude est comprise entre 25 (Large) et 39 taxons (Tête à L'Anglais). Pour les campagnes concernant le maximum de sites, la campagne de novembre 2020 montre la richesse spécifique moyenne la plus importante (37 taxons) ; la campagne d'octobre 2020 présente la richesse spécifique moyenne la plus faible (environ 20 taxons), il s'agit d'une campagne de prélèvements pour 3 sites.

Tableau 3.2 : Richesse spécifique du micro-phytoplancton (nombre de taxons observés) sur les stations DCE lors des campagnes de 2020 (n = 4 à 10 campagnes selon les sites)

Richesses spécifiques													
Stations / Campagnes	2020												Moyenne/ station
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	
Tête à l'Anglais	45			pas de prélèvements		27	49		41		35		39
Main Jaune	40	17			29		30		26			31	29
Ti Pâté	34				26		45		25		40		34
Ilet Gosier			21			14	38		26		38		27
Capesterre	39				42		32		29		34		35
Ilet Christophe			31			22	38		30				30
Pointe Lézard	40				26		22		36		36		32
Pointe des Mangles	35					41	20		34		41		34
Anse Bertrand	31					34	28		23		41		31
Le Moule			29			42		44	32		36		37
Chicot	38		27				17		21		25		26
Ilet à Fajou			37			38	26		38		45		37
Ilet Kahouanne	26					36	31		34		30		31
Caye à Dupont	29		21		28	26	38	49	24	29	33	36	31
Gros Cap	39		33		27	23	36	46	26	18	42	16	31
Rocroy	33		29		33	44	24	26	28	14	48	31	31
Pointe des Colibris		27			34		27		31			23	28
Large	17	23			32		36		23			20	25
Moyenne/campagne	34,3	22,3	28,5		30,8	31,5	31,6	41,3	29,3	20,3	37,4	26,2	

La Figure 3.4 présente les proportions relatives moyennes des différents groupes phytoplanctoniques sur chaque station. **Les Bacillariophycées (Diatomées) dominent les peuplements en termes de nombre de taxons** sur l'ensemble des stations. Elles représentent en moyenne de 56% (station Ilet Christophe) à 76% des taxons observés (station Pointe Lézard). Les **Dinophycées**, groupe sub-dominant, correspondent à 24 à 43% des taxons en moyenne selon les stations. Les Chlorophycées et les Cyanophycées sont incluses dans la catégorie « Autres groupes » mais sont, quoi qu'il en soit, soit absentes des peuplements soit très peu présentes (pour ces groupes, une grande majorité des taxons répertoriés n'est pas prise en compte dans l'interprétation des résultats : recommandations IFREMER des taxons à prendre en compte comme faisant partie intégrante du micro-phytoplancton).

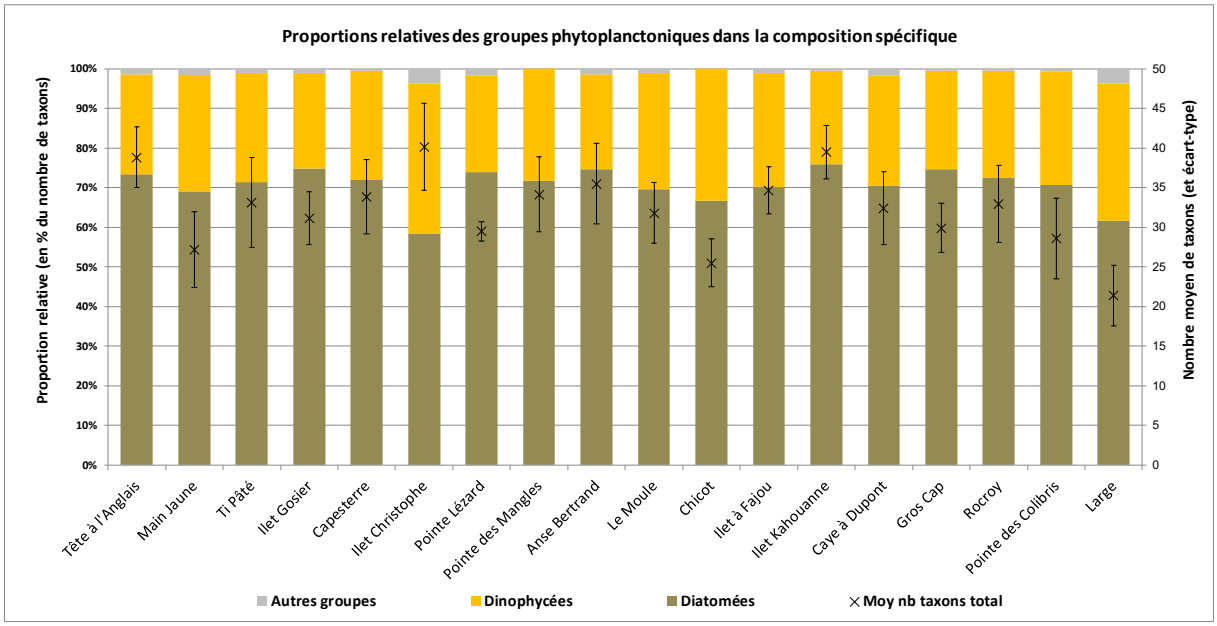


Figure 3.4 : Proportion moyenne des différents groupes phytoplanctoniques en termes de richesse spécifique sur les stations DCE (n = 4 à 10 campagnes selon les stations) et nombre moyen de taxons.

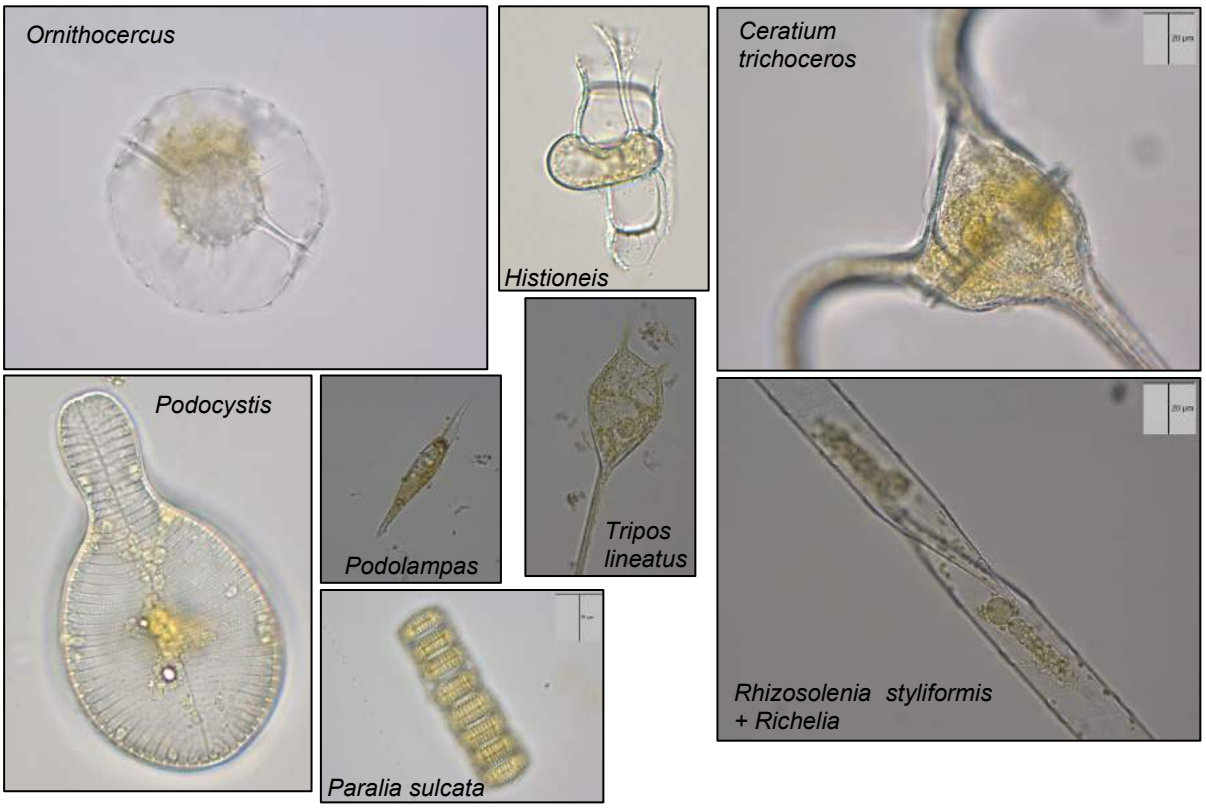


Figure 3.5 : Illustrations des taxons de micro-phytoplancton observés dans les échantillons de 2020 (© photos : S. Coulon)

Densités cellulaires

Variations annuelles (sur les 3 stations suivies mensuellement)

La Figure 3.6 présente les densités cellulaires moyennes (nombre de cellules/litre) des principaux groupes micro-phytoplanctoniques et du micro-phytoplancton total sur les 3 stations suivies mensuellement (Caye à Dupont, Gros Cap et Rocroy ; pas de prélèvements en février et avril 2020).

La **campagne du mois de novembre 2020** est caractérisée par la plus forte abondance de micro-phytoplancton : elle **présente la densité cellulaire la plus élevée sur l'ensemble des campagnes** avec une moyenne de 57 829 cellules/l sur les 3 stations. Juin et juillet 2020 sont ensuite les campagnes pour lesquelles les abondances sont également importantes (> 50 000 cellules/litre en moyenne).

A l'inverse, **l'abondance la plus faible est relevée en mars 2020** (10 958 cellules/l). Ces observations sont globalement cohérentes par rapport aux résultats d'analyse des pigments chlorophylliens ; la productivité maximale avait toutefois été observée en mai 2016 pour ces derniers, et dans une moindre mesure en avril 2016.

Tout comme en 2017, 2018 et 2019, les **Diatomées dominent très largement les peuplements** de l'ensemble des campagnes.

Les abondances des Dinophycées sont globalement constantes au cours de la période de suivi ; elles sont toutefois plus faibles en janvier et mars 2020 et maximum en novembre 2020.

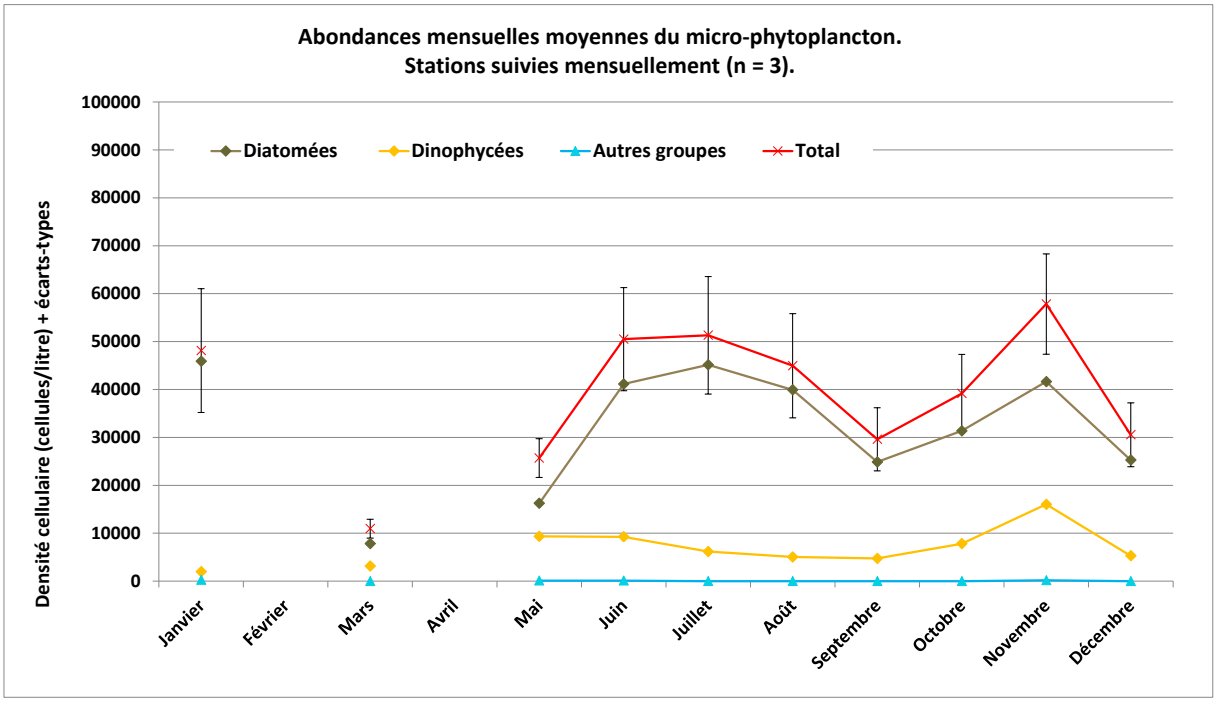


Figure 3.6 : Abondance mensuelle moyenne du micro-phytoplancton total et des principaux groupes sur les stations suivies mensuellement (n = 3)

Abondance du micro-phytoplancton sur l'ensemble des stations

Les densités cellulaires calculées pour chaque station lors de chaque campagne (janvier 2020 à décembre 2020) ainsi que les répartitions entre les principaux groupes de micro-phytoplancton sont présentées sur les Figure 3.7, Figure 3.8 et Figure 3.9.

Les densités cellulaires totales sont comprises entre 4 885 cellules/l (Large, janvier 2020) et 337 312 cellules/l (Ilet Christophe, mars 2020).

La station de l'Ilet Christophe présente globalement les densités cellulaires les plus élevées (densité cellulaire moyenne sur l'ensemble des campagnes : 161 501 cellules/l). A l'inverse, les **densités cellulaires les plus faibles sont observées sur la station Chicot** (valeur moyenne sur l'ensemble des campagnes : 17 909 cellules/l).

Sur les stations qui n'ont pas été prospectées mensuellement, les campagnes les plus productives semblent être celles des mois de **septembre** et **novembre 2020** (densités cellulaires maximales pour cette campagne sur 9 stations). Cette observation rejoint le constat réalisé lors de l'analyse des variations temporelles sur les stations échantillonnées mensuellement : sur une grande majorité des sites, les abondances sont relativement élevées en début d'année 2020 (janvier) puis semblent montrer un creux lors de la période « sèche » (carême) avant de remonter à partir de juin-juillet 2020 et d'atteindre des maximas de densités cellulaires en fin d'année 2020.

Sur les 3 stations prospectées tous les mois, on observe des **abondances plus importantes lors des campagnes de juin-juillet 2020 puis en fin d'année (novembre-décembre 2020).** Au contraire, les densités cellulaires sont les plus faibles pour mars 2020.

Globalement, le groupe des Diatomées est dominant sur la majorité des stations. Les taxons les plus représentés sont le complexe *Ceratoneis closterium* + *Nitzschia longissima*, les taxons du genre *Pseudo-nitzschia* ainsi que des espèces des genres *Chaetoceros*, *Rhizosolenia*, *Thalassionema* et *Thalassiosira*.

Le groupe sub-dominant est le groupe des **Dinophycées**, présent sur toutes les stations et particulièrement bien représenté dans les peuplements de la station **Ilet Christophe**, ainsi que ponctuellement, par exemple en juin sur la station **Pointe des Mangles** et en juillet sur la station **Pointe des Colibris**. Elles sont représentées principalement par *Gymnodinium*, *Gyrodinium, Heterocapsa* et *Scrippsiella.*

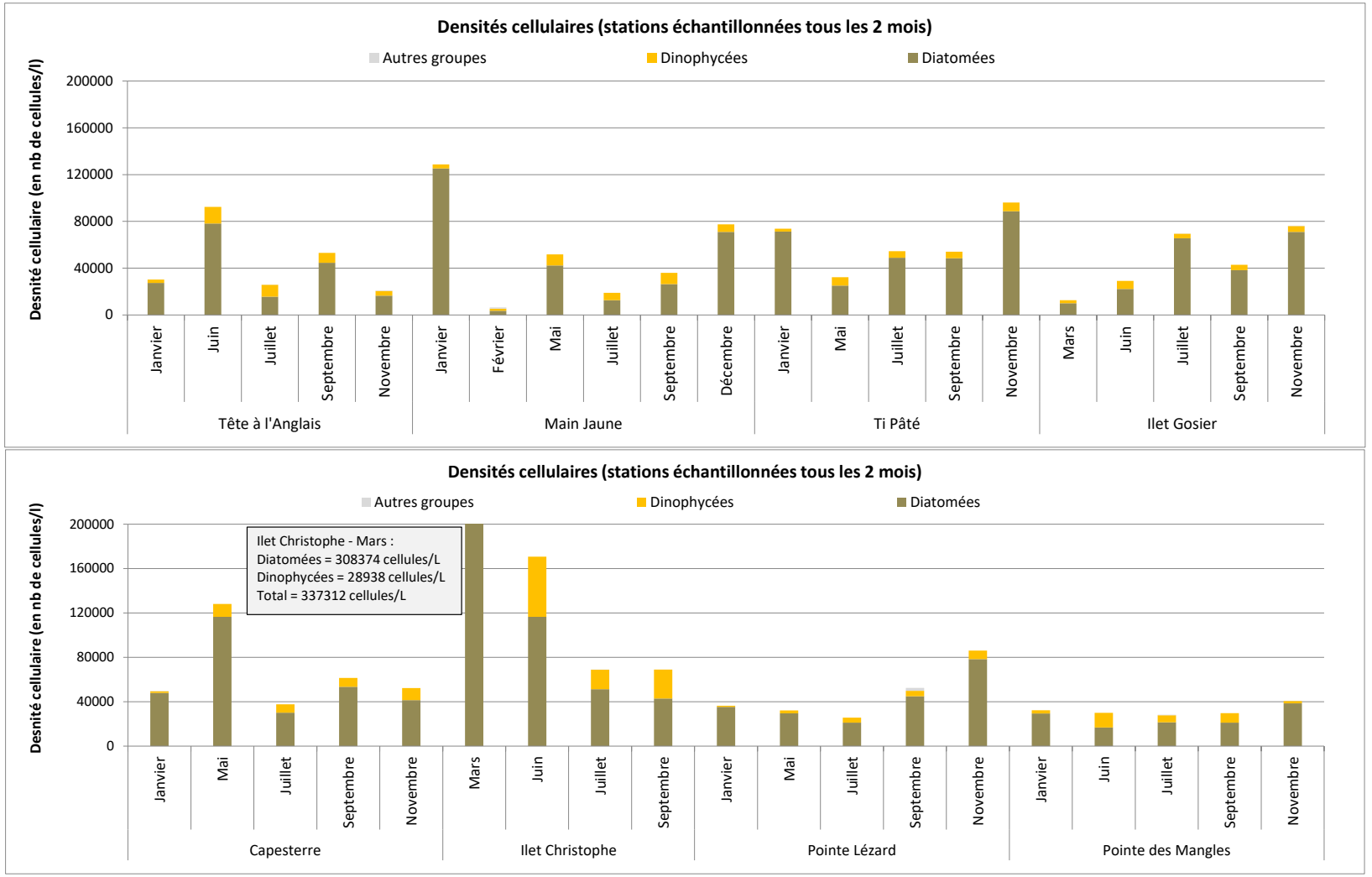


Figure 3.7 : Densités cellulaires (nb cellules/l) sur les stations DCE échantillonnées tous les 2 mois en 2020

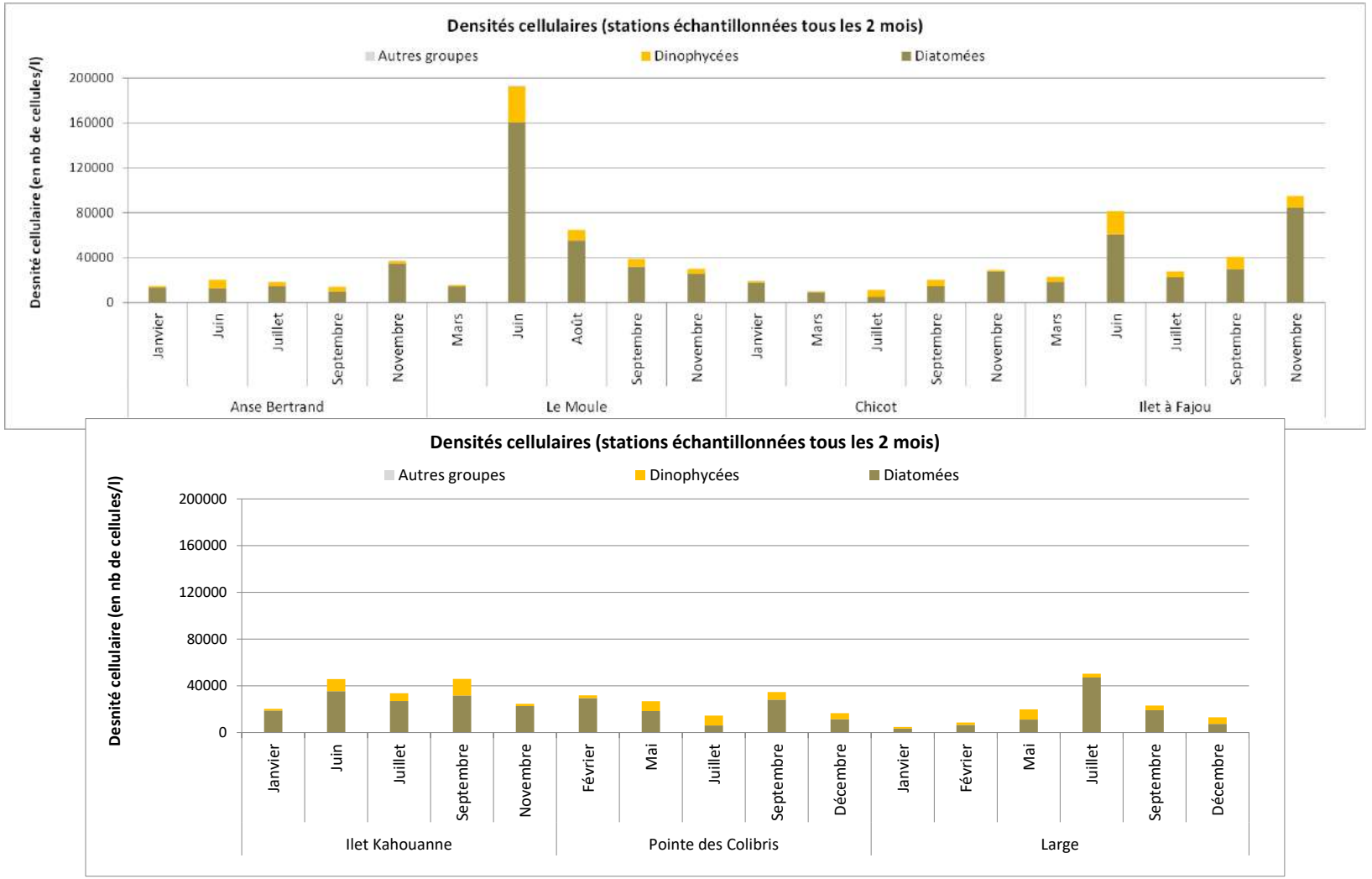


Figure 3.8 : Densités cellulaires (nb cellules/l) sur les stations DCE échantillonnées tous les 2 mois en 2020 (suite)

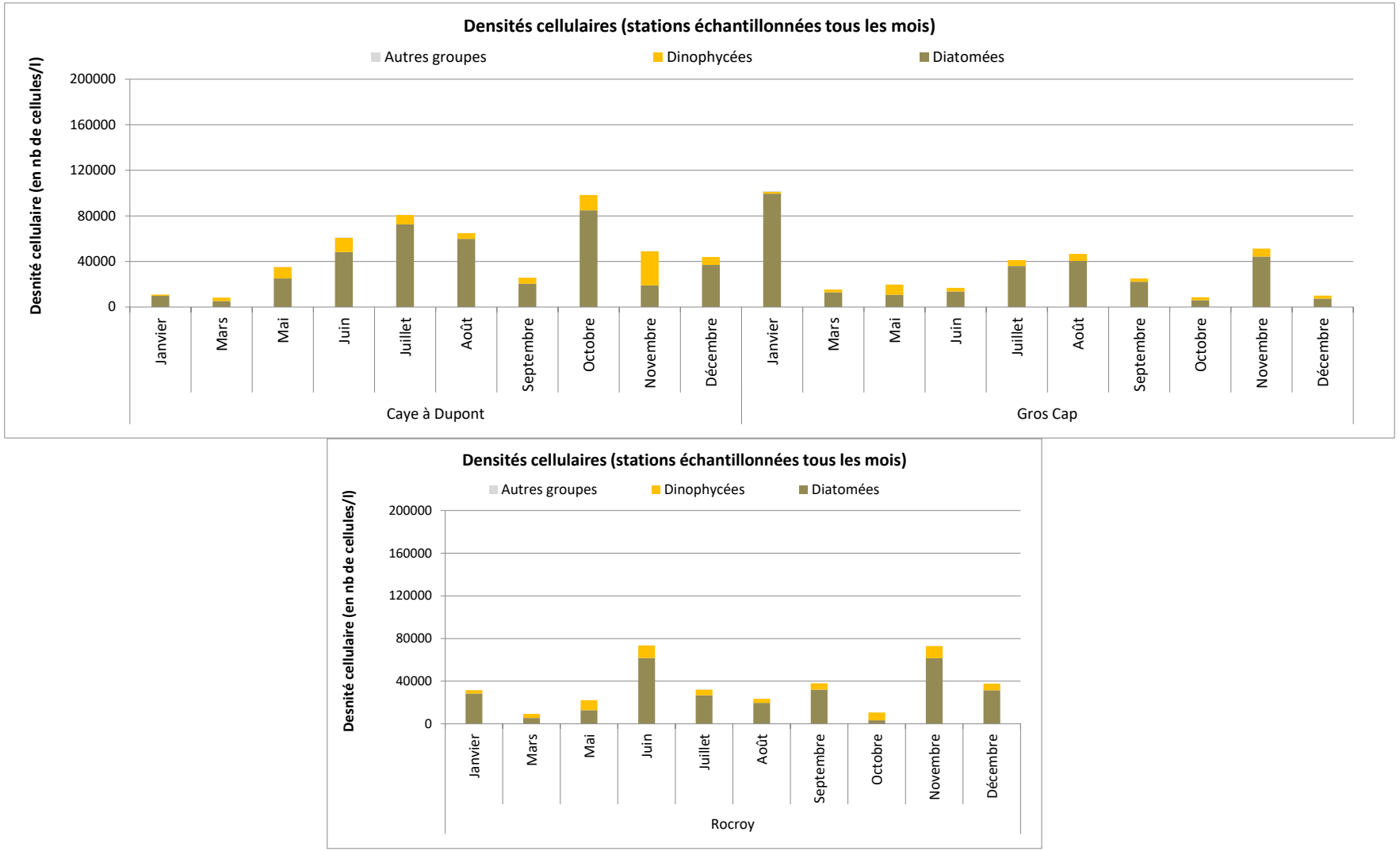


Figure 3.9 : Densités cellulaires (nb cellules/l) sur les stations DCE échantillonnées tous les mois en 2020

Blooms

Le seuil de définition d'un bloom a été fixé en 2019 par l'IFREMER (Allenou *et al.*, 2019) pour la Martinique et la Guadeloupe à 25 000 cellules/litre.

Sur les 106 peuplements analysés en 2020, 92 ne comportent pas de taxons présentant une densité cellulaire supérieure à 25 000 cellules/litre (densités maximales figurant en bleu dans le tableau ci-dessous).

Il est à noter que cette interprétation a été effectuée sans les groupes de taxons du type « Diatomées pennées », « Diatomées centriques » ou autres ; ces regroupements sont effectués en raison de la difficulté de déterminer précisément un genre pour une cellule observée car l'observation au microscope optique ne le permet pas (formes trop petites, ou vues connectives pour les diatomées, ou absence de données bibliographiques). Ces regroupements sont très certainement composés de plusieurs taxons, il a donc été considéré peu pertinent de les prendre en compte dans cette analyse. De plus, ces cellules sont en général de taille inférieure à 20 µm et les densités cellulaires de ces regroupements sont en très grande majorité sous le seuil de bloom.

Ce sont donc 9 stations sur les 18 prospectées qui présentent des peuplements pour lesquels aucune situation de bloom n'a été observée en 2020.

La station **Ilet Christophe** montre 2 campagnes sur 4 pour lesquelles au moins un taxon est en situation de bloom dans les peuplements observés (densités maximales figurant en orange et rouge dans le tableau ci-dessous) ; ce sont 2 campagnes sur 5 pour les stations **Pointe Lézard** et **Le Moule** et 3 campagnes sur 5 pour la station **Ti Pâté**.

La plus forte abondance est observée pour la station Ilet Christophe en mai 2020 avec plus de 217 000 cellules/l.

Les organismes responsables de ces blooms sont très majoritairement des **diatomées** telles que *Ceratoneis closterium* + *Nitzschia longissima* (groupe de taxons REPHY) ou des taxons faisant partie des complexes *Pseudo-nitzschia* et de façon plus ponctuelle des **Dinophycées** (*Gymnodinium* en juin 2020 ou *Heterocapsa*).

Le détail des taxons en état de bloom par station et par campagne réalisée dans le cadre de ce marché (janvier à décembre 2020) est présenté en Annexe 3.

Tableau 3.3 : Abondances maximales (cellules/l) observées pour chaque station lors des campagnes de 2020 (en bleu clair : abondances maximales ne dépassant pas 10 000 cellules/litre - en bleu foncé : abondances maximales comprises entre 10 000 et 25 000 cellules/l - en orange : abondances maximales comprises entre 25 000 et 100 000 cellules/l - en rouge : abondances maximales supérieures à 100 000 cellules/l)

2020	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Tête à l'Anglais	7526					47003	4621		14193		4401	
Main Jaune	35045	1188			20069		3466		14854			33448
Ti Pâté	37481				11883		13769		35318		27462	
Ilet Gosier			2641			8978	20936		16834		22445	
Capesterre	17560				33272		5281		16504		6073	
Ilet Christophe			217942			63524	16047		17164			
Pointe Lézard	17560				20597		6790		25086		26934	
Pointe des Mangles	12279					6644	6413		6932		5017	
Anse Bertrand	2245					5149	4150		1980		5809	
Le Moule			5677			58745		27727	9242		7394	
Chicot	3961		1452				3395		6602		7394	
Ilet à Fajou			4093			23237	8110		13533		23502	
Ilet Kahouanne	8186					10298	10940		15184		4753	
Caye à Dupont	1584		1056		14688	26076	20245	10374	5611	21125	8450	12147
Gros Cap	54013		2377		3796	2971	8110	6602	10893	1320	9770	2112
Rocroy	13995		792		3961	11553	6413	4904	9572	2311	18484	8450
Pointe des Colibris		18616			5116		2641		5281			2112
Large	792	2245			2452		13203		6602			2641

Pas de prélèvements

Composition en phytoplancton potentiellement toxique

Les proliférations importantes, ou bloom, de certaines espèces du phytoplancton marin se produisent régulièrement. Ces efflorescences sont des phénomènes naturels parfois amplifiés par un enrichissement important du milieu. Depuis une quarantaine d'années, les observations de proliférations se multiplient. Plusieurs explications peuvent être avancées (Lassus *et al.*, 2016) :

- une sensibilisation accrue à ces phénomènes ;
- une utilisation accrue des eaux côtières pour l'aquaculture ;
- l'eutrophisation liée aux rejets anthropiques ;
- des conditions climatiques inhabituelles ;
- les eaux de ballast et le transfert d'animaux vivants ;
- le réchauffement climatique global.

Les espèces en cause sont la plupart du temps inoffensives mais certaines produisent des toxines que l'on appelle phycotoxines. Les espèces pouvant être nuisibles, de façon générale, peuvent être classées en cinq catégories (Lassus, 1988 ; Hallegraeff, 1993 ; Andersen, 1996, Lassus et al. 2016) :

- Espèces non toxiques mais pouvant se multiplier de façon exponentielle pour atteindre des biomasses élevées et provoquer directement ou indirectement la mort d'organismes marins par désoxygénation des masses d'eau ou effets physiques ;
- Espèces produisant des toxines pouvant provoquer des intoxications alimentaires plus ou moins sévères chez l'Homme selon qu'il s'agisse de symptômes neurologiques ou gastrointestinaux (espèces produisant des toxines : paralysantes (Paralytic Shellfish Poisoning = PSP), diarrhéiques (DSP), amnésiantes (ASP), neurotoxiques (NSP), des ciguatoxines ou des cyanotoxines) ;
- Espèces non toxiques pour l'Homme mais nuisibles pour les poissons et les invertébrés marins par effet mécanique (colmatage ou lésions des branchies) ou par sécrétion de toxines hémolytiques ;
- Espèces produisant des toxines agissant sur l'Homme par contact, en particulier via le transport à la côte par des aérosols ;
- Espèces non répertoriées comme toxiques pour l'Homme mais révélées productrices de toxines après utilisation de bio-essais spécifiques.

Les espèces toxiques ou potentiellement toxiques appartiennent quasiment exclusivement aux Dinophycées, auxquelles nous pouvons ajouter certaines du groupe des diatomées et des Cyanophycées.

En France, l'IFREMER a recensé les microalgues productrices de toxines ou potentiellement nuisibles pouvant être rencontrées dans le cadre des suivis REPHY. A cette classification, peuvent être ajoutées quelques taxons caractéristiques des milieux tropicaux. Le tableau ci-dessous présente une liste non exhaustive de taxons susceptibles d'être rencontrés dans les peuplements des Antilles (Nézan, 2003 ; Lassus, 2016 ; Neaud-Masson, 2020).

Tableau 3.4 : Taxons nuisibles, toxiques ou potentiellement toxiques susceptibles d'être rencontrés dans les inventaires des Antilles (Nézan, 2003 ; Lassus, 2016 ; Neaud-Masson, 2020).

Taxons produisant des toxines diarrhéiques (DSP)
Azadinium poporum
Azadinium spinosum
Dinophysis
Dinophysis acuminata
Dinophysis acuta
Dinophysis caudata
Dinophysis fortii
Dinophysis rotundata = Phalacroma rotundata
Dinophysis sacculus
Dinophysis tripos
Gonyaulax grindlei
Gonyaulax polyedra = Lingulodinium polyedrum
Gonyaulax spinifera
Phalacroma mitra
Phalacroma rapa
Prorocentrum lima
Protoceratium reticulatum
Protoperidinium crassipes

Taxons produisant des toxines paralysantes (PSP)
Alexandrium
Alexandrium affine
Alexandrium andersonii
Alexandrium leei
Alexandrium minutum
Alexandrium ostenfeldii
Alexandrium catenella/tamarense
Alexandrium pseudogonyaulax
Amphidinium carterae
Gymnodinium catenatum
Heterocapsa triquetra
Vulcanodinium rugosum
Trichodesmium ?

Taxons produisant des toxines amnésiantes (ASP)
Pseudo-nitzschia

Taxons produisant des ichtyotoxines (nuisibles pour les poissons mais pas pour l'Homme)
Ceratoneis closterium
Chrysochromulina
Dictyocha
Fibrocapsa japonica
Gymnodinium
Gyrodinium
Haptolina
Heterosigma akashiwo = Heterosigma carterae
Karenia mikimotoi = Gymnodinium nagasakiense
Karenia brevisulcata
Karenia papilionacea
Karlodinium corsicum
Karlodinium gentienii
Karlodinium veneficum
Margalefidinium polykrikoides

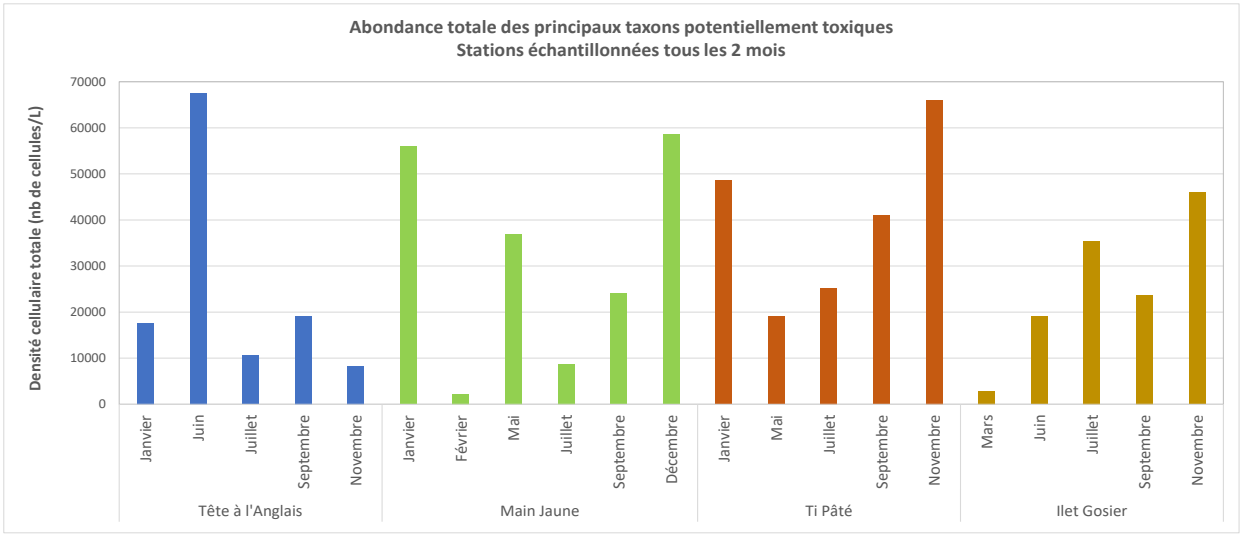
Taxons produisant des ciguatoxines
Gambierdiscus
Trichodesmium ?

Taxons nuisibles	
Chaetoceros peruvianus	Ichtyo-nuisible par irritation/colmatage des branchies chez les poissons
Dictyocha speculum	Ichtyo-nuisible par irritation/colmatage des branchies chez les poissons
Ostreopsis	irritations respiratoires par inhalation d'embruns, dermite du nageur
Coscinodiscus wailesii	production de mucus en cas de proliferation dense, nuisible pour le benthos, anoxie, colmatage des filets de pêche
Phaeocystisglobosa/pouchetii	colmatage (filets, canalisations/, irritation de la peau, ichtyo-nuisible par anoxie

Les densités totales de taxons potentiellement toxiques par station et par campagne sont présentées par les

Figure 3.10, Figure 3.11 et Figure 3.12. Les proportions des principaux taxons potentiellement toxiques (genres) observées lors des campagnes réalisées dans le cadre de ce marché (janvier 2020 à décembre 2020) sont détaillées en Annexe 4 par station.

Les densités cellulaires de taxons potentiellement toxiques sont relativement élevées pour l'ensemble des campagnes sur la station **Ilet Christophe** et dans une moindre mesure **Main Jaune**, **Ti Pâté** et **Le Moule**. Globalement, il semble difficile de mettre en évidence une tendance annuelle en 2020 en termes de densités cellulaires sur les stations suivies. Les campagnes marquées par des pics de densités cellulaires de taxons potentiellement toxiques sont, selon les stations, janvier, juin-juillet puis septembre à novembre. Les trois pics de densités dépassant les 100 000 cellules par litre sont observés en mars et juin 2020 pour la station Ilet Christophe et également en juin 2021 pour la station Le Moule. Le maximum observé est de 283 958 cellules/l en mars 2020 sur la station **Ilet Christophe**.



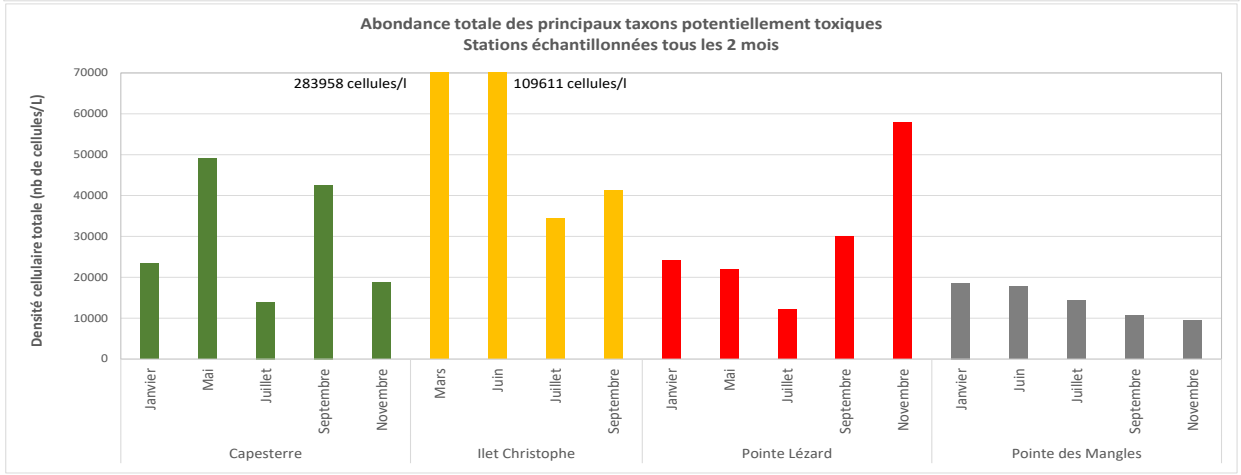


Figure 3.10 : Densité cellulaire totale des principales espèces de phytoplancton potentiellement toxiques (nb cellules/l) sur les stations DCE échantillonnées tous les 2 mois en 2020

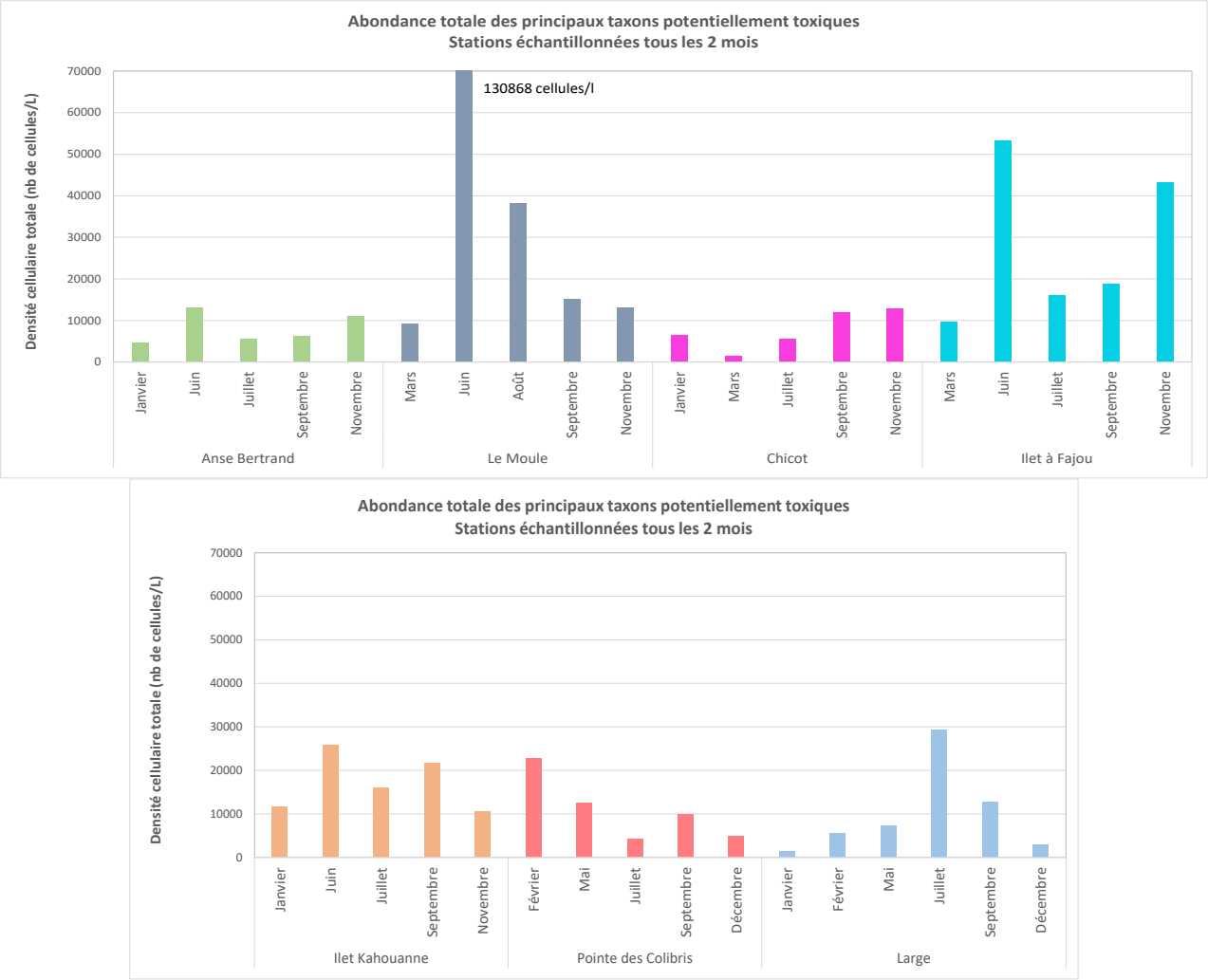


Figure 3.11 : Densité cellulaire totale des principales espèces de phytoplancton potentiellement toxiques (nb cellules/l) sur les stations DCE échantillonnées tous les 2 mois en 2020 (suite)

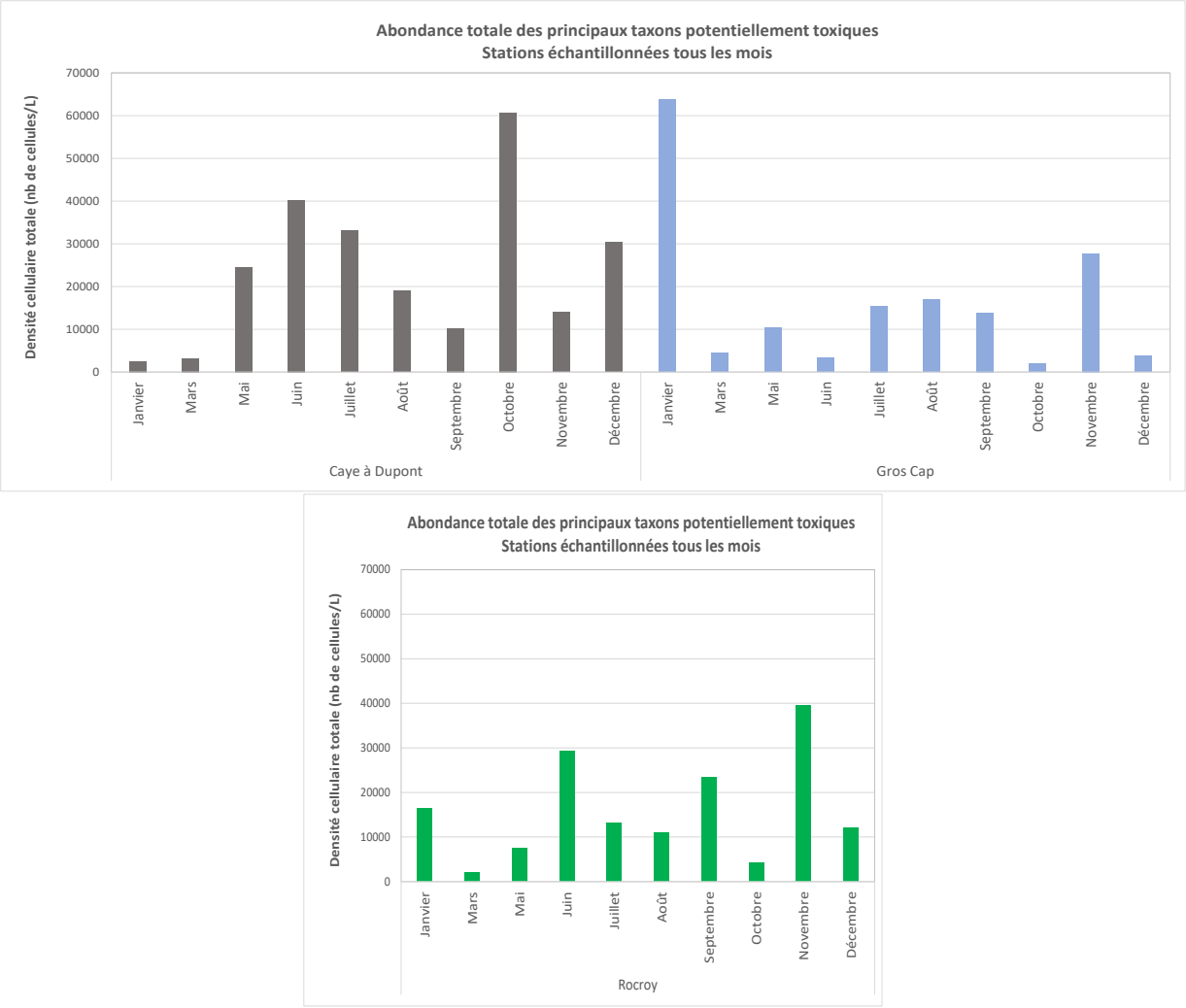


Figure 3.12 : Densité cellulaire totale des principales espèces de phytoplancton potentiellement toxiques (nb cellules/là sur les stations DCE échantillonnées tous les mois en 2020

Les taxons les plus représentés sont les taxons du genre ***Pseudo-nitzschia*** (diatomées) et ***Gymnodinium*** (dinophycées) pour l'ensemble des stations. Localement et ponctuellement nous observons également ***Protoperidinium***, ***Alexandrium***, ***Amphidinium***, ***Gonyaulax*** et ***Dinophysis*** (Dinophycées) selon les stations et les campagnes.

Les ***Pseudo-nitzschia*** sont présentes dans 102 peuplements sur les 106 analysés et ***Gymnodinium*** (sens large) dans 100 peuplements. Nous trouvons ensuite ***Protoperidinium*** (sens large) dans 43 peuplements.

Les densités les plus élevées sont observées pour les taxons du genre ***Pseudo-nitzschia*** (max.: 226 985 cellules/l à Ilet Christophe en mars 2020). Pour ***Gymnodinium***, le maximum est atteint également à Ilet Christophe en juin 2020 avec 20 552 cellules/l. Enfin, ***Protoperidinium*** atteint son maximum de 2 713 cellules/l à Ilet Christophe en mars 2020.

Les autres taxons potentiellement toxiques rencontrés ponctuellement en abondance sont les Dinophycées ***Alexandrium*** (30 peuplements), ***Amphidinium*** (23 peuplements), ***Gonyaulax*** (9 peuplements), ***Prorocentrum*** (9 peuplements), ***Dinophysis*** (7 peuplements) et enfin ***Protoceratium***, ***Phalacroma*** et ***Heterocapsa*** (respectivement 2, 2 et 1 peuplements).

La figure ci-dessous présente les densités cellulaires moyennes par station des principaux taxons toxiques. ***Pseudo-nitzschia*** domine largement les peuplements de toutes les stations (et donc en particulier Ilet Christophe, Ti Pâté, Capesterre, Main Jaune et Le Moule). Elle est peu présente pour les stations Anse Bertrand, Chicot, Pointe des Colibris et Large.

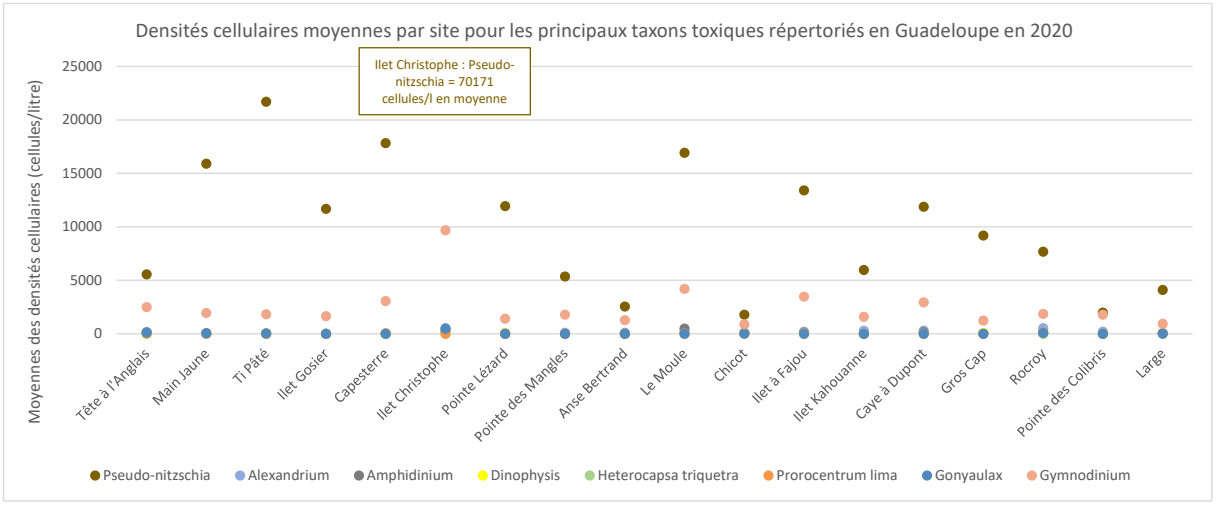


Figure 3.13 : Densités cellulaires moyennes des principaux taxons toxiques répertoriés en Guadeloupe en 2020 pour chaque site prospecté

La cyanophycée ***Trichodesmium*** n'est pas prise en compte dans la liste des taxons répertoriés pour le calcul de l'indice d'abondance car ses cellules sont inférieures à 20 µm, mais ce taxon forme des filaments, soit des colonies, qui peuvent parfois être très longues. De plus, ce taxon est recensé comme taxon potentiellement nuisible ou toxique, et/ou potentiellement producteur de ciguatoxines ou de toxines paralysantes (PSP) (Lassus *et al.*, 2016). Le tableau et la figure ci-dessous présentent succinctement la présence de ce taxon dans les peuplements des stations suivies.

Trichodesmium est répertoriée dans 26 échantillons sur les 106 prélevés (campagnes grisées dans le tableau ci-dessous) et est présente dans au moins un peuplement sur 13 des 18 stations prospectées dans les eaux littorales de Guadeloupe et lors de 10 campagnes de prélèvements sur les 11 effectuées (pas de prélèvements en avril 2020).

Ce taxon dépasse le seuil de bloom fixé pour les Antilles dans 16 peuplements (densités cellulaires en orange et rouge dans le tableau ci-dessous). Le maximum atteint est de 679 018 cellules/l pour la station **Le Moule en août 2020**, viennent ensuite Caye à Dupont en novembre, Main Jaune et Caye à Dupont en septembre 2020, pour lesquelles les densités cellulaires dépassent **100 000 cellules/l**.

Les campagnes les plus impactées, présentant le plus d'occurrences de ***Trichodesmium***, sont celles de septembre et novembre 2020.

La station Caye à Dupont présente *Trichodesmium* dans 3 peuplements sur les 11 analysés, à chaque fois en condition de bloom.

Enfin, il est intéressant d'observer la présence de *Trichodesmium* en condition de bloom dans 2 peuplements de la station Large sur les 6 analysés, alors que ce site ne présente aucun bloom pour le micro-phytoplancton.

A noter qu'un seul filament, constitué de nombreuses cellules, répertorié lors du comptage peut entrainer une interprétation de bloom lorsque l'on passe aux densités en cellules/litre.

Tableau 3.5 : Abondances (cellules/l) observées pour le taxon Trichodesmium pour chaque station lors des campagnes de 2020 (en bleu foncé : abondances maximales ne dépassant pas 10 000 cellules/litre - en bleu clair : abondances maximales comprises entre 10 000 et 25 000 cellules/l - en orange : abondances maximales comprises entre 25 000 et 100 000 cellules/l - en rouge : abondances maximales supérieures à 100 000 cellules/l)

2020	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Tête à l'Anglais												
Main Jaune		2641					33008		184844			
Ti Pâté	617				38817						39609	
Ilet Gosier						15844			36309			
Capesterre									52812			
Ilet Christophe												
Pointe Lézard					1848							
Pointe des Mangles												
Anse Bertrand	1716								33008			
Le Moule								679018				
Chicot											39609	
Ilet à Fajou							15089					
Ilet Kahouanne						12675			330		39609	
Caye à Dupont									130711	49512	356484	
Gros Cap												
Rocroy					10562	62715						
Pointe des Colibris												
Large		11883			33951							52812

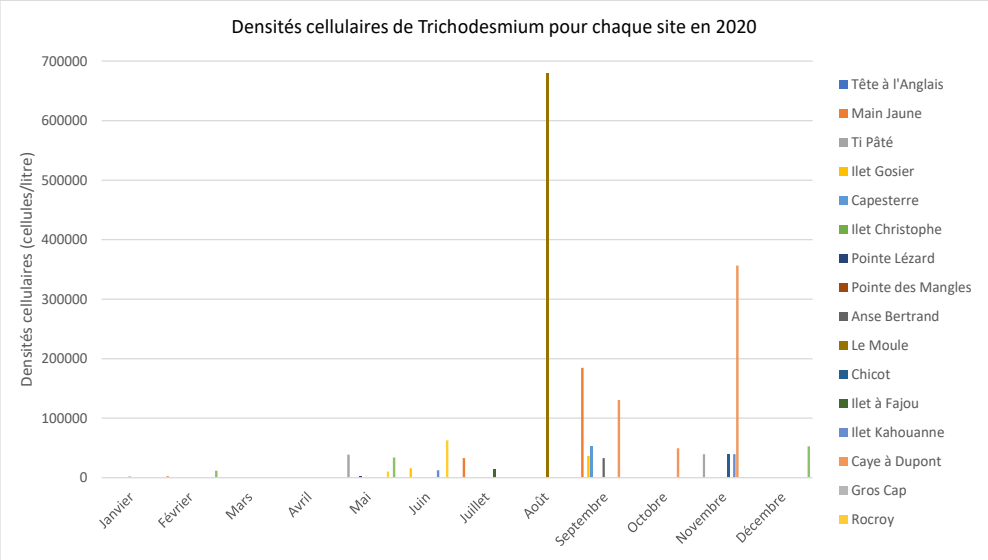


Figure 3.14 : Densités cellulaires de la cyanophycée Trichodesmium pour chaque campagne et pour chaque station prospectée en Guadeloupe en 2020

3.2.1.2.2. Analyse quantitative du pico et nano-phytoplancton par cytométrie en flux

Les analyses par cytométrie en flux sont réalisées par la **Plateforme PRECYM de l'Institut Méditerranéen d'Océanologie de Marseille**.

Les prélèvements ont été réalisés en doublon, conformément au CCTP. Ces doublons constitueront une sauvegarde en cas de problème lors du transport et seront conservés jusqu'à la fin de la prestation.

L'acheminement des échantillons de janvier à décembre 2020 a été réalisé en 2 envois express (48h) avec carboglace :

- le 30 juin 2020 pour les échantillons de janvier à juin 2020 ;
- le 05 janvier 2021 pour les échantillons de juillet à décembre 2020.

Parallèlement, les fichiers de suivi des échantillons ont été transmis au laboratoire d'analyse avec notamment le code de l'échantillon, la date du prélèvement, etc. afin de faciliter le traitement par le laboratoire d'analyse.

Les analyses ont permis de quantifier différents groupes de cellules appartenant aux classes du nano et du pico-phytoplancton dans les échantillons.

Variations annuelles (sur les 3 stations suivies mensuellement)

Nano-phytoplancton (> 2 µm)

La Figure 3.15 présente les abondances moyennes mensuelles de nano-phytoplancton sur l'année 2020 (moyenne pour les 3 stations suivies mensuellement). Les abondances moyennes mensuelles de certaines catégories de nano-phytoplancton sont également détaillées :

- **Nano-phytoplancton total** : ensemble des cellules de plus de 2 µm et nano-eucaryotes ou crypto-like dont la taille est <2 µm, comptés dans le pico-plancton (« small NanoEuk »).
- **Cryptophycées** : cette catégorie correspond à la somme des sous-populations suivantes mises en évidence par les analyses : sous-populations « Crypto-like 1 » et « Crypto-like 2 » qui pourraient correspondre à des cellules de type Cryptophycées.
- **Eucaryotes** : ce groupe correspond à la somme des 3 sous-populations de nano-eucaryotes mises en évidence par les analyses ainsi qu'à des nano-eucaryotes et crypto-like dont la taille est <2 µm (« small NanoEuk »).
- **Populations cellulaires de nano-phytoplancton non identifiées** dont certaines pourraient être des cellules de Nano-cyanobactéries ou des Cyanobactéries filamenteuses ("Unknown-NanoCyano-filaments ?").

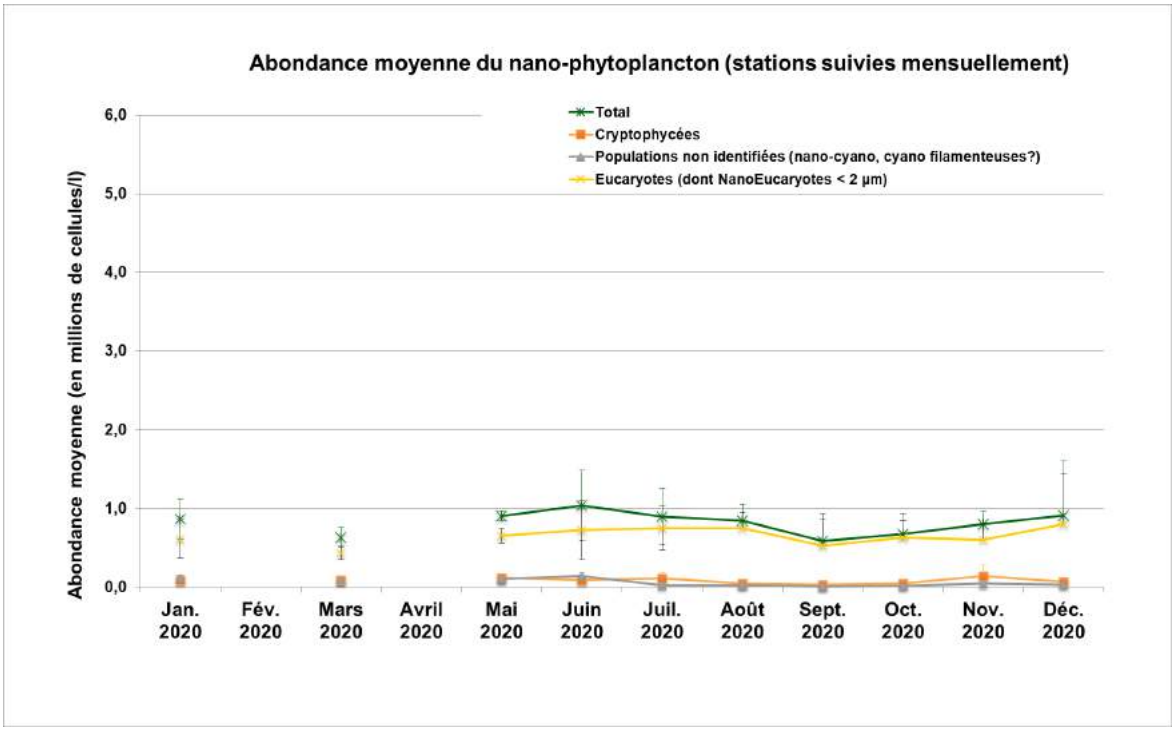


Figure 3.15 : Abondance mensuelle moyenne du nano-phytoplancton et de certains de ces constituants en 2020 (n=3 stations)

Les résultats des abondances moyennes du nano-phytoplancton total en 2020 mettent en évidence des concentrations supérieures en juin-juillet (1,04 millions de cellules/L en juin) et décembre (0,91 millions de cellules/L), comme en 2019. L'abondance totale moyenne la plus faible est relevée en septembre 2020 (0,58 millions de cell./L).

Comme en 2017 et 2019 (mais contrairement à 2016 et 2018), l'évolution des concentrations en nano-phytoplancton en 2020 ne semble pas suivre l'évolution de la concentration en pigments et chlorophylle a pour lesquelles les concentrations moyennes minimales sont enregistrées en mars et mai 2020 (Figure 3.2). La concentration moyenne maximale en pigments est globalement relevée en septembre.

Les eucaryotes (dont nano-eucaryotes <2 µm) constituent le groupe dominant du nano-phytoplancton en 2020. Ils participent en moyenne à 80% de l'abondance totale du nano-phytoplancton.

Les cryptophycées et les populations non identifiées (nano-cyanobactéries, cyanobactéries filamenteuses) sont minoritaires, comme en 2018 et 2019. A noter que les populations non identifiées constituaient le groupe dominant de nano-phytoplancton lors de l'ensemble des campagnes en 2016 (CREOCEAN, 2017a et 2017b) et jusqu'en mars pour l'année 2017 (CREOCEAN, 2018a).

Pico-phytoplancton (<2 µm)

La Figure 3.16 présente les abondances moyennes mensuelles de pico-phytoplancton (moyenne pour les 3 stations suivies mensuellement). Les abondances moyennes mensuelles de certaines catégories de pico-phytoplancton sont également détaillées :

- **Pico-phytoplancton total** : ensemble des cellules de taille inférieures à 2 µm et pico-eucaryotes dont la taille est >2 µm, comptés dans le nano-plancton (« large PicoEuk »).
- **Eucaryotes** : ce groupe correspond à la somme de 2 sous-populations de pico-eucaryotes mises en évidence par les analyses. Une autre sous-population de cellules semblant correspondre à un 3e groupe de pico-eucaryotes a également été discriminée. Il comprend également des pico-eucaryotes dont la taille est >2 µm, comptés dans le nano-picoplancton (« large PicoEuk »).
- **Cyanobactéries - *Prochlorococcus* totaux** : ce regroupement correspond à une population de cellules « Prochloro-like ».
- **Cyanobactéries - *Synechococcus* totaux** : ce groupe correspond à la somme de 3 sous-populations de *Synechococccus* mises en évidence par les analyses.
- **Autres** : cette catégorie regroupe les autres populations cellulaires à savoir de possibles petites Cryptophycées (« small-Crypto like »).

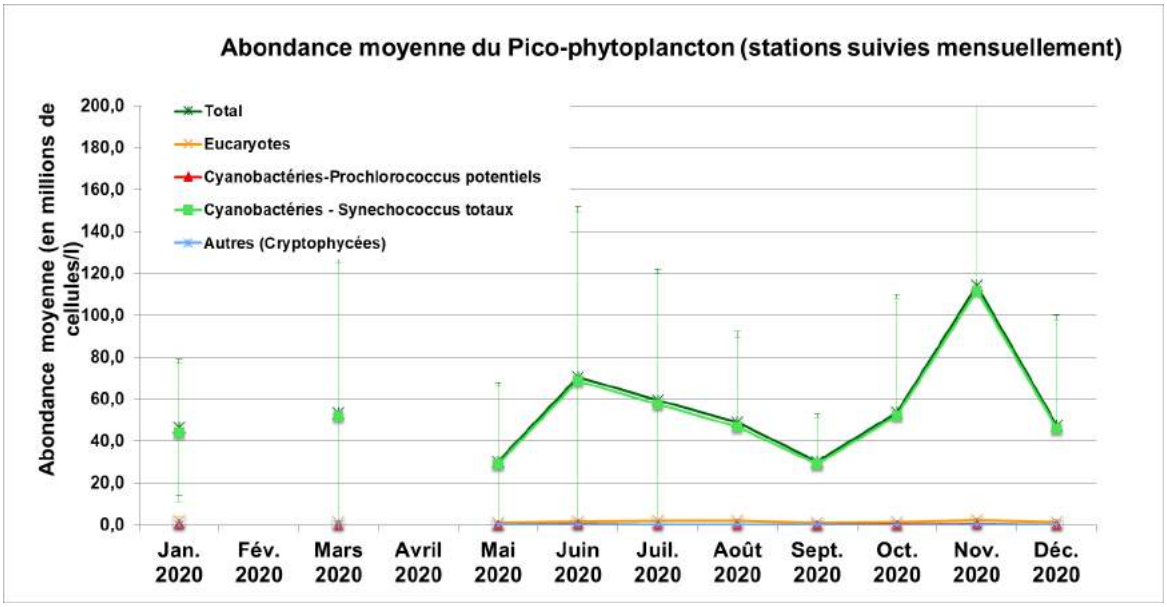


Figure 3.16 : Abondance mensuelle moyenne du pico-phytoplancton et de certains de ces constituants en 2020 (n=3 stations)

Les abondances moyennes de pico-phytoplancton total sont comprises entre 30,04 millions de cell./L (septembre 2020) et 114,27 millions de cell./L (novembre 2020).

En 2020, comme en 2019, l'évolution de l'abondance de ces populations semble globalement suivre l'évolution des concentrations en pigments chlorophylliens (Figure 3.2), avec une valeur minimale observée en mai et des pics d'abondance observés en juin et novembre.

Aucune tendance d'évolution commune avec le nano-phytoplancton ne semble se dégager.

A l'instar des années précédentes, le groupe des cyanobactéries *Synechococcus* est le plus abondant, représentant plus de 90% du pico-phytoplancton en 2020 (97%).

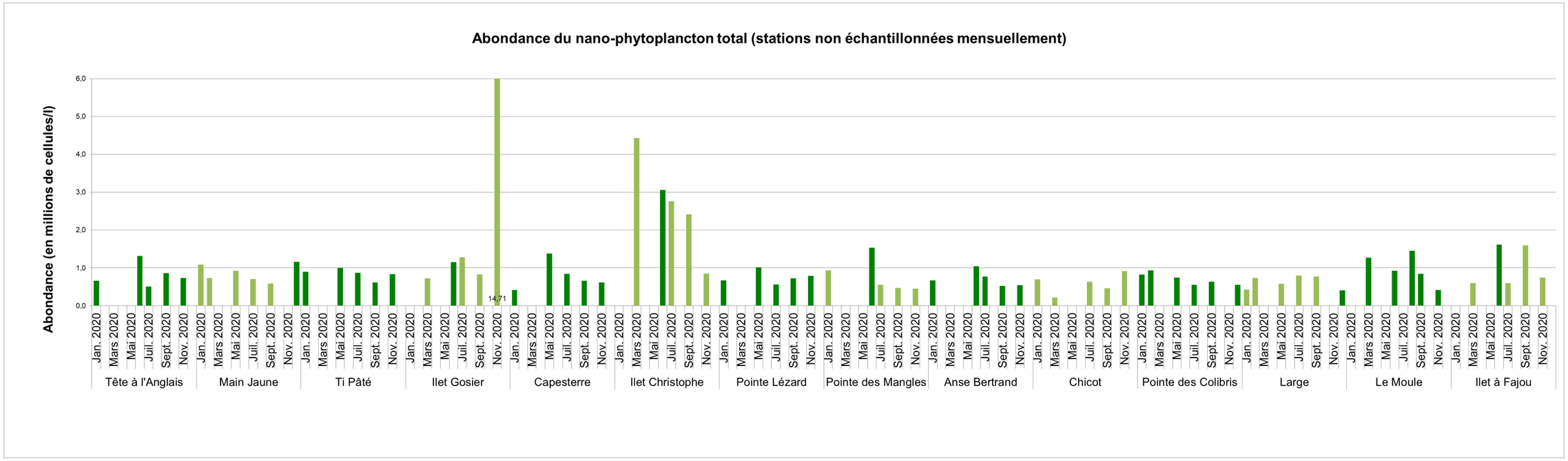
Abondance du nano et pico-phytoplancton sur l'ensemble des stations

Les figures ci-dessous présentent pour l'ensemble des stations, les abondances en nano (Figure 3.17) et pico-phytoplancton (Figure 3.18) total des échantillons.

- **Les abondances de nano-phytoplancton en 2019** varient de 0,22 (Chicot, mars) à 14,71 millions de cell./L (Ilet Gosier, novembre). Elles sont pour la majorité inférieures à 2 millions de cell./L. Ces valeurs sont globalement du même ordre de grandeur que lors du précédent suivi (CREOCEAN, 2019a ; CREOCEAN, 2020b). Elles sont largement inférieures (de près de moitié) aux valeurs relevées en 2016 et 2017 (CREOCEAN, 2017a, 2017b et 2018). La station de l'Ilet du Gosier a présenté une concentration particulièrement élevée en novembre 2020 (14,71 millions de cell./L), tandis que lors des autres campagnes, les teneurs en nanoplancton sont modérées sur cette station. Ces résultats sont liés à l'abondance particulièrement élevée des eucaryotes. Depuis 2016, la station Ilet Christophe présente l'abondance moyenne annuelle en nano-phytoplancton la plus élevée ; en 2020 celle-ci est également parmi les plus élevées avec 2,70 millions de cell./L. Cette valeur est globalement deux fois plus importante que sur les autres stations excepté Ilet du Gosier en novembre. Cette observation est corrélée à des valeurs de biomasse chlorophyllienne généralement supérieures aux autres stations (Figure 3.3), à des dessalures marquées en surface ainsi qu'à des valeurs de turbidité et des concentrations en éléments azotés ponctuellement élevées. Les apports d'origine terrigène sont forts sur ce secteur bordé de mangrove. La productivité phytoplanctonique élevée sur cette station et les fortes abondances de nano-phytoplancton sont à mettre en lien avec les caractéristiques particulières de cette station. Ces résultats sont liés à l'abondance particulièrement élevée des eucaryotes. La proportion des autres populations (cryptophycées et populations indéterminées) dans le nano-phytoplancton global semble par ailleurs plus élevée que sur les autres stations. La station Caye à Dupont présente également une valeur d'abondance moyenne sur l'année relativement plus élevée (1,01 millions de cell./L). Ainsi, les 3 stations de fonds de baie (Ilet Gosier, ilet Christophe et Caye à Dupont) présentent les teneurs moyennes sur l'année les plus élevées. La station de Chicot à Saint-Martin présente l'abondance moyenne annuelle la plus faible (0,58 millions de cell./L). Elle était parmi les plus faibles également lors des campagnes précédentes.
- **Les abondances de pico-phytoplancton en 2020** sont très variables et sont comprises entre 1,81 (Chicot, mars) et 350,44 millions de cell./L (Ilet Christophe, juin). Une valeur extrême avait également été mesurée sur cette station lors du précédent suivi (CREOCEAN, 2020b). La présence d'une sous-population correspondant à des *Synechococcus* riches en Phycocyanine (PC) (« Syn PC-rich ») n'a pas été observée en 2020 sur cette station, contrairement à 2019.

  La concentration annuelle moyenne la plus élevée en 2020 est relevée sur Ilet Christophe (204,83 millions de cell./L). Comme lors du précédent suivi, les stations Ilet du Gosier et Caye à Dupont, qui appartiennent également au type de MEC « fond de baie », présentent des valeurs d'abondance de pico-phytoplancton relativement supérieures aux autres stations (respectivement 127,68 et 116,40 millions de cell./L). L'échantillon correspondant à la station de l'Ilet Gosier lors de la campagne de novembre se différencie des autres du fait de la présence d'un sous-groupe important de cellules. Cette sous-population a été identifiée comme correspondant à des *Synechococcus* riches en Phycocyanine (PC) (« Syn PC-rich »), ne contenant pas de Phycoerythrine. Ils représentent près de 12% du pico-phytoplancton de l'échantillon ; les autres *Synechococcus* correspondent à 80%.
- Les stations présentant les abondances les plus faibles sont les stations Pointe des Colibris et Gros Cap (moyenne annuelle respectivement 16,90 et 21,67 millions de cell./L).

Pour les lagunes méditerranéennes considérées des écosystèmes particuliers dans lesquels la majeure partie du phytoplancton est composée de cellules appartenant au nano et au pico-phytoplancton, l'indice d'abondance est composé de deux métriques calculées respectivement sur le nano et le pico-phytoplancton (l'indice d'abondance utilisé pour les MEC, basé sur les observations du micro-phytoplancton est non pertinent). Les paramètres utilisés sont les concentrations respectives en nano et en pico-phytoplancton, la métrique étant pour chacun le Percentile 90 (Belin *et al*., 2014). **L'acquisition de données complémentaires sur le nano et pico-phytoplancton lors des prochains suivis et l'implication des experts d'IFREMER permettra d'affiner l'approche relative à ces paramètres.**



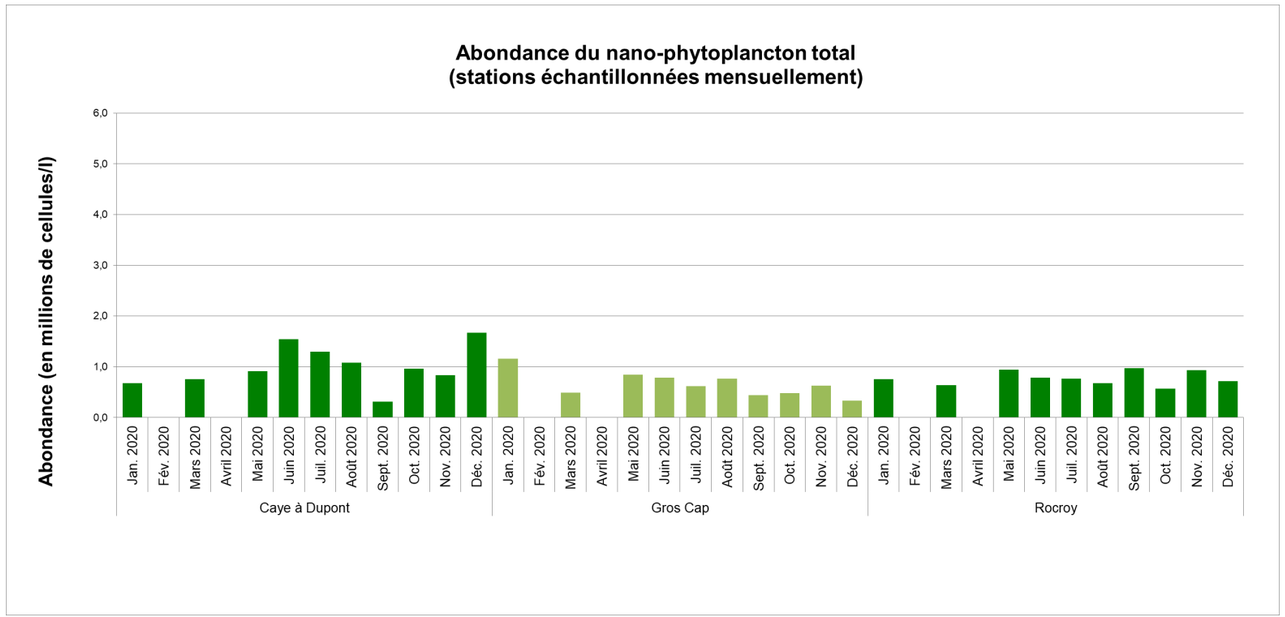


Figure 3.17 : Abondance du nano-phytoplancton total sur les stations DCE entre janvier et décembre 2020

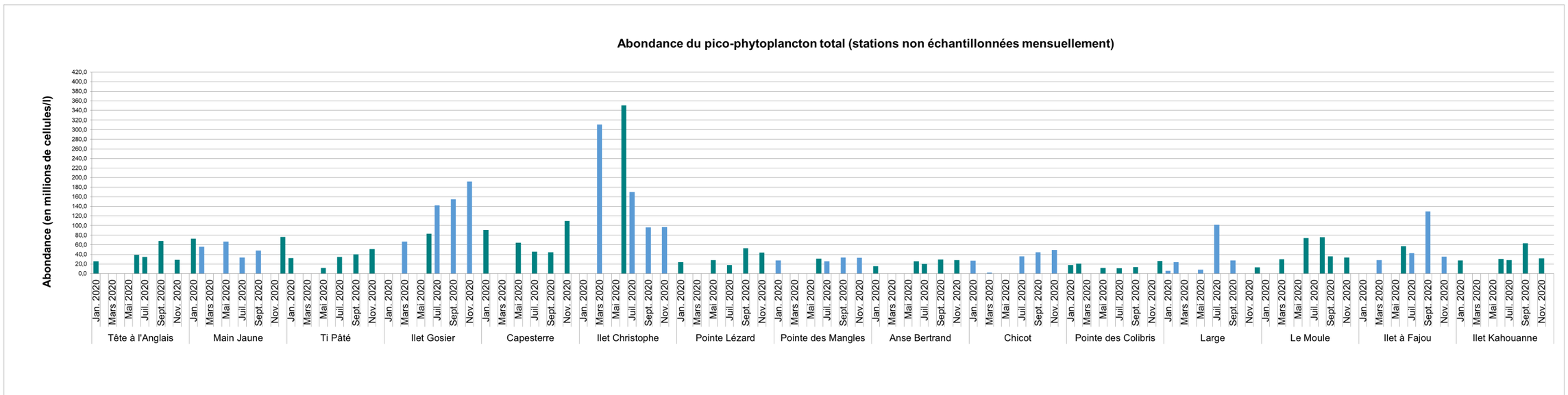


Figure 3.18 : Abondance du pico-phytoplancton total sur les stations DCE entre janvier et décembre 2020

3.2.2. Le benthos récifal – Campagne de juin 2020

3.2.2.1. Déroulement de la campagne

Conformément au cahier des charges, les données concernant ces paramètres biologiques ont été collectées en plongée sous-marine **sur l'ensemble des stations**, entre le 03 juin et le 25 juin 2020.

Les stations ont été implantées de manière pérenne à environ 12 mètres de profondeur (entre 8 et 15 m) sur des zones rocheuses coralliennes ou sur des pentes externes récifales.

Lors du suivi 2014, des transects de suivi pérennes ont été matérialisés sur les stations : des piquets (fer à béton et/ou Galva lorsque cela était possible) avaient été implantés en début et en fin de transect et tous les 10 m, ainsi que des flotteurs avec plaquette de signalisation en début et fin de transect. Entre 2014 et 2016, aucun entretien régulier des transects (les repères pouvant être soumis à du biofouling) n'avait été réalisé, excepté sur la station de l'Ilet Gosier, suivie pour les besoins d'une autre étude (station témoin dans le cadre de l'étude de suivi de la transplantation corallienne pour le compte du Grand Port Maritime de Guadeloupe). La localisation des piquets en 2016 s'est avérée peu évidente et certains transects ont dû être totalement réinstallés (Pointe des Mangles, Capesterre, Ilet Kahouanne notamment).

En 2017, l'ensemble des transects a été retrouvé et consolidé sur les 10 stations de surveillance. Celui de la station d'Anse Bertrand a néanmoins dû être en partie réinstallé, le substrat rocheux sans relief ne permettant pas une fixation optimale des piquets sur ce site qui peut ponctuellement être soumis à des houles ou du courant marqués. En 2018, tous les transects ont été retrouvés, à l'exception de quelques piquets intermédiaires sur la station de Gros Cap. Depuis 2019, les transects sont facilement retrouvés chaque année.

En 2020, quelques piquets ont dû être remplacés sur les transects les plus endommagés. Sur les stations Moule et Ilet du Gosier, un léger décalage du transect de suivi a pu survenir à cause d'un piquet manquant.

A noter que sur la station de Chicot, située dans la Réserve naturelle de Saint-Martin, seul le début du transect est matérialisé. Le site est en effet particulièrement fréquenté par les plongeurs, susceptibles d'arracher les repères malgré les plaquettes de signalisation. Le décamètre est déroulé par les gardes de la Réserve, à partir de ce point en suivant le même cap chaque année.

NB : Depuis 2018, la couverture en macroalgues au sein de quadrats n'est plus suivie. Cette décision fait suite au séminaire Science-Gestion IFRECOR-DCE qui s'est tenu en Martinique en avril 2017. Les macroalgues sont par ailleurs prises en compte dans les relevés PIT.

Figure 3.19 : Matérialisation du transect de suivi sur les stations de l'Ilet Gosier (droite) et Moule (gauche)

3.2.2.2. Synthèse des résultats

Les relevés réalisés en plongée ont permis de déterminer la structure, la composition des peuplements benthiques ainsi que leur état de santé et la couverture abiotique sur les 16 stations de suivi.

NB : Dans le cadre de l'analyse de la structure des peuplements benthiques, la couverture corallienne totale comprend : (i) la couverture en corail dur, regroupant l'ensemble des coraux bio-constructeurs ainsi que les hydrozoaïres type coraux de feu (*Millepora spp.*) ou coraux dentelles (*Stylaster roseus*), et (ii) la couverture en « corail mou » qui, dans le cadre des suivis Antilles (Code CoReMo « SC » = Soft Coral) ne correspond pas aux coraux mous ou Alcyonaires, mais désigne l'ordre des Zoanthaires (*Palythoa sp., Zoanthus sp.*). A noter que cette dernière catégorie n'est pas prise en compte dans le cadre du calcul de l'indice « Corail », utilisé pour l'évaluation de l'état des masses d'eau.

Les stations étudiées se situent dans des secteurs caractérisés par des conditions de milieu très différentes (exposition, substrat, etc.), propres à chaque type de masse d'eau côtière définie. Ces stations sont également soumises à des pressions anthropiques d'origines diverses selon la situation géographique de la masse d'eau qu'elles représentent. Il est donc délicat de comparer les stations entre elles du point de vue de la qualité écologique. Il est toutefois possible de présenter les différentes caractéristiques des peuplements benthiques au travers des résultats obtenus et des observations réalisées *in situ* au cours de cette campagne unique de suivi biologique.

La proportion relative de chaque composant de la couverture benthique est synthétisée par station dans le tableau suivant :

Station	Corail vivant	Algues	Autres invertébrés	Substrat nu
	en % du substrat total			
Tête à l'Anglais	9%	74%	17%	1%
Main Jaune	9%	79%	11%	1%
Ti Pâté	28%	50%	13%	9%
Ilet Gosier	10%	67%	21%	2%
Capesterre	22%	57%	20%	1%
Sec Pointe à Lézard	15%	68%	15%	2%
Pointe des Mangles	14%	68%	12%	6%
Anse Bertrand	10%	81%	9%	0%
Moule	24%	59%	15%	2%
Chicot	7%	68%	14%	11%
Ilet Fajou	14%	66%	20%	0%
Ilet Kahouanne	9%	72%	19%	0%
Caye à Dupont	16%	67%	14%	4%
Gros Cap	19%	61%	12%	8%
Rocroy Val-de-l'Orge	17%	55%	10%	18%
Pointe des Colibris	28%	42%	29%	1%

Figure 3.20 : Composition de la couverture benthique moyenne (en % du substrat total) sur les stations de suivi en 2020

Les relevés de juin 2020 ont mis en évidence :

- **Une couverture corallienne comprise entre 7% et 28% du substrat total suivant les stations.** Une majorité possède une faible couverture corallienne (≤15% de la couverture totale sur 9 des 16 stations).
  - Les couvertures coralliennes les plus élevées (> 20% du recouvrement benthique) sont observées sur 4 stations : Ti Pâté (28%), Pointe des Colibris (28%), Moule (24%) et Capesterre (22%). Les premières stations (Ti Pâté et Pointe des Colibris) sont situées dans des zones propices à la croissance des communautés coralliennes : les conditions hydrodynamiques et l'éloignement à la côte favorisent la bonne qualité des eaux, souvent renouvelées et loin des principales pressions anthropiques. La station de Capesterre, située

au sud de la côte au vent, est caractérisée par de larges et nombreuses colonies coralliennes, malgré les pressions issues du bassin versant (apports terrigènes, eaux d'assainissement). Les coraux sur cette station présentent cependant des nécroses et une nouvelle maladie corallienne est observée (maladie de la perte de tissu, SCTLD). La station du Moule est située sur la côte Atlantique au Nord de la Grande Terre.

- Les couvertures coralliennes intermédiaires (entre 10% et 20% du recouvrement benthique) sont observées sur 6 stations : Gros Cap (19%), Rocroy Val-de-l'Orge (17%), Caye à Dupont (16%), Sec Pointe à Lézard (15%), Ilet Fajou (14%) et Pointe des Mangles (14%). Ces stations sont soumises à différentes pressions anthropiques, à l'exception de Gros Cap qui est relativement éloignée de toute activité, à l'extrémité ouest de Terre de Bas, aux Saintes. La station Ilet Fajou, bien que située en cœur de parc national au centre du Grand Cul-de-Sac Marin, ne présente pas une forte couverture corallienne. La station Rocroy Val-de-l'Orge est caractérisée par la présence de nombreux coraux digités. Elle possédait un des recouvrements coralliens les plus élevés avant les houles cycloniques survenues en 2017, qui ont particulièrement affectées les coraux digités. Les stations Caye à Dupont et Pointe des Mangles sont situées dans les Petit et Grand Cul-de-Sac Marins, secteurs subissant les apports terrigènes de différents bassins versants urbanisés et/ou à forte activité agricole.
- Six stations présentent une très faible couverture corallienne (≤10%), contre 3 en 2019 : Anse Bertrand (10%), Ilet du Gosier (10%), Tête à l'Anglais (9%), Main Jaune (9%), Ilet Kahouanne (9%) et Chicot (7%), à Saint-Martin. Ces stations sont situées proches des côtes, et subissent de nombreuses pressions anthropiques (assainissement, agriculture, apports terrigènes). Ces dernières tendent à détériorer la qualité de la colonne d'eau (apports de nutriments, diminution de l'oxygénation, etc.), pouvant provoquer ainsi une dégradation des peuplements coralliens. Les stations « Tête à l'Anglais » et « Ilet Kahouanne » sont plus éloignées des activités anthropiques, mais le contexte hydrodynamique dirige les panaches turbides des grands cours d'eau (et donc les matières terrigènes) sur cette zone. Les récifs des deux stations sont donc potentiellement soumis à une hyper-sédimentation marquée, à l'origine d'un « étouffement » des coraux.

Figure 3.21 : Illustration des sites de l'Ilet Kahouanne (gauche) et Tête à l'Anglais (droite)

- **Une couverture algale hétérogène suivant les stations mais globalement élevée à très élevée (de 42% à 81% du recouvrement benthique en 2020).**

  Les peuplements algaux constituent généralement des peuplements de substitution aux colonies coralliennes dans des milieux déséquilibrés ou dégradés (apports en éléments nutritifs). Pour certaines espèces, leur présence peut témoigner de conditions de milieu contraignantes (hydrodynamisme marqué, eutrophisation, envasement). Sur les stations étudiées, il apparaît que la couverture algale (tous types de peuplements confondus) varie selon un gradient inverse à celui de la couverture corallienne et donc de l'état de santé : parmi les 6 stations possédant la plus faible couverture corallienne (< 10% du recouvrement benthique), 5 possèdent la plus forte couverture algale (> 68%).

- Les plus faibles couvertures algales (<55% du recouvrement benthique) sont relevées sur 3 stations : Pointes des Colibris (42%), Ti Pâté (50%) et Rocroy Val-de-l'Orge (55%). Les deux premières stations sont situées hors des zones de fortes pressions anthropiques (assainissement, agriculture, ruissellement urbains).

- Les couvertures algales intermédiaires sont majoritaires (entre 56% et 70%). Elles sont observées sur 9 stations : Capesterre (57%), Moule (59%), Gros Cap (61%), Ilet Fajou (66%), Caye à Dupont (67%), Ilet Gosier (67%), Chicot (68%), Sec Pointe à Lézard (68%) et Pointe des Mangles (68%).

- Les couvertures algales les plus développées (>70%) sont observées sur 4 stations : Ilet Kahouanne (72%), Tête à l'Anglais (74%), Main Jaune (79%) et Anse Bertrand (81%). Les bassins versant de ces 2 dernières sont caractérisés par de fortes pressions anthropiques (agriculture pour Anse Bertrand, urbanisation pour Main Jaune), alors que les stations Ilet Kahouanne et Tête à l'Anglais sont situées au nord de la Basse-Terre et subissent les influences des apports terrigènes du Grand Cul-de-Sac marin (Rivière Salée).

Au cours de la campagne 2020, les observateurs ont toutefois remarqué une diminution de la couverture algale sur certaines stations. Cette diminution s'est vérifiée sur les stations de Moule et Rocroy, où la proportion des algues est passée respectivement de 65% à 59% et de 64% à 55%.

Figure 3.22 : Illustration du « tapis algal » sur la station de Rocroy

- **Une proportion de la couverture benthique occupée par les invertébrés non-coralliens hétérogène suivant les stations (variant de 9% à 29% du recouvrement benthique).**

  - Les plus faibles recouvrements par les invertébrés non-coralliens sont relevés sur les stations Anse Bertrand (9%) et Rocroy Val de l'Orge (10%).
  - Des couvertures intermédiaires (entre 10 et 15%) sont observées sur 8 stations : Main Jaune (11%), Gros Cap (12%), Pointe des Mangles (12%), Ti Pâté (13%), Chicot (14%), Caye à Dupont (14%), Sec Pointe à Lézard (15%) et Moule (15%).
  - Les proportions d'invertébrés benthiques non-coralliens les plus élevées (>15%) sont observées sur 6 stations : Tête à l'Anglais (17%), Ilet Kahouanne (19%), Capesterre (20%), Ilet Fajou (20%), Ilet du Gosier (21%) et Pointes des Colibris (29%).

- **Une part de substrat non colonisé généralement faible, même si quelques stations présentent des pourcentages élevés. Le substrat nu représente jusqu'à 18% du recouvrement benthique.**

- Les plus faibles proportions de substrat non colonisé (<3%) sont observées sur la majorité des stations du réseau de suivi. Trois stations sont entièrement colonisées (Ilet Fajou, Ilet Kahouanne et Anse Bertrand), 4 stations possèdent 1% de leur substrat dépourvu d'organismes (Tête à l'Anglais, Main Jaune, Pointe des Colibris et Capesterre) et 3 stations présentent 2% de substrat non colonisé (Ilet du Gosier, Moule et Sec Pointe à Lézard).
- La station de Caye à Dupont possède une proportion intermédiaire de substrat nu, avec 4% du recouvrement benthique non vivant.
- Les proportions les plus élevées de substrat nu (>5%) sont observées sur 4 stations : Pointe des Mangles (6%), Gros Cap (8%), Chicot (11%) et Rocroy-Val de l'Orge (18%). Ces stations sont situées à proximité de zones de sable, à l'exception de Chicot et Gros Cap. Elles présentent des patchs de sable relativement étendus, pouvant expliquer cette forte part de substrat non colonisé.

- **Un état de santé (dire d'experts) de 2 à 3,5 / 5, traduisant des stations en état bon à médiocre.**

  D'une manière générale, le niveau d'état de santé est meilleur sur les stations présentant une couverture corallienne élevée, et inversement. Aucune station n'apparaît en très bon état de santé (indice moyen ≤1,5). Trois groupes de stations peuvent être identifiés selon leur niveau de sédimentation, leur couverture algale et l'état des colonies coralliennes :

- 3 stations en bon état de santé (indice moyen : 2 à 2,5) : Ti Pâté, Gros Cap et Moule. Les deux dernières stations ont un indice moyen de 2,5 /5, leur état écologique est donc proche du seuil d'état de santé moyen ;
- 8 stations en état de santé moyen (indice moyen : 3) : Ilet Fajou, Anse Bertrand, Pointe des Colibris, Main Jaune, Sec Pointe à Lézard, Pointe des Mangles, Chicot et Rocroy.
- 5 stations en état de santé moyen, proche du seuil d'état de santé médiocre (indice moyen : 3,5) : Ilet Kahouanne, Tête à l'Anglais, Capesterre, Ilet du Gosier et Caye à Dupont. Ces stations présentent de nombreuses colonies malades et nécrosées et une forte sédimentation ou un peuplement algal très développé.

Globalement, on observe comme lors des précédents suivis que :

- **Les peuplements algaux se substituent aux peuplements coralliens sur toutes les stations**, dans des proportions diverses, témoignant d'un déséquilibre du milieu, et des conditions de milieu contraignantes sur certaines stations. Les plongeurs ont cependant noté visuellement une diminution de la couverture algale sur certaines stations (Moule notamment) qui s'est vérifiée lors de l'analyse des données. Cette diminution ne constitue cependant pas une tendance vérifiée.
- **Les stations n'apparaissent pas ou peu envasées.** L'absence de vase à ces faibles profondeurs est relativement « normale », compte tenu de l'incidence de la houle qui limite la sédimentation et qui est sensible jusqu'à 15-20 mètres environ. Une sédimentation relativement marquée est toutefois observée sur les stations de Gros Cap, Ilet Kahouanne et Tête à l'Anglais. Certaines stations présentent un ensablement dû à la proximité de bancs de sable.
- Des cyanobactéries sont présentes sur l'ensemble des stations, sans exception. Cette observation pourrait traduire une dégradation générale des milieux soumis de manière globale à des apports conséquents en matière organique.
- **La quasi totalité du substrat dur est colonisé sur la majorité des stations** et notamment par les peuplements algaux. Cela implique une faible disponibilité du substrat pour le recrutement corallien et donc, un faible renouvellement des populations coralliennes. La station

avec la plus grande part de substrat nu (Rocroy) présente de large bande de sable entre les zones de récifs.

Figure 3.23 : Vue globale de la station de Ti Pâté (2020)

Figure 3.24 : Cyanophycées observées en abondance sur la station de Capesterre (2020)

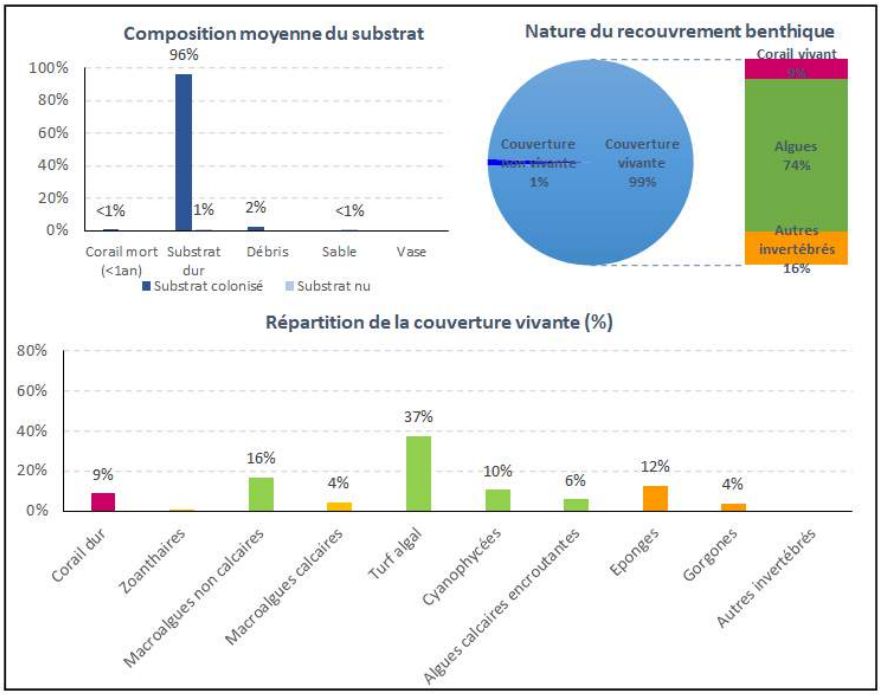
Une analyse détaillée des couvertures vivantes et du substrat abiotique par station est proposée ci-après. Elle présente les caractéristiques des stations observées lors de la campagne de juin 2020.

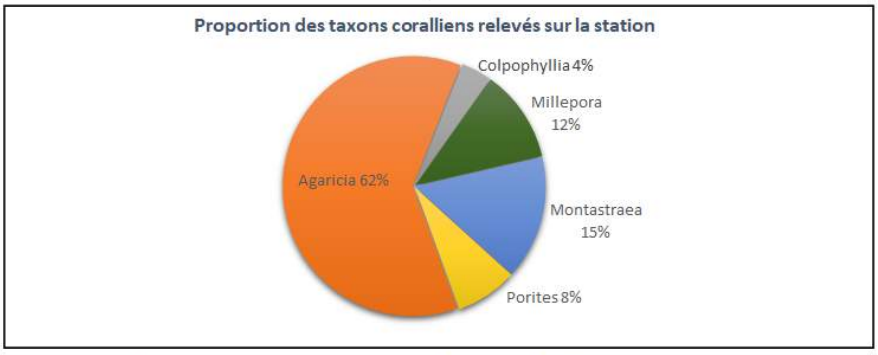
3.2.2.3. Analyse détaillée par station

Station de Tête à l'Anglais

(Réseau surveillance - FRIC08 ; type côte exposée à récifs frangeants)

Située sur la pente nord du rocher Tête à l'Anglais à -12 m de profondeur, le substrat de la station est dominé par les macroalgues et les gazons algaux. Les coraux sont peu abondants, et fortement affectés par les nécroses ou les maladies. Des indices d'une forte sédimentation sont toujours visibles sur la station.





Proportion de colonies présentant des signes de blanchissement

Pourcentage affecté	Blanchissement	Nécroses
0%	26	13
1 à 10%	0	1
11 à 50%	0	9
51 à 90%	0	3
91 à 100%	0	0
TOTAL		**26**

Figure 3.25 : Composition du substrat biotique et abiotique et proportion des taxons coralliens (coraux durs) relevées sur la station de Tête à l'Anglais

La station présente en 2020 (Figure 3.25) :

- **Une faible couverture corallienne** (coraux durs + zoanthaires) participant à 9% à la couverture benthique. Seuls des coraux durs sont observés, la diversité est relativement faible avec seulement 5 genres relevés. Les genres *Agaricia* (62%), *Montastrea* (15%) et *Millepora* (12%) sont les plus fréquents. L'espèce protégée *Acropora cervicornis* est observée en début et en fin de transect. La moitié des colonies est nécrosée. De plus, la maladie SCTLD a été observée sur de nombreuses colonies.

- **Les algues dominent la couverture benthique,** recouvrant 74% de la station. Au sein du peuplement, le turf algal est majoritaire (37%) suivi des macroalgues non calcaires (16%). Parmi ces dernières, le genre *Dictyota* est largement majoritaire. De nombreux patchs de cyanophycées sont aussi observés, elles représentent 10% des relevés. Les algues calcaires sont peu présentes, elles se répartissent entre les macroalgues calcaires (4%) et les algues calcaires encroûtantes (6%).

- **Les invertébrés non-coralliens recouvrent 16% de la station.** Les spongiaires sont principalement observés avec 12% des occurrences. Les gorgones sont minoritaires (4%).

- **Le substrat est principalement de la roche** (96%). Les organismes benthiques se développent aussi sur des petites zones de débris coralliens (2%). Une faible part du substrat n'est pas colonisée, de la roche, du sable ou des débris de corail mort récemment apparaissent alors nus.

La station présente une forte prévalence de nécroses et de maladies coralliennes. Les macroalgues y sont très développées et des traces de sédimentation sont observés. **L'état de santé général de la station est évalué comme moyen à médiocre (indice 3,5/5).** Cette évaluation réalisée le long du transect montre un état médiocre sur le tombant (début du transect) et un état moyen ensuite.

Figure 3.26 : Espèce protégée Acropora cervicornis (gauche) et colonie de Pseudodiploria sp. atteint par la maladie de perte de tissu sur la station de Tête à l'Anglais

Sur la base des précédents suivis, l'évolution de la couverture benthique et des densités de recrues et d'oursins sur la station peut être analysée (Figure 3.27) :

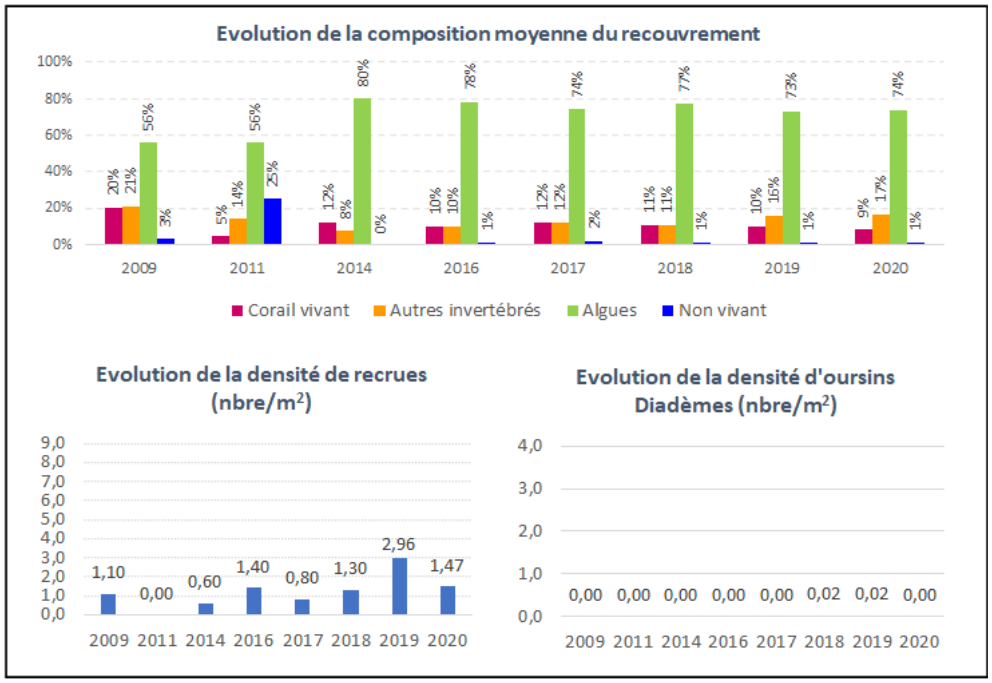


Figure 3.27 : Evolution de la composition de la couverture benthique, de la densité en recrues coralliennes et en oursins diadèmes sur la station de Tête à l'Anglais entre 2009 et 2020

Depuis la mise en place d'un transect pérenne en 2014, la composition de la station évolue peu. Les disparités dans les proportions observées entre 2009 et 2011 sur cette station pourraient alors en partie être dues à des variations de positionnement du transect. Depuis 2014, **le peuplement algal est dominant** et représente entre 70 et 80% de la station. **La couverture corallienne reste faible** en 2020 avec la plus faible valeur depuis 2014 (9%). **La part des autres invertébrés benthiques semble très progressivement augmenter**, passant de 8% en 2014 à 17% aujourd'hui. Cette tendance sera à confirmer lors des prochains suivis.

La **densité en recrues coralliennes** est variable. En 2020, elle est plus faible qu'en 2019, mais reste élevée comparée aux premières années de suivi (< 1,10 recrues/m² de 2009 à 2014).

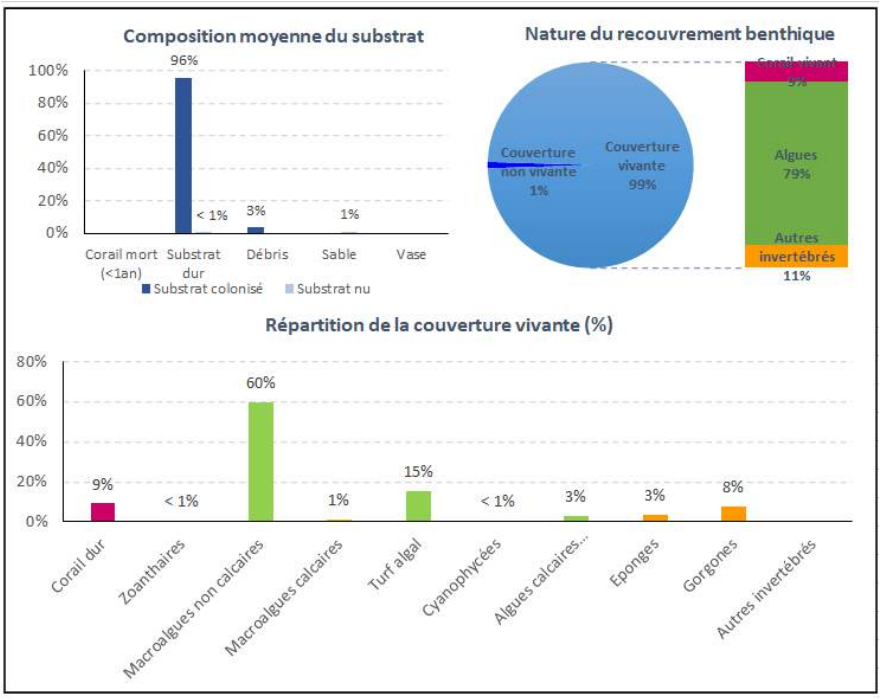
En 2020, aucun oursin diadème n'a été observé à Tête à l'Anglais. Cette absence de brouteurs est récurrente sur cette station depuis le début des suivis à l'exception d'un seul individu observé en 2018 et 2019.

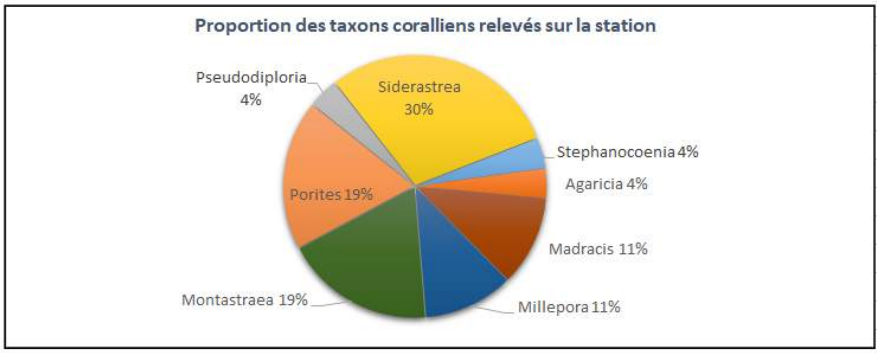
Figure 3.28 : Vue générale de la station « benthos » de Tête à l'Anglais en juin 2020

Station de Main Jaune

(FRIC 04 ; type côte rocheuse peu exposée)

Située à environ 3 km au sud-est de l'agglomération de Saint-François, la station se situe sur un plateau rocheux, de faible relief. Le peuplement est largement dominé par les algues depuis le début des suivis, notamment les turfs algaux et les macroalgues du genre *Dictyota*. L'abondance chronique de cette dernière indique un déséquilibre du milieu. Les coraux sont toujours peu abondants.





Proportion de colonies présentant des signes de blanchissement

Pourcentage affecté	Blanchissement	Nécroses
0%	25	9
1 à 10%	2	9
11 à 50%	0	4
51 à 90%	0	4
91 à 100%	0	1
TOTAL		27

Figure 3.29 : Composition du substrat biotique et abiotique et proportion des taxons coralliens (coraux durs) relevées sur la station de Main Jaune

La station présente en 2020 (Figure 3.29) :

- **Une couverture corallienne (coraux durs + zoanthaires) faible**, ces organismes représentent 9% de la couverture totale de la station. Il s'agit essentiellement de coraux durs (Scléractiniaires) représentés par 8 genres dont les principaux sont *Siderastrea* (30%), *Porites* (19%) et *Montastrea* (19%). Les coraux sont peu affectés par le blanchissement (2 colonies présentent des signes sur une faible surface). En revanche, 18 colonies présentent une nécrose dont la moitié sur plus de 10% de leur surface. Les coraux mous (zoanthaires) sont très peu représentés avec seulement une observation sur l'ensemble du transect (< 1%).
- **Une forte couverture algale** (79% de la station). Les macroalgues molles sont largement dominantes au sein de ce peuplement, elles représentent 60% de la couverture biotique. Seul le genre *Dictyota* est observé sur cette station. Le turf algal représente 15% de la communauté benthique. De rares macroalgues calcaires du genre *Galaxaura* sont aussi observées le long du transect. Des algues calcaires encroûtantes sont observées mais restent sporadiques (3%). Une occurrence de cyanophycées est observée.
- **Les invertébrés marins non coralliens** représentent une faible part de la couverture benthique (11%). Les spongiaires sont minoritaires par rapport aux gorgones (respectivement 3% et 8%).
- **Les organismes benthiques se développent principalement sur de la roche** (96% du substrat dur colonisé), bien que 3% de débris coralliens colonisés soient aussi relevés le long du transect. Des rares zones de roche nue (trace de broutage) et de sable nu (cuvette de sable) sont aussi observées.

La station conserve la note **d'état de santé général moyen (indice 3/5)**. En effet, les macroalgues dominent toujours le peuplement benthique, et les coraux présentent très fréquemment des nécroses.

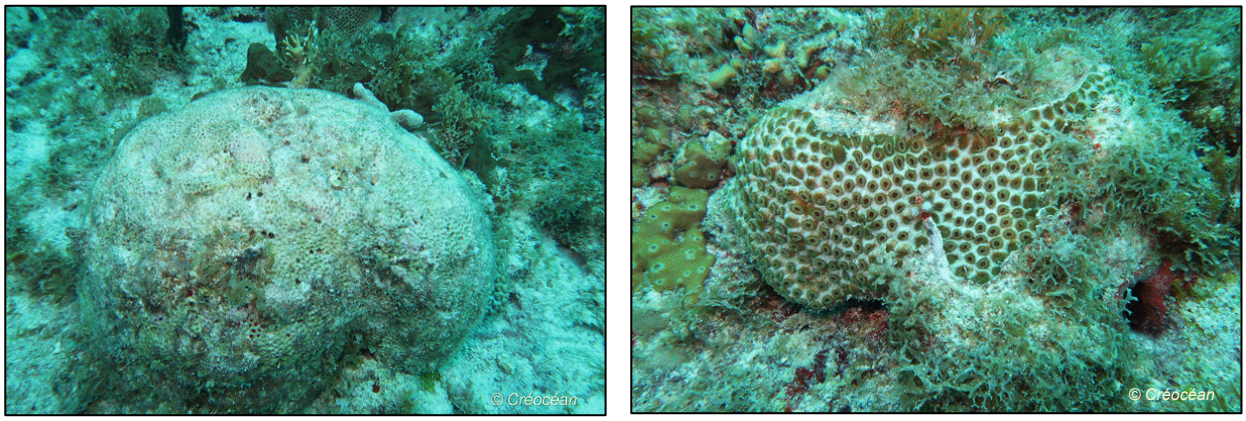


Figure 3.30 : Détails de la station de Main Jaune (gauche : Siderastrea siderea mort ; droite : Montastraea cavernosa nécrosé et en compétition avec Dictyota sp.)

La synthèse des données de suivi depuis 2009 permet d'établir l'évolution de la couverture benthique et des densités de recrues et d'oursins sur la station (Figure 3.31) :

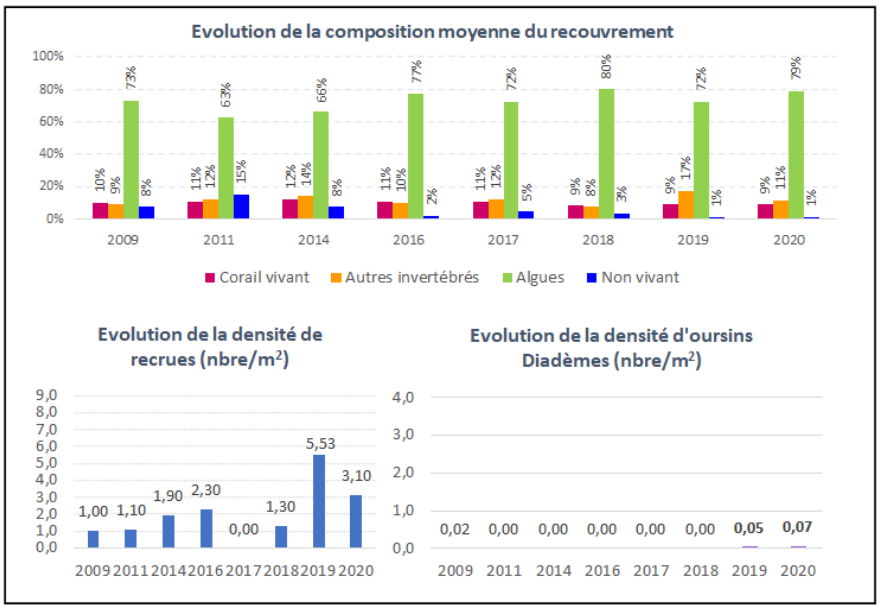


Figure 3.31 : Evolution de la composition de la couverture benthique, de la densité en recrues coralliennes et en oursins diadèmes sur la station de Main Jaune entre 2009 et 2020

Depuis le premier suivi, réalisé en 2009, la composition du recouvrement benthique est relativement stable. La station est toujours largement dominée par les populations algales, qui oscillent entre 72% et 80% depuis la pérennisation des transects. La proportion de coraux stagne autour de 10% de la communauté benthique. Depuis deux années consécutives (2019 et 2020) la proportion de substrat non colonisé est la plus faible des suivis (1%), elle était légèrement supérieure les années précédentes (de 2% en 2016 à 15% en 2011).

La densité de recrues coralliennes est relativement élevée en 2020 par rapport aux premières années de suivi (3,1 recrues/m²). Elle reste toutefois inférieure à la forte densité observée en 2019.

Outre la première année de suivi, aucun oursin diadème n'avait été observé sur la station jusqu'en 2018. **Lors du suivi 2020**, **des échinodermes brouteurs ont de nouveau été observés**. Leur densité reste toutefois très faible, avec 0,7 individu/m².

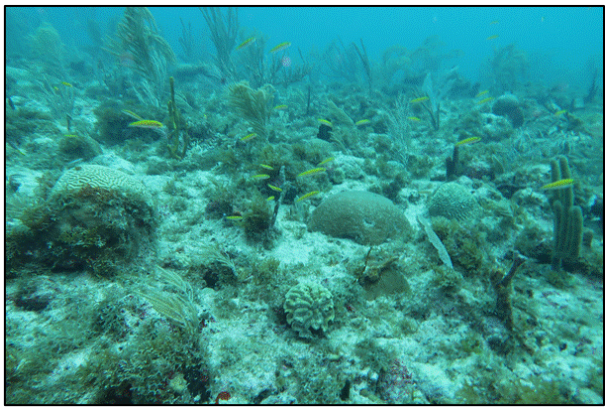
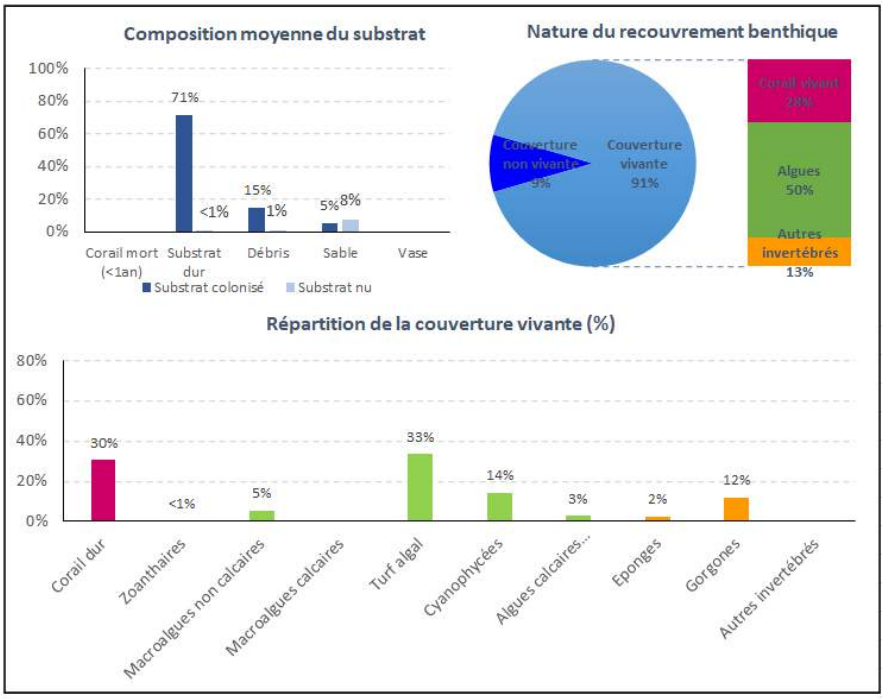


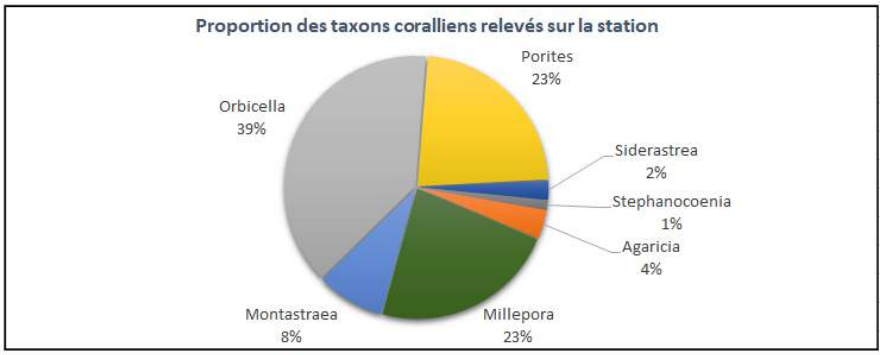
Figure 3.32 : Vue générale de la station « benthos » de Main Jaune en juin 2020

Station Ti Pâté

(Réseau surveillance - FRIC08 11 ; type côte rocheuse peu exposée)

Depuis 2016, le transect a été repositionné à une plus faible profondeur sur le site, sur la partie inférieure de la pente du rocher Ti Pâté, aux Saintes. Les coraux sont relativement abondants et majoritairement sains. Les macroalgues sont peu nombreuses. Quelques patchs de cyanobactéries sont toujours observés.





Proportion de colonies présentant des signes de blanchissement

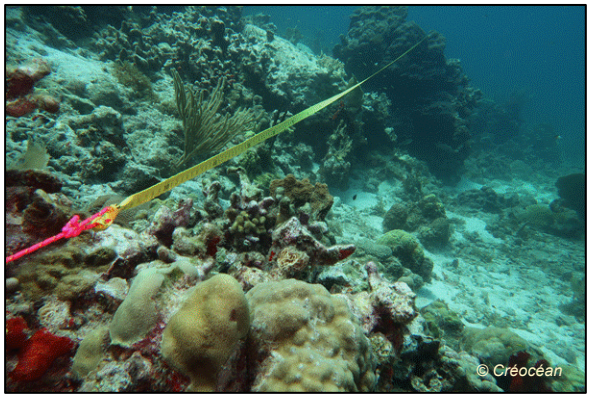
Pourcentage affecté	Blanchissement	Nécroses
0%	77	62
1 à 10%	5	7
11 à 50%	0	10
51 à 90%	0	4
91 à 100%	0	0
TOTAL		83

Figure 3.33 : Composition du substrat biotique et abiotique et proportion des taxons coralliens (coraux durs) relevées sur la station de Ti Pâté

La station présente, lors du suivi 2020 :

- **Une couverture corallienne élevée, avec 28% du recouvrement benthique correspondant exclusivement à des coraux.** Ce peuplement est essentiellement composé de coraux durs (Scléractiniaires), une colonie de Zoanthaire est toutefois observée. La station abrite 7 genres de coraux, dont trois sont largement dominants : *Orbicella* (39% des colonies), *Porites* (23% des colonies) et *Millepora* (23% des colonies). De rares signes de blanchissement sont observés sur 5 colonies. Les nécroses sont plus fréquentes (21 colonies nécrosées sur 83 au total) mais la majorité des coraux sont sains (62 colonies).
- **Un peuplement algal possédant une forte couverture (50% du recouvrement benthique).** Ce peuplement est principalement composé de turf algal, qui représente 33% de la couverture biotique. Les cyanophycées sont relativement abondantes, avec 14% des communautés benthiques. Les macroalgues sont minoritaires (5%), seul le genre *Dictyota* (macroalgues non calcaires) est observé. Les algues calcaires encroûtantes sont peu présentes à raison de 3% de la couverture vivante.
- **Des invertébrés benthiques non coralliens en abondance moyenne (13% du recouvrement benthique).** Ce taxon est essentiellement composé de gorgones (12% des organismes vivants de la station) qui se développent à la limite du récif, sur la partie sableuse. Des éponges sont aussi observées de manière sporadique (2% du biote).
- **Un pourcentage non négligeable de substrat non colonisé** (9% de la couverture totale). Ces zones de substrat nu sont principalement constituées de sable, bien qu'une zone de roche nue ait été observée. Le substrat colonisé est principalement de la roche, bien que de nombreux débris coralliens ou de zones de sables soient aussi colonisés.

Le récif de Ti Pâté est évalué en **bon état de santé général (indice 2/5)**. La couverture corallienne est élevée et les coraux sont relativement sains. Si la couverture algale est élevée, les macroalgues sont très peu présentes, les peuplements algaux étant dominés par du turf, relativement ras, laissant la possibilité d'un développement des colonies coralliennes.



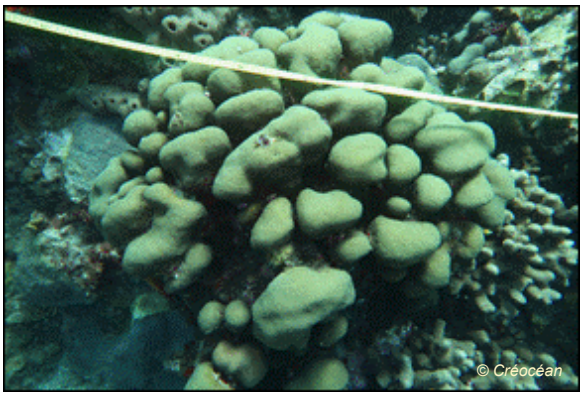


Figure 3.34 : Vue générale du début du transect (gauche) et large colonie d'Orbicella annularis sur la station de Ti Pâté

Sur la base des précédents suivis, l'évolution de la couverture benthique et des densités de recrues et d'oursins sur la station peut être analysée (Figure 3.35) :

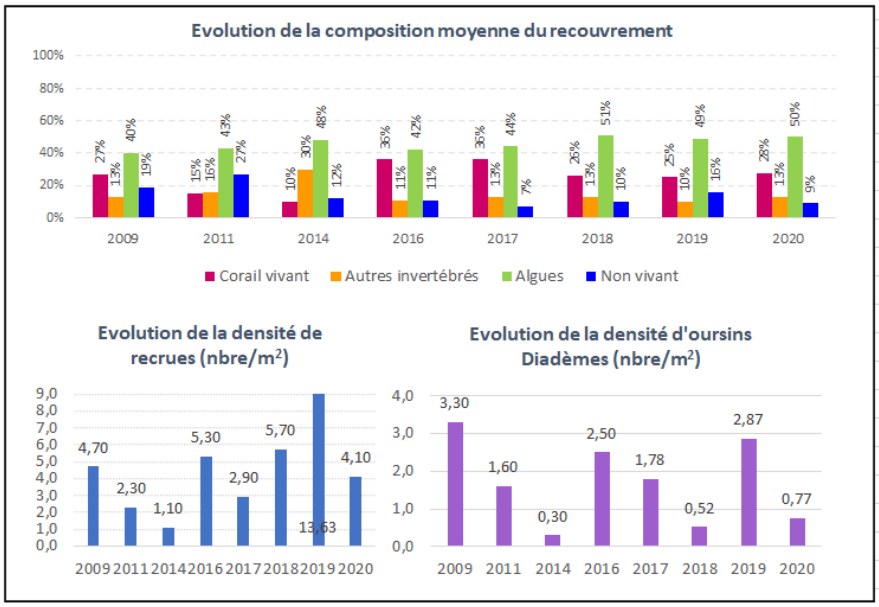


Figure 3.35 : Evolution de la composition de la couverture benthique, de la densité en recrues coralliennes et en oursins diadèmes sur la station Ti Pâté entre 2009 et 2020

Concernant l'évolution de la couverture benthique, il est important de rappeler le repositionnement du transect en 2014 puis en 2016. **Ainsi, en se concentrant sur les dernières années de suivi, le peuplement benthique a peu évolué**. La proportion en coraux se maintient entre 25 et 30% alors qu'elle était légèrement plus élevée en 2016 et 2017 (36%). La couverture algale a augmenté de 42% à 50% entre 2016 et 2018, elle s'est depuis stabilisée. Les proportions d'invertébrés non coralliens et de substrat non colonisé varient légèrement suivant les années, aucune tendance ne semble se dégager.

La densité de recrues est relativement élevée en 2020 (4,1 recrues/m²). Bien que plus faible que la densité de 2019, qui était exceptionnellement haute (13 recrues/m²), elle reste similaire aux densités observées en 2009, 2016 et 2018.

Des oursins diadème sont observés chaque année sur cette station. En 2020, leur densité est relativement faible (0,77 individu/m²), à l'instar des années 2014 et 2018. La densité en oursins est parfois élevée sur cette station comme en 2019 (2,87 individu/m²) ou en 2016 (2,50 individu/m²), synonyme du maintien d'une pression de broutage sur les peuplements algaux.

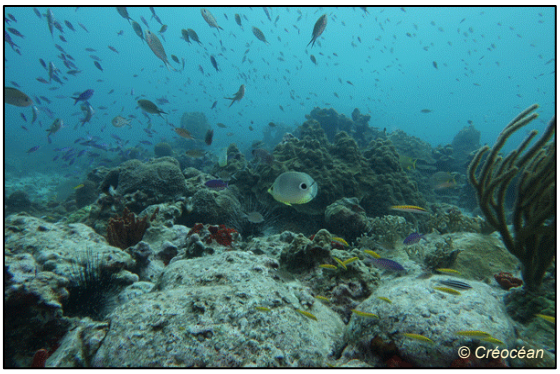
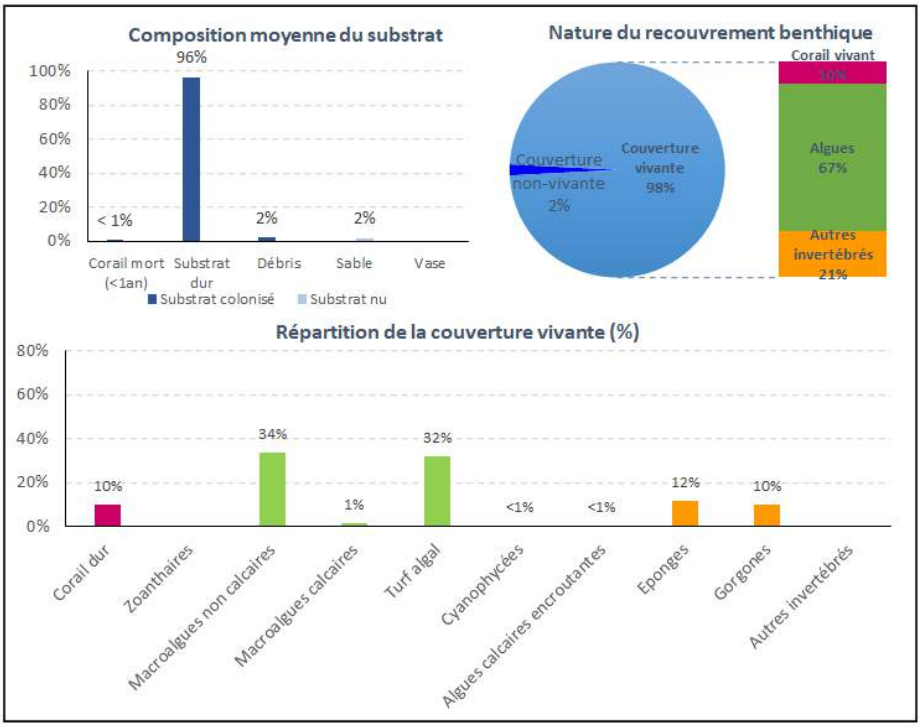


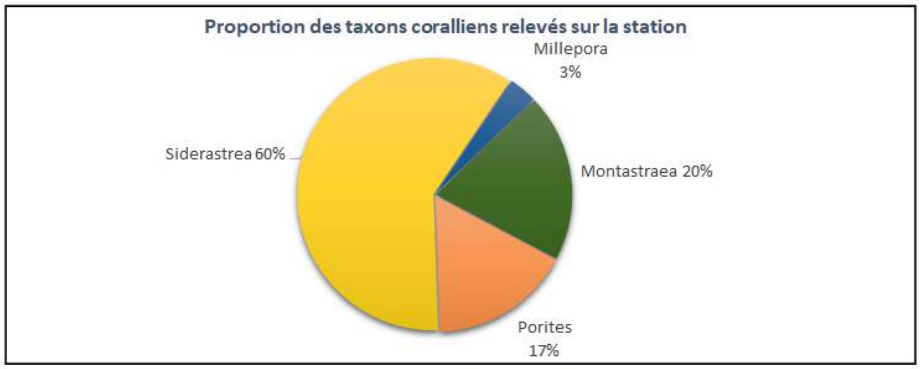
Figure 3.36 : Station "benthos" de Ti Pâté. L'abondance de poissons est signe d'un récif en bonne santé

Station Ilet du Gosier

(Réseau surveillance - FRIC03 ; type fond de baie)

La station, au sud de l'Ilet du Gosier, est située sur un platier rocheux à proximité de bancs sableux. Un ensablement généralisé est couramment observé sur ce secteur. Les populations benthiques sont largement dominées par les macroalgues non calcaires, signes d'apports accrus en éléments nutritifs sur la station. Les coraux sont peu abondants et peu diversifiés.





Proportion de colonies présentant des signes de blanchissement

Pourcentage affecté	Blanchissement	Nécroses
0%	30	10
1 à 10%	0	6
11 à 50%	0	6
51 à 90%	0	7
91 à 100%	0	1
TOTAL		**30**

Figure 3.37 : Composition du substrat biotique et abiotique et proportion des taxons coralliens (coraux durs) relevées sur la station de l'Ilet Gosier

La station présente en 2020 :

- **Un faible recouvrement corallien (coraux durs et zoanthaires), composant 10% de la station.** Le peuplement corallien est constitué exclusivement de coraux durs (Scléractiniaires). La diversité de genre est très faible en 2020 puisque seuls 4 genres sont observés : *Siderastrea sp.* (60% des colonies), *Montastrea sp*. (20% des colonies), *Porites sp.* (17% des colonies) et *Millepora sp*. (3% des colonies). Les colonies sont de petites tailles et en mauvais état de santé. Des nécroses sont très fréquemment observées sur les colonies. En juin 2020, un très grand nombre de colonies affectées par la SCTLD a été observé.
- **Un peuplement algal très développé, recouvrant 67% de la station.** Les macroalgues molles sont légèrement majoritaires (34% de la couverture vivante). Le turf algal est ensuite le taxon le plus présent (32% de la couverture vivante). Les algues calcaires sont peu présentes, représentant 1% de la couverture vivante pour les macroalgues calcaires et moins de 1% pour les algues calcaires encroûtantes. Une occurrence de cyanophycées est relevée, participant à moins de 1% à la couverture vivante.
- **Une couverture en invertébrés non coralliens relativement forte, ces organismes recouvrent 21% de la station.** Ces invertébrés sont des éponges (12% de la couverture vivante) et des gorgones (10% de la couverture vivante).
- **Un substrat principalement composé de roche colonisée (substrat dur colonisé à 96%).** Des zones de sable nu sont toutefois observées sur 2% de la station. Quelques occurrences de débris coralliens colonisés (2%) et de corail mort récemment colonisés (< 1%) sont aussi relevées.

Le récif de l'Ilet du Gosier est évalué en **état de santé moyen à médiocre (indice 3,5/5)**. Le peuplement algal est très développé sur la station et dominé par les macroalgues. De plus, les colonies coralliennes sont fortement nécrosées et présentent un grand nombre de cas de maladie de perte de tissu.

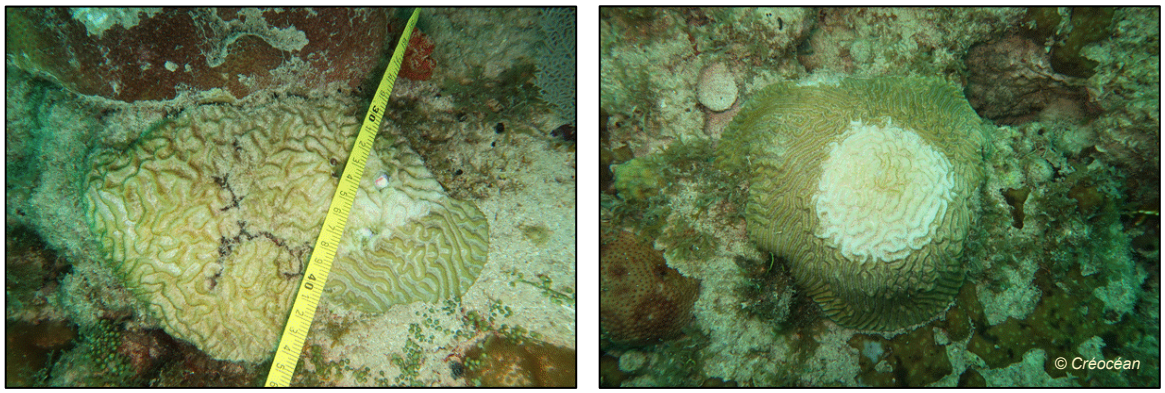


Figure 3.38 : Colonies coraliennes de Pseudodiploria spp. atteintes par la maladie de perte de tissu (SCTLD)

La propagation de la SCTLD pourrait, à terme, réduire drastiquement la couverture en corail vivant sur cette station.

Sur la base des précédents suivis, l'évolution de la couverture benthique, des densités de recrues et d'oursins sur la station peut être analysée (Figure 3.39) :

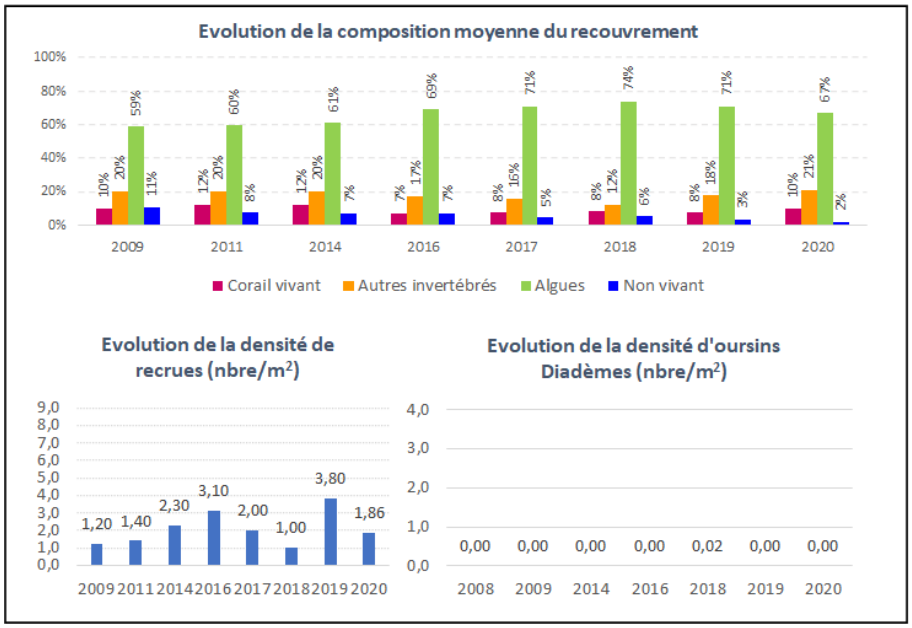


Figure 3.39 : Evolution de la composition de la couverture benthique, de la densité en recrues coralliennes et en oursins diadèmes sur la station Ilet du Gosier entre 2009 et 2020

Les données de recouvrement benthique depuis 2009, montrent une faible évolution des proportions des différents taxons. Le recouvrement algal est toujours élevé, malgré une légère baisse depuis 2018, de 74% à 67%. La part des colonies coralliennes reste faible, entre 7% et 12% lors des 8 années de suivi. La proportion d'invertébrés non coralliens en 2020 a de nouveau atteint les valeurs observées au début des suivis (20%). Elle était légèrement plus faible depuis 2017. Les zones de substrat nu semblent progressivement disparaitre, passant progressivement de 11% en 2009 à 2% en 2020.

La densité en recrues coralliennes est moyenne en 2020 (1,86 recrue/m²). Cette densité est variable suivant les années, elle a atteint une valeur maximale en 2019 avec 3,80 recrues/m². Aucune tendance claire ne se dégage depuis 8 années de suivi.

Aucun oursin diadème n'a été observé en 2020 sur le transect. Les oursins ne sont pas observés sur le récif depuis le début des suivis, à l'exception d'un individu en 2018.

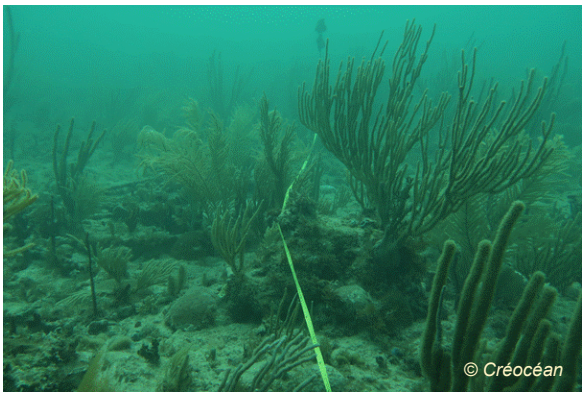
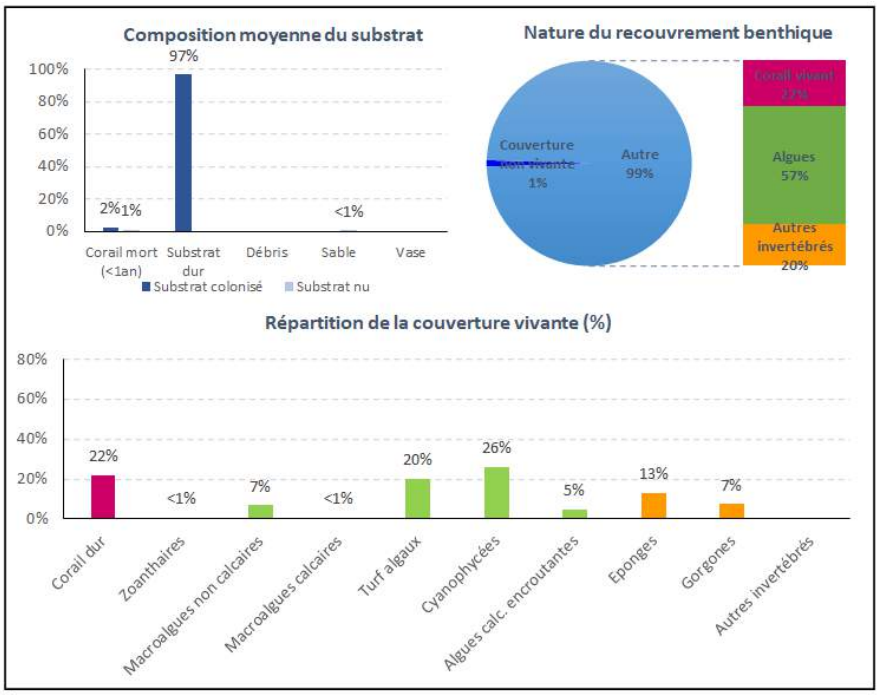


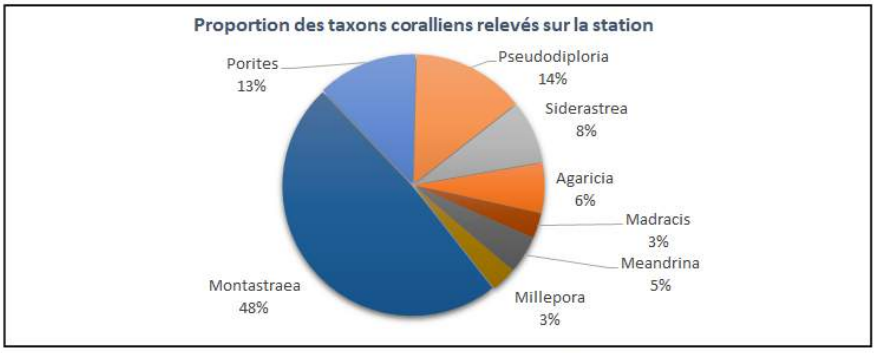
Figure 3.40 : Vue générale de la station « benthos » de l'Ilet Gosier

Station Capesterre

(Réseau surveillance - FRIC 02 ; type côte rocheuse peu exposée)

La station de Capesterre présente peu de relief. Le peuplement est assez homogène, les coraux sont diversifiés et abondants. Ce sont principalement des colonies massives à sub-massives, adaptées aux conditions de milieu (courant ponctuellement fort). Des éponges de grande taille et de nombreuses gorgones éventail colonisent également le substrat. Les cyanophycées, très développées en 2019, sont toujours observées en abondance en 2020.





Proportion de colonies présentant des signes de blanchissement

Pourcentage affecté	Blanchissement	Nécroses
0%	62	34
1 à 10%	0	8
11 à 50%	2	14
51 à 90%	0	7
91 à 100%	1	0
TOTAL		65

Figure 3.41 : Composition du substrat biotique et abiotique et proportion des taxons coralliens (coraux durs) relevées sur la station de Capesterre

La station présente en 2020 :

- **Une couverture corallienne (coraux durs et zoanthaires) parmi les plus élevées avec 22% de la couverture totale.** La station présente une diversité coralienne relativement forte avec 8 genres de Scléractiniaires. Les genres *Montastrea* (48% des colonies), *Pseudodiploria* (14%) et *Porites* (13%) sont les plus fréquents. Une colonie de Zoanthaire a été observée (<1% du biote). De nombreux coraux présentent des signes de la maladie de perte de tissu (SCTLD). La forte prévalence de cette maladie est préoccupante, la couverture corallienne relevée en 2021 devra être analysée de près pour déceler une évolution des communautés benthiques. Des nécroses sont aussi présentes sur la moitié des coraux rencontrés, elles recouvrent en général de 11% à 50% des colonies touchées.
- **Un peuplement algal recouvrant 54% de la station.** A l'instar de l'année précédente, les cyanophycées sont majoritaires parmi les algues. Ce maintien de la couverture en cyanophycées témoigne d'un déséquilibre persistant sur cette masse d'eau. Le second taxon le plus observé est le turf algal, qui représente 20% du biote. Les macrolagues non calcaires sont minoritaires (7%), exclusivement représentées par le genre *Dictyota*. Les algues calcaires encroûtantes sont aussi très peu fréquentes (5% de la couverture vivante), alors qu'une seule espèce de macroalgue calcaire (*Halimeda sp.*) a été observée.
- **Un recouvrement moyen d'invertébrés benthiques non coralliens (20% du recouvrement total).** Cette couverture est composée d'éponges (13%) et d'une proportion légèrement moindre de gorgones (7%).
- **Le substrat est colonisé sur 99% de la station.** Seules deux occurrences de sable nu et de corail mort récemment ont été observées. Le substrat dur colonisé est essentiellement de la roche bien que 2% de corail mort récemment soit relevé. Ces coraux morts récemment sont vraisemblablement des squelettes de colonies ayant succombé à la maladie SCTLD.

La station est évaluée en **état de santé général moyen (indice 3/5)**. Certaines des colonies coralliennes massives caractérisant la station sont mortes à la suite de la maladie SCTLD. Les autres colonies présentent des **signes de dégradation** (autres maladies, nécroses, blanchissement). La station est toujours recouverte par un tapis de cyanobactéries révélant un apport nutritif excessif dans cette masse d'eau.

Figure 3.42 : Colonies de Meandrina sp. mortes récemment sur la station Capesterre

Sur cette station aussi, la propagation de la maladie déjà inquiétante en juin 2020 sera un point d'attention particulier lors du suivi en juin 2021.

Sur la base des précédents suivis, l'évolution de la couverture benthique et des densités de recrues et d'oursins sur la station peut être analysée (Figure 3.43) :

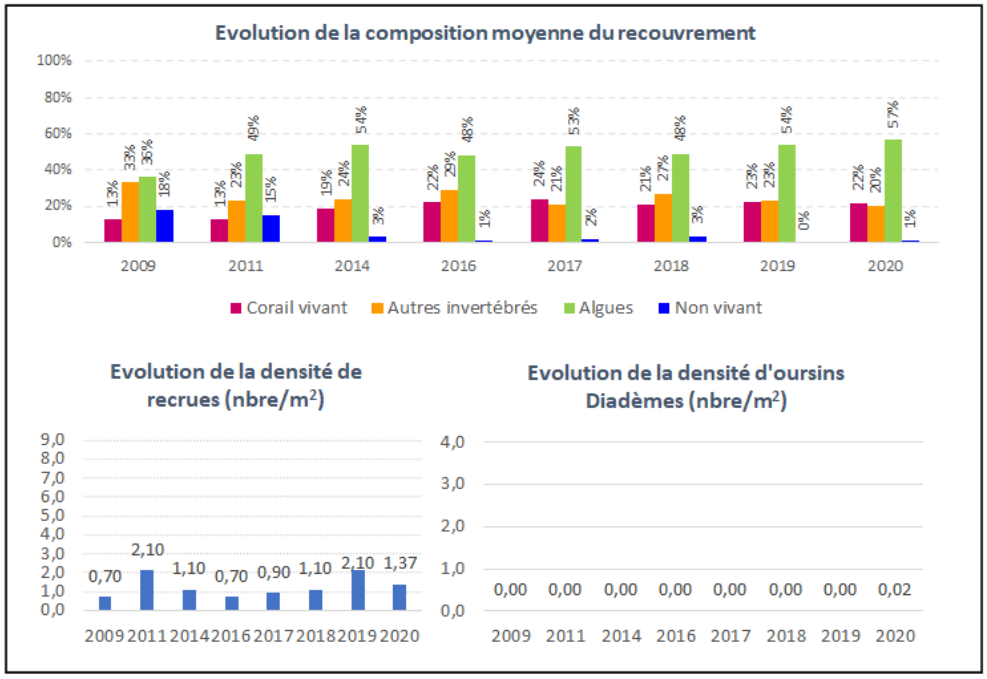


Figure 3.43 : Evolution de la composition de la couverture benthique, de la densité en recrues coralliennes et en oursins diadèmes sur la station Capesterre entre 2009 et 2020

La composition de la station a évolué depuis le début des suivis, mais est relativement stable depuis la pérennisation des transects. Ainsi, la couverture corallienne reste supérieure à 20% alors que le peuplement algal recouvre environ 50% de la station. Les invertébrés non coralliens possèdent le plus faible recouvrement en 2020 (20%) mais cette couverture est similaire aux années précédentes (entre 21 et 33%). Le substrat nu est toujours très rare (quelques %).

La densité de recrues coralliennes est de 1,37 recrues/m². Cette valeur est parmi les plus fortes sur cette station, mais reste relativement faible.

Aucun oursin diadème n'a été observé sur cette station jusqu'en 2020. En 2020, un seul individu de *Diadema antillarum* a été relevé au début du transect (densité d'oursins de 0,2 individu/m²).

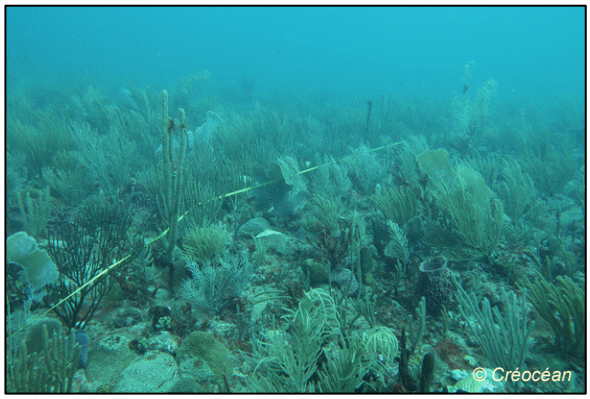
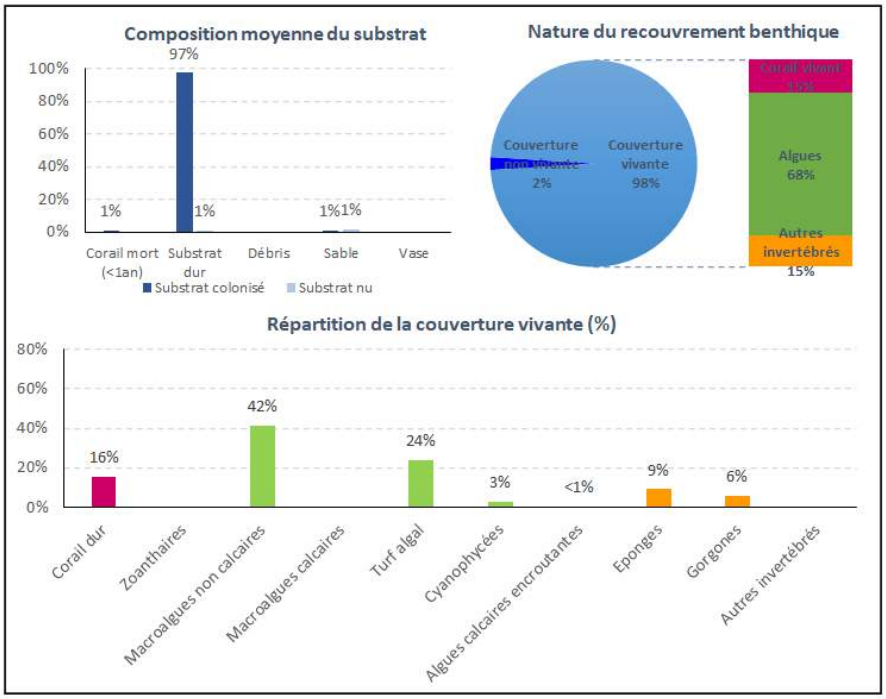


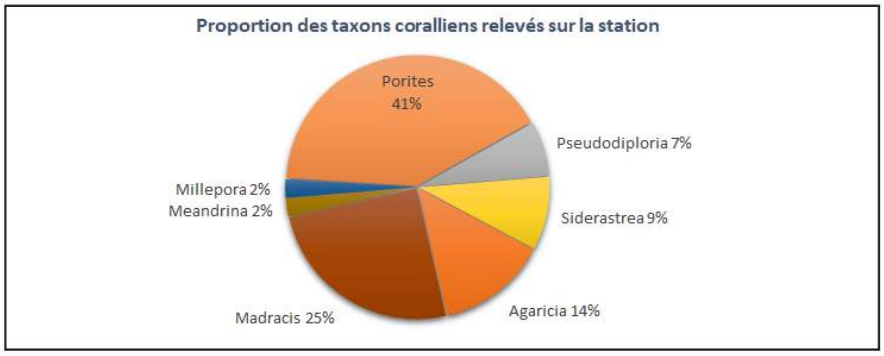
Figure 3.44 : Vue générale de la station « benthos » de Capesterre en juin 2020

Station Sec Pointe à Lézard

(Réseau surveillance - FRIC 01 ; côte rocheuse protégée)

Située en côte sous le vent, la station est implantée sur une avancée rocheuse entourée de sable et de débris coralliens. Les turfs algaux et les macroalgues colonisent majoritairement le substrat. La couverture corallienne est relativement faible et les colonies sont généralement de petite taille. Ces dernières présentent des nécroses et la maladie SCTLD a été observée sur quelques colonies.





Proportion de colonies présentant des signes de blanchissement

Pourcentage affecté	Blanchissement	Nécroses
0%	46	18
1 à 10%	0	7
11 à 50%	0	17
51 à 90%	0	4
91 à 100%	0	0
TOTAL		46

Figure 3.45 : Composition du substrat biotique et abiotique et proportion des taxons coralliens (coraux durs) relevées sur la station de Pointe à Lézard

La station présente en 2020 :

- **Une couverture corallienne (coraux + zoanthaires) relativement faible**, constituant 15% de recouvrement benthique. Seuls des coraux durs sont observés (Scléractiniaires). Les coraux sont relativement de petite taille et plus de la moitié présente une nécrose sur au moins 11% de sa surface. La station abrite 7 genres de coraux, dont les plus fréquents sont *Porites sp.* (41% des colonies), *Madracis sp.* (25% des colonies) et *Agaricia sp.* (14% des colonies). Quelques colonies de *Pseudodiploria sp.* et *Meandrina sp.* sont affectées par la maladie SCTLD.
- **Un recouvrement benthique par les populations algales élevé (68% de la station).** Les macroalgues non calcaires sont dominantes (42% du biote). Seul le genre *Dictyota* est observé. Le turf algal représente 24% de la couverture vivante. Des patchs de cyanophycées sont relevés, participant à 3% à la colonisation de la station. Une occurrence d'algue calcaire encroûtante est relevée (< 1%).
- **Les invertébrés benthiques non coralliens recouvrent 15% de la station.** Cette couverture relativement faible est constituée majoritairement d'éponges (9% du biote) mais aussi de gorgones (6% du biote).
- **La station est entièrement colonisée,** seulement 2% du substrat est nu (1% de roche nue et 1% de sable). Les organismes se développent essentiellement sur de la roche (substrat dur) bien que 1% de corail mort récemment et 1% de sable soient aussi colonisés.

La station est évaluée en **état de santé général moyen (indice 3/5)**. Les coraux sont fréquemment nécrosés, malades, signes d'une dégradation avancée. Le peuplement algal est largement dominé par les macroalgues. Les signes de forte sédimentation observés en 2017 n'ont plus été observés.

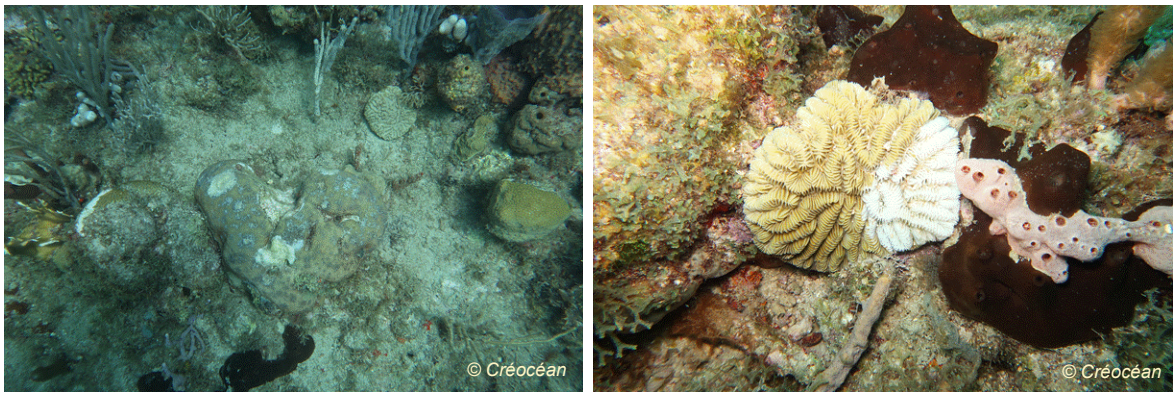


Figure 3.46 : Nombreuses colonies mortes ou endommagées (gauche). Détails d'une colonie de Meandrina sp. affectée par la SCTLD (droite)

Sur la base des précédents suivis, l'évolution de la couverture benthique et des densités de recrues et d'oursins sur la station peut être analysée :

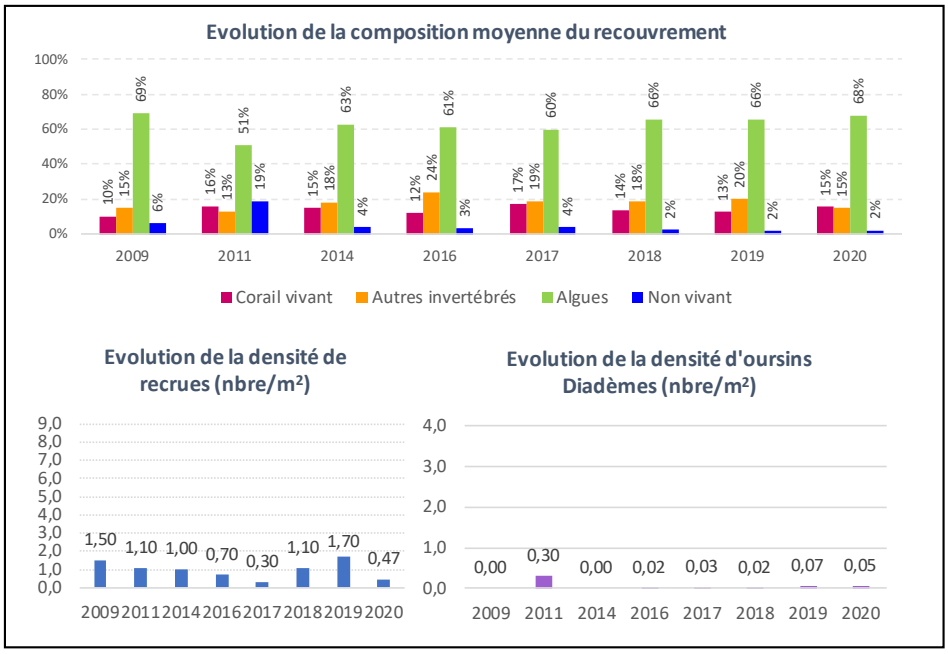


Figure 3.47 : Evolution de la composition de la couverture benthique, de la densité en recrues coralliennes et en oursins diadèmes sur la station Sec Pointe à Lézard entre 2009 et 2020

Depuis les premiers suivis en 2009, la composition de la station n'a que peu évolué. La couverture corallienne oscille entre 13% et 17% depuis la pérennisation du transect. La part des autres invertébrés fluctue aussi, entre 15% et 24%. La couverture algale a toujours été haute sur cette station, elle est comprise entre 60 et 70%. La part de substrat non colonisé est faible, notamment depuis 2014 (<4%).

La densité de recrues coralliennes est faible en 2020 (0,47 recrues/m²). Cette densité est historiquement plus élevée (> 1 individu/m²), à l'exception des années 2016 et 2017. La valeur la plus basse (0,3 recrues/m² en 2017) coïncide avec l'observation d'une forte sédimentation.

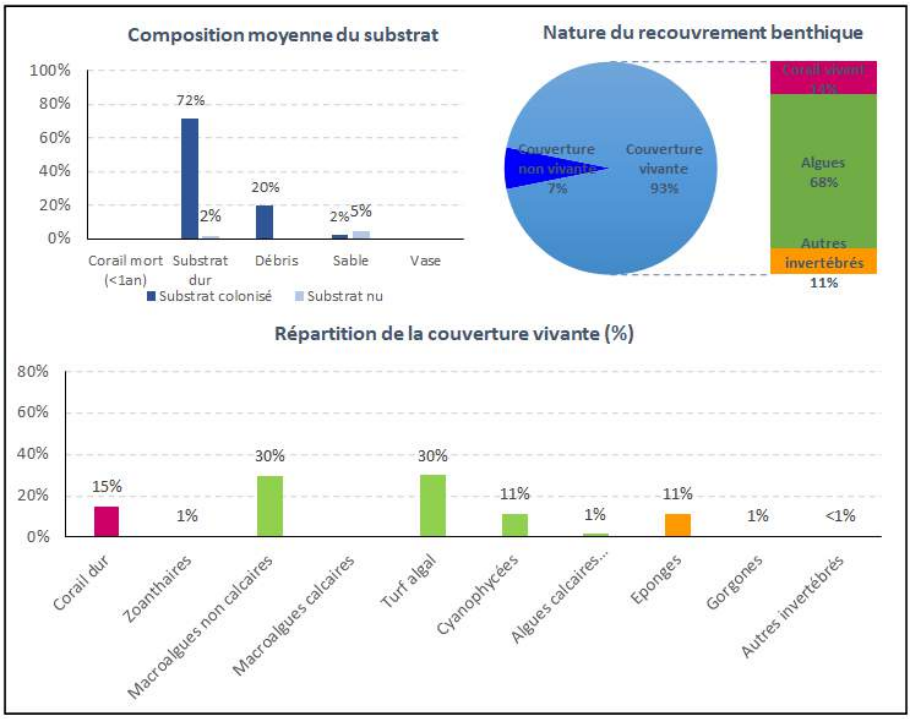
Le nombre d'oursins diadème observés sur la station est très faible en 2020 (0,05 individu/m²), à l'instar des années précédentes. Cette très faible densité en échinodermes brouteurs diminue fortement la pression de prédation sur les communautés algales.

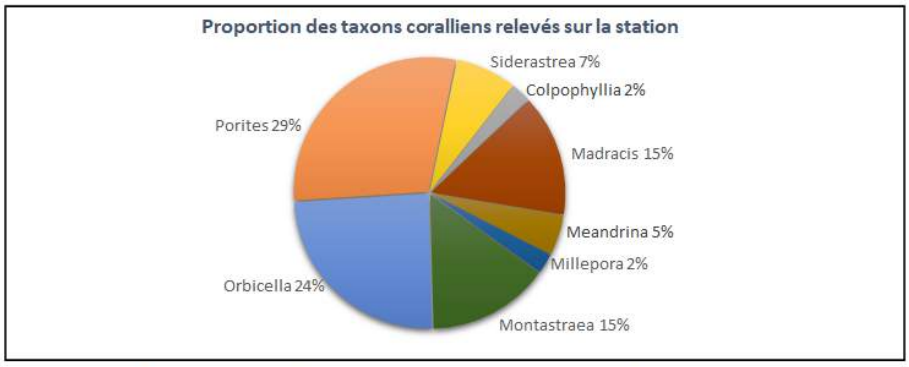
Figure 3.48 : Vue générale de la station « benthos » de Sec Pointe à Lézard en juin 2020

Station Pointe des Mangles

(Réseau surveillance - FRIC07B ; type récif barrière)

Située dans le Grand Cul-de-Sac Marin au nord de Port-Louis, la station est située sur une large zone rocheuse, entourée de langues de sable. Elle est largement colonisée par les peuplements algaux, notamment les macroalgues non calcaires et le turf. Les coraux y sont relativement diversifiés mais peu abondants. La part de substrat sableux non colonisé est non négligeable (7%).





Proportion de colonies présentant des signes de blanchissement

Pourcentage affecté	Blanchissement	Nécroses
0%	41	22
1 à 10%	0	12
11 à 50%	0	7
51 à 90%	0	0
91 à 100%	0	0
TOTAL		41

Figure 3.49 : Composition du substrat biotique et abiotique et proportion des taxons coralliens (coraux durs) relevées sur la station de Pointe des Mangles

La station présente en 2020 :

- **Une couverture corallienne (coraux durs + zoanthaires) faible,** correspondant à 15% du recouvrement benthique. Il s'agit essentiellement de coraux durs (Scléractiniaires) bien qu'une large colonie de zoanthaire soit relevée. Les coraux sont relativement diversifiés avec 8 genres présents sur la station. Plus de la moitié des coraux rencontrés appartient aux genres *Porites* (29% des colonies) ou *Orbicella* (24% des colonies). Les coraux sont fréquemment nécrosés (19 colonies nécrosées / 22 saines) mais les zones mortes représentent souvent moins de 10% de la surface des colonies.
- **Un peuplement algal très développé, recouvrant 68% de la station.** Cette couverture est constituée de macroalgues non calcaires et de turf en proportions égales (30% du biote). Des cyanophycées composent aussi ce peuplement, à hauteur de 11% de la couverture vivante. Quelques observations d'algues calcaires encroûtantes sont aussi relevées (1%).
- **Une faible couverture d'invertébrés benthiques non coralliens (11%).** Ce recouvrement est essentiellement assuré par les éponges (11% du biote), bien que 2 gorgones aient été observées sur le transect.
- **Une colonisation du substrat à 93%.** Il s'agit principalement de roche (72%) et de débris coralliens (20% du substrat). Les zones non colonisées de la station sont essentiellement des cuvettes de sable (5%) ; des zones de roche nue sont aussi observées (2%).

La station est évaluée **en état de santé général moyen** (indice 3/5). Les coraux sont relativement peu abondants mais sont globalement de grande taille. Les colonies sont nécrosées mais une majorité reste saines en juin 2020. Les macroalgues (*Dictyota sp.* en particulier) sont largement présentes et les cyanobactéries sont développées localement.

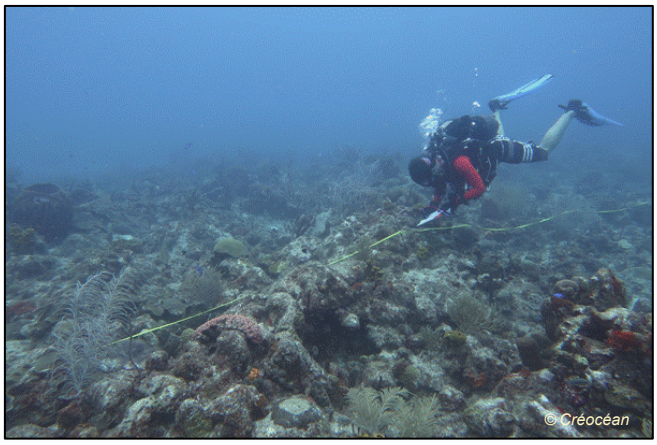


Figure 3.50 : Vue générale de la station « benthos » de Pointe des Mangles

Sur la base des précédents suivis, l'évolution de la couverture benthique, des densités de recrues et d'oursins sur la station peut être analysée (Figure 3.50) :

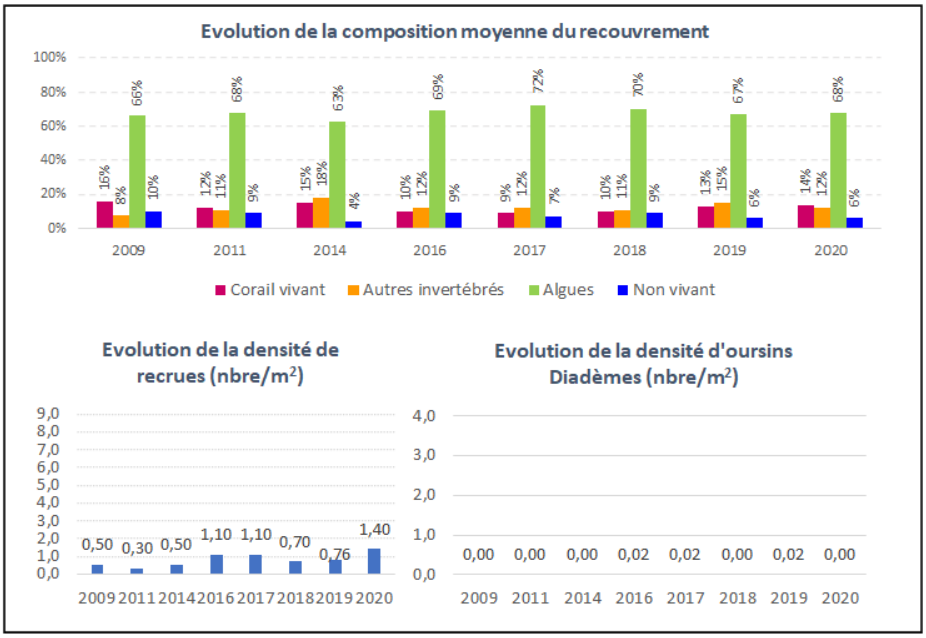


Figure 3.51 : Evolution de la composition de la couverture benthique, de la densité en recrues coralliennes et en oursins diadèmes sur la station Pointe des Mangles entre 2009 et 2020

La composition de la station à très peu évoluée depuis 2009. Les algues dominent toujours avec une couverture proche de 70%. Le recouvrement en colonies coralliennes reste faible, malgré une proportion plus élevée en 2009, 2015 et 2020. La part de substrat non colonisé est relativement élevée, à laquelle participent les nombreuses cuvettes sableuses le long du transect.

La densité en recrues coralliennes est la plus élevée des suivis en 2020 avec **1,4 recrues/m²**. Cette valeur reste faible comparée aux densités sur d'autres stations (Ti Pâté, Ilet du Gosier…). La diminution observée en 2018 et 2019 n'est pas confirmée en 2020.

Aucun oursin diadème n'a été observé en 2020 sur la station. Les années précédentes, les densités étaient nulles ou très faibles (observation d'un individu en 2016, 2017 et 2019).

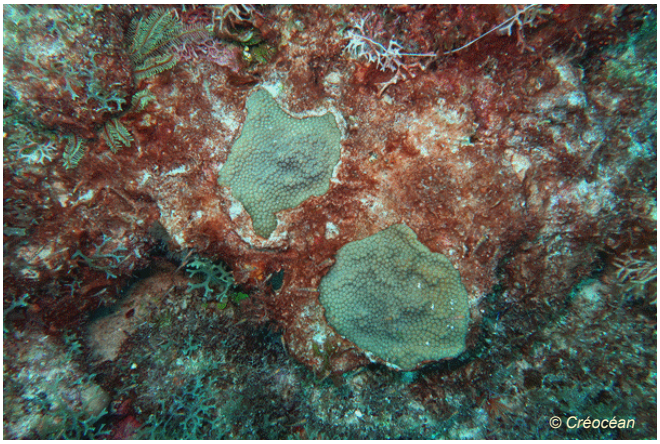
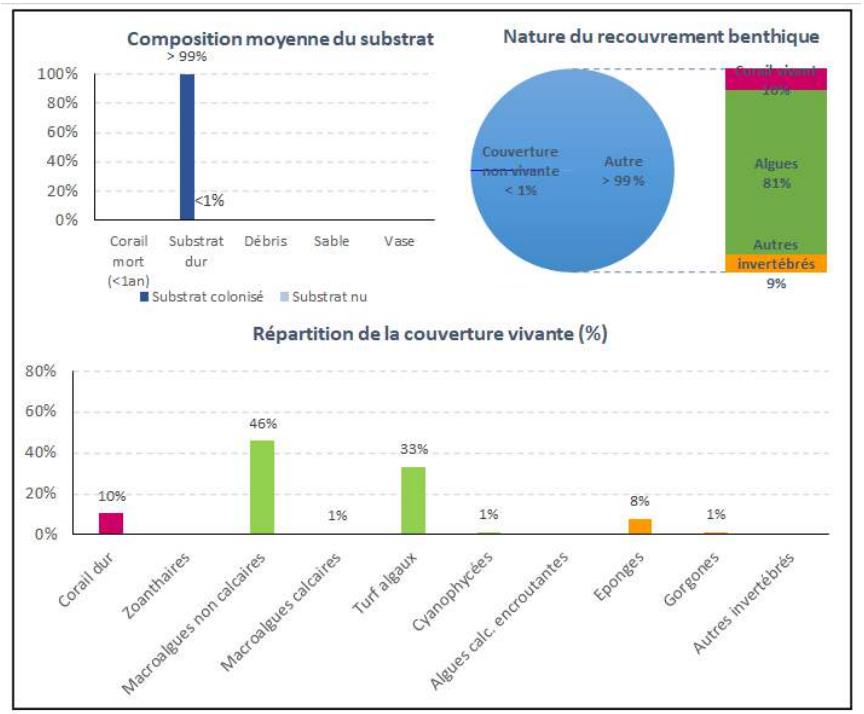


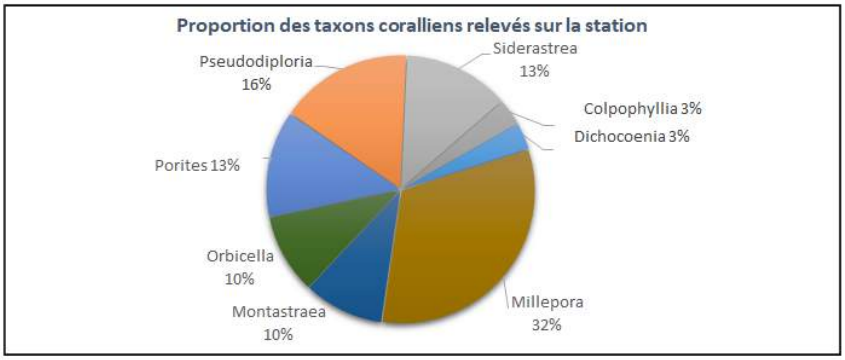
Figure 3.52 : Détail de cyanophycées en compétition avec une colonie d'Orbicella sp. sur la station Pointe des Mangles

Station d'Anse Bertrand

(Réseau surveillance - FRIC06 ; type côte exposée à récifs frangeants)

La station située sur le haut d'un tombant est caractérisée par une absence de relief. Elle est largement dominée par les peuplements algaux. Le peuplement corallien y est peu abondant. Les colonies sont fréquemment nécrosées et la maladie de perte de tissu a été observée en 2020.





Proportion de colonies présentant des signes de blanchissement ou de nécroses

Pourcentage affecté	Blanchissement	Nécroses
0%	30	17
1 à 10%	1	0
11 à 50%	0	9
51 à 90%	0	2
91 à 100%	0	0
TOTAL		31

Figure 3.53 : Evolution de la composition de la couverture benthique, de la densité en recrues coralliennes et en oursins sur la station d'Anse Bertrand

La station présente en 2020 :

- **Une faible présence des peuplements coralliens (coraux durs + zoanthaires),** qui recouvrent 10% de la station. Il s'agit exclusivement de coraux durs (Scléractiniaires). Les coraux sont relativement diversifiés, 8 genres sont observés le long du transect. *Millepora* est le genre dominant (32% des colonies), puis *Pseudodiploria*, *Siderastrea*, *Porites*, *Orbicella* et *Montastrea* représentent chacun entre 10% et 16% des colonies. Les colonies coralliennes sont de tailles moyennes. De larges nécroses sont présentes sur 11 des 31 colonies observées. La maladie de perte de tissu est observée en forte abondance sur cette station, hors du transect, touchant principalement le genre *Meandrina*.
- **Une très forte couverture algale, représentant 81% de la station.** Cette couverture est essentiellement composée de macroalgues non calcaires du genre *Dictyota* (46 % du biote). Le turf algal est très représenté, participant à 33% à la couverture vivante. La part des cyanophycées est faible (1%). Deux macroalgues calcaires sont aussi observées.
- **Une faible proportion d'invertébrés non-coralliens** (9% du recouvrement benthique). Cette couverture est répartie entre les éponges, très majoritaires (8% du biote) et quelques gorgones observées sur le transect (1% du biote).
- **La totalité du substrat est composé de roche (substrat dur).** Il est colonisé sur l'intégralité du transect, à l'exception d'une observation de roche nue.

Le récif corallien d'Anse Bertrand est évalué en **état de santé général moyen** (indice 3/5). La station est toujours dominée par les macroalgues, bien que leur recouvrement ait diminué, et les colonies coralliennes sont souvent nécrosées ou malades.

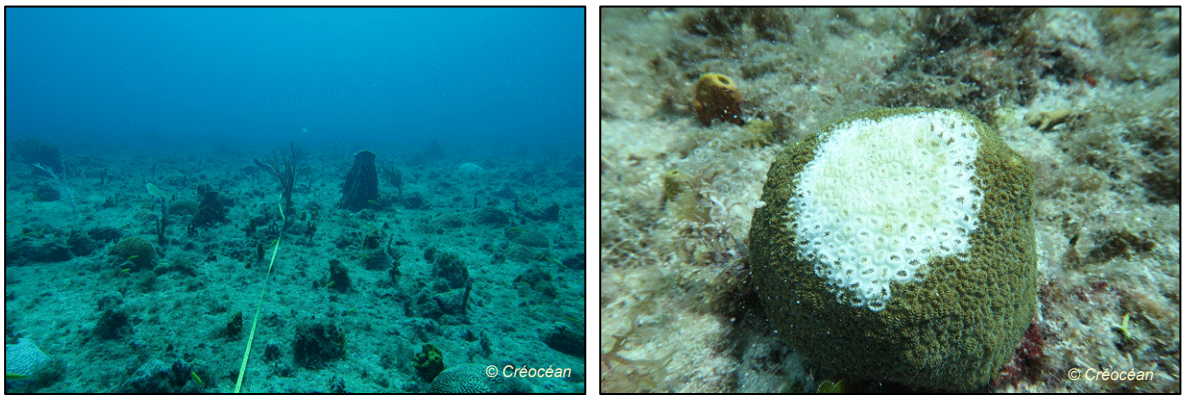


Figure 3.54 : Vue générale de la station Anse Bertrand (gauche) et détail d'une colonie de Dichocoenia sp. atteinte par la maladie de perte de tissu

Sur la base des précédents suivis, l'évolution de la couverture benthique, des densités de recrues et d'oursins sur la station peut être analysée (Figure 3.54) :

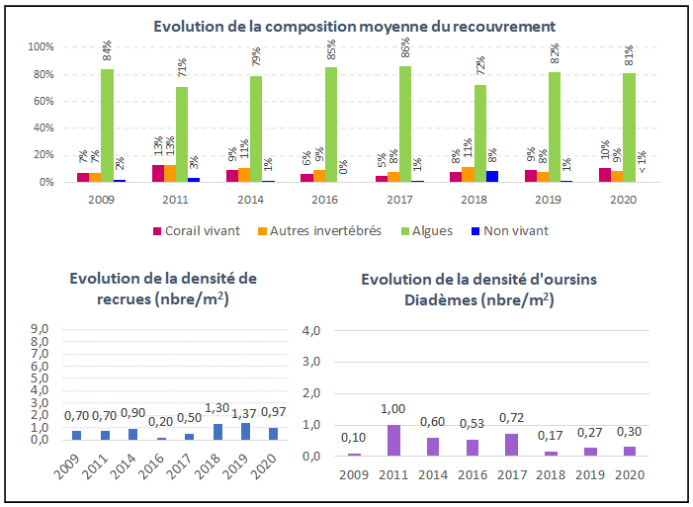


Figure 3.55 : Evolution de la composition de la couverture benthique, de la densité de recrues coralliennes, et en oursins diadèmes de la station d'Anse Bertrand entre 2009 et 2020

Depuis la mise en place des suivi DCE en 2009, la composition du recouvrement benthique a très peu évolué. Les algues sont toujours largement majoritaires avec une couverture comprise entre 71% et 86% de la station. Cependant, on observe en 2020 une évolution au sein du peuplement algal : les couvertures en macroalgues et en cyanophycées ont considérablement reculé (respectivement de 52% en 2019 à 46% en 2020 ; et de 8% en 2019 à 1% en 2020).

A contrario, la part du turf algal a augmenté de 24% en 2019 à 33% en 2020. Cette évolution conforte l'observation générale d'une diminution des macroalgues sur certaines stations, dont Anse Bertrand. Les couvertures en invertébrés non coralliens (éponges et gorgones) restent faibles lors des suivis, entre 5 et 13% de la station. La part de substrat non colonisé est nulle ou très faible, mise à part lors du suivi de 2018 où elle atteint 8% du recouvrement benthique.

La densité de recrues coralliennes est inférieure à 1 recrue/m² en 2020 (0,97 recrue/m²). Cette faible densité est similaire aux données obtenues lors des premiers suivis. Les densités étaient légèrement supérieures en 2018 et 2019.

Les oursins diadème sont observés en faible densité en 2020 (0,3 individu/m²). Il s'agit principalement d'Oursins diadèmes observés en groupe. Un oursin blanc (*Tripneustes ventricosus*) et un oursin perforant (*Echinometra lucunter*) sont aussi observés sur le transect. L'abondance d'oursins est faible pour la troisième année consécutive.

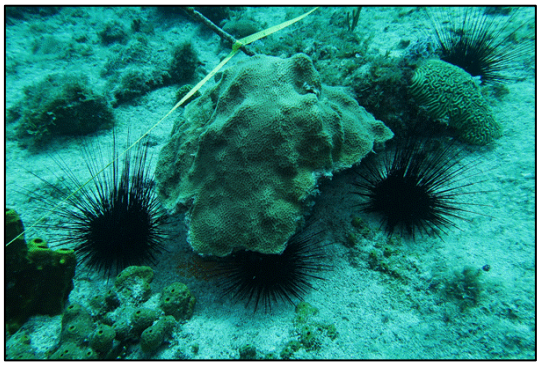
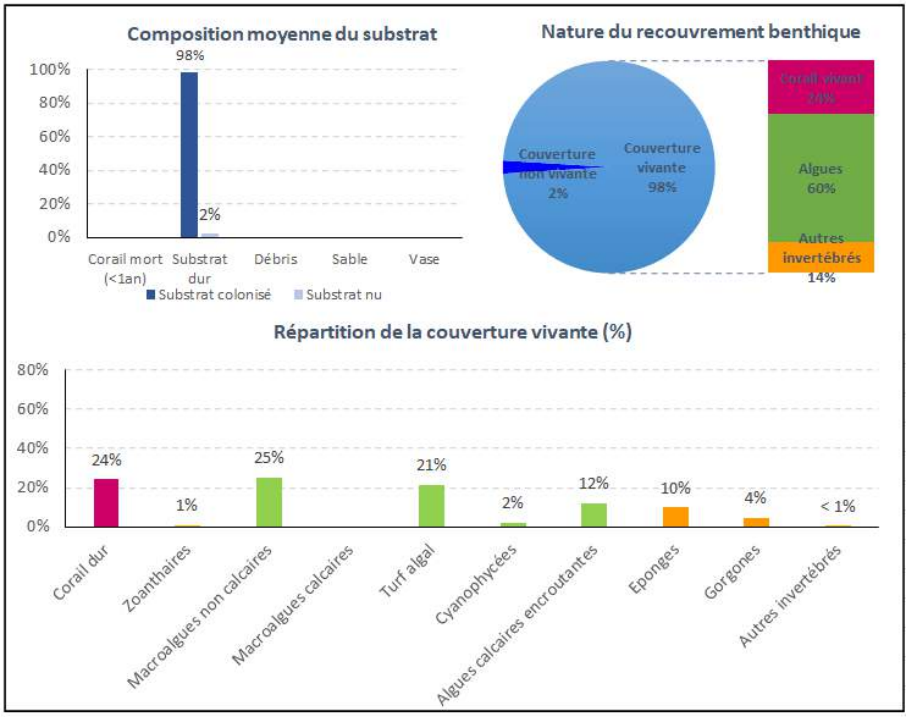


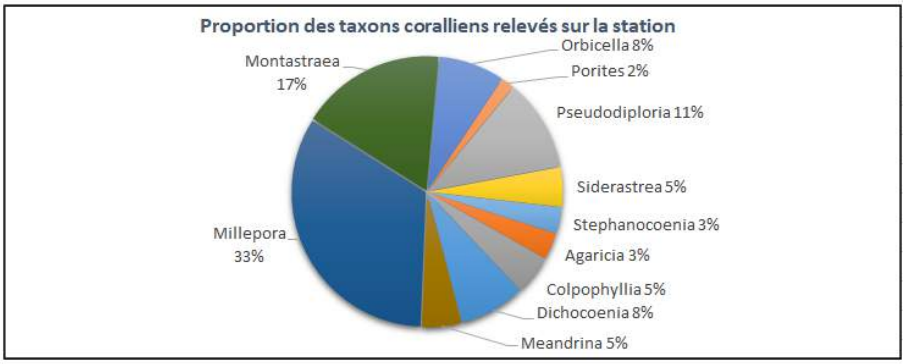
Figure 3.56 : Les oursins diadèmes s'abritent généralement sous les colonies coralliennes

Station Moule

(Réseau surveillance - FRIC05 ; type côte rocheuse très exposée)

Située sur -12 m de profondeur sur un tombant rocheux à moins d'1 km au nord du port du Moule, la station présente un substrat colonisé principalement par des algues. La population corallienne est diversifiée et relativement abondante.





Proportion de colonies présentant des signes de blanchissement

Pourcentage affecté	Blanchissement	Nécroses
0%	63	64
1 à 10%	5	2
11 à 50%	0	2
51 à 90%	3	3
91 à 100%	0	0
TOTAL		71

Figure 3.57 : Composition du substrat biotique et abiotique et proportion des taxons coralliens (coraux durs) relevées sur la station de Moule

La station présente en 2020 :

- **Un recouvrement corallien moyen** (coraux durs + zoanthaires), avec 24% de la station recouvert de colonies coralliennes. Les coraux durs sont largement majoritaires (24% pour les Scléractiniaires, mais 1% du biote est représenté par des zoanthaires). Les coraux observés sont diversifiés, avec l'observation de 11 genres sur l'ensemble du transect. Parmi eux, 3 sont dominants : *Millepora* (33% des colonies), *Montastrea* (17% des colonies) et *Pseudodiploria* (11% des colonies). Quelques colonies présentent des nécroses plus ou moins étendues, mais la majorité apparait saine (57 / 71 colonies).
- **Un peuplement algal dominant, qui représente 60% du recouvrement benthique.** Au sein de ce peuplement, les macroalgues sont majoritaires (25% de la couverture vivante), suivies par le turf algal (21% de la couverture vivante). Les autres taxons sont moins présents, les algues calcaires encroûtantes représentent 12% des organismes vivants et quelques cyanophycées sont relevées (2% de la couverture vivante).
- **Une couverture d'invertébrés marins non coralliens moyenne.** Ces derniers recouvrent 14% de la station, se répartissant entre les éponges, majoritaires (10% du biote), les gorgones (4% du biote) et une observation ponctuelle d'anémone solaire.
- **Un substrat composé exclusivement de roche**. Cette dernière est majoritairement colonisée par les organismes vivants, bien que **2% de roche nue** non colonisée soient observés.

Le récif corallien de la station du Moule est évalué en **état de santé général bon à moyen** (indice 2,5/5). Les coraux présentent peu de nécrose et les macroalgues sont relativement peu nombreuses sur le récif. Aucun signe de sédimentation n'est observé sur le site.

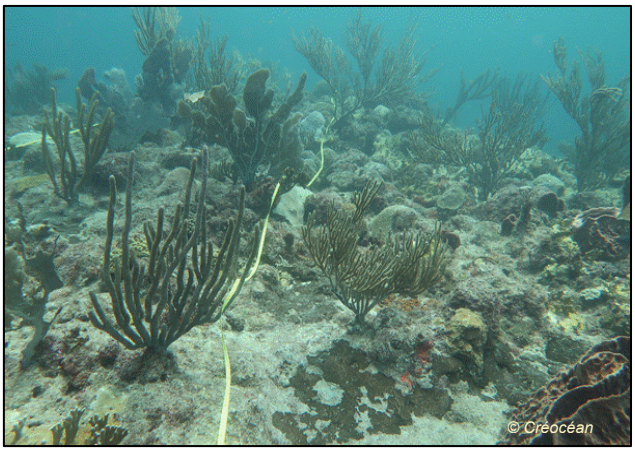


Figure 3.58 : Vue générale de la station « benthos » de Moule en 2020

Sur la base des précédents suivis, l'évolution de la couverture benthique, des densités de recrues et d'oursins sur la station peut être analysée (Figure 3.59) :

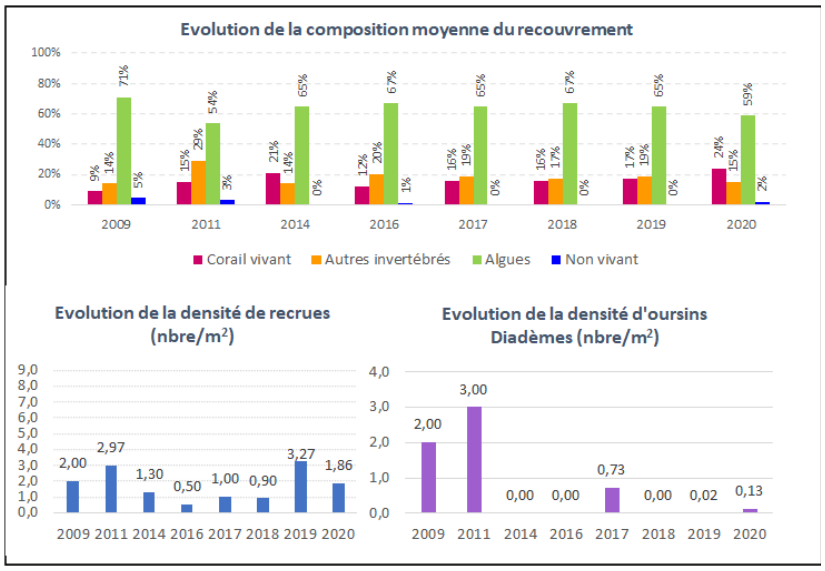


Figure 3.59 : Evolution de la composition de la couverture benthique, de la densité en recrues coralliennes et en oursins diadèmes sur la station Moule entre 2009 et 2020

Depuis la mise en place du transect pérenne en 2014, la proportion de colonies coralliennes sur la station s'est maintenue au-dessus de 16%, et augmente en 2020. Un léger décalage du transect (à cause de la disparition d'un piquet) a fait passer l'observateur sur une large colonie de *Millepora sp.* Ce décalage pourrait expliquer cette brusque augmentation. La part des algues a diminué en 2020 après 5 années autour de 65% du recouvrement. Outre le léger décalage du transect, le peuplement de macroalgues semble avoir réellement diminué entre 2019 et 2020. La part des autres invertébrés benthiques oscille entre 14 et 20% selon les années de suivi. Le substrat était totalement colonisé par les organismes benthiques de 2017 à 2019, en 2020 2% du substrat a été découvert. L'absence de forte houle en 2020 semblerait indiquer une forte pression de broutage par les oursins en particulier.

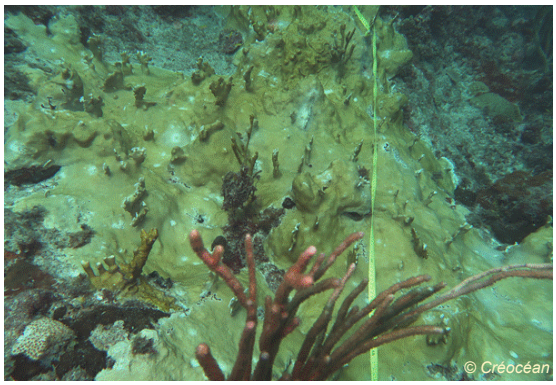


Figure 3.60 : Large colonie de Millepora sp. sur le transect de la station Moule en 2020

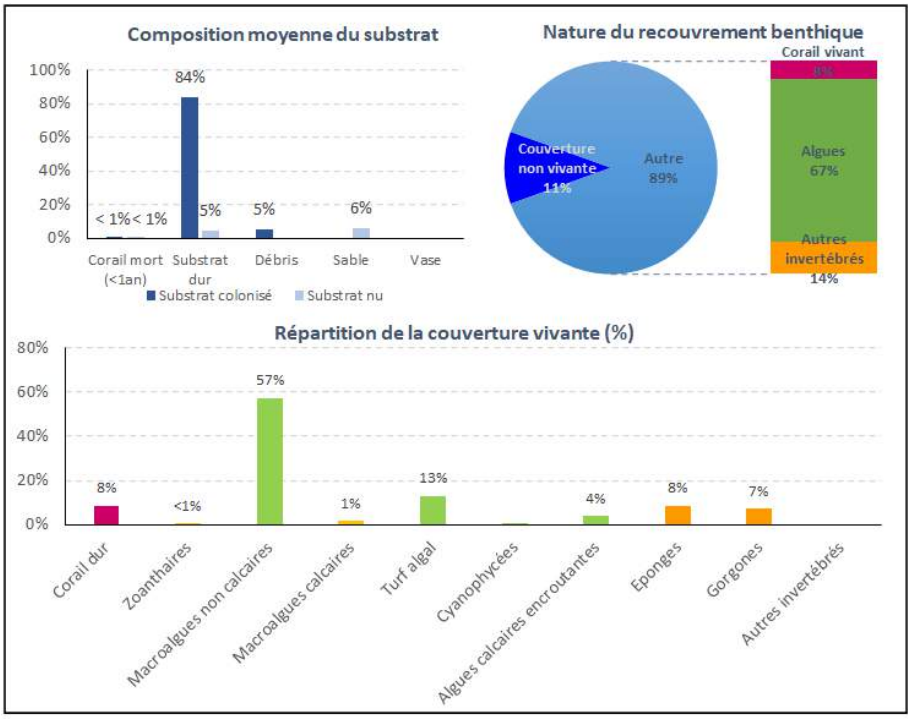
La densité de recrues coralliennes observée en 2020 est moyenne (1,86 recrues/m²). Elle est inférieure à la densité de 2019, mais reste parmi les plus fortes densités observées sur ce récif.

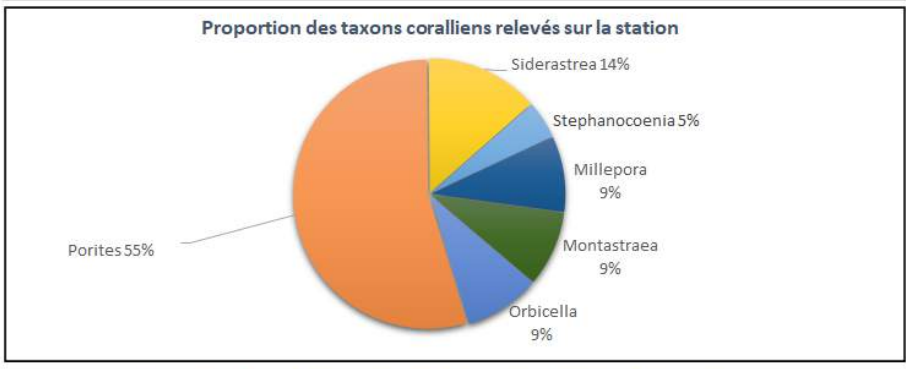
La densité en oursins diadème est faible en 2020 (0,13 individu/m²), bien que supérieure à l'année précédente. Les individus sont observés en début et en fin de transect. 3 sont des oursins diadèmes, les autres sont des oursins variables ou des oursins perforants.

Station Chicot

(Réseau surveillance - FRIC10 ; type côte rocheuse peu exposée)

Située à Saint-Martin au sud de l'Ilet Tintamarre à -14 m, la station présente un relief important. Elle est dominée par les macroalgues non calcaires du genre *Dictyota*. Le peuplement corallien est moyennement diversifié en 2020, le genre *Porites* est dominant. Peu de nécroses sont observées, mais la maladie SCTLD, déjà observée en 2019 (2020 en Guadeloupe) est toujours présente sur le récif.





Proportion de colonies présentant des signes de blanchissement

Pourcentage affecté	Blanchissement	Nécroses
0%	22	14
1 à 10%	0	1
11 à 50%	0	2
51 à 90%	0	4
91 à 100%	0	1
TOTAL		22

Figure 3.61 : Composition du substrat biotique et abiotique et proportion des taxons coralliens (coraux durs) relevées sur la station de Chicot

La station présente en 2020 :

- **Une faible couverture corallienne (coraux durs + zoanthaires), représentant 8% de la station**. Cette couverture est composée de coraux durs essentiellement, un unique zoanthaire est observé. Les coraux sont peu diversifiés, avec seulement 6 genres relevés le long du transect. Le genre *Porites* représente plus de la moitié des colonies observées (55%). Des nécroses affectent les colonies. Leur intensité est très variable (de moins de 10% à plus de 90% de la colonie nécrosée) et leur occurrence faible (6 colonies nécrosées sur 22). La maladie de perte de tissu est observée en 2020, de même que de nombreux coraux morts récemment, qui semblent avoir succombés à cette maladie.
- **Un peuplement algal dominant, recouvrant 67% de la station.** Ce peuplement est majoritairement composé de macroalgues non calcaires diversifiées (*Dictyota sp.*, *Stypopodium sp.*, *Lobophora sp.*, etc). Elles représentent 57% de la couverture vivante. Le turf algal est le second taxon le plus présent dans ce peuplement, avec 13% de la couverture vivante. Quelques algues calcaires encroûtantes sont observées sur ce récif (4% de la couverture vivante). Les macroalgues calcaires et les cyanophycées sont présentes mais très rarement observées sur le transect en 2020 (1% de la couverture vivante).
- **Une proportion moyenne d'autres invertébrés benthiques,** qui représente 14% de la station. Les éponges et les gorgones colonisent la station en proportions similaires, représentant respectivement 8 et 7% de la couverture vivante.
- **Le substrat est colonisé sur 89% de la station.** Des zones de sable nu et de roche nue sont observées en proportion non négligeable (6% et 5% de la station). Les zones colonisées sont principalement composées de roche, et d'une faible part de débris coralliens (5%). Deux coraux morts récemment sont relevés, dont l'un déjà colonisé par du turf.

NB : le transect a pu être en partie repositionné à l'identique de 2014 à 2020 sur cette station : seul le piquet de début est matérialisé et le cap connu. La station, située au sein de la Réserve Naturelle, est en effet fréquentée par les plongeurs, susceptibles d'enlever le marquage. Ainsi la variabilité inter annuelle est plus forte sur cette station.

L'état de santé général du récif est évalué comme **moyen** (indice 3), compte tenu de l'abondance persistante des macroalgues et de la présence de nécroses et de maladies sur certaines colonies.

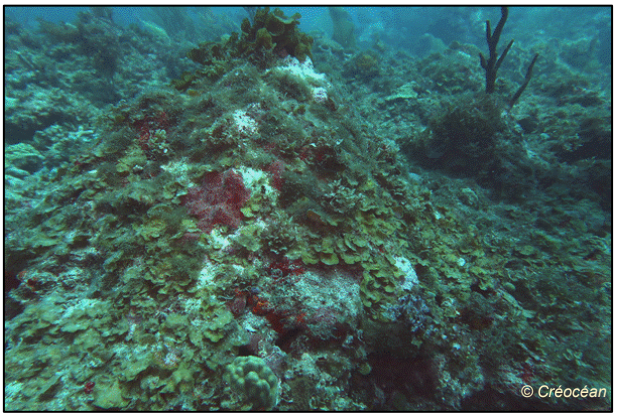


Figure 3.62 : La couverture algale est dominée par les macroalgues, dont Lobophora sp.

Sur la base des précédents suivis, l'évolution de la couverture benthique et des densités de recrues et d'oursins sur la station peut être analysée (Figure 3.63) :

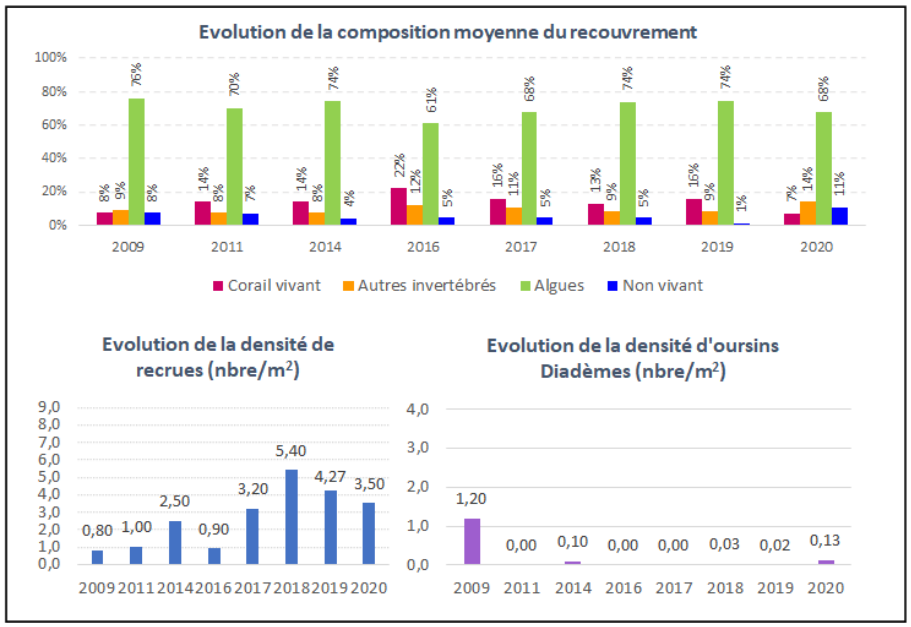


Figure 3.63 : Evolution de la composition de la couverture benthique, de la densité en recrues coralliennes et en oursins diadèmes sur la station Chicot entre 2009 et 2020

En 2020, la couverture corallienne connait une baisse de plus de moitié par rapport à l'année précédente (de 16% en 2019 à 7% en 2020). C'est la plus faible couverture corallienne observée depuis le début des suivis. La couverture algale reste forte en 2020, à l'instar des années précédentes. La proportion d'invertébrés non coralliens sur le récif est au plus haut en 2020. Elle était généralement inférieure à 10% (sauf en 2016 et 2017) et elle passe à 14% en 2020. Entre 2009 et 2019, la part de substrat non colonisé est faible, entre 1% et 8%, elle augmente en 2020 avec 11% de zones non colonisées.

La densité en recrues coralliennes est élevée (3,5 recrues/m²). La forte densité observée à partir de 2017 semble se maintenir sur ce récif. Les densités étaient relativement faibles en début de suivi (environ 1 recrue/m²).

La densité en oursins diadème est faible en 2020 sur le récif de Chicot (0,13 individu/m²). Cette densité est similaire aux années précédentes, où quelques individus seulement étaient observés. Seul le premier suivi en 2009 a révélé une densité relativement forte de 1,2 individu/m².

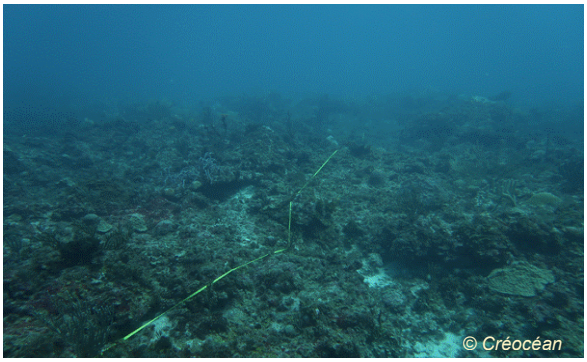
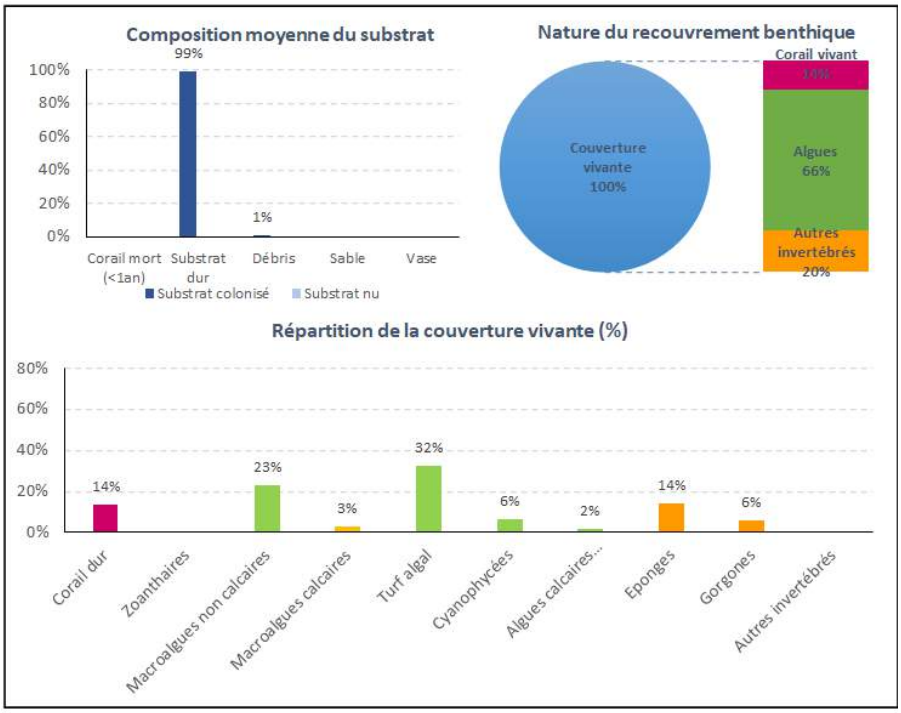


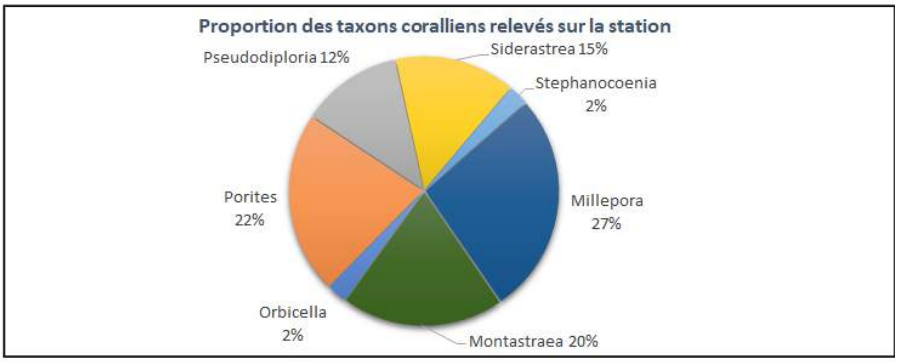
Figure 3.64 : Vue générale de la station « benthos » de Chicot en juin 2020

Station Ilet Fajou

(Réseau « référence » - FRIC07b ; récif barrière)

La station située en « cœur de Parc National » dans le Grand Cul-de-Sac Marin est caractérisée par un relief peu marqué. Les algues sont relativement abondantes, plus particulièrement les turfs algaux. Les colonies coralliennes sont peu abondantes et elles présentent de nombreuses nécroses.





Proportion de colonies présentant des signes de blanchissement

Pourcentage affecté	Blanchissement	Nécroses
0%	41	18
1 à 10%	0	7
11 à 50%	0	8
51 à 90%	0	3
91 à 100%	0	5
TOTAL		41

Figure 3.65 : Composition du substrat biotique et abiotique et proportion des taxons coralliens (coraux durs) relevées sur la station Ilet Fajou

La station présente en 2020 :

- **Un recouvrement corallien faible à moyen** (coraux durs et zoanthaires), de 14 %. Ce peuplement est uniquement composé de coraux durs (Scléractiniaires). Leur diversité est relativement faible, avec 7 genres rencontrés sur le transect. Trois genres dominent les peuplements coralliens : *Millepora* (27% des colonies), *Porites* (22%) et *Montastrea* (20%). Les colonies coralliennes apparaissent dégradées, avec plus de la moitié des colonies observées touchées par des nécroses. Ces dernières affectent jusqu'à 90% de certaines colonies présentes. La maladie de perte de tissu (SCTLD) n'est pas relevée sur le transect, mais elle est suspectée au sein de la zone, sur de larges colonies.
- **Une forte couverture algale, qui représente 66% du recouvrement benthique**. Celle-ci est majoritairement composée de gazons algaux (turf algal) qui constituent 32% de la couverture vivante. Les macroalgues sont ensuite le groupe le plus observé (23% de la couverture vivante). Les cyanophycées représentent 6% des organismes observés sur le transect. Les algues calcaires encroûtantes ou dressées sont peu développées, représentant respectivement 2% et 3% de la couverture vivante.
- **Une proportion moyenne d'invertébrés non-coralliens,** qui recouvrent 20% de la station. Des éponges sont principalement observées (14% de la couverture vivante). De larges plaques d'éponge encroûtante marron (possiblement *Cliona caribbea*) sont observées sur le transect. Les gorgones sont minoritaires, elles correspondent à 6% de la couverture vivante.
- **Le substrat est essentiellement rocheux** (substrat dur sur 99% de la station). Quelques débris coralliens sont aussi présents. La totalité du substrat est colonisée par les organismes benthiques.

Le récif corallien de la station Fajou est classée **en état de santé général moyen** (indice 3/5). Les colonies coralliennes sont fortement dégradées par le développement de maladies et de nécroses. Les macroalgues sont abondantes même si elles ne dominent pas le peuplement algal.

Sur la base des précédents suivis, l'évolution de la couverture benthique, des densités de recrues et d'oursins sur la station peut être analysée (Figure 3.66) :

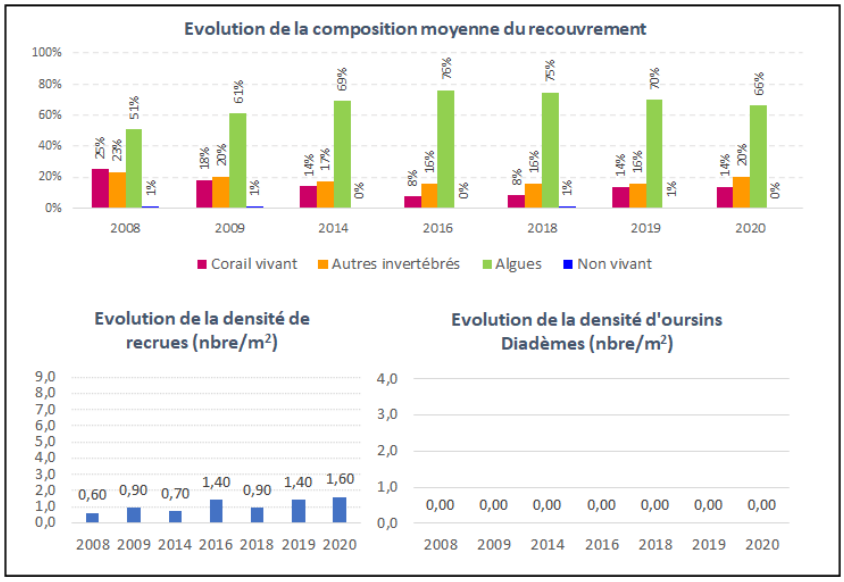


Figure 3.66 : Evolution de la composition de la couverture benthique, de la densité en recrues coralliennes et en oursins diadèmes sur la station l'Ilet Fajou entre 2008 et 2020

L'analyse du recouvrement benthique depuis 2008 montre un développement des peuplements algaux au détriment de la couverture corallienne : la proportion d'algues croit de 51% en 2008 à 75% en 2018 alors que celle des coraux diminue de 25% à 8% sur la même période. Depuis 2018, la part de coraux a légèrement augmenté pour se stabiliser à 14% alors que la part des algues a progressivement diminuée à 70% en 2019 et 66% en 2020. La couverture en invertébrés non coralliens est relativement stable depuis le début des suivis. La part de substrat non colonisé reste très faible (≤1%), avec l'observation de quelques occurrences de substrat nu certaines années.

La densité en recrues coralliennes est moyenne avec 1,60 individus/m². Cette densité est similaire aux densités relevées en 2016 et 2019, confirmant le caractère stable du recrutement corallien sur cette zone.

Aucun oursin diadème n'a été observé en 2020, à l'instar des années précédentes.

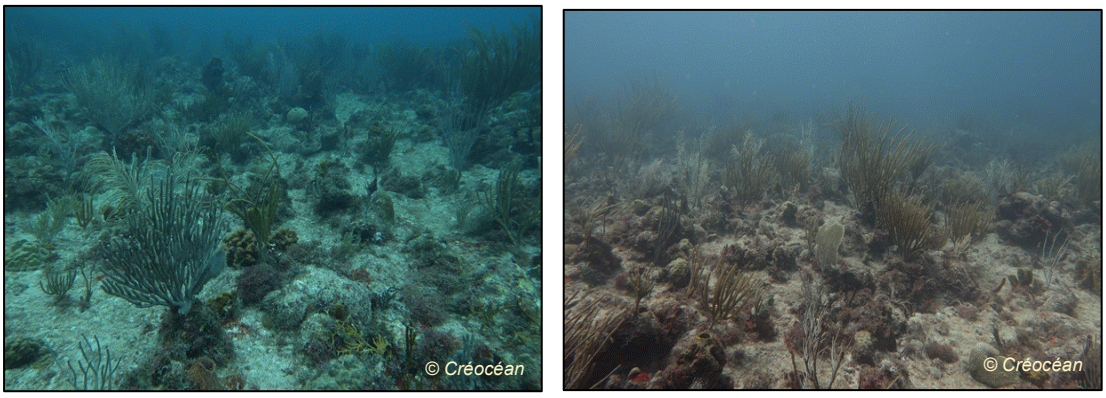
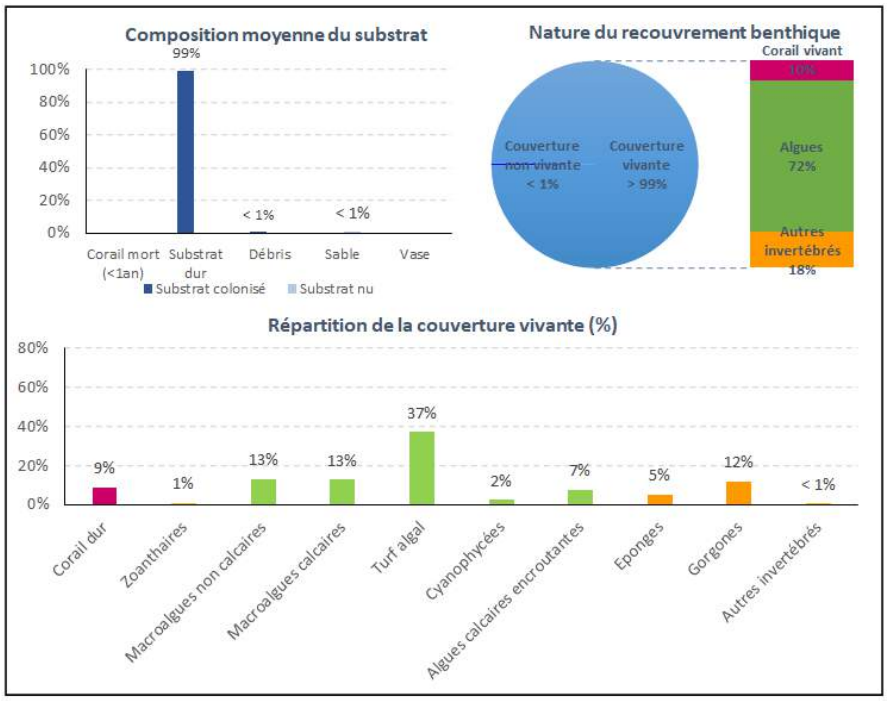


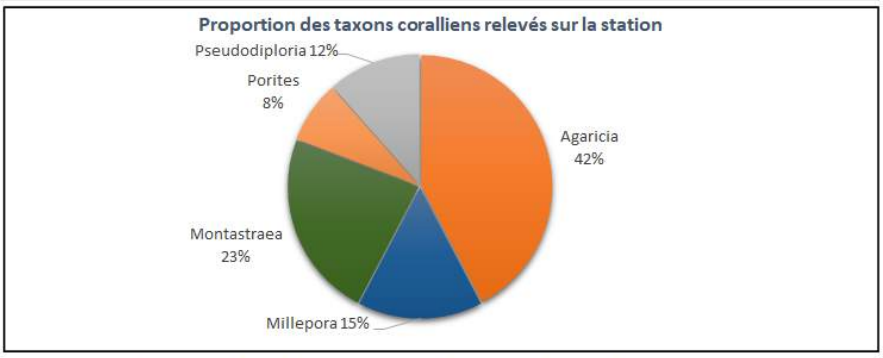
Figure 3.67 : Vue générales de la station « benthos » de l'Ilet Fajou en juin 2020

Station Ilet Kahouanne

(Réseau « référence » - FRIC08 ; type côte exposée à récifs frangeants)

Située à 300 mètres au nord de l'Ilet Kahouanne, la station est à -16 m de profondeur. Elle est caractérisée par une eau souvent turbide et une sédimentation modérée. Le substrat est dominé par les algues, notamment les turfs. Les coraux y sont peu diversifiés et peu abondants, les conditions de milieu étant peu favorables à leur développement sur ce secteur.





Proportion de colonies présentant des signes de blanchissement

Pourcentage affecté	Blanchissement	Nécroses
0%	26	18
1 à 10%	0	1
11 à 50%	0	3
51 à 90%	0	4
91 à 100%	0	0
TOTAL		26

Figure 3.68 : Composition du substrat biotique et abiotique et proportion des taxons coralliens (coraux durs) relevées sur la station de l'Ilet Kahouanne

La station présente en 2020 :

- **Une faible proportion de coraux** (coraux durs et zoanthaires), qui recouvrent 10% de la station seulement. La couverture corallienne se compose majoritairement de Scléractiniaires (coraux durs sur 9% du biote), une colonie de zoanthaire est observée. Les coraux sont peu diversifiés, seulement 5 genres sont observés dont *Agaricia* (42% des colonies). Des nécroses sont observées sur certaines colonies (8/26).
- **Un fort recouvrement algal, majoritairement composé du turf.** Ce dernier est relativement épais et représente 37% de la couverture vivante. Les macroalgues sont moins abondantes, avec 13% de macroalgues calcaires et 13% de non calcaires. Les algues calcaires encroûtantes sont relativement développées, avec 7% de la couverture vivante. Quelques cyanophycées sont aussi observées, elles représentent 2% des organismes de la station.
- **Une couverture moyenne en invertébrés non-coralliens**, qui se développent sur 18% de la station. Les gorgones dominent ce groupe, avec 12% de la couverture vivante. Les éponges, moins nombreuses représentent 5%. Une anémone est observée en fin de transect.
- **Le substrat est totalement colonisé,** à l'exception d'une observation de sable nu. La partie colonisée se compose essentiellement de roche (substrat dur), une occurrence de turf colonisant des débris coralliens est toutefois relevée.

La station de l'Ilet Kahouanne **est évaluée en état de santé général moyen en 2020** (indice 3/5). Le peuplement algal ne semble plus dominé par les macroalgues mais le mauvais état de santé des coraux (nécroses/maladies) ainsi que la présence d'une légère hypersédimentation justifient ce déclassement de l'état de santé.

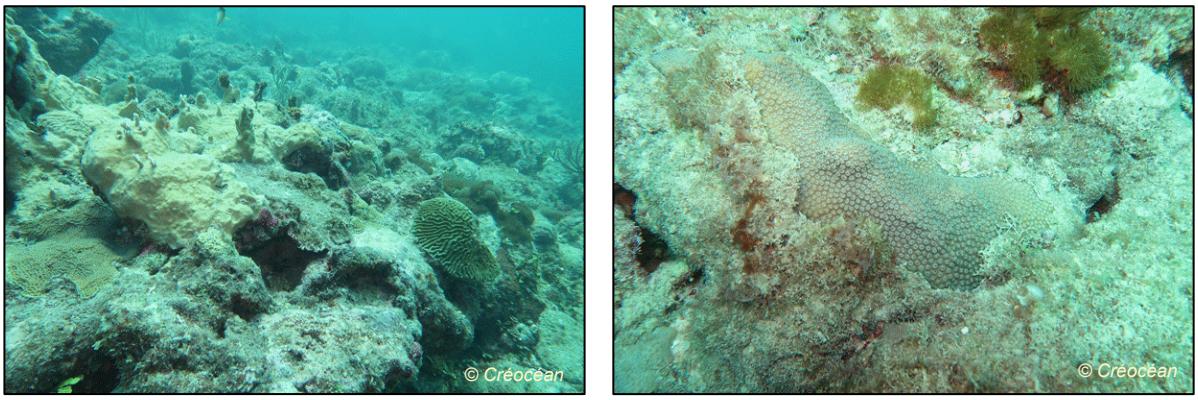


Figure 3.69 : Vue générale de la station (gauche) et détail d'une colonie de Montastraea largement nécrosée (droite)

Sur la base des précédents suivis, l'évolution de la couverture benthique, des densités de recrues et d'oursins sur la station peut être analysée (Figure 3.70) :

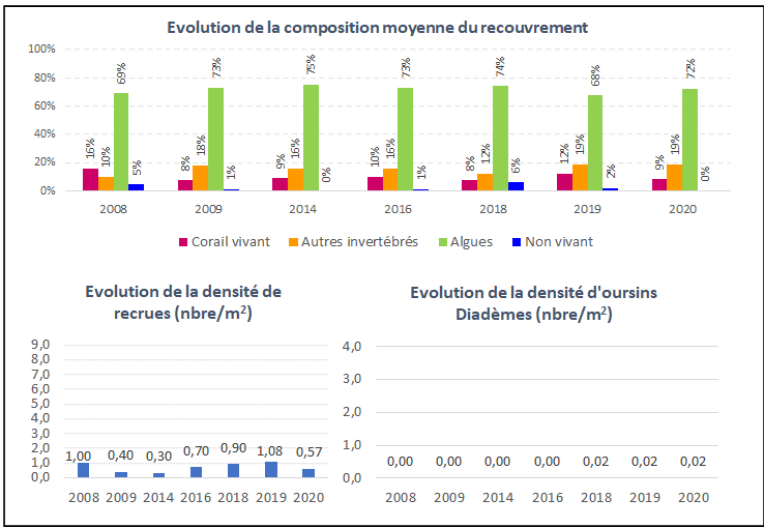


Figure 3.70 : Evolution de la composition de la couverture benthique, de la densité en recrues coralliennes et en oursins diadèmes sur la station de l'Ilet Kahouanne entre 2008 et 2020

NB : le transect a été repositionné entre 2014 et 2016. Depuis, les suivis se déroulent sur le transect positionné en 2016.

Depuis les premiers suivis, la composition de la station a très peu évolué. La couverture corallienne est toujours faible avec moins de 10% de la couverture vivante sauf en 2008 (16%) et 2019 (12%). Le peuplement algal est toujours très développé, il représente entre 68 et 75% de la station lors des suivis. La part des invertébrés non coralliens est moyenne. Elle oscille de 12% en 2018 à 19% ces deux dernières années.

La densité en recrues coralliennes en 2020 est faible (0,57 recrue/m²). Le nombre de juvéniles de coraux a toujours été similaire, témoignant d'un faible recrutement dans la zone. La faible disponibilité du substrat couplé à des épisodes d'hypersédimentation, n'est pas propice à l'installation de larves de coraux.

Un seul oursin diadème a été observé en 2020, la densité est donc de 0,02 individu/m². Cette très faible densité est similaire à celle de 2019. Aucun oursin n'avait été observé sur la station les précédentes années.

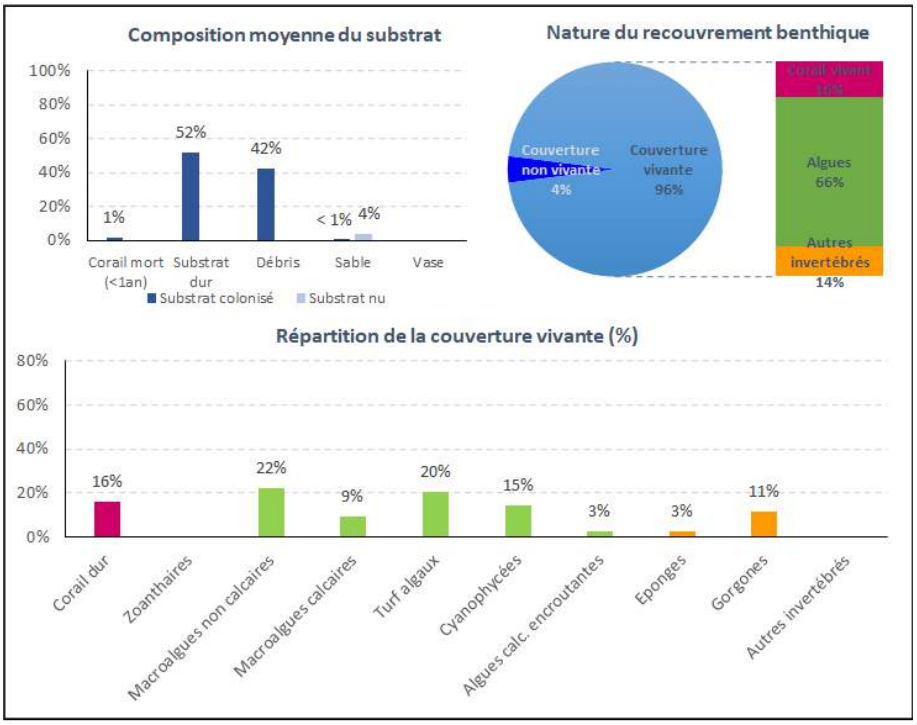
La station de l'Ilet Kahouanne **est évaluée en état de santé général moyen à médiocre (indice 3,5/5).** Le mauvais état de santé des colonies coralliennes, le fort développement algal et une légère sédimentation sont à l'origine de ce déclassement.

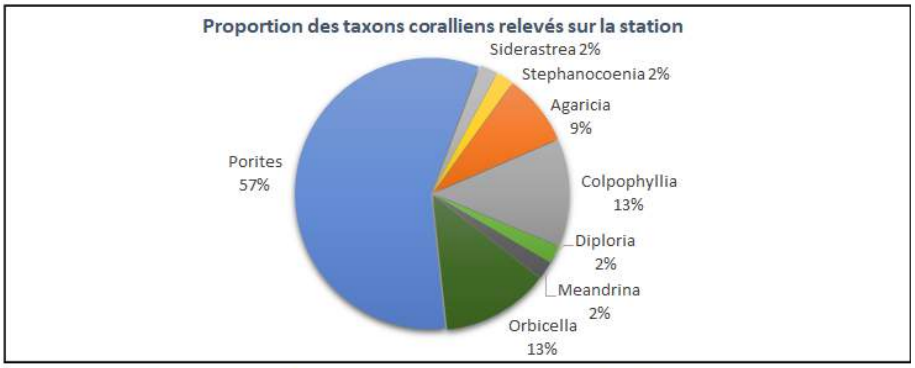
Figure 3.71 : Illustration de la station « benthos » de l'Ilet Kahouanne

Station de Caye à Dupont

(Réseau « référence » - FRIC03 ; type fond de baie)

La station est située sur le tombant nord de la Caye à Dupont. Elle est caractérisée par la dominance des peuplements algaux. Les colonies coralliennes sont relativement nombreuses, mais fréquemment nécrosées.





Proportion de colonies présentant des signes de blanchissement

Pourcentage affecté	Blanchissement	Nécroses
0%	46	20
1 à 10%	0	6
11 à 50%	0	7
51 à 90%	0	11
91 à 100%	1	3
TOTAL		47

Figure 3.72 : Composition du substrat biotique et abiotique et proportion des taxons coralliens (coraux durs) relevées sur la station de Caye à Dupont

La station présente en 2020 :

- **Une proportion de coraux (coraux durs + zoanthaires) faible à moyenne**. Les colonies recouvrent 16% de la station. Seules des colonies de Scléractiniaires (coraux durs) sont observées. Le genre *Porites* est largement majoritaire, il représente 57% des colonies relevées. Les coraux sont globalement en mauvais état de santé, de nombreuses nécroses sont notées le long du transect. Ces dernières sont présentes sur 27 colonies sur les 47 relevées. Certaines colonies sont nécrosées à plus de 90%.
- **Une couverture algale élevée, représentant 66% du recouvrement benthique**. Ces peuplements se répartissent entre des macroalgues non calcaires (22% du biote) du genre *Dictyota* essentiellement, du turf algal (20% du biote) et des plaques de cyanophycées relativement étendues (15% du biote). Les algues calcaires sont aussi observées mais en faible proportion : les macroalgues calcaires participent à 9% du biote alors que la part des algues calcaires encroûtantes est de 3%.
- **Une population d'invertébrés benthiques non-coralliens moyenne**. Ces invertébrés recouvrent 14% de la station. Des gorgones sont principalement observées (11% du biote) ; l'espèce encroûtante *Erythropodium caribaeorum* est très majoritaire. Quelques éponges sont aussi relevées le long du transect (3% du biote).
- **Le substrat est colonisé sur 96% de la station**. Une faible part de sable nu est observée (4%), formant de petites cuvettes sur le tombant. La nature du substrat colonisé se partage entre la roche (substrat dur - 52%) et des débris coralliens essentiellement issus de l'espèce digitée *Porites porites* (42%).

La station de Caye à Dupont est évaluée en 2020 en **état de santé général moyen à médiocre** (indice 3,5). La principale cause de ce déclassement est la récurrence des nécroses parfois très avancées sur les colonies coralliennes. La forte présence de macroalgues et une légère sédimentation participe aussi au déclassement de l'état de santé.

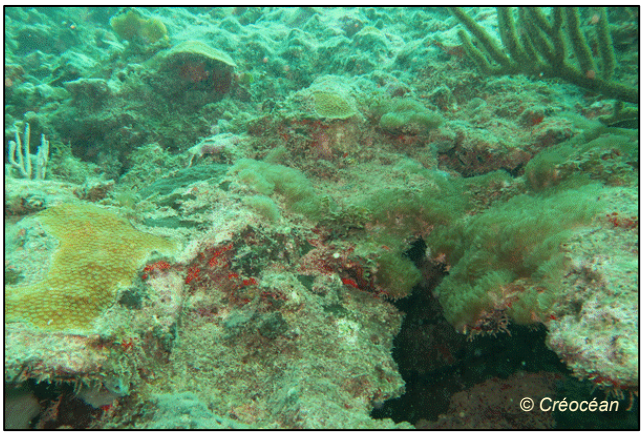


Figure 3.73 : Détails de la station Caye à Dupont (gauche : colonie de M. cavernosa avec signes de blanchissement ; droite : tapis de cyanobactéries)

Sur la base des précédents suivis, l'évolution de la couverture benthique et des densités de recrues et d'oursins sur la station peut être analysée (Figure 3.74) :

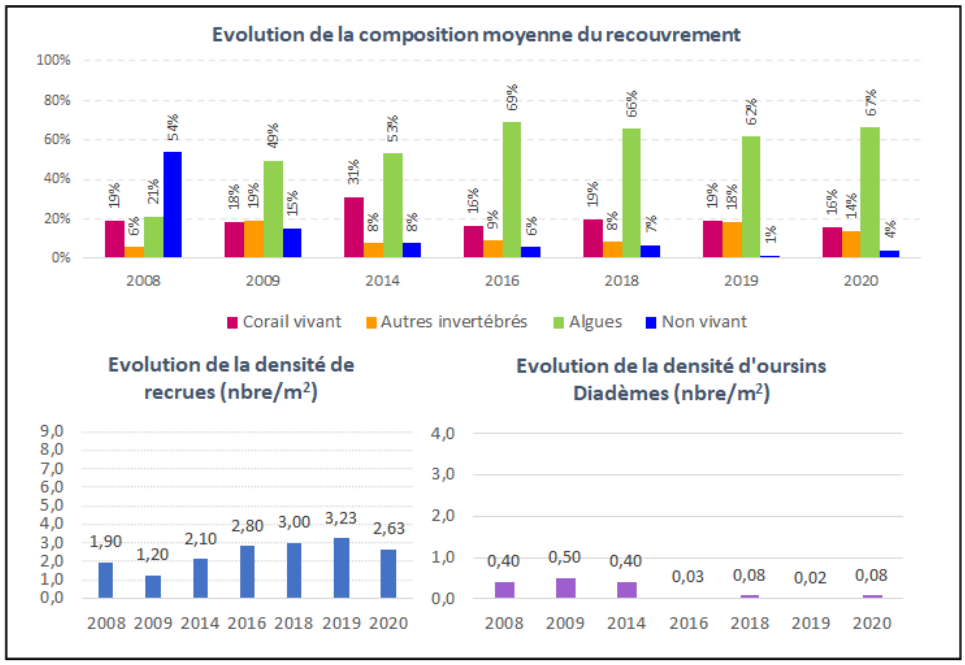


Figure 3.74 : Evolution de la composition de la couverture benthique, de la densité en recrues coralliennes et en oursins diadèmes sur la station de Caye à Dupont entre 2008 et 2020

Sur cette station, le transect a pu être repositionné à l'identique de 2014 à 2020. **De 2014 à 2016,** la couverture corallienne connait une forte baisse (de 31% à 16%), elle est relativement stable depuis, entre 16% et 19% de la station. La part des algues suit le schéma inverse, après une forte augmentation de 2014 à 2016, elle est relativement stable et reste élevée, entre 60 et 70%. La proportion de substrat non colonisé a diminué au cours des suivis, pour atteindre des valeurs très basses.

La densité de recrues coralliennes est élevée en 2020 (2,63 recrues/m²). Cette valeur confirme la tendance à un fort recrutement corallien sur cette station depuis 2014.

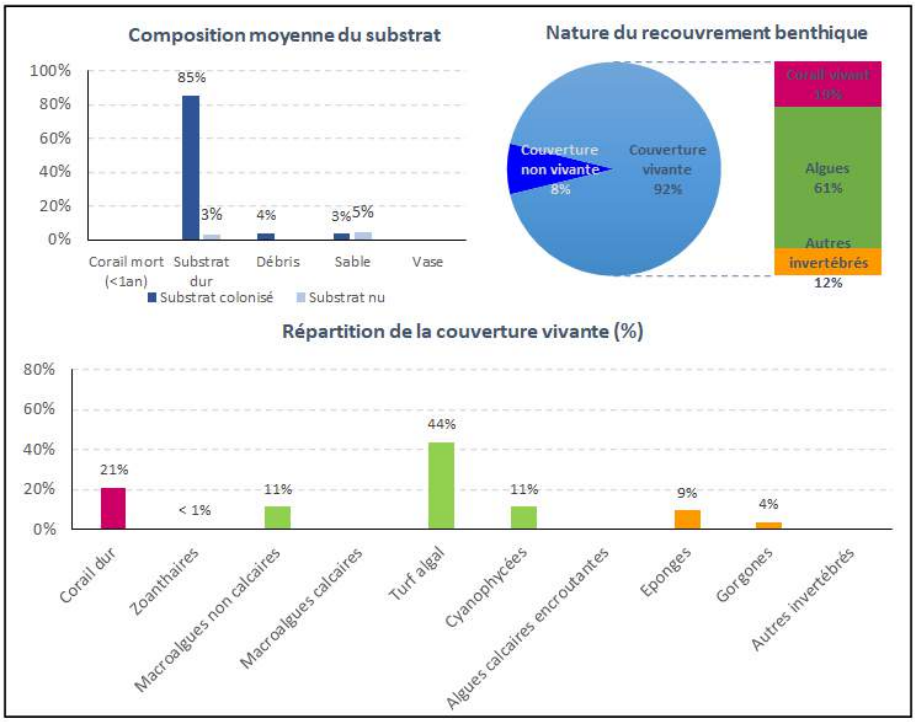
La densité en oursins diadème est très faible en 2020 (0,08 individu/m²). Cette densité quasi nulle (entre 1 et 5 individus relevés) est observée depuis 2016.

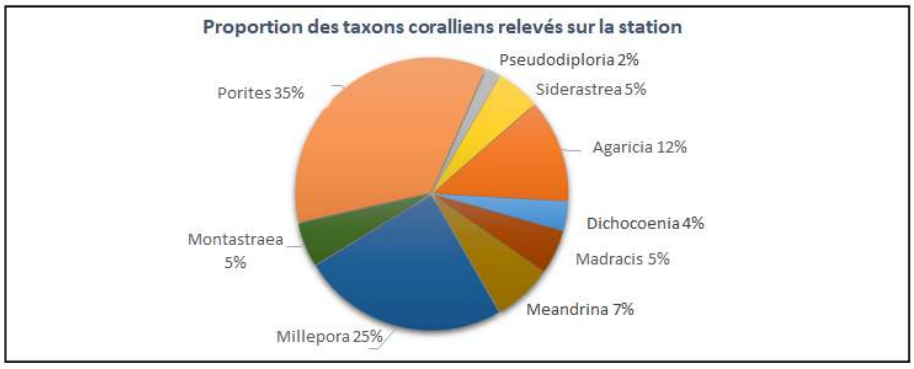
Figure 3.75 : Illustration de la station « benthos » de Caye à Dupont

Station Gros Cap

(Réseau « référence » - FRIC11 ; type côte rocheuse peu exposée)

Située à 100 mètres de la falaise à l'extrémité ouest de Terre-de-Bas aux Saintes, la station est composée d'un enchevêtrement de blocs et de roches. Elle est soumise à des courants généralement forts. En 2019, une forte sédimentation a été observée sur la station. La couverture vivante est dominée par le turf algal. Les coraux sont relativement abondants et diversifiés.





Proportion de colonies présentant des signes de blanchissement

Pourcentage affecté	Blanchissement	Nécroses
0%	54	47
1 à 10%	2	6
11 à 50%	0	4
51 à 90%	0	0
91 à 100%	1	0
TOTAL		57

Figure 3.76 : Composition du substrat biotique et abiotique et proportion des taxons coralliens (coraux durs) relevées sur la station de Gros Cap

La station présente en 2020 :

- **Une couverture corallienne (coraux durs + zoanthaires) moyenne.** Les colonies couvrent 19% de la station. Un zoanthaire (*Palythoa caribaeorum*) est observé. Neuf genres de sclératinaires (coraux durs) sont relevés. Les genres *Porites* et *Millepora* dominent le peuplement avec, respectivement, 35% et 25% des colonies observées. Les colonies sont de tailles variables, et généralement en bon état de santé. Seulement 10 nécroses sont notées sur les 47 colonies relevées. La maladie de perte de tissu (SCTLD) a été observée sur une colonie de *Pseudodiploria strigosa*.
- **Un peuplement algal couvrant une proportion élevée de la station** (61%). Le taxon le plus observé est le turf algal, représentant 44% de la couverture vivante. Les macroalgues sont peu observées, participant à 11% de la couverture vivante. Des patchs de cyanophycées composent aussi la population algale (11% de la couverture vivante), sur du sable ou de la roche. Les algues calcaires (dressées ou encroûtantes) ne sont pas observées sur la station.
- **Une proportion d'invertébrés benthiques non-coralliens faible**. Ce groupe recouvre 12% de la station. Il se compose essentiellement d'éponges (9% de la couverture vivante) mais aussi de gorgones, notamment de l'espèce encroûtante *Erythropodium caribaeorum* (4% de la couverture vivante).
- **Un substrat principalement composé de roches colonisées.** La part de substrat non colonisé est de 8% et correspond à des zones de sable (5%) mais aussi de roche nue (substrat dur nu, 3%). Des débris coralliens colonisés sont relevés sur 4% du transect et du sable colonisé est noté sur 3%.

La station de Gros Cap est évaluée en **bon état de santé général en 2020** (indice 2/5). Les macroalgues sont peu nombreuses, la majorité des coraux est en bon état de santé, une légère hypersédimentation est toutefois présente sur la station.

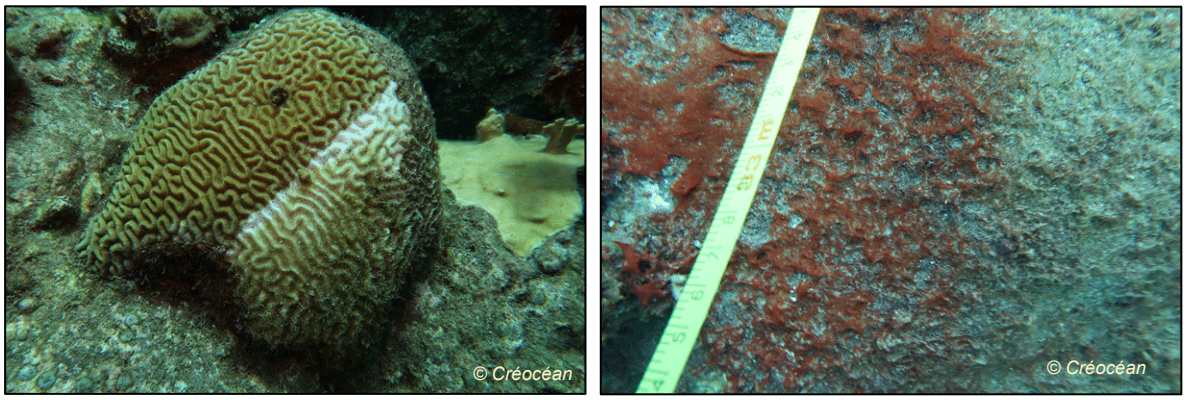


Figure 3.77 : Détails de la station Gros Cap (gauche : colonies de Pseudodiploria sp. atteintes par la SCTLD ; droite : tâche de cyanophycées)

Sur la base des précédents suivis, l'évolution de la couverture benthique et des densités de recrues et d'oursins sur la station peut être analysée (Figure 3.78) :

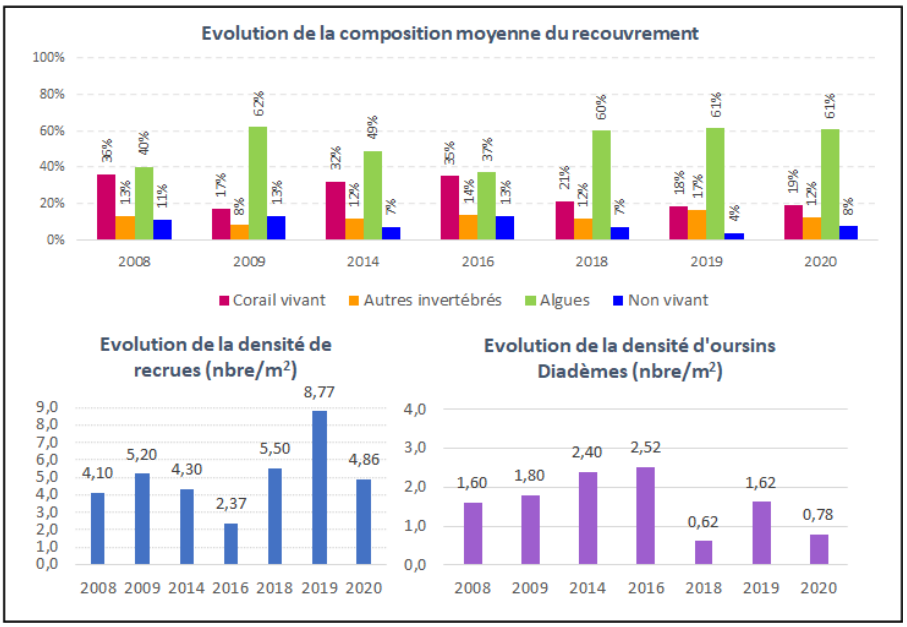


Figure 3.78 : Evolution de la composition de la couverture benthique, de la densité en recrues coralliennes et en oursins diadèmes sur la station de Gros Cap entre 2008 et 2020

Depuis les premiers suivis en 2008, la composition du recouvrement benthique a beaucoup varié. Elle semble stable depuis 2018, avec une forte couverture algale (environ 60%) et un recouvrement corallien moyen (environ 20%). En 2016, ces proportions étaient similaires (36% d'algues et 35% de corail). La part de substrat non colonisé a toujours été non négligeable, avec un minimum de 4% en 2019 et un maximum de 13% en 2009 et 2016.

La densité de recrues coralliennes est très élevée sur ce récif (4,86 recrues/m²). Depuis le début des suivis cette densité est forte, avec un minimum de 2,37 recrues/m² en 2016. Le recrutement corallien dense sur cette station, permettant une pérennité des peuplements coralliens, pourrait être en partie lié à la forte disponibilité du substrat dur (dépourvu de macro-organismes).

La densité en oursins diadème est moyenne en 2020 avec 0,78 individu/m². Cette densité était bien plus forte de 2008 à 2016 (> 1,5 individu/m²). Cette diminution pourrait être à l'origine d'une baisse de pression de prédation des algues et pourrait avoir contribué à l'augmentation de la couverture algale depuis 2016.

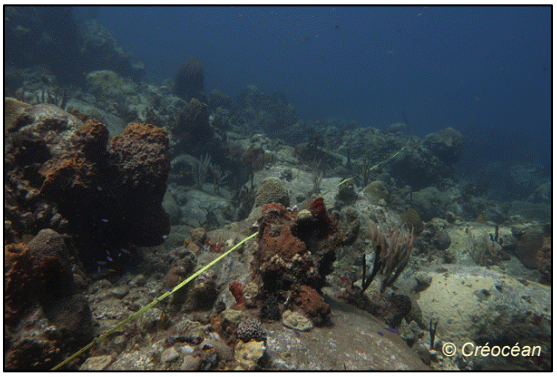
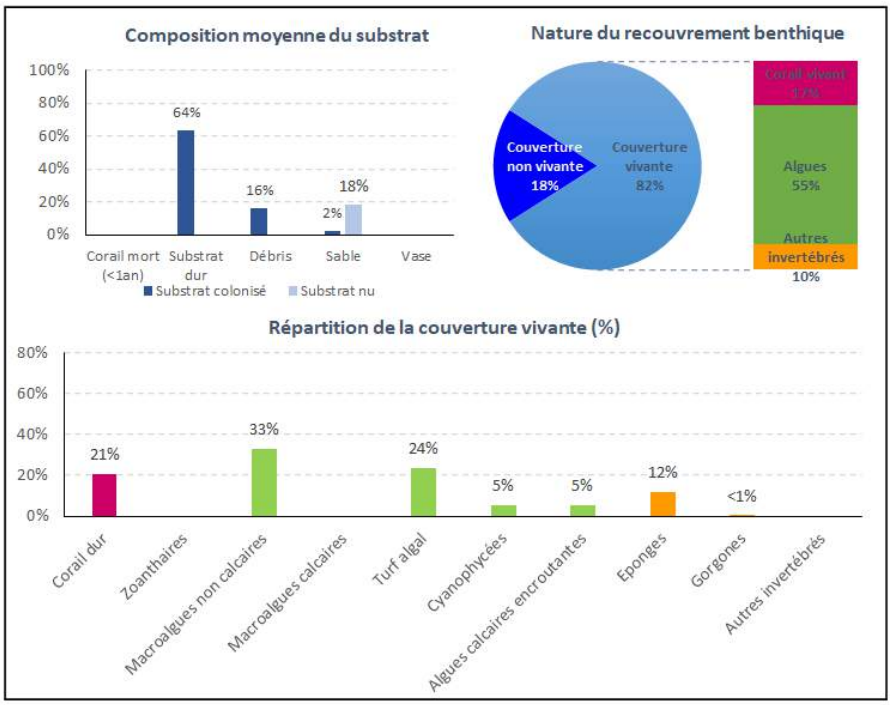


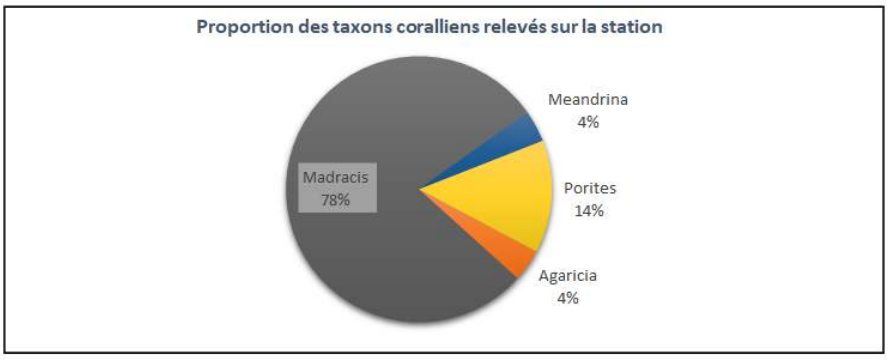
Figure 3.79 : Illustration de la station « benthos » de Gros Cap en juin 2020

Station Rocroy

(Réseau « référence » - FRIC01 ; type côte rocheuse protégée)

Située en côte sous le vent, la station est caractérisée par un fort relief et une alternance de zones rocheuses et d'étendues de sable colonisées par la phanérogame envahissante *Halophila stipulacea*. Les coraux y sont abondants, dominés par *Madracis auretenra* (massifs branchus jaunes). Les épisodes cycloniques de 2017 ont dégradé ces colonies digiformes, formant de larges zones de débris coralliens. Des cyanobactéries en proportion non négligeable sont observées.





Proportion de colonies présentant des signes de blanchissement

Pourcentage affecté	Blanchissement	Nécroses
0%	51	31
1 à 10%	0	3
11 à 50%	0	7
51 à 90%	0	10
91 à 100%	0	0
TOTAL		51

Remarque : Les zones sableuses et de débris sont colonisées localement par la phanérogame *Halophila stipulacea*. La présence de ce taxon n'influe pas sur l'évaluation de la qualité des récifs coralliens. Le substrat sableux colonisé par *H. stipulacea* est compris dans la part de substrat sableux nu dans la présente analyse.

Figure 3.80 : Composition du substrat biotique et abiotique et proportion des taxons coralliens (coraux durs) relevées sur la station de Rocroy - Val de l'Orge

La station est caractérisée en 2020 par :

- **Une couverture corallienne moyenne** (coraux durs+ zoanthaires) sur 17% de la station. Seuls des Scléractiniaires (coraux durs) sont relevés. Ils représentent 21% de la couverture vivante. Les genres sont peu diversifiés, avec une très grande majorité de *Madracis sp.* (78% des colonies sur le transect). Des nécroses sont observées sur 2/3 des coraux, dépassant parfois 50% de la colonie. Une colonie de *Meandrina sp*. ayant contracté la maladie de perte de tissu (SCTLD) a été observée.
- **Un peuplement algal en abondance moyenne à forte,** recouvre 55% de la station. Les macroalgues non calcaires sont dominantes (33%de la couverture vivante), notamment le genre *Dictyota*. Le turf algal compose 24% de la couverture vivante. Les cyanophycées sont présentes principalement sur les zones de substrat sableux, elles représentent 5% de la couverture vivante. Les algues calcaires encroûtantes sont aussi peu fréquemment rencontrées (5%).
- **Une proportion relativement faible d'invertébrés non-coralliens,** qui recouvrent 10% de la station. Ces invertébrés sont essentiellement des éponges ; des individus de *Xestospongia muta* de grande taille sont observés. Une occurrence de gorgone est relevée sur le transect.
- **Un substrat diversifié avec de larges zones de sable nu** (18%). En réalité ces zones correspondent essentiellement aux étendues de sables colonisées par la phanérogame *Halophila stipulacea*. Cette dernière n'est pas le seul organisme à coloniser le sable, les cyanophycées y sont aussi présentes (2%). Le substrat colonisé par les autres organismes est composé principalement de roche (substrat dur sur 64% de la station) et de débris coralliens en moindre proportion (sur 16% de la station).

La station de Rocroy Val de l'Orge est évaluée en **un état de santé général moyen** (indice 3/5). Le fort développement de macroalgues, couplé à la présence de nécroses relativement abondantes sur les coraux, participent à ce déclassement.

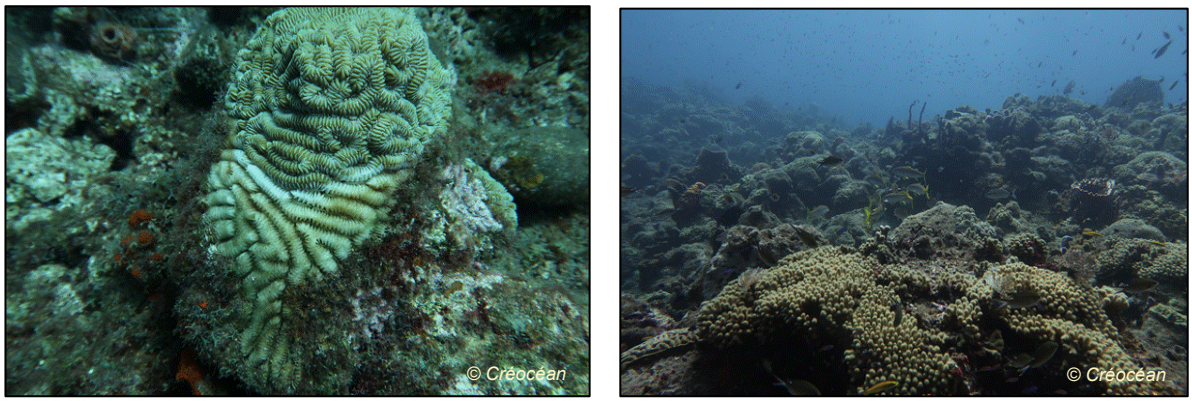


Figure 3.81 : Vue de la station Rocroy Val de l'Orge et détail d'une colonie de Pseudodiploria atteinte de SCTLD

Sur la base des précédents suivis, l'évolution de la couverture benthique et des densités de recrues et d'oursins sur la station peut être analysée (Figure 3.82) :

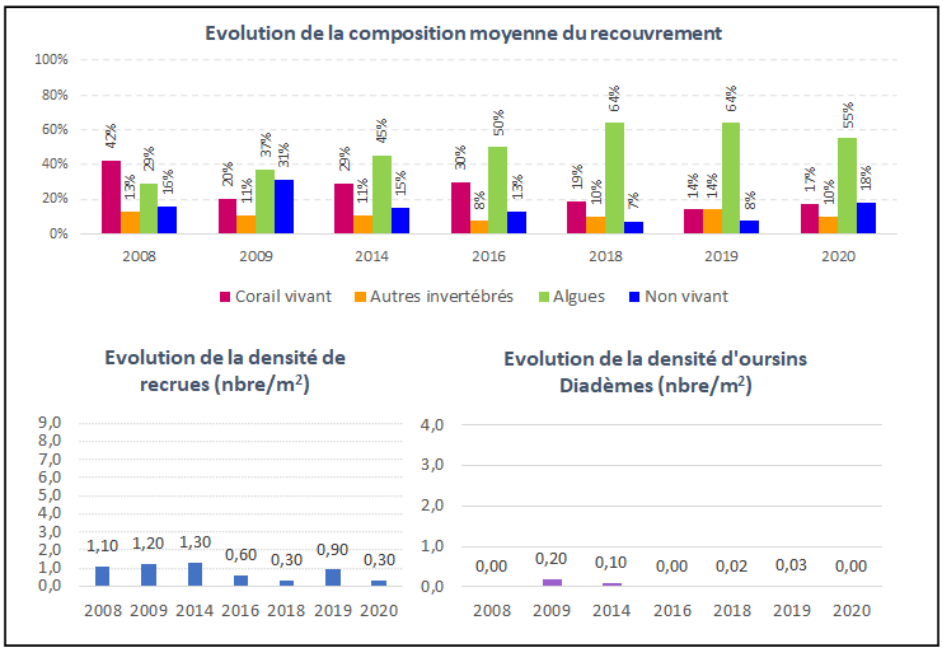


Figure 3.82 : Evolution de la composition de la couverture benthique, de la densité en recrues coralliennes et en oursins diadèmes sur la station Rocroy entre 2008 et 2020

L'analyse de l'évolution de la couverture biotique depuis 2008 montre une forte diminution de la couverture corallienne de 2016 à 2018. Les fortes houles cycloniques survenues en 2017 pourraient avoir endommagé le récif, ce qui expliquerait en partie cette diminution. La proportion d'algues a augmenté de 2008 à 2018 (de 29% à 64%), elle était stable en 2019 et a diminué en 2020 pour atteindre 55% de la station. La part des invertébrés non-coralliens reste faible lors de l'ensemble des suivis, entre 8% en 2016 et 14% en 2019. En 2020, une proportion relativement élevée du transect est composée de substrat nu : *Halophila stipulacea* colonise toutes les langues de sable entre les zones de roche, anciennement colonisées par des cyanophycées.

La densité en recrues coralliennes est faible, de 0,30 recrue/m². Ce recrutement fait partie des plus faibles observés en Guadeloupe. Une faible disponibilité du substrat pourrait entre autres empêcher la fixation de juvéniles de coraux.

Aucun oursin n'a été observé en 2020. Les densités observées les années précédentes étaient très faible, de l'ordre de 0,2 à 0,02 individus/m².

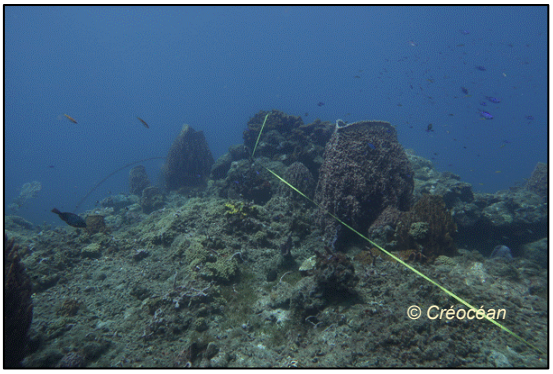
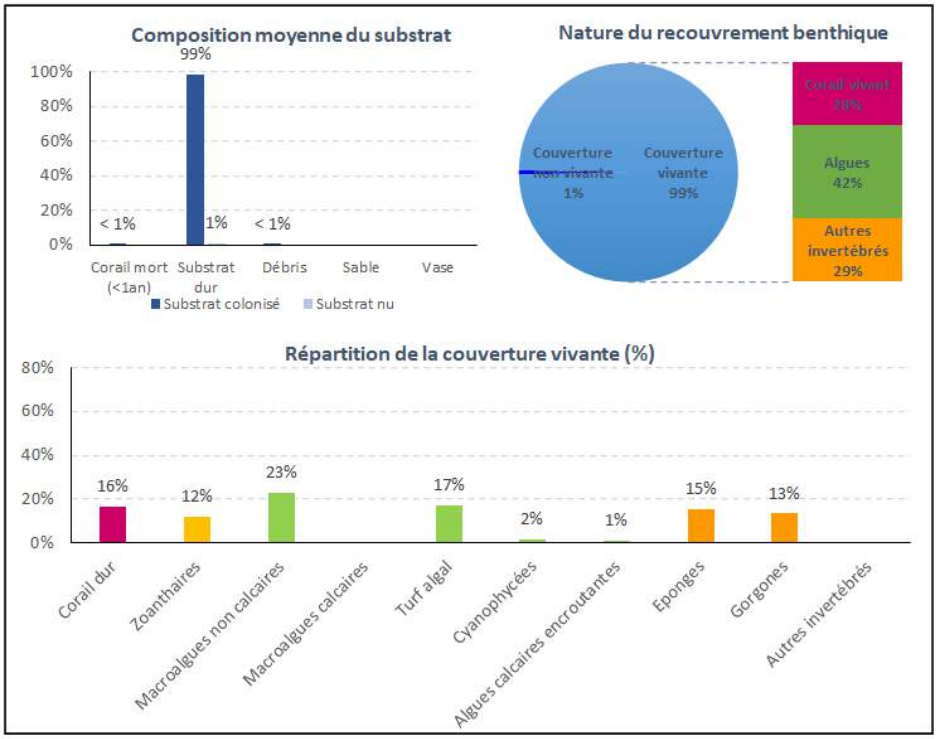


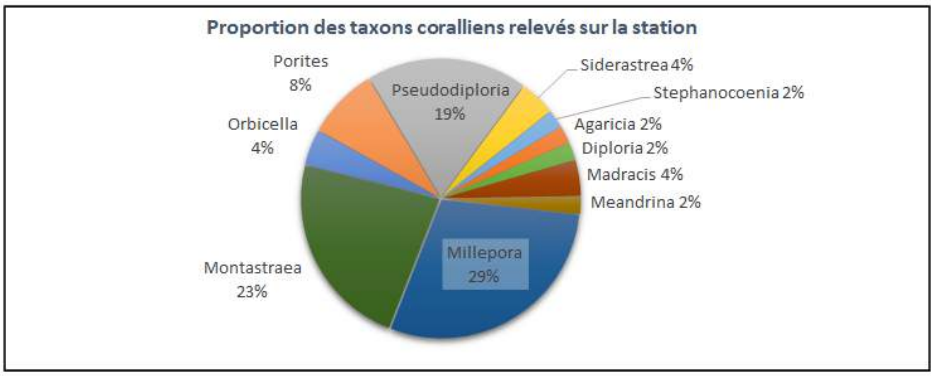
Figure 3.83 : Début du transect sur la station Rocroy Val de l'Orge

Station Pointe des Colibris

(Réseau « référence » - FRIC05 ; type côte rocheuse très exposée)

Située à l'ouest de la Désirade, la station est implantée à - 12m sur un éperon rocheux. Elle est caractérisée par des conditions hydrodynamiques particulièrement contraignantes (courant et houle). Les algues dominent le peuplement et les gorgones et les éponges sont relativement abondantes.





Proportion de colonies présentant des signes de blanchissement

Pourcentage affecté	Blanchissement	Nécroses
0%	49	34
1 à 10%	0	7
11 à 50%	0	3
51 à 90%	0	4
91 à 100%	0	1
TOTAL		48

Figure 3.84 : Composition du substrat biotique et abiotique et proportion des taxons coralliens (coraux durs) relevées sur la station de Pointe des Colibris

La station présente en 2020 :

- **Un fort recouvrement corallien (coraux durs + zoanthaires)**, participant à 28% du recouvrement benthique. Les zoanthaires et les Scléractiniaires (coraux durs) sont observés en proportion similaire, respectivement 12% du biote et 16% du biote. La diversité corallienne est élevée, avec 11 genres observés sur le transect. Parmi eux, les genres *Millepora* (29% des colonies), *Montastrea* (23% des colonies) et *Pseudodiploria* (19% des colonies) sont principalement relevés. Les colonies sont plutôt petites et des nécroses sont présentes sur une minorité du peuplement.
- **Une couverture algale forte à moyenne.** Le peuplement algal recouvre 42% de la station. Il se compose essentiellement de macroalgues (23% de la couverture vivante) et de turf (17% de la couverture vivante). Quelques cyanophycées sont relevées sur le transect (2%) ainsi que des rares algues calcaires encroûtantes (1%).
- **Un fort recouvrement en invertébrés benthiques non-coralliens**, qui couvrent 29% du récif. Les éponges et les gorgones structurent le paysage, avec des individus de grande taille. Elles sont observées en proportion similaire, avec 15% d'éponges et 13% de gorgones au sein de la couverture vivante.
- **Un substrat rocheux colonisé sur la quasi-totalité du transect.** Seule une occurrence de roche nue est relevée. Deux autres occurrences de débris coralliens colonisés et de corail mort récemment colonisé sont observées.

La station de Pointe des Colibris est évaluée en **état de santé général bon à moyen** (indice 2,5/5). Les macroalgues dominent légèrement le peuplement algal et les colonies coralliennes présentent des nécroses. Aucune hypersédimentation n'est relevée sur le récif, souvent battu par les courants.

Figure 3.85 : Illustrations de la station Pointe des Colibris

Sur la base des précédents suivis, l'évolution de la couverture benthique et des densités de recrues et d'oursins sur la station peut être analysée (Figure 3.86) :

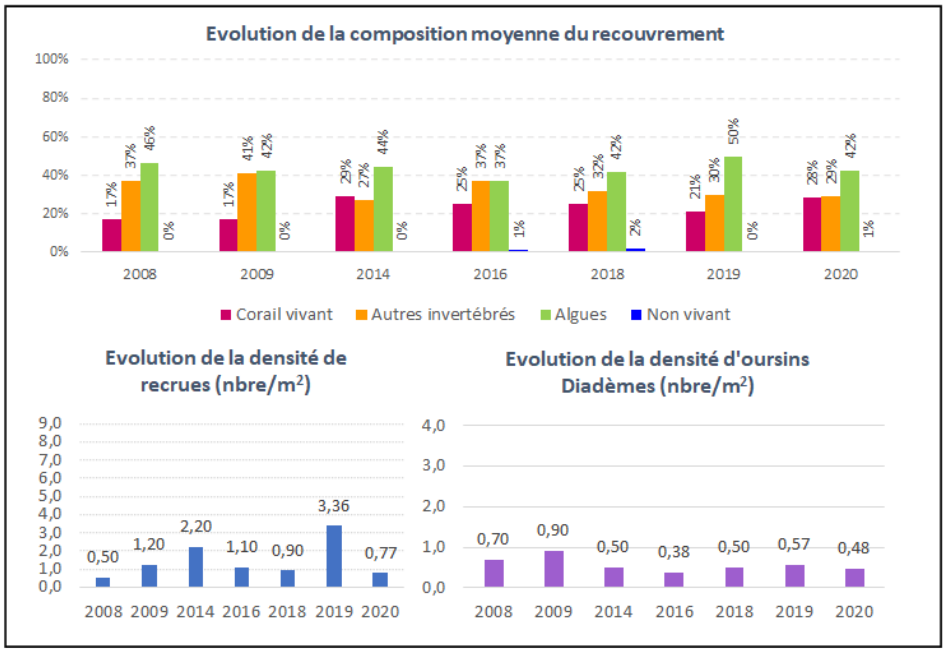


Figure 3.86 : Evolution de la composition de la couverture benthique, de la densité en recrues coralliennes et en oursins diadèmes sur la station de Pointe des Colibris entre 2008 et 2020

La composition de la couverture benthique est relativement constante depuis les premiers suivis. Depuis la pérennisation des transects, la couverture corallienne oscille entre 21% (2019) et 29% (2014). En 2019, la part des algues était légèrement supérieure aux valeurs historiques (50% contre 37% à 46%), elle est de nouveau moyenne en 2020 avec 42% de la station. La proportion d'autres invertébrés est toujours forte (29%) bien que cette valeur soit l'une des plus faibles depuis le début des suivis.

Le recrutement corallien est faible (0,77 recrues/m²). Cette faible densité de juvéniles contraste avec la valeur relevée en 2019 (3,36 recrues/m²). Les valeurs sont variables suivant les années de suivi, aucune tendance ne semble se dégager.

La densité d'oursins est relativement faible (0,48 individu/m²). La population est peu développée mais constante puisque les densités sont du même ordre de grandeur depuis la mise en place du transect pérenne.

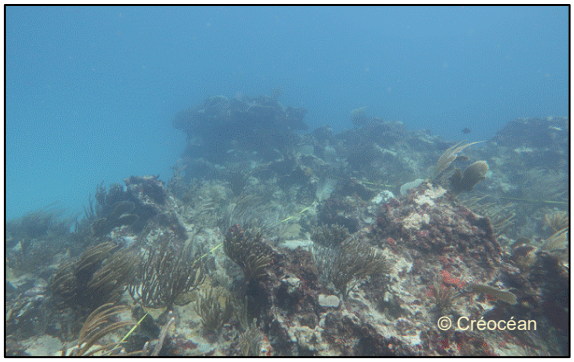


Figure 3.87 : Illustration de la station « benthos » de Pointe des Colibris en 2020

3.2.3. Les herbiers - Campagne de juin 2020

Les données concernant ces paramètres biologiques ont été collectées en plongée sous-marine, au mois de juin 2020.

3.2.3.1. Évolution des protocoles

Lors du 2nd atelier spécifique à l'élément de qualité « Herbiers de phanérogames » organisé en novembre 2014 par le MNHN, la pertinence pour la DCE de plusieurs paramètres a été discutée, en fonction de leur capacité de réponse à un changement de la qualité de l'eau et de la facilité de mise en œuvre de leur suivi. Il a notamment été décidé d'abandonner le suivi des paramètres « densité » et « hauteur de la canopée », dont la mesure *in situ* est très coûteuse en temps et le lien avec des changements de qualité de l'eau peu évident (MNHN, 2014, CR Atelier). Les paramètres et protocoles de suivi proposés ont été testés en 2015 en Martinique puis en 2016 en Guadeloupe.

En 2016, afin de choisir une échelle spatiale de suivi adaptée à l'hétérogénéité naturelle des herbiers et de tenir compte des contraintes locales, le suivi a été réalisé le long de **3 transects de 50 m** par 2 à 3 plongeurs, complétés par un parcours d'inventaire. Compte tenu du caractère non finalisé du protocole, il a été décidé de ne pas laisser sous l'eau de piquets ou autre système de marquage permettant de signaler les débuts et fins de radiales. Les points GPS de début et fin de radiale (ou *a minima* le point de début et le cap de direction de la radiale) ont toutefois été relevés afin de pouvoir si besoin repositionner approximativement les radiales au même endroit lors d'un suivi ultérieur.

Des remarques avaient été formulées dans le cadre du rapport de synthèse en 2016 vis à vis de la mise en œuvre de ce protocole (Créocéan, 2017a). Il ressortait que les relevés le long des 3 radiales s'avéraient particulièrement fastidieux et chronophages (notamment le relevé LIT) et difficiles à mettre en œuvre dans un temps de plongée raisonnable, avec le nombre d'intervenants habituellement mobilisé.

Lors du séminaire science et gestion DCE-IFRECOR qui s'est tenu en avril 2017 en Martinique, des discussions entre experts ont mené notamment à ajuster ces protocoles afin de les rendre plus opérationnels, tout en gardant en tête l'objectif d'identifier, à terme, les paramètres pertinents à la construction d'un indicateur herbier. Parallèlement, une thèse AFB/IFRECOR (menée par Fanny Kerninon) devrait permettre d'apporter des éléments de réponses quant à la pertinence des paramètres à mesurer dans un objectif de bio indication.

Ces protocoles ajustés, décrits dans l'annexe 1 (rapport préliminaire introductif), ont été mis en œuvre pour la 1ère fois en juin-juillet 2017, sur les stations DCE de Guadeloupe (stations de surveillance uniquement) (CREOCEAN, 2018a) et Martinique le long de 3 radiales de 50 m. La même méthodologie a été appliquée lors du suivi en 2018 (stations surveillance et référence).

La campagne de suivi des herbiers en juin 2020 est donc la 4e application consécutive de ces protocoles sur les stations de Guadeloupe.

Le Tableau 3.6 synthétise les changements de protocoles de suivi des herbiers depuis les 1ers suivis en 2008.

Compte tenu des différences de méthodologies mises en œuvre depuis le démarrage des suivis, la comparaison des résultats d'une année à l'autre ne peut être réalisée qu'à partir de 2017 (protocoles de suivi identiques de 2017 à 2020).

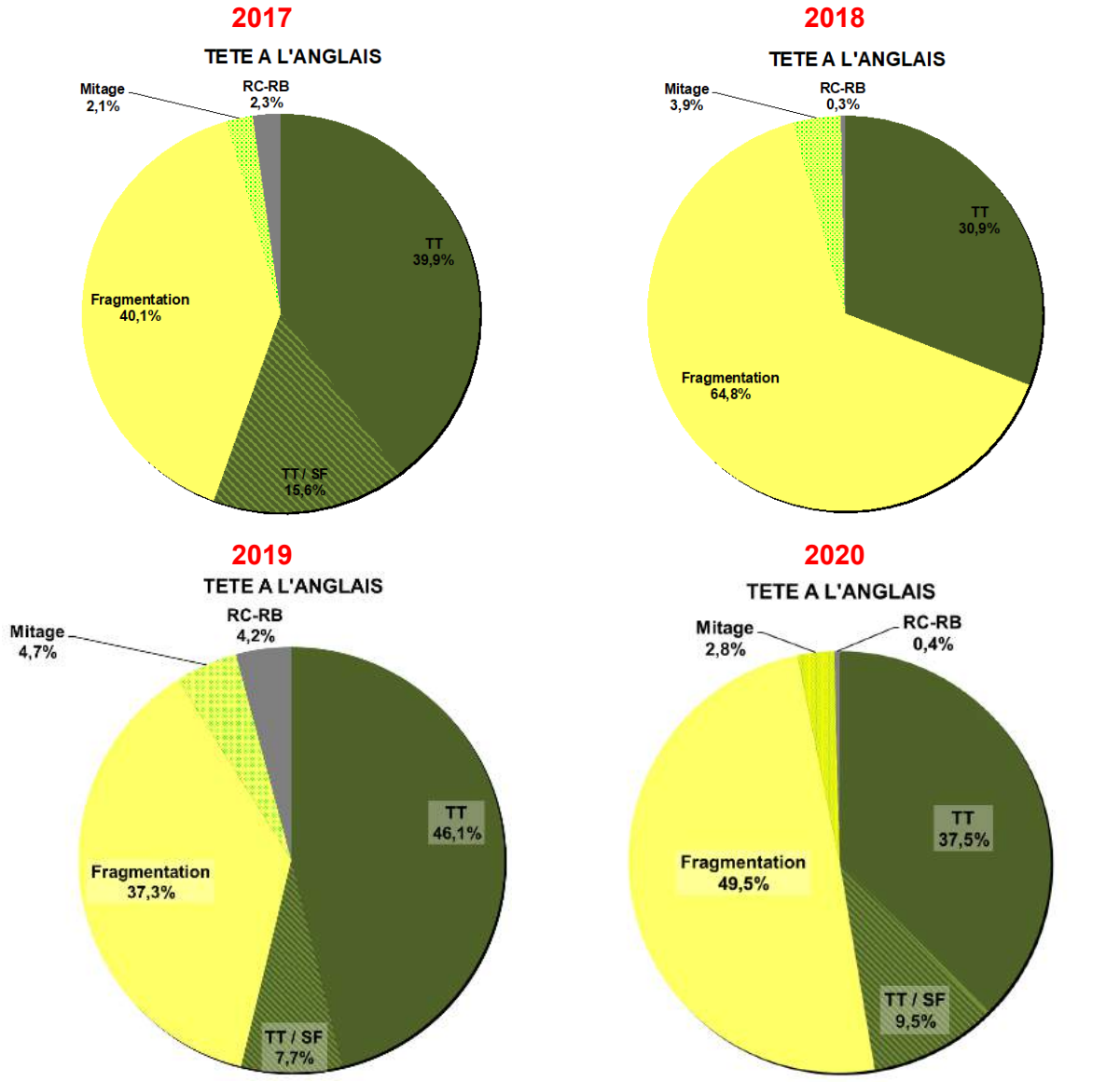
Tableau 3.6 : Évolution des protocoles de suivi des herbiers en Guadeloupe dans le cadre de la DCE

	2008 - 2009 - 2011	2014	2016	2017 - 2018 - 2019 - 2020
Nombre de radiales de 50 m	0 Positionnement aléatoire de 30 quadrats	0 Positionnement de 10 quadrats sur 3 zones de patch espacées (total de 30 quadrats)	3	3
LIT			* Composition (% d'occupation) : macroalgues (identification au genre), cyanobactéries, composition et richesse spécifique en phanérogame, coraux, etc. * Fragmentation, mitage * Nature de l'épibiose	* Composition et richesse spécifique en phanérogame sans notion d'abondance reltive * Fragmentation, mitage
BELT (1 m)			* Recouvrement en phanérogames selon 4 classes (notation des changements de classes le long du belt) * Bioturbation (estimation visuelle en 3 classes) * Oursins : comptage (*Lytechinus variegatus, Tripneustes ventricosus, Diadema antillarum*) * Paramètres complémentaires, présence/absence : sécescence précoce, maladies, floraison, présence de coraux * Etat général de l'herbier (évaluation visuelle en 5 classes)	* Cyanobactéries : présence notée selon 3 classes (absence/faible/forte) * Coraux (absence/faible/forte) * Oursins : comptage (*Lytechinus variegatus, Tripneustes ventricosus, Diadema antillarum*) * Bioturbation (absence/faible/forte) * Paramètres complémentaires (algues dérivantes, débris de phanérogames, macroalgues épiphytes) (absence/faible/forte) * Etat général de l'herbier (évaluation visuelle en 5 classes)
Quadrat (10 x 20 cm)	* Densité : nombre de plants de *T. testudinum* (*TT*) et *S. filiforme* (*SF*) dans 30 quadrats * Longueur de 100 feuilles de *T. testudinum* * Etat général de l'herbier (évaluation visuelle en 5 classes)	* Densité : nombre de plants de *T. testudinum* (*TT*) et *S. filiforme* (*SF*) dans 30 quadrats * Longueur de 100 feuilles de *T. testudinum* * Etat général de l'herbier (évaluation visuelle en 5 classes)		
Quadrat (50 x 50 cm)				**3 quadrats par radiale** **6 classes de % de recouvrement** * Recouvrement et composition spécifique en phanérogame (espèce dominante/espèces secondaires) * Recouvrement en macroalgues et genre dominant * Recouvrement en cyano et substrat des cyano (phanérogame, macrolagues, sable, etc.) * Nature des épibioses présentes et classement en termes de dominance * Comptage des fleurs * Présence/absence de maladies/sénéscence
Caractérisation du substrat			3 prélèvements de sédiments aléatoires dans l'herbier (analyse de la granulométrie et teneur en carbonates)	3 prélèvements de sédiments aléatoires dans l'herbier (analyse de la granulométrie et teneur en carbonates)
Parcours d'inventaire		Ensemble des paramètres du LIT, etc.		

3.2.3.2. Caractéristiques des stations en 2020 et évolution 2017- 2020

Station Tête à l'Anglais (Réseau surveillance - FRIC08 ; type côte exposée à récifs frangeants)

L'herbier de Tête à l'Anglais présente un aspect ras et clairsemé et une taille réduite ; on y observe de nombreuses macroalgues, assez diversifiées. Cette station, implantée hors zone récifale à 5 m de profondeur, est caractérisée par un substrat à dominance sableuse, des eaux claires, une agitation modérée à forte et une faible sédimentation.



TT	*Thalassia testudinum*	**SF / HS**	*S. filiforme / H. stipulacea*	**Fragmentation**	*Trou de sable > 2 m*
SF	*Syringodium filiforme*	**TT / SF / HS**	*T. testudinum / S. filiforme / H. stipulacea*	**Mitage**	*0,5 m < Trou de sable < 2m*
HS	*Halophila stipulacea*	**TT / SF / HALOD SP**	*T. testudinum / S. filiforme / Halodule sp.*	**RC-RB**	*Substrat rocheux ou débris*
TT / SF	*T. testudinum / S. filiforme*	**SF / HALOD SP**	*S. filiforme / Halodule sp.*		
TT / HS	*T. testudinum / H. stipulacea*	**TT / HALOD SP**	*T. testudinum / Halodule sp.*		

Figure 3.88 : Proportions relatives des différentes catégories d'assemblage de phanérogames / substrat non colonisé relevées le long du LIT sur la station de Tête à l'Anglais en 2020

Les observations LIT réalisées sur les 3 radiales (Figure 3.88) présentent un herbier dominé par *Thalassia testudinum* en zones monospécifiques (37,5% des radiales). L'espèce *Syringodium filiforme* est aussi relevée au sein de l'herbier, formant des zones d'herbier mixtes sur 9,5% des radiales. De larges zones de sable sont observées, révélant une forte fragmentation de l'herbier (49,5% des radiales) et un léger mitage (2,8% des radiales). Une très faible part des radiales présente un substrat rocheux ou des débris coralliens dépourvu d'herbier (0,4%).

L'herbier de Tête à l'Anglais a peu évolué depuis 2017. Le cortège d'espèces présentes est le même que les années précédentes (à l'exception de 2018 où *S. filiforme* n'a pas été relevée). La fragmentation de l'herbier reste élevée, mais variable suivant les années (de 64,8% en 2018 à 37,3% en 2019). La part de substrat non colonisable (roche et débris) est faible en 2020, à l'instar des relevés de 2018.

Figure 3.89 : Vue générale et quadrat sur l'herbier de Tête à l'Anglais en 2020

La Figure 3.90 et la Figure 3.91 synthétisent les principaux résultats du suivi au sein des quadrats et le long du Belt.

La couverture moyenne en phanérogames au sein des quadrats est faible à moyenne en 2020 (25% à 50% des quadrats). Elle était encore plus faible les années précédentes (< 25%). L'espèce *Thalassia testudinum* est dominante au sein des quadrats, à l'instar des années précédentes. Le cortège d'espèce est enrichi de *Halodule wrightii*, *Halophila decipiens et Syringodium filiforme* en 2020. Cette dernière espèce était déjà observée en 2017 au sein de certains quadrats. Ces phanérogames sont minoritaires et participent peu à la couverture globale de l'herbier.

La couverture en macroalgues est similaire à celle de 2019, avec moins de 10% de la surface des quadrats recouverte. Les espèces présentes sont celles déjà observées, à savoir : *Caulerpa sp.* (observée en 2017), *Penicillus sp*. (observée en 2019) et une macroalgue rouge indéterminée. Le genre *Dictyota* observé en 2017 et 2018 n'est plus observé depuis 2019.

Les cyanobactéries ne sont pas observées au sein de l'herbier en 2020. La dernière observation de ces indicateurs d'eutrophisation remonte à la campagne de 2017.

L'épibiose présente sur les feuilles de l'herbier est principalement composée d'algues calcaires et plus rarement d'hydraires. Le film biosédimentaire, observé comme dominant les années précédentes, n'est plus relevé.

Aucune fleur n'est observée au sein des quadrats. **Les feuilles présentent des signes de maladie et/ou de sénescence** sur 2 des 9 quadrats.

Les relevés le long du Belt font état d'une présence occasionnelle à abondante de débris de macroalgues et de phanérogames. Quelques coraux des genres *Porites* et *Siderastrea* sont aussi relevés. Aucun oursin n'est observé le long des 3 transects.

L'état de santé global, estimé visuellement, est moyen (indice moyen : 3,0) du fait de la présence de nombreuses macroalgues. Cet état peut être considéré comme stable depuis 2017. Une légère amélioration est notée en 2020 avec une baisse de la sédimentation.

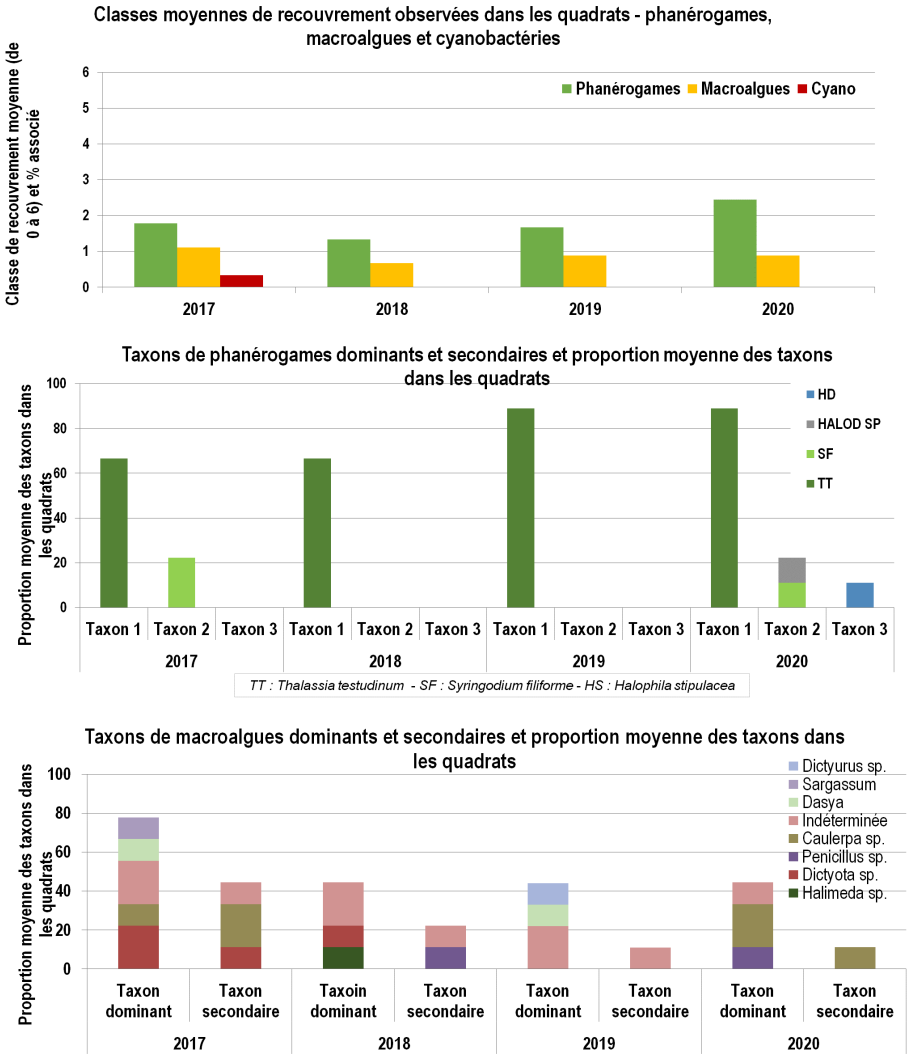


Figure 3.90 : Résultats des relevés sur la station de Tête à l'Anglais de 2017 à 2020 au sein des quadrats et le long du Belt

RELEVES AU SEIN DES QUADRATS:

	2017	2018	2019	2020
Catégorie d'épibiose :				
Epibiose dominante	Film biosédimentaire	Film biosédimentaire	Film biosédimentaire	Algues calcaires
Epibiose secondaire	Algues calcaires, macroalgues épiphytes, algues filamenteuses	0	0	Hydraires
Densité moyenne de fleurs (/quadrat : 0,25 m2)	0	0	0	0
Maladies / sénéscence	Absence	Absence	Absence	Présence (2/9)

RELEVES BELT :

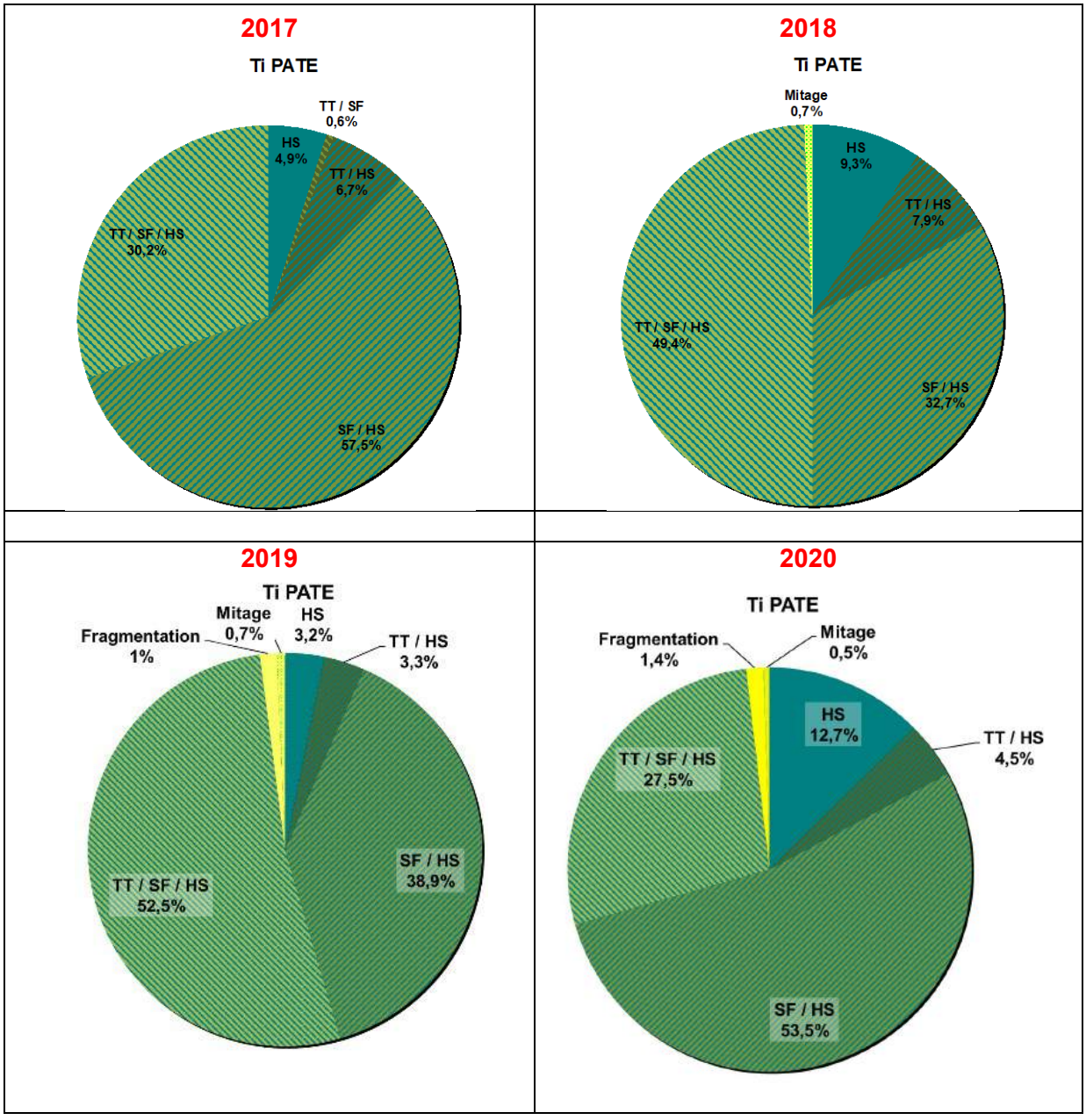
	2017	2018	2019	2020
Densité en oursins (individus /m2) :	0,01	0,01	0,00	0,00
Diadema antillarum	0,00	0,00	0,00	0,00
Tripneutes ventricosus	0,01	0,00	0,00	0,00
Lytechinus variegatus	0,00	0,01	0,00	0,00
Valeur de classe (moyenne sur 3 radiales) :				
Cyanophycées	0,00	0,00	0,33	0,00
Bioturbation	0,00	0,00	0,00	0,00
Algues dérivantes/débris de phanérogame	0,00	1,00	1,00	1,33
Coraux	1,33	1,33	1,00	0,67
Taxons :	*Porites divaricata, Porites astreoides, Siderastrea sp., Diploria sp., Manicina areolata*	*Porites astreoides*	*Porites astreoides*	*Porites astreoides, Siderastrea sp.*
Etat de santé	2,67	3,33	3,33	3,00

0 Absence
1 Présence occasionnelle
2 Présence en abondance

Figure 3.91 : Paramètres de l'herbier relevés le long du Belt et au sein des quadrats

Station Ti Pâté (Réseau surveillance - FRIC11 ; type côte rocheuse peu exposée)

La station de Ti Pâté est située à la sortie de l'anse de Grande Anse de Terre-de-Bas, aux Saintes, à 10-11 m de profondeur. Elle est caractérisée par un substrat sablo-vaseux, des eaux relativement claires mais régulièrement troublées par la présence de radeaux de sargasses. L'agitation et la sédimentation sont modérées. On y trouve quelques gorgones plumes et des éponges.



TT	*Thalassia testudinum*	**SF / HS**	*S. filiforme / H. stipulacea*	**Fragmentation**	*Trou de sable > 2 m*
SF	*Syringodium filiforme*	**TT / SF / HS**	*T. testudinum / S. filiforme / H. stipulacea*	**Mitage**	*0,5 m < Trou de sable < 2m*
HS	*Halophila stipulacea*	**TT / SF / HALOD SP**	*T. testudinum / S. filiforme / Halodule sp.*	**RC-RB**	*Substrat rocheux ou débris*
TT / SF	*T. testudinum / S. filiforme*	**SF / HALOD SP**	*S. filiforme / Halodule sp.*		
TT / HS	*T. testudinum / H. stipulacea*	**TT / HALOD SP**	*T. testudinum / Halodule sp.*		

Figure 3.92 : Proportions relatives des différentes catégories d'assemblage de phanérogames / substrat non colonisé relevées le long du LIT sur la station de Ti Pâté en 2020

Les relevés le long du LIT sur les 3 radiales (Figure 3.92) mettent en évidence un herbier mixte, caractérisé par l'omniprésence d'*Halophila stipulacea.* Sur la majorité de l'herbier, cette espèce est associée à *Syringodium filiforme* (53,5% des radiales) ou *Thalassia testudinum* (4,5%) ou à ces deux phanérogames (27,5%). *H. stipulacea* est aussi présente en zones monospécifiques (12,7% des radiales). L'herbier est peu fragmenté et peu mité (1,4% de zones sableuses >2m et 0,5% <2m).

Depuis 2017, les zones monospécifiques à *Halophila stipulacea* semblent en augmentation. La part du mitage et de la fragmentation augmente aussi très légèrement depuis le premier suivi où l'herbier était totalement continu. Ce très faible recul de l'herbier est à surveiller lors des futurs suivis.

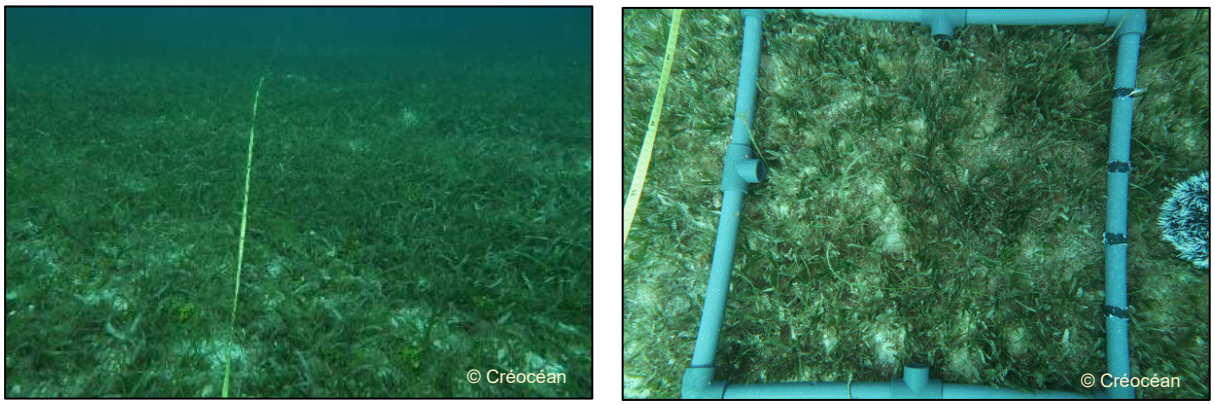


Figure 3.93 : Vue générale et quadrat sur l'herbier de Ti Pâté (Terre de Bas) en 2020

La Figure 3.94 et la Figure 3.95 synthétisent les principaux résultats du suivi au sein des quadrats et le long du Belt.

La couverture moyenne en phanérogames relevée au sein des quadrats atteint 90% en 2020 (classe 5). Elle est stable depuis 2017 voire en augmentation lors du dernier suivi 2020. Les taxons de phanérogames dominant sont *Halophila stipulacea* (80%) et *Thalassia testudinum* (20%). *Syringodium filiforme* n'est plus dominant sur aucun des quadrats, comme c'était le cas les années précédentes.

Les macroalgues recouvrent en moyenne entre 25% et 50% des quadrats. Cette forte couverture est aussi observée en 2018, mais dépasse largement les couvertures observées en 2017 et 2019 (<10%). Ce recouvrement est assuré par le genre *Halimeda* principalement (50% des taxons dominants) mais aussi par les genres *Penicillus* et *Dictyota*. Le seul taxon secondaire observé est *Halimeda sp*.

Les cyanophycées sont observées au sein des quadrats en 2020. Elles recouvrent en moyenne moins de 10% de la surface des quadrats. Ces taxons sont aussi observés les années précédentes, en proportions variables (quasi absentes en 2018).

L'épibiose en 2020 est dominée par les macroalgues épiphytes du genre *Dictyota*. Des algues calcaires sont aussi présentes. Le film biosédimentaire observé les années précédentes n'est plus relevé.

Aucune fleur de phanérogame n'a été observée, à l'instar des autres années. Les feuilles de l'herbier présentent des **signes de maladie et/ou de sénescence** au sein de 2 quadrats sur 9.

Les observations réalisées le long du Belt mettent en évidence **une densité d'oursins relativement élevée** (0,29 individu/m²), similaire à celle de 2019 alors qu'elle était quasi nulle en 2017 et 2018 (0,06 individu/m²). Des oursins diadèmes (*Diadema antillarum*) et des oursins blancs (*Tripneutes ventricosus*) sont observés.

Aucun signe de bioturbation, algues dérivantes et débris de phanérogames n'a été observé. **Les cyanophycées** sont relevées de manière occasionnelle le long des radiales 1 et 3 notamment. **Quelques coraux sont observés**. Il s'agit de colonies de l'espèce *Manicina areolata* essentiellement.

L'état de santé global de l'herbier, estimé visuellement, est moyen en 2020 (indice moyen : 3). L'amélioration observée entre 2017 et 2018 se maintient.

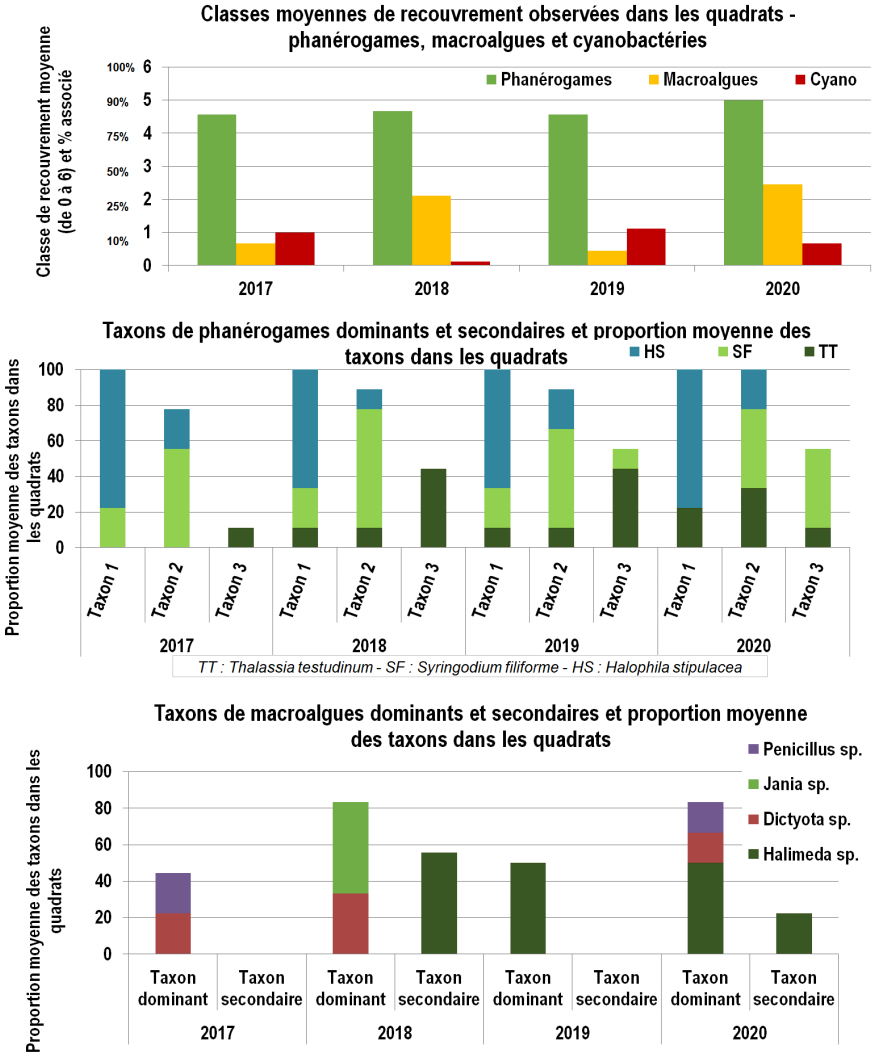


Figure 3.94 : Résultats relevés sur la station de Ti Pâté de 2017 à 2020 au sein des quadrats

RELEVES AU SEIN DES QUADRATS:

	2017	2018	2019	2020
Catégorie d'épibiose :				
Epibiose dominante	Algues calcaires, film biosédimentaire	Film biosédimentaire	Film biosédimentaire	Macroalgues épiphytes (Dictyota sp.)
Epibiose secondaire	Macroalgues épiphytes, hydraires	Macroalgues épiphytes (*Dictyota sp.*)	Macroalgues épiphytes (Dictyota sp.)	Algues calcaires
Densité moyenne de fleurs (/quadrat : 0,25 m2)	0	0	0	0
Maladies / sénéscence	Absence	Présence (1/9)	Présence (1/9)	Présence (2/9)

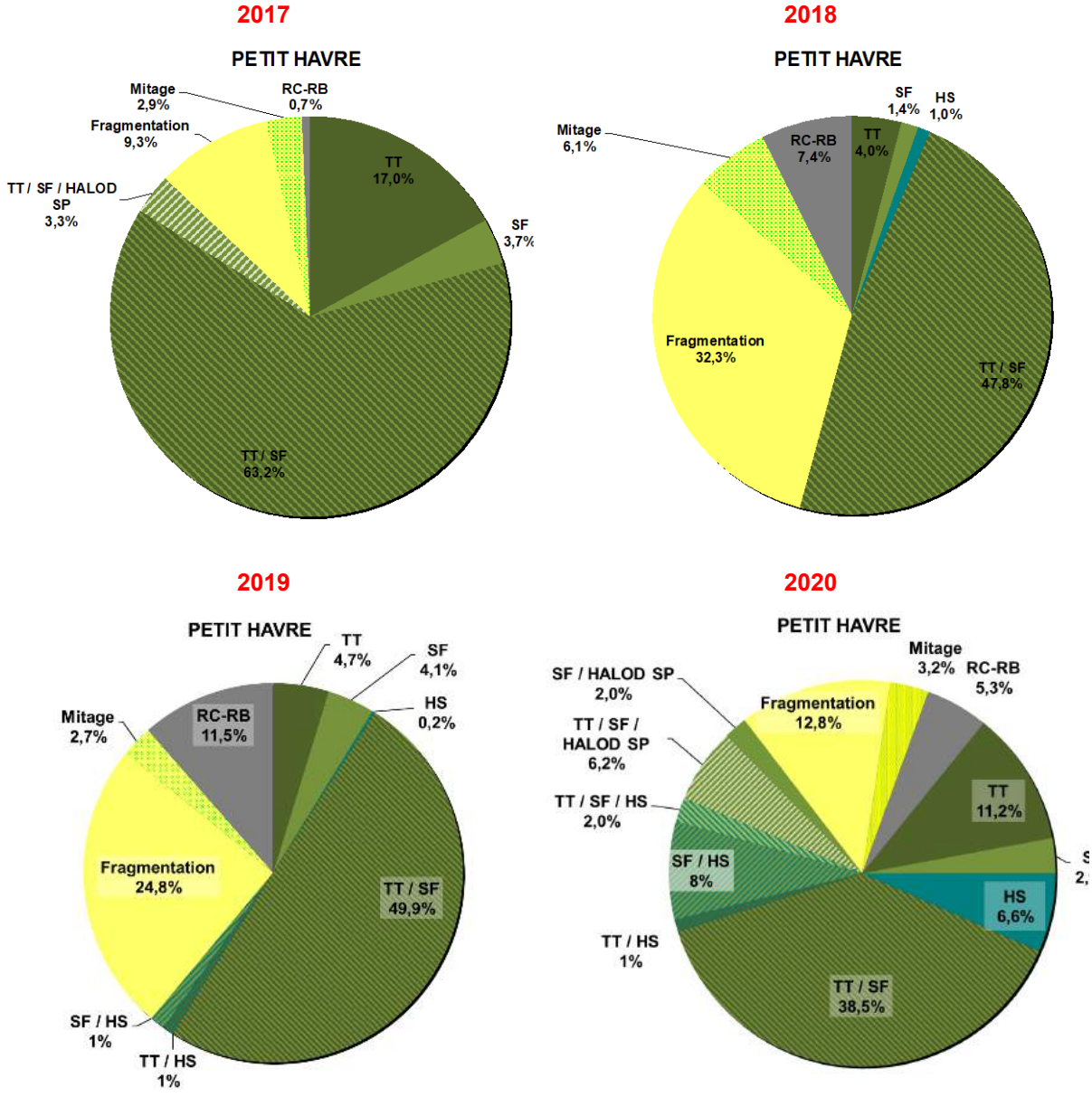
RELEVES BELT :

	2017	2018	2019	2020
Densité en oursins (individus /m2) :	0,06	0,06	0,37	0,29
Diadema antillarum	0,01	0,03	0,01	0,13
Tripneutes ventricosus	0,05	0,03	0,35	0,16
Lytechinus variegatus	0,01	0,00	0,01	0,00
Valeur de classe (moyenne sur 3 radiales) :				
Cyanophycées	2,00	0,33	1,33	0,67
Bioturbation	0,00	0,00	1,00	0,00
Algues dérivantes/débris de phanérogames	0,00	0,00	0,00	0,00
Coraux	0,67	0,33	0,33	1,00
Taxons :	*Manicina areolata*	*Manicina areolata*	*Manicina areolata*	*Manicina areolata*
Etat de santé	3,67	3,00	3,00	3,00

Figure 3.95 : Paramètres de l'herbier relevés le long du Belt et au sein des quadrats

Station Petit Havre (Réseau surveillance - FRIC04 ; type côte rocheuse peu exposée)

Cette station implantée entre -2 et -4 m en zone d'arrière récif frangeant, est caractérisée par un substrat à dominance sableuse, avec la présence de gros blocs rocheux et de débris coralliens. Ces zones rocheuses sont colonisées par de nombreux coraux notamment Porites porites. Les eaux sont claires et l'agitation faible à modérée. Une légère sédimentation est observée sur l'herbier.



TT	*Thalassia testudinum*	**SF / HS**	*S. filiforme / H. stipulacea*	**Fragmentation**	*Trou de sable > 2 m*
SF	*Syringodium filiforme*	**TT / SF / HS**	*T. testudinum / S. filiforme / H. stipulacea*	**Mitage**	*0,5 m < Trou de sable < 2m*
HS	*Halophila stipulacea*	**TT / SF / HALOD SP**	*T. testudinum / S. filiforme / Halodule sp.*	**RC-RB**	*Substrat rocheux ou débris*
TT / SF	*T. testudinum / S. filiforme*	**SF / HALOD SP**	*S. filiforme / Halodule sp.*		
TT / HS	*T. testudinum / H. stipulacea*	**TT / HALOD SP**	*T. testudinum / Halodule sp.*		

Figure 3.96 : Proportions relatives des différentes catégories d'assemblage de phanérogames / substrat non colonisé relevées le long du LIT sur la station de Petit Havre en 2020

Les relevés le long du LIT sur les 3 radiales (Figure 3.96) révèlent un herbier mixte avec de nombreux faciès, composés des espèces *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme*, *Halodule wrightii* et *Halophila stipulacea.* Le faciès majoritaire est mixte à *T. testudinum*. et *S. filiforme* (38,5% des radiales). Des zones d'herbiers monospécifiques sont relevées, notamment de l'espèce *H. stipulacea*, présente seule sur 6,6% des radiales. L'herbier est fragmenté sur 12,8% des radiales et mité sur 3,2%. Le substrat nu non colonisable (roche et débris coralliens) est peu abondant (5,3%). Les zones de transition entre phanérogames et substrat nu sont souvent érosives, marquées par la présence de microfalaises.

Les résultats mettent en évidence une évolution de la composition de l'herbier en 2020. La phanérogame *Halodule wrigthii* est de nouveau observée (8,2% des radiales). L'espèce *H. stipulacea* semble s'être largement développée : peu présente les années précédentes (<3%), elle couvre environ 17% de la station en 2020. L'herbier est moins fragmenté qu'en 2018 (37,3%) et 2019 (24,8%).

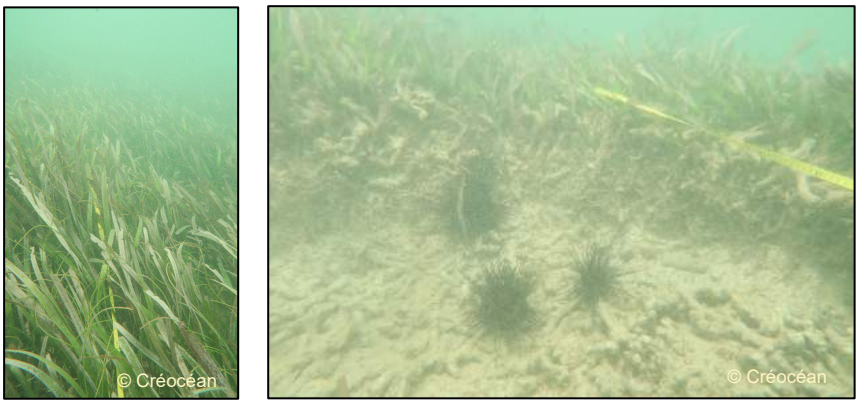


Figure 3.97 : Vue générale et zone de transition érosive entre herbier et sable sur l'herbier de Petit Havre

La Figure 3.98 et la Figure 3.99 synthétisent les principaux résultats du suivi au sein des quadrats et le long du Belt.

La couverture moyenne en phanérogames au sein des quadrats est comprise entre 75% et 90%. L'herbier apparait alors comme relativement dense. L'espèce *T. testudinum* est dominante dans 80% des quadrats environ. *S. filiforme* domine dans 1 quadrat et est présente secondairement au sein de 5. *Halodule wrightii* est l'espèce secondaire au sein d'un quadrat. La couverture est légèrement inférieure à celle de 2019 mais similaire aux années précédentes. Des taxons tertiaires sont observés en 2020.

La couverture en macroalgues dépasse les 10% de la surface des quadrats en 2020. Une telle couverture a été observée en 2019, alors que les années précédentes faisaient état d'une couverture plus faible. Les espèces présentes en 2020 sont les mêmes qu'en 2019 : *Halimeda sp*. et *Penicillus sp*., caractéristiques des herbiers, et *Dictyota sp*. (touffes) qui était absente des quadrats en 2017 et 2018.

Des cyanophycées sont observées au sein des quadrats pour la seconde année consécutive. Elles recouvrent environ 5% de la surface des quadrats en 2020. Cette couverture était plus faible en 2019.

L'épibiose se compose essentiellement d'algues calcaires. Un film biosédimentaire est aussi observé dans quelques quadrats. Les algues filamenteuses observées depuis 2017 n'ont pas été relevées.

Aucune fleur n'a été observée au sein des quadrats en 2020. **Des signes de maladie et/ou de sénescence** sont observés pour la première fois en 2020 (sur 3 des 9 quadrats).

Les relevés Belts mettent en évidence **une densité moyenne à forte d'oursins** au sein de l'herbier (1,26 individu/m²). Il s'agit principalement d'oursins diadèmes ainsi que de quelques oursins blancs.

Des signes de bioturbation sont observés occasionnellement sur les radiales 2 et 3. **De nombreux débris de phanérogames et des algues dérivantes** sont relevés. **Les coraux sont relativement abondants**. Il s'agit de petites colonies de *Porites sp.*, *Siderastrea sp*. et quelques *Agaricia sp*.

L'état de santé estimé visuellement est évalué comme bon à moyen en 2020 (indice : 2,5/5).

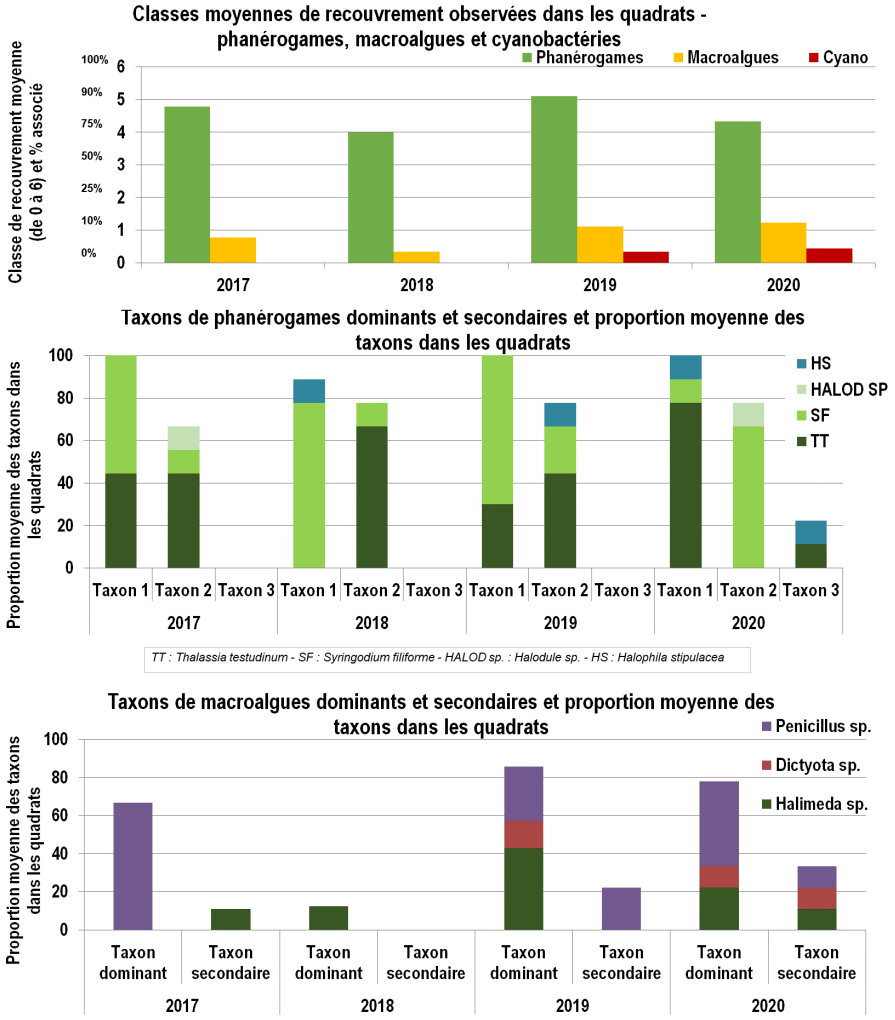


Figure 3.98 : Résultats des relevés sur la station de Petit Havre de 2017 à 2020 au sein des quadrats

RELEVES AU SEIN DES QUADRATS:

	2017	2018	2019	2020
Catégorie d'épibiose :				
Epibiose dominante	Film biosédimentaire	Film biosédimentaire	Film biosédimentaire	Algues calcaires
Epibiose secondaire	Algues filamenteuses, algues calcaires	Algues filamenteuses	Algues filamenteuses	Film biosédimentaire
Densité moyenne de fleurs (/quadrat : 0,25 m2)	0	0	0	0
Maladies / sénéscence	Absence	Absence	Absence	Présence (3/9)

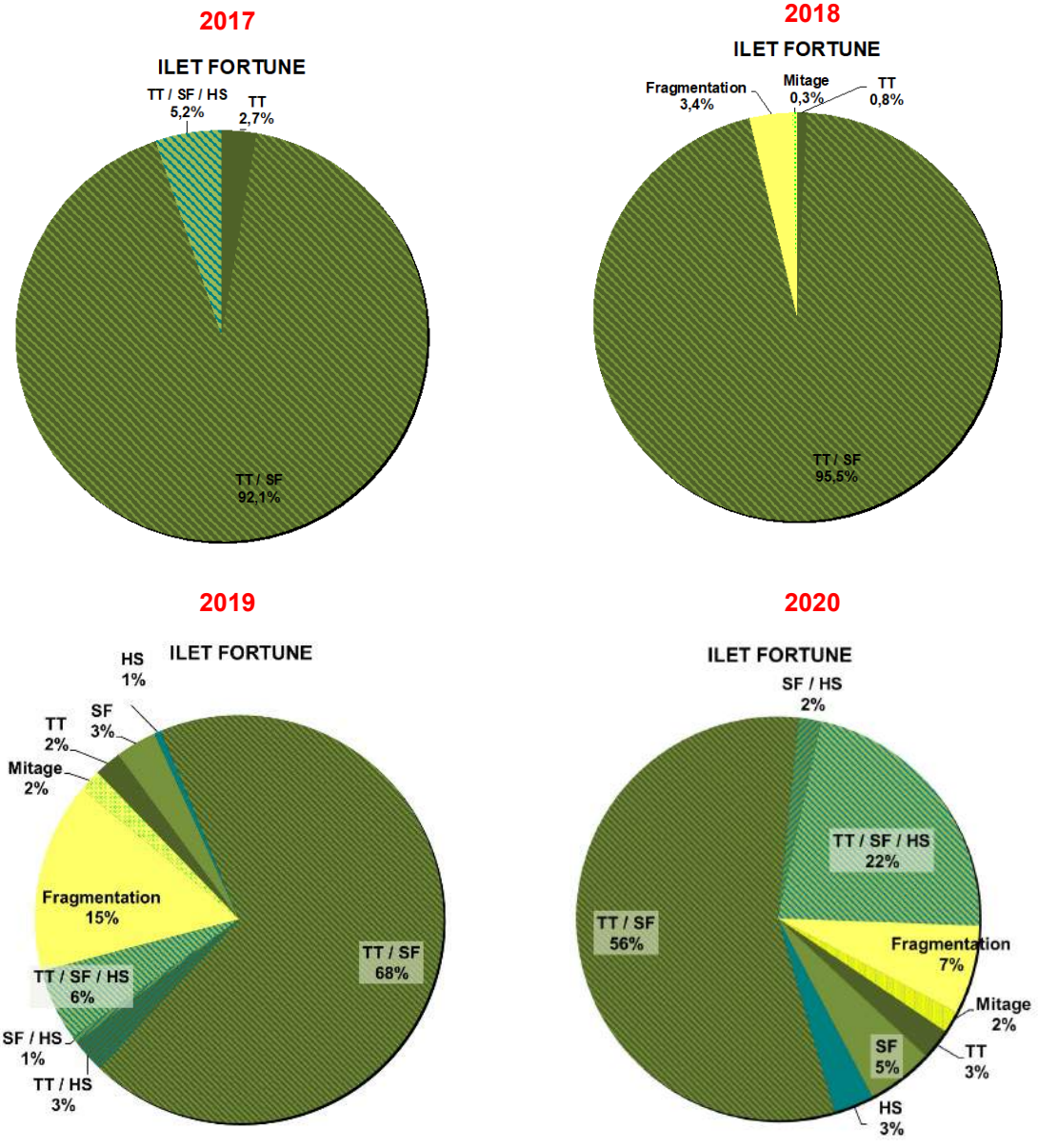
RELEVES BELT :

	2017	2018	2019	2020
Densité en oursins (individus /m2) :	0,63	0,05	0,15	0,63
Diadema antillarum	0,45	0,05	0,12	0,54
Tripneutes ventricosus	0,18	0,00	0,03	0,09
Lytechinus variegatus	0,00	0,00	0,00	0,00
Valeur de classe (moyenne sur 3 radiales) :				
Cyanophycées	0,33	0,00	0,33	0,00
Bioturbation	0,00	0,00	0,00	0,67
Algues dérivantes/débris de phanérogames	1,00	1,00	1,00	1,33
Coraux	2,00	1,00	1,67	1,00
Taxons :	*Porites porites, Agariciidae, Millepora, Siderastrea sp., Dicchocoenia*	*Porites sp., Siderastrea sp.*	*Porites sp., Manicina aueolata*	*Agaricia sp.; Porites sp.; Siderastrea sp.*
Etat de santé	2,00	2,67	2,30	2,50

Figure 3.99 : Paramètres de l'herbier relevés le long du Belt et au sein des quadrats

Station Ilet Fortune (Réseau surveillance - FRIC03 ; type fond de baie)

La station est positionnée en zone d'arrière récif, protégée des fortes houles par l'îlet Fortune. L'herbier est peu profond (-2 à -3 m), caractérisé par un substrat principalement sablo-vaseux, des eaux claires, une agitation et une sédimentation faibles à modérées.



TT	*Thalassia testudinum*	**SF / HS**	*S. filiforme / H. stipulacea*	**Fragmentation**	*Trou de sable > 2 m*
SF	*Syringodium filiforme*	**TT / SF / HS**	*T. testudinum / S. filiforme / H. stipulacea*	**Mitage**	*0,5 m < Trou de sable < 2m*
HS	*Halophila stipulacea*	**TT / SF / HALOD SP**	*T. testudinum / S. filiforme / Halodule sp.*	**RC-RB**	*Substrat rocheux ou débris*
TT / SF	*T. testudinum / S. filiforme*	**SF / HALOD SP**	*S. filiforme / Halodule sp.*		
TT / HS	*T. testudinum / H. stipulacea*	**TT / HALOD SP**	*T. testudinum / Halodule sp.*		

Figure 3.100 : Proportions relatives des différentes catégories d'assemblage de phanérogames / substrat non colonisé relevées le long du LIT sur la station de l'Ilet Fortune en 2020

Les relevés le long du LIT sur les 3 radiales (Figure 3.100) mettent en évidence un herbier mixte, peu continu malgré un taux de fragmentation modéré. Le faciès dominant est composé de *Thalassia testudinum* et *Syringodium filiforme* (56%). Ces espèces se retrouvent aussi seules sur certaines portions d'herbier monospécifique. L'espèce *Halophila stipulacea* est associée à ces espèces sur 22% des radiales, mais est aussi observée seule (1%). La fragmentation est modérée : 7% des radiales sont des patchs de sables > 2m, alors que le mitage est faible encore (2%). Les limites d'herbier sont stables mêmes si des signes d'érosion ont été observés (déchaussement des rhizomes).

La composition de l'herbier a évolué depuis 2017. La proportion de zones colonisées par *Halophila sp.* augmente fortement en 2020 (+11%) même si cette espèce est présente dès 2017. L'herbier est toujours fragmenté, bien que la part de zones de sable soit plus faible qu'en 2019.

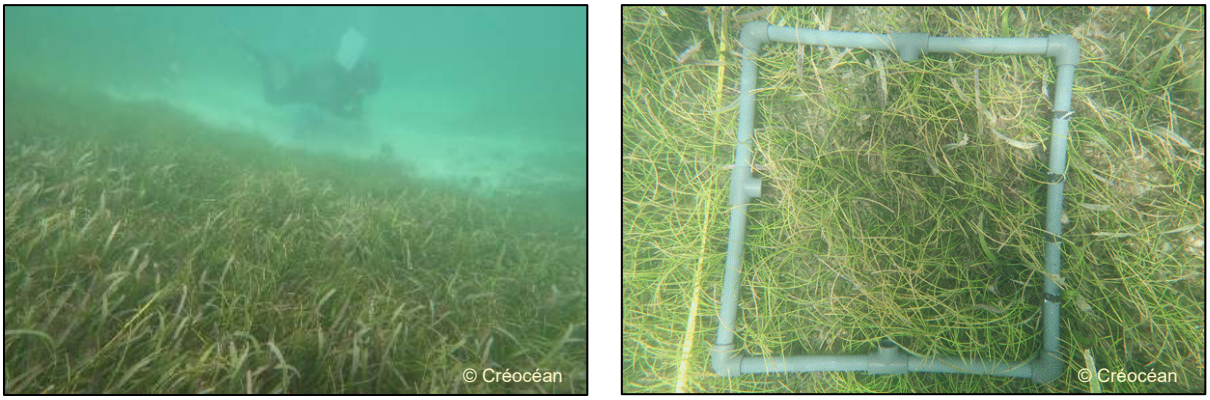


Figure 3.101 : Vue générale et quadrat sur la radiale 2 de l'herbier de l'Ilet Fortune en 2020

La Figure 3.102 et la Figure 3.103 synthétisent les principaux résultats du suivi au sein des quadrats et le long du Belt.

La couverture moyenne en phanérogames au sein des quadrats en 2020 est de plus de 90% (classe 5 à 6). Ce recouvrement est légèrement supérieur à ceux observés les années précédentes (entre 75% et 90%). Les espèces *T. testudinum* et *S. syringodium* sont majoritairement observées en 2020. La part de *T. testudinum* est cependant plus faible que les années précédentes. L'espèce exotique envahissante *Halophila stipulacea* est observée en tant que taxon dominant sur environ 20% de la surface des quadrats et en tant que taxon tertiaire. Elle a également été relevée en 2017 où elle dominait 10% des quadrats, et en 2019 en tant que taxon tertiaire.

Les macroalgues recouvrent en moyenne 10% des quadrats en 2020 (classe 1). Cette présence de macroalgues est relevée depuis 2017, en proportion similaire. Le cortège d'espèces est dominé par le genre *Halimeda* en 2020. Les genres *Dictyota*, *Penicillus* et *Avrainvillea* sont aussi observés. Ces macroalgues étaient aussi présentes lors des précédents suivis (à l'exception d'*Avrainvillea sp.*). Les macroalgues calcaires *Jania sp*. et *Caulerpa sp*. n'ont pas été relevées depuis 2018.

Les cyanobactéries sont absentes des quadrats en 2020. Leur recouvrement était faible en 2018 et 2019.

L'épibiose se compose d'algues calcaires et d'un film biosédimentaire. Ce dernier, dominant l'épibiose en 2018 et 2019, est moins observé en 2020, en lien avec une plus faible sédimentation sur l'herbier.

Aucune fleur de phanérogames n'est relevée au sein des quadrats en 2020. **Des signes de maladies et/ou de sénescence des feuilles** sont observés pour la première fois en 2020, sur 4 des 9 quadrats.

La densité moyenne d'oursins le long du transect est de 0,23 individu/m². Ce sont principalement des Oursins blancs (*Tripneustes ventricosus*) et quelques Oursins variables (*Lytechinus variegatus*).

Les colonies coralliennes sont occasionnelles à abondantes. Les espèces *Siderastrea sp*. *Manicina sp*. sont observées. **Les relevés Belt confirment l'absence de cyanophycées**. Des tumuli de bioturbation et des algues dérivantes et débris de phanérogames sont observés en faible nombre.

L'herbier est évalué en bon état de santé global (indice 2/5). Cet état est stable depuis 2017.

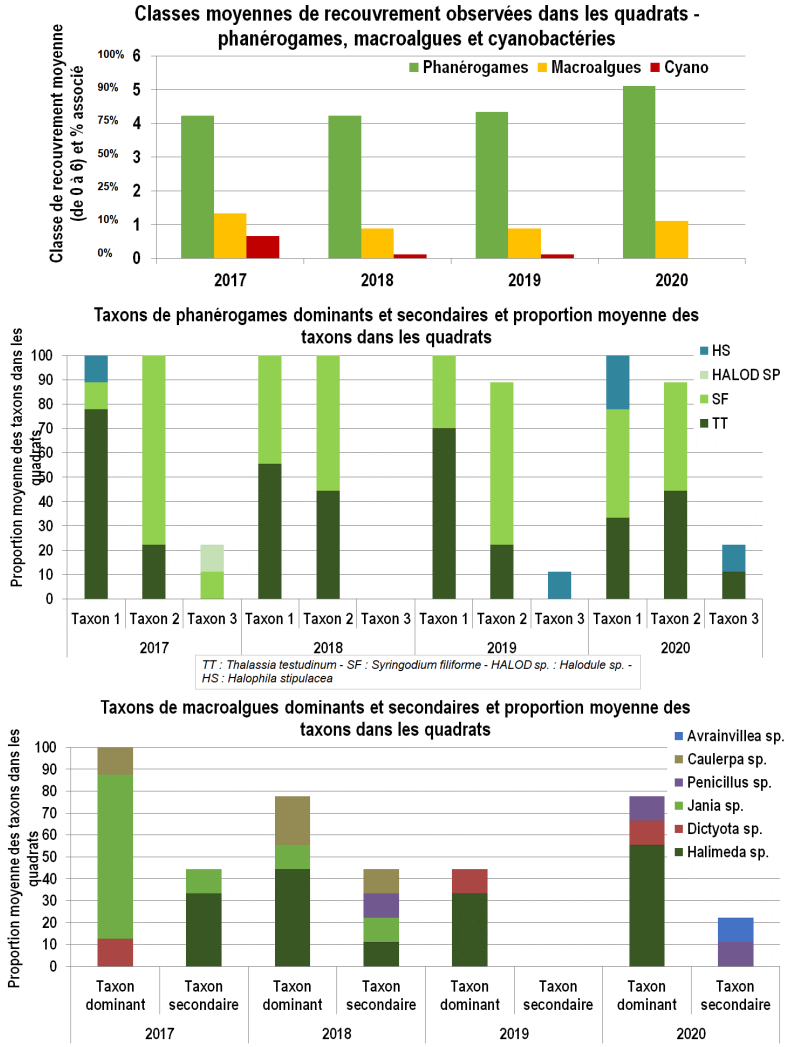


Figure 3.102 : Résultats des relevés sur la station de l'Ilet Fortune de 2017 à 2020 au sein des quadrats

RELEVES AU SEIN DES QUADRATS:

	2017	2018	2019	2020
Catégorie d'épibiose :				
Epibiose dominante	Algues calcaires	Film biosédimentaire	Film biosédimentaire	Algues calcaires
Epibiose secondaire	Film biosédimentaire, algues filamenteuses	Algues calcaires, hydraires	Algues calcaires, hydraires	Film biosédimentaire
Densité moyenne de fleurs (/quadrat : 0,25 m2)	0	0	0	0
Maladies / sénéscence	Absence	Absence	Absence	Présence (4/9)

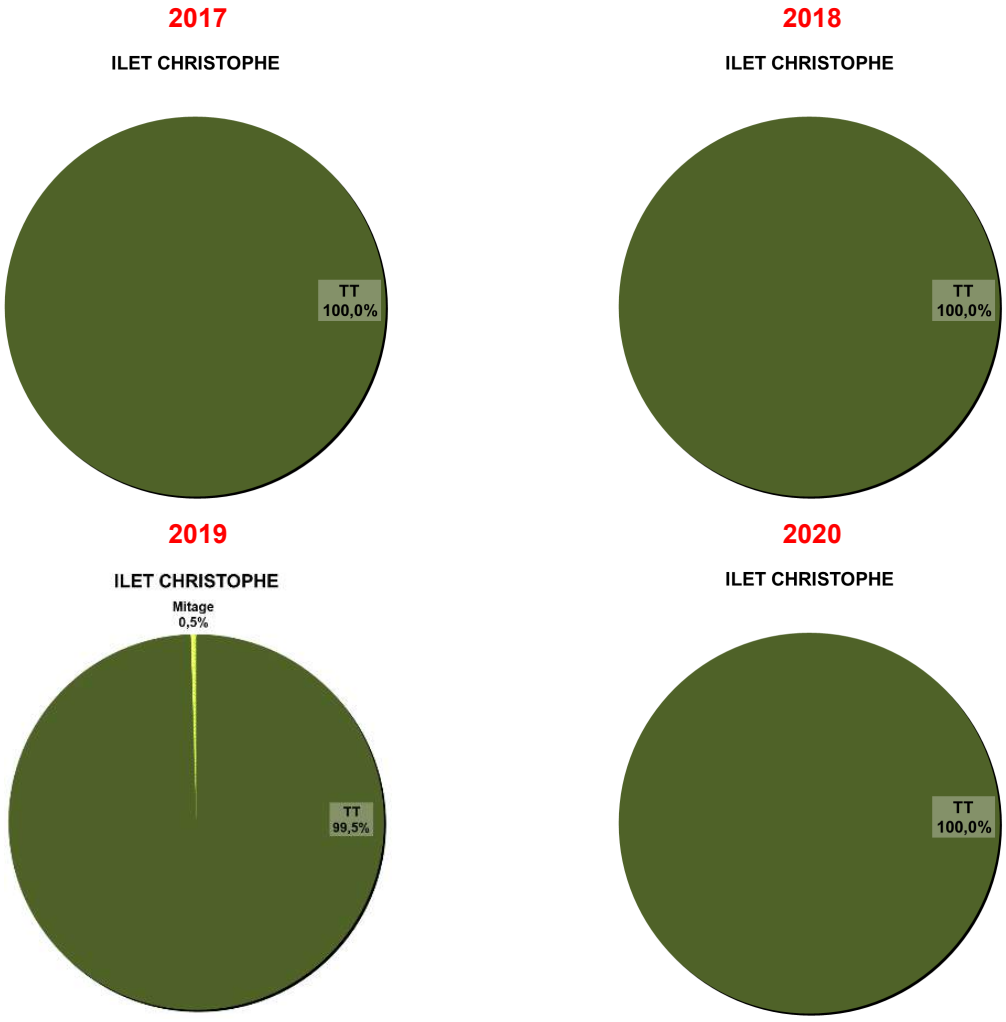
RELEVES BELT :

	2017	2018	2019	2020
Densité en oursins (individus /m2) :	0,59	0,24	0,45	0,23
Diadema antillarum	0,01	0,00	0,00	0,00
Tripneutes ventricosus	0,56	0,24	0,25	0,17
Lytechinus variegatus	0,02	0,00	0,19	0,05
Valeur de classe (moyenne sur 3 radiales) :				
Cyanophycées	0,00	0,00	0,33	0,00
Bioturbation	0,00	0,67	0,67	1,00
Algues dérivantes/débris de phanérogames	2,00	0,00	1,00	1,50
Coraux	0,67	1,33	1,00	1,33
Taxons :	*Siderastrea sp., Manicina areolata*	*Siderastrea sp., Manicina areolata*	*Siderastrea sp., Manicina areolata*	*Siderastrea sp., Manicina areolata*
Etat de santé	2,33	2,00	2,00	2,00

Figure 3.103 : Paramètres de l'herbier sur le long du Belt et au sein des quadrats en 2020

Station Ilet Christophe (Réseau surveillance - FRIC07A ; type fond de baie)

La station est caractérisée par un substrat vaseux lié à sa proximité de la côte et son confinement dans le Grand Cul-de-Sac Marin. Elle présente des eaux turbides, une faible profondeur (2 m), une très faible agitation et une forte sédimentation.



TT	*Thalassia testudinum*	**SF / HS**	*S. filiforme / H. stipulacea*	**Fragmentation**	*Trou de sable > 2 m*
SF	*Syringodium filiforme*	**TT / SF / HS**	*T. testudinum / S. filiforme / H. stipulacea*	**Mitage**	*0,5 m < Trou de sable < 2m*
HS	*Halophila stipulacea*	**TT / SF / HALOD SP**	*T. testudinum / S. filiforme / Halodule sp.*	**RC-RB**	*Substrat rocheux ou débris*
TT / SF	*T. testudinum / S. filiforme*	**SF / HALOD SP**	*S. filiforme / Halodule sp.*		
TT / HS	*T. testudinum / H. stipulacea*	**TT / HALOD SP**	*T. testudinum / Halodule sp.*		

Figure 3.104 : Proportions relatives des différentes catégories d'assemblage de phanérogames / substrat non colonisé relevées le long du LIT sur la station de l'Ilet Christophe en 2020

Les relevés le long du LIT sur les 3 radiales (Figure 3.104) font apparaitre un herbier monospécifique à *Thalassia testudinum*. La couverture en phanérogames est continue, aucun signe de mitage ou de fragmentation n'est observé en 2020.

L'herbier de l'Ilet Christophe n'a pas évolué depuis 2017, mis à part la présence d'un faible signe de mitage en 2019, non observé en 2020.

La Figure 3.106 et la Figure 3.107 synthétisent les principaux résultats du suivi au sein des quadrats et le long du Belt.

La couverture moyenne en phanérogames au sein des 9 quadrats échantillonnés est très élevée (environ 95%). Elle est plus forte que les 2 années précédentes, où ce recouvrement était inférieur à 90%. L'herbier est monospécifique, composé de *Thalassia testudinum* uniquement. La canopée est relativement haute.

Les macroalgues sont absentes des quadrats en 2020. Elles étaient très peu observées les années précédentes (<5%).

Les cyanophycées ne sont pas observées en 2020. Cette absence est aussi notée les années précédentes, excepté en 2019 où quelques patchs sont relevés au sein des quadrats.

L'épibiose de l'herbier de l'ilet Christophe est principalement composée d'un film biosédimentaire. Des hydraires sont aussi observés, plus occasionnellement. Ces types d'épibiose sont observés depuis 2017. Les algues filamenteuses, calcaires ou macroalgues épiphytes relevées en 2018 et 2019 ne sont plus observées en 2020.

Aucune fleur n'est relevée au sein des quadrat en 2020.

Des signes de dégénérescence de l'herbier (maladie et sénescence) sont observés au sein de 2 quadrats. De tels signes ont été relevés en 2017 mais étaient absents en 2018 et 2019.

La densité moyenne d'oursins est de 4,51 individus/m². Cette densité est la plus forte observée depuis 2017. La population d'oursins est essentiellement composée d'oursins variables (*Lytechinus variegatus*). Un oursin diadème est aussi observé.

Aucune colonie corallienne n'est observée au sein de l'herbier.

Les relevés Belt le long des radiales révèlent la présence de rares petits patchs de cyanophycées. Les tumuli sont nombreux, signes d'une abondante bioturbation. Aucun débris de phanérogame et aucune algue dérivante n'est observé.

L'herbier de l'Ilet Christophe est évalué visuellement en 2020 en bon état de santé global. Les précédentes évaluations révélaient un bon ou moyen état de santé global.

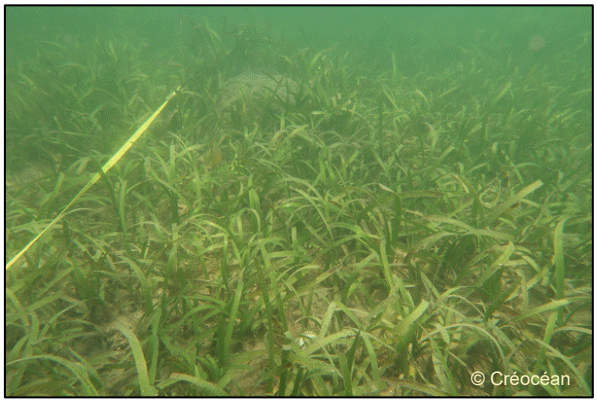


Figure 3.105 : Vue générale de l'herbier de l'Ilet Christophe en 2020

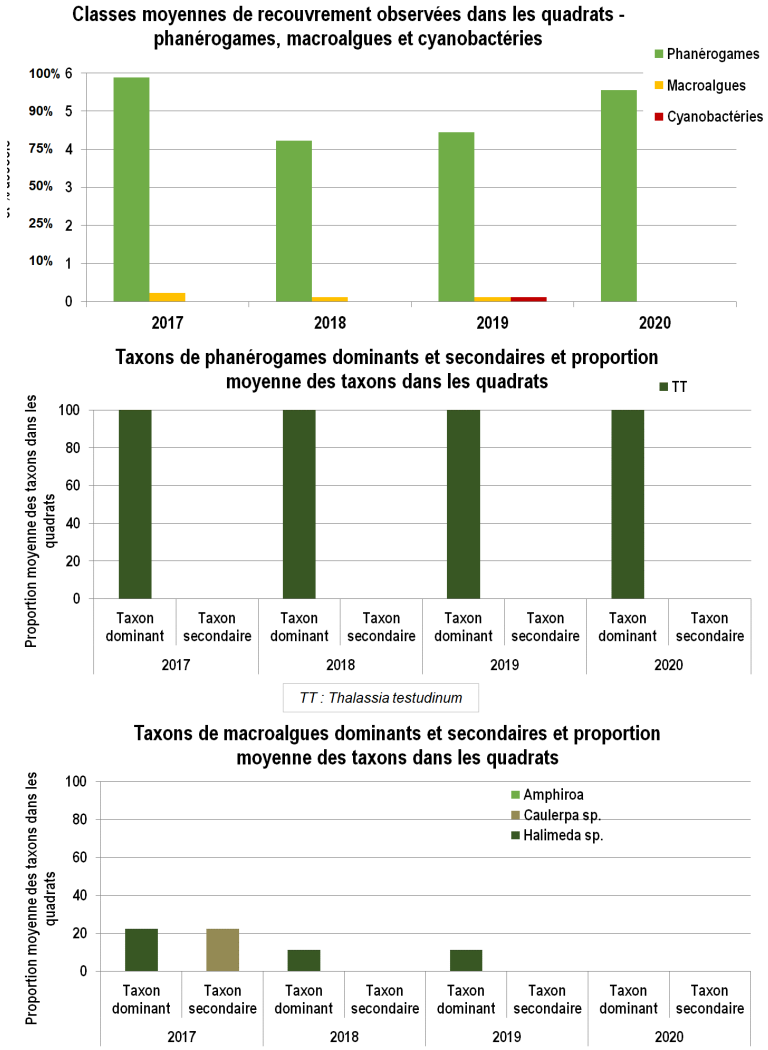


Figure 3.106 : Résultats des relevés sur la station de l'Ilet Christophe de 2017 à 2020 au sein des quadrats

RELEVES AU SEIN DES QUADRATS:

	2017	2018	2019	2020
Catégorie d'épibiose :				
Epibiose dominante	Film biosédimentaire	Film biosédimentaire	Film biosédimentaire	Film biosédimentaire
Epibiose secondaire	Hydraires	Algues filamenteuses, hydraires, algues calcaires, macroalgues épiphytes	Algues filamenteuses, hydraires, algues calcaires, macroalgues épiphytes	Hydraires
Densité moyenne de fleurs (/quadrat : 0,25 m2)	0	0	0	0
Maladies / sénéscence	Présence (2/9)	Absence	Absence	Présence (2/9)

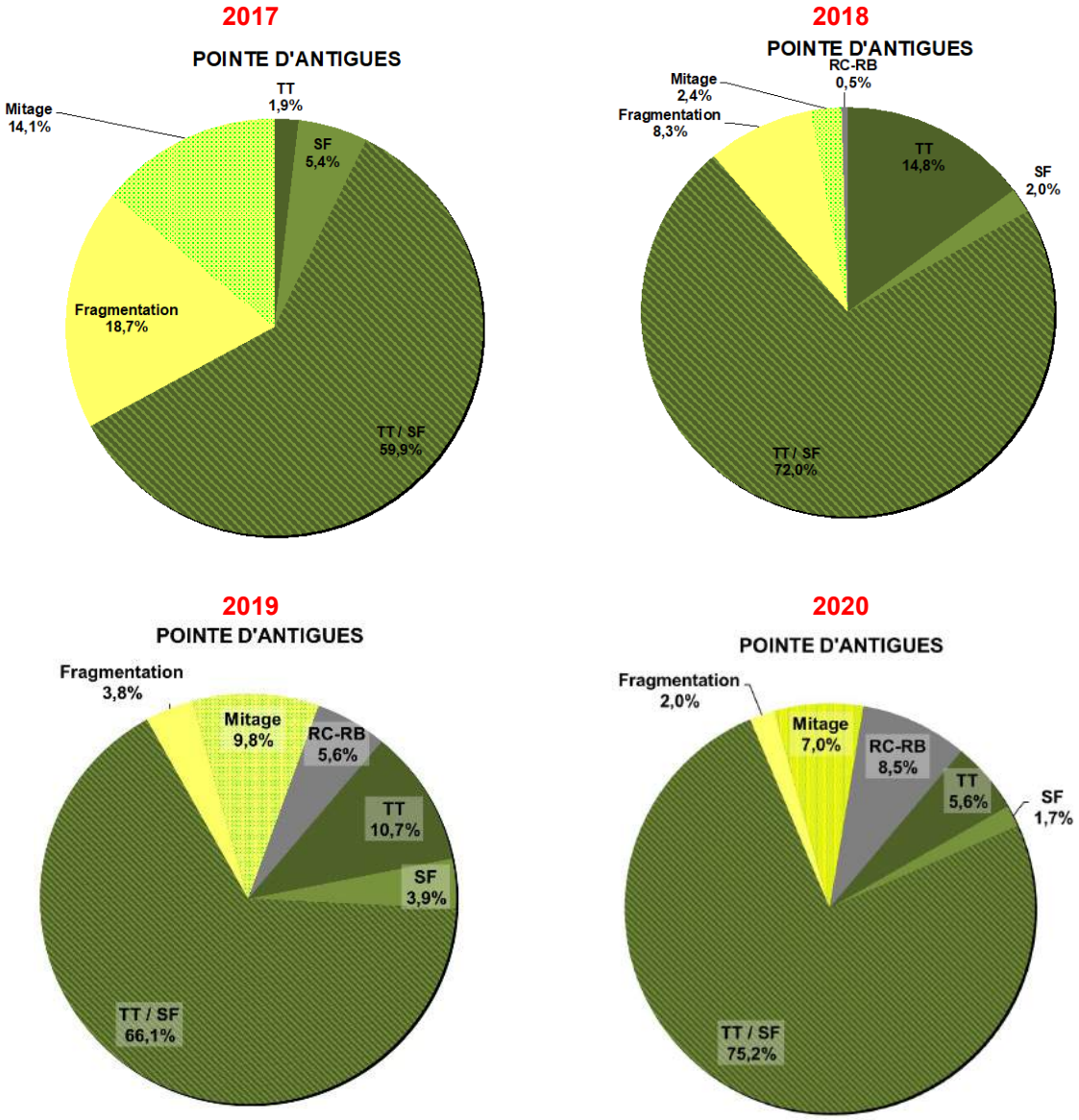
RELEVES BELT :

	2017	2018	2019	2020
Densité en oursins (individus /m2) :	2,02	1,41	3,97	4,51
Diadema antillarum	0,01	0,01	0,01	0,01
Tripneutes ventricosus	0,00	0,00	0,00	0,00
Lytechinus variegatus	2,01	1,41	3,96	4,50
Valeur de classe (moyenne sur 3 radiales) :				
Cyanophycées	0,00	0,67	0,00	0,67
Bioturbation	2,00	2,00	2,00	2,00
Algues dérivantes/débris de phanérogames	0,00	0,00	1,00	0,00
Coraux	0,00	0,00	0,00	0,00
Taxons :	*Absence*	*Absence*	*Absence*	*Absence*
Etat de santé	2,3	3,0	2,0	1,2

Figure 3.107 : Paramètres de l'herbier relevés sur le long du Belt et au sein des quadrats en 2020

Station Pointe d'Antigues (Réseau surveillance - FRIC07B ; type récif barrière)

Cette station de faible profondeur (2-3 m) située à Port-Louis est caractérisée par un substrat composé d'étendues sableuses alternant avec des zones rocheuses planes, des eaux claires, une agitation et une sédimentation modérées.



TT	*Thalassia testudinum*	**SF / HS**	*S. filiforme / H. stipulacea*	**Fragmentation**	*Trou de sable > 2 m*
SF	*Syringodium filiforme*	**TT / SF / HS**	*T. testudinum / S. filiforme / H. stipulacea*	**Mitage**	*0,5 m < Trou de sable < 2m*
HS	*Halophila stipulacea*	**TT / SF / HALOD SP**	*T. testudinum / S. filiforme / Halodule sp.*	**RC-RB**	*Substrat rocheux ou débris*
TT / SF	*T. testudinum / S. filiforme*	**SF / HALOD SP**	*S. filiforme / Halodule sp.*		
TT / HS	*T. testudinum / H. stipulacea*	**TT / HALOD SP**	*T. testudinum / Halodule sp.*		

Figure 3.108 : Proportions relatives des différentes catégories d'assemblage de phanérogames / substrat non colonisé relevées le long du LIT sur la station de Pointe d'Antigues en 2020

Les relevés le long du LIT sur les 3 radiales (Figure 3.108) font état d'un herbier mixte, à *Thalassia testudinum* et *Syringodium filiforme* sur 75,2% des radiales. De petites portions présentent une seule des deux espèces (5,6% pour *T. testudinum* et 1,7% pour *S. filiforme*). L'herbier n'est pas continu, il possède de petites zones de mitage (7% des radiales) et de fragmentation (2% des radiales). Les zones de transition sont parfois érosives, avec la présence de microfalaises. Des zones de roches ou de débris coralliens, non colonisables par les phanérogames, sont aussi observées sur 8,5% des radiales.

Si le mitage et la fragmentation de l'herbier semblent diminuer depuis 2017 (de 22% à 9%), la part de substrat non colonisable apparait croissante depuis sa première observation en 2018. Cette évolution conjointe peut être due à un balayage du substrat meuble par la houle, faisant apparaitre la zone rocheuse sous-jacente. Ainsi, en l'absence de substrat meuble, les phanérogames ne pourront recoloniser ces zones. La proportion de zones d'herbier apparait stable, autour de 80%, depuis 2018.

Figure 3.109 : Vue d'ensemble et oursin blanc et microfalaise sur l'herbier de Pointe d'Antigues en 2020

La Figure 3.110 et la Figure 3.111 synthétisent les principaux résultats du suivi au sein des quadrats et le long du Belt.

La couverture moyenne en phanérogames au sein des 9 quadrats échantillonnés est forte, de 80% à 90% (classe 4 à 5). La densité de l'herbier est hétérogène, avec des zones de fort recouvrement et des zones plus clairsemées. *T. testudinum* et *S. syringodium* sont observées au sein de tous les quadrats, la première espèce est toutefois dominante.

Les macroalgues sont peu présentes au sein de l'herbier. Elles recouvrent moins de 10% des 9 quadrats (classe 0 à 1), comme les années précédentes. L'espèce *Halimeda sp.* est le taxon principal. *Penicillus sp.*, aussi caractéristique des herbiers, est observée comme taxon secondaire en 2020.

Les cyanophycées sont peu observées au sein des quadrats en 2020. Leur couverture est < 10%, à l'instar des années précédentes. Elles étaient toutefois légèrement plus abondantes en 2017 et 2018.

L'épibiose est relativement abondante sur les feuilles. Elle se compose principalement d'un film biosédimentaire et d'algues calcaires. Ce type d'épibiose était aussi observé les années précédentes.

Aucune fleur n'a été observée au sein des quadrats en 2020. **La présence de signes de maladie et de sénescence** a été relevée sur 7 des 9 quadrats. Ces signes étaient présents notamment sur les feuilles de *T. testudinum*, souvent nécrosées à leur extrémité.

La densité moyenne d'oursins est faible (0,15 individu/m²). Il s'agit surtout d'oursins blancs (*Tripneustes ventricosus*). Des oursins variables (*Lutechinus variegatus*) sont aussi observés.

Les coraux sont abondants le long de radiales, où les zones rocheuses et de débris coralliens sont favorables à leur développement. Les genres *Manicina*, *Porites*, *Siderastrea* sont observés.

Les relevés le long du Belt ont permis d'observer quelques patchs de cyanophycées, des signes occasionnels de bioturbation et ponctuellement des débris de phanérogames et des algues dérivantes.

L'herbier de Pointe d'Antigues est évalué visuellement en bon état de santé global (indice 2,5/5). Cet état est stable depuis 2017.

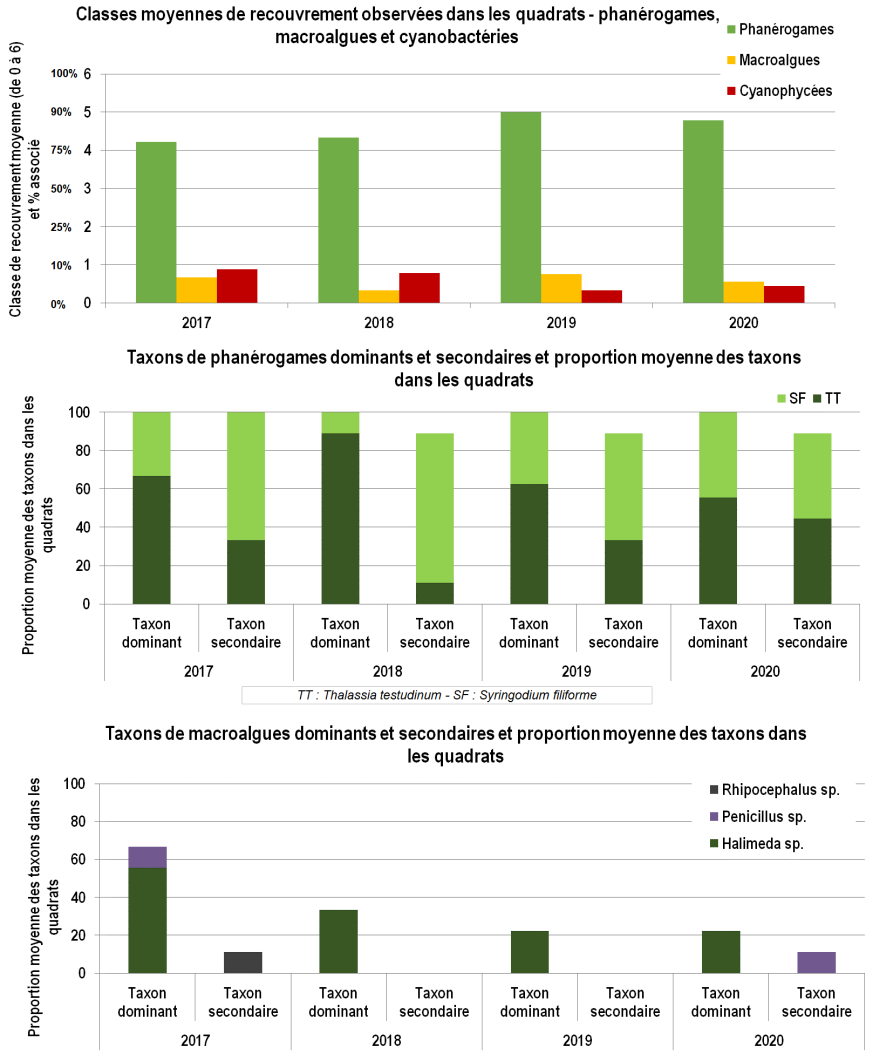


Figure 3.110 : Résultats des relevés sur la station de la Pointe d'Antigues de 2017 à 2020 au sein des quadrats

RELEVES AU SEIN DES QUADRATS:

	2017	2018	2019	2020
Catégorie d'épibiose :				
Epibiose dominante	Film biosédimentaire	Film biosédimentaire, algues calcaires	Film biosédimentaire, algues calcaires	Film biosédimentaire
Epibiose secondaire	Algues filamenteuses, algues calcaires	0	0	Algues calcaires
Densité moyenne de fleurs (/quadrat : 0,25 m2)	0	0	0	0
Maladies / sénéscence	Présence (4/9) - Feuilles mortes	Absence	Absence	Présence (7/9)

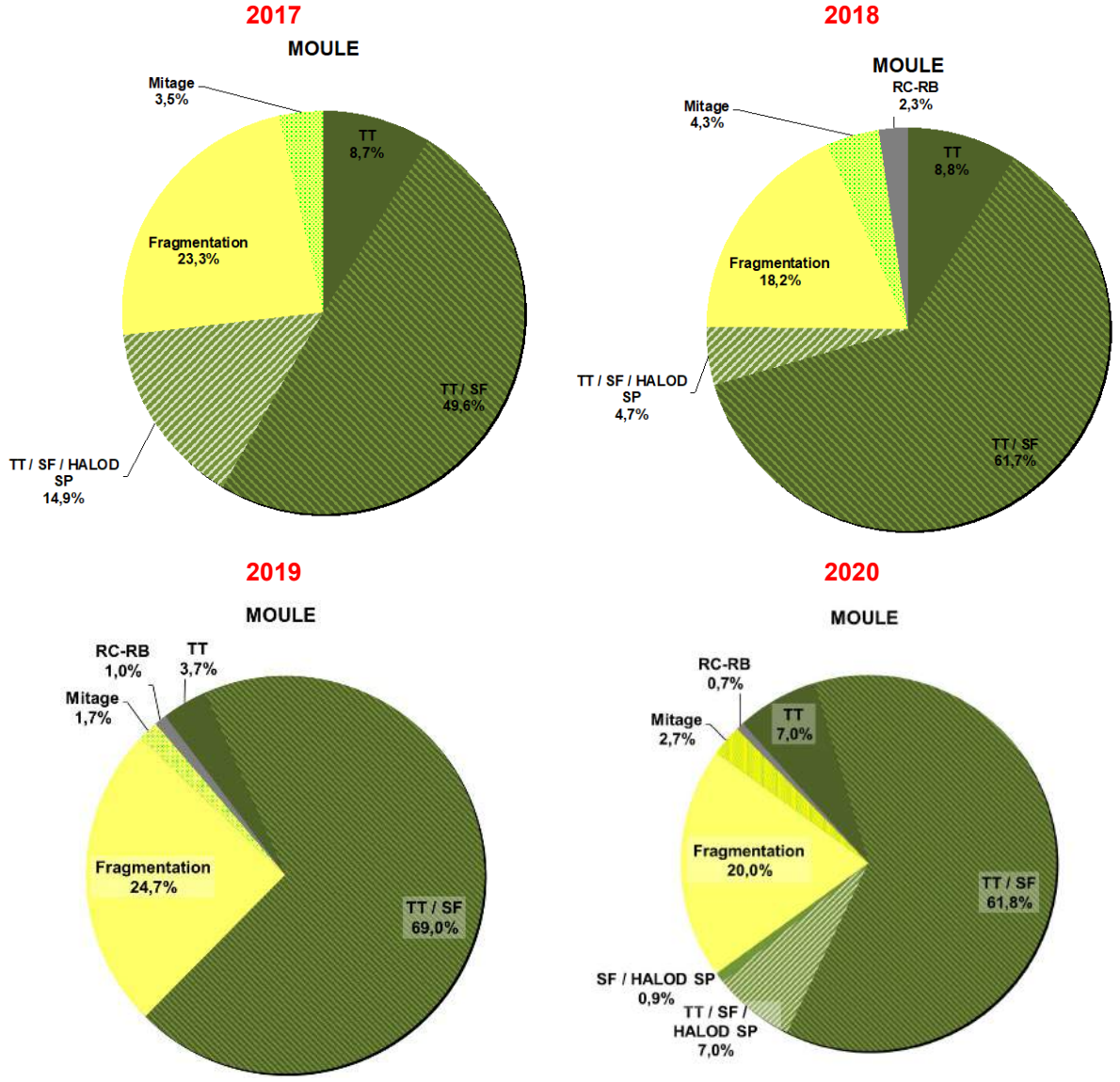
RELEVES BELT :

	2017	2018	2019	2020
Densité en oursins (individus /m2) :	0,57	0,29	0,39	0,15
Diadema antillarum	0,02	0,01	0,00	0,00
Tripneutes ventricosus	0,51	0,26	0,37	0,13
Lytechinus variegatus	0,04	0,02	0,03	0,02
Valeur de classe (moyenne sur 3 radiales) :				
Cyanophycées	1,33	0,00	1,33	0,67
Bioturbation	0,33	1,33	0,33	1,00
Algues dérivantes/débris de phanérogames	0,00	0,00	1,33	1,00
Coraux	1,33	2,00	1,67	2,00
Taxons :	*M. areolata, Siderastrea sp., P. porites, Stephanocoeania sp., P. astreoides*	*Manicina areolata, Siderastrea sp., Porites sp.*	*Manicina areolata, Siderastrea sp., Porites sp.*	*Manicina areolata, Siderastrea sp., Porites sp.*
Etat de santé	2,3	2,0	2,3	2,5

Figure 3.111 : Paramètres de l'herbier relevés sur le long du Belt et au sein des quadrats en 2020

Station Le Moule (Réseau surveillance - FRIC05 ; type côte rocheuse très exposée)

L'herbier de Moule est implanté en zone d'arrière-récif frangeant, au niveau de la plage de l'Autre Bord (Commune du Moule). La zone est peu profonde, entre 1,5 et 1,9 m de profondeur. Elle est caractérisée par un substrat à dominance sableuse, des eaux claires, une agitation modérée et une légère sédimentation.



TT	*Thalassia testudinum*	**SF / HS**	*S. filiforme / H. stipulacea*	**Fragmentation**	*Trou de sable > 2 m*
SF	*Syringodium filiforme*	**TT / SF / HS**	*T. testudinum / S. filiforme / H. stipulacea*	**Mitage**	*0,5 m < Trou de sable < 2m*
HS	*Halophila stipulacea*	**TT / SF / HALOD SP**	*T. testudinum / S. filiforme / Halodule sp.*	**RC-RB**	*Substrat rocheux ou débris*
TT / SF	*T. testudinum / S. filiforme*	**SF / HALOD SP**	*S. filiforme / Halodule sp.*		
TT / HS	*T. testudinum / H. stipulacea*	**TT / HALOD SP**	*T. testudinum / Halodule sp.*		

Figure 3.112 : Proportions relatives des différentes catégories d'assemblage de phanérogames / substrat non colonisé relevées le long du LIT sur la station de Moule en 2020

Les relevés le long du LIT sur les 3 radiales (Figure 3.112) mettent en évidence un herbier mixte, où l'assemblage des espèces *Thalassia testudinum* et *Syringodium filiforme* est majoritaire (61,8%).

L'espèce *Halodule sp.* est relevée sur les radiales, associée à *S. filiforme* (0,9%) ou aux deux espèces (7%). L'herbier présente de larges zones de fragmentation (20%) et quelques signes de mitage (2,7%). Une très faible portion des radiales est composée de substrat dur dépourvu de phanérogames.

L'herbier de la station Moule présente en 2020 des caractéristiques similaires aux années précédentes. La couverture d'herbier mixte à *T. testudinum* et *S. filiforme* est relativement stable depuis 2018. Le cortège d'espèces présente de nouveau *Halodula sp.*, espèce non observée en 2019. La fragmentation et le mitage de l'herbier représentent toujours entre 20% et 26% des radiales. Les zones de roches et de débris coralliens sont toujours observées bien que rares sur les radiales.

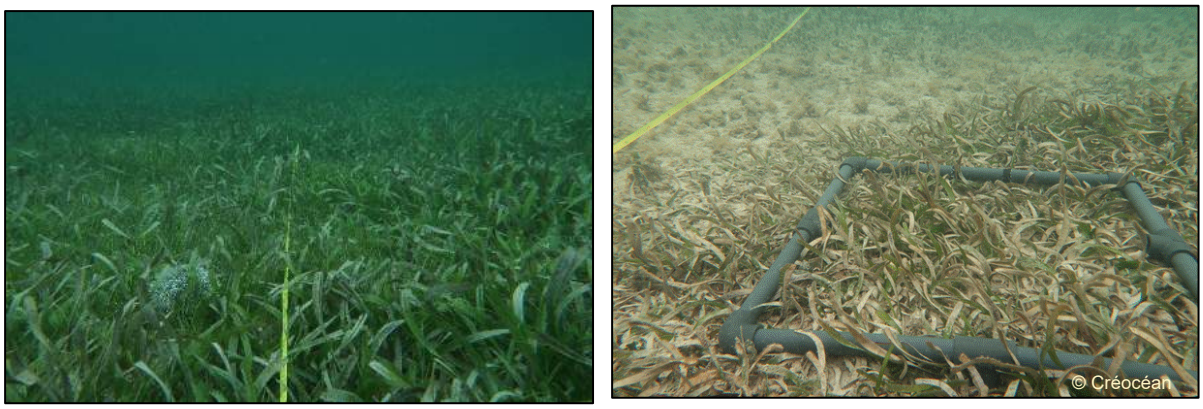


Figure 3.113 : Vue générale et quadrats sur la radiale 1 de l'herbier de Moule

Les Figure 3.114 et Figure 3.115 synthétisent les principaux résultats du suivi au sein des quadrats et le long du Belt.

La couverture moyenne en phanérogames au sein des 9 quadrats est d'environ 80% (classe 4 à 5). Ce recouvrement est équivalent à celui de 2018 et bien supérieur aux recouvrements observés en 2017 et 2019 (<75%). Les espèces présentes sont *T. testudinum*, dominante sur 78% des quadrats, et *S. filiforme*, observée en espèce secondaire majoritairement. Ces deux espèces sont aussi relevées lors des précédents suivis, en proportions différentes (*S. filiforme* plus développée).

Les macroalgues recouvrent en moyenne 10% des quadrats (classe 1). Cette couverture est similaire lors des précédents suivis. Elle se compose de 4 espèces de macroalgues, la plupart caractéristiques des herbiers. L'espèce majoritairement observée est *Penicillius sp.*.

Les cyanophycées recouvrent en moyenne entre 10 et 25% des quadrats observés. Cette couverture est plus faible qu'en 2019 où de très larges tapis de cyanophycées ont été observés, mais reste plus forte qu'en 2017 et 2018. La persistance de ces cyanophycées révèle un déséquilibre nutritif de la masse d'eau (eutrophisation de l'eau).

L'épibiose sur les feuilles est composée principalement d'un film biosédimentaire, et d'algues calcaires en moindre mesure. Les algues filamenteuses relevées les années précédentes ne sont plus observées.

Aucune fleur n'a été observée sur les 9 quadrats échantillonnés. **Des signes de maladies ou de sénescence** ont été observés sur 7 des 9 quadrats en 2020. Ces signes se manifestent par la présence de feuilles nécrosées. Cette dégénérescence touche essentiellement *Thalassia testudinum*.

La densité moyenne d'oursins sur les radiales est de 0,16 individu/m². Il s'agit uniquement d'oursins blancs. Cette densité est relativement faible par rapport aux années précédentes (>0,60 individu/m²).

Des patchs de cyanophycées sont observés au sein des quadrats. Cette présence relativement abondante témoigne d'une persistance de l'eutrophisation de l'eau.

Quelques tumuli de bioturbation sont observés le long des radiales. **Les colonies coralliennes sont présentes occasionnellement** au sein de l'herbier. Le genre *Siderastrea* est principalement observé.

L'herbier de la station Moule est évalué visuellement en état de santé global moyen (indice 2,8/5).

La présence de signes d'eutrophisation et une légère sédimentation déclassent cet état de santé.

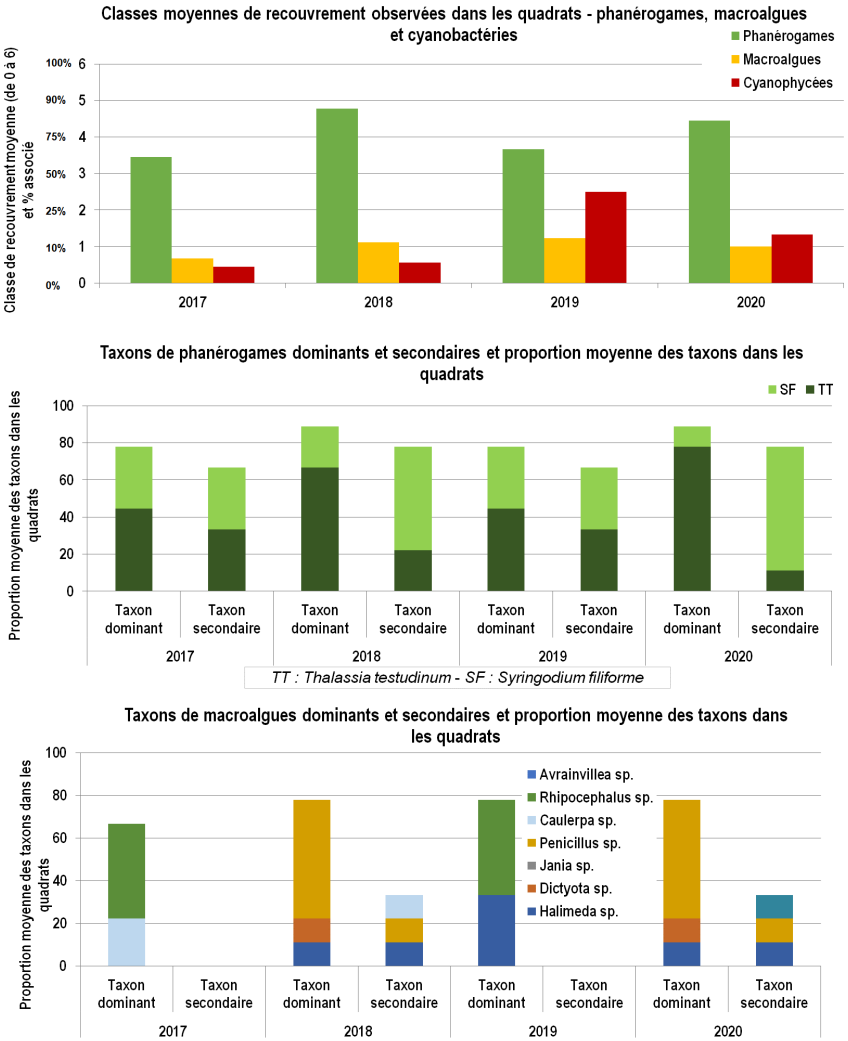


Figure 3.114 : Résultats des relevés sur la station du Moule de 2017 à 2020 au sein des quadrats

RELEVES AU SEIN DES QUADRATS:

	2017	2018	2019	2020
Catégorie d'épibiose :				
Epibiose dominante	Film biosédimentaire	Film biosédimentaire	Film biosédimentaire	Film biosédimentaire
Epibiose secondaire		Algues filamenteuses	Algues filamenteuses	Algues calcaires
Densité moyenne de fleurs (/quadrat : 0,25 m2)	0	0	0	0
Maladies / sénéscence	Présence (2/9)	Présence (4/9)	Présence (2/9)	Présence (7/9)

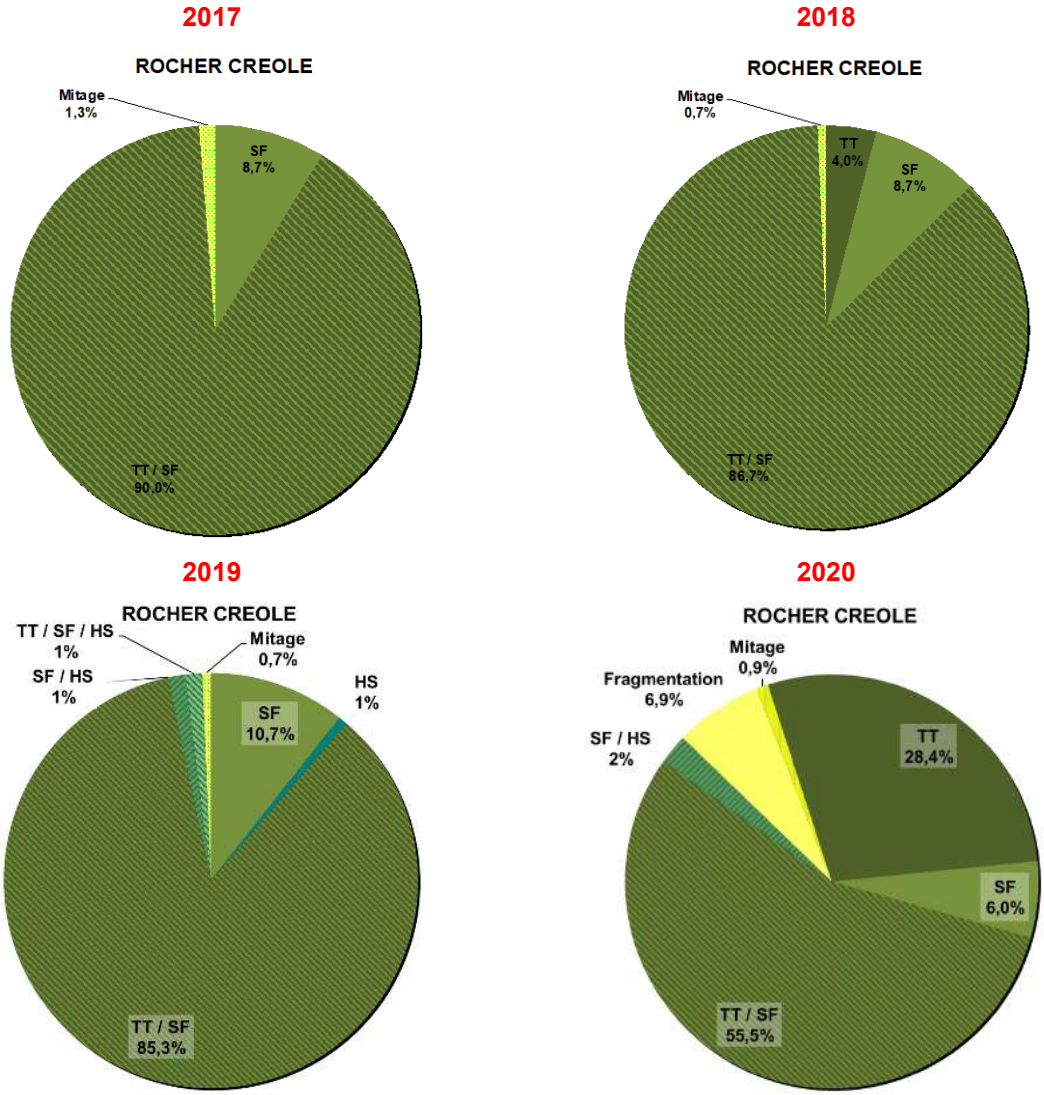
RELEVES BELT :

	2017	2018	2019	2020
Densité en oursins (individus /m2) :	0,67	0,65	0,73	0,16
Diadema antillarum	0,00	0,13	0,00	0,00
Tripneutes ventricosus	0,54	0,51	0,61	0,16
Lytechinus variegatus	0,13	0,01	0,11	0,00
Valeur de classe (moyenne sur 3 radiales) :				
Cyanophycées	0,33	1,00	1,67	1,67
Bioturbation	0,33	0,33	1,00	0,33
Algues dérivantes/débris de phanérogames	0,00	1,00	0,67	1,00
Coraux	1,00	1,33	1,00	1,33
Taxons :	*Siderastrea sp., Porites divaricata*	*Siderastrea sp.*	*Siderastrea sp.*	*Siderastrea sp.*
Etat de santé	2,7	2,7	3,3	2,8

Figure 3.115 : Paramètres de l'herbier relevés sur le long du Belt et au sein des quadrats en 2020

Station Rocher Créole (Réseau surveillance - FRIC10 ; type côte rocheuse peu exposée)

Implantée hors zone récifale entre 4 et 6 m de profondeur, cette station est située à Saint-Martin près du Rocher Créole en face de l'agglomération de Grand-Case. Elle est caractérisée par un substrat à dominante sableuse, des eaux claires, une agitation modérée et une sédimentation modérée.



TT	*Thalassia testudinum*	**SF / HS**	*S. filiforme / H. stipulacea*	**Fragmentation**	*Trou de sable > 2 m*
SF	*Syringodium filiforme*	**TT / SF / HS**	*T. testudinum / S. filiforme / H. stipulacea*	**Mitage**	*0,5 m < Trou de sable < 2m*
HS	*Halophila stipulacea*	**TT / SF / HALOD SP**	*T. testudinum / S. filiforme / Halodule sp.*	**RC-RB**	*Substrat rocheux ou débris*
TT / SF	*T. testudinum / S. filiforme*	**SF / HALOD SP**	*S. filiforme / Halodule sp.*		
TT / HS	*T. testudinum / H. stipulacea*	**TT / HALOD SP**	*T. testudinum / Halodule sp.*		

Figure 3.116 : Proportions relatives des différentes catégories d'assemblage de phanérogames / substrat non colonisé relevées le long du LIT sur la station de Rocher Créole en 2020

Les relevés le long du LIT sur les 3 radiales (Figure 3.122) font apparaitre un herbier mixte, majoritairement composé des espèces *Thalassia testudinum* et *Syringodium filiforme.* Ces dernières sont associées sur 55,5% des radiales mais s'observent aussi seules (28,4% pour *T. testudinum* et 6% pour *S. filiforme*). L'espèce exotique envahissante *Halophila stipulacea* est aussi relevée sur 2% des

radiales, en faciès mixte avec *S. filiforme*. Elle est observée seulement depuis 2019 sur les radiales.

L'herbier présente des signes de mitage (0,9% des radiales) et de fragmentation (6,9%). De larges cuvettes de sables sont présentes depuis quelques années au sein de l'herbier, elles apparaissent clairement en 2020 sur les données.

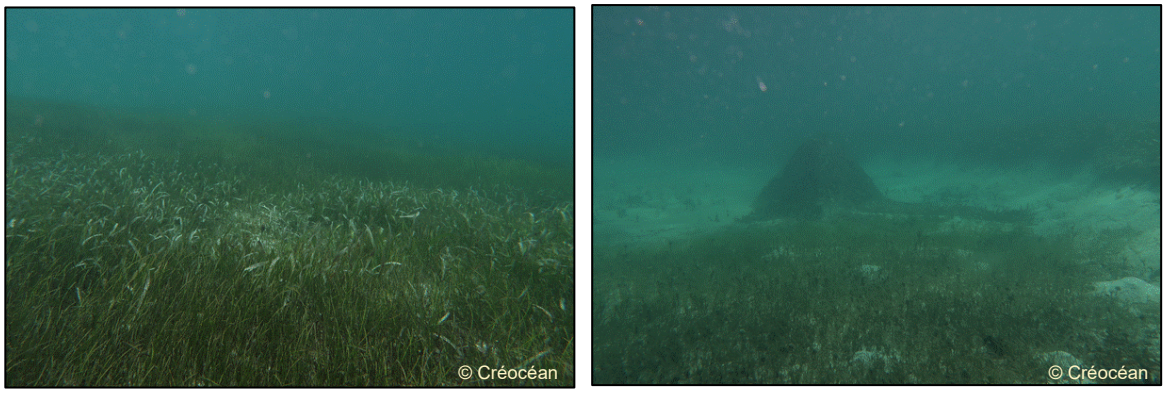


Figure 3.117 : Vues générales de la station Rocher Créole en 2020

Les Figure 3.123 et Figure 3.124 synthétisent les principaux résultats du suivi au sein des quadrats et le long du Belt.

Le recouvrement moyen en phanérogames au sein des quadrats est compris entre 75% et 90% (classe 4 à 5). Cette couverture est similaire à celle observée les années précédentes. Les espèces *T. testudinum* et *S. filiforme* sont observées en proportions équivalentes, avec une petite dominance de *S. filiforme*. La composition de l'herbier n'a pas évolué. *H. stipulacea* n'a toutefois été observée qu'en 2019.

La couverture moyenne en macroalgues est relativement élevée en 2020, avec plus de 25% des quadrats occupés. Les espèces observées sont essentiellement *Halimeda sp.* et *Penicillus sp.*. Ces deux taxons, caractéristiques des herbiers, sont aussi relevés lors des précédents suivis. Une espèce du genre *Caulerpa* est aussi relevée au sein des quadrats en 2020.

Les cyanophycées recouvrent entre 20% et 25% des quadrats. Cette couverture semble augmenter au cours des suivis, elle était < 5% en 2017. Les cyanophycées colonisent principalement les zones de sable mais sont aussi observées au sein de l'herbier.

L'épibiose observée en 2020 est formée par des algues calcaires principalement. Un fin film biosédimentaire est aussi présent, mais il n'est pas dominant contrairement aux précédents suivis. Les algues filamenteuses ou les hydraires ne sont plus observés.

Aucune fleur n'est observée au sein des quadrats en 2020.

La présence de signes de maladie ou de sénescence des feuilles est relevée sur 2 quadrats/9. Ces signes de dégénérescence de l'herbier étaient présents sur un seul quadrat depuis 2017.

Aucun oursin n'a été relevé sur les radiales en 2020. Un seul individu avait été observé en 2017.

Les relevés Belt révèlent une **présence occasionnelle de cyanophycées** au sein des quadrats.

Les signes de bioturbation (tumuli) sont en revanche nombreux.

Quelques algues dérivantes et débris de phanérogames sont aussi observés sur les radiales.

Les colonies coralliennes sont peu nombreuses au sein de l'herbier.

L'herbier de la station Rocher Créole est évalué visuellement en bon état de santé global (indice 2/5). Son état semble s'être amélioré par rapport aux années précédentes.

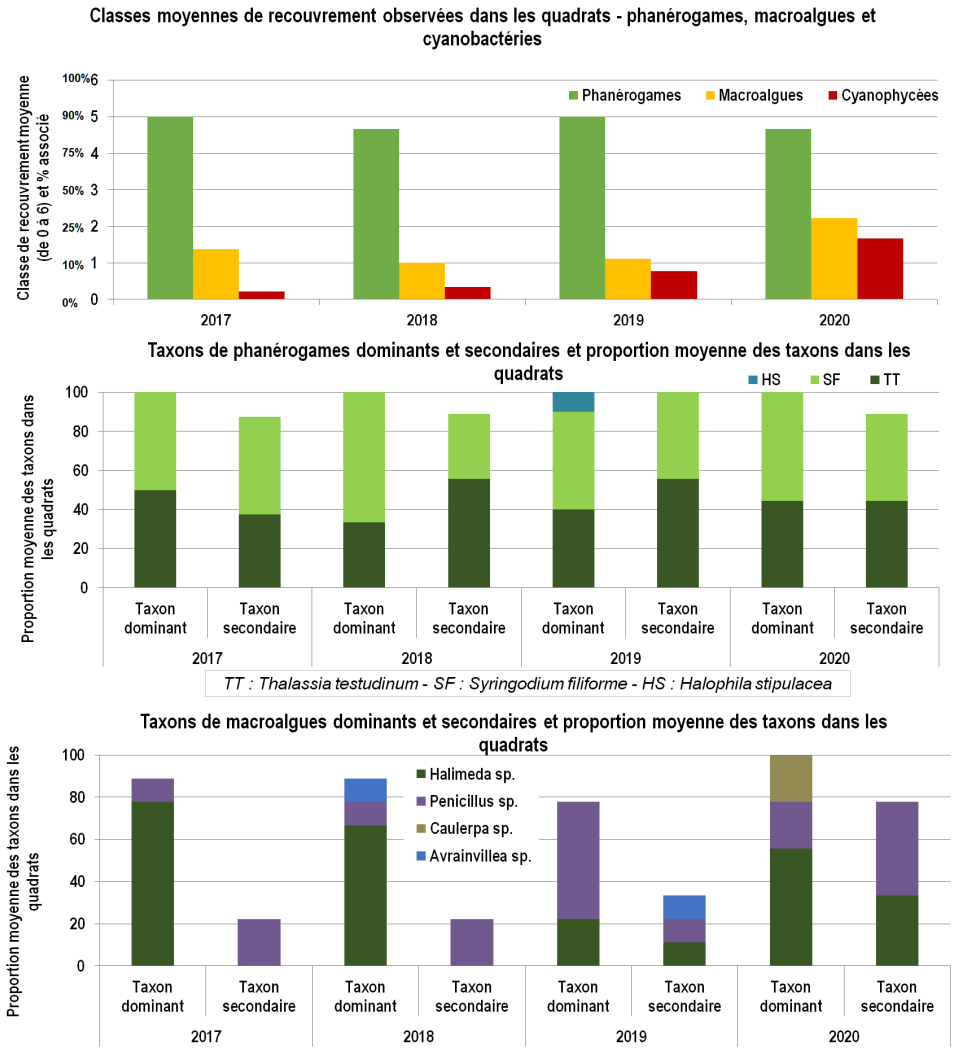


Figure 3.118 : Résultats des relevés sur la station de Rocher Créole de 2017 à 2020 au sein des quadrats

RELEVES AU SEIN DES QUADRATS:

	2017	2018	2019	2020
Catégorie d'épibiose :				
Epibiose dominante	Film biosédimentaire	Film biosédimentaire	Film biosédimentaire	Algues calcaires
Epibiose secondaire	Algues filamenteuses	Hydraires	Hydraires	Film biosédimentaire
Densité moyenne de fleurs (/quadrat : 0,25 m2)	0	0	0	0
Maladies / sénéscence	Présence (1/9)	Présence (1/9)	Présence (1/9)	Présence (2/9)

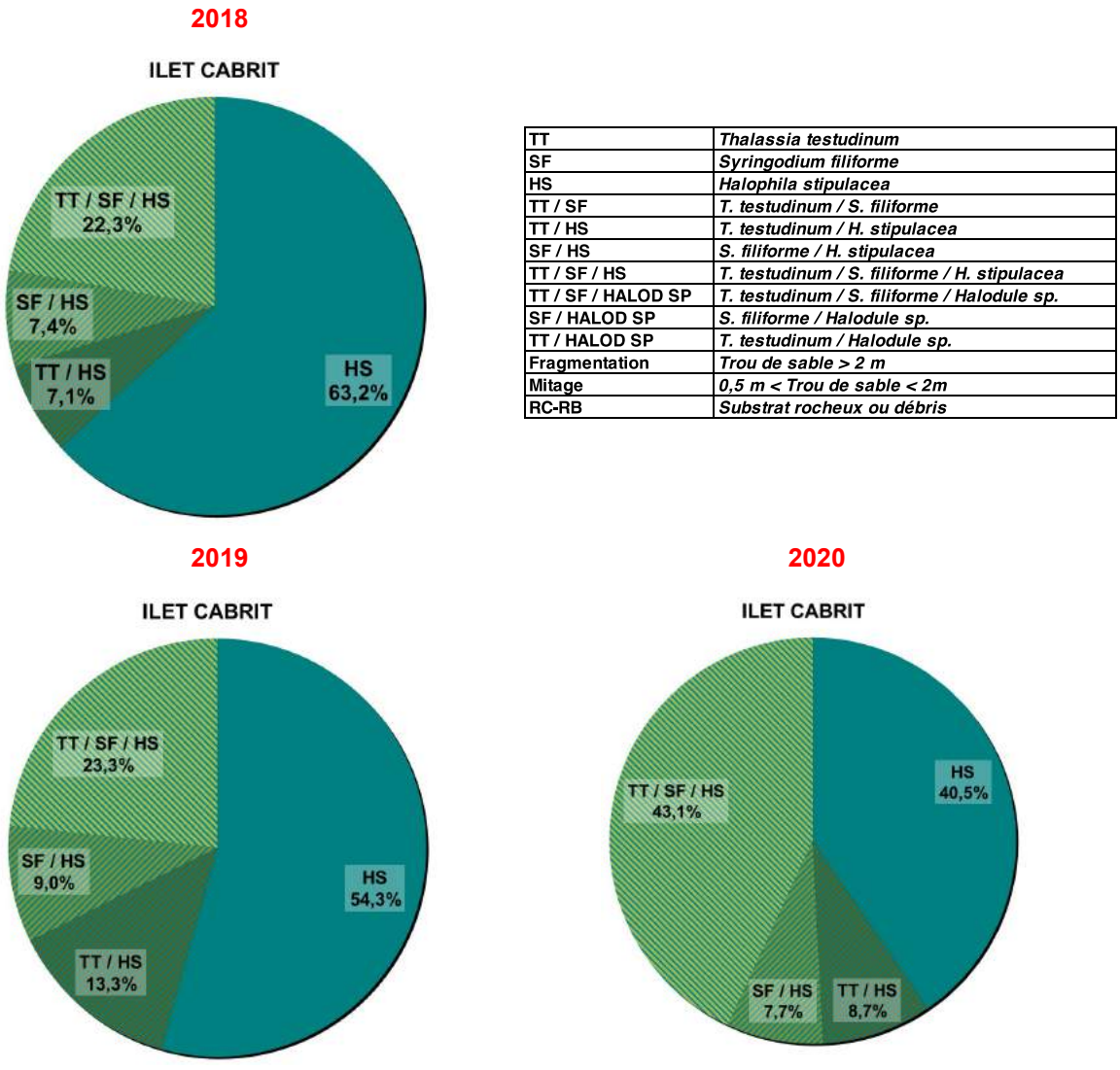
RELEVES BELT :

	2017	2018	2019	2020
Densité en oursins (individus /m2) :	0,01	0,00	0,00	0,00
Diadema antillarum	0,00	0,00	0,00	0,00
Tripneutes ventricosus	0,01	0,00	0,00	0,00
Lytechinus variegatus	0,00	0,00	0,00	0,00
Valeur de classe (moyenne sur 3 radiales) :				
Cyanophycées	0,67	1,00	0,67	1,00
Bioturbation	1,67	1,00	1,67	1,67
Algues dérivantes/débris de phanérogames	1,67	0,33	0,67	0,33
Coraux	1,00	0,33	1,00	1,00
Taxons :	*Non renseigné*	*Non renseigné*	*Non renseigné*	*Non renseigné*
Etat de santé	3,0	3,0	3,0	2,0

Figure 3.119 : Paramètres de l'herbier relevés sur le long du Belt et au sein des quadrats en 2020

Station Ilet Cabrit (Réseau référence - FRIC11 ; type côte rocheuse peu exposée)

Situé au Saintes à proximité de l'Ilet Cabrit, cet herbier présente une pente relativement importante (suivi réalisé entre 7,5 et 16,4 m de profondeur). Il s'agit d'une station à herbier mixte à Thalassia testudinum et Syringodium filiforme mais très largement colonisée par l'espèce envahissante Halophila stipulacea qui domine le peuplement. De nombreuses tâches épaisses de cyanophycées ont été observées hors des radiales. Les facteurs environnementaux y sont contraignants et influent probablement sur l'état de santé de cet herbier (herbier en pente, profondeur importante, courant assez marqué, apports terrigènes faibles).



TT	*Thalassia testudinum*
SF	*Syringodium filiforme*
HS	*Halophila stipulacea*
TT / SF	*T. testudinum / S. filiforme*
TT / HS	*T. testudinum / H. stipulacea*
SF / HS	*S. filiforme / H. stipulacea*
TT / SF / HS	*T. testudinum / S. filiforme / H. stipulacea*
TT / SF / HALOD SP	*T. testudinum / S. filiforme / Halodule sp.*
SF / HALOD SP	*S. filiforme / Halodule sp.*
TT / HALOD SP	*T. testudinum / Halodule sp.*
Fragmentation	*Trou de sable > 2 m*
Mitage	*0,5 m < Trou de sable < 2m*
RC-RB	*Substrat rocheux ou débris*

Figure 3.120 : Proportions relatives des différentes catégories d'assemblage de phanérogames / substrat non colonisé relevées le long du LIT sur la station de l'Ilet Cabrit de 2018 à 2019

Les relevés le long du LIT sur les 3 radiales (Figure 3.126) ne révèlent aucun changement majeur dans la composition de l'herbier. Ce dernier est mixte, composé des espèces *T. testudinum*, *S. filiforme* et *H. stipulacea*. Cette dernière est présente sur l'intégralité des radiales. Elle est observée seule (40,5% du linéaire), associée à *T. testudinum* (8,7%) ou *S. filiforme* (7,7%) ou aux deux espèces à la fois (43,1%).

Aucun signe de fragmentation ou de mitage n'est observé sur cet herbier depuis 2017.

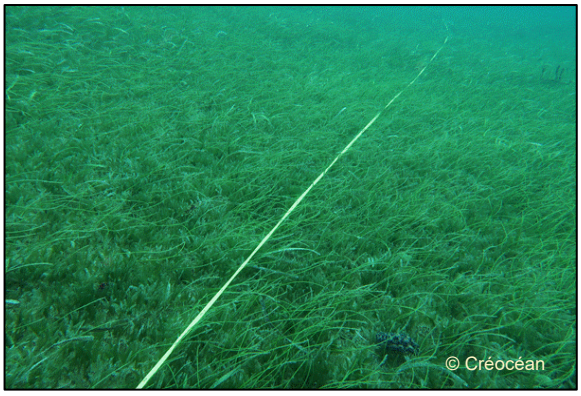


Figure 3.121 : Vue générale et détail d'un tapis de cyanophycées sur la station Ilet Cabrit en 2020

La Figure 3.127 et la Figure 3.128 synthétisent les principaux résultats du suivi au sein des quadrats et le long du Belt.

La couverture en phanérogames au sein des 9 quadrats échantillonnés est en moyenne de 95%. Ce recouvrement est le plus fort depuis 2017. L'espèce *H. stipulacea* est dominante sur environ 90% des quadrats, et rencontrée aussi en espèce secondaire, notamment en début des transects. *S. filiforme* est moins présente, elle domine sur 10% des quadrats. Elle est surtout observée en espèce secondaire. *T. testudinum* n'est observée qu'en tant qu'espèce secondaire ou tertiaire.

Les macroalgues représentent entre 5 et 10% de la couverture des quadrats. Seule l'espèce *Penicillus sp*. est observée. Cette macroalgue s'est développée depuis les précédents suivis, où son recouvrement était nul (2018) ou très faible (2019).

Les cyanophycées recouvrent entre 5 et 10% des quadrats. Elles se développent en petits patchs en début de radiale, puis en larges et épais tapis plus en profondeur. Ce surdéveloppement de cyanophycées est observé plus faiblement en 2019 mais très fort en 2018.

L'épibiose observée en 2020 est dominée par les algues calcaires. Un film biosédimentaire est aussi relevé sur les feuilles d'*H. stipulacea* principalement. Les hydraires présentes les années précédentes ne sont plus observées au sein des quadrats.

Aucune fleur n'a été observé au sein des quadrats.

Pour la première fois sur cet herbier depuis 2018, **des signes de dégénérescence de l'herbier** (maladie, sénescence des feuilles) sont observées au sein de 2 des 9 quadrats.

La densité moyenne en oursins est faible (0,06 individu/m²), les trois espèces d'oursins cibles (*Tripneustes ventricosus*, *Lytechinus variegatus* et *Diadema antillarum*) sont observés. Cette densité était largement supérieure en 2018 (0,37 individu/m²) et 2019 (0,38 individu/m²). La population d'oursins blancs semble avoir drastiquement baissée (de 0,37 individu/m² en 2019 à 0,03 individu/m² en 2020).

Aucun signe de bioturbation et aucune algue dérivante ou débris de phanérogame n'est relevé le long des radiales.

Les colonies coralliennes ne sont pas observées en 2020. Elles étaient occasionnelles les années précédentes.

L'herbier d'Ilet Cabrit est évalué visuellement en état de santé global moyen (indice 3/5), à l'instar des années précédentes. La présence de nombreuses cyanophycées, signes d'eutrophisation de la masse d'eau est le principal facteur déclassant.

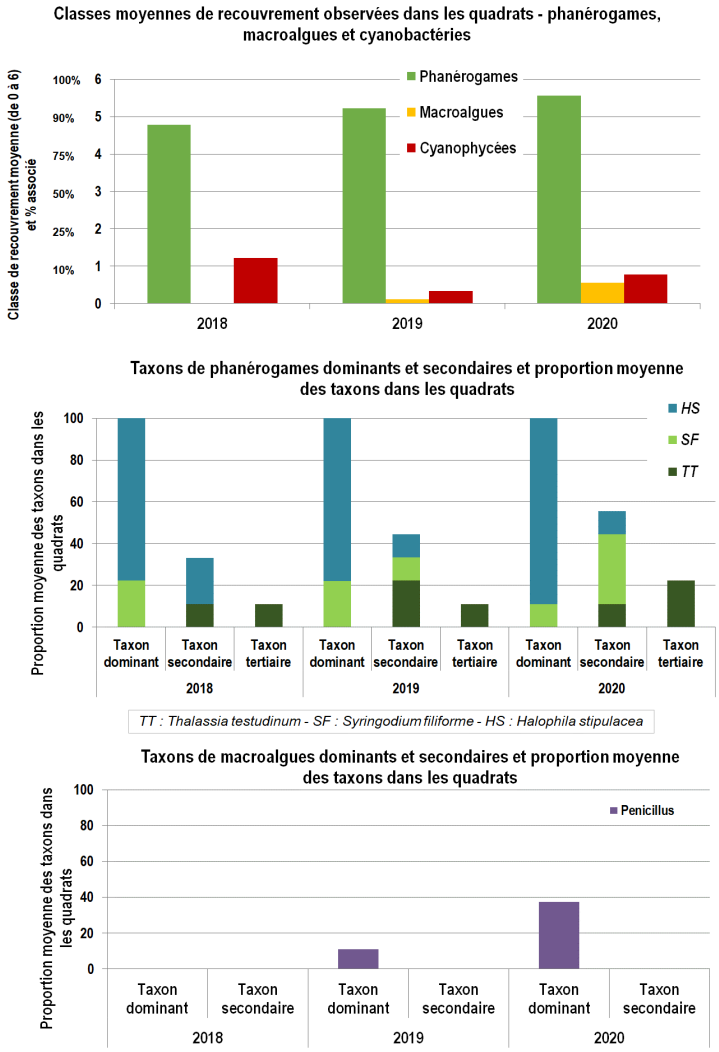


Figure 3.122 : Résultats des relevés sur la station de l'Ilet Cabrit de 2018 à 2020 au sein des quadrats

RELEVES AU SEIN DES QUADRATS:

	2018	2019	2020
Catégorie d'épibiose :			
Epibiose dominante	Film biosédimentaire	Film biosédimentaire	Algues calcaires
Epibiose secondaire	Hydraires	Hydraires	Film biosédimentaire
Densité moyenne de fleurs (/quadrat : 0,25 m2)	0	0	0
Maladies / sénéscence	Absence	Absence	Présence (2/9)

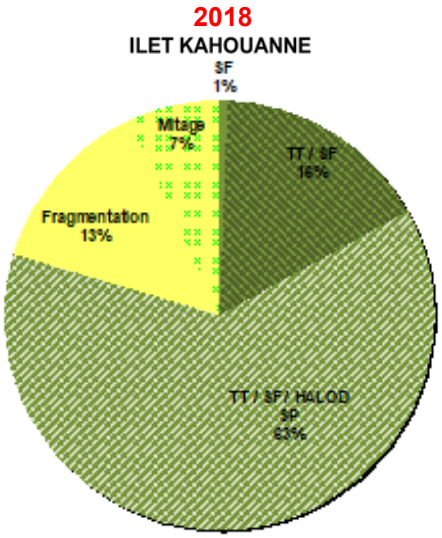
RELEVES BELT :

	2018	2019	2020
Densité en oursins (individus /m2) :	0,37	0,38	0,06
Diadema antillarum	0,01	0,01	0,02
Tripneutes ventricosus	0,34	0,37	0,03
Lytechinus variegatus	0,01	0,00	0,01
Valeur de classe (moyenne sur 3 radiales) :			
Cyanophycées	1,67	1,00	0,33
Bioturbation	0,00	1,33	0,00
Algues dérivantes/débris de phanérogames	0,00	2,00	0,00
Coraux	0,67	0,33	0,00
Taxons :	*Non renseigné*	*Non renseigné*	*Non renseigné*
Etat de santé	3,7	3,0	3,0

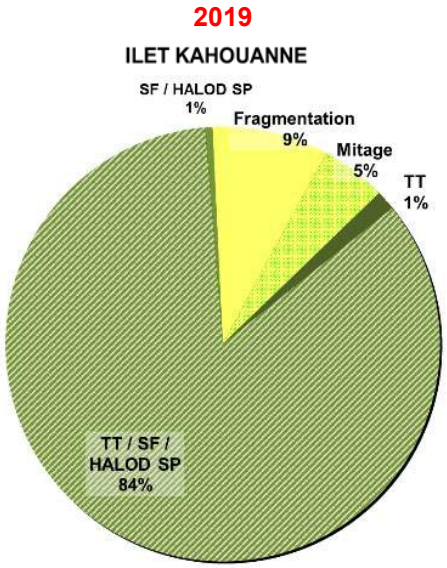
Figure 3.123 : Paramètres de l'herbier relevés sur le long du Belt et au sein des quadrats en 2020

Station Ilet Kahouanne (Réseau référence – FRIC08 ; type côte exposée à récifs frangeants)

L' herbier est mixte à Thalassia testudinum, Syringodium filiforme et Halodule sp. Il présente un aspect peu dense, ras et très épars. Ces caractéristiques peuvent être expliquées par une exposition à des facteurs environnementaux peu favorables (profondeur relativement élevée (3-4 m), exposition à la houle, apports terrigènes faibles par les courants de vidange du GCSM). De plus, le site est périodiquement soumis à l'incidence de houles cycloniques (nord-est ou plus rarement sud) qui ont un effet destructeur sur le substrat. De nombreuses macroalgues calcaires et non calcaires sont présentes.



TT	*Thalassia testudinum*
SF	*Syringodium filiforme*
HS	*Halophila stipulacea*
TT / SF	*T. testudinum / S. filiforme*
TT / HS	*T. testudinum / H. stipulacea*
SF / HS	*S. filiforme / H. stipulacea*
TT / SF / HS	*T. testudinum / S. filiforme / H. stipulacea*
TT / SF / HALOD SP	*T. testudinum / S. filiforme / Halodule sp.*
SF / HALOD SP	*S. filiforme / Halodule sp.*
TT / HALOD SP	*T. testudinum / Halodule sp.*
Fragmentation	*Trou de sable > 2 m*
Mitage	*0,5 m < Trou de sable < 2m*
RC-RB	*Substrat rocheux ou débris*



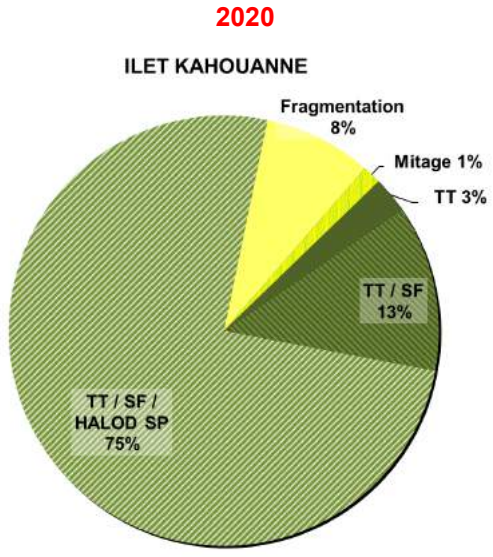


Figure 3.124 : Proportions relatives des différentes catégories d'assemblage de phanérogames / substrat non colonisé relevées le long du LIT sur la station de l'Ilet Kahouanne de 2018 à 2020

Les relevés le long du LIT sur les 3 radiales révèlent un herbier mixte, où se développent les espèces autochtones *T. testudinum*, *S. filiforme* et *H. wrightii*. Le faciès composé des 3 espèces est largement majoritaire, représentant 75% des radiales. Une faible part de l'herbier est composée de *T. testudinum* en zones monospécifiques (3%) ou associée à *S. filiforme* uniquement (13%).

L'herbier apparait fragmenté, de larges zones de sable (>2 m) sont observées sur 8% des radiales. Les signes de mitage sont moins fréquents, représentant seulement 1% du linéaire parcouru.

L'herbier de la station Ilet Kahouanne présente très peu d'évolution depuis le suivi de 2018. La répartition des espèces est relativement stable, seule l'omniprésence de *Halodule wrightii* sur les zones d'herbiers différencie le suivi 2019 des autres années. Les zones dépourvues d'herbiers restent peu étendues et une légère diminution semble être observée (de 20% en 2018 à 9% en 2020).

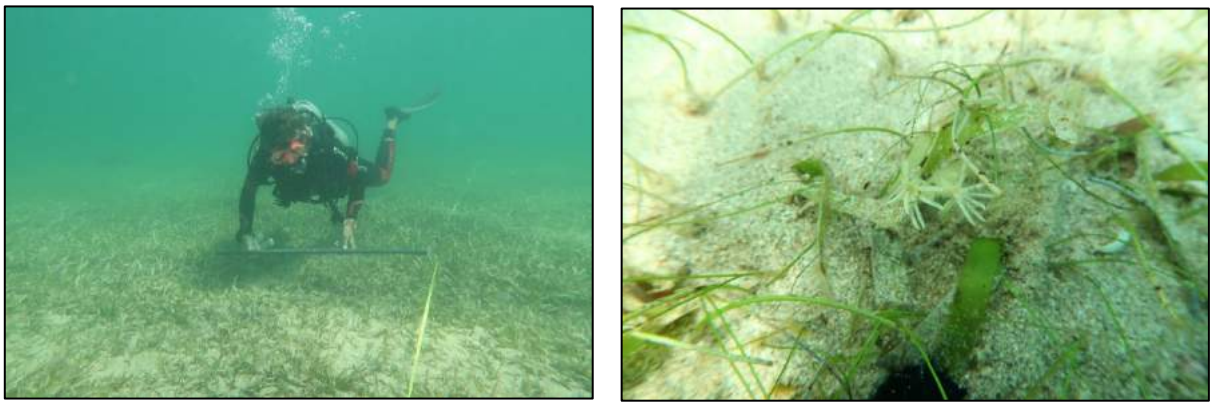


Figure 3.125 : Suivi de la station et fleurs de T. testudinum sur l'herbier de l'Ilet Kahouanne en juin 2020

La Figure 3.132 et Figure 3.133 synthétisent les principaux résultats du suivi au sein des quadrats et le long du Belt.

La couverture moyenne en phanérogames en 2020 atteint presque 90% des 9 quadrats échantillonnés (classe 5). Parmi les espèces présentes, *S. filiforme* est dominante sur plus de 60% des quadrats. *T. testudinum* est aussi dominante, mais sur une plus faible surface (<40%). Ces deux espèces sont aussi observées comme espèces secondaires. *H. wrightii* est observée en tant qu'espèce secondaire ou tertiaire. La présence de cette espèce a augmenté de 2019 (10%) à 2020 (environ 40%).

Le recouvrement moyen en macroalgues en 2020 est de 5% des quadrats. Cette couverture semble diminuer depuis 2018 où elle était de 10%. Le cortège d'espèces est composé de 4 taxons différents, dont 2 sont caractéristiques des herbiers (*Avrainvillea sp.*, *Halimeda sp.*). Les deux autres taxons sont *Dictyota sp*. et *Caulerpa sp.*. Ce dernier taxon est observé pour la première fois en 2020.

Les cyanobactéries sont peu observées. Une seule occurrence est relevée au sein d'un quadrat, sur du sable, soit une couverture moyenne inférieure à 5% de la surface échantillonnée.

L'épibiose observée sur les feuilles de l'herbier en 2020 se compose principalement d'algues calcaires. La présence d'algues filamenteuses et de macroalgues épiphytes est aussi relevée. Cette épibiose peut être abondante, elle recouvre parfois l'intégralité des feuilles de *T. testudinum* notamment.

Cinq fleurs de *T. testudinum* sont observées au sein des quadrats en 2020, soit une densité de 0,56 fleur/m². C'est la plus forte densité observée sur cet herbier et au sein de l'ensemble des herbiers du réseau de suivi en 2020. **Des signes de dégénérescence de l'herbier** sont observés sur la majorité des quadrats (7/9). Elle se manifeste par la nécrose de certaines feuilles de *T. testudinum* et *S. filiforme*.

Aucun oursin n'est observé au sein de l'herbier en 2020, à l'instar des précédents suivis.

Aucune cyanophycée ni signe de bioturbation n'est observé lors des relevés Belt. Des algues dérivantes ou de débris de phanérogames sont occasionnellement observés. **Des coraux sont occasionnellement observés** au sein de l'herbier en 2020, comme en 2019. Les espèces *Siderastrea sp*. et *Manicina sp.* sont principalement relevées. En 2018, leur observation est très sporadique.

L'herbier de la station Ilet Kahouanne est évalué visuellement en bon état de santé (indice 2/5). La campagne 2020 révèle une amélioration de l'état de l'herbier, qui était moyen en 2018 et 2019. La baisse du recouvrement en macroalgues et du film sédimentaire contribuent à cette amélioration.

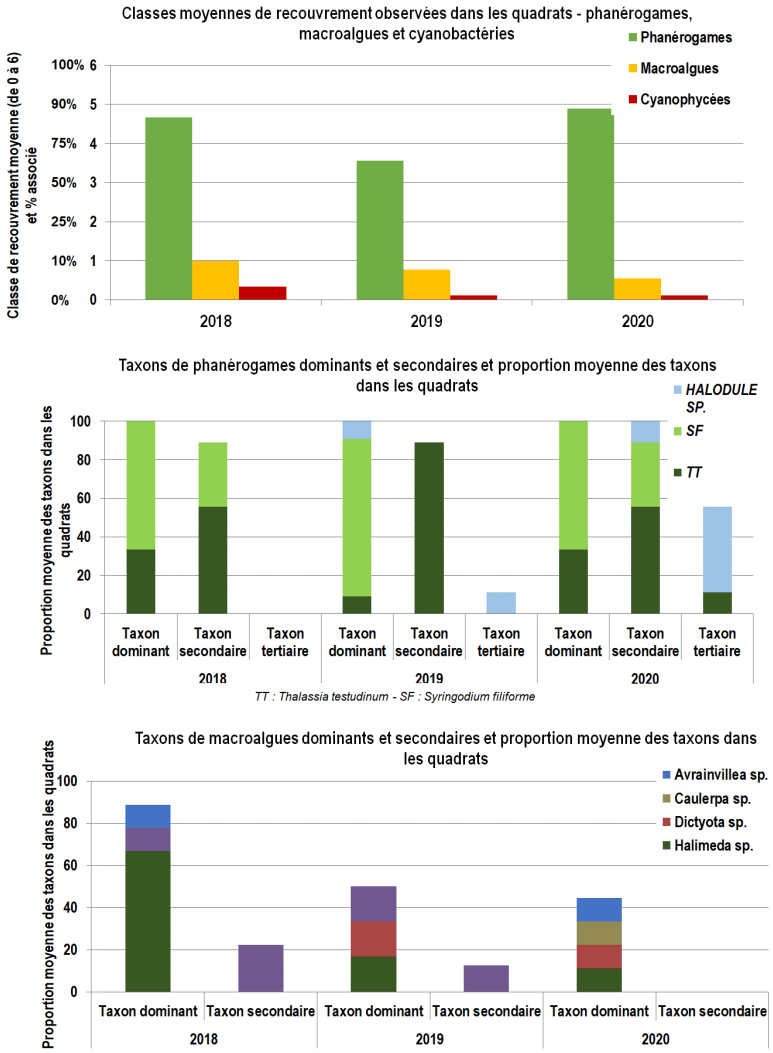


Figure 3.126 : Résultats des relevés sur la station de l'Ilet Kahouanne de 2018 à 2020 au sein des quadrats

RELEVES AU SEIN DES QUADRATS:

	2018	2019	2020
Catégorie d'épibiose :			
Epibiose dominante	Film biosédimentaire	Algues calcaires	Algues calcaires
Epibiose secondaire	Algue filamenteuse, hydraires	Algue filamenteuse, film biosédimentaire	Algues filamenteuses et macroalgues épiphytes
Densité moyenne de fleurs (/quadrat : 0,25 m2)	0,11	0	0,56
Maladies / sénéscence	Présence (1/9)	Présence (7/9)	Présence (7/9)

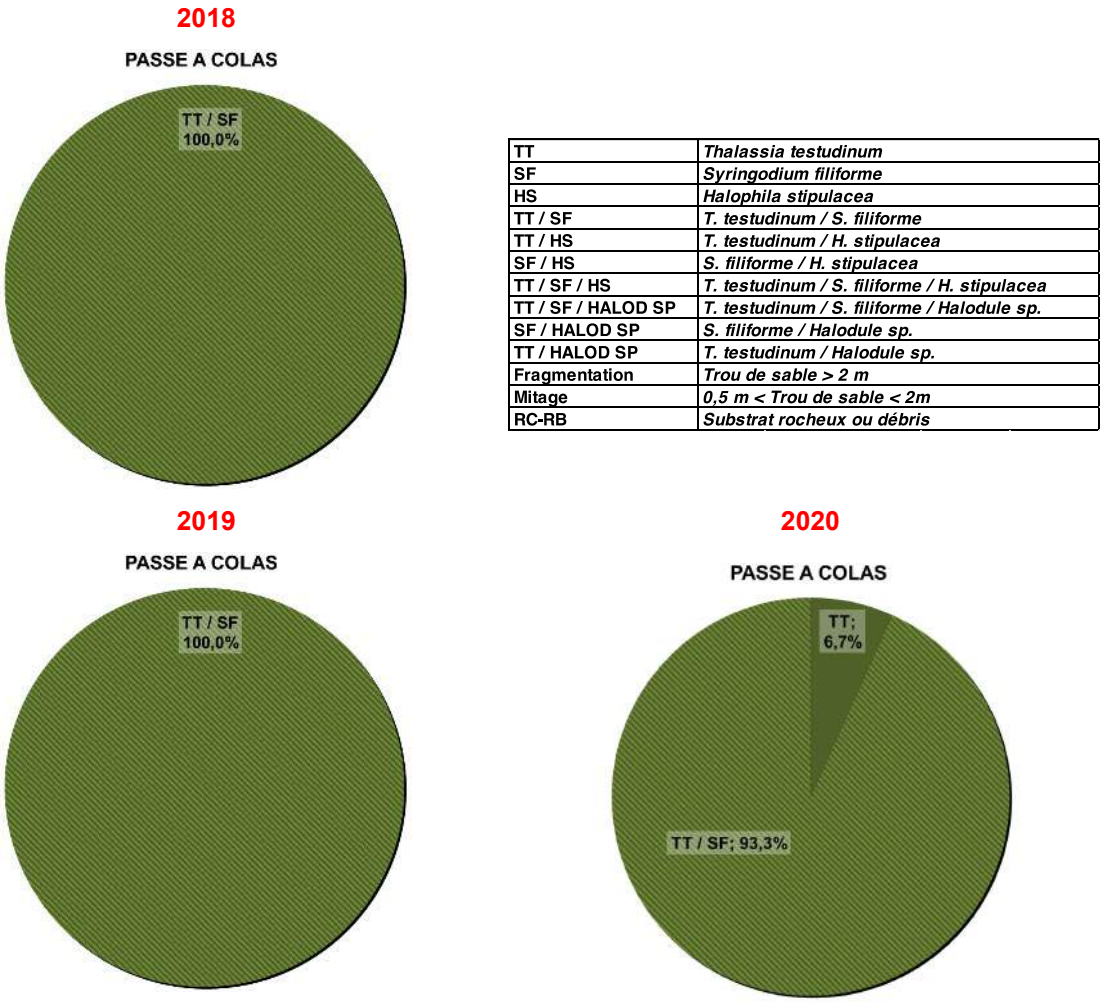
RELEVES BELT :

	2018	2019	2019
Densité en oursins (individus /m2) :	0	0	0
Diadema antillarum	0	0	0
Tripneutes ventricosus	0	0	0
Lytechinus variegatus	0	0	0
Valeur de classe (moyenne sur 3 radiales) :			
Cyanophycées	1,0	0	0
Bioturbation	1,0	0	0
Algues dérivantes/débris de phanérogames	0,3	1,00	1,00
Coraux	0,3	1,3	1,0
Taxons :	*Non renseigné*	*Siderastrea sp.*	*Siderastrea sp., Manicina sp.*
Etat de santé	3,0	3,0	2,0

Figure 3.127: Paramètres de l'herbier relevés sur le long du Belt et au sein des quadrats en 2020

Station Passe à Colas (Réseau référence – FRIC07B ; type côte récif barrière)

Située dans le GCSM, cette station de « lagon » de faible profondeur (2 m) est caractérisée par des conditions hydrodynamiques et sédimentaires particulières, de par (i) sa position en bordure de la Passe à Colas et (ii) son contexte récifal. L'herbier de Passe à Colas présente un caractère mixte à T. testudinum et Syringodium filiforme.



TT	*Thalassia testudinum*
SF	*Syringodium filiforme*
HS	*Halophila stipulacea*
TT / SF	*T. testudinum / S. filiforme*
TT / HS	*T. testudinum / H. stipulacea*
SF / HS	*S. filiforme / H. stipulacea*
TT / SF / HS	*T. testudinum / S. filiforme / H. stipulacea*
TT / SF / HALOD SP	*T. testudinum / S. filiforme / Halodule sp.*
SF / HALOD SP	*S. filiforme / Halodule sp.*
TT / HALOD SP	*T. testudinum / Halodule sp.*
Fragmentation	*Trou de sable > 2 m*
Mitage	*0,5 m < Trou de sable < 2m*
RC-RB	*Substrat rocheux ou débris*

Figure 3.128 : Proportions relatives des différentes catégories d'assemblage de phanérogames / substrat non colonisé relevées le long du LIT sur la station de Passe à Colas en 2018 et 2020

Les relevés le long du LIT sur les 3 radiales (Figure 3.135) font état d'un herbier mixte sur 93,3% des radiales, présentant les deux espèces *S. filiforme* et *T. testudinum*. Cette dernière est aussi observée en zones monospécifiques, sur 6,7% des radiales La présence d'un faciès à une seule espèce est observée pour la première fois en 2020.

La Figure 3.136 et Figure 3.137 synthétisent les principaux résultats du suivi au sein des quadrats et le long du Belt.

La couverture moyenne en phanérogames au sein des 9 quadrats est élevée, environ 95%. Ce recouvrement est le plus fort observé depuis 2018. *T. testudinum* est dominante sur l'ensemble des quadrats (100%). L'espèce secondaire, *S. filiforme*, est présente sur 100% des quadrats. Cette répartition du cortège semble montrer un développement de *T. testudinum*.

Les macroalgues recouvrent en moyenne plus de 10% des quadrats en 2020. Elles semblent se développer depuis 2018, où leur couverture était < 5%. Les espèces dominantes, *Halimeda sp.* et *Penicillum sp.* sont caractéristiques des herbiers, contrairement à *Dictyota sp.*, présente sur une plus faible surface. *Halimeda sp.* est aussi relevée en tant qu'espèce secondaire.

Pour la seconde année consécutive, **aucune cyanophycée n'est observée** au sein des quadrats.

L'épibiose présente sur les feuilles de l'herbier en 2020 est composée d'algues calcaires et d'un biofilm sédimentaire.

Aucune fleur de phanérogames n'est observée au sein des quadrats échantillonnés en 2020.

De nombreux signes de dégénérescence de l'herbier sont présents pour la seconde année consécutive. Des nécroses de feuilles sont présentes dans tous les quadrats observés (9/9). Outre ces signes, de nombreuses traces de prédation d'herbivorie sont présentes sur les feuilles de l'herbier.

La densité moyenne d'oursins est de 3,08 individus/m². Cette densité élevée est assurée par une population bien développée d'oursins variables (*Lytechinus variegatus*). Les oursins blancs (*Tripneustes ventricosus*) sont aussi présents mais peu fréquents. Ces derniers sont beaucoup représentés par des juvéniles. D'autres invertébrés sont aussi observés au sein de l'herbier (étoiles de mer, lambis, mollusques…).

De nombreux débris de phanérogames sont observés au sein de l'herbier. Ces débris sont présents depuis 2018.

La présence de tumuli, observés de façon occasionnelle à abondante, traduit une **activité prononcée de bioturbation** au sein de l'herbier.

Les coraux sont abondants au sein de l'herbier. Des colonies de l'espèce *Manicina areolata* sont essentiellement observées.

L'herbier de la station Passe à Colas est évalué visuellement en état de santé global moyen (indice 2,7/5). La présence d'une sédimentation marquée dévalue cet état de santé.

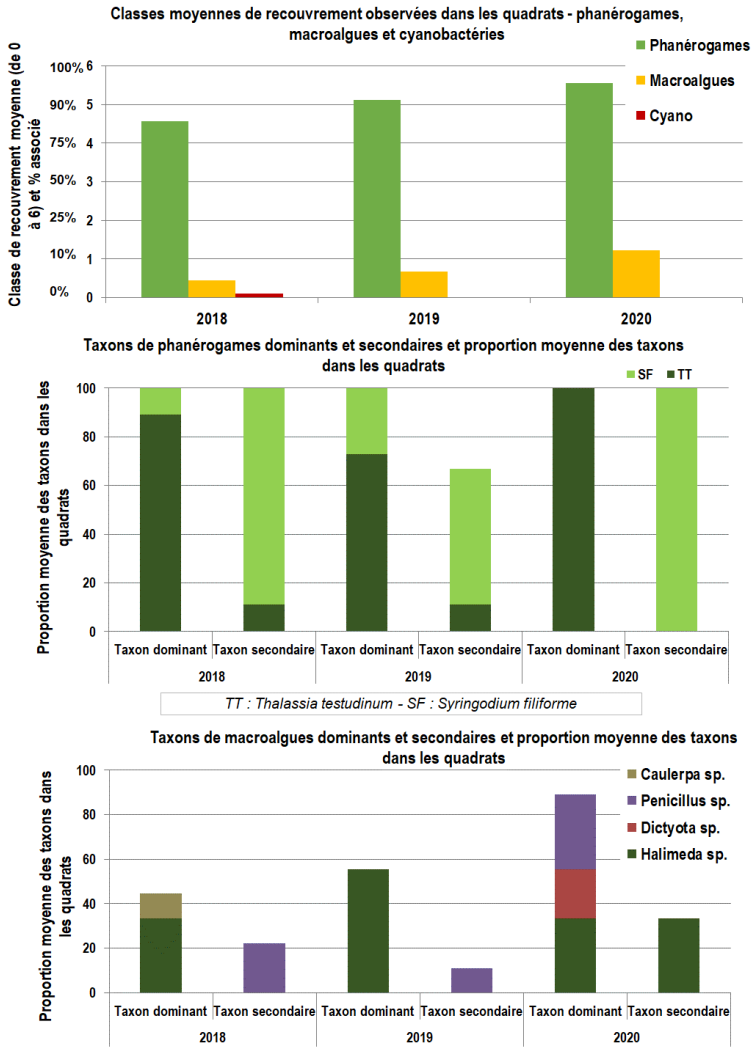


Figure 3.129 : Résultats des relevés sur la station de Passe à Colas de 2018 à 2020 au sein des quadrats

RELEVES AU SEIN DES QUADRATS:

	2018	2019	2020
Catégorie d'épibiose :			
Epibiose dominante	Film biosédimentaire, algues calcaires	Film biosédimentaire, algues calcaires	Film biosédimentaire, algues calcaires
Epibiose secondaire	Hydraires, macroalgues épiphytes	-	-
Densité moyenne de fleurs (/quadrat : 0,25 m2)	0	0	0
Maladies / sénéscence	Absence	Présence (9/9)	Présence (9/9)

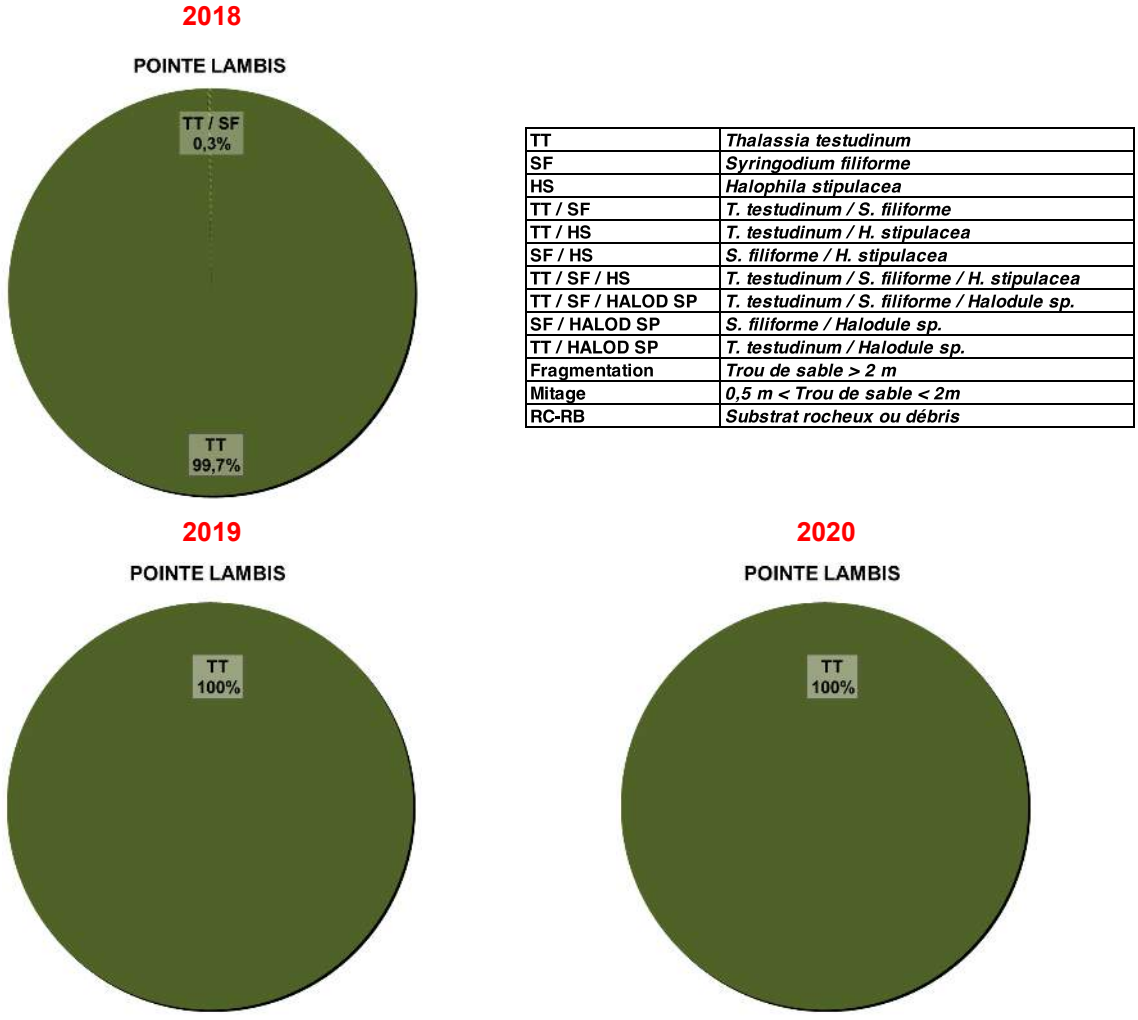
RELEVES BELT :

	2018	2019	2020
Densité en oursins (individus /m2) :	4,92	3,08	3,08
Diadema antillarum	0,00	0,00	0,00
Tripneutes ventricosus	0,81	0,61	0,61
Lytechinus variegatus	4,11	2,47	2,47
Valeur de classe (moyenne sur 3 radiales) :			
Cyanophycées	0,33	0,00	0,00
Bioturbation	0,67	1,67	1,67
Algues dérivantes/débris de phanérogames	2,00	2,00	2,00
Coraux	2,00	2,00	2,00
Taxons :	*Non renseigné*	*Manicina areolata*	*Manicina areolata*
Etat de santé	2,0	3,0	2,7

Figure 3.130: Paramètres de l'herbier relevés sur le long du Belt et au sein des quadrats en 2020

Station Pointe Lambis (Réseau référence – FRIC07A ; type fond de baie)

Cette station est caractérisée par des conditions de développement optimales pour les herbiers, avec une faible profondeur (2 m), un hydrodynamisme faible, des apports terrigènes modérés mais toutefois une sédimentation importante. Elle présente d'ailleurs un herbier dense et monospécifique à Thalassia testudinum. Le substrat est sablo-vaseux avec présence de débris calcaires de thalles d'Halimeda sp.. Les plants sont globalement recouverts d'un film biosédimentaire. De nombreux invertébrés ont pu être observés (oursins, étoiles de mer, anémones, holothuries et lambis).



TT	*Thalassia testudinum*
SF	*Syringodium filiforme*
HS	*Halophila stipulacea*
TT / SF	*T. testudinum / S. filiforme*
TT / HS	*T. testudinum / H. stipulacea*
SF / HS	*S. filiforme / H. stipulacea*
TT / SF / HS	*T. testudinum / S. filiforme / H. stipulacea*
TT / SF / HALOD SP	*T. testudinum / S. filiforme / Halodule sp.*
SF / HALOD SP	*S. filiforme / Halodule sp.*
TT / HALOD SP	*T. testudinum / Halodule sp.*
Fragmentation	*Trou de sable > 2 m*
Mitage	*0,5 m < Trou de sable < 2m*
RC-RB	*Substrat rocheux ou débris*

Figure 3.131 : Proportions relatives des différentes catégories d'assemblage de phanérogames / substrat non colonisé relevées le long du LIT sur la station de Pointe Lambis de 2018 à 2020

Les relevés le long du LIT (Figure 3.131) en 2020 confirment le caractère monospécifique de l'herbier, où l'espèce *Thalassia testudinum* est observée seule sur 100% des radiales. L'espèce *S. filiforme,* observée sur une infime partie en 2018 n'est plus relevée depuis 2019.

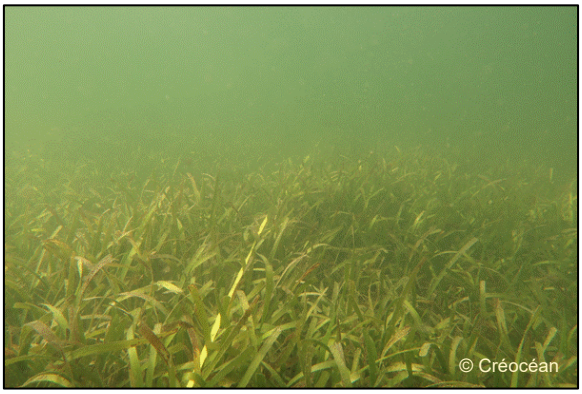


Figure 3.132 : Vue générale de la station Pointe Lambis en 2020

La Figure 3.133 et Figure 3.134 synthétisent les principaux résultats du suivi au sein des quadrats et le long du Belt.

La couverture moyenne en phanérogames (*T. testudinum* seulement) au sein des 9 quadrats de 0,25 m^2 échantillonnés est proche de 100%. Cette forte couverture est similaire au précédent suivi.

Pour la première fois depuis 2018, des **macroalgues sont observées** au sein d'un quadrat. Le recouvrement de ces macroalgues reste très faible et un seul genre est observée (*Caulerpa).* Ce dernier est représenté par au moins 2 espèces (*C. verticillata* et *C. sertularioides*).

Les cyanophycées sont aussi observées en 2020 au sein de l'herbier. Elles sont relevées au sein d'un quadrat seulement, leur couverture est donc très faible.

L'épibiose présente sur l'herbier est composée principalement d'un film biosédimentaire. Des hydraires sont aussi observés, moins fréquents sur les feuilles de *T. testudinum*.

Aucune fleur n'a été relevée au sein des quadrats. Cependant, les observations au cours de la plongée ont permis de rencontrer quelques fleurs, hors des transects.

Des signes de maladies ou sénescence des phanérogames sont observés au sein de 3 des 9 quadrats. Ces signes se manifestent par la nécrose de l'extrémité des feuilles de *T. testudinum*.

La population d'oursins est très développée, avec 5,5 individus/m^2. L'herbier de Pointe Lambis présente la plus forte densité en oursins du réseau de suivi DCE en Guadeloupe. Seuls des oursins variables (*Lytechinus variegatus*) sont observés. Outres des oursins, de nombreux autres invertébrés sont observés au sein de l'herbier (crustacés, mollusques, bryozoaires…).

Les transects présentent de nombreux tumuli, signe d'une bioturbation active au sein de l'herbier.

Aucune algue dérivante ou débris de phanérogame n'est observé sur les radiales.

Aucune colonie corallienne n'est relevée le long des transects, à l'instar des années précédentes.

L'herbier de la station Pointe Lambis est évalué visuellement en très bon état de santé (indice 1,5/5). Seule la présence de quelques macroalgues déclasse légèrement cet état de santé.

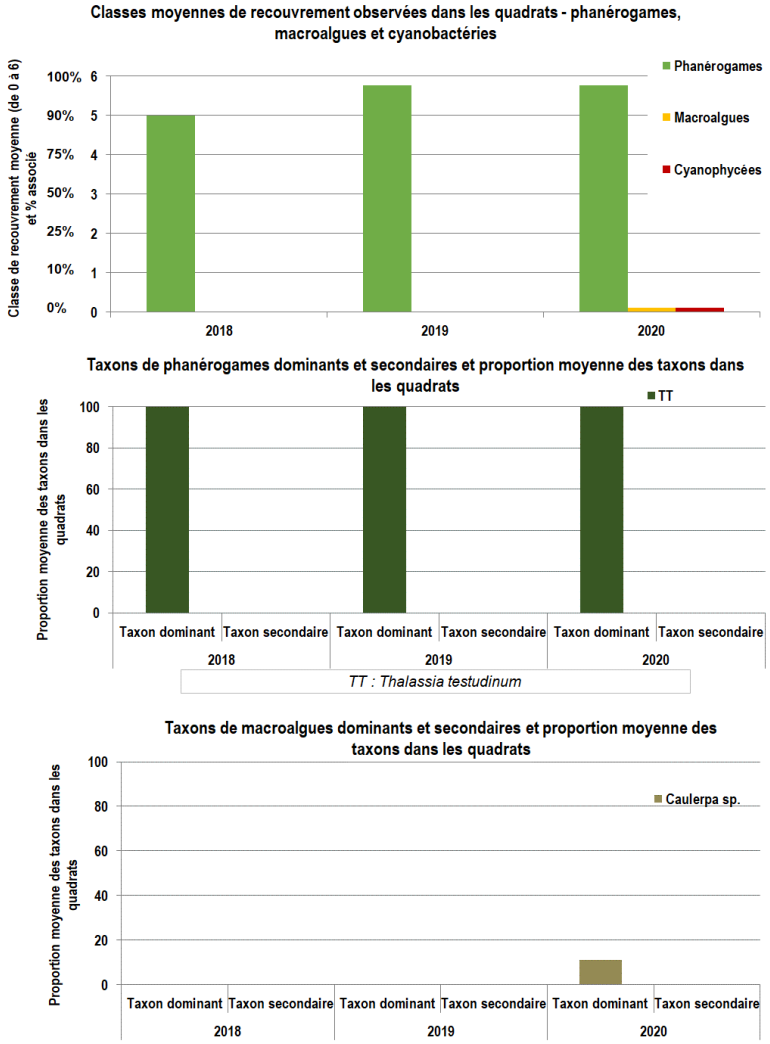


Figure 3.133 : Résultats des relevés sur la station de Pointe Lambis de 2018 à 2020 au sein des quadrats

RELEVES AU SEIN DES QUADRATS:

	2018	2019	2020
Catégorie d'épibiose :			
Epibiose dominante	Film biosédimentaire	Film biosédimentaire	Film biosédimentaire
Epibiose secondaire	Hydraires	Invertébrés (bivalves)	Hydraires
Densité moyenne de fleurs (/quadrat : 0,25 m2)	0,11	0	0
Maladies / sénéscence	Présence (1/9)	Présence (3/9)	Présence (3/9)

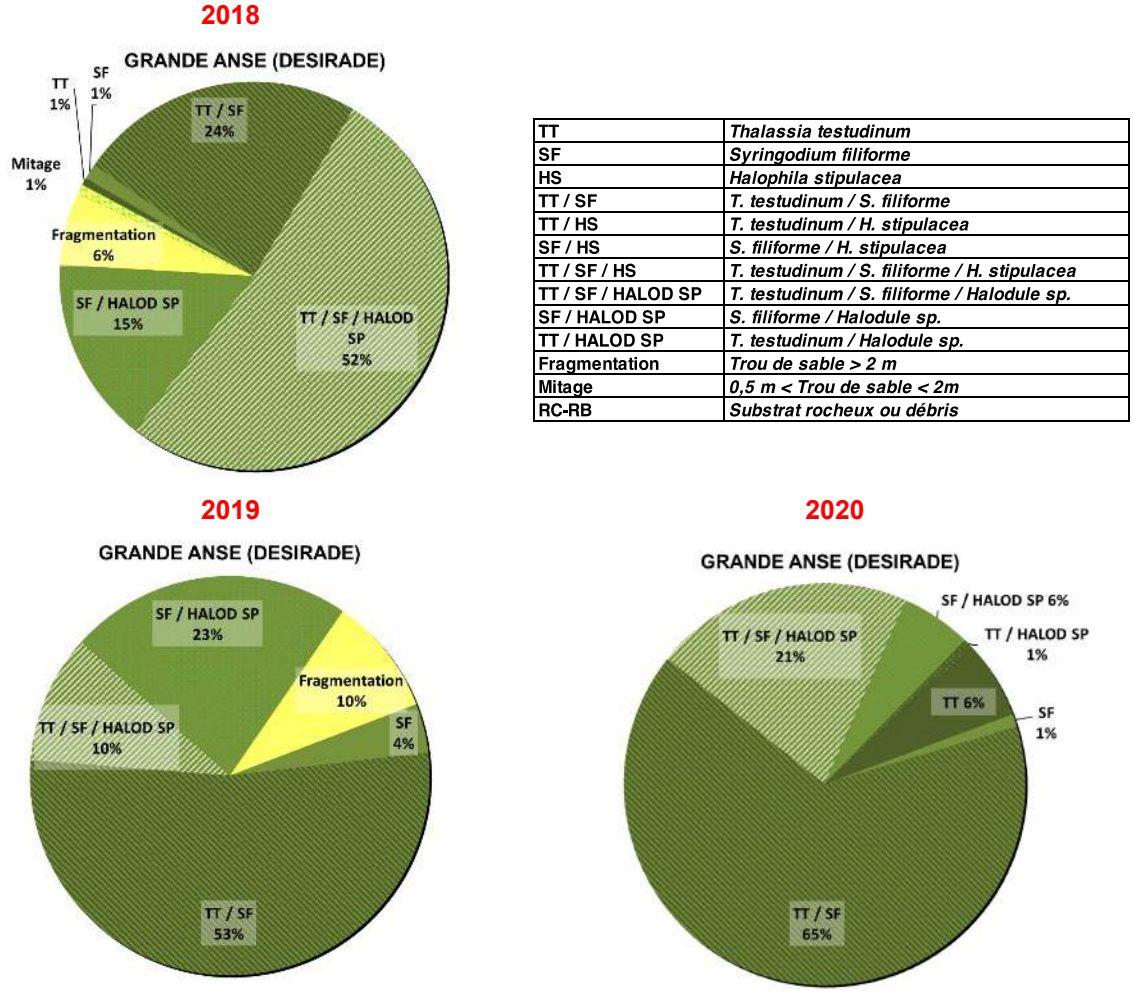
RELEVES BELT :

	2018	2019	2020
Densité en oursins (individus /m2) :	4,3	5,4	5,5
Diadema antillarum	0,0	0,0	0,0
Tripneutes ventricosus	0,0	0,0	0,0
Lytechinus variegatus	4,3	5,4	5,5
Valeur de classe (moyenne sur 3 radiales) :			
Cyanophycées	0,3	0,7	0,0
Bioturbation	2,0	2,0	2,0
Algues dérivantes/débris de phanérogames	0,0	0,0	0,0
Coraux	0,0	0,0	0,0
Taxons :			
Etat de santé	1,0	1,3	1,5

Figure 3.134 : Paramètres de l'herbier relevés sur le long du Belt et au sein des quadrats en 2020

Station Grande Anse (Désirade) (Réseau référence – FRIC05 ; type côte rocheuse très exposée)

Cette station de faible profondeur (-1m) située le long de la plage de Grande Anse à la Désirade, est relativement abritée mais présente localement un courant littoral marqué. Elle subit probablement des apports terrigènes modérés. L'herbier présent sur cette station est un herbier mixte à Thalassia testudinum, Syringodium filiforme et *Halodule sp., colonisé par quelques macroalgues. Cette station est soumise aux arrivées massives de sargasses en provenance de l'Atlantique.*



TT	*Thalassia testudinum*
SF	*Syringodium filiforme*
HS	*Halophila stipulacea*
TT / SF	*T. testudinum / S. filiforme*
TT / HS	*T. testudinum / H. stipulacea*
SF / HS	*S. filiforme / H. stipulacea*
TT / SF / HS	*T. testudinum / S. filiforme / H. stipulacea*
TT / SF / HALOD SP	*T. testudinum / S. filiforme / Halodule sp.*
SF / HALOD SP	*S. filiforme / Halodule sp.*
TT / HALOD SP	*T. testudinum / Halodule sp.*
Fragmentation	*Trou de sable > 2 m*
Mitage	*0,5 m < Trou de sable < 2m*
RC-RB	*Substrat rocheux ou débris*

Figure 3.135 : Proportions relatives des différentes catégories d'assemblage de phanérogames / substrat non colonisé relevées le long du LIT sur la station de Grande Anse de 2018 à 2020

Les relevés le long du LIT sur les 3 radiales (Figure 3.135) révèlent un herbier mixte, principalement composé des espèces *T. testudinum*, *S. filiforme*, et *H. wrightii*. Le faciès le plus fréquemment observé sur les radiales est formé par l'assemblage des deux premières espèces (65%). Une part non négligeable de l'herbier présente les 3 espèces. La proportion d'herbier monospécifique à *T. testudinum* ou *S. filiforme* est relativement faible (respectivement 6% et 1%). Ces différents faciès sont observés depuis 2018 sur la station. Leurs proportions évoluent, avec notamment la diminution drastique des portions présentant *Halodula wrightii*.

La fragmentation, observée en 2018 et 2019 n'est plus relevée en 2020. Les microfalaises observées les années précédentes apparaissent partiellement recolonisées par les phanérogames.

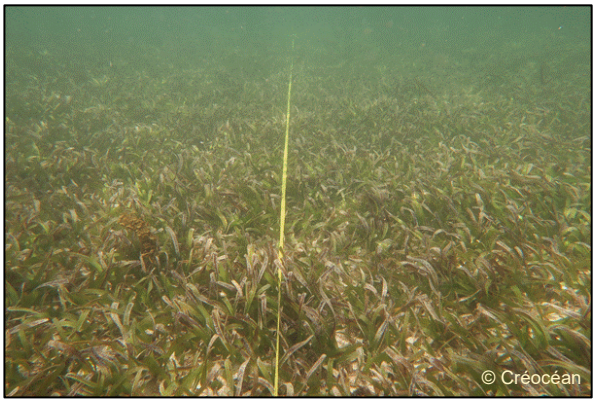


Figure 3.136 : Vue générale de la station Grande Anse - Désirade en 2020

La Figure 3.137 et Figure 3.138 synthétisent les principaux résultats du suivi au sein des quadrats et le long du Belt.

La couverture moyenne en phanérogames dépasse les 90% de la surface des 9 quadrats échantillonnés (classe 5 à 6). Cette couverture est relativement élevée par rapport aux années précédentes, où elle atteignait tout juste 90%. L'herbier échantillonné au sein des quadrats est dominé par *T. testudinum* dans 90% des cas. Cette phanérogame est aussi relevée en espèce secondaire (10%). A contrario, l'espèce *S. filiforme* est observée en espèce secondaire dans 90% des quadrats, alors qu'elle en domine une petite part (10%).

La couverture en macroalgues est relativement faible, comprise entre 0 et 10% des quadrats. Ce recouvrement est similaire aux années précédentes. Les espèces présentes sont *Penicillus sp.* et *Halimeda sp.*, taxons caractéristiques des herbiers de phanérogames.

Les cyanophycées sont peu observées (<10%), elles se développent notamment en patchs épars sur le substrat sableux. Elles étaient aussi peu relevées les années précédentes.

L'épibiose présente sur les feuilles de l'herbier est composée d'algues calcaires et d'un film biosédimentaire en codominance. Les algues filamenteuses, observées en 2018 et 2019, sont absentes des transects.

Une fleur de *T. testudinum* est observée sur le 3e transect, soit une densité de 0,11 fleur/m².

Des signes de dégénérescence de l'herbier (maladies, sénescence) sont relevés sur environ la moitié des quadrats (4/9). Des signes de nécroses sont observés en bout des feuilles.

La densité d'oursins est de 0,01 individu/m². Un seul oursin blanc est relevé le long des 3 radiales. Bien que faibles, les densités observées les années précédentes étaient plus élevées qu'en 2020.

Les relevés le long des radiales révèlent la **présence occasionnelle de cyanophycées**, ainsi que de **rares algues dérivantes et de débris de phanérogames.**

Les colonies coralliennes sont peu observées, surtout concentrées sur le premier transect.

L'herbier de Grande Anse-Désirade est évalué visuellement en état de santé moyen (indice 2,8/3). La présence de macroalgues ainsi que l'observation de cyanophycées, signe d'eutrophisation de la zone, déclasse cet état de santé.

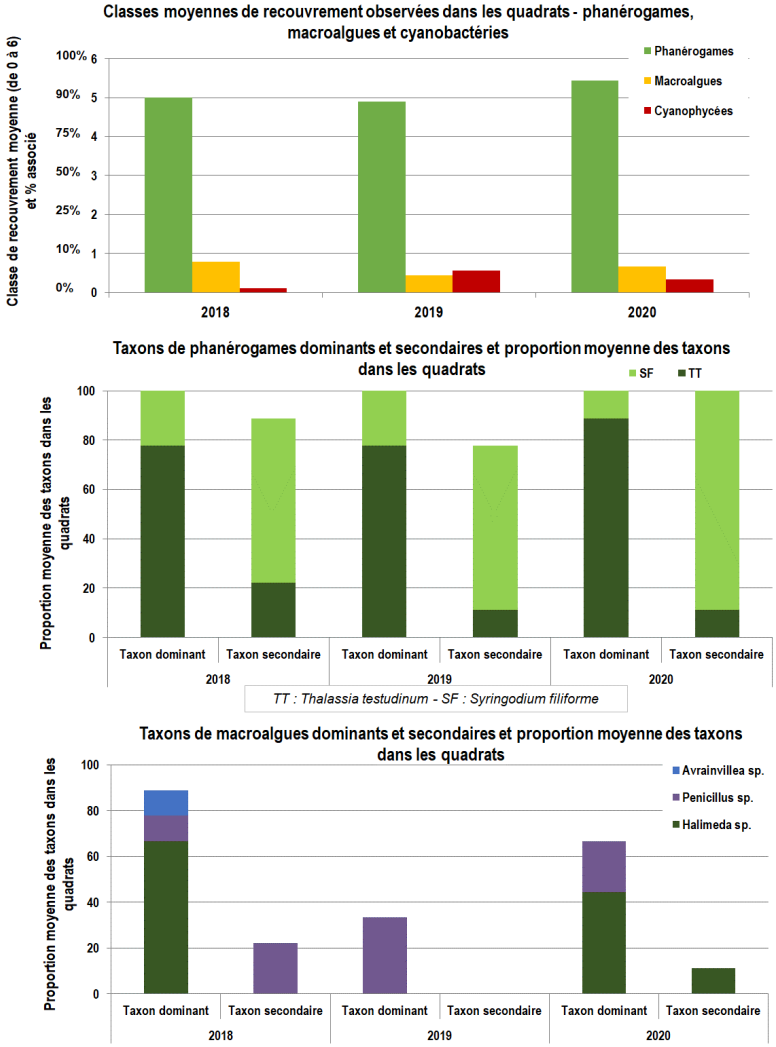


Figure 3.137 : Résultats des relevés sur la station de Grande Anse de 2018 à 2020 au sein des quadrats

RELEVES AU SEIN DES QUADRATS:

	2018	2019	2020
Catégorie d'épibiose :			
Epibiose dominante	Film biosédimentaire	Film biosédimentaire	Algues calcaires et film biosédimentaire
Epibiose secondaire	Algues filamenteuses	Algues filamenteuses	-
Densité moyenne de fleurs (/quadrat : 0,25 m2)	1,22	0,00	0,11
Maladies / sénéscence	Absence	Absence	Présence (4/9)

RELEVES BELT :

	2018	2019	2020
Densité en oursins (individus /m2) :	0,18	0,51	0,01
Diadema antillarum	0,00	0,01	0,00
Tripneutes ventricosus	0,18	0,51	0,01
Lytechinus variegatus	0,00	0,00	0,00
Valeur de classe (moyenne sur 3 radiales) :			
Cyanophycées	1,00	1,00	1,00
Bioturbation	0,00	0,67	0,00
Algues dérivantes/débris de phanérogames	2,00	1,67	0,67
Coraux	0,00	0,33	0,67
Taxons :		*Non renseigné*	*Non renseigné*
Etat de santé	2,0	2,3	2,8

Figure 3.138 : Paramètres de l'herbier relevés sur le long du Belt et au sein des quadrats en 2020

3.2.3.3. Caractéristiques du substrat sur les stations herbiers

Sur chaque station d'herbiers, trois prélèvements de sédiment ont été réalisés de manière aléatoire entre les trois transects de suivi.

A l'issue de la campagne, les échantillons ont été expédiés au Laboratoire Alpa Chimie Hydrologie pour analyse de la proportion en carbonates et de la granulométrie (granulométrie laser + tamisage), conformément au CCTP.

Plusieurs classifications de la taille des particules sédimentaires existent et sont utilisées dans la littérature (Udden, 1914 ; Wentworth, 1922 ; Bellair & Pomerol, 1977, Blott & Pye, 2001, etc.).

Dans le cadre de la présente analyse, comme depuis 2016, il est proposé de retenir comme référence la classification établie par Blott & Pye (2001) adaptée des classifications de Udden (1914) et Wentworth (1922). Elle a été adoptée dans le cadre de la macro GRADISTAT[2], utilisée lors de l'étude sur la typologie des herbiers menée par le MNHN en 2013 (MNHN, ONEMA, 2015).

Les classes de taille « sables fins » et « sables très fins » d'une part, et « sables grossiers » et « sables très grossiers » d'autre part, ont été rassemblées en une seule classe lors de l'analyse suivante.

Grain Size mm	Descriptive term	
1024	Very Large	Boulder
512	Large	
256	Medium	
128	Small	
64	Very small	
32	Very coarse	Gravel
16	Coarse	
8	Medium	
4	Fine	
2	Very fine	
1	Very coarse	Sand
microns 500	Coarse	
250	Medium	
125	Fine	
63	Very fine	
31	Very coarse	Silt
16	Coarse	
8	Medium	
4	Fine	
2	Very fine	
	Clay	

Fraction < 2 µm	Argiles	Argiles
Fraction 2 - 10 µm	Limons	Limons
Fraction 10 - 63 µm		
Fraction 63 - 125 µm	Sables très fins	Sables fins à très fins
Fraction 125 - 250 µm	Sables fins	
Fraction 250 - 500 µm	Sables moyens	Sables moyens
Fraction 500 - 1000 µm	Sables grossiers	Sables grossiers à très grossiers
Fraction 1000 - 2000 µm	Sables très grossiers	
Fraction > 2 mm	Graviers / Débris organismes (coraux, algues calcaires, etc.)	Graviers / Débris organismes (coraux, algues calcaires, etc.)

Figure 3.139 : Échelle de taille des particules sédimentaires adoptée dans le programme GRADISTAT (Blott & Pye, 2001) et application à la présente étude

[2] Blott & Pye, 2001 ; Fournier & al., 2012 - programme fonctionnant sous Microsoft Excel®

Proportion moyenne en carbonates

Les carbonates dans les sédiments peuvent être issus de la production de carbonates d'origine biologique (coraux, oursins, mollusques, algues calcaires, etc.) ou du remaniement par les vagues/apports par lessivage de roches calcaires préexistantes.

Alpa Chimie, initialement en charge des analyses de sédiments ayant été racheté par le laboratoire Eurofins, les analyses réalisées en 2019 ont été confiées à ce dernier. Or, il s'est avéré que les résultats transmis n'étaient pas fournis sous la même forme (en mg $CaCO_3$/kg de matière sèche et non en % de CaCO3) et qu'il n'était pas possible d'obtenir de correspondance entre les 2 unités, la technique d'analyse étant différente. La comparaison avec les résultats de 2019 n'a donc pas été possible. Ces données n'apparaissent donc pas dans l'évolution de la proportion en carbonates sur les stations herbiers.

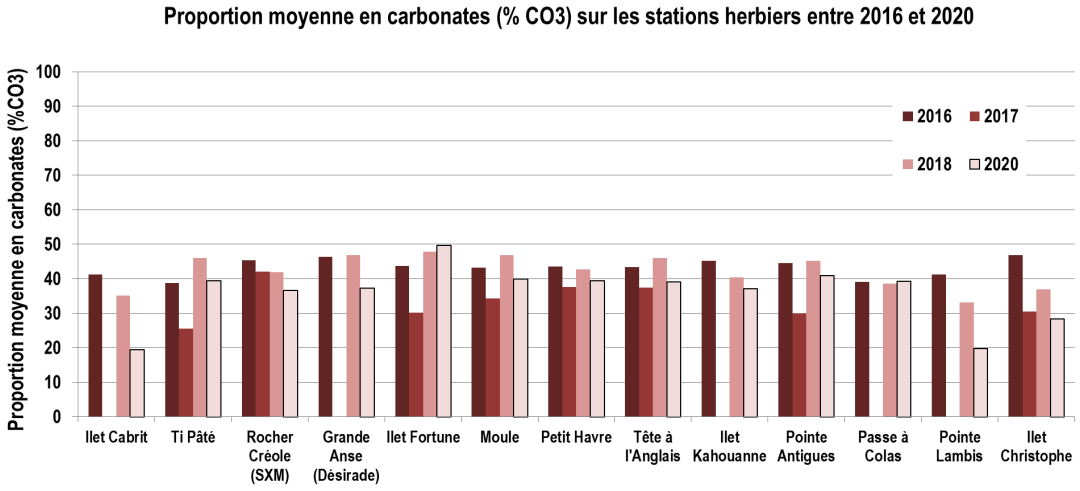


Figure 3.140 : Teneur moyenne en carbonates sur les stations herbiers de 2016 à 2020

En 2020, les teneurs en carbonates au sein des sédiments marins sont comprises entre 19,5% (station Ilet Cabrit) et 49,7 % (station Ilet Fortune) de $CaCO_3$.

Les stations à faible teneur en $CaCO_3$ sont Ilet Cabrit et Pointe Lambis, où les carbonates représentent moins de 20% de la matière sèche. La station Ilet Christophe possède une proportion moyenne de carbonate (28%). La grande majorité des stations (Rocher Créole, Ilet Kahouanne, Grande Anse, Tête à l'Anglais, Passe à Colas, Ti Pâté, Petit Havre, Moule et Pointe d'Antigues) présente des teneurs en carbonates relativement haute (entre 36% et 40%). La station Ilet Fortune se distingue des autres par sa haute teneur en carbonate (environ 50%).

Ces données sont similaires, pour chaque site, avec les résultats des années précédentes. Seules les stations Pointe Lambis et Ilet Cabrit possèdent des teneurs beaucoup plus basses que les années précédentes (environ 20% en 2020 contre plus de 30% en 2018 ou 2016). La station Ilet Christophe présente une teneur légèrement inférieure aux années précédentes (-9% par rapport à 2018), les réplicats possèdent toutefois la plus forte disparité (de 20% pour le transect 3 à 35% pour le transect 1).

Granulométrie

Les fractions granulométriques mesurées dans les sédiments sont présentées dans la figure ci-dessous, pour chaque station. La part d'argile et de limon représente le pourcentage de vase présente dans les sédiments.

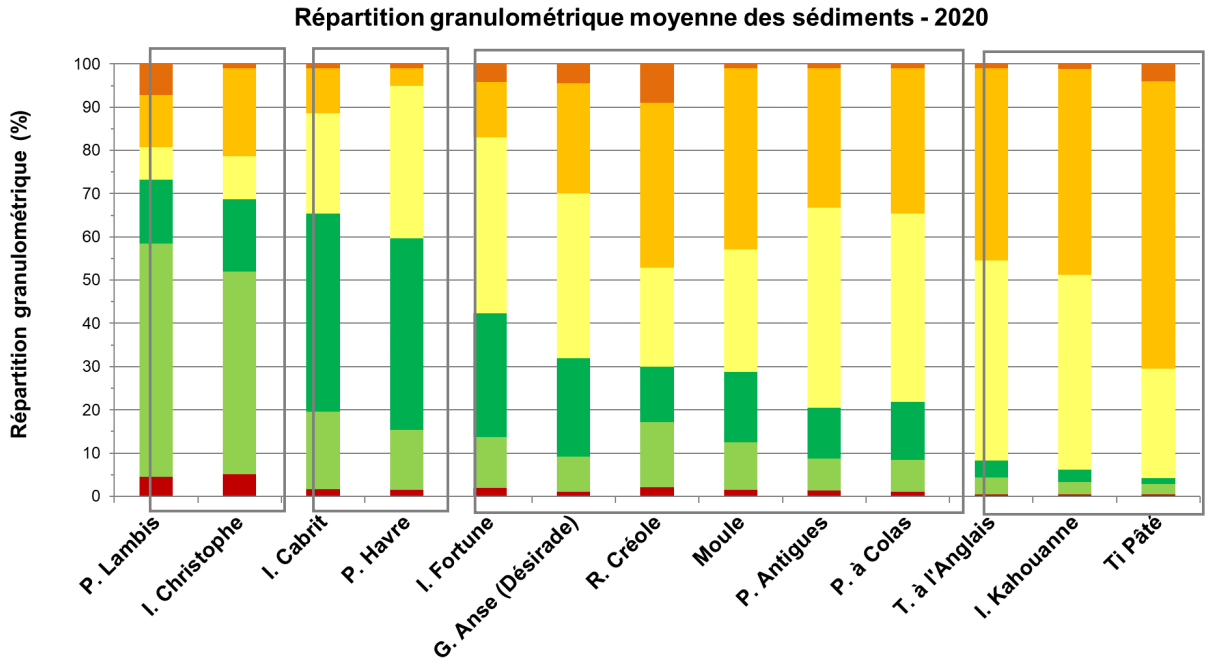


Figure 3.141 : Répartition granulométrique moyenne des sédiments (3 réplicats) sur les stations de suivi herbiers DCE (réseau surveillance) en 2020

Fraction < 2 µm	Argiles	**Argiles**
Fraction 2 - 10 µm	Limons	**Limons**
Fraction 10 - 63 µm		
Fraction 63 - 125 µm	Sables très fins	**Sables fins à très fins**
Fraction 125 - 250 µm	Sables fins	
Fraction 250 - 500 µm	Sables moyens	**Sables moyens**
Fraction 500 - 1000 µm	Sables grossiers	**Sables grossiers à très grossier**
Fraction 1000 - 2000 µm	Sables très grossiers	
Fraction > 2 mm	Graviers / Débris organismes (coraux, algues calcaires, etc.)	**Graviers / Débris organismes (coraux, algues calcaires, etc.)**

.

Les résultats sont globalement cohérents avec ceux des années précédentes. Les fractions les plus grossières (> 2mm et 0,1 – 0,2 µm) apparaissent cependant moins représentées en 2020 par rapport à 2018 ou 2019.

Quatre groupes de stations peuvent être identifiés (regroupés dans la Figure 3.141) selon les caractéristiques granulométriques de leurs sédiments :

- **Les stations dont le sédiment est composé à plus de 50% de limons et d'argiles.** Il s'agit des stations Ilet Christophe et Pointe Lambis, où l'herbier se développe sur un substrat vaseux. Le sédiment est composé d'entités très fines, la part de vase (<63 um) est respectivement de 52% et 58%. Les sables fins à très fins représentent environ 15% du sédiment. Ces deux stations sont situées en fond de baie du Grand Cul-de-Sac Marin, où les apports terrigènes sont nombreux. La très faible agitation participe aussi à la présence de ces sédiment vaseux. La fraction de débris et graviers est relativement élevée sur la station Pointe Lambis, du fait de la présence de très nombreux débris d'algues calcaires *Halimeda sp*..
- **Les stations à sédiments dominés par les sables, mais dont la proportion de sables fins est élevée** (Ilet Cabrit et Petit Havre). Sur ces stations la vase (<63 µm) représente entre 15 et

20% des sédiments. La fraction supérieure (sables fins, de 63 à 250 µm) est majoritaire avec une proportion d'environ 45% sur chaque station. Sur ces 2 stations, la part des sables moyens est non négligeable (fraction 250-500 µm d'environ 30%) alors que les sables grossiers et les débris sont peu présents (fraction > 500 µm de 5 à 10%).

- **Les stations dont les sédiments sont dominés par le sable mais homogène entre les fraction grossière et moyenne** (Ilet Fortune, Grande Anse, Rocher Créole, Moule, Pointe d'Antigues, Passe à Colas). Sur ces stations la fraction fine (limon et argile) compte pour environ 10%, à l'exception de la station Rocher Créole qui présente légèrement plus de vase (17%).
- **Enfin, les stations dont le sédiment est essentiellement composé de sable.** Ces stations sont Ti Pâté, Ilet Kahouanne et Tête à l'Anglais. **Les fractions d'argile et de limon (<63 um) représentent moins de 5%** des sédiments. Les sables moyens et grossiers à très grossiers sont dominants à plus de 90%. Les herbiers de l'Ilet Kahouanne et Tête à l'Anglais se développent sur des platiers rocheux ensablés, qui explique la composition des sédiments. Les sédiments de l'herbier de Ti Pâté sont composés de nombreux débris de coraux et d'algues calcaires *Halimeda sp.,* qui participent à une granulométrie grossière sur cette station.

Globalement, les tendances granulométriques n'évoluent que peu entre les années. Une des principales évolutions est la diminution de la part des débris et des graviers sur l'ensemble des stations. Il est aussi possible de noter une légère augmentation de la part de vase sur l'ensemble du réseau de station.

3.3. Résultats des campagnes de mesures hydrologiques

Des prélèvements d'eau brute ont été réalisés à l'aide d'une bouteille à prélèvement Niskin en sub-surface (<1m) sur chaque station. Les échantillons ont été confiés à l'Institut Pasteur de Guadeloupe qui a sous-traité à LABEO MANCHE la réalisation des analyses de nutriments : Orthophosphates (PO_4), Ammonium (NH_4), Nitrates (NO_3), Nitrites (NO_2), Silicates (SiO_2). La somme des concentrations de NH_4, NO_3 et NO_2 correspond à la concentration en Azote Inorganique Dissous total (ou DIN).

Les mesures *in situ* ont été effectuées à l'aide d'un enregistreur multi-paramètres Aquatroll 500 en sub-surface (0-1 m) et au fond (12 mètres (2-3 m sur Ilet Christophe)). La turbidité a été mesurée *in situ* en surface à l'aide d'un turbidimètre de terrain.

Les stations de Caye à Dupont, Rocroy et Gros Cap ont fait l'objet d'un suivi mensuel, à l'exception des mois de février et avril du fait de contraintes météo et de disponibilité du personnel en février, puis du confinement à partir de mars 2020. Soit 10 campagnes. Les 15 autres stations ont été échantillonnées lors de 5 campagnes en janvier, mars (qui a dû être en partie reportée en mai et juin, à cause du confinement), juillet, septembre et novembre. Pour simplifier les analyses, pour la campagne de « mars », les échantillons (de mars, mai et juin), sont analysés selon le mois de prélèvement et non le mois de la campagne associée. A noter que les stations Large, Pointe des Colibris, et Main Jaune n'ont pas pu être échantillonnées en novembre 2019, du fait de contraintes météorologiques puis de disponibilité des moyens nautiques. L'échantillonnage de ces trois stations a été reporté en février 2020.

3.3.1. Paramètres physico-chimiques généraux

3.3.1.1. Température

Les principaux éléments ressortant de l'année de suivi 2020 sont les suivants :

- **Aucune anomalie de température n'a été constatée**. Les valeurs mesurées sont ainsi comprises entre 26,3°C (Chicot, en surface et au fond en janvier 2020 et Le Moule, au fond en mars 2020) et 29,5°C (Caye à Dupont, en surface en juin 2020). Ces températures sont caractéristiques des masses d'eaux littorales de zone tropicales.
- **Des variations saisonnières de la température sont observées** : le mois d'octobre, suivi du mois de septembre, présentent les températures les plus hautes (saison chaude). Les températures les plus faibles sont globalement enregistrées en mars 2020 sur les stations échantillonnées tous les 2 mois. Sur les stations échantillonnées mensuellement, les valeurs les plus faibles sont observées de janvier à mars selon les stations.
- **Peu de variations sont observées selon la profondeur**. Le différentiel de température est globalement de l'ordre de 0,1°C entre la surface et le fond (-12 mètres ; -3 m sur Ilet Christophe) et inférieur à 0,4°C sur l'ensemble des stations. Un gradient de température relativement élevé est observé sur la station de Caye à Dupont en novembre 2020 (+0,96°C entre 0 et 12 m). A la suite d'un épisode de fortes précipitations, un important apport d'eau douce plus fraîche depuis le bassin versant via les rivières se déversant sur ce secteur de fond de baie du Petit Cul-de-Sac Marin pourrait en être la cause. Un gradient de température mois élevé est relevé à la station de Rocroy en octobre 2020 (-0,70°C entre 0 et 12 m).
- **La température moyenne la plus élevée (moyenne sub-surface et fond)** en 2020 est observée sur la station d'Ilet Christophe (28,6°C).
- **La température moyenne la plus basse** est mesurée sur les stations de Pointe des Colibris et Large (27,9°C).
- **Des températures inférieures à 26°C** ou **supérieures à 30°C n'ont pas été relevées en 2020,** contrairement à 2019.

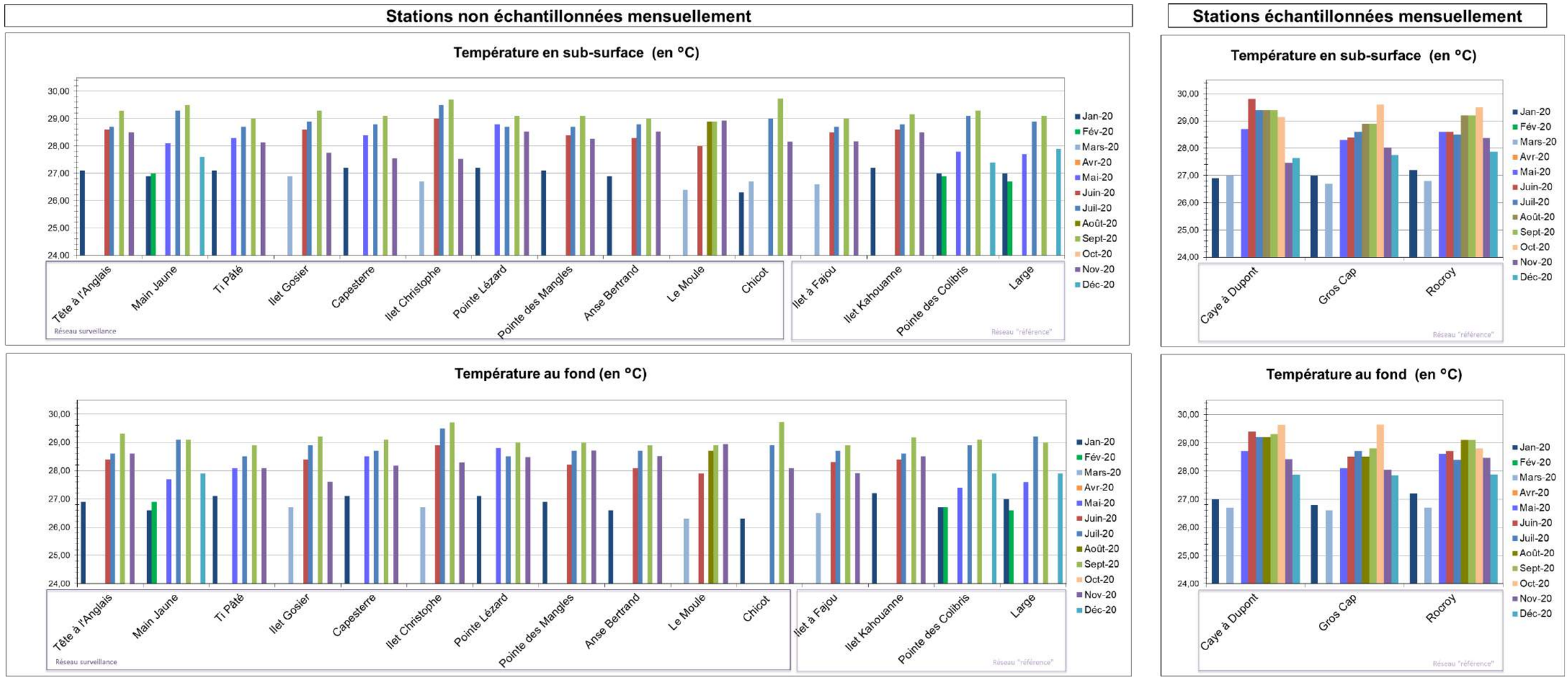


Figure 3.142 : Températures mesurées en surface et au fond sur les stations DCE en 2020

3.3.1.2. Salinité

Les principaux éléments ressortant de ces 12 mois de suivi sont les suivants :

- Les valeurs mesurées sont, toutes profondeurs confondues, comprises entre **28,5 PSU** (Ilet Christophe en, surface, novembre 2020) et **36,0 PSU** (Ilet Christophe, en surface, en juin 2020). Ces valeurs sont caractéristiques des masses d'eaux littorales de zones tropicales.
- **La salinité moyenne la plus élevée** (moyenne sub-surface et fond) en 2020 est observée sur les stations de Main Jaune et Chicot (34,8 PSU).
- **La salinité moyenne la plus basse** est mesurée sur la station de Caye à Dupont (33,8 PSU).
- **Les variations saisonnières de la salinité** présentent un schéma inverse à la température, avec des mesures de salinités plus élevées mesurées entre janvier et juin selon les stations et les plus faibles en juillet et novembre 2020.
- **Les salinités sont globalement constantes selon la profondeur sur la majorité des stations. Des dessalures en surface sont toutefois observées ponctuellement sur la station Ilet Christophe** (**+5,1 PSU** entre la surface et le fond à -3 m) **Caye à Dupont** (**+3,9 PSU** entre 0 et -12 m) **et Capesterre** (**+1,6 PSU** entre 0 et -12 m) **en novembre 2020.** Ces dessalures font suite à de fortes précipitations ; par ailleurs ces trois stations sont potentiellement soumises à des apports d'eau douces accrus lors d'importantes précipitations, du fait de leur situation : Ilet Christophe est située en fond de baie dans le Grand Cul-de-Sac-Marin et Caye à Dupont et Capesterre sont sous influence marquée des rivières de la côte au vent de la Basse-Terre.
- **D'autres dessalures de plus faible ampleur ont ponctuellement été observées (+0,5 à 0,9 PSU de différence entre la surface et le fond).** C'est le cas d'Ilet Christophe (+0,5 PSU) en mars. Les stations de Caye à Dupont en janvier, de Large en juillet, de Caye à Dupont en août, de Anse Bertrand en septembre et d'Ilet Kahouanne et Pointe Lézard en décembre ont présenté une dessalure de + 0,6 PSU. Le différentiel de salinité plus marqué entre la surface et le fond sur Pointe des Mangles en novembre 2020 (+0,9 PSU) pourrait être lié aux fortes pluies et orages de niveau orange, survenus la veille (11/11/2020). En effet, selon Météo France, la veille des prélèvements, le cumul sur les 24 heures précédents, à Port-Louis était de 159 mm de pluie. Les eaux dessalées présentant une densité inférieure, elles sont observées en surface.
- **Des dessalures ponctuelles au fond ont également été observées,** sur la station Ilet Fajou (-0,8 PSU) et Ti Pâté (-0,5 PSU) en novembre 2020.
- **Une valeur de salinité sort de l'intervalle défini** (30-36 PSU : représenté en rouge sur les graphes ci-dessous) : sur la **station Ilet Christophe** en surface en novembre 2020 (28,5 PSU).

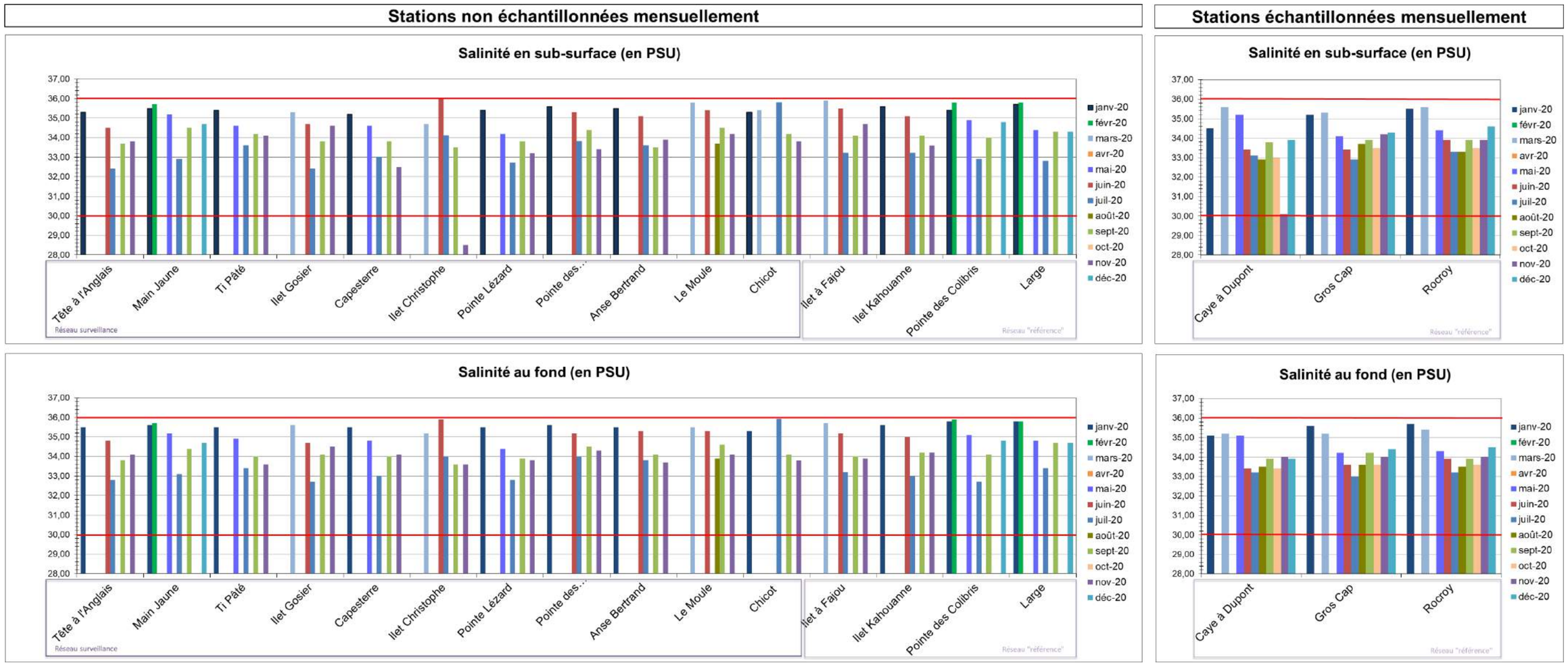


Figure 3.143 : Salinités mesurées en surface et au fond sur les stations DCE en 2020 (en rouge : limite de la fourchette de valeurs « acceptables » proposée pour la DCE en Guadeloupe)

3.3.1.3. Oxygène dissous

Les principaux éléments ressortant de ces 12 mois de suivi sont les suivants :

- **Aucun phénomène d'eutrophisation n'a été constaté.** Les teneurs en oxygène mesurées apparaissent relativement homogènes en fonction des stations, avec des valeurs comprises entre **4,6 mg/L** (Ilet Fajou au fond, novembre 2020) et **8,2 mg/L** (Large au fond, en janvier 2020). Cette valeur est légèrement plus élevée que les valeurs « normales » mesurées en zone littorale aux Antilles.
- **Aucune tendance saisonnière ne semble se dégager pour ce paramètre.** Il semble que les teneurs moyennes en O_2 dissous en sub-surface et au fond mesurées lors des campagnes de **janvier, février, et juillet 2020 soient supérieures** à celles mesurées le reste de l'année (respectivement 7,8, 7,8 et 7,7 mg/L en surface et 7,9, 7,9, et 7,8 mg/L au fond). A noter qu'à partir de **septembre 2020, une sonde Aquatroll 500 a été utilisée**. Depuis, les concentrations en O_2 sont moins élevées et varient en moyenne **entre 6 et 6,5 mg/L**. Concernant les données de **sub-surface**, ces mesures ont été effectuées par mer formée et grand soleil, l'oxygénation de la couche d'eau était donc optimale. Lors des suivis précédents, aucune tendance saisonnière ne semblait se dégager pour ce paramètre sur la base des 1res données acquises (Pareto *et al.*, 2009, 2013 et 2015, Créocéan, 2017, 2018).
- Les concentrations mesurées sont globalement homogènes sur la colonne d'eau. **Toutefois, on relève généralement des concentrations légèrement plus élevées et moins stables en surface qu'au fond.** Elles résultent probablement (i) de l'effet du vent et de l'agitation et (ii) d'une activité photosynthétique plus importante en surface sous l'action de la lumière. Cette dernière entraîne par ailleurs des variations journalières assez importantes des teneurs en O_2 (non étudiées dans le cadre de la DCE). Dans le cycle de l'oxygène, le minimum est en effet observé en fin de nuit en raison de la consommation d'O_2 par les organismes autotrophes. Il est aussi possible d'observer ponctuellement une diminution de la concentration en O_2 dissous à proximité du fond, témoignant probablement de la reprise matinale de la consommation d'O_2 par les organismes autotrophes benthiques. Tel est le cas des stations **Ilet Fajou et Caye à Dupont**, avec une différence respectivement de -1,6 mg/L et -0,9 mg/L entre la surface et 12 m mesurée lors de la campagne de **novembre 2020**. Il en est de même pour les stations de Main Jaune et de Caye à Dupont en décembre 2020, avec des valeurs de -0,5 mg/L et -1,4 mg/L de différence en la surface et le fond à 12 m.
- **La concentration moyenne la plus faible lors de ces campagnes** (moyenne sub-surface et fond) a été mesurée sur les stations Ilet Christophe et Ilet Fajou (6,6 mg/L). La station Ilet Christophe, en fond de baie et peu profonde (3 m), présente régulièrement des teneurs en O_2 dissous inférieures aux autres stations, plus particulièrement au fond. Le renouvellement des eaux est limité sur cette station et les apports saisonniers accrus d'eau douce moins oxygénée en saison des pluies contribuent à ces faibles concentrations.
- **La station Large affiche la concentration moyenne** (moyenne sub-surface et fond) **la plus élevée sur cette période** (7,4 mg/L). Cette station est souvent soumise à une mer agitée, favorisant l'oxygénation de l'eau. De plus, elle est située loin de toute source d'eutrophisation pouvant faire diminuer la concentration en oxygène.
- Toutes les concentrations mesurées en 2020 sont supérieures au seuil provisoire de **très bon état** pour ce paramètre, à l'exception de la concentration mesurée à la station Ilet Fajou (4,63 mg/L) en novembre, au fond, qui correspond à un **bon état pour ce paramètre**.

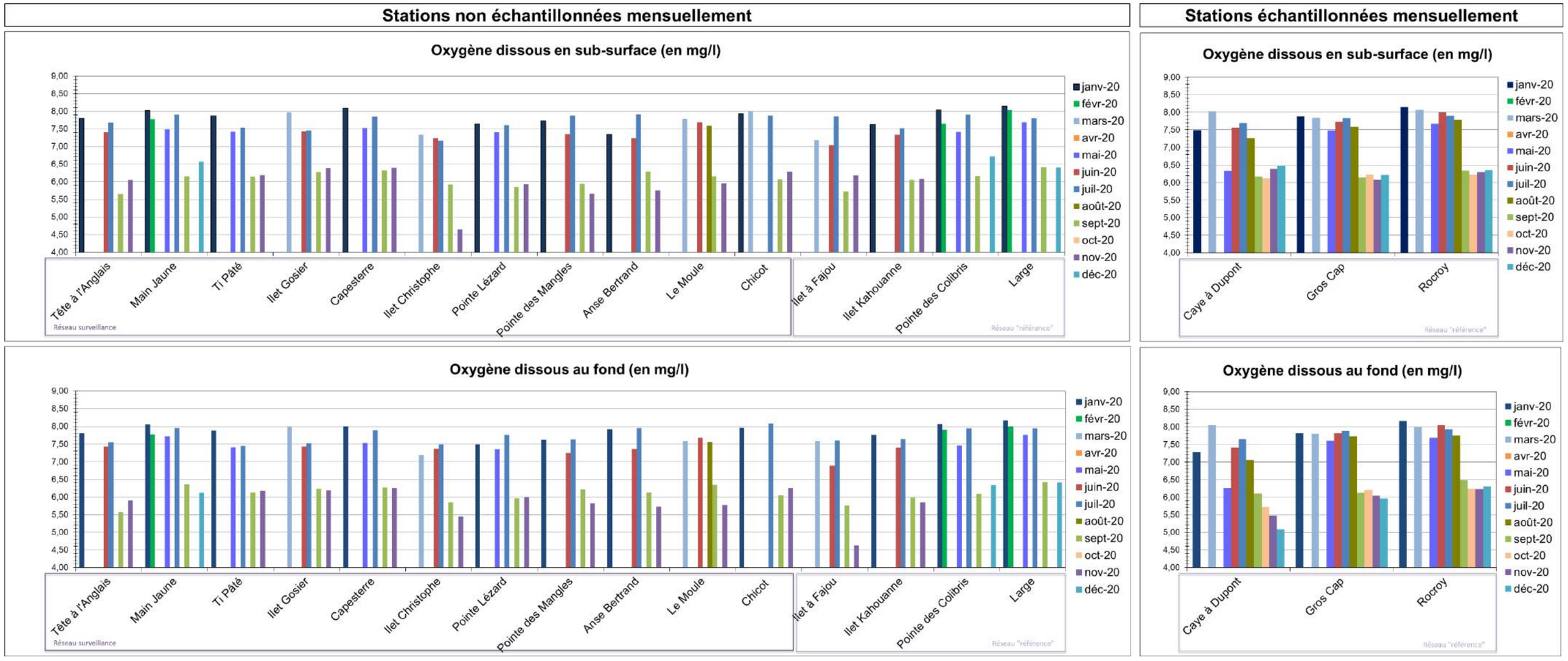


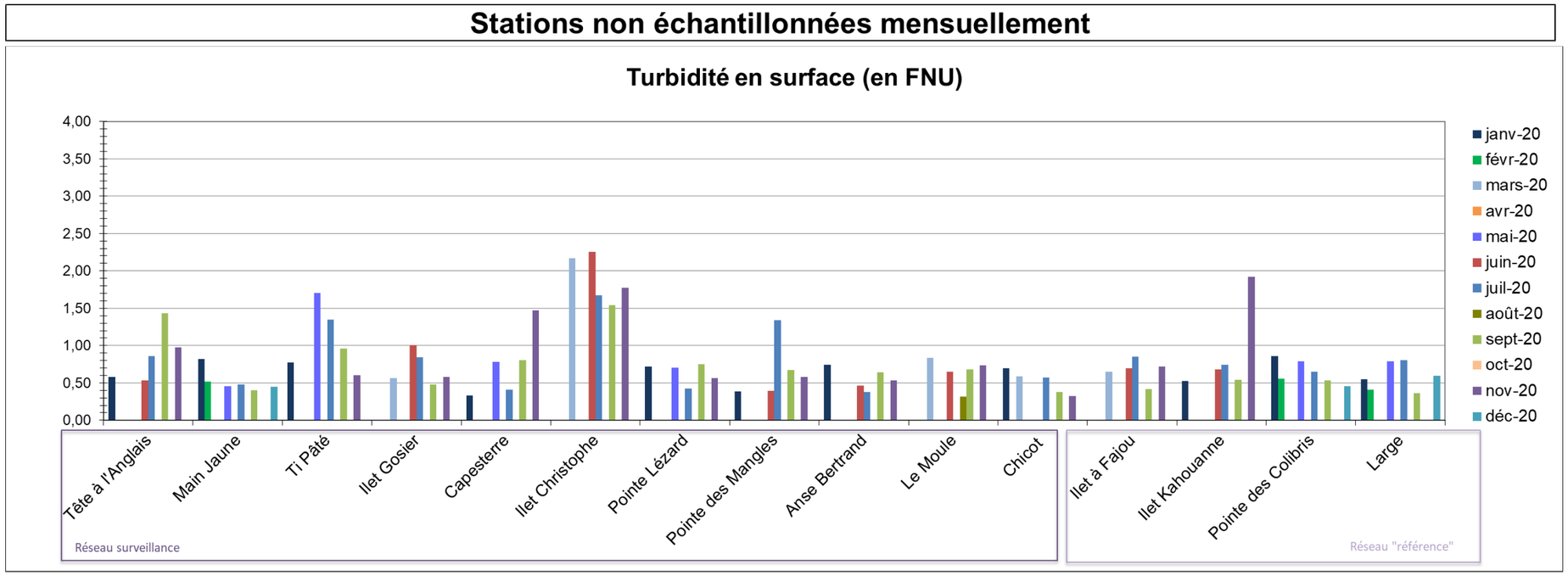
Figure 3.144 : Teneurs en O_2 dissous mesurées en surface et au fond sur les stations DCE en 2020

3.3.2. Charge particulaire (turbidité)

Les principaux éléments ressortant de ces 12 mois de suivi sont les suivants :

- **Les valeurs mesurées apparaissent relativement faibles et homogènes** (<0,7 FNU) sur la majorité des stations, mettant en évidence une bonne transparence des eaux de surface. Cependant ces dernières sont en moyenne plus élevées qu'en 2019.
- Les valeurs mesurées sont comprises entre **0,32 FNU** (Le Moule, en août et Chicot en novembre 2020) et **2,26 FNU** (Ilet Christophe, juin 2020). Ces valeurs sont caractéristiques de zones littorales modérément soumises à des apports de particules d'origine terrigène, avec des valeurs ponctuellement élevées à la suite d'épisodes pluviométriques marqués. Ce résultat ne peut toutefois être extrapolé ni à toute la colonne d'eau, ni à des zones plus proches de la côte que les stations échantillonnées.
- **Les variations saisonnières semblent globalement peu marquées entre ces campagnes**. En novembre, la moyenne mensuelle est la plus élevée avec **0,95 FNU.** Le mois d'août est caractérisé par la moyenne mensuelle la plus basse avec **0,4 FNU**. Les mois de mars et de juin 2020 présentent une moyenne mensuelle de 0,9 FNU.
- **La station de l'Ilet Christophe présente la valeur moyenne de turbidité sur l'année la plus élevée** (2,21 FNU). Cette station est soumise à des apports d'eau douce turbide (grandes rivières se jetant dans le GCSM) qui sont partiellement piégées sur cette zone de fond de baie. Le matériel terrigène s'accumulant dans le GCSM est généralement déplacé vers ce secteur du fond du GCSM, d'où une charge particulaire élevée observée de manière récurrente sur cette zone : 2,17 FNU en mars, 2,26 FNU en juin et 1,77 FNU en novembre 2020.

  Les stations Ti Pâté et Caye à Dupont présentent aussi des moyennes annuelles élevées (respectivement de 1,24 et 0,96 FNU).
- **La station Pointe des Mangles présente la valeur moyenne de turbidité la plus basse en 2020** (0,39 FNU).
- Plusieurs stations présentent des valeurs de charge particulaire en surface relativement élevées, notamment probablement en lien avec des conditions de houles et vents modérées lors de la période de prélèvement sur ces stations (remise en suspension des particules). Notamment :
  - La station Tête à l'Anglais en septembre 2020 (1,43 FNU) ;
  - La station Ti Pâté en mai et juillet 2020 (1,71 FNU et 1,35 FNU) ;
  - La station Capesterre en novembre 2020 (1,47 FNU) ;
  - La station Pointe des Mangles en juillet 2020 (1,34 FNU) ;
  - La station Ilet Kahouanne en novembre 2020 (1,92 FNU) ;
  - La station de Caye à Dupont en juin et novembre 2020 (1,49 FNU et 1,73 FNU) ;
  - La station Rocroy en mars 2020 (1,03 FNU).
- Les stations d'Ilet Christophe, Caye à Dupont et Capesterre ont également présenté une valeur de charge particulaire relativement élevée en surface en novembre 2020 (respectivement de 1,77 FNU, 1,73 FNU et 1,47 FNU), parallèlement à une dessalure sensible en surface (de +5,1 PSU entre 0 et 3 m, +3,9 PSU et +1,6 PSU entre 0 et 12 m). Ces résultats semblent mettre en évidence l'apport sur ces secteurs de grandes quantités d'alluvions par les eaux de pluie du bassin versant et ainsi l'incidence marquée des rivières du nord de Basse-Terre sur les stations de Capesterre et Caye à Dupont.



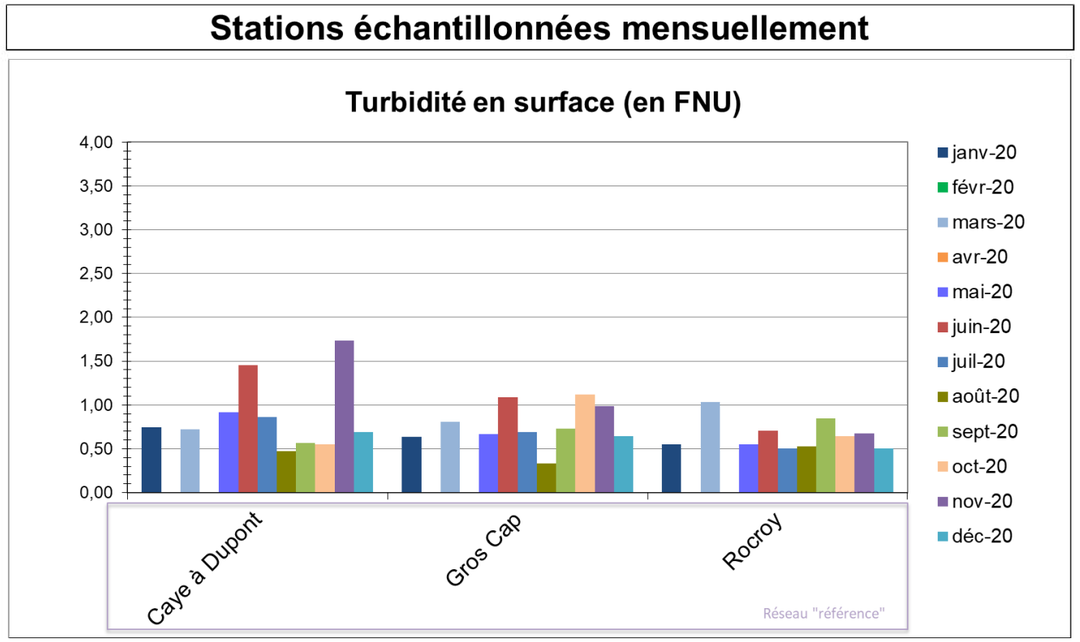


Figure 3.145 : Turbidités mesurées en surface sur les stations DCE en 2020

3.3.3. Enrichissement minéral

Les résultats suivants ont été obtenus par des méthodes de dosage Ifremer (Aminot, 2004 et 2007). Depuis novembre 2019, à la suite de soucis de sous-effectif le laboratoire de l'Institut Pasteur de Guadeloupe (IPG) sous-traite l'analyse des échantillons au laboratoire LABEO MANCHE. CREOCEAN a été informé de cet état de fait a posteriori des premières analyses concernées. Les limites de quantification sont plus élevées que celles de l'IPG et sont résumées dans le Tableau 3.7 pour chaque paramètre.

Tableau 3.7 : Limites de quantification pour l'analyse des nutriments de l'IPG et de LABEO MANCHE

Paramètre	LQ IPG (µmol/l)	LQ LABEO MANCHE (µmol/l)
Ammonium	0,1	0,3
Nitrates + Nitrites	0,05	0,18
Nitrates NO_3		0,16
Nitrites NO_2		0,02
Orthophosphates	0,05	0,05
Orthosilicates	0,5	-

Les résultats d'analyse de PO_4 ont été obtenus par des méthodes de dosage IFREMER (Aminot et Kerouel, 2004), avec une Limite de Quantification (LQ) conforme au cahier des charges. **Pour NO_2 et NO_3, la méthode d'analyse diffère de celle habituellement mis en œuvre et les LQ du laboratoire sont différentes de celles de l'IPG. De même pour NH_4, la méthode d'analyse est similaire à celle mise en œuvre par l'IPG mais la LQ est supérieure**.

La somme des concentrations de NH_4^+, NO_3^- et NO_2^- correspond à la concentration en Azote Inorganique Dissous total (ou DIN). Ainsi avec la modification des limites de quantifications, nous passons d'une LQ **de 0,15 µmol/L à 0,48 µmol/L** pour les DIN.

Outre ce changement de LQ lié à la sous-traitance des analyses par l'IPG, l'année 2020 a été ponctuée de plusieurs problèmes dans le cadre des analyses en laboratoire. Ces problèmes ont fait l'objet de nombreux échanges avec l'ODE qui a été tenu informé des problèmes et mesures prises pour les pallier :

- Les analyses des orthophosphates n'ont pas été effectuées sur les stations Ilet Gosier et Rocroy en juin, ainsi que sur les stations Ilet Fajou, Ilet Kahouanne et Rocroy en juillet, car les flacons ont été cassés lors des envois de l'IPG à LABEO MANCHE.
- Les silicates n'ont pas été analysés sur l'échantillon d'Ilet Kahouanne en juillet 2020 (problème interne à l'IPG).
- Les analyses de nutriments hors silicates sur 12 échantillons de septembre 2020 (Main Jaune, Ilet Gosier, Ilet Christophe, Pointe Lézard, Anse Bertrand, Pointe des Mangles, Ilet Fajou, Rocroy, Pointe des Colibris, Large, Chicot et Le Moule) n'ont pas pu être réalisées car les échantillons ont été égarés lors de l'envoi de l'IPG à LABEO MANCHE.
- A noter que CREOCEAN a été informé que les échantillons du mois de novembre sont arrivés décongelés au laboratoire en métropole ; il est probable que d'autres échantillons aient également subi une décongélation lors d'autres campagnes.

Lors du traitement des données, les mesures inférieures aux seuils de quantification du laboratoire, sont considérées comme étant égales à la valeur des seuils de quantification considérés.

NB : Pour les campagnes 2020, l'IPG a réalisé le dosage des silicates solubles (SiO_2) et non des orthosilicates (SiO_4) comme cela était prévu. Pour ces deux titrages, la quantité de silice mesurée est la même.

Les principaux éléments ressortant de ces 12 mois de suivi sont les suivants :

3.3.3.1. Azote total

- Les concentrations en Azote total apparaissent globalement faibles, variant de la limite de quantification **0,48 µmol/L** sur plusieurs stations, à **11,67 µmol/L** en janvier 2020 sur Tête à l'Anglais. Ces valeurs mettent en évidence un enrichissement modéré des eaux de surface sur la majorité des stations de suivi, à quelques exceptions près. Elles sont globalement caractéristiques de zones tropicales oligotrophes.
- Les **moyennes annuelles les plus élevées** sont mesurées sur les stations de **Tête à l'Anglais** (2,86 µmol/L) et **Chicot** (2,48 µmol/L ; 8,24 µmol/L en mars 2020). La moyenne a quadruplé par rapport à celle de 2019 Tête à l'Anglais et a quintuplé pour la station de Chicot.

  Pour les stations de Capesterre, Ilet Christophe, Caye à Dupont et Moule, les concentrations moyennes en DIN mesurées apparaissent très élevées (> 1 mol/L) compte tenu du caractère oligotrophe des eaux littorales de Guadeloupe. Sur les stations de Capesterre (moyenne de 1,48 µmol/L) et Le Moule (moyenne de 1,67 µmol/L), **les valeurs moyennes sont notamment dues à une concentration particulièrement élevée en juillet 2020** (Capesterre : 4,68 µmol/L) et en **août 2020** (Moule : 4,90 µmol/L) **et liées à une concentration en ammonium anormalement élevée** (respectivement de 4,5 µmol/L et 4,72 µmol/L).

  Ces fortes valeurs pourraient être le fait d'une anomalie qui a pu intervenir soit :

  - Lors du prélèvement (contamination) ;
  - Dans le cadre de la conservation des échantillons (condition et délai avant analyse) ;
  - Ou lors de l'analyse des échantillons (contamination ou anomalie analytique).

  Il s'agit en effet de composés instables, nécessitant un mode de conservation adéquat et un dosage dans un délai imparti pour assurer la fiabilité de l'analyse.

  L'ensemble de la procédure de prélèvement a été respecté ainsi que le délai d'acheminement des échantillons au laboratoire ; il n'y a pas eu de rupture dans la chaîne du froid jusqu'au dépôt au laboratoire, comme en atteste le carnet de terrain. Pour rappel, plusieurs échantillons ont été réceptionnés décongelés à LABEO MANCHE.

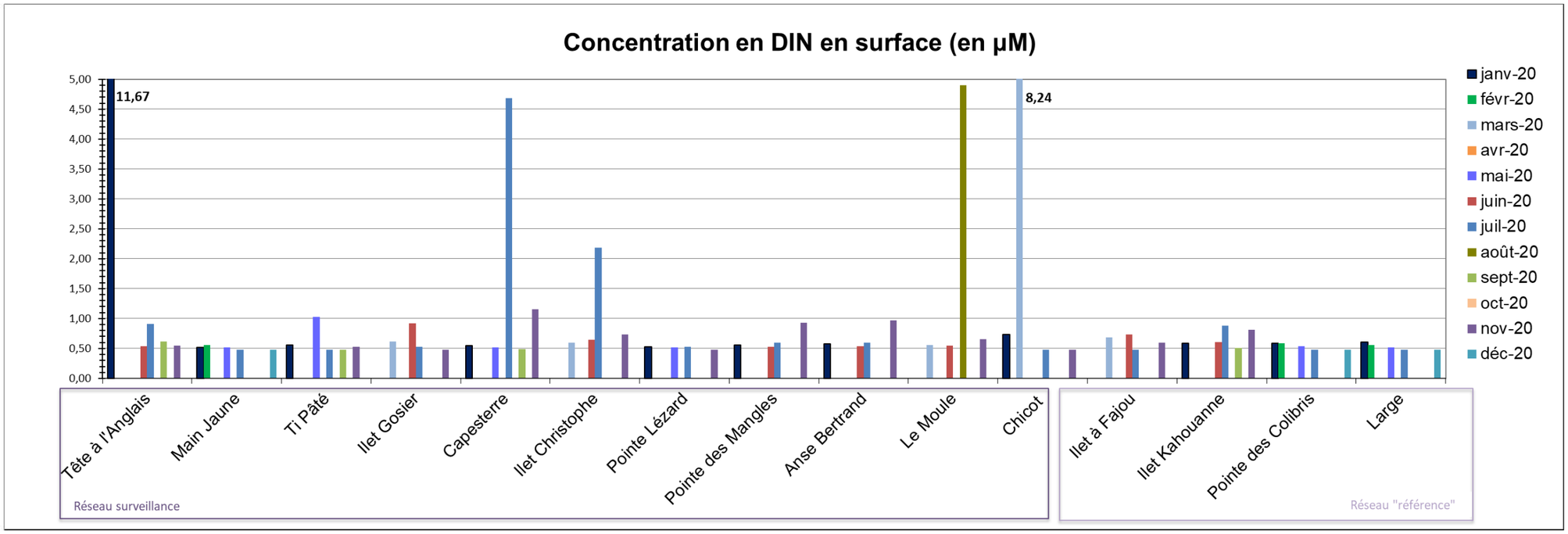
- Pour **Caye à Dupont,** six valeurs relativement élevées ont été mesurées **en janvier, mars, mai, août, septembre et novembre 2020** (>1 µmol/L). Pour la station de Caye à Dupont, ce sont **les valeurs importantes en nitrites et nitrates (NO_2^-+NO_3^-) qui influencent les concentrations en DIN** (> 0,63 µmol/L). Pour les mois de **mars et août, les concentrations d'ammonium sont plus importantes** (0,80 µmol/L en mars et 2,62 µmol/L en août 2020).
- **Des valeurs ponctuelles modérées (>1,0 µmol/L)** ont également été observées sur certaines stations :

  - En mai 2020 sur la station de Ti Pâté (1,03 µmol/L) ;
  - En novembre 2020, à la station de Capesterre (1,16 µmol/L).

  Les fortes pluies et orages du 11 novembre 2020 pourraient en partie expliquer les concentrations relativement élevées en novembre aux stations Caye à Dupont et Capesterre (prélevées le 17 novembre 2020) avec **une pluviométrie de 217 mm cumulée en 24 heures** à Capesterre-Belle-Eau (station météorologique du Carbet).

Il est probable que les résultats nutriments de 2020 aient été biaisés par les conditions non conformes d'acheminement des échantillons de l'IPG vers son sous-traitant en métropole. A titre indicatif, les valeurs de DIN de l'année 2018 ne dépassaient pas 1,85 µmol/L (CREOCEAN, 2019).

Stations non échantillonnées mensuellement



Stations échantillonnées mensuellement

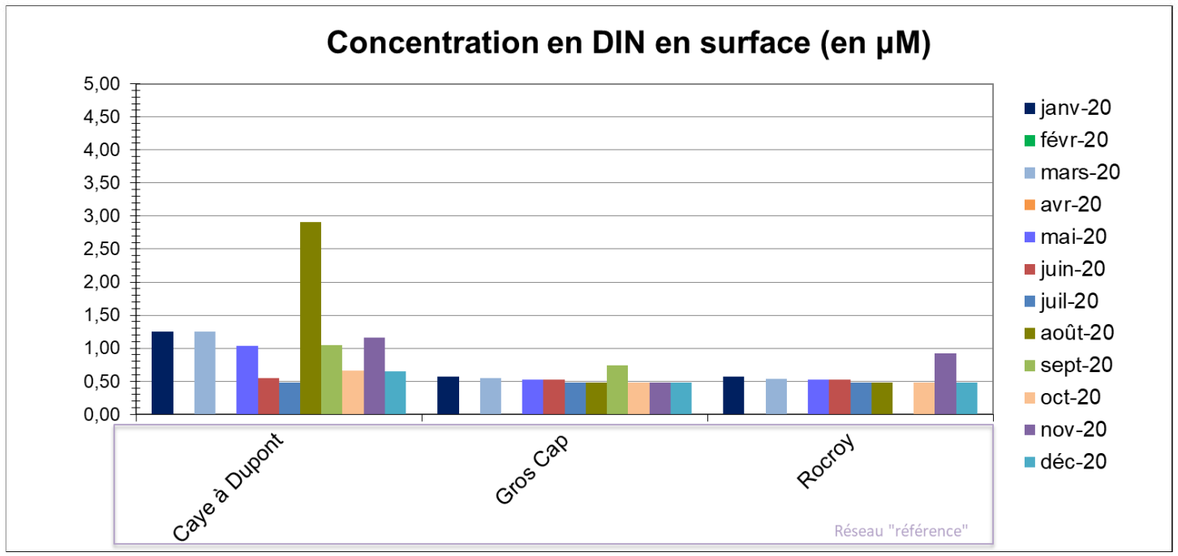


Figure 3.146 : Concentrations en DIN mesurées en surface sur les stations DCE en 2020

3.3.3.2. Orthophosphates

Pour les échantillons suivants, l'IPG n'a pas reçu les résultats du sous-traitant pour les analyses orthophosphates et le sous-traitant n'ayant pas conservé d'échantillon l'IPG n'a pas pu rendre de résultats (mail de l'IPG datant du 11/01/2021) :

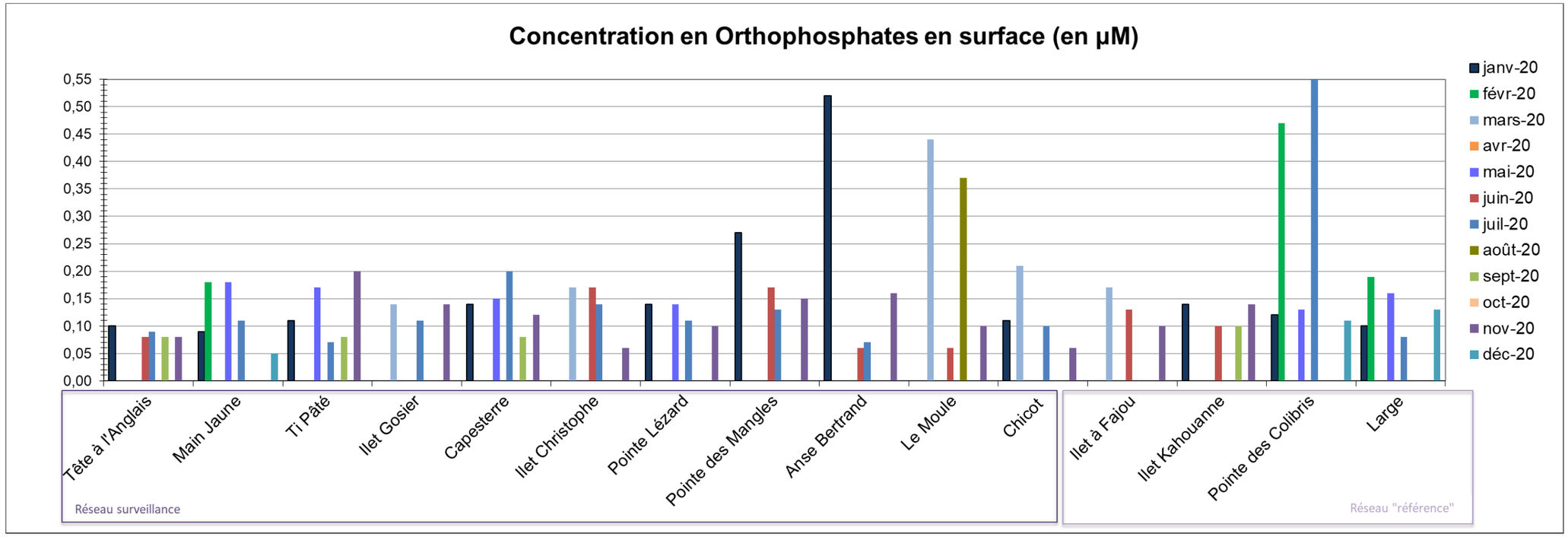
- Ilet Gosier et Rocroy en juin 2020 ;
- Ilet à Fajou, Ilet Kahouanne et Rocroy en juillet 2020.

Par ailleurs, 12 échantillons de septembre ont été égarés lors des envois à LABEO MANCHE par l'IPG.

- Les concentrations en orthophosphates varient entre la Limite de Quantification (LQ) du laboratoire de **0,05 µmol/L** (Main Jaune et Gros Cap en décembre 2020) et **1,15 µmol/L** (Pointe des Colibris en juillet 2020).
- **Seule la station de Tête à l'Anglais, présente une moyenne annuelle inférieure à 1 µmol/L,** avec une concentration de **0,09 µmol/L**. Alors qu'en 2019, six stations présentaient des moyennes annuelles comprises entre 0,05 et 0,07 µmol/L.
- **La station de Pointe des Colibris présente la plus forte moyenne annuelle de 0,40 µmol/L**. Cette observation est corrélée à une forte concentration relevée en juillet 2020, de 1,15 µmol/L. En 2019, c'était la station de Caye à Dupont qui détenait la plus forte moyenne annuelle avec une concentration deux fois moins élevée, de 0,20 µmol/L.
- **Des concentrations élevées (supérieures ou égales à 0,20 µmol/L)** ont été mesurées aux stations :
  - Pointe des Mangles (0,27 µmol/L) et Anse Bertrand en janvier 2020 (0,52 µmol/L) ;
  - Pointe des Colibris (0,47 µmol/L) en février et (1,15 µmol/L) en juillet 2020 ;
  - Le Moule (0,44 µmol/L), Chicot (0,21 µmol/L) et Gros Cap (0,47 µmol/L) en mars 2020 ;
  - Capesterre (0,20 µmol/L) et Caye à Dupont (0,30 µmol/L) en juillet 2020 ;
  - Ti Pâté (0,20 µmol/L) en novembre 2020.
- En 2019, les concentrations dépassaient rarement les 0,22 µmol/L (à l'exception d'un pic à 1,51 µmol/L).

Il est probable que les résultats nutriments de 2020 aient été biaisés par les conditions non conformes d'acheminement des échantillons de l'IPG vers son sous-traitant en métropole.

Stations non échantillonnées mensuellement



Stations échantillonnées mensuellement

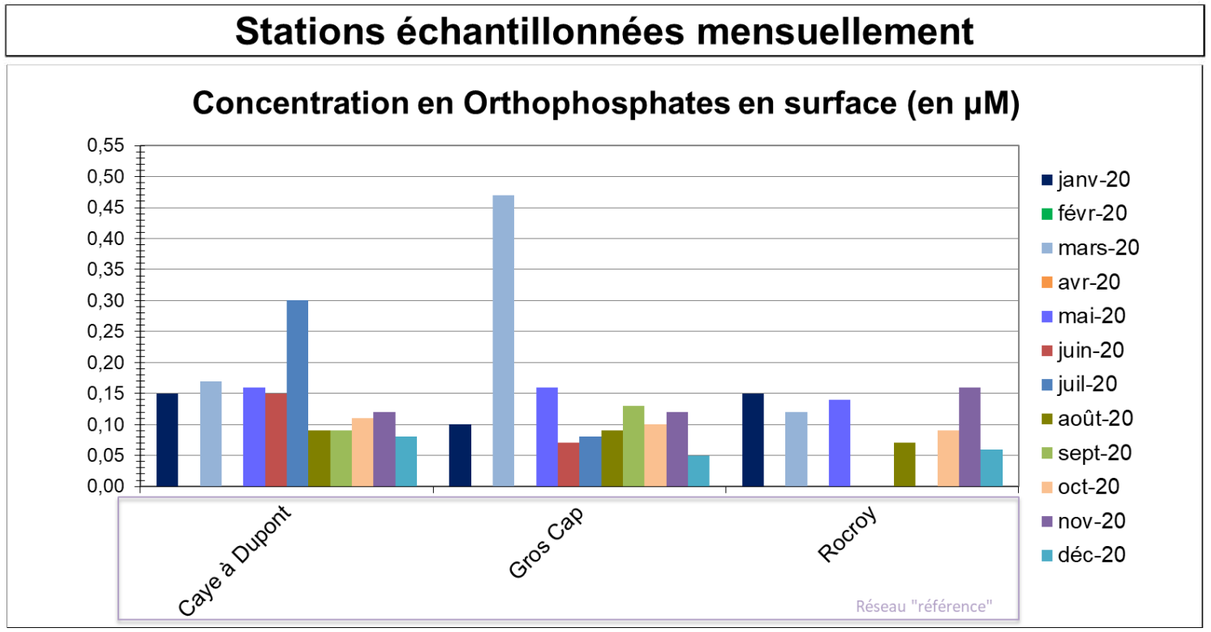
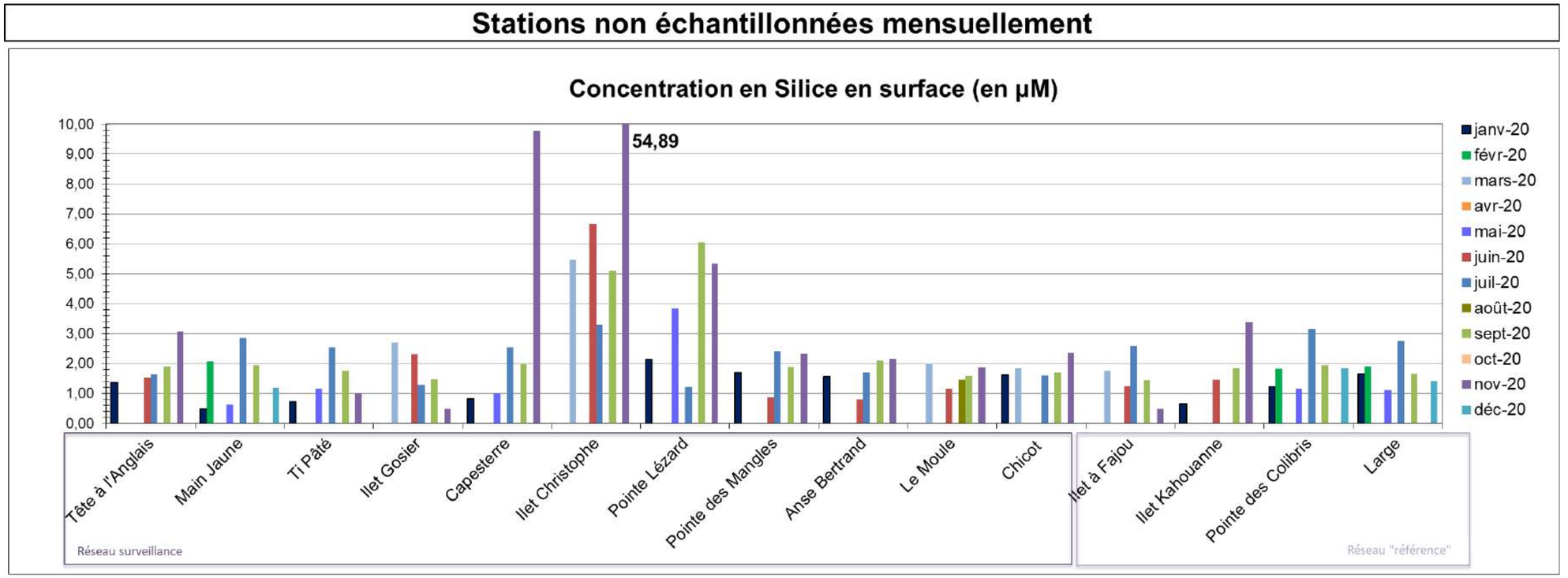


Figure 3.147 : Concentrations en Orthophosphates mesurées en surface sur les stations DCE en 2020

3.3.3.3. Orthosilicates

Les analyses d'orthosilicates **n'ont pas été réalisées pour la station d'Ilet Kahouanne en juillet 2020,** car le délai de mise sous essai des échantillons pour l'analyse n'a pas été respecté à la suite d'un problème analytique sur la chaîne de mesure flux (cf. mail de l'IPG)

- Les concentrations en orthosilicates varient de **0,5 µmol/L** (LQ, Main Jaune en janvier 2020, Ilet Gosier et Ilet Fajou en novembre 2020) à **54,89 µmol/L** (Ilet Christophe en novembre 2020).
- La station présentant la **concentration moyenne annuelle la plus faible** est la station Ti Pâté (1,44 µmol/L).
- La station présentant la **concentration moyenne annuelle la plus élevée** est la station Ilet Christophe (15,09 µmol/L). A noter que cette station est sous influence marquée des rivières se déversant dans le Grand Cul-de-Sac Marin. Les concentrations sont supérieures en janvier, mars, juin et novembre 2020 (respectivement 5,48 µmol/L, 6,68 µmol/L et 54,89 µmol/L).
- Des concentrations relativement élevées ont également été mesurées sur :
  - Caye à Dupont en janvier (9,27 µmol/L), octobre (6,41 µmol/L), novembre (21,25 µmol/L) et décembre 2020 (7,53 µmol/L) : cette station est sous influence marquée des rivières de la côte au vent de la Basse-Terre ;
  - Capesterre en novembre 2020 avec une concentration de 9,78 µmol/L, à la suite d'un cumul de précipitation de 217 mm le 11 novembre 2020 ;
  - Pointe Lézard en octobre 2020 (6,41 µmol/L).
- De manière générale, les concentrations en orthosilicates mesurées en 2020 sont moins élevées que celles de l'année précédente.



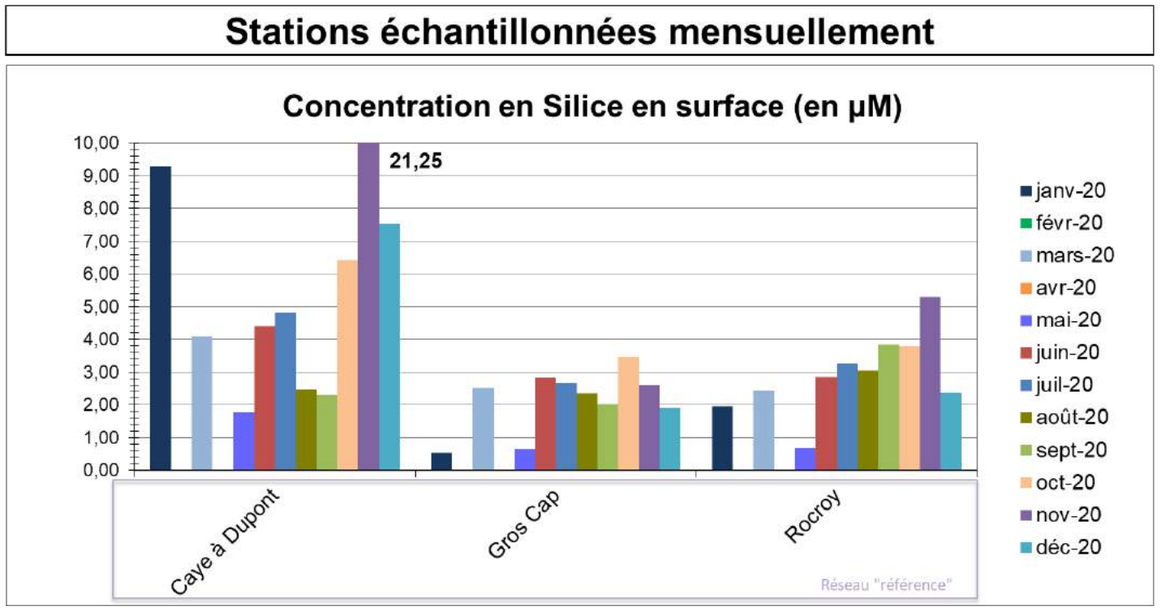


Figure 3.148 : Concentrations en Orthosilicates mesurées en surface sur les stations DCE en 2020

4. Règles d'évaluation et test des éléments nécessaires à la définition de l'état écologique partiel d'une MEC en Guadeloupe

4.1. Généralités

4.1.1. Etat d'avancement dans les Antilles

L'évaluation de l'état écologique d'une masse d'eau selon les exigences DCE doit être adaptée à chaque type de masse d'eau et nécessite la mise en place préalable des éléments suivants :

- Détermination des éléments tels que paramètres, indices, métriques qui vont permettre de juger des états biologiques, physico-chimiques et hydromorphologiques ;
- Définition pour ces indices des valeurs de référence, c'est à dire présentes dans des conditions non ou très peu perturbées ;
- Définition des valeurs seuils des différentes classes d'état pour chaque indice (5 classes pour la biologie et 3 classes minimum pour la physico-chimie) ;
- Agrégation / combinaison des indices pour obtenir la classe de qualité de l'indicateur (un indicateur pour chaque élément de qualité).

Par ailleurs, pour permettre de comparer ces résultats entre les États membres, les valeurs de paramètres biologiques doivent être exprimées sous forme de **Ratios de Qualité Écologique** (RQE ou EQR) : valeur numérique entre zéro (mauvais état écologique) et 1 (très bon état).

Dans les DOM, la définition d'indices pertinents pour qualifier l'état écologique d'une masse d'eau et de certains protocoles de suivis est toujours en cours, notamment en ce qui concerne les indicateurs communautés coralliennes et herbiers.

En ce qui concerne le phytoplancton et les paramètres physico-chimiques, IFREMER a entamé un travail de définition des grilles de qualité spécifiques, sur la base des données bancarisées dans la BD Quadrige 2. Pour les autres éléments de qualité biologique (benthos et herbiers), un certain nombre d'indices, grilles de qualité correspondantes et méthodologies d'agrégation a été testé en Martinique à partir de 2010 (Impact-Mer et Pareto, 2010) et affiné au fur et à mesure des suivis. Les grilles provisoires ainsi définies ont été testées avec les données de Guadeloupe pour la 1re fois en 2014. Les grilles actuellement proposées sont reprises pour la plupart des paramètres dans le Guide REEL paru en 2018 (MTES, 2018c).

Les indicateurs, indices, métriques, grilles de classification et règles d'évaluation utilisés dans le cadre de la présente étude sont ceux figurant dans le Guide REEL, complétés par les récents échanges entre IFREMER, IMPACT-MER et CREOCEAN dont l'objectif était de préciser certaines règles et aboutir à une mise en œuvre commune à la Martinique et la Guadeloupe (Allenou *et al.*, 2020 et IFREMER, 2020).

L'ensemble de ces éléments est détaillé dans le présent chapitre pour chaque élément de qualité.

Les évaluations de qualité pour chaque indicateur, réalisées sur la base des éléments de cadrage disponibles à ce jour, ont fait l'objet d'une **analyse critique** (cohérence des classements notamment vis à vis des observations de terrain et de la connaissance du contexte et des pressions).

A noter que les méthodologies de calcul (métriques, méthodes d'agrégation) et les grilles de qualité (valeurs références, seuils) **sont provisoires et feront l'objet de discussions et d'améliorations** au fil des années de suivi pour aboutir à une validation au niveau national.

4.1.2. Chronique de données à utiliser pour l'évaluation

Pour évaluer l'état écologique des masses d'eau littorales, l'Annexe 9 de l'Arrêté du 27 juillet 2018 (modifiant l'Arrêté du 25/01/10) précise qu'on utilise **les données des six années consécutives les plus récentes pour lesquelles on dispose de données validées. A défaut de celles-ci, on utilise les données disponibles et validées de la ou des années les plus récentes**.

Le guide REEL (MTES, 2018) précise toutefois que :

- Pour les éléments de qualité phytoplancton et physico-chimiques, la série à utiliser pour calculer l'état à l'année « n » est constituée des données des 6 dernières années ;
- Pour l'élément de qualité benthos récifal, la série à utiliser pour calculer l'état à l'année « n » est constituée des données du dernier diagnostic. L'agrégation temporelle pour un diagnostic est réalisée en faisant la moyenne des indices sur 6 années.

La méthodologie figurant dans le guide REEL est retenue dans le cadre de l'évaluation provisoire de l'état des masses d'eau DCE. Ainsi, **ce sont les données des 6 dernières années qui sont prises en compte (et non des 6 dernières années pour lesquelles des données sont disponibles** ; par exemple : pas de données en 2015), soit la chronique 2015-2020 dans le cadre de l'évaluation de l'état à l'année 2020.

NB : les évaluations de l'état écologique menées avant 2017 s'appuyaient sur les résultats des 6 années glissantes, pour lesquelles des données étaient disponibles, pour l'ensemble des indicateurs.

4.1.3. Principes d'agrégation spatiale au sein d'une même masse d'eau

D'après le guide REEL (MTES, 2018c), généralement, lorsqu'une ME est munie de plusieurs sites de suivi représentatifs de l'état de la masse d'eau, la classe d'état écologique de la masse d'eau est déterminée par la classe d'état la plus basse de ces sites. Il existe toutefois des règles d'agrégation différentes pour certains éléments de qualité et certains types de ME, dont les ME des départements d'Outre-Mer.

Pour le cas de l'indicateur communautés coralliennes, le guide REEL parle de la sélection d'une seule valeur par ME/année/mois, sans plus de précision dans la fiche-indicateur correspondante. La note de cadrage établie à la suite d'échanges entre CREOCEAN, IMPACT-MER et IFREMER pour l'évaluation réalisée fin 2019 (Allenou *et al.*, 2020) précise, lorsqu'il y a plusieurs stations dans une masse d'eau : les indices « corail » et « macroalgues » sont calculés puis agrégés selon l'arbre de décision pour chaque station. L'indicateur « communautés benthiques coralliennes » retenu pour la masse d'eau est le plus pénalisant des 2 stations.

La même règle est appliquée pour l'indicateur herbiers pour lequel l'approche actuelle est une approche par défaut qui fera l'objet de modifications à la suite des avancées sur cet élément de qualité.

Pour le cas de l'indicateur phytoplancton et des indicateurs physico-chimiques, le guide REEL et la note de cadrage visant à proposer un traitement pour les évaluations 2014-2019 (IFREMER, 2020) précise qu'une sélection d'une valeur par ME/année et par mois doit être réalisée. Soit par exemple une seule valeur retenue par mois pour une masse d'eau comportant 2 stations de suivi la plus pénalisante.

S'agissant d'un raisonnement par mois calendaire et non par mois de « campagne », cette règle pose question pour le cas de la Guadeloupe : il arrive en effet qu'une campagne prévue au mois M se termine en début de mois M+1 pour des raisons météorologiques ou autre (la campagne sur les 18 stations s'étalant sur 9 jours compte tenu de la configuration du territoire). Dans ce cas, le prélèvement prévu initialement au mois M+1 est réalisé en fin de mois, pour laisser à minima 3 semaines entre 2 prélèvements. Cela permet d'assurer une répartition homogène des prélèvements malgré le décalage. Toutefois, les 2 prélèvements ayant eu lieu au même mois calendaire (mois M+1), un des résultats sera écarté (et le mois de prélèvement M ne comportera pas de résultats pour cette station).

Soit potentiellement un nombre assez conséquent de résultats ne participant pas à l'évaluation alors que la répartition homogène des prélèvements sur l'année est assurée (contre par exemple des prélèvements réalisés le 30 du mois M et le 4 du mois M+1, dont les résultats rentreraient alors dans le calcul de l'évaluation malgré le faible pas de temps entre les 2 échantillonnages).

La mise en œuvre du script d'analyse des données par IFREMER ne peut *a priori* actuellement pas prendre en compte cette notion de « campagne » plutôt que de mois calendaire, la sélection d'une valeur par ME/année et par campagne n'est donc pas possible.

À la suite de ces réflexions, seule la méthode d'évaluation prenant en compte les valeurs filtrées sur la base du guide REEL et de la récente note de cadrage a pu être testée, le script de traitement de données de l'IFREMER étant déjà établi pour cette année : sélection d'une valeur par ME/année/mois calendaire.

Cette réflexion figure dans la note de cadrage : « Ce traitement ne répond pas à la demande de CREOCEAN qui souhaite maintenir les 12 résultats annuels par station (dans le cas où deux campagnes sont réalisées le même mois avec deux stations dans la masse d'eau, actuellement seul un résultat sur 4 est retenu pour l'évaluation). Dans la mesure où il n'y a jamais plus de 12 prélèvements annuels et dans la mesure où un espacement de trois semaines est assuré entre deux campagnes, nous proposons de maintenir l'ensemble des résultats. »

Ce point n'a pas pu être pris en compte pour le moment mais devrait l'être lors de la prochaine évaluation en 2021 (A. Séchaud, mail du 11/08/21).

Remarques préliminaires :

- *Comme indiqué dans le CCTP, les valeurs seuils entre 2 états sont toujours à rattacher à l'état inférieur (] seuil haut ; seuil bas]) ;*
- *En ce qui concerne les paramètres analysés en laboratoire, lors du traitement des données, si les valeurs obtenues sont inférieures aux seuils de quantification du laboratoire, la valeur du paramètre sera considérée comme étant égale à la valeur du seuil de quantification.*

4.2. Éléments de qualité biologique

La qualité biologique prend en compte 3 indicateurs : « Phytoplancton », « Communauté corallienne » et « Herbiers ». Ces indicateurs sont en phase de développement ou consolidation ; les méthodes de calcul sont donc amenées à évoluer.

4.2.1. Indicateur Phytoplancton

4.2.1.1. Indices, paramètres, métriques et grilles de qualité

Deux indices sont actuellement retenus pour constituer l'indicateur phytoplancton : la biomasse et l'abondance.

INDICE BIOMASSE

Le paramètre retenu pour cet indice est la **concentration en chlorophylle a**, exprimée en µg/l.

NB : Le laboratoire d'analyse fournit la concentration TotChloa qui comprend la chlorophylle a et ses allomères et épimères, soit la somme Chla+divinyl-Chla+chlorophilide a. ***Pour le calcul de l'indice, c'est le paramètre Chl a qui est utilisé.***

La métrique préconisée pour l'indice de biomasse est le **percentile 90 des valeurs mensuelles en chlorophylle a mesurées sur 6 ans**.

Le percentile 90 permet la prise en compte d'une grande majorité des données, y compris celles des pics, tout en excluant les valeurs extrêmes de ces pics (= valeurs potentiellement liées à des phénomènes exceptionnels ou à des erreurs analytiques). Cet indicateur a également été validé dans le réseau REPHY (Réseau de Surveillance Phytoplanctonique) de l'IFREMER.

La grille et la valeur de référence suivantes (en µg/l de chlorophylle a) ont été proposées pour les eaux côtières de Guadeloupe et de Martinique :

Tableau 4.1 : Grille de qualité proposée pour l'indice de biomasse chlorophyllienne (concentration en chl. a en µg/l) (MTES, 2018c)

Type de ME	Valeur de référence	Très bon état	Bon état	État moyen	État médiocre	Mauvais état
Tous	0,2	] 0-0,3]	] 0,3-0,6]	] 0,6-1,2]	] 1,2-2,4]	] 2,4
EQR		0,67]	] 0,67-0,33]	] 0,33-0,17]	] 0,17-0,08]	] 0,08

INDICE ABONDANCE

Cet indice complémentaire apporte des informations sur la fréquence des efflorescences phytoplanctoniques, qui peuvent potentiellement être caractéristiques d'éventuels dysfonctionnements de l'écosystème (Gailhard-Rocher *et al.*, 2012).

Le paramètre utilisé pour cet indice est la **proportion de blooms, basée sur l'analyse des flores de micro-phytoplancton**. C'est le cas pour l'ensemble des masses d'eau côtières de métropole, à l'exception des lagunes méditerranéennes. Pour ces dernières, particulièrement oligotrophes, l'indice est basé sur des **analyses par cytométrie en flux du nano et pico-phytoplancton (concentrations en millions de cellules par litre)**. La concentration du nano et pico-phytoplancton a été suivie pour la 1re fois en Guadeloupe en 2016 mais aucune grille de qualité n'est actuellement définie pour ce paramètre.

La métrique utilisée est le pourcentage d'échantillons pour lesquels au moins un taxon dépasse la valeur seuil de « bloom » sur 6 années glissantes, sur des données mensuelles. Le seuil de définition du bloom est fixé en métropole à 100 000 cellules/litre pour le continent et 25 000 cellules/litre en Corse. Une expertise sur les 1ers résultats acquis au niveau des Antilles a conduit à passer le seuil de bloom, provisoirement fixée à 10 000 cellules/L pour la Martinique et la Guadeloupe, à **25 000 cellules/L** pour au moins un taxon dans l'échantillon (Allenou *et al.,* 2019). Ce seuil, en attente de validation, a été pris en

compte pour la définition de l'Etat des lieux 2019 de Guadeloupe et Martinique, préalable au SDAGE 2022-2027.

Parallèlement, une liste de taxons à prendre en compte pour l'évaluation a été établie par IFREMER et soumise à CREOCEAN et IKOSISTAMA, en charge des analyses : seules les cellules > 20 µm (appartenant effectivement au microphytoplancton, des taxons à cellules plus petites ayant pu être bancarisées par l'analyste) sont prises en compte dans le cadre de l'évaluation. Les petites cellules formant des filaments (cyanobactéries) sont exclues du calcul. Cette liste est susceptible d'évoluer en fonction des taxons observés.

La grille et la valeur de référence suivantes (en % d'échantillons en bloom) ont été proposées pour les eaux côtières de Guadeloupe et de Martinique :

Tableau 4.2 : Grille de qualité proposée pour l'indice Abondance - micro-phytoplancton - (% d'échantillons en « état bloom ») (Belin et Lamoureux, 2014)

Type de ME	Valeur de référence	Très bon état	Bon état	État moyen	État médiocre	Mauvais état
Tous	16,7	] 0-20]	] 20-40]	] 40-70]	] 70-90]	] 90
EQR	1	] 1-0,84]	] 0,84-0,43]	] 0,43-0,24]	] 0,24-0,19]	] 0,19

4.2.1.2. Agrégation des indices et mise au point de l'indicateur

La combinaison des indices Biomasse et Abondance en un indicateur Phytoplancton est réalisée en faisant **la moyenne des valeurs des EQR obtenues pour les indices Biomasse et Abondance**. L'indice varie lui-même entre 0 et 1 et peut être ainsi considéré comme un EQR. Les éléments de sa grille sont les moyennes des éléments respectifs des grilles des EQRs des indices Biomasse et Abondance :

Tableau 4.3 : Grille de qualité proposée pour l'indicateur phytoplancton (agrégation des indices Biomasse et Abondance) (Belin et Lamoureux, 2014)

Tous Types de ME	Valeur de référence	Très bon état	Bon état	État moyen	État médiocre	Mauvais état
EQR	1	0,75]	] 0,75-0,38]	] 0,38-0,20]	] 0,20-0,13]	] 0,13

4.2.1.3. Données à utiliser pour la qualification des MEC

Pour l'élément de qualité phytoplancton, l'évaluation est réalisée par masse d'eau, chacune comportant 1 à 2 stations. Les données acquises sur les 2 stations d'une même masse d'eau sont donc susceptibles d'être utilisées pour l'évaluation de l'état de celle-ci sur les 6 dernières années (valeur la plus déclassante sélectionnée par mois par MEC).

NB : jusqu'en 2018, en Guadeloupe, l'évaluation était réalisée par station de suivi et l'état de la station le plus déclassant définissait l'état de la masse d'eau pour chaque indicateur.

Qualification des données 2020

Les données bancarisées dans Quadrige 2 pour la période considérée ont fait l'objet d'une extraction.

Dans un 1er temps, des représentations graphiques des données 2020 et des données mensuelles acquises sur la période 2015-2020 ont été réalisées par IFREMER, via un script « R ». Ce travail a permis de faire ressortir d'éventuelles valeurs extrêmes dans le jeu de données de l'année 2020, pour chaque paramètre. L'expertise de ces données par CREOCEAN a permis d'identifier les causes des valeurs extrêmes observées (conditions météo-océaniques particulières le jour du prélèvement, erreur de saisie, etc.) et d'aboutir **à la qualification des données bancarisées** en « Bon », « Douteux » ou « Faux ».

Sélection des données

Toutes les données sont extraites de Quadrige sur les années 2015 à 2020. Un filtrage a ensuite été effectué. D'après le projet de note de cadrage (IFREMER, 2020) :

- Seuls les enregistrements qualifiés « Bon » ou non qualifiés dans Quadrige sont conservés.
- Seuls les résultats des niveaux « surface (0-1m) » sont retenus.
- Pour la flore totale (indice abondance), une seule valeur est retenue pour un lieu de prélèvement/date ; il s'agit de la valeur maximale.
- Les résultats de l'année entière sont retenus.
- Concernant l'abondance phytoplanctonique, un filtre est appliqué sur la taille des cellules : seules les grandes cellules > 20 µm sont prises en compte.
- Toutes les valeurs mensuelles sont retenues (nouveau en 2020 pour prendre en compte les reports de campagnes en raison des conditions climatiques et le changement de fréquence en 2019).
- Une seule valeur est enfin retenue pour une masse d'eau/année/mois. Il s'agit de la valeur maximale, tous points de la masse d'eau confondus.

Sur ce dernier point, dans le cas de la Guadeloupe, compte tenu du possible décalage des campagnes en début de mois suivant, (tout en respectant un pas de temps de 3 semaines minimum entre 2 prélèvements), **un nombre important de données est susceptible d'être écarté de l'évaluation**, **alors que la répartition homogène des prélèvements sur l'année est assurée** (cf. explication ci-dessus (§ 7.3)). Pour les prochaines évaluation, l'ensemble des résultats devrait être pris en compte, dans la mesure où il n'y a jamais plus de 12 prélèvements annuels et dans la mesure où un espacement de trois semaines est assuré entre deux campagnes.

La mise en œuvre du script d'analyse des données par IFREMER ne peut actuellement pas prendre en compte cette notion de « campagne » plutôt que de mois calendaire, seule la méthode d'évaluation prenant en compte les valeurs filtrées sur la base de la note de cadrage a été utilisée : sélection d'une valeur par ME/année/mois calendaire. Le détail des résultats de l'évaluation réalisée pour la période 2015-2020 a fait l'objet d'une note spécifique à l'indicateur phytoplancton (Gautier *et al.*, 2021a).

4.2.1.4. Données sélectionnées sur la période 2015-2020

Indice Biomasse

Dans le cadre de l'analyse visant à la qualification des données 2020, les résultats pour la biomasse sont classés en « Non qualifié » car non qualifiables en l'état actuel des connaissances (méthode d'analyse spécifique, peu de retour sur les concentrations en pigments présentes dans les eaux oligotrophes notamment) ; aucune valeur n'a donc été écartée sur la base de ce critère.

A compter de 2016, les analyses ont été réalisées par HPLC, ce qui a permis de disposer d'une limite de quantification basse. Jusqu'en 2014, les analyses étaient en effet réalisées par la méthode classique spectrophotométrique (Lorenzen), avec une LQ de 0,5 µg/l qui ne permettait pas de discriminer le Très Bon et le Bon État (seuil : 0,3 µg/l). **Pour la période 2015-2020, l'indice biomasse a été évalué sur la base des données obtenues par HPLC uniquement, soit à compter de 2016 (pas de données en 2015).**

Le nombre de données contributives à l'évaluation de l'indice sur la base des règles de sélection présentées ci-dessus, à la suite du filtrage des données (filtrage d'une donnée par ME/mois) est résumé dans le Tableau 4.4.

(*NB* : les données contributives correspondent aux données sélectionnées à raison d'une donnée, la plus déclassante, par masse d'eau, si plusieurs stations sont présentes dans la masse d'eau, et par mois, sur la base du jeu de données qualifiées en bon ou non qualifiées).

Indice Abondance

Dans le cadre de l'analyse visant à la qualification des données 2020, les valeurs d'abondance sont « non qualifiées » car non qualifiables en l'état actuel des connaissances ; aucune n'a donc été écartée sur la base du critère « qualification des données ».

Les analyses des flores du micro-phytoplancton ont été réalisées sur les stations DCE de Guadeloupe pour la 1re fois en 2016.

Le nombre de données contributives à l'évaluation de l'indice sur la base des règles de sélection présentées ci-dessus, à la suite du filtrage des données (filtrage d'une donnée par ME/mois) est résumé dans le Tableau 4.4.

Tableau 4.4 : Nombre de données utilisées pour l'évaluation des indices Biomasse chlorophyllienne et Abondance chlorophyllienne sur la période 2015-2020

Masse d'eau	Station : Point contributif	Nombre de mesures utilisées					
		Biomasse			Abondance		
		Données disponibles		Données attendues	Données disponibles		Données attendues
FRIC01	Pointe Lézard	*10*	*47*	*50*	*24*	*42*	*50*
	Rocroy	*37*			*18*		
FRIC02	Capesterre	*29*	*29*	*25*	*27*	*27*	*25*
FRIC03	Ilet Gosier	*9*	*51*	*50*	*16*	*46*	*50*
	Caye à Dupont	*42*			*30*		
FRIC04	Main Jaune	*26*	*26*	*25*	*24*	*24*	*25*
FRIC05	Le Moule	*24*	*38*	*25*	*29*	*35*	*25*
	Pointe des Colibris	*14*			*6*		
FRIC06	Anse Bertrand	*29*	*29*	*25*	*27*	*27*	*25*
FRIC07A	Ilet Christophe	*29*	*29*	*25*	*26*	*26*	*25*
FRIC07B	Pointe des Mangles	*10*	*37*	*25*	*22*	*34*	*25*
	Ilet Fajou	*27*			*12*		
FRIC08	Tête à l'Anglais	*12*	*31*	*25*	*23*	*29*	*25*
	Ilet Kahouanne	*19*			*6*		
FRIC10	Chicot	*25*	*25*	*25*	*23*	*23*	*25*
FRIC11	Ti Pâté	*17*	*45*	*50*	*24*	*41*	*50*
	Gros Cap	*28*			*17*		
	Large	*26*	*26*	*25*	*24*	*24*	*25*

4.2.1.5. Evaluation provisoire des indices biomasse et abondance et agrégation de l'indicateur phytoplancton

Les résultats de l'évaluation des indices biomasse et abondance ainsi que le résultat de leur agrégation en un indicateur Phytoplancton (moyenne des valeurs des EQR) pour la période 2015-2020 sont présentés sur les cartes ci-dessous.

L'indice biomasse classe globalement les masses d'eau en bon état (7 MEC sur 11). 2 masses d'eau sont classées en très bon état (FRIC06 du nord Grande-Terre et FRIC9 à Saint-Martin). La MEC de fond de baie du Petit Cul-de-Sac Marin (FRIC03) est qualifiée en état moyen et la MEC de fond de baie du Grand Cul-de-Sac Marin (FRIC07A) en état médiocre.

L'indice abondance classe la plupart des masses d'eau en très bon état (7 MEC sur 11). 2 masses d'eau sont classées en bon état (FRIC02, côte au vent de la Basse-Terre et FRIC08 au nord Basse-Terre). Les 2 MEC de fond de baie (FRIC03 et FRIC07A) sont qualifiées en état moyen.

La station au large est classée en très bon état pour les 2 indices.

L'agrégation des indices sur la base des données acquises entre 2015 et 2020 pour l'indicateur Phytoplancton met en évidence le classement provisoire suivant :

- **6 des 11 masses d'eau présentent un très bon état de santé** : FRIC01, FRIC04, FRIC05, FRIC06, FRIC09 et FRIC11.
- **3 MEC présentent un bon état de santé** : FRIC02, FRIC07B et FRIC08.
- **La MEC de fond de baie du Petit Cul-de-Sac Marin (FRIC03) présente un état moyen pour cet indicateur**. L'indice de biomasse et le nombre élevé de taxons en bloom (indice d'abondance) déclassent tous les deux l'indicateur.
- **Une MEC présente un état provisoire médiocre** pour cet indicateur : FRIC07A, MEC de fond de baie du Grand Cul-de-Sac Marin. Ce résultat est dû à un indice de biomasse médiocre, l'indice d'abondance présentant un état moyen. L'unique station de suivi de la masse d'eau est la station Ilet Christophe. Cette station présente régulièrement des concentrations en pigments et un nombre de taxons en bloom sensiblement plus élevés que les autres stations, ainsi que des dessalures marquées en surface, des valeurs de turbidité et des concentrations en éléments azotés ponctuellement élevées. Ses caractéristiques (station de fond de baie bordée de mangrove) expliquent en partie ces valeurs élevées, accentuées très probablement par l'incidence d'apports d'origine anthropique d'eaux enrichies depuis le bassin versant.
- Aucune station n'apparaît en mauvais état.
- La station au large est classée en très bon état pour cet indicateur.

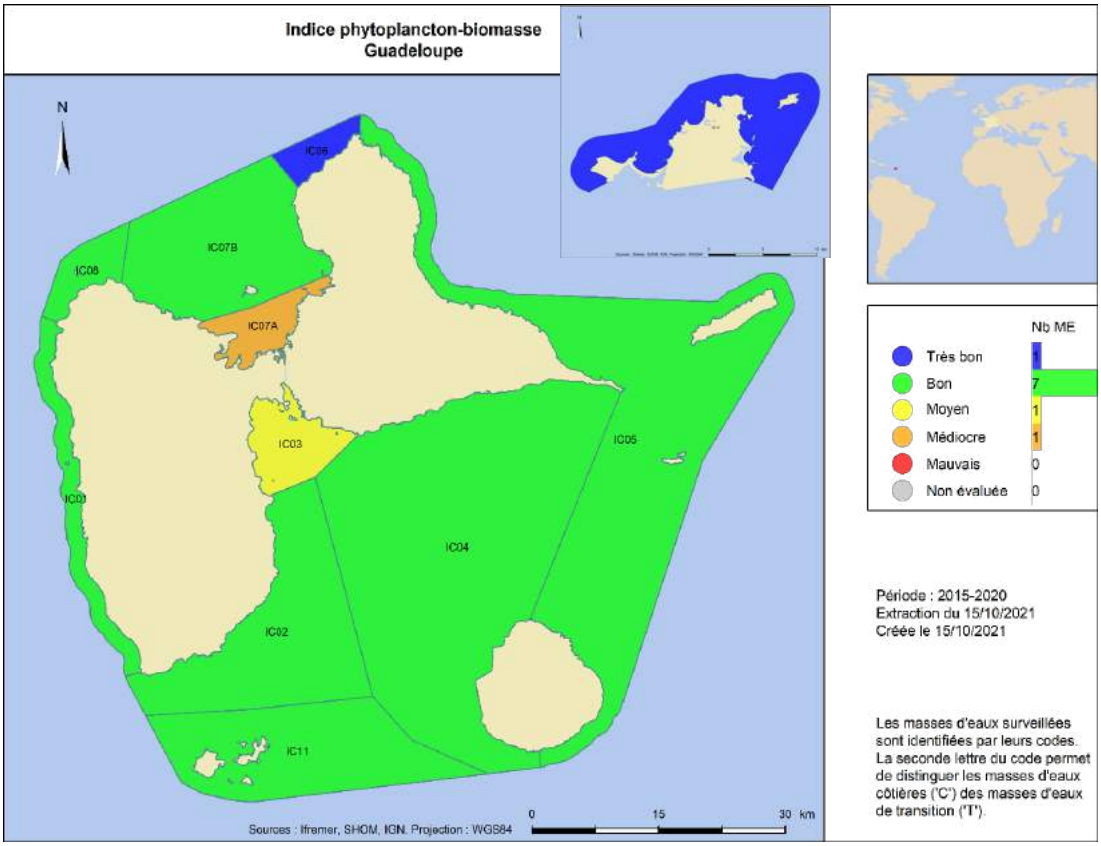


Figure 4.1 : Qualité des masses d'eau DCE au regard de l'indice de biomasse (chlorophylle a)

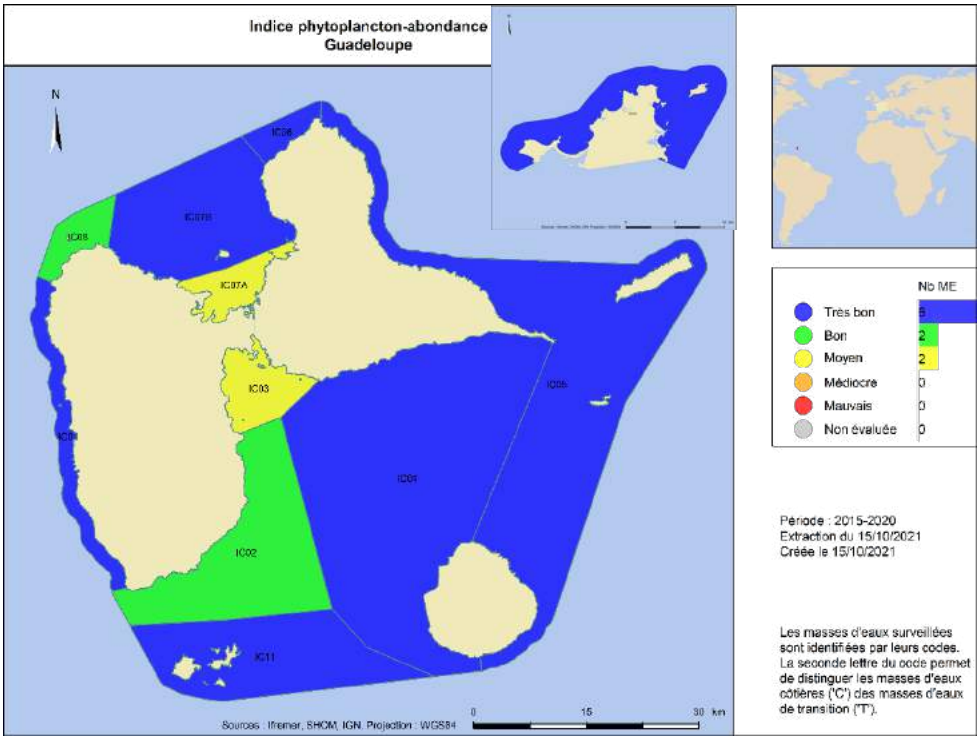


Figure 4.2 : Qualité des masses d'eau DCE au regard de l'indice d'abondance (microphytoplancton)

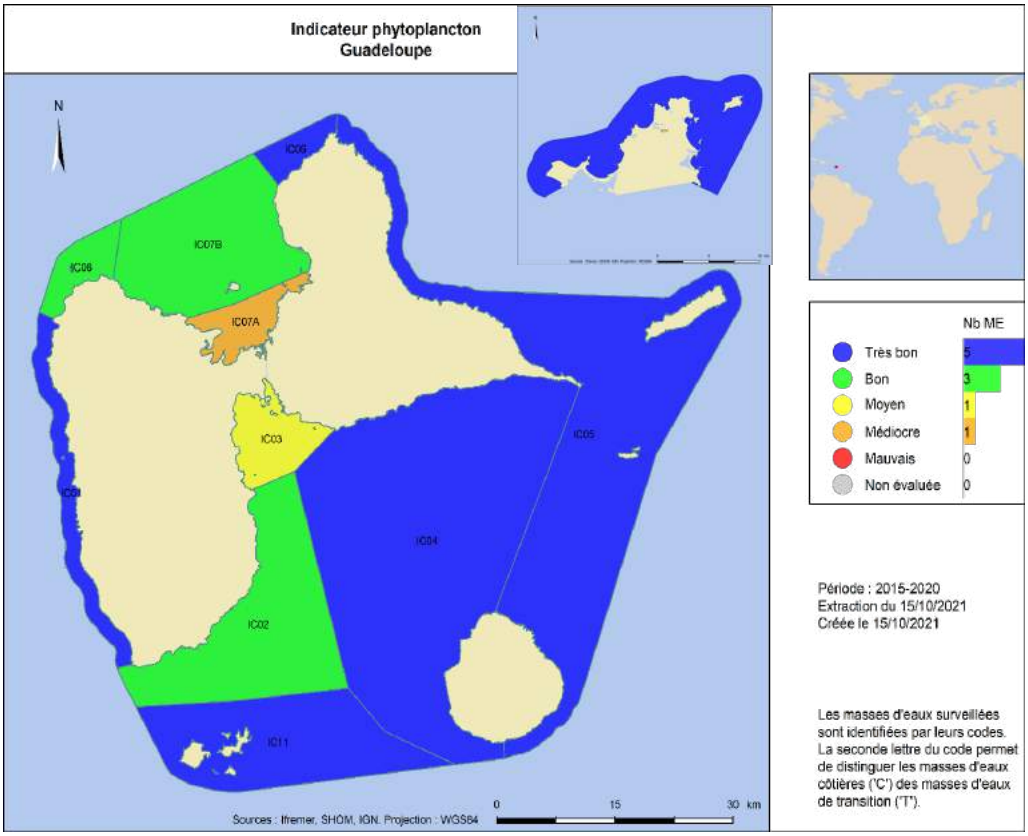


Figure 4.3 : Qualité des masses d'eau DCE de la Guadeloupe au regard de l'indicateur phytoplancton

Analyse critique du classement obtenu :

Ces évaluations prennent en compte l'ensemble des données acquises lors des campagnes de suivi réalisées de 2015 à 2020.

Pour certaines MEC, le nombre de données contribuant à l'évaluation (un résultat par mois calendaire et par masse d'eau) est différent de plus de 10% aux effectifs attendus. A noter qu'en dessous de 30 observations disponibles, la pertinence de l'intervalle de confiance IC est discutable selon des critères statistiques.

Sur les 6 dernières années, 1 année ne comporte pas de données en ce qui concerne le phytoplancton (2015 : absence de données). L'acquisition de données avec la méthode HPLC dans les prochaines années permettra de pallier en partie le manque de données (en fonction des fréquences de prélèvements qui seront mises en œuvre). **Par ailleurs, la prise en compte de la notion de campagne dans la sélection des données contribuant à l'évaluation** (sélection d'une valeur par ME/campagne au lieu d'une valeur par ME/mois calendaire) permettrait également de rendre l'analyse plus robuste : la prise en compte de données actuellement écartées de l'évaluation permettrait d'augmenter le nombre de données contributives, la répartition homogène des prélèvements sur l'année étant assurée (CREOCEAN s'assure d'espacer d'a minima 3 semaines les prélèvements sur une même station).

Les résultats de l'évaluation sont identiques à la période précédentes 2014-2019.

De manière plus détaillée, les éléments suivants ressortent de cette analyse :

Pour l'indice Biomasse, une MEC est classée en état médiocre : il s'agit de la MEC de fond de baie du GCSM (FRIC07A), avec la station de l'Ilet Christophe. Les autres MEC sont globalement classées en bon état pour cet indice. 2 MEC apparaissent en très bon état pour cet indice, à Saint-Martin et au nord Grande-Terre. L'autre MEC de fond de baie est en état moyen. Ce classement apparaît globalement cohérent au vu de notre connaissance du contexte des stations. La station témoin au Large, éloignée de toute source de pression directe et présentant un caractère océanique, obtient un très bon état de santé pour cet indicateur à l'issue de l'évaluation. A l'inverse, la MEC FRIC05 à l'est de la Grande-Terre n'est classée qu'en bon état. Cette MEC comprend la station de la Pointe des Colibris, proche de l'Ile de la Désirade, relativement isolée et bénéficiant d'un renouvellement des eaux particulièrement bon (très forte agitation, type de MEC « côte rocheuse très exposée »). La station du Moule, potentiellement plus exposée aux apports anthropiques du fait de sa proximité avec la rivière Audouin, en fait toutefois également partie et la majorité des mesures contributives à l'évaluation correspondent à cette station (valeurs plus déclassantes).

L'indice Abondance est moins déclassant pour l'ensemble des stations : 7 des 11 MEC sont en très bon état et 2 stations sont classées en bon état. Les 2 MEC de fond de baie sont en état moyen, ce qui semble cohérent avec notre connaissance des stations et des pressions qu'elles subissent.

A noter toutefois que les MEC FRIC06 et FRIC07B avec respectivement les stations d'Anse Bertrand et Pointe des Mangles, sous influence d'un bassin versant agricole, apparaissent en très bon état.

A l'heure actuelle, la fiabilité de ce classement s'améliore dans la mesure où l'acquisition des données pour ce paramètre par HPLC a été entamée en 2016 et bien qu'il n'y ait pas de données acquises en 2015. A noter que la valeur de la métrique, qui correspond à un % d'échantillons, est dépendante du nombre d'échantillons disponibles (23 à 46 selon les MEC).

L'indice prend en compte le pourcentage d'échantillons pour lesquels au moins un taxon dépasse la valeur seuil de « bloom ». Celle-ci est fixée à titre provisoire à **25 000 cellules/l** pour les MEC des Antilles françaises, comme pour les masses d'eau de la Corse (eaux plus oligotrophes que celles des autres masses d'eau de France métropolitaine). Le seuil provisoire, issu des 1res simulations menées par IFREMER, fixé à **10 000 cellules/l**, et testé au cours des 3 dernières années avec les données acquises en Guadeloupe, s'est en effet avéré très pénalisant.

BILAN POUR LE PHYTOPLANCTON :

Pour la biomasse chlorophyllienne, l'acquisition de données supplémentaires avec une méthode d'analyse dont la LQ serait assez basse pour permettre de discriminer le Très Bon et le Bon état est nécessaire afin d'affiner l'analyse pour l'indice Biomasse phytoplanctonique. Le classement pour cet indice semble plutôt cohérent pour la plupart des stations.

Concernant l'indice d'abondance, le seuil retenu actuellement pour l'évaluation pour les MEC des Antilles est identique à celui des MEC en Corse, soit 25 000 cell./l. L'évaluation obtenue sur la base de ce seuil semble cohérente avec notre connaissance du milieu. A noter toutefois que les stations d'Anse Bertrand et Pointe des Mangles, sous influence d'un bassin versant agricole, apparaissent en très bon état. Les expertises en plongées sous-marines font par ailleurs état d'un fort développement des peuplements algaux, susceptible de traduire des apports en éléments nutritifs depuis le bassin versant, notamment sur Pointe des Mangles. Les connaissances sur ce compartiment demeurent toutefois limitées et récentes en Guadeloupe.

Le choix du seuil de bloom à prendre en compte doit être validé au niveau national, sur la base des données nouvellement acquises en Guadeloupe et Martinique. Cette évaluation reste ainsi provisoire. Sa fiabilité s'est améliorée mais l'absence de suivi en 2015 limite le nombre de données sur la période de 6 ans alors que la métrique (% d'échantillons) dépend du nombre de données disponibles.

La prise en compte de la notion de campagne dans la sélection des données contribuant à l'évaluation (sélection d'une valeur par ME/campagne au lieu d'une valeur par ME/mois calendaire) devrait être effective dans le cadre de la prochaine évaluation ; l'évolution de cette règle permettrait de rendre l'analyse plus robuste par la prise en compte d'un nombre de données contributives supérieures, la répartition homogène des prélèvements sur l'année étant assurée par CREOCEAN malgré les contraintes d'organisation que cela engendre.

A noter que certaines stations appartenant au réseau dit « référence » ont davantage participé à l'évaluation en termes de données contributives que leur station du réseau de surveillance associée (ex : Rocroy vs Sec Pointe à Lézard pour l'indice biomasse, cf. Gautier *et al.*, 2021a). C'est parfois également le cas pour d'autres indicateurs que le phytoplancton. Ces résultats confirment le fait qu'il est à l'heure actuelle impossible de trouver un site côtier indemne de toute influence anthropique qui puisse ainsi constituer une « référence » en terme DCE.

Comme cela est le cas en Martinique, il est proposé d'abandonner le terme « référence » pour le réseau de suivi de Guadeloupe et d'intégrer de manière officielle les sites du réseau de référence au réseau de surveillance.

4.2.2. Indicateur Benthos récifal

Pour certains éléments relevés, toutes les mesures de terrain réalisées ne se traduisent pas en indices ou ne sont pas utilisées pour l'évaluation de l'état des masses d'eau. Les mesures sont néanmoins à réaliser dans l'optique du développement ultérieur d'un indice correspondant.

4.2.2.1. Indices, paramètres, métriques et grilles de qualité

Plusieurs indices ont fait l'objet de réflexions (Impact-Mer et Pareto, 2010). Actuellement **seuls les indices « Corail » et « Macroalgues » entrent dans la construction de l'indicateur**. Certains indices, jugés peu pertinents, non intégrés à l'indicateur, donnent toutefois des informations sur le contexte de la station et sont présentés à titre indicatif.

INDICE « CORAIL » (OU COUVERTURE CORALLIENNE)

L'indice « Corail » correspond au **rapport « couverture corallienne vivante / substrat colonisable par les coraux »**. La couverture corallienne vivante est la proportion en « coraux durs » HC ; le substrat colonisable est le substrat dur : RC (roche nue, RC colonisé dont RC colonisé par AC (algues calcaires encroûtantes)) + RKC (corail mort récemment) ou encore le calcul Substrat total - (SD (sable) + SI (vase) + RB (débris)). Il est exprimé en % de substrat colonisable.

Remarques :

Lors du dernier atelier de travail DCE qui s'est tenu en Martinique (séminaire science-gestion DCE-IFRECOR, avril 2017), il a été décidé de ne pas prendre en compte le substrat « débris coralliens » (RB) dans la part de substrat colonisable. Ce substrat ne peut en effet être colonisé de manière pérenne par des coraux compte tenu de son « instabilité ». Les débris sont considérés comme colonisables lorsqu'ils sont agrégés entre eux par des algues calcaires encroûtantes, mais sont alors notés RC.

Sur certaines stations, une fine couche de sable recouvre ponctuellement le substrat dur (roche). Le recrutement corallien sur ce type de substrat est probablement difficile du fait de la couche de sable ; le substrat est toutefois considéré comme « RC » et est pris en compte dans le calcul de l'indice « Corail » car il peut être découvert avec un hydrodynamisme faible à modéré.

La métrique utilisée est la **moyenne des indices « Corail » par transects sur 6 années glissantes** (l'indice est calculé pour chaque transect (soit 6 réplicats par an) puis la moyenne des réplicats est réalisée pour l'ensemble des années).

La grille actuellement proposée pour l'indice « Corail » est la suivante. Sa pertinence sera discutée à la lumière des données acquises en Guadeloupe jusqu'en 2019.

Tableau 4.5 : Grille de qualité DCE proposée pour l'indice « Corail » (% du substrat colonisable) (Impact-Mer, 2016)

Type de ME		Équivalent type MEC 972	Valeur de référence	Limites				
				Très bon état	Bon état	État moyen	État médiocre	Mauvais état
1	Fond de baie	1	50	40]	] 40-20]	] 20-10]	] 10-5]	] 5
2	Côte rocheuse peu exposée	6	60	50]	] 50-25]	] 25-12]	] 12-5]	] 5
3	Récif barrière	3	50	40]	] 40-20]	] 20-10]	] 10-5]	] 5
4	Côte rocheuse très exposée	4	60	50]	] 50-25]	] 25-12]	] 12-5]	] 5
5	Côte rocheuse protégée	5	50	40]	] 40-20]	] 20-10]	] 10-5]	] 5
6	Côte exposée à récifs frangeants	2	50	40]	] 40-20]	] 20-10]	] 10-5]	] 5

INDICE « MACROALGUES »

L'indice « Macroalgues » correspond au rapport « couverture macroalgale (molles + calcaires) / substrat total ». Il est exprimé en % de substrat total.

La métrique utilisée est la **moyenne des indices « Macroalgues » par transects sur 6 années glissantes** (l'indice est calculé pour chaque transect (soit 6 réplicats par an) puis la moyenne des réplicats est réalisée pour l'ensemble des années).

Les macroalgues sont généralement peu présentes dans un écosystème corallien en bon état de santé (Mcfield and Kramer, 2007), et ce quelle que soit sa configuration géomorphologique. Il a par conséquent été décidé pour la Martinique, puis la Guadeloupe, qu'une seule grille de lecture serait définie pour l'ensemble des masses d'eau. Cette grille a été définie à dire d'expert et grâce à la littérature (Impact-Mer *et al.*, 2013).

Tableau 4.6 : Grille de qualité DCE proposée pour l'indice « Macroalgues » (% du substrat total) (d'après Impact-Mer et al., 2013)

		Limites				
Type de ME	Valeur de référence	Très bon état	Bon état	État moyen	État médiocre	Mauvais état
Tous	5	10]	] 10-20]	] 20-40]	] 40-60]	] 60

INDICE OURSINS

Par leur activité de broutage, les oursins constituent un élément important dans l'écosystème corallien (Mumby *et al.,* 2007). En outre, dans les Caraïbes, la densité des oursins *Diadema antillarum* serait corrélée avec l'abondance des macroalgues et la couverture corallienne (Myhre et Acevedo-Gutiérrez, 2007). Ce paramètre serait également un bio-indicateur du potentiel de reprise corallienne (Edmunds et Carpenter, 2001) (Impact-Mer *et al.*, 2011).

L'indice « oursins » serait défini comme étant la densité des oursins échantillonnés (en nombre d'individus/m^2). **La métrique** utilisée serait la **moyenne des indices « Oursins » par transects sur 6 années glissantes** (l'indice est calculé pour chaque transect (soit 6 réplicats par an) puis la moyenne des réplicats est réalisée pour l'ensemble des années).

Actuellement, aucune grille de classification n'est actuellement disponible pour cet indice qui prend en compte l'ensemble des espèces d'échinides présentes. Le relevé de l'ensemble des espèces a été réalisé pour la 1re fois en 2016 (seuls les oursins diadème étaient comptabilisés jusque-là).

Pour le moment, conformément au CCTP, **seul un indice « oursins diadème » est calculé à titre indicatif mais n'entre pas dans la construction de l'indicateur benthos récifal**. La grille de qualité suivante qui figure dans le CCTP est issue de la littérature et concerne uniquement les oursins diadème. Elle n'est donc pas applicable à l'indice « Oursins » tel que décrit ci-dessus qui prendrait en compte l'ensemble des espèces :

Tableau 4.7 : Grille de qualité proposée pour les oursins diadème (nbre/m^2) (adaptée de Mcfield & Kramer, 2007)

		Limites				
	Valeur de référence	Très bon état	Bon état	État moyen	État médiocre	Mauvais état
Densité		2,5] (mais <7)	] 2,5-1,0]	] 1,0-0,5]	] 0,5-0,25]	] 0,25

INDICE ETAT DE SANTE GENERAL

Celui-ci est attribué de manière qualitative par l'observateur, sur la base de la grille en 5 classes d'état rappelée ci-dessous (Tableau 4.8). La méthode de calcul utilisée est la moyenne de l'indice sur les 6 transects. Il n'entre pas dans l'évaluation de l'état écologique partiel mais est toutefois donné à titre informatif. Malgré son caractère qualitatif et pouvant être sujet à un biais en fonction de l'observateur, cet indice semble refléter l'état de santé des communautés coralliennes assez justement.

Tableau 4.8 : Grille de qualité proposée pour l'indice état de santé général de corallien

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 et un peuplement algal dominé par des macroalgues et/ou hyper-sédimentation 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

INDICE BLANCHISSEMENT

Cet indice n'est pas destiné à caractériser l'état de la masse d'eau, mais doit permettre une évaluation de l'impact du changement climatique ajouté aux pressions, et expliquer les mauvais états potentiellement observés non rattachables à des pressions anthropiques. Des résultats médiocres ou mauvais pour cet indice devront être clairement identifiés, pour un éventuel report de suivi de la station l'année suivante (pour prise en compte de la résilience des communautés coralliennes). A noter qu'il est parfois difficile pour certaines espèces coralliennes de faire la distinction entre un blanchissement lié à l'expulsion des algues symbiotiques du corail et un blanchissement lié à certaines maladies comme la SCTLD (Stony Coral Tissue Loss Disease) apparue récemment au niveau de la Guadeloupe.

Sur la base des relevés en plongée sous-marine du pourcentage de blanchissement des colonies comptabilisées lors du relevé Point Intercept, l'indice de blanchissement est évalué selon 5 classes (cf. présentation des méthodologies de suivi dans le document préliminaire en Annexe 1). Les valeurs des 6 transects sont ensuite moyennées (une valeur par année de suivi) et jugées sur la base de seuils suivants :

Tableau 4.9 : Grille de qualité proposée pour l'indice « blanchissement » (d'après CCTP)

		Limites				
	Valeur de référence	**Très bon état**	**Bon état**	**État moyen**	**État médiocre**	**Mauvais état**
Densité		**0,5]**	**] 0,5-1,5]**	**] 1,5-2,5]**	**] 2,5-3,5]**	**] 3,5**

4.2.2.2. Agrégation des indices et mise au point de l'indicateur

La méthode provisoire d'agrégation des indices consiste actuellement en un arbre de décision adapté à l'écosystème corallien visant à donner un état de qualité à l'indicateur Benthos récifal par l'agrégation des indices :

- L'indice « Corail » a plus de poids dans cette classification que l'indice « Macroalgues ».
- Ce dernier ne peut déclasser l'état de la station que de 2 niveaux.
- L'état de la communauté corallienne ne peut être qualifié de mauvais que si l'indice Corail est mauvais.

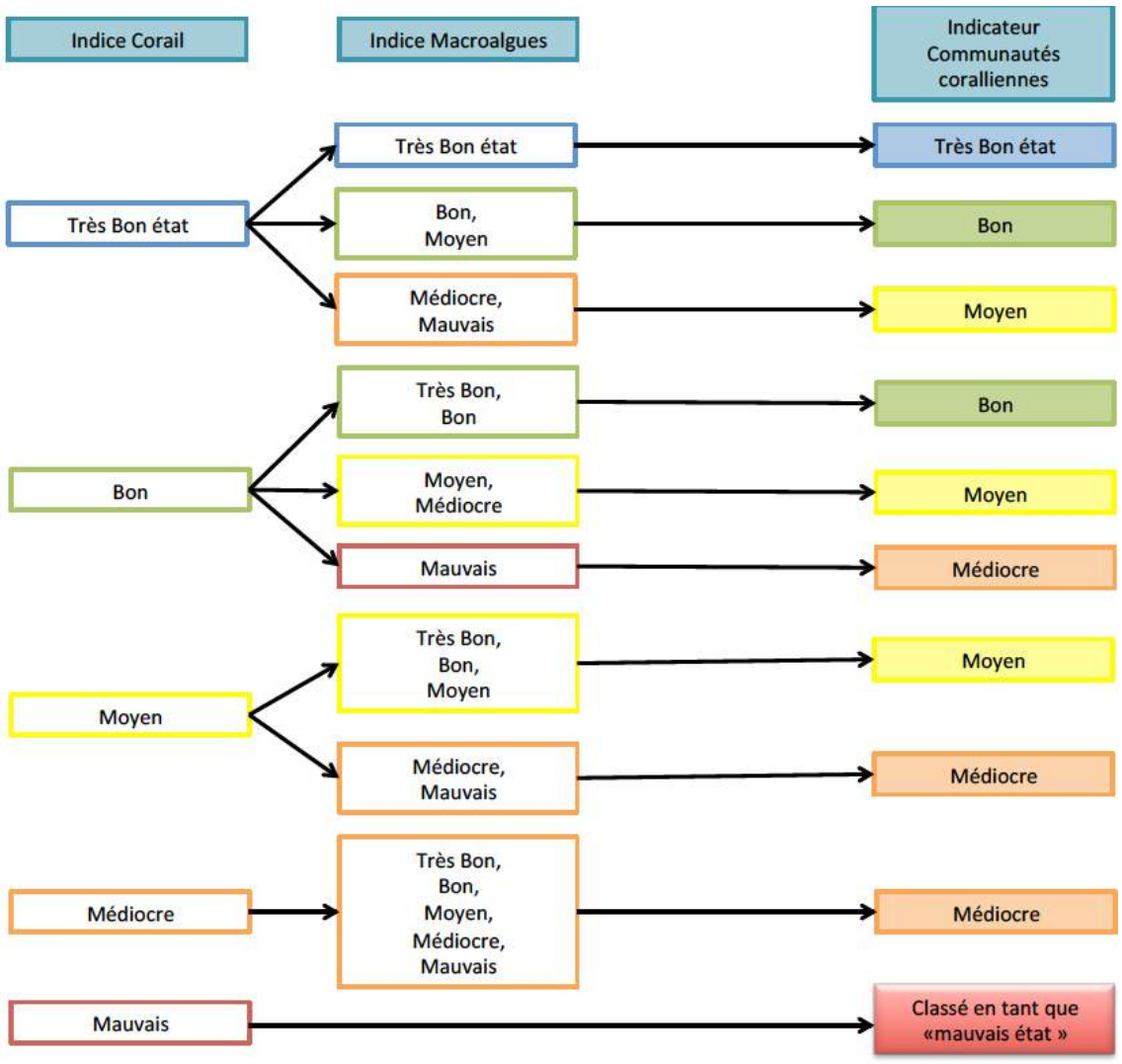


Figure 4.4 : Arbre de décision pour la classification des communautés coralliennes (© Impact-Met et al., 2013)

4.2.2.3. Données à utiliser pour la qualification des stations de suivi

L'évaluation de l'indicateur benthos récifal est réalisée par station de suivi et non par masse d'eau dans un 1er temps. Les 16 stations concernées sont suivies une fois par an et l'ensemble des données acquises pendant la durée d'un plan de gestion (6 ans) est utilisé pour le calcul des indices et leur agrégation en indicateur.

Dans le cas où plusieurs stations sont présentes dans une même masse d'eau, l'état de l'indicateur « communautés benthiques coralliennes » retenu pour la masse d'eau sera le plus pénalisant (sur la période de 6 ans). Les données d'une seule station dans le cas où la masse d'eau en présente plusieurs, contribuent donc à l'évaluation de l'état de la masse d'eau.

Les données concernant cet élément de qualité sont saisies dans la base de données BD Récifs. L'ensemble du jeu de données DCE Guadeloupe est à ce jour intégré à la BD Récifs. La mise en œuvre d'un script sur les données 2015-2020 par IFREMER n'est pas encore possible.

Les données saisies dans BD Récifs et intégrées au référentiel national (données validées) pour l'année 2020 ont fait l'objet d'une extraction par CREOCEAN. Les données ont fait l'objet d'une analyse complète (résultats présentés ci-dessus) et ont été compilées aux données antérieures acquises sur la période 2015-

2020. CREOCEAN a procédé à l'évaluation de cet indicateur sur la base de l'ensemble des données disponibles entre 2015 et 2020.

4.2.2.4. Données sélectionnées sur la période 2015-2020

Les données sélectionnées pour cet indicateur pour la période 2015-2020 et utilisées pour l'évaluation de l'indicateur sont résumées dans le Tableau 4.10. Soit 5 suivis pour les 10 stations du réseau de surveillance et 4 suivis pour les 6 stations du réseau de référence.

Tableau 4.10 : Nombre de données utilisées pour le calcul de l'indicateur benthos récifal sur la période 2015-2020

Masse d'eau	Station	2015	2016	2017	2018	2019	2020	TOTAL Données
FRIC01	Pointe Lézard		1	1	1	1	1	5
	Rocroy		1		1	1	1	4
FRIC02	Capesterre		1	1	1	1	1	5
FRIC03	Ilet Gosier		1	1	1	1	1	5
	Caye à Dupont		1		1	1	1	4
FRIC04	Main Jaune		1	1	1	1	1	5
FRIC05	Le Moule		1	1	1	1	1	5
	Pointe des Colibris		1		1	1	1	4
FRIC06	Anse Bertrand		1	1	1	1	1	5
FRIC07A	-						1	1
FRIC07B	Pointe des Mangles		1	1	1	1	1	5
	Ilet à Fajou		1		1	1	1	4
FRIC08	Tête à l'Anglais		1	1	1	1	1	5
	Ilet Kahouanne		1		1	1	1	4
FRIC10	Chicot		1	1	1	1	1	5
FRIC11	Ti Pâté		1	1	1	1	1	5
	Gros Cap		1		1	1	1	4

4.2.2.5. Evaluation des indices corail et macroalgues et agrégation de l'indicateur benthos récifal par station

L'état de santé provisoire des stations pour cet indicateur sur la base des données acquises lors du dernier diagnostic est présenté dans le Tableau 4.11. Le résultat de la précédente évaluation (2019) est présenté à titre indicatif.

Tableau 4.11 : Qualité provisoire des stations DCE au regard de l'indicateur benthos récifal à fin 2020

Type de ME		MEC	Station	Indice	Valeur de l'indice	Classe de l'indice	Classe de l'indicateur	Evalusation visuelle de l'état de santé	Evaluation précédente : 2014-2019 (rapport 2019)
5	Côte rocheuse protégée	FRIC01	**Sec Pointe à Lézard**	"Corail"	14,7	MOY	**MOYEN**	**3**	MOYEN
				"Macroalgue"	29,9	MOY			
2	Côte rocheuse peu exposée	FRIC02	**Capesterre**	"Corail"	23,0	MOY	**MOYEN**	**3,5**	MOYEN
				"Macroalgue"	6,7	TB			
1	Fond de baie	FRIC03	**Ilet Gosier**	"Corail"	8,7	MED	**MEDIOCRE**	**3,5**	MEDIOCRE
				"Macroalgue"	50,3	MED			
2	Côte rocheuse peu exposée	FRIC04	**Main Jaune**	"Corail"	10,1	MED	**MEDIOCRE**	**3**	MEDIOCRE
				"Macroalgue"	51,7	MED			
4	Côte rocheuse très exposée	FRIC05	**Moule**	"Corail"	13,6	MOY	**MOYEN**	**2,5**	MOYEN
				"Macroalgue"	28,2	MOY			
6	Côte exposée à récifs frangeants	FRIC06	**Anse Bertrand**	"Corail"	7,9	MED	**MEDIOCRE**	**3**	MEDIOCRE
				"Macroalgue"	32,9	MOY			
3	Récif barrière	FRIC07B	**Pointe des Mangles**	"Corail"	12,2	MOY	**MOYEN**	**3**	MOYEN
				"Macroalgue"	29,3	MOY			
6	Exposée à récifs frangeants	FRIC08	**Tête à l'Anglais**	"Corail"	10,4	MOY	**MOYEN**	**3,5**	MOYEN
				"Macroalgue"	15,3	BON			
2	Côte rocheuse peu exposée	FRIC10	**Chicot**	"Corail"	15,1	MOY	**MEDIOCRE**	**3**	MEDIOCRE
				"Macroalgue"	57,4	MED			
2	Côte rocheuse peu exposée	FRIC11	**Ti Pâté**	"Corail"	35,5	BON	**BON**	**2,5**	BON
				"Macroalgue"	2,6	TB			
5	Côte rocheuse protégée	FRIC01	**Rocroy**	"Corail"	23,0	BON	**BON**	**3**	BON
				"Macroalgue"	13,9	BON			
1	Fond de baie	FRIC03	**Caye à Dupont**	"Corail"	19,6	MOY	**MOYEN**	**3,5**	BON
				"Macroalgue"	23,1	MOY			
4	Côte rocheuse très exposée	FRIC05	**Pointe des Colibris**	"Corail"	13,2	MOY	**MOYEN**	**3**	MOYEN
				"Macroalgue"	15,8	BON			
3	Récif barrière	FRIC07B	**Ilet à Fajou**	"Corail"	11,4	MOY	**MOYEN**	**3**	MOYEN
				"Macroalgue"	25,2	MOY			
6	Côte exposée à récifs frangeants	FRIC08	**Ilet Kahouanne**	"Corail"	9,2	MED	**MEDIOCRE**	**3,5**	MEDIOCRE
				"Macroalgue"	16,2	BON			
2	Côte rocheuse peu exposée	FRIC11	**Gros Cap**	"Corail"	25,7	BON	**BON**	**2,5**	BON
				"Macroalgue"	6,9	TB			

Analyse critique du classement obtenu :

L'analyse des données acquises lors du dernier diagnostic pour **l'indicateur benthos récifal** met en évidence le classement suivant :

- Aucune station n'apparaît en **très bon état écologique** pour cet indicateur. Trois stations présentent toutefois un indice « Macroalgues » en Très bon état (<10%). Il s'agit des stations Ti Pâté, Gros Cap, et Capesterre.
- L'indicateur benthos récifal est classé en **Bon état** pour les stations Ti Pâté, Rocroy et Gros Cap. Sur ces stations, l'indice macroalgue varie de l'état Bon au Très bon état.
- 8 stations présentent un **état Moyen** : Tête à l'Anglais, Capesterre, Sec Pointe à Lézard, Pointe des Mangles, Moule, Ilet Fajou, Caye à Dupont et Pointe des Colibris. L'indice « Corail » est pénalisant pour les stations Capesterre, Tête à l'Anglais et Pointe des Colibris.
- Un **état Médiocre** pour cet indicateur caractérise 5 stations : Main Jaune, Ilet Gosier, Anse Bertrand, Chicot et Ilet Kahouanne. Pour Main Jaune et Ilet Gosier, les deux indices (corail et macroalgues) présentent un état médiocre.
- Aucune station n'a présenté un mauvais état pour cet indicateur.

Par rapport à l'évaluation précédente, l'état de santé pour l'indicateur « Benthos récifal » est stable sur l'ensemble des stations excepté Caye à Dupont qui voit son état passer de bon à moyen.

De manière plus détaillée, il ressort de cette analyse les éléments suivants :

- L'évaluation de l'état des stations pour cet indicateur semble globalement cohérente sur la base de notre connaissance des sites. Elle est par ailleurs proche des résultats de l'évaluation qualitative de l'état de santé global des communautés coralliennes pour 2020 sur la majorité des stations de surveillance. Cette dernière apparaît toutefois globalement plus pénalisante, probablement du fait qu'elle tienne compte des nécroses coralliennes.
- La station Anse Bertrand, évaluée en état Médiocre en 2020, n'est encore une fois pas réévaluée à dire d'expert comme ce fut le cas en 2017 et 2018 (*NB* : cette méthode a été employée et validée dans le cadre du classement des MEC en Guadeloupe en 2016 (CREOCEAN, 2017a)). Les colonies coralliennes sont fortement dégradées, notamment par la maladie de perte de tissu.
- La valeur de l'indicateur telle que calculée actuellement (combinaison des indices « Corail » et « Macroalgues » selon un arbre de décision) prend en compte le % de recouvrement par rapport au substrat colonisable mais ne tient pas compte de l'état de santé des colonies coralliennes (nécroses, maladies, etc.). A titre d'exemple, la station Capesterre possède un indice Corail Moyen en 2020. Or la maladie de perte de tissu ou SCTLD y était très présente. L'état de santé du récif est donc dégradé, bien que la couverture corallienne soit considérée comme moyenne. De plus, un récif non perturbé ne se caractérise pas forcément par une couverture élevée de coraux (McManus & Polsenberg, 2004), d'autres organismes pouvant être naturellement dominants comme les éponges et les gorgones.

  L'intégration à la construction de l'indicateur d'un indice prenant en compte la présence de maladies/nécroses et donc l'état de santé des coraux serait pertinente afin de pondérer l'état de l'indicateur en cas de faible recouvrement corallien. Le relevé de ces paramètres est actuellement réalisé de manière informelle lors des campagnes de suivi. Une réflexion sur la définition d'un protocole spécifique, commun à la Guadeloupe et la Martinique, devrait être engagée afin de prendre en compte ces paramètres dans l'évaluation de l'état de santé de l'indicateur.
- Concernant les masses d'eau de type 6 « Côte exposée à récifs frangeants », (station Tête à l'Anglais, Anse Bertrand et Ilet Kahouanne), les seuils de classification bon/moyen (20) et bon/très bon (40) pour l'indice « Corail » semblent élevés : compte tenu des valeurs d'indices obtenus sur les 3 stations (Tête à l'Anglais : 10,6; Anse Bertrand : 7,5; Ilet Kahouanne : 9,2), la question se pose de la possibilité d'atteinte du bon état pour cet indice si ces stations subissaient de faibles pressions anthropiques. Ces dernières sont fortes sur ces zones récifales. A l'urbanisation du bassin versant et/ou aux pratiques agricoles, s'ajoutent toutefois les conditions hydrodynamiques contraignantes

caractéristiques de ces zones (sud-est de Basse-Terre et nord-est de Grande-Terre). L'analyse de données historiques si elles existent permettrait de confirmer si ces valeurs sont potentiellement atteignables hors influence de pressions anthropiques, compte tenu des conditions de milieu.

- La station de l'Ilet Kahouanne présente un indice corail médiocre tandis que son indice macroalgues traduit un bon état, ce qui peut paraître contradictoire. Les macroalgues sont en effet peu nombreuses sur cette station mais les peuplements algaux sont largement dominants, sous la forme de gazons algaux (turfs) qui ont colonisés la grande majorité du substrat disponible. La pondération des différents indices dans la construction de l'indicateur est donc primordiale afin de refléter au mieux l'état de santé *in situ* des communautés benthiques. Le poids d'éventuels nouveaux indices dans la construction de l'indicateur devra ainsi faire l'objet de réflexions.
- Les stations Ilet Kahouanne et Ilet Fajou du réseau de « Référence » présentent, à l'instar des années précédentes, un état de santé moins bon que les stations Tête à l'Anglais et Pointe des Mangles du réseau de « Surveillance » de la même MEC respectives. Cette différence se retrouve aussi pour d'autres indicateurs que le benthos récifal sur d'autres stations. Ces résultats confirment le fait qu'il est à l'heure actuelle impossible de trouver un site côtier indemne de toute influence anthropique qui puisse ainsi constituer une « référence » en terme DCE.
  Comme cela est le cas en Martinique, il est proposé, comme depuis 2016, d'**abandonner le terme « référence » pour le réseau de suivi de Guadeloupe** et d'intégrer les sites du réseau de référence au réseau de surveillance.

La maladie de perte de tissu (SCTLD) a été observée sur de nombreuses stations en juin 2020. Cette maladie corallienne est dévastatrice pour les colonies, qui succombent très rapidement par suite d'une infection. Un état des lieux de la maladie a été réalisé à la suite de la campagne DCE, en septembre 2020 (CREOCEAN, 2020a). Ce travail a montré une présence quasi systématique de la maladie sur le réseau de stations DCE et une forte contamination des coraux sur certaines stations (jusqu'à 40% des colonies touchées). Cette épizootie observée depuis 2020 et qui continue à se propager pourrait avoir un impact fortement négatif sur la couverture corallienne des stations. Les résultats pour l'indicateur benthos récifal en 2021 seront à analyser à la lumière de cet événement. Une très forte chute de la couverture corallienne est attendue, notamment sur les stations Capesterre et Ilet du Gosier.

4.2.2.6. Indices calculés à titre indicatifs : blanchissement et oursins Diadème

Ces indices sont présentés ici à titre indicatif mais n'entre pas dans la construction de l'indicateur benthos récifal.

Calcul de l'indice blanchissement (données 2015-2020) :

Cet indice n'est pas destiné à caractériser l'état de la masse d'eau, mais doit permettre une évaluation de l'impact du changement climatique ajouté aux pressions locales, et d'expliquer les mauvais états potentiellement observés non rattachables à des pressions anthropiques. Des résultats médiocres ou mauvais pour cet indice seraient donc à surveiller. La grille utilisée est présentée dans le § 4.2.1.1 (Tableau 4.9).

Toutes les stations sont classées en très bon état pour cet indice (Tableau 4.12). L'indice de blanchissement est relativement plus élevé sur les stations de Capesterre (0,30), Moule (0,30), Ilet Kahouanne (0,29) et Caye à Dupont (0,38). *A contrario*, aucun signe de blanchissement n'a été relevé sur les stations de Pointe des Colibris et Sec Pointe à Lézard.

Ces résultats témoignent d'un niveau de stress faible des colonies coraliennes à cette période peu favorable au blanchissement corallien du fait d'une température de l'eau peu élevée (la période critique se situant en octobre-novembre). Cet indice ne prend cependant pas en compte les autres types de stress telles que les maladies coralliennes ou les nécroses, qui sont relativement abondantes sur l'ensemble des sites.

Calcul de l'indice « oursins Diadème » (données 2015-2020) :

La métrique utilisée serait la moyenne des indices « oursins » (densité des oursins, toutes espèces confondues, en nombre d'individus/m^2) par transect sur 6 années glissantes. L'indice est calculé pour chaque transect (soit 6 réplicats par an) puis la moyenne des réplicats est réalisée pour l'ensemble des années. L'ensemble des espèces d'échinides a été pris en compte pour la 1re fois en 2016 ; les suivis précédents ne concernaient que les oursins diadème. Aucune grille n'est actuellement disponible pour cet indice comprenant l'ensemble des espèces d'oursins. La grille qui a été identifiée dans la littérature concerne uniquement les oursins diadème (Mcfield & Kramer, 2007). Elle est présentée dans le § 4.2.1.1(Tableau 4.7). A titre indicatif, un indice spécifique pour les oursins diadème a été calculé et comparé à cette grille sur la base des données des 6 dernières années.

Fin 2020, seules les stations des Saintes Ti Pâté et Gros Cap sont classées en bon état pour cet indice (Tableau 4.13). Les stations d'Anse Bertrand et de Pointe des Colibris sont classées en état médiocre. L'ensemble des autres stations est classé en mauvais état pour cet indice, confirmant le déséquilibre général des milieux.

La rareté des oursins constitue en effet un **déficit d'herbivores** qui assurent un rôle de régulateur des turfs algaux. Ce déséquilibre de la chaîne trophique est susceptible de contribuer à un surdéveloppement des peuplements algaux, aux dépens des communautés coralliennes. La fixation de larves coralliennes (recrues) nécessite en effet la présence de substrats nus ou peu colonisés par les gazons algaux.

Tableau 4.12 : Classement des stations pour l'indice blanchissement fin 2020

Station	Indice Blanchissement (2020)
Tête à l'Anglais	0,27
Main Jaune	0,10
Ti Pâté	0,23
Ilet Gosier	0,07
Capesterre	0,30
Sec Pointe à Lézard	0,00
Pointe des Mangles	0,17
Anse Bertrand	0,04
Moule	0,30
Chicot	0,10
Ilet Fajou	0,13
Ilet Kahouanne	0,29
Caye à Dupont	0,38
Gros Cap	0,21
Rocroy	0,04
Pointe des Colibris	0,00

Tableau 4.13 : Indice oursins et classement des stations pour l'indice « Diadème » fin 2020

Station	Indice Oursin (2020)
Tête à l'Anglais	0,07
Main Jaune	0,02
Ti Pâté	1,69
Ilet Gosier	0,00
Capesterre	0,00
Sec Pointe à Lézard	0,04
Pointe des Mangles	0,00
Anse Bertrand	0,48
Moule	0,21
Chicot	0,12
Ilet Fajou	0,00
Ilet Kahouanne	0,01
Caye à Dupont	0,05
Gros Cap	1,57
Rocroy	0,01
Pointe des Colibris	0,48

4.2.3. Indicateur Herbiers de phanérogames

4.2.3.1. Indices, paramètres, métriques et grilles de qualité

Actuellement, aucun indice ni grille de qualité de type quantitative n'a été mis au point pour l'élément de qualité « Herbiers ».

Lors des discussions du GT national (atelier d'octobre 2014 qui s'est tenu en Guadeloupe), des révisions concernant les indices et les paramètres à suivre pour les herbiers ont été discutées et testées pour la 1re fois en 2016. L'atelier science-gestion DCE-IFRECOR qui s'est tenu en avril 2017 en Martinique a permis de faire un 1er point sur ces évolutions. À la suite de ces discussions, les protocoles ont été ajustés de nouveau puis testés depuis 2017.

Parallèlement, une thèse a été développée sur ce volet (F. Kerninon, thèse IFRECOR-DCE). Ces travaux visent notamment à mener des réflexions sur d'éventuels indices et grilles de qualité pour les herbiers.

Compte tenu de l'évolution récente des paramètres et protocoles de suivi, il apparaît prématuré de faire des propositions pour cet élément de qualité. Des échanges ont eu lieu à la suite de la thèse relative à la définition d'indicateurs pour le suivi de l'état de santé des herbiers qui s'est achevée récemment. Le compte-rendu de ces échanges devrait être diffusé dans les prochains mois.

Dans l'attente de ces résultats, seule l'évaluation qualitative de l'état de santé de l'herbier en 5 classes d'état (***Tableau 4.14***) peut éventuellement être utilisée pour le moment pour qualifier l'état de cet élément de qualité, sur dire d'expert.

Par défaut, comme lors des années précédentes, il est donc proposé dans le cadre de l'évaluation de l'état écologique partiel provisoire des MEC, d'utiliser l'indice d'état de santé général de l'herbier pour la constitution de l'indicateur. La métrique utilisée est la moyenne des indices d'état de santé global par transect (soit 3 réplicats par an) puis la moyenne des réplicats est réalisée pour l'ensemble des années.

Ce point sera à valider en concertation avec le Comité de Pilotage.

Tableau 4.14 : Grille de qualité proposée pour l'indice état de santé général de l'herbier

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 Etat moyen	Signe d'eutrophisation ou de sédimentation
4 Etat médiocre	Herbier avec macroalgues (typiques, abondantes et ou autres macroalgues) ou envasé. Eutrophisation ou hyper-sédimentation marquée
5 Mauvais état	Herbier envahi par les macroalgues ou très envasé

4.2.3.2. Données sélectionnées sur la période 2015-2020

Les données prises en compte pour calculer l'état à l'année n sont celles du dernier diagnostic. L'agrégation temporelle pour un diagnostic est réalisée en faisant la moyenne des indices sur 6 années, soit 5 suivis pour les 10 stations du réseau de surveillance et 4 suivis pour les 6 stations du réseau de référence (Tableau 4.15).

Tableau 4.15 : Nombre de données utilisées pour le calcul de l'indicateur herbier sur la période 2015-2020

Masse d'eau	Station	2015	2016	2017	2018	2019	2020	TOTAL Données
FRIC01	Pointe Lézard		1	1	1	1	1	5
	Rocroy		1		1	1	1	4
FRIC02	Capesterre		1	1	1	1	1	5
FRIC03	Ilet Gosier		1	1	1	1	1	5
	Caye à Dupont		1		1	1	1	4
FRIC04	Main Jaune		1	1	1	1	1	5
FRIC05	Le Moule		1	1	1	1	1	5
	Pointe des Colibris		1		1	1	1	4
FRIC06	Anse Bertrand		1	1	1	1	1	5
FRIC07A	-						1	1
FRIC07B	Pointe des Mangles		1	1	1	1	1	5
	Ilet à Fajou		1		1	1	1	4
FRIC08	Tête à l'Anglais		1	1	1	1	1	5
	Ilet Kahouanne		1		1	1	1	4
FRIC10	Chicot		1	1	1	1	1	5
FRIC11	Ti Pâté		1	1	1	1	1	5
	Gros Cap		1		1	1	1	4

4.2.3.3. État de santé provisoire pour l'indicateur Herbiers

Le résultat de cette évaluation est présenté dans le Tableau 4.16.

- Une station, Pointe Lambis est classée en Très bon état pour cet indicateur.
- 6 stations sont classées en bon état : Petit Havre, Ilet Fortune, Pointe d'Antigues, Ilet Christophe, Grande Anse (Désirade) et Passe à Colas.
- 6 stations sont classées en état moyen : Tête à l'Anglais, Ti Pâté, Moule, Rocher Créole, Ilet Cabrit et Ilet Kahouanne.

Le classement n'a pas évolué depuis 2019, bien que les valeurs pour l'indicateur herbier aient légèrement augmenté ou diminué.

Tableau 4.16 : Qualité provisoire des stations DCE au regard de l'indicateur herbier à fin 2020

Type de MEC	MEC	Station	Valeur de l'indice	Classe de l'indice = de l'indicateur	Tendance/ 2019
6	FRIC08	Tête à l'Anglais	3,07	MOYEN	↘
2	FRIC04	Petite Havre	2,29	BON	↘
2	FRIC11	Ti Pâté (Granse Anse)	3,13	MOYEN	↗
1	FRIC03	Ilet Fortune	2,07	BON	→
3	FRIC07B	Pointe d'Antigues	2,23	BON	↘
1	FRIC07A	Ilet Christophe	2,11	BON	↗
4	FRIC05	Moule	2,83	MOYEN	↘
2	FRIC10	Rocher Créole	3,20	MOYEN	↗
4	FRIC05	Grande Anse	2,28	BON	↘
2	FRIC11	Ilet Cabrit	3,17	MOYEN	↗
6	FRIC08	Ilet Kahouanne	2,75	MOYEN	↗
3	FRIC07B	Passe à Colas	2,43	BON	↘
1	FRIC07A	Pointe Lambis	1,20	TRES BON	↘

↗ Dégradation
→ Maintient
↘ Amélioration

BILAN POUR LES ELEMENTS DE QUALITE BENTHOS RECIFAL ET HERBIERS DE PHANEROGAME :

Pour l'élément de qualité Benthos récifal, l'évaluation de l'état de santé est proche de l'évaluation visuelle qualitative de l'état de santé global. Cette dernière apparaît toutefois plus pénalisante du fait qu'elle tienne compte de la dégradation des colonies coralliennes (nécroses).

La prise en compte des nécroses et maladies coralliennes dans le cadre d'un nouvel indice pour la construction de l'indicateur pourrait s'avérer judicieuse afin de pondérer l'état de l'indicateur en cas de faible recouvrement corallien. En effet, actuellement, la construction de l'indicateur prend en compte la couverture corallienne et non la présence de maladies, nécroses etc. Ceci peut entraîner le déclassement de certaines stations présentant une faible couverture corallienne en partie à cause des conditions de milieu moins favorables mais pour laquelle les colonies sont malgré tout en bonne santé. Inversement, sur une station présentant une valeur de recouvrement corallien correcte, les colonies coralliennes sont susceptibles d'être plus ou moins nécrosées ou malades. C'est le cas en 2020 sur la station Capesterre où les colonies coraliennes étaient relativement nombreuses mais fortement touchées par la maladie de perte de tissu. Le relevé de ces paramètres est actuellement réalisé de manière informelle lors des campagnes de suivi. Il serait pertinent d'engager une réflexion sur la définition d'un protocole spécifique, commun à la Guadeloupe et la Martinique, permettant de prendre en compte ces paramètres dans l'évaluation de l'état de santé de l'indicateur.

Comme exposé dans le cadre des conclusions des précédents suivis, pour le type de masse d'eau 6 « Côte exposée à récifs frangeants », les seuils de classification bon / moyen (20) et bon / très bon (40) pour l'indice « Corail » semblent élevés : la question se pose de la possibilité d'atteinte du bon état pour cet indice sur ces stations en condition de pressions anthropiques faibles du fait des conditions de milieu naturellement contraignantes. L'analyse de données historiques si elles existent permettrait de confirmer si ces valeurs sont potentiellement atteignables hors influence de pressions anthropiques compte tenu des conditions de milieu.

Concernant l'élément de qualité herbiers de phanérogames, au vu des évolutions en cours sur les paramètres à prendre en compte pour évaluer l'état de santé des herbiers, il apparaît prématuré de mener des réflexions sur d'éventuels indices et grilles de qualité. Par défaut, l'indice d'état de santé général de l'herbier a été utilisé pour la constitution de l'indicateur.

Une thèse visant à définir les paramètres les plus pertinents à prendre en compte pour le suivi de l'état de santé des herbiers est en cours de publication (F. Kerninon, thèse IFRECOR-DCE). Les résultats de celle-ci devraient permettre d'affiner le travail relatif à la mise en place de l'indicateur Herbiers. La mise en place de l'indicateur nécessitera l'acquisition de données afin de tester les différents indices, métriques et de mettre en place les grilles de qualité correspondantes.

4.3. Éléments de qualité physico-chimique

Les éléments de qualité pris en compte dans l'évaluation de l'état physico-chimique de la masse d'eau sont la température, l'oxygène (indice : oxygène dissous), les nutriments (indices DIN (Azote Inorganique dissous) et Orthophosphates) et la transparence de l'eau (indice turbidité).

Aucune modalité de calcul des métriques à utiliser pour ces éléments n'est disponible actuellement dans les textes de loi (circulaire, arrêté…) pour les Antilles françaises à l'exception de l'O_2 dissous (MTES, 2018a). Grilles et métriques sont toutefois à l'étude par IFREMER.

Les métriques, grilles de classification et règles d'agrégation auxquelles ont été confrontés les résultats des paramètres physico-chimiques sont les suivantes.

4.3.1. Indicateur température

4.3.1.1. Indices, paramètres, métriques et grilles de qualité

La température figure parmi les éléments de qualité physico-chimique retenus pour la classification de l'état écologique des masses d'eaux littorales.

L'élément de qualité température est évalué à l'aide des mesures de température enregistrées en sub-surface (0-1 m) tous les mois (en métropole) ou entre 2 à 8 fois par an (dans les DOM) pendant les 6 ans d'un plan de gestion (MTES, 2018c).

L'indicateur est défini comme le pourcentage de mesures de température considérées comme exceptionnelles, c'est-à-dire qui sortent d'une enveloppe de référence, sur la durée d'un plan de gestion (6 ans). L'enveloppe de référence est définie autour d'une sinusoïde de référence qui modélise les données de température enregistrées sur une période donnée. Les courbes maximales et minimales sont définies à partir de l'écart interquartile multiplié par un facteur 3.

Une sinusoïde de référence a donc été spécifiquement créée en 2018 pour les Antilles. La période de référence retenue est la période antérieure au dernier état des lieux, soit les années 2007 à 2011, période pour laquelle on dispose d'un jeu de données représentatif sur l'ensemble des masses d'eau côtières suivies en Martinique et en Guadeloupe.

La métrique est le % de valeurs mensuelles mesurées en surface en dehors de l'enveloppe de référence (ou sinusoïde) sur 6 ans. L'enveloppe ainsi définie permet alors de désigner les observations acceptables et exceptionnelles. Finalement, si le nombre d'observations exceptionnelles dépasse un certain taux, alors la masse d'eau est désignée hors norme au regard de l'élément de qualité température. Une évolution de la grille de qualité a été proposée par Allenou *et al.* en 2019 afin que la meilleure qualité possible pour le paramètre température corresponde à Très Bon, plutôt que Bon comme inscrit dans les règles d'évaluation 2018 (MTES, 2018c). Le seuil est de 5% : en-dessous, l'état est très bon ; au-dessus, l'état est inférieur à très bon.

À la suite de l'intégration des données de Guadeloupe des 6 dernières années dans Quadrige, IFREMER a réalisé l'analyse des données au regard de la sinusoïde proposée.

Tableau 4.17 : Grille de qualité proposées pour la température (en %) (Allenou et al., 2019)

Type de ME	Très Bon	Inf. à T.Bon
1 à 7	[0-5[	[5

4.3.1.2. Agrégation des indices et mise au point de l'indicateur

La température étant le seul indice utilisé, cette métrique est également l'indice et l'indicateur de l'élément de qualité température.

4.3.1.3. Données à utiliser pour la qualification des MEC

Pour les éléments de qualité physico-chimiques, l'évaluation est réalisée par masse d'eau, chacune comportant 1 à 2 stations. Les données acquises sur les 2 stations d'une même masse d'eau sont donc susceptibles d'être utilisées pour l'évaluation de l'état de celle-ci.

NB : jusqu'en 2018, en Guadeloupe, l'évaluation était réalisée par station de suivi et l'état de la station le plus déclassant définissait l'état de la masse d'eau pour chaque indicateur.

Qualification des données 2020

Les données bancarisées dans Quadrige 2 pour la période considérée ont fait l'objet d'une extraction.

Dans un 1er temps, des représentations graphiques des données 2020 et des données mensuelles acquises sur la période 2015-2020, pour chaque paramètre, ont été réalisées par IFREMER, via un script « R ». Ce travail a permis de faire ressortir d'éventuelles valeurs extrêmes dans le jeu de données de l'année 2020, pour chaque paramètre. L'expertise de ces données par CREOCEAN a permis d'identifier les causes des valeurs extrêmes observées (conditions météo-océaniques particulières le jour du prélèvement, erreur de saisie, etc.) et d'aboutir **à la qualification des données bancarisées** en « Bon », « Douteux » ou « Faux ».

Sélection des données

Toutes les données sont extraites de Quadrige sur les années 2015 à 2020. Un filtrage a ensuite été effectué. D'après le projet de note de cadrage (IFREMER, 2020), pour la température :

- Seuls les enregistrements qualifiés « Bon » ou non qualifiés dans Quadrige sont conservés.
- Seuls les résultats des niveaux « surface (0-1m) » sont retenus.
- Les résultats de l'année entière sont retenus.
- Toutes les valeurs mensuelles sont retenues.
- Une seule valeur est enfin retenue pour une masse d'eau/année/mois. Il s'agit de la valeur maximale, tous points de la masse d'eau confondus.

Sur ce dernier point, dans le cas de la Guadeloupe, compte tenu du possible décalage des campagnes en début de mois suivant, (tout en respectant un pas de temps de 3 semaines minimum entre 2 prélèvements), **un nombre important de données est susceptible d'être écarté de l'évaluation**, **alors que la répartition homogène des prélèvements sur l'année est assurée** (cf. explication ci-dessus (§ 7.3)). Pour les prochaines évaluation, l'ensemble des résultats devrait être pris en compte, dans la mesure où il n'y jamais plus de 12 prélèvements annuels et dans la mesure où un espacement de trois semaines est assuré entre deux campagnes.

La mise en œuvre du script d'analyse des données par IFREMER ne peut actuellement pas prendre en compte cette notion de « campagne » plutôt que de mois calendaire, seule la méthode d'évaluation prenant en compte les valeurs filtrées sur la base de la note de cadrage a été utilisée : sélection d'une valeur par ME/année/mois calendaire. Le détail des résultats de l'évaluation réalisée pour la période 2015-2020 a fait l'objet d'une note spécifique au paramètre température (Gautier *et al.*, 2021b).

4.3.1.4. Données sélectionnées sur la période 2015-2020

Dans le cadre de l'analyse visant à la qualification des données, toutes les valeurs de température ont été qualifiée en « Bon » et aucune n'a été écartée pour 2020.

Le nombre de données contributives à l'évaluation de l'indice sur la base des règles de sélection présentées ci-dessus à la suite du filtrage des données (filtrage d'une donnée par ME/mois) est résumé dans le Tableau 4.18.

Tableau 4.18 : Nombre de données acquises et nombre de données utilisées pour l'évaluation de l'indice Température sur la période 2015-2020

Masse d'eau	Station : Point contributif	Nombre de mesures utilisées		Données attendues
FRIC01	Pointe Lézard	18	47	50
	Rocroy	29		
FRIC02	Capesterre	29	29	25
FRIC03	Ilet Gosier	10	51	50
	Caye à Dupont	41		
FRIC04	Main Jaune	26	26	25
FRIC05	Le Moule	19	38	25
	Pointe des Colibris	19		
FRIC06	Anse Bertrand	29	29	25
FRIC07A	Ilet Christophe	29	29	25
FRIC07B	Pointe des Mangles	16	35	25
	Ilet Fajou	21		
FRIC08	Tête à l'Anglais	16	31	25
	Ilet Kahouanne	15		
FRIC10	Chicot	25	25	25
FRIC11	Ti Pâté	10	45	50
	Gros Cap	35		
	Large	26	26	50

4.3.1.5. Evaluation provisoire de l'indicateur température

Les données sélectionnées ont été confrontées à la sinusoïde de référence (Figure 4.5) établie par IFREMER en 2018 à partir des données de sub-surface de sites DCE suivis en Martinique et Guadeloupe sur la période précédant la période d'évaluation (résultats disponibles 2007-2011). Les résultats de l'évaluation de l'indicateur Température pour la période 2015-2020 sont présentés sur la carte ci-dessous.

L'évaluation pour **l'indicateur température** sur 6 ans (% de valeurs mensuelles mesurées en surface en dehors de l'enveloppe de référence) classe toutes les masses d'eau en **très bon état.**

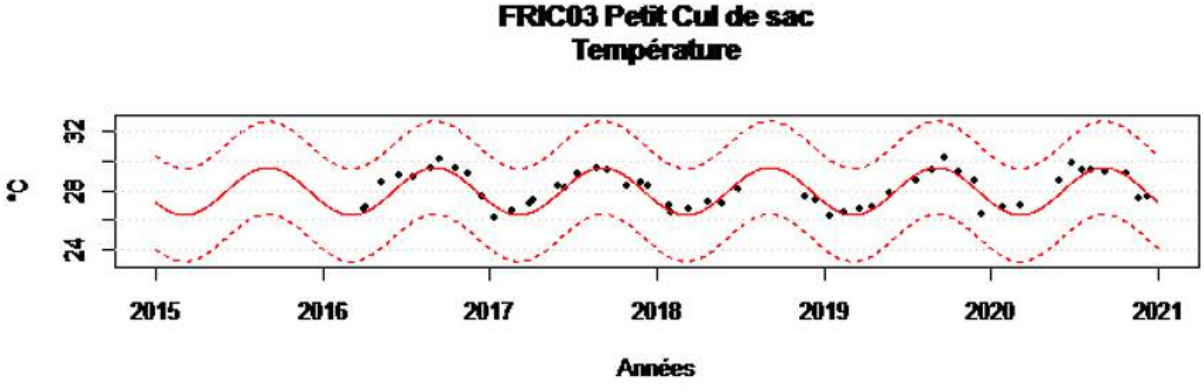


Figure 4.5 : Données température de la MEC FRIC03 confrontées à la sinusoïde de référence

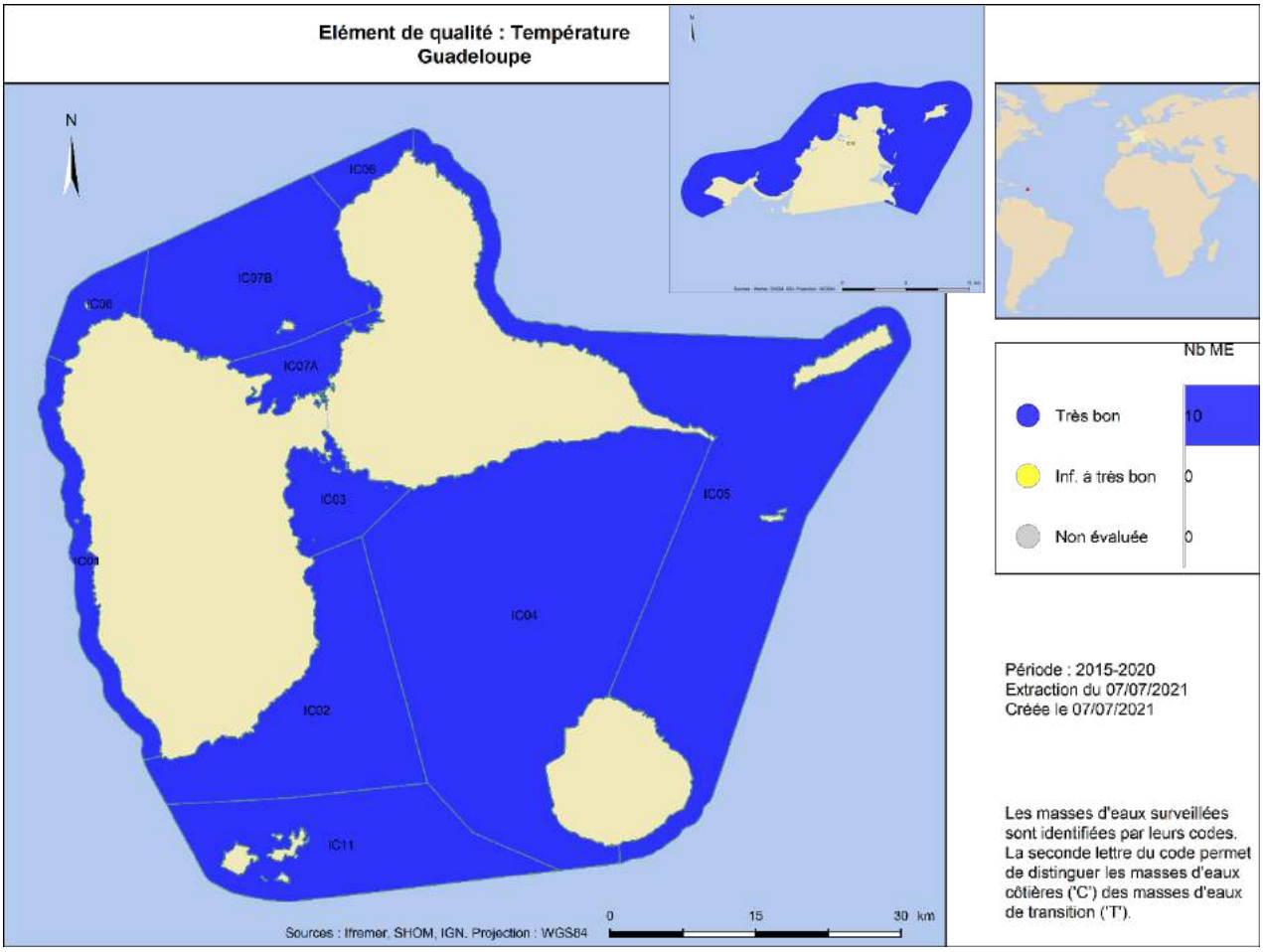


Figure 4.6 : Qualité des masses d'eau DCE au regard de l'indicateur température

4.3.2. Salinité

La salinité n'entre pas dans l'évaluation de l'état écologique des masses d'eau : les suivis de salinité ne se traduisent pas en état, car il n'existe pas en Guadeloupe de pressions anthropiques pouvant modifier de manière substantielle ce paramètre. Néanmoins, toute salinité sortant des fourchettes suivantes devra être soulignée, et les causes, si possible, identifiées (naturelles ou anthropiques).

Tableau 4.19 : Fourchette de salinité proposées pour tous type de MEC (d'après CCTP)

Salinité (PSU)	**Minimum**	**30**
	Maximum	**36**

En 2020, seule la station Ilet Christophe (FRIC 07a) a présenté une valeur de salinité s'écartant de l'intervalle défini, en surface en novembre 2020 (28,5 PSU). Cet écart a une origine naturelle, en lien avec les variations saisonnières de salinité liées au volume de précipitations, notamment sur cette station de fond de baie où le renouvellement est faible et l'influence des cours d'eau se déversant dans le GCSM forte, notamment la Grande Rivière à Goyave.

4.3.3. Indicateur oxygène

4.3.3.1. Indices, paramètres, métriques et grilles de qualité

Le paramètre retenu est la **concentration en oxygène dissous** (en mg/l).

La métrique utilisée dans les DOM est le **percentile 10 des concentrations mensuelles mesurées au fond toute l'année sur 6 ans** (MTES, 2018c). Il s'agit en métropole de données mensuelles acquises entre juin et septembre.

À la suite d'une étude bibliographique, un niveau minimum de 5 mg/l d'oxygène dissous est considéré au niveau international comme nécessaire pour la vie aquatique (Gao et Song, 2008 in Daniel et Lamoureux, 2015b) car lorsque la concentration baisse à 3 mg/l la plupart des organismes sont stressés. Au-dessous de 2 mg/l, les espèces mobiles recherchent des zones à plus forte concentration d'oxygène pour survivre alors que la plupart des espèces immobiles périssent. Ces trois seuils ont donc été retenus pour l'évaluation des masses d'eaux côtières et de transition de métropole. La grille proposée est donc la suivante :

Tableau 4.20 : Grilles de qualité proposées pour l'oxygène dissous (en mg/l) (MTES, 2018c)

Type de ME	Très bon état	Bon état	État moyen
Tous	5,0]	] 5,0-3,0]	] 0,3-2,0]

4.3.3.2. Agrégation des indices et mise au point de l'indicateur

La concentration en oxygène dissous étant le seul indice utilisé, cette métrique est également l'indice et l'indicateur de l'élément de qualité oxygène.

4.3.3.3. Données à utiliser pour la qualification des MEC

Pour les éléments de qualité physico-chimiques, l'évaluation est réalisée par masse d'eau, chacune comportant 1 à 2 stations. Les données acquises sur les 2 stations d'une même masse d'eau sont donc susceptibles d'être utilisées pour l'évaluation de l'état de celle-ci sur les 6 dernières années (valeur la plus déclassante sélectionnée par mois par MEC).

NB : jusqu'en 2018, en Guadeloupe, l'évaluation était réalisée par station de suivi et l'état de la station le plus déclassant définissait l'état de la masse d'eau pour chaque indicateur.

À la suite de la phase de qualification des données, un filtrage des données extraites de Quadrige 2 sur la période 2015 à 2020 a été réalisé. D'après le projet de note de cadrage (IFREMER, 2020), pour l'O_2 dissous :

- Seuls les enregistrements qualifiés « Bon » ou non qualifiés dans Quadrige sont conservés.
- Seuls les résultats du niveau « fond » sont retenus.
- Les résultats de l'année entière sont retenus.
- Toutes les valeurs mensuelles sont retenues.
- Une seule valeur est enfin retenue pour une masse d'eau/année/mois. Il s'agit de la valeur minimale, tous points de la masse d'eau confondus.

La problématique du nombre conséquent de résultats ne participant pas à l'évaluation est également valable pour ce paramètre comme explicité ci-dessus pour la température.

Comme pour les autres paramètres physico-chimiques, la mise en œuvre du script d'analyse des données par IFREMER ne peut actuellement pas prendre en compte cette notion de « campagne » plutôt que de mois calendaire, seule la méthode d'évaluation prenant en compte les valeurs filtrées sur la base de la note de cadrage a été utilisée : sélection d'une valeur par ME/année/mois calendaire. Le détail des résultats de l'évaluation réalisée pour la période 2015-2020 a fait l'objet d'une note spécifique au paramètre oxygène (Gautier *et al.*, 2021c).

4.3.3.4. Données sélectionnées sur la période 2015-2020

Dans le cadre de l'analyse visant à la qualification des données, l'ensemble des valeurs d'O_2 dissous a été qualifié en « Bon ».

Le nombre de données contributives à l'évaluation de l'indice sur la base des règles de sélection présentées ci-dessus, à la suite du filtrage des données (filtrage d'une donnée par ME/mois) est résumé dans le Tableau 4.21.

Tableau 4.21 : Nombre de données acquises et nombre de données utilisées pour l'évaluation de l'indice O_2 dissous sur la période 2015-2020

Masse d'eau	Station : Point contributif	Nombre de mesures utilisées		Données attendues
FRIC01	Pointe Lézard	22	46	50
	Rocroy	24		
FRIC02	Capesterre	29	29	25
FRIC03	Ilet Gosier	8	51	50
	Caye à Dupont	43		
FRIC04	Main Jaune	26	26	25
FRIC05	Le Moule	22	38	25
	Pointe des Colibris	16		
FRIC06	Anse Bertrand	29	25	25
FRIC07A	Ilet Christophe	22	25	25
FRIC07B	Pointe des Mangles	12	37	25
	Ilet Fajou	25		
FRIC08	Tête à l'Anglais	9	31	25
	Ilet Kahouanne	22		
FRIC10	Chicot	23	23	25
FRIC11	Ti Pâté	17	44	50
	Gros Cap	27		
	Large	26	26	25

4.3.3.5. Evaluation provisoire de l'indicateur oxygène

Les résultats de l'évaluation de l'indicateur oxygène pour la période 2015-2020 sont présentés sur la carte ci-dessous. L'évaluation pour **l'indicateur O_2 dissous** sur 6 ans classe toutes les masses d'eau en **très bon état**. La station au large apparaît également en très bon état.

Masse d'eau	Valeur de l'indice
FRIC01	6,1
FRIC02	6,1
FRIC03	5,6
FRIC04	6,2
FRIC05	6,0
FRIC06	5,7
FRIC07A	5,2
FRIC07B	5,7
FRIC08	5,7
FRIC10	6,1
FRIC11	6,1
FRIC00 (Large)	6,4

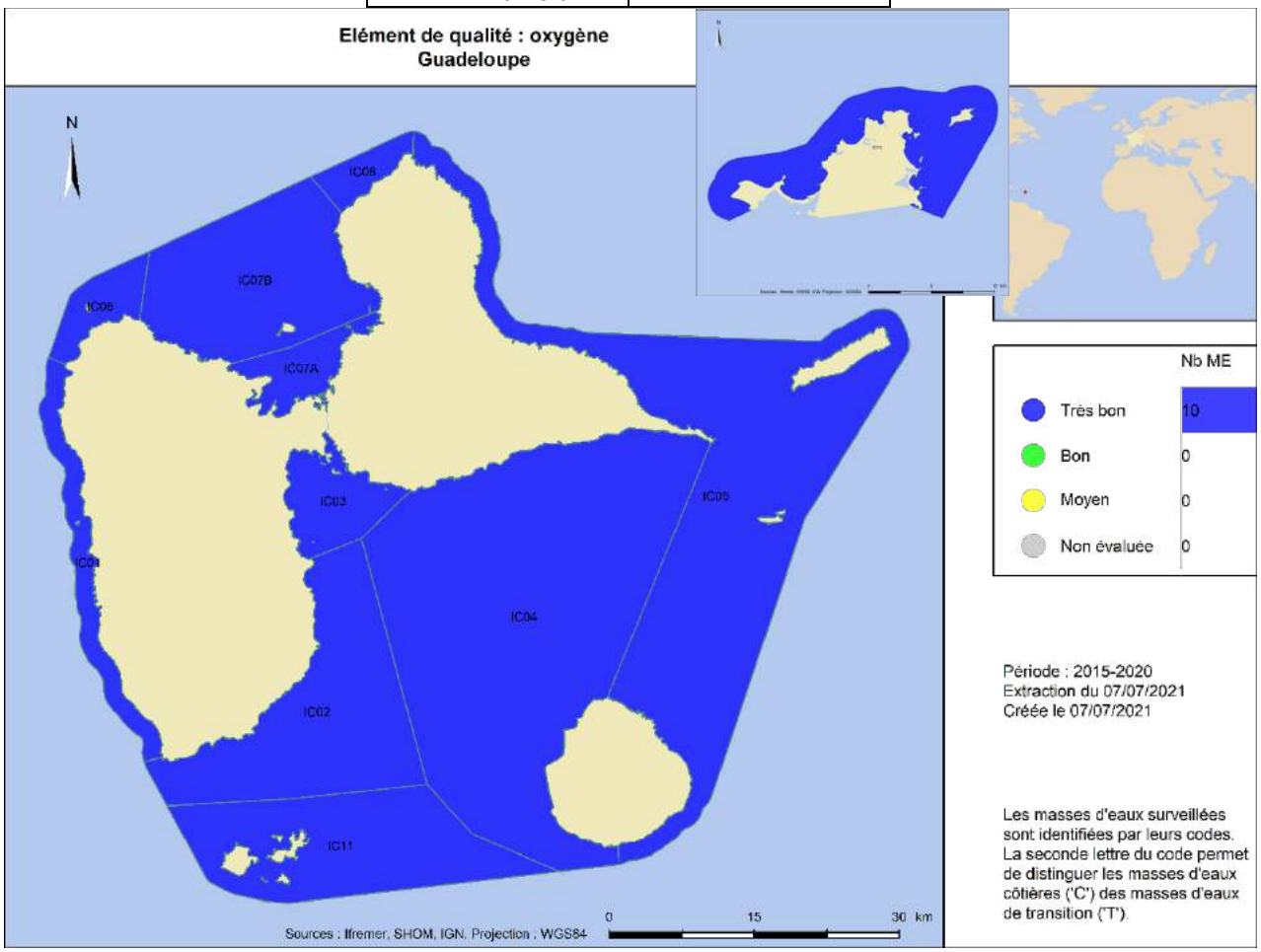


Figure 4.7 : Qualité des masses d'eau DCE au regard de l'indicateur oxygène dissous

Analyse critique du classement obtenu :

Comme lors des précédentes évaluations, toutes les MEC présentent un très bon état pour l'indicateur oxygène. Ce résultat paraît logique compte tenu de l'homogénéité des valeurs mesurées pour ce paramètre sur l'ensemble des stations. Aucune anomalie concernant la concentration en O_2 dissous n'a été observée au cours des 6 dernières années de suivi. Aucune des MEC ne semblent montrer de signe d'eutrophisation capable de réduire la disponibilité en oxygène.

La MEC FRIC07A avec la station de l'Ilet Christophe présente la valeur d'indice la plus faible, proche du seuil très bon/bon état (5,2 mg/l ; Gautier *et al.*, 2021c). Cela s'explique d'une part, par sa situation dans le fond du GCSM, où les apports d'eau douce turbide sont conséquents, et d'autre part, par le faible renouvellement des eaux caractérisant cette zone de fond de baie. Souvent les baisses d'oxygène au fond sont dues à une surconsommation d'oxygène par les organismes autotrophes au cours de la journée et les bactéries (en lien avec la dégradation de la matière organique (phytoplancton) et à une stratification de la masse d'eau (saline ou thermique), qui limite les échanges gazeux).

4.3.4. Indicateur transparence

4.3.4.1. Indices, paramètres, métriques et grilles de qualité

Le paramètre utilisé est la **turbidité** (en FNU).

La métrique proposée est le **Percentile 90 des valeurs mensuelles de turbidité mesurées en surface sur les 6 années du plan de gestion** (MTES, 2018c).

Dans le cadre du guide REEL (MTES, 2018c), la grille d'état proposée pour ce paramètre est la suivante. Une grille spécifique est proposée pour les masses d'eau de fond de baie

Tableau 4.22 : Grilles de qualité proposées en 2018 (MTES, 2018c)

Type de ME	Valeur de référence	Très bon état	Bon état	État moyen
Type 1		1]	] 1-2]	] 2
Type 2 à 6		0,6]	] 0,6-1,6]	] 1,6

4.3.4.2. Agrégation des indices et mise au point de l'indicateur

La turbidité étant le seul paramètre retenu pour la mesure de la transparence, cette métrique est également l'indice « turbidité » et l'indicateur de l'élément de qualité transparence.

4.3.4.3. Données à utiliser pour la qualification des MEC

Pour les éléments de qualité physico-chimiques, l'évaluation est réalisée par masse d'eau, chacune comportant 1 à 2 stations.

À la suite de la phase de qualification des données, un filtrage des données extraites de Quadrige 2 sur la période 2015 à 2020 a été réalisé. D'après le projet de note de cadrage (IFREMER, 2020), pour la turbidité :

- Seuls les enregistrements qualifiés « Bon » ou non qualifiés dans Quadrige sont conservés.
- Seuls les résultats des niveaux « surface (0-1m) » et « surface-fond (profondeur < 3m) » sont retenus.
- Les résultats de l'année entière sont retenus.
- Toutes les valeurs mensuelles sont retenues.
- Une seule valeur est enfin retenue pour une masse d'eau/année/mois. Il s'agit de la valeur maximale, tous points de la masse d'eau confondus.

La problématique du nombre conséquent de résultats ne participant pas à l'évaluation est également valable pour ce paramètre comme explicité ci-dessus pour la température.

Comme pour les autres paramètres physico-chimiques, la mise en œuvre du script d'analyse des données par IFREMER ne peut actuellement pas prendre en compte cette notion de « campagne » plutôt que de mois calendaire, seule la méthode d'évaluation prenant en compte les valeurs filtrées sur la base de la note de cadrage a été utilisée : sélection d'une valeur par ME/année/mois calendaire. Le détail des résultats de l'évaluation réalisée pour la période 2015-2020 a fait l'objet d'une note spécifique au paramètre transparence (Gautier *et al.*, 2021d).

4.3.4.4. Données sélectionnées sur la période 2015-2020

Dans le cadre de l'analyse visant à la qualification des données, toutes les valeurs de turbidité ont été qualifiées en « Bon ».

Le nombre de données contributives à l'évaluation de l'indice sur la base des règles de sélection présentées ci-dessus, à la suite du filtrage des données (filtrage d'une donnée par ME/mois) est résumé dans le Tableau 4.23.

Tableau 4.23 : Nombre de données acquises et nombre de données utilisées pour l'évaluation de l'indice turbidité sur la période 2015-2020

Masse d'eau	Station : Point contributif	Nombre de mesures utilisées		Données attendues
FRIC01	Pointe Lézard	12	47	50
	Rocroy	35		
FRIC02	Capesterre	29	29	25
FRIC03	Ilet Gosier	10	51	50
	Caye à Dupont	41		
FRIC04	Main Jaune	26	26	25
FRIC05	Le Moule	24	38	25
	Pointe des Colibris	14		
FRIC06	Anse Bertrand	29	29	25
FRIC07A	Ilet Christophe	29	29	25
FRIC07B	Pointe des Mangles	15	37	25
	Ilet Fajou	22		
FRIC08	Tête à l'Anglais	11	31	25
	Ilet Kahouanne	20		
FRIC10	Chicot	25	25	25
FRIC11	Ti Pâté	14	45	50
	Gros Cap	31		
	Large	26	26	25

4.3.4.5. Evaluation provisoire de l'indicateur transparence

Les résultats de l'évaluation de l'indicateur transparence pour la période 2015-2020 sont présentés sur la carte ci-dessous. L'évaluation pour **l'indicateur transparence** sur 6 ans classe toutes les masses d'eau en **bon état**, excepté la masse d'eau FRIC07A, classée en **moyen état**. La station témoin au Large apparaît également en bon état.

Masse d'eau	Valeur de l'indice
FRIC01	0,9
FRIC02	0,8
FRIC03	1,2
FRIC04	0,6
FRIC05	0,8
FRIC06	0,8
FRIC07A	2,2
FRIC07B	0,8
FRIC08	1,3
FRIC10	0,7
FRIC11	1,1
FRIC00 (Large)	0,6

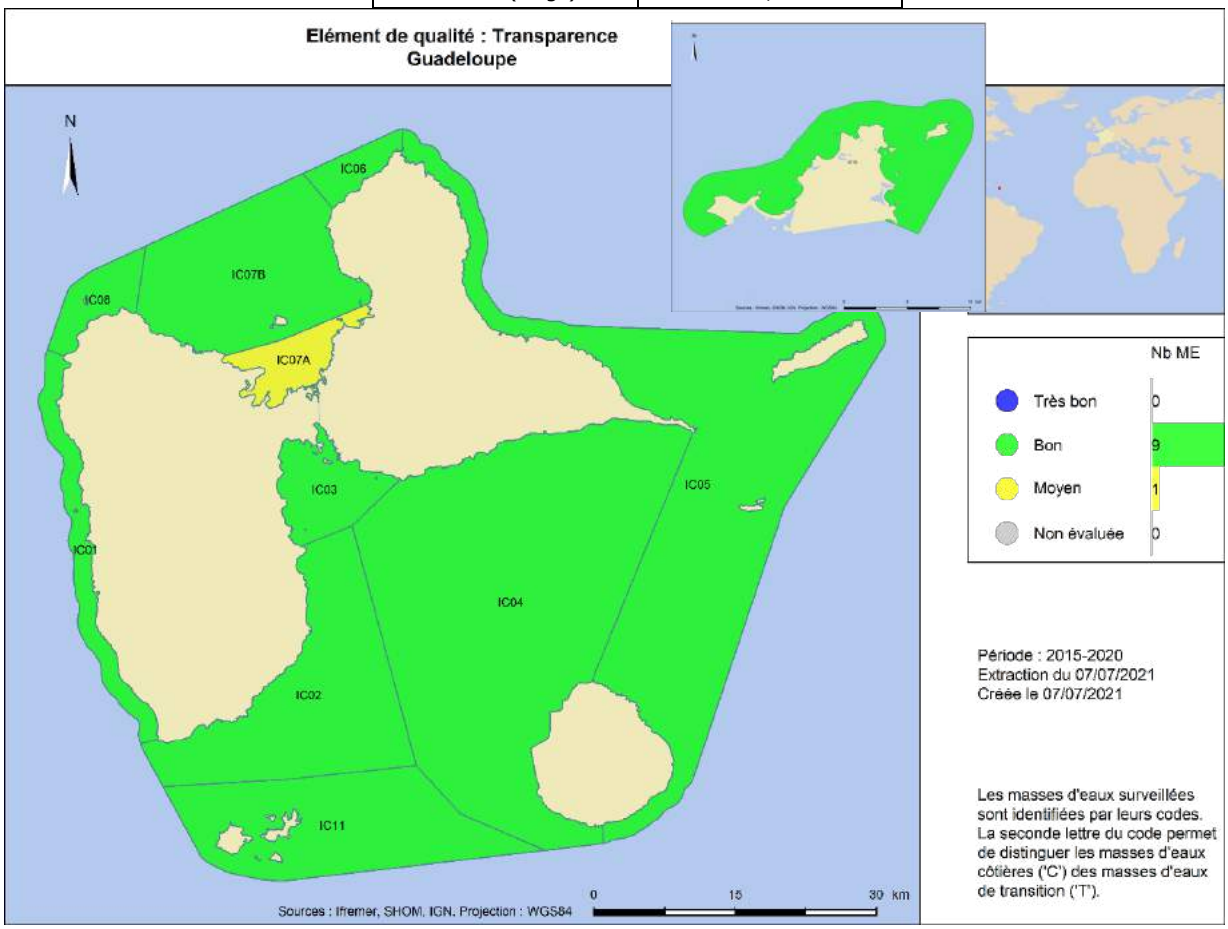


Figure 4.8 : Qualité des masses d'eau DCE au regard de l'indicateur transparence

Analyse critique du classement obtenu :

Sur la base de la double grille du guide REEL (2018), excepté la masse d'eau de fond de baie FRIC07A, **toutes les MEC apparaissent en bon état** pour cet élément de qualité, ainsi que la station témoin au large.

Aucune n'apparaît en très bon état, ce qui peut paraître étonnant pour les MEC abritant les stations les plus océaniques telles que la station témoin au large ou encore Chicot dans la MEC de Saint-Martin (FRIC10). A noter toutefois que ces 2 stations, ainsi que la station de Main Jaune (MEC FRIC04), présentent une valeur d'indice très proche de la valeur seuil très bon/bon état (valeur de l'indice : 0,6 ou 0,7 pour FRIC10 ; valeur seuil : 0,6]).

La comparaison du résultat de l'évaluation 2020 avec l'évaluation précédente met en évidence une stabilité de l'état des MEC pour ce paramètre, excepté pour FRIC07A. Classée en bon état à l'issue de l'année 2019, la station Ilet Christophe de cette MEC de fond de baie est classée en état moyen en 2020. Elle présente la valeur d'indice la plus élevée (2,2 ; seuil de bon/moyen état :]1-2]), en lien avec son caractère confiné (faible renouvellement des eaux) et les apports d'eau douce turbide sur le secteur.

A l'issue de l'évaluation 2020, la grille mise au point ne déclassera pas l'état final (provisoire) des masses d'eau, excepté FRIC07A. Le classement est relativement cohérent avec les observations de terrain bien que les stations soient peu discriminées entre elles alors que des différences existent entre les conditions de milieu d'un point de vue de ce paramètre (influence d'apports terrigènes négligeable pour la station au Large et sur la station de Saint-Martin notamment).

A noter que certaines stations appartenant au réseau dit « référence » ont davantage participé à l'évaluation en termes de donnés contributives que leur station du réseau de surveillance associée (ex : Caye à Dupont vs Ilet du Gosier, cf. Gautier *et al.*, 2021d). C'est parfois également le cas pour d'autres indicateurs. Comme cela est le cas en Martinique, il est proposé d'abandonner le terme « référence » pour le réseau de suivi de Guadeloupe et d'intégrer de manière officielle les sites du réseau de référence au réseau de surveillance.

4.3.5. Indicateur nutriments

4.3.5.1. Indices, paramètres, métriques et grilles de qualité

L'indicateur nutriments est basé sur deux indices : l'indice « orthophosphates » et l'indice DIN (= nitrates + nitrites + ammonium).

Pour l'indice DIN, les **paramètres** mesurés sont les **concentrations en ammonium, en nitrates et nitrites** (en µmol/l). L'indice DIN est constitué par la somme des concentrations des 3 composés.

Pour l'indice Orthophosphates, le paramètre pris en compte est la **concentration en orthophosphates** (en µmol/l).

Aucune modalité de calcul de la métrique n'est disponible en ce qui concerne les Antilles pour les indices DIN et Orthophosphates.

Il est indiqué dans le guide REEL (MTES, 2018c) : « un indice nutriment pourra être proposé lorsqu'un jeu de données minimal sera disponible ». Les nutriments ne sont donc actuellement pas pris en compte dans l'évaluation de l'état provisoire des masses d'eaux côtières aux Antilles.

De nombreuses incertitudes pèsent sur les nouvelles données acquises en 2020 (cf. problèmes avec le laboratoire d'analyse explicités plus haut § 3.3.3). IFREMER a notamment proposé (cf. mail à l'ODE du 02/07/21) de classer en non qualifiées certaines données pour le paramètre Ammonium, en attente d'un retour sur les données à venir pour l'année 2021 (changement de laboratoire, analyses réalisées par IFREMER Arcachon).

Créocéan réalisait jusqu'alors dans le cadre du rapport annuel une évaluation « par défaut » de cet indicateur sur la base de suggestions d'Anne Daniel 2015 (A. Daniel, comm. pers. du 05/05/15) : la métrique utilisée était la moyenne des valeurs de DIN et des concentrations en orthophosphates sur 6 ans.

Au vu des incertitudes sur les résultats d'analyse ces derniers mois voire ces dernières années, il a été décidé de ne plus appliquer cette méthodologie d'évaluation par défaut. Dans l'attente de données fiables et d'avancées dans la définition de métriques et grilles d'indice adaptées, cet indicateur ne sera pas pris en compte dans le cadre des évaluations provisoires réalisées annuellement.

Les grilles actuellement proposées sont les suivantes :

Tableau 4.24 : Valeurs seuils proposées pour l'Azote Total (DIN : nitrate + nitrite + ammonium) et les Orthophosphates (en µmol/l) (d'après Impact-Mer et al., 2011)

DIN	Valeur de référence	Très bon état	Bon état	État moyen	État médiocre	Mauvais état
Type 1	0,35	0,6]	] 0,6-1,5]	] 1,5-3]	] 3-6]	] 6,0
Type 2 à 6	0,15	0,3]	] 0,3-1]	] 1-2,5]	] 2,5-4]	] 4,0

Orthophosphates	Valeur de référence	Très bon état	Bon état	État moyen	État médiocre	Mauvais état
Tout type de ME	0,05	0,1]	] 0,1-0,2]	] 0,2-0,4]	] 0,4-0,8]	] 0,8

NB : Comme souligné dans le rapport de Buchet (2014), la « guidance chimie » impose que le seuil TB/B soit supérieur à au moins 3 fois la LQ. Les seuils TB/B proposés sont supérieurs aux LQ (DIN : 0,15 µmol/l; Orthophosphates : 0,05 µmol/l) mais pas d'un facteur 3. Ces seuils pourront être réévalués sur la base d'un plus grand nombre de données acquises avec des méthodes analytiques adaptées aux eaux oligotrophes (ce qui n'était pas le cas au démarrage des suivis).

Concernant les silicates, il n'est pas proposé de valeurs seuil.

4.3.5.2. Agrégation des indices et mise au point de l'indicateur

À la suite d'échanges avec IFREMER (A. Daniel, comm. pers. du 05/05/15) et compte tenu du faible jeu de données disponibles il avait été décidé **provisoirement et par défaut** de prendre l'élément le plus déclassant des DIN et Orthophosphates pour établir l'état de l'indicateur « Nutriments ».

NB : en Martinique, la méthode d'agrégation utilisée en 2018 est différente : le calcul de l'indicateur « nutriments » est réalisé en moyennant les valeurs des EQR obtenues pour les indices « orthophosphates » et « DIN ». La grille de l'indicateur a également été construite en moyennant les valeurs seuils de ces deux indices (Impact-Mer, 2019).

Dans l'attente d'éléments de cadrage plus précis pour cet indicateur en termes de métriques, grilles de qualité et règle d'agrégation, aucune évaluation ni agrégation des indices n'a été réalisée en 2020.

4.3.5.3. Données à utiliser pour la qualification des MEC

Comme pour les autres éléments de qualité physico-chimiques, l'évaluation est réalisée par masse d'eau pour cet indicateur.

Les données bancarisées dans Quadrige 2 pour la période considérée ont fait l'objet d'une extraction et de la même analyse que les autres résultats physico-chimiques pour aboutir **à la qualification des données bancarisées** en « Bon », « Douteux » ou « Faux ».

- La totalité des résultats de concentration en Orthophosphates a été qualifié en « Bon » pour la période 2015-2019.

- En 2020, toutes les données nutriments (azotés et phosphorés) ont été classées en non qualifiées, en attente d'un retour sur les données à venir pour l'année 2021 (changement de laboratoire, analyses réalisées par IFREMER Arcachon). Une valeur d'ammonium a toutefois été classée en fausse compte tenu de son caractère aberrant : Tête à l'Anglais en janvier 2020.
- La majorité des résultats de 2015 à 2019 pour les DIN a été qualifiée en « Bon ». Certaines valeurs seront écartées de la future évaluation compte tenu de leur qualification en « douteux » ou « faux ». Ces résultats, listés dans le Tableau 4.25, sont pour la plupart, des valeurs relativement élevées pour lesquelles une anomalie analytique est soupçonnée.

Tableau 4.25 : Valeurs retirées du jeu de données pour le calcul des indices DIN en raison de leur qualification en « douteux » ou « faux »

CAMPAGNES	STATIONS ET PARAMETRES CONCERNES
Mars 2016	Anse Bertrand, Ilet Gosier, Ilet Kahouanne, Ilet Christophe, Ilet Fajou, Moule, Pointe des Mangles, Rocroy, Pointe Lézard, Tête à l'Anglais (NO2+NO3) FAUX
Juillet 2016	Ilet Fajou (NH4) FAUX
Août 2016	Chicot (NH4) DOUTEUX
Septembre 2016	Large (NH4) FAUX
Février 2017	Anse Bertrand (NH4) DOUTEUX
Mars 2017	Pointe des Mangles (NH4) FAUX Anse Bertrand (NH4) DOUTEUX
Juillet 2017	Anse Bertrand (NH4) DOUTEUX
Novembre 2019	Rocroy (NH4) DOUTEUX

Les métriques et la règle d'agrégation pour cet indicateur restent donc à fixer. Ce travail passera par l'acquisition de données supplémentaires de manière plus fréquente et plus fiable.

Dans le cadre des précédentes analyses menées avec la méthode par défaut, les grilles de classification paraissaient à 1re vue adaptées, excepté éventuellement le seuil très bon/bon état de l'indice DIN pour les masses d'eau de fond de baie qui ne semble pas assez contraignant. Ce point sera à confirmer une fois la métrique fixée. Parallèlement, les seuils TB/B état proposés seront probablement à réévaluer afin de respecter les consignes de la « guidance chimie » qui impose que ce seuil soit supérieur à au moins 3 fois la LQ.

BILAN POUR LES ELEMENTS DE QUALITE PHYSICO-CHIMIQUES :

La confrontation des résultats de mesure de la température avec la sinusoïde de référence sur la période 2015-2020, a permis d'évaluer les 11 masses d'eau en très bon état.

Pour la salinité, une valeur sortant des fourchettes a été observée (station Ilet Christophe). Cet écart minime a une origine naturelle, en lien avec les variations saisonnières de salinité liées au volume de précipitations, notamment sur cette station de fond de baie où le renouvellement est faible.

Pour l'O_2 dissous (métrique : percentile 10), la grille est apparue adaptée (pas de nécessité d'adaptation pour prendre en compte la diminution de la solubilité de l'oxygène dissous avec l'augmentation de la température de l'eau). Les valeurs mesurées sur l'ensemble des stations sont relativement homogènes. L'ensemble des MEC est qualifié en très bon état.

Pour la turbidité (métrique : percentile 90), 10 des 11 MEC sont classées en bon état, ainsi que la station témoin au large. La station de fond de baie FRIC07A est classée en état moyen. Les stations sont peu discriminées malgré des conditions de transparence des eaux qui, *in situ,* semblent assez variables d'une station à l'autre (ex : station au large et dans une moindre mesure Chicot à Saint-Martin au caractère océanique).

Pour l'Azote total et les Orthophosphates, compte tenu des incertitudes sur les résultats d'analyse ces derniers mois voire ces dernières années et du manque d'éléments de cadrage à l'heure actuelle (métrique et grilles adaptées), cet indicateur ne peut pour le moment pas être évalué dans le cadre des évaluations provisoires annuelles.

Pour l'ensemble des paramètres, la pérennisation d'une acquisition de données régulière et fréquente sur chaque MEC (« trou » de données en 2015, ou absence de données en saison humide en 2018 par exemple) est nécessaire afin de disposer d'un jeu de données permettant une analyse suffisamment robuste. De la même manière, le calcul de l'indice par MEC sur la base de la sélection d'une valeur par ME/campagne et non par mois calendaire permettrait d'assurer une évaluation plus robuste, une attention particulière étant par ailleurs portée à répartir les prélèvements de façon homogène sur l'année, malgré le décalage éventuel d'une campagne sur le mois suivant.

A noter que certaines stations appartenant au réseau dit « référence » ont davantage participé à l'évaluation en termes de données contributives que leur station du réseau de surveillance associée. Comme cela est le cas en Martinique, il est proposé d'abandonner le terme « référence » pour le réseau de suivi de Guadeloupe et d'intégrer de manière officielle les sites du réseau de référence au réseau de surveillance.

4.4. Principes d'agrégation des éléments de qualité pour l'évaluation de l'état écologique partiel d'une MEC

La figure suivante synthétise les indices et indicateurs DCE évalués cette année en Guadeloupe.

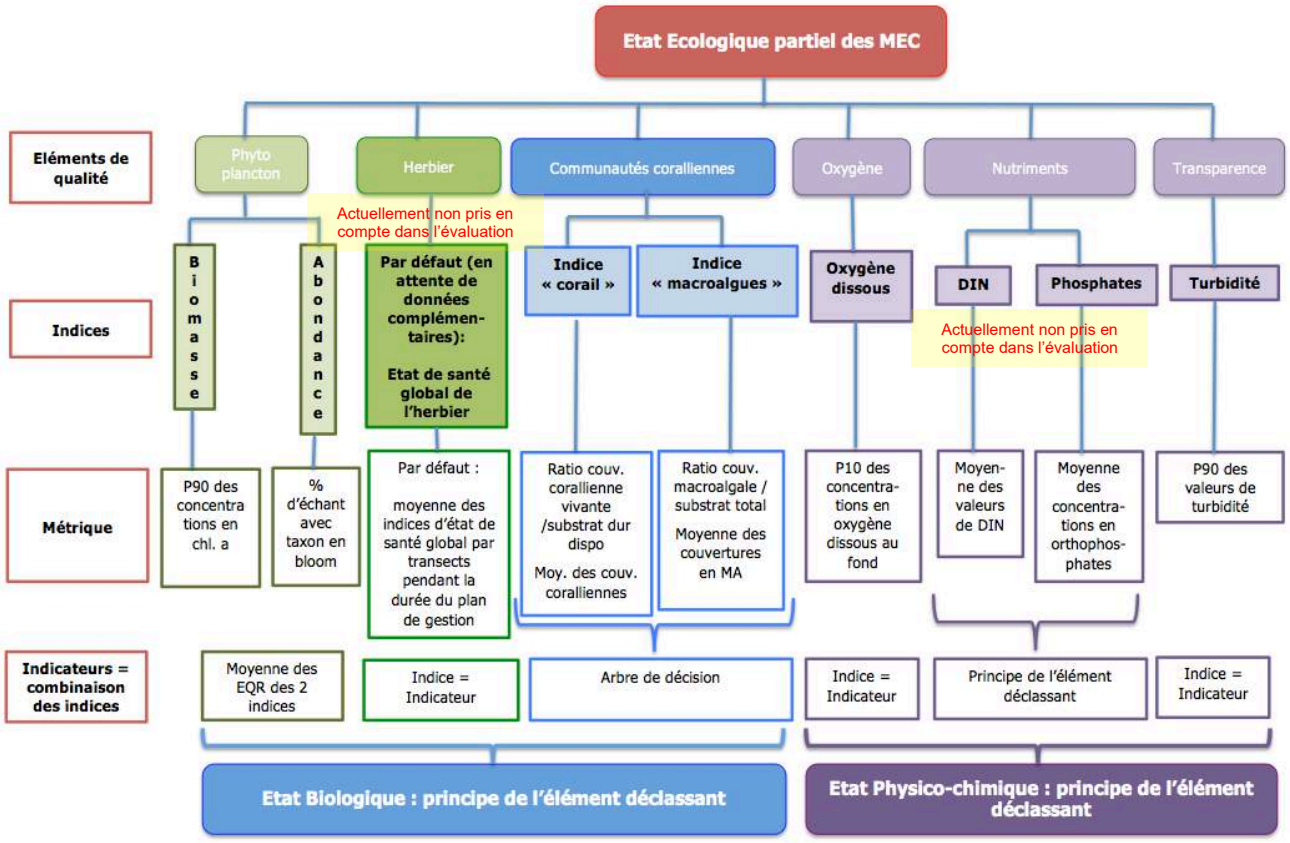


Figure 4.9 : Synthèse des paramètres, indices, métriques et indicateurs retenus pour les masses d'eau côtières de Guadeloupe en 2019 (sur la base de Impact-Mer et al., 2013)

Compte tenu de l'état d'avancement du développement des indicateurs herbiers et nutriments, ceux-ci ne sont actuellement pas pris en compte dans le cadre des évaluations officielles (état des lieux préalable au SDAGE notamment). **Il est toutefois proposé de prendre en compte l'indicateur herbiers dans le cadre de la présente étude et de l'évaluation provisoire à fin 2020**, sur la base de la règle par défaut explicitée ci-dessus (prise en compte de l'indice d'état de santé qualitatif des herbiers), afin d'avoir une vision de l'état de santé des MEC complète, prenant en compte l'ensemble des indicateurs biologiques.

Définition de l'état biologique et de l'état physico-chimique d'une ME

D'après l'arrêté et les guides européens, la règle d'agrégation des éléments de qualité biologique ou physico-chimique est le principe de l'élément de qualité déclassant. Au sein de chaque catégorie, c'est l'élément qui est dans le « moins bon état » qui détermine l'état biologique d'une masse d'eau. Il est proposé de retenir cette règle, retenue en Martinique également, pour la Guadeloupe.

Agrégation des éléments de qualité : évaluation de l'état écologique partiel

L'annexe 2 de l'Arrêté du 27 juillet 2018 (modifiant l'Arrêté du 25/01/10) précise que la règle d'agrégation des éléments de qualité dans la classification de l'état écologique est celle du **principe de l'élément de qualité déclassant.**

Le rôle respectif de différents éléments de qualité (état biologique et physico-chimique général) dans la classification de l'état écologique « partiel » provisoire des ME est repris dans la figure suivante.

D'après les règles d'agrégation entre les éléments de qualité biologique, physico-chimique et les Polluants Spécifiques de l'État Écologique (PSEE), soit **la chlordécone pour la Guadeloupe, les PSEE peuvent déclasser l'état de masse d'eau au maximum en état moyen si les NQE ne sont pas respectées (Figure 4.10).**

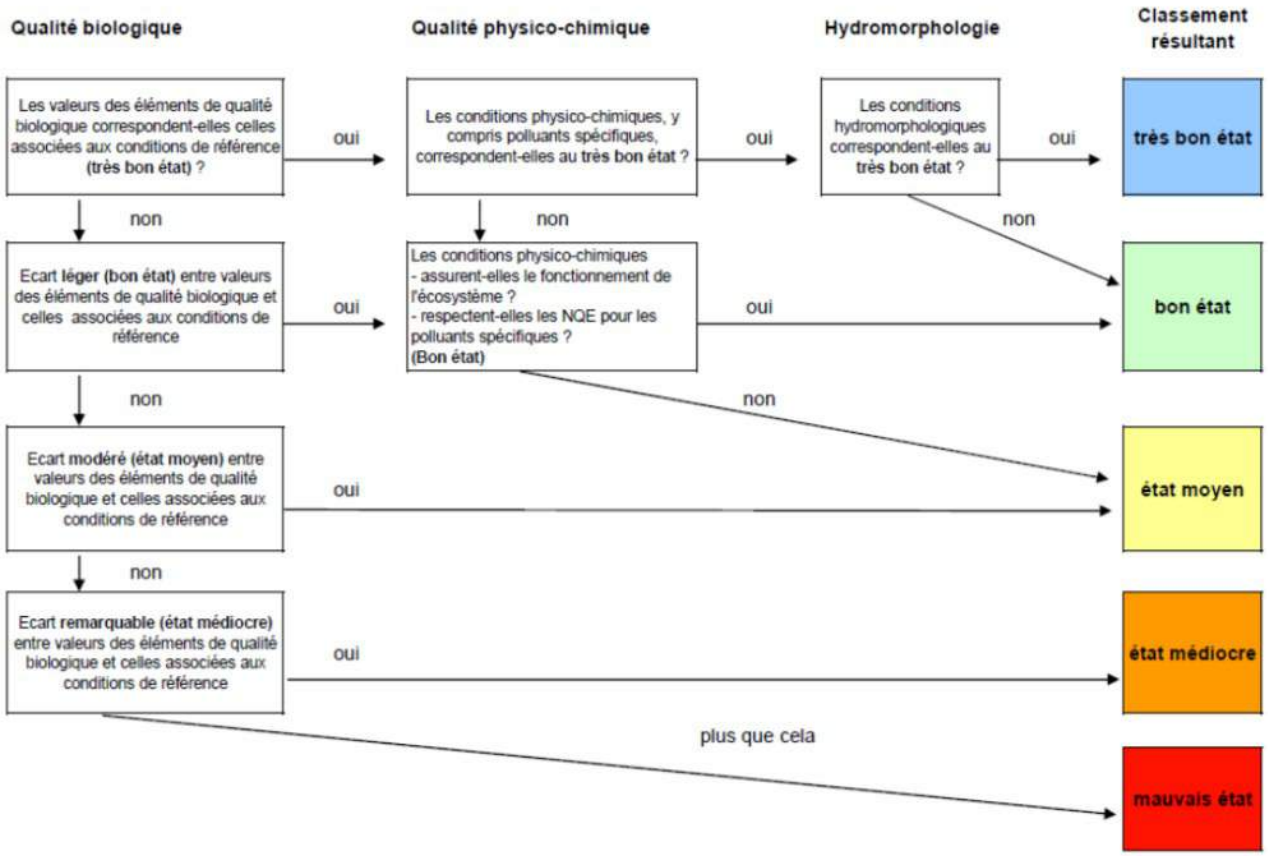


Figure 4.10 : Rôles respectifs des éléments de qualité biologique, physico-chimique et hydromorphologique dans la classification de l'état écologique partiel provisoire d'une masse d'eau (MTES, 2018c)

5. Bilan : évaluation provisoire de l'état des MEC

Nb. : les résultats présentés ci-dessous ne préjugent en rien du classement final et officiel DCE de l'état écologique des masses d'eau. La pertinence de l'évaluation est discutable notamment en raison du faible nombre de mesures, des incertitudes quant aux modalités de calcul de l'état des différents éléments de qualité et des grilles d'évaluation provisoires utilisées.

L'objectif à terme est de déterminer à partir des données collectées, les caractéristiques des 11 masses d'eau côtières et de les qualifier au titre de la DCE sur la base des différents paramètres mesurés. Pour ce faire, les paramètres biologiques, physico-chimiques, chimiques et hydromorphologiques relevés sont comparés à des valeurs et conditions de référence.

Compte tenu du caractère provisoire des méthodes d'évaluation (indices, modalités de calcul, valeurs référence, valeurs seuils en phase d'essai), seule **une évaluation provisoire** de l'état écologique de chacun des sites de surveillance peut être présentée dans le cadre de cette étude.

L'évaluation du seul polluant spécifique de l'état écologique à prendre en compte aux Antilles, le chlordécone, pourra être prise en compte puisqu'elle a été réalisée parallèlement dans le cadre du suivi de la contamination chimique des masses d'eau lors d'une campagne menée en novembre-décembre 2018 (CREOCEAN, 2019b).

L'objectif est **d'actualiser l'état écologique de chaque masse d'eau littorale** sur la base des résultats acquis lors du suivi sur les sites DCE sur les 6 dernières années (paramètres biologiques et physico-chimiques) et de l'état d'avancement de construction des indicateurs et grilles de qualités associées par type de masse d'eau.

L'ensemble des résultats sur les 6 dernières années a été analysé, sur la base des méthodologies (indices, grilles de qualité) discutées précédemment et validées par le MO.

En raison du manque de certitude quant aux seuils définis pour les grilles des indices, il apparaît que dans le cadre du contrôle de surveillance, **le niveau de confiance pour l'évaluation de l'état écologique d'une masse d'eau est relativement faible**. Ce manque de certitude sera progressivement et partiellement comblé par les prochains suivis de l'ensemble des paramètres, essentiels à l'amélioration de l'évaluation de l'état écologique.

Les tests et évaluation des éléments nécessaires à la définition de l'état écologique partiel d'une ME en Guadeloupe menés précédemment ont montré que les stations appartenant au réseau dit « Référence » pouvaient présenter un moins bon état de santé que certaines des stations du réseau de surveillance. **Il est donc proposé, comme en Martinique, d'abandonner le terme « référence » pour le réseau de suivi de Guadeloupe et d'intégrer les sites du réseau de référence au réseau de surveillance.**

La mise à jour de l'évaluation de l'état des MEC sur la base des données acquises en 2020 est présentée ci-dessous.

5.1. Éléments de qualité biologique

La qualité biologique prend en compte les 3 indicateurs « Phytoplancton », « Communauté corallienne » et « Herbiers ». C'est l'élément le plus déclassant qui détermine l'état biologique provisoire des sites / masses d'eau.

BILAN (Tableau 5.1) : 6 MEC révèlent un état biologique provisoire Médiocre (FRIC 03, 04, 06, 07A, 8 et 10). L'indicateur benthos récifal est pour ces MEC l'indicateur déclassant, excepté pour FRIC03 et fond de baie dans le GCSM où c'est l'indicateur phytoplancton qui classe la MEC en médiocre (pas de communautés coralliennes dans cette masse d'eau).

Les 5 autres MEC présentent un état biologique provisoire Moyen.

L'état provisoire des MEC à fin 2020 est le même qu'en 2019.

A noter que pour la MEC FRIC11, c'est l'indicateur herbier qui déclasse l'état de la masse d'eau de bon à moyen. Compte tenu du manque d'éléments de cadrage pour cet indicateur, évalué actuellement par défaut sur la base de l'indice d'état de santé global, sa prise en compte dans le cadre des évaluations provisoires annuelles de l'état écologique des MEC est discutable et devra être validée en Comité de Pilotage. Dans le cadre de la révision des états des lieux préalables aux SDAGE de Martinique et Guadeloupe, l'indicateur herbier avait été écarté de l'évaluation de l'état écologique des MEC.

Tableau 5.1 : Bilan sur l'état biologique provisoire des sites DCE à fin 2020

Type de ME	MEC	Station	Indicateur benthos récifal		Indicateur herbier		Indicateur phytoplancton	ETAT BIOLOGIQUE DES MEC
			Par station	Par MEC	Par station	Par MEC		
Type 5	FRIC 01	POINTE LÉZARD	MOYEN	MOYEN	-	-	TRES BON	MOYEN
		-	-		-			
		ROCROY	BON		-			
		-	-		-			
Type 2	FRIC 02	CAPESTERRE	MOYEN	MOYEN	-	-	BON	MOYEN
		-	-		-			
Type 1	FRIC 03	ILET GOSIER	MEDIOCRE	MEDIOCRE	-	BON	MOYEN	MEDIOCRE
		ILET FORTUNE	-		BON			
		CAYE A DUPONT	MOYEN		-			
		-	-		-			
Type 2	FRIC 04	MAIN JAUNE	MEDIOCRE	MEDIOCRE	-	BON	TRES BON	MEDIOCRE
		PETIT HAVRE	-		BON			
Type 5	FRIC 05	LE MOULE	MOYEN	MOYEN	-	MOYEN	TRES BON	MOYEN
		LE MOULE	-		MOYEN			
		POINTE DES COLIBRIS	MOYEN		-			
		GDE ANSE (DESIRADE)	-		BON			
Type 6	FRIC 06	ANSE BERTRAND	MEDIOCRE	MEDIOCRE	-	-	TRES BON	MEDIOCRE
		-	-		-			
Type 1	FRIC 07A	-	-	-	-	BON	MEDIOCRE	MEDIOCRE
		ILET CHRISTOPHE	-		BON			
		-	-		-			
		POINTE LAMBIS	-		TRES BON			
Type 3	FRIC 07B	POINTE DES MANGLES	MOYEN	MOYEN	-	BON	BON	MOYEN
		POINTE D'ANTIGUES	-		BON			
		ILET FAJOU	MOYEN		-			
		PASSE A COLAS	-		BON			
Type 6	FRIC 08	TÊTE À L'ANGLAIS	MOYEN	MEDIOCRE	-	MOYEN	BON	MEDIOCRE
		TÊTE À L'ANGLAIS	-		MOYEN			
		ILET KAHOUANNE	MEDIOCRE		-			
		ILET KAHOUANNE	-		MOYEN			
Type 2	FRIC 10	CHICOT	MEDIOCRE	MEDIOCRE	-	MOYEN	TRES BON	MEDIOCRE
		ROCHER CRÉOLE	-		MOYEN			
Type 2	FRIC 11	TI PÂTÉ	BON	BON	-	MOYEN	TRES BON	MOYEN
		TI PÂTÉ (Grande Anse)	-		MOYEN			
		GROS CAP	BON		-			
		ILET CABRIT	-		MOYEN			
-	-	LARGE	-	-	-	-	TRES BON	

5.2. Éléments de qualité physico-chimique

C'est l'élément le plus déclassant qui détermine l'état physico-chimique provisoire des sites / MEC.

BILAN (Tableau 5.2) **: Toutes les MEC sont classées en bon état physico-chimique, excepté la MEC FRIC07A ; la turbidité du site de l'Ilet Christophe déclasse la MEC. L'indicateur transparence est le plus pénalisant.**

Le classement est globalement similaire à celui de la précédente évaluation, excepté pour FRIC07A qui présentait un bon état à l'issue de l'évaluation provisoire de 2019. A noter toutefois que compte tenu de la non prise en compte des nutriments en 2020, les résultats sont difficilement comparables.

Tableau 5.2 : Bilan sur l'état physico-chimique provisoire des sites DCE à fin 2020

Type de ME	MEC	Station	Température	Indicateur Oxygène	Indicateur Transparence	Indicateur Nutriment	ETAT PHYSICO-CHIMIQUE DES MEC
Type 5	FRIC 01	POINTE LÉZARD	TRES BON	TRES BON	BON	Non évalué	BON
		-					
		ROCROY					
		-					
Type 2	FRIC 02	CAPESTERRE	TRES BON	TRES BON	BON	Non évalué	BON
		-					
Type 1	FRIC 03	ILET GOSIER	TRES BON	TRES BON	BON	Non évalué	BON
		ILET FORTUNE					
		CAYE A DUPONT					
		-					
Type 2	FRIC 04	MAIN JAUNE	TRES BON	TRES BON	BON	Non évalué	BON
		PETIT HAVRE					
Type 5	FRIC 05	LE MOULE	TRES BON	TRES BON	BON	Non évalué	BON
		LE MOULE					
		POINTE DES COLIBRIS					
		GDE ANSE (DESIRADE)					
Type 6	FRIC 06	ANSE BERTRAND	TRES BON	TRES BON	BON	Non évalué	BON
		-					
Type 1	FRIC 07A	-	TRES BON	TRES BON	MOYEN	Non évalué	MOYEN
		ILET CHRISTOPHE					
		-					
		POINTE LAMBIS					
Type 3	FRIC 07B	POINTE DES MANGLES	TRES BON	TRES BON	BON	Non évalué	BON
		POINTE D'ANTIGUES					
		ILET FAJOU					
		PASSE A COLAS					
Type 6	FRIC 08	TÊTE À L'ANGLAIS	TRES BON	TRES BON	BON	Non évalué	BON
		TÊTE À L'ANGLAIS					
		ILET KAHOUANNE					
		ILET KAHOUANNE					
Type 2	FRIC 10	CHICOT	TRES BON	TRES BON	BON	Non évalué	BON
		ROCHER CRÉOLE					
Type 2	FRIC 11	TI PÂTÉ	TRES BON	TRES BON	BON	Non évalué	BON
		TI PÂTÉ (Grande Anse)					
		GROS CAP					
		ILET CABRIT					
-	-	LARGE	TRES BON	TRES BON	BON	Non évalué	BON

5.3. Hydromorphologie

L'état hydromorphologique comporte 2 états : très bon état (TBE) et non très bon état (non TBE). Il est donc déclassant uniquement pour des sites en très bon état biologique et physico-chimique (basé sur les éléments de qualité biologique et physico-chimique).

Lors du premier plan de gestion (SDAGE), la méthode de classification de l'état hydromorphologique des masses d'eau littorales développée et utilisée au niveau national (Métropole, et DOM) « reposait sur une identification des pressions présentes dans chaque masse d'eau et l'avis d'experts locaux était sollicité pour évaluer, pour chaque pression et grâce à une grille de notation, les perturbations hydromorphologiques engendrées en termes d'étendue et d'intensité. À partir de ces notes d'étendue et d'intensité des perturbations induites, une règle de classement permettait d'évaluer si la masse d'eau était en TBE ou non TBE hydromorphologique » (MTES, 2018c).

Ce travail était piloté par le BRGM. Le classement de l'état hydromorphologique de l'ensemble des MEC de Guadeloupe, de Guyane et de la Réunion a fait l'objet d'un rapport en avril 2014 (Brivois *et al.*, 2014). En Guadeloupe, les principales pressions anthropiques responsables, à dire d'expert, du déclassement des masses d'eau en non très bon état hydromorphologique étaient l'artificialisation du trait de côte et diverses pressions anthropiques à terre entrainant une augmentation des apports terrigènes à la mer.

La surveillance hydromorphologique proposée pour le deuxième plan de gestion se focalise sur le suivi des pressions anthropiques présentes dans chaque masse d'eau, via l'utilisation de plusieurs métriques présentées dans le guide REEL. Ces métriques ont été évaluées pour toutes les masses d'eau côtières de la façade Manche Atlantique et utilisées pour classer leur état hydromorphologique en 2016. **En Guadeloupe, la qualité hydromorphologique des ME a été revue en 2020** à la suite d'une réunion du groupe de travail (le 26/03/20, en présence des représentants du BRGM, Parc National, DEAL, ODE, IFREMER, CREOCEAN et Direction de la Mer) et intégrée à l'évaluation de l'état écologique partiel.

Les résultats de l'évaluation actualisée en 2020 de la qualité hydromorphologique des ME sont présentés dans le tableau ci-dessous.

BILAN : En Guadeloupe et à Saint-Martin, sur les 11 masses d'eau côtières, 7 masses d'eau sont en très bon état hydromorphologique (TBE) et 4 masses d'eau en non très bon état hydromorphologique (non TBE) : FRIC01 (taux d'artificialisation important), FRIC03 (fort taux d'artificialisation et surfaces importantes gagnées sur la mer), FRIC04 (taux d'artificialisation relativement important sur la partie sud de Grande Terre sableuse) et FRIC10 à Saint-Martin (impact des mouillages sur herbiers ; suite à Irma, augmentation de l'artificialisation de la côte).

Tableau 5.3 : Etat hydromorphologique des MEC de Guadeloupe actualisé en 2020 (CR de la réunion de classement de l'état hydromorphologique des masses d'eau littorales de la Guadeloupe du 26/03/20)

MEC	Etat hydromorphologique
FRIC01	non TBE
FRIC02	TBE
FRIC03	non TBE
FRIC04	non TBE
FRIC05	TBE
FRIC06	TBE
FRIC07A	TBE
FRIC07B	TBE
FRIC08	TBE
FRIC10	non TBE
FRIC11	TBE

5.4. Évaluation de l'état écologique partiel provisoire des MEC DCE

Le rôle respectif de différents éléments de qualité (état biologique et physico-chimique général) dans la classification de l'état écologique « partiel » provisoire des MEC est explicité sur la Figure 4.10. L'état biologique est l'élément prépondérant tandis que l'état physico-chimique intervient comme élément déclassant. L'état hydromorphologique peut uniquement déclasser les ME en Très bon état, ce qui n'est le cas d'aucune MEC en Guadeloupe. L'état biologique des sites DCE de Guadeloupe étant toujours moins bon que l'état physico-chimique, l'état écologique provisoire est, de ce fait, similaire à l'état biologique.

Le chlordécone, unique polluant spécifique de l'état écologique à prendre en compte aux Antilles pour les MEC, a été mesuré pour la 1re fois en Guadeloupe en 2017 dans le cadre de l'évaluation de l'état chimique (CREOCEAN, 2018). Une seconde campagne de mise en œuvre des Echantillonneurs Passifs (EP) en novembre-décembre 2018 a permis d'actualiser l'état chimique provisoire des MEC et la prise en compte de ce polluant spécifique de l'état écologique (CREOCEAN, 2019b).

Une évaluation de l'état écologique provisoire, avec prise en compte du chlordécone est présentée pour la seconde fois ci-dessous.

5.4.1. Évaluation sans prise en compte du polluant spécifique chlordécone

A l'issue de l'année 2020 (Tableau 5.4**), sur la base des indices DCE et des grilles de classification provisoires actuellement disponibles, sur les 11 masses d'eau littorales suivies, 5 masses d'eau sont évaluées provisoirement en état écologique partiel moyen (paramètres biologiques, physico-chimiques et hydromorphologiques) (FRIC 01, 02, 05, 07B et 11), et 6 en état écologique partiel médiocre (FRIC 03, 04, 06, 07A, 08 et 10).**

Le résultat de l'évaluation est illustré sur la Figure 5.1**.**

L'évaluation provisoire de la qualité des masses d'eau côtières reste inchangée par rapport à la dernière évaluation provisoire réalisée fin 2019.

Des fiches de synthèse par site de suivi ont été élaborées et sont présentées jointes à ce rapport. Elles reprennent l'ensemble des résultats obtenus et les conclusions de l'évaluation provisoire, et résument les pressions s'exerçant sur la masse d'eau.

A noter que pour la MEC FRIC11, c'est l'indicateur herbier qui déclasse l'état biologique et donc écologique de la masse d'eau de bon à moyen. Compte tenu du manque d'éléments de cadrage pour cet indicateur, évalué actuellement par défaut sur la base de l'indice d'état de santé global, sa prise en compte dans le cadre des évaluations provisoires annuelles de l'état écologique des MEC est discutable et devra être validée en Comité de Pilotage. Dans le cadre de la révision des états des lieux préalables aux SDAGE de Martinique et Guadeloupe, l'indicateur herbier avait été écarté de l'évaluation de l'état écologique des MEC.

Sans prise en compte de cet indicateur, la MEC FRIC11 serait classée provisoirement en bon état écologique.

Tableau 5.4 : bilan sur l'état écologique partiel des sites DCE et des MEC à fin 2020

Type de ME	MEC	Station	État Hydro-morphologique (travaux BRGM)	État Biologique provisoire	État physico chimique provisoire	**État écologique partiel provisoire à fin 2020**	Ancienne évaluation (fin 2019)
Type 5	FRIC 01	POINTE LÉZARD	NON TBE	MOYEN	BON	MOYEN	MOYEN
		-					
		ROCROY					
		-					
Type 2	FRIC 02	CAPESTERRE	TBE	MOYEN	BON	MOYEN	MOYEN
		-					
Type 1	FRIC 03	ILET GOSIER	NON TBE	MEDIOCRE	BON	MEDIOCRE	MEDIOCRE
		ILET FORTUNE					
		CAYE A DUPONT					
		-					
Type 2	FRIC 04	MAIN JAUNE	NON TBE	MEDIOCRE	BON	MEDIOCRE	MEDIOCRE
		PETIT HAVRE					
Type 5	FRIC 05	LE MOULE	TBE	MOYEN	BON	MOYEN	MOYEN
		LE MOULE					
		POINTE DES COLIBRIS					
		GDE ANSE (DESIRADE)					
Type 6	FRIC 06	ANSE BERTRAND	TBE	MEDIOCRE	BON	MEDIOCRE	MEDIOCRE
		-					
Type 1	FRIC 07A	-	TBE	MEDIOCRE	MOYEN	MEDIOCRE	MEDIOCRE
		ILET CHRISTOPHE					
		-					
		POINTE LAMBIS					
Type 3	FRIC 07B	POINTE DES MANGLES	TBE	MOYEN	BON	MOYEN	MOYEN
		POINTE D'ANTIGUES					
		ILET FAJOU					
		PASSE A COLAS					
Type 6	FRIC 08	TÊTE À L'ANGLAIS	TBE	MEDIOCRE	BON	MEDIOCRE	MEDIOCRE
		TÊTE À L'ANGLAIS					
		ILET KAHOUANNE					
		ILET KAHOUANNE					
Type 2	FRIC 10	CHICOT	NON TBE	MEDIOCRE	BON	MEDIOCRE	MEDIOCRE
		ROCHER CRÉOLE					
Type 2	FRIC 11	TI PÂTÉ	TBE	MOYEN	BON	MOYEN	MOYEN
		TI PÂTÉ (Grande Anse)					
		GROS CAP					
		ILET CABRIT					
-	-	LARGE	-	TRES BON	BON	-	-

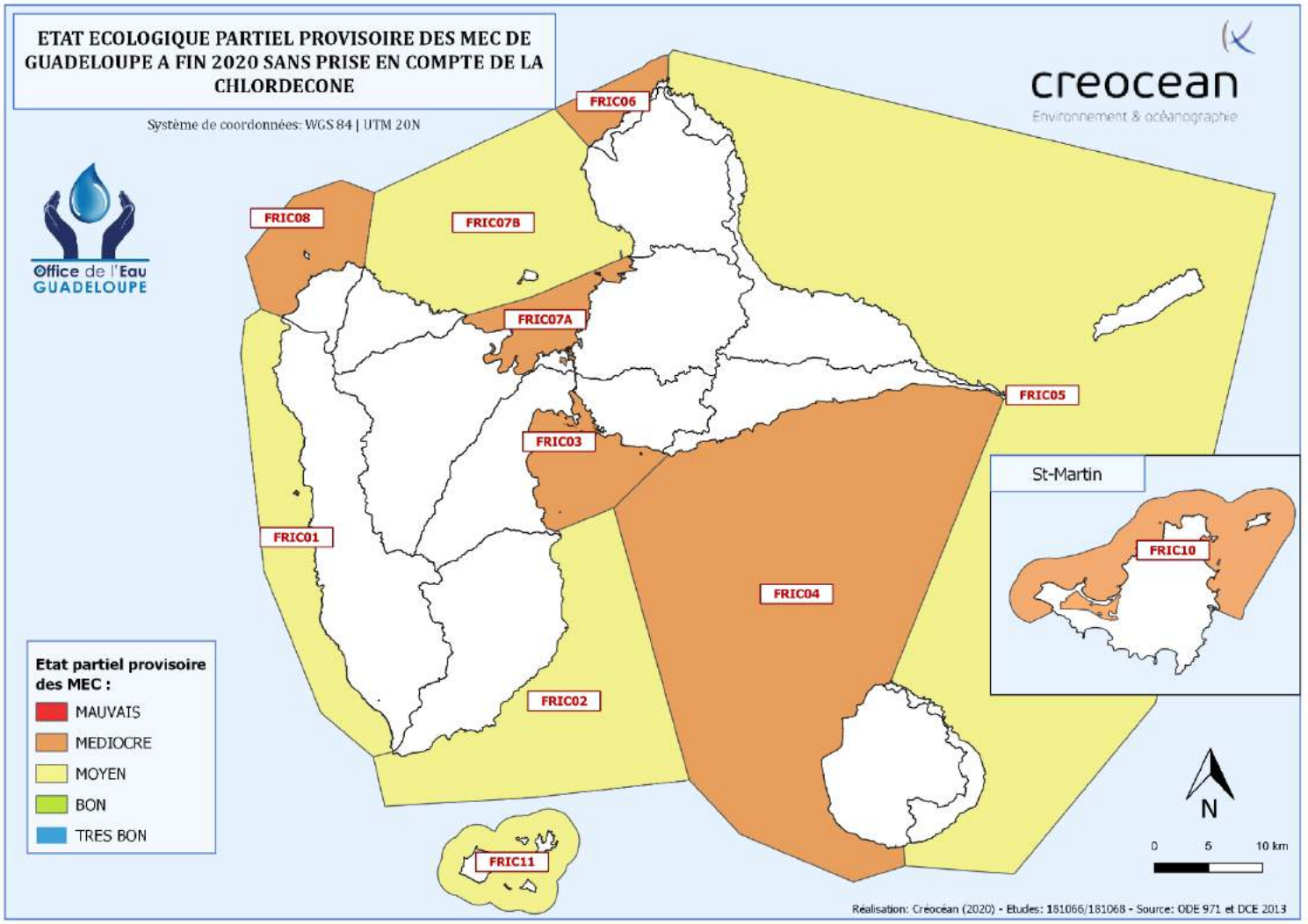


Figure 5.1 : Évaluation de l'état écologique partiel provisoire des MEC de Guadeloupe à fin 2020 sans prise en compte de la chlordécone

5.4.2. Évaluation avec prise en compte du polluant spécifique chlordécone

L'agrégation des indicateurs biologiques et physico-chimiques avec l'évaluation du chlordécone (unique polluant spécifique de l'état écologique) qui a pu être dosé au cours de la campagne « chimie » 2018, est présentée ci-dessous. Le Tableau 5.5 récapitule le résultat de l'état des MEC pour ce paramètre à l'issue de la campagne EP 2018. **La LQ du laboratoire est actuellement plus élevée que la NQE-MA pour ce paramètre**. Il n'est donc pas possible de conclure quant à l'état des 7 stations présentant une concentration inférieure à la LQ : Pointe des Colibris, Moule, Main Jaune, Ilet Gosier, Gros Cap, Ti Pâté et Chicot.

Tableau 5.5 : Bilan de l'état provisoire des MEC de Guadeloupe pour la molécule chlordécone (polluant spécifique de l'état écologique) à l'issue de la campagne 2018

Type de masse d'eau	Masse d'eau	Station	État provisoire PSEE (chlordecone)	
			Par site	Par MEC
Type 5	FRIC 01	POINTE LÉZARD	MAUVAIS	MAUVAIS
		ROCROY	MAUVAIS	
Type 2	FRIC 02	CAPESTERRE	MAUVAIS	MAUVAIS
Type 1	FRIC 03	ILET GOSIER	INCONNU	MAUVAIS
		CAYE A DUPONT	MAUVAIS	
Type 2	FRIC 04	MAIN JAUNE	INCONNU	INCONNU
Type 5	FRIC 05	LE MOULE	INCONNU	INCONNU
		POINTE DES COLIBRIS	INCONNU	
Type 6	FRIC 06	ANSE BERTRAND	MAUVAIS	MAUVAIS
Type 1	FRIC 07A	ILET CHRISTOPHE	MAUVAIS	MAUVAIS
Type 3	FRIC 07B	POINTE DES MANGLES	MAUVAIS	MAUVAIS
		ILET FAJOU	MAUVAIS	
Type 6	FRIC 08	TÊTE À L'ANGLAIS	MAUVAIS	MAUVAIS
		ILET KAHOUANNE	MAUVAIS	
Type 2	FRIC 10	CHICOT	INCONNU	INCONNU
Type 2	FRIC 11	TI PÂTÉ	INCONNU	INCONNU
		GROS CAP	INCONNU	

D'après les règles d'agrégation entre les éléments de qualité biologique, physico-chimique et les Polluants Spécifiques de l'État Écologique (PSEE), soit **la chlordécone pour la Guadeloupe, les PSEE peuvent déclasser l'état de masse d'eau au maximum en état moyen si les NQE ne sont pas respectées** (Figure 4.10).

Avec la prise en compte de la chlordécone, l'état provisoire des MEC qui présentent d'ores et déjà un état moyen ou médiocre ne s'en trouve pas déclassé. Sur les 11 masses d'eau littorales suivies, 6 seraient évaluées provisoirement en état médiocre (FRIC03, FRIC04, FRIC06, FRIC07a, FRIC08 et FRIC10 dont l'état des PSEE est inconnu) et 5 seraient évaluées provisoirement en état écologique moyen.

L'état global des MEC présenté sur la Figure 5.1 reste inchangé avec prise en compte du PSEE chlordécone.

6. Discussions et recommandations

Les principales recommandations pour les prochains suivis sont synthétisées ci-après pour chaque élément de qualité. Elles sont en grande majorité similaires à celles réalisées dans les précédents rapports de synthèse. Les propositions réalisées dans le présent document seront à discuter et valider lors de la réunion du Comité de pilotage.

6.1. Réseau de suivi

L'analyse de données acquises sur l'ensemble des stations a montré, comme lors des précédents suivis, que les stations appartenant au réseau dit « référence » pouvaient présenter un état équivalent voire un moins bon état de santé que certaines des stations du réseau de surveillance, de manière globale et plus spécifiquement à un paramètre. **Ainsi, certaines stations appartenant au réseau dit « référence » ont davantage participé à l'évaluation en termes de données contributives que leur station du réseau de surveillance associée.**

Il n'existe vraisemblablement plus de site côtier indemne de toute influence anthropique qui puisse ainsi constituer une « référence » en terme DCE. **Il est donc proposé, comme en Martinique, d'abandonner le terme « référence » pour le réseau de suivi de Guadeloupe et d'intégrer les sites du réseau de référence au réseau de surveillance.** Compte tenu des faibles jeux de données disponibles pour l'ensemble des paramètres en Guadeloupe, il convient de continuer à suivre l'ensemble des sites DCE pour lesquels un historique de données commence à être constitué, afin d'aider au développement des indices et grilles de qualité correspondants. L'officialisation de l'intégration des stations « référence » au réseau de surveillance permettra de pérenniser les suivis mis en œuvre.

La DCE prévoit une méthodologie d'évaluation de l'état d'une masse d'eau qui comporte plusieurs sites de suivi. La règle affichée dans le guide REEL (MTES, 2018c) a été précisée pour les différents éléments de qualité dans 2 notes de cadrage (Allenou *et al.*, 2020 et IFREMER 2020) : prise en compte de la valeur de l'indicateur la plus pénalisante des 2 stations pour l'indicateur « communautés benthiques coralliennes » et sélection d'une valeur par ME/année et par mois pour les indicateurs physico-chimiques.

6.2. Critère de sélection des données pour les évaluations DCE

Concernant le phytoplancton et les éléments de qualité physico-chimiques température, transparence et oxygène dissous, le script IFREMER sélectionne une valeur par ME/année et par mois calendaire.

Or, il arrive qu'une campagne prévue au mois M se termine en début de mois M+1 à cause des conditions météorologiques la plupart du temps (la campagne sur les 18 stations s'étalant sur 9 jours compte tenu de la configuration du territoire). Dans ce cas, le prélèvement prévu initialement au mois M+1 est réalisé en fin de mois, pour laisser à minima 3 semaines entre 2 prélèvements. Cela permet d'assurer une répartition homogène des prélèvements malgré le décalage. Toutefois, les 2 prélèvements ayant eu lieu au même mois calendaire (mois M+1), un des résultats sera écarté par le script mis au point par IFREMER (et le mois de prélèvement M ne comportera pas de résultats pour cette station).

Soit potentiellement un nombre assez conséquent de résultats non exploités et ne participant pas à l'évaluation alors que la répartition homogène des prélèvements sur l'année est assurée (contre par exemple des prélèvements réalisés le 30 du mois M et le 4 du mois M+1, dont les résultats rentreraient alors dans le calcul de l'évaluation malgré le faible pas de temps entre les 2 échantillonnages).

La possibilité d'appliquer le filtre du script non pas sur 1 mois mais sur un numéro de campagne est envisagé afin d'assurer une évaluation plus robuste et de valoriser un maximum de données (calcul de l'indice par MEC sur la base de la sélection d'une valeur par ME/campagne), dans la mesure où il n'y a jamais plus de 12 prélèvements annuels et dans la mesure où un espacement de trois semaines est assuré entre deux campagnes. Le script devrait être opérationnel dans le cadre de la prochaine évaluation (2021).

6.3. Éléments de qualité Phytoplancton

Concernant l'indice Biomasse, l'analyse de la concentration en chlorophylle *a* a été menée pour la 5e année consécutive par la méthode HPLC dont la LQ est assez basse pour permettre de discriminer le Très Bon et le Bon état. L'acquisition d'un plus grand nombre de données par cette méthode est nécessaire afin d'améliorer la finesse et la fiabilité de l'évaluation pour cet indice. Le classement provisoire obtenu pour cet indice semble plutôt cohérent pour la plupart des stations. La grille de qualité utilisée sera à valider à l'avenir à la lumière des futures données, compilées aux données acquises en Martinique.

Une étude sur les données de biomasse phytoplanctonique, température et turbidité obtenues par les satellites MODIS et VIIRS au moyen de capteurs haute résolution a été menée à l'échelle de la Martinique et de la Guadeloupe (Allenou et Huguet, 2019). L'objectif était de valider les grilles de qualité mises en place à partir des mesures *in situ* du suivi des MEC. Les travaux doivent se poursuivre afin d'évaluer la pertinence de l'indice biomasse dans l'évaluation de la qualité des MEC au titre de la DCE : en effet, la productivité phytoplanctonique peut être influencée par des apports côtiers mais également par l'effet des eaux douces de l'Amazone et de l'Orénoque, reprises par les courants côtiers qui remontent en direction des Caraïbes. Celles-ci sont susceptibles de modifier les propriétés physico-chimiques des MEC de Martinique et dans une moindre mesure, de Guadeloupe, et de contribuer à leur enrichissement. La distinction entre une source d'enrichissement locale et une source d'enrichissement à l'échelle plus globale est donc essentielle.

Concernant l'indice d'abondance, le seuil provisoire établi à 25 000 cellules/l pour les blooms doit être validé au niveau national afin d'être intégré à la prochaine version du guide REEL. Le précédent seuil de 10 000 cellules/l était particulièrement pénalisant pour l'ensemble des MEC ; l'agrégation des 2 indices (moyenne des EQR) tempérait le caractère pénalisant de cet indice. Le classement obtenu pour la période 2015-2020 apparaît globalement cohérent d'après notre connaissance des stations et des pressions qu'elles subissent. Certaines MEC apparaissent néanmoins en très bon état alors qu'elles subissent l'influence d'un bassin versant agricole et que les expertises en plongées sous-marines font état d'un fort développement des peuplements algaux sur les fonds marins, susceptible de traduire des apports en éléments nutritifs depuis le bassin versant.

A l'heure actuelle, la fiabilité de ce classement est faible dans la mesure où l'acquisition des données pour ce paramètre est récente (suivi depuis 2016). Par ailleurs la valeur de la métrique, qui correspond à un % d'échantillons, est dépendante du nombre d'échantillons disponibles.

Une liste de taxons à prendre en compte pour l'évaluation, commune à la Martinique et la Guadeloupe, a été établie par IFREMER et fait l'objet de constants échanges avec le prestataire en charge des comptages au microscope (S. Coulon, Ikosistama) : seules les cellules > 20 µm (appartenant effectivement au microphytoplancton, des taxons à cellules plus petites ayant pu être bancarisées par l'analyste) sont prises en compte dans le cadre de l'évaluation. Les petites cellules formant des filaments (cyanobactéries) sont exclues du calcul. Cette liste est susceptible d'évoluer en fonction des taxons observés.

Concernant les autres paramètres évalués, aucun indice basé sur la composition en taxons de micro-phytoplancton n'est actuellement à l'étude en Guadeloupe. Les densités cellulaires de taxons potentiellement toxiques semblent varier de manière relativement sensible selon les stations et la saison. Des réflexions sur un indice de composition pourraient être menées en fonction des résultats des futurs suivis. De même, les analyses du nano et pico-phytoplancton entamées pour la 1re fois en 2016 en Guadeloupe, ne sont pour le moment pas intégrées au calcul de l'indicateur.

L'acquisition d'un plus grand nombre de données sur ces paramètres « nouveaux » pour la DCE en Guadeloupe permettra d'évaluer la pertinence de leur prise en compte dans le calcul de l'indicateur.

6.4. Élément de qualité Communautés coralliennes

Protocole de suivi

- La mise en place de transects pérennes sur les stations de suivi des communautés coralliennes a été réalisée pour la 1re fois en 2014 sur l'ensemble des stations de suivi afin de limiter le biais lié au positionnement du transect d'une année sur l'autre. Les campagnes de suivi 2016 et 2017 ont permis de rénover quelques installations afin de pérenniser les transects. Depuis 2018, les balisages sont rapidement retrouvés, à l'exception de quelques rares piquets intermédiaires. Cela a permis de prospecter les mêmes portions de stations que les années précédentes. Les piquets manquants sont alors remplacés chaque année.

Fréquence d'échantillonnage

- En milieu corallien, la fréquence d'échantillonnage nécessaire à la détection de changement dans la couverture du substrat et la composition spécifique est de 6 mois. Cependant en cas d'évènement exceptionnel (blanchissement, cyclone, etc.), l'échantillonnage doit être réalisé le plus rapidement possible (Coyer *et al.* 2003). Dans le cadre du suivi DCE, en l'absence de données historiques sur les éléments benthiques, il serait judicieux de conserver la fréquence d'échantillonnage du benthos à savoir au moins 1 fois par an, sur l'ensemble des stations.
- L'acquisition de données complémentaires permettra d'affiner la construction d'indices de type quantitatif. Actuellement sur les 6 dernières années, 4 à 5 campagnes par station sont disponibles. Par ailleurs, lors de la survenue d'un phénomène exceptionnel (cyclone, blanchissement corallien lié à la température ou à une dessalure) un suivi DCE spécifique devrait être réalisé pour permettre de quantifier l'impact du phénomène naturel perturbant. En fonction de la fréquence d'échantillonnage du réseau de surveillance de la DCE, un suivi à T+ 6 mois et/ou 12 mois devra être réalisé à la suite d'un blanchissement pour évaluer la mortalité corallienne *in fine*.
- La période d'échantillonnage (intersaison : juin/juillet) est toujours propice à la réalisation des suivis biologiques. Il apparaît indispensable de mener ces suivis toujours à la même période.

Mise en place de l'indicateur

- L'indice corail correspond à un pourcentage de recouvrement, comparé à une grille de qualité commune à plusieurs MEC présentant des caractéristiques morphologiques différentes. Afin d'évaluer l'état d'une MEC, un indice basé sur l'évolution interannuelle de la couverture corallienne serait plus approprié. Ce point a déjà été évoqué, notamment lors du séminaire science et gestion DCE-IFRECOR qui s'est tenu en avril 2017 en Martinique.
- L'indice macroalgues permet de qualifier le niveau de colonisation de la station par les macroalgues, susceptibles d'être en compétition pour l'espace avec les coraux. Afin de prendre en compte l'effet de la pression d'eutrophisation en lien avec des apports par les bassins versants dans la construction de l'indicateur communautés coralliennes, il serait pertinent de prendre également en considération les catégories algales observées (algues typiques ou au contraire opportunistes).
- Les évaluations de l'indicateur ne sont pour le moment pas automatisées via un script spécifique bien que l'ensemble des données soit à l'heure actuelle bancarisé dans BD Récifs.
- La prise en compte d'autres paramètres reflétant les perturbations du milieu dans la construction de l'indicateur (avec un degré de pondération spécifique à chacun) pourrait s'avérer pertinente :
  - Nécroses et maladies coralliennes : leur prise en compte pour la construction de l'indicateur permettrait de pondérer l'état de l'indicateur en cas de faible recouvrement corallien. En effet, actuellement la construction de l'indicateur prend en compte la couverture corallienne et non la présence de maladies, nécroses, etc. Ceci entraîne le déclassement de certaines stations présentant une faible couverture corallienne en partie à cause des conditions de milieu moins favorables mais pour laquelle les colonies sont malgré tout en bonne santé. Inversement, une station avec un fort recouvrement corallien mais de nombreuses colonies nécrosées et malades n'apparait pas avec les indices actuels. **En 2020, la présence de la maladie corallienne SCTLD en Guadeloupe appuie la nécessité de tenir compte de cet indicateur**.
  - Catégories algales autre que les macroalgues : turfs et cyanobactéries par exemple. En effet, le niveau de développement des macroalgues et des cyanobactéries est un indicateur majeur de

l'état de santé d'un site et à fortiori d'une masse d'eau, car il est notamment lié aux apports de nutriments et de matières organiques depuis les bassins versants.

- L'abondance des oursins est relevée mais non prise en compte à l'heure actuelle dans l'indicateur.

- La définition des conditions de référence dans le cadre des réflexions sur les grilles de qualité a été réalisée à partir de l'analyse conjointe des données bibliographiques de la région Caraïbes, de l'expérience DCE en Métropole et d'une connaissance globale des écosystèmes Martiniquais (I-Mer *et al.*, 2013). En l'absence de sites de référence, l'analyse d'éventuelles données historiques disponibles (disponibles au sein de l'UAG éventuellement) permettrait d'aider à la définition de ces valeurs de référence et des valeurs seuils.
- De manière générale concernant tous les éléments de qualité, il serait opportun de réaliser une étude spécifique de l'ensemble des indices potentiellement pertinents, en prenant en compte des milieux clairement distincts par les pressions anthropiques qu'ils subissent. Cela permettrait, comme cela a été réalisé dans d'autres DOM, de relier le plus directement possible les pressions et l'état de santé d'un milieu pour dégager les paramètres, métriques et valeurs seuils à prendre en compte.

6.5. Élément de qualité Herbiers de phanérogames

Mise en œuvre du protocole de suivi

Les protocoles de suivis ajustés **lors du séminaire science et gestion DCE-IFRECOR qui s'est tenu en avril 2017 en Martinique**, ont été mis en œuvre en juin-juillet 2017 puis en 2018 sur les stations DCE de Guadeloupe. Les remarques sur les protocoles sont présentées dans le rapport de synthèse 2017 (CREOCEAN, 2018a) et ne sont pas reprises dans le présent document.

La pertinence des paramètres retenus ainsi que la manière d'analyser ces données dans un contexte de bioindication et de construction d'un indicateur global herbier restent toutefois à définir.

Les travaux réalisés dans le cadre de la thèse (IFRECOR/DCE) de F. Kerninon achevée récemment vont permettre d'affiner leur pertinence et de traduire les pressions et de ce fait l'intérêt de les prendre en compte.

Une restitution générale de la thèse via un webinaire sous forme d'une présentation en ligne a été réalisée fin mars 2021. Une réunion technique présentant le processus détaillé mis en œuvre sur les Antilles et une proposition de plusieurs scénarii d'indicateurs a eu lieu en mai 2021. Un compte-rendu devrait prochainement être édité.

À la suite de la thèse, le développement de l'indicateur herbiers Antilles DCE s'est poursuivi en 2021 avec l'échantillonnage des stations DCE herbiers de Martinique et de stations complémentaires situées en conditions plus contrastées (F. Kerninon, comm. pers).

Mise en place de l'indicateur :

Il apparaît prématuré de mener des réflexions sur d'éventuels indices et grilles de qualité. Par défaut, l'indice d'état de santé général de l'herbier a été utilisé pour la constitution de l'indicateur. La mise en place de l'indicateur Herbiers nécessitera la validation d'un protocole de suivi éprouvé puis l'acquisition de données afin de tester les différents indices, métriques et de mettre en place les grilles de qualité correspondantes

Au vu des premières données qui vont dans le sens des derniers travaux à l'international, l'indicateur DCE devra a minima inclure la densité et/ou recouvrement et un paramètre d'alerte précoce (type azote dans les feuille a minima) (F. Kerninon, comm. pers.). L'analyse des dernières données collectées en Martinique permettra de faire tourner les indicateurs ressortant du travail de la thèse et de proposer différents modèles qui seront soumis en discussion dans le cadre d'ateliers techniques qui devraient être organisés en début d'année prochaine.

6.6. Éléments de qualité physico-chimique

Pour les indicateurs température et O_2 dissous, l'ensemble des MEC est classé en très bon état.

Pour la turbidité, sur la base de la double grille proposée dans le guide REEL, la station témoin au large et l'ensemble des MEC sont classée en bon état, excepté FRIC07A classée en état moyen. Les stations sont peu discriminées malgré des conditions de transparence des eaux qui semblent *in situ* assez variables d'une station à l'autre. L'acquisition de données supplémentaires de manière plus régulière permettra d'améliorer la robustesse du calcul de la métrique et l'analyse critique concernant ce paramètre.

Pour les nutriments, les métriques, grilles de qualité et règles d'agrégation restent à définir. Le travail d'évaluation en cours à l'IFREMER permettra de faire évoluer la métrique. Ce travail passera par l'acquisition de données supplémentaires de manière plus fréquente, avec une meilleure fiabilité au niveau du laboratoire d'analyse. En 2020, les données n'ont pour le moment pas été qualifiées au vu des incertitudes concernant le traitement et la conservation des échantillons (expédiés à un laboratoire sous-traitant par l'IPG). Les grilles de classification paraissent à première vue adaptées mais ce point sera à confirmer une fois la métrique fixée. Parallèlement, les seuils TB/B état proposés seront probablement à réévaluer afin de respecter les consignes de la « guidance chimie » qui impose que ce seuil soit supérieur à au moins 3 fois la LQ.

L'acquisition de données de manière régulière et fréquente sur chaque MEC doit se poursuivre afin de disposer d'un jeu de données permettant une analyse suffisamment robuste (trou de données en 2015 notamment).

Enfin, un travail à part entière afin de relier les paramètres avec les pressions exercées sur le milieu devra être mené. Le contexte insulaire permet en effet difficilement de relier la modification d'un élément de l'écosystème a une seule pression (bassin versant vecteur de pressions diverses). Des études telles que l'identification et le dosage des isotopes pour l'Azote et le Phosphore dans la macro-flore afin de déterminer l'origine des nutriments pourraient par exemple être envisagées, ou encore l'échantillonnage de quelques sites clés avec des conditions naturelles et des niveaux de pressions très différents (gradient de pressions).

6.7. Bancarisation des données

6.7.1. Physico-chimie et phytoplancton :

Saisie des données

Les données DCE physico-chimie et phytoplancton doivent être bancarisées dans la base de données QUADRIGE 2 (BD Q2). Une formation à l'utilisation de QUADRIGE 2 a eu lieu dans les Antilles dès mars 2011. Les personnels de PARETO/CREOCEAN ont participé à cette formation. La bancarisation se fait via la saisie des données dans un fichier QUADRILABO fourni par IFREMER et intégrable dans Q2 (après définition d'une « stratégie/référentiel » compatible).

La saisie des **données physico-chimie** des campagnes 2020 dans des fichiers type QUADRILABO (.xls) a été réalisée par CREOCEAN. Ces fichiers ont été transmis à IFREMER et à l'ODE et testés avec succès sur le site Q2 (http://wwz.ifremer.fr/quadrige2_support/Mes-donnees). Les données ont par la suite été intégrées dans la base de données Q2 via ce même site. Des contacts avec la cellule QUADRIGE d'IFREMER ont eu lieu afin d'assurer la bonne intégration des données dans la BD.

La saisie des **données micro-phytoplancton** a été réalisée par Ikosistama dans les fichiers QUADRILABO. Un fichier par campagne a été renseigné. CREOCEAN a procédé à la vérification de ces fichiers et aux tests de conformité. Il s'est avéré que plusieurs taxons ne possédaient pas encore de code Sandre. IFREMER a fait remonter la liste de ces taxons à la cellule Q2 qui a réalisé une demande de codification au Sandre. Une liste de taxons/code actualisée a été transmise à CREOCEAN. A ce jour, la saisie sous QUADRILABO puis l'intégration dans Q2 des résultats du micro-phytoplancton jusqu'en 2020 est finalisée.

Les données **pigments chlorophylliens** de l'année 2020 ont également été intégrées dans un fichier QUADRILABO puis dans la BD Q2 à la suite de la réception des résultats d'analyse.

La saisie des **données pico et nano-phytoplancton** dans un fichier QUADRILABO n'est actuellement pas réalisée car certains points doivent encore être précisés/paramétrés afin de permettre la saisie de ces données. Seules les données acquises en 2016 ont été intégrées à Quadrige et les données 2017 ont été bancarisées dans des fichiers Quadrilabo dont l'intégration est en stand-by. Un atelier devrait se tenir le 23

novembre 2021 à IFREMER Nantes avec la présence d'une experte sur le Pico-Nano, la coordination REPHY, la cellule Quadrige et IFREMER Martinique pour fixer des consignes de saisie. Dans l'attente, les fichiers de données brutes seront transmis à l'ODE.

Les fichiers concernant le pico et nano-phytoplancton devront être complétés une fois que les éléments de blocage les concernant seront levés. Ces données seront ensuite intégrées à Q2 une fois leur compatibilité vérifiée.

Validation et qualification des données

Les données intégrées via Quadrilabo sont validées automatiquement. La qualification des données a été réalisée par les responsables du programme REPHY et la cellule administrative Q2, en concertation avec CREOCEAN. Seules les données qualifiées en « bon » ou « non qualifié » sont prises en compte dans l'évaluation.

6.7.2. Données biologiques (benthos récifal et herbiers) :

La base de données BD Récifs, développée par l'IFREMER est devenue opérationnelle pour la zone des Antilles en 2018. Les observations de terrain ont pu être bancarisées dans cette base de données.

Communautés coralliennes

Les données ont été bancarisées par CREOCEAN. Après double vérification par deux collaborateurs, les données ont été envoyées à l'IFREMER pour validation.

Un fichier Excel correspondant à chaque station a été extrait de BD Récifs. L'analyse des données benthos a été réalisée sur la base de ce fichier.

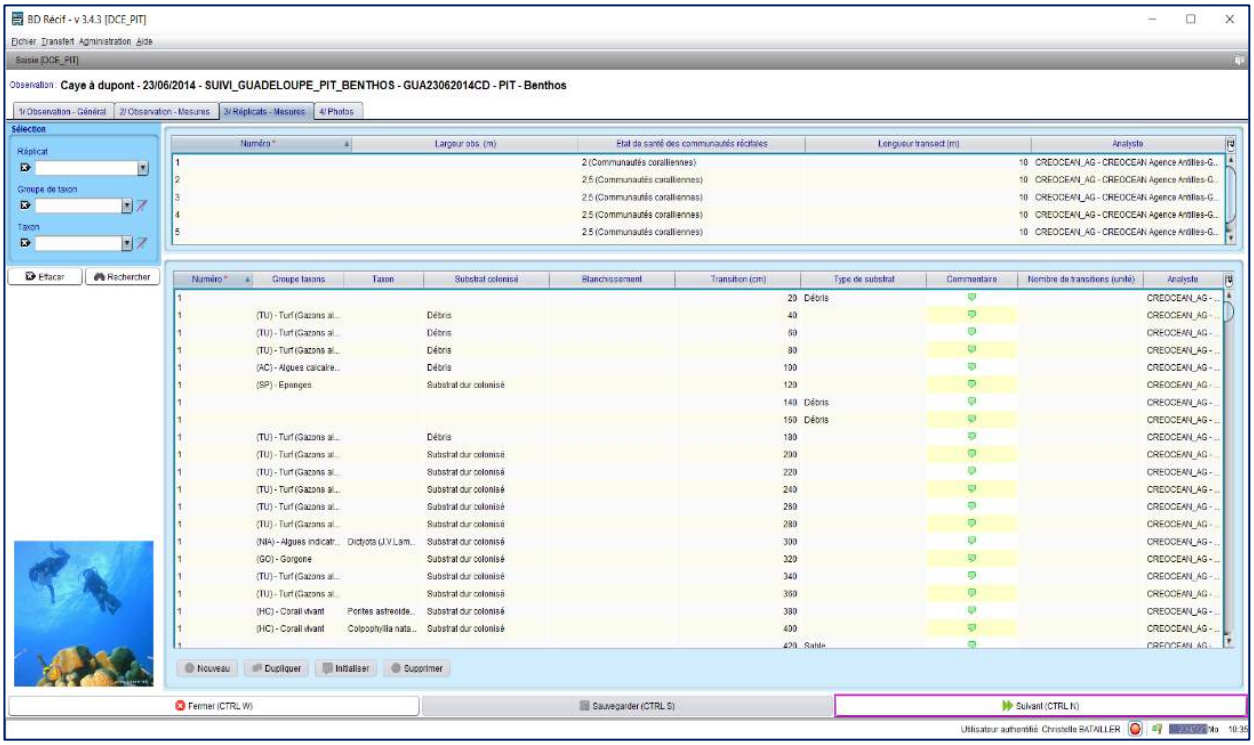


Figure 6.1 : Illustration de la BD Récifs

Herbiers

Le module de saisie des données herbiers au sein de BD Récifs est opérationnel depuis 2021. La bancarisation des données historiques de 2016 à 2019 est effective. Les données 2020 et 2021 pourront être bancarisées à la suite de la réunion de lancement du nouveau module de saisie BD Récif Herbiers, programmée le 30/11/2021.

6.8. Plan assurance qualité

La traçabilité des prélèvements depuis leur échantillonnage jusqu'au rendu des résultats du laboratoire d'analyse ainsi que la **garantie de leur fiabilité** ont été assurées à chaque étape du process :

- **Un carnet de terrain** a été mis en œuvre, consignant toutes les informations relatives aux interventions sur le terrain jusqu'à la remise des échantillons au laboratoire et ce, pour l'ensemble des campagnes hydrologiques et pour la campagne peuplements benthiques. Ce carnet de terrain consigne, outre les résultats des mesures *in situ*, l'ensemble des métadonnées correspondantes (météo, intervenants, anomalies éventuelles, …).
- **Le respect des délais d'acheminement** entre le premier prélèvement et le dépôt au laboratoire d'analyse (délai inférieur à 8h) a été respecté, comme en témoignent les bons de demande d'analyse établis lors du dépôt des prélèvements (campagnes hydrologiques), le jour même, à l'IPG.

- **La fiabilité des résultats d'analyse physico-chimiques** repose sur les processus de qualité mis en œuvre en interne à l'Institut Pasteur de Guadeloupe, à ce jour agréé par le MTES pour la majorité des paramètres analysés. Les rapports d'analyses en sont garants.

  Pour 11 échantillons de novembre et les 3 échantillons de décembre 2019, l'IPG a sous-traité les analyses de nutriments (excepté la silice) à LABEO Manche, situé en métropole. CREOCEAN a été informé de cet état de fait a posteriori des premières analyses concernées. L'IPG est responsable de la traçabilité des échantillons dans le cadre de ces procédures d'envoi. Cette démarche, qui devait être temporaire, a perduré en 2020. Au vu des 1ers résultats de 2020, il semblait que l'envoi des échantillons en métropole soit à l'origine d'un biais dans les résultats, les valeurs étant globalement toutes plus élevées qu'habituellement et pour certaines, anormalement élevées. Par ailleurs, les méthodes d'analyses et LQ employées ne respectent pas le cahier des charges pour l'ensemble des paramètres. L'IPG a été alerté sur ce fait. Une réponse a été apporté par courrier en date du 14/10/2020 mais les dysfonctionnements n'ont pu être résolus à ce jour.

  Outre ce changement de LQ lié à la sous-traitance des analyses par l'IPG, l'année 2020 a été ponctuée de plusieurs problèmes dans le cadre des analyses en laboratoire (analyses non réalisées, flacons cassés lors de l'envoi au laboratoire sous-traitant, échantillons égarés, chaîne du froid non respectée et décongélation des échantillons). Ces problèmes ont fait l'objet de nombreux échanges avec l'ODE qui a été tenu informé des problèmes et mesures prises pour les pallier.

  A compter de 2021, il a été décidé de confier les analyses au laboratoire d'IFREMER basé à Arcachon. Une reprise de collaboration avec l'IPG ne pourra être envisagée qu'une fois l'ensemble des dysfonctionnement résolus, sous couvert d'une garantie dans la fiabilité des analyses.

- **Les étapes de traitement, conditionnement et envoi des échantillons destinés aux analyses des pigments chlorophylliens et du pico et nano-phytoplancton** ont été réalisées en étroite collaboration avec les laboratoires d'analyses concernés (SAPIGH/CNRS à Villefranche et la PRECYM du MOI à Marseille). Chaque étape a été réalisée dans le respect des préconisations particulières à chacun des paramètres (conditionnement dans l'Azote liquide, stockage à -80°C, etc.). Les envois ont été réalisés sous carboglace, via un transporteur spécialisé, en 48h maximum.
- Pour la période novembre 2017 - février 2018, un problème est survenu lors de l'envoi des échantillons de micro-phytoplancton via le transporteur Chronopost : le colis contenant 43 échantillons a été endommagé par les services de Chronopost ; il a été retrouvé vidé de son contenu qui a vraisemblablement été détruit. Une procédure de réclamation a été lancé par notre service juridique auprès de Chronopost. Pour les envois suivants, un autre transporteur a été sollicité afin d'éviter ce type de déconvenues. **Le traitement des échantillons de micro-phytoplancton** a fait l'objet d'échanges réguliers avec Ikosistama afin d'assurer la qualité de la donnée.

L'implication des laboratoires dans cette démarche qualité est essentielle. De même, la coordination entre CREOCEAN, en charge des prélèvements puis de l'interprétation des résultats, et les différents laboratoires est indispensable afin d'assurer la cohérence et la qualité des données à chaque étape du processus.

7. BIBLIOGRAPHIE

AGENCE DES AIRES MARINES PROTÉGÉES (2012) Synthèse des connaissances portant sur le milieu marin de la Guadeloupe – Rapport provisoire, 171 pp + annexes.

ALLENOU JP., CIMITERRA N., BATAILLER C., DESROSIERS C. (2020) Projet de fiche indicateur Communautés benthiques coralliennes - ZONE ANTILLES Masses d'eaux côtières. En cours de rédaction

ALLENOU J.P., CIMITERRA N., DE ROCK P. (2019). Rapport d'expertise et d'accompagnement à l'analyse de l'état des masses d'eau littorales, pour la réalisation de l'Etat des Lieux Martinique de 2019. RBE/BIODIVENV/2019-01

ALLENOU, J.P., HUGUET, A. 2019. Expertise N°10: Influence des grands fleuves Amazone et Orénoque sur l'enrichissement des masses d'eau côtières de la Martinique et de la Guadeloupe.

AMINOT A., CHAUSSEPIED M. (1983) Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Centre national pour l'exploitation des océans, BNDO. 396 pp.

AMINOT A., KEROUEL R. (2007) Dosage automatique des nutriments dans les eaux marines : méthodes en flux continu. Ed. Ifremer, Méthodes d'analyse en milieu marin, 188 p.

AMINOT A., KEROUEL R. (2004) Hydrologie des écosystèmes marins. Paramètres et analyses. Ed. Ifremer, 336 p.

ANDERSEN P. (1996) Design and Implementation of some Harmful Algal Monitoring Systems. IOC Technical Series No. 44, UNESCO, 116 pp.

ASCONIT, PARETO (2014) Révision de l'état des lieux du district hydrographique comprenant la Guadeloupe et Saint-Martin. Fiches de synthèse par masse d'eau. Rapport DEAL, ODE, ONEMA. 61 pp.

BELIN C. et LAMOUREUX A. (2014) Évaluations de la qualité des masses d'eau pour l'indicateur Phytoplancton en Martinique, selon les exigences de la DCE. Version provisoire, octobre 2014. 5 p + annexes.

BELIN C., LAMOUREUX A., SOUDANT D. (2014) Évaluation de la qualité des eaux littorales de la France métropolitaine pour l'élément de qualité Phytoplancton dans le cadre de la DCE. État des lieux des règles d'évaluation, et résultats pour la période 2007-2012. Tome 1 - État des lieux, méthodes et synthèse des résultats. 159 p.

BELIN C., RAFFIN B. (1998) les espèces phytoplanctoniques toxiques et nuisibles sur le littoral français de 1984 à 1995, résultats du REPHY (réseau de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines). Rapport IFREMER, 256 pp.

BELLAIR P., POMEROL C. (1977) Éléments de géologie. Armand Colin, Paris, 528p.

BLOTT S., PYE K. (2001) Gradistat : a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. Earth, Surface, Processes and Landforms, 26, p. 1237-1248.

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.

BRIVOIS O., DUCREUX L., FERET J., MOISAN M., CHATEAUMINOIS E., THIRAD G. (2014) Résultats du classement de l'état hydromorphologique des masses d'eau littorales DCE dans trois DOM : Guadeloupe, Guyane et Réunion. Rapport final BRGM, avril 2014, 184 pp.

BUCHET R. (2014) Mise en œuvre de la surveillance pour la Directive Cadre Européenne sur l'Eau dans les départements d'Outre-Mer. Volet littoral. Rémi Buchet, octobre 2014, Ifremer, 135 p.

CAFFIER G., ATRIGAS LF. (2010) Mise en place de la DCE dans les DOM (élément de qualité phytoplancton) Note de synthèse Convention CNRS-IFREMER. Décembre 2010, 59 pp.

COYER, J., STELLER, D., WITMAN, J. (2003) The underwater catalog: a guide to methods in underwater research. Bull(US), 99: 72-80.

CREOCEAN (2020a) Suivi de la prévalence de la maladie corallienne SCTLD sur les récifs de Guadeloupe

CREOCEAN (2020b) Directive Cadre sur l'Eau. Suivi du réseau de surveillance des masses d'eau côtières du district de la Guadeloupe 2018-2021 au titre de la DCE : Physico-chimie, phytoplancton, communautés coralliennes et herbiers - ANNEE 2019

CREOCEAN (2019a) Suivi du réseau de surveillance des masses d'eau côtières du district de la Guadeloupe 2018-2021 au titre de la DCE : Physico-chimie, phytoplancton, communautés coralliennes et herbiers. ANNEE 2018. Rapport de synthèse annuel. Mai 2019. 227 pages + annexes.

CREOCEAN (2019b) Suivi du réseau de surveillance des masses d'eau littorales de la Guadeloupe : Évaluation de la contamination chimique à l'aide d'échantillonneurs passifs – ANNEE 2018. 90 p.

CREOCEAN (2018a) Suivi de la physico-chimie, des communautés coralliennes et des herbiers au titre de la DCE sur les masses d'eau du district de la Guadeloupe – Année 2017. Rapport de synthèse BC n°3. Octobre 2018. 199 pages + annexes.

CREOCEAN (2018b) Suivi du réseau de surveillance des masses d'eau littorales de la Guadeloupe : Évaluation de la contamination chimique à l'aide d'échantillonneurs passifs – ANNEE 2017. 76 p.

CREOCEAN, SCE, IREED (2018, en cours) Révision de l'état des lieux 2019 du district hydrographique de la Guadeloupe et de Saint-Martin.

CREOCEAN (2017a) Suivi de la physico-chimie, des communautés coralliennes et des herbiers au titre de la DCE sur les masses d'eau du district de la Guadeloupe – Année 2016. Rapport de synthèse BC n°1. Juin 2017. 172 p. + annexes.

CREOCEAN (2017b) Suivi de la physico-chimie, des communautés coralliennes et des herbiers au titre de la DCE sur les masses d'eau du district de la Guadeloupe – Année 2016-2017. Rapport de synthèse BC n°2. Novembre 2017. 135 p. + annexes.

CREOCEAN (2017c) Suivi de la physico-chimie, des communautés coralliennes et des herbiers au titre de la DCE sur les masses d'eau du district de la Guadeloupe – Année 2016-2017. Rapport intermédiaire n°1 : Campagnes physico-chimie / phytoplancton n° 1 (octobre 2016), 2 (novembre 2016) et 3 (décembre 2016). Avril 2017. 74 p.

CREOCEAN (2017d) Suivi de la physico-chimie, des communautés coralliennes et des herbiers au titre de la DCE sur les masses d'eau du district de la Guadeloupe – Année 2016-2017. Rapport intermédiaire n°2 : Campagnes physico-chimie / phytoplancton n° 4 (janvier 2017), et 5 (février 2017). Juillet 2017. 73 p.

CREOCEAN (2016a) Suivi de la physico-chimie, des communautés coralliennes et des herbiers au titre de la DCE sur les masses d'eau littorales du district de la Guadeloupe – ANNEE 2016. Rapport intermédiaire n°1 : Campagnes physico-chimie / phytoplancton n° 1 (mars), 2 (avril), 3 (mai) et 4 (juin 2016) et Campagne de suivi biologique (juin 2016). Novembre 2016. 139 p.

CREOCEAN (2016b) Suivi de la physico-chimie, des communautés coralliennes et des herbiers au titre de la DCE sur les masses d'eau littorales du district de la Guadeloupe – ANNEE 2016. Rapport intermédiaire n°2 : Campagnes physico-chimie / phytoplancton n° 5 (juillet), 6 (août) et 7 (septembre). Décembre 2016. 89 p.

CREOCEAN – ONEMA (2011) Acquisition de connaissance sur le compartiment phytoplancton dans les masses d'eau côtières de Martinique. Pertinence du suivi pour la DCE. 55p.

DANIEL A., LAMOUREUX A. (2015a) Évaluation DCE 2009-2014 de la qualité des masses d'eau côtières de Martinique. Élément de qualité : température. Version juillet 2015. Ifremer, 25 p.

DANIEL A., LAMOUREUX A. (2015b) Évaluation DCE 2009-2014 de la qualité des masses d'eau côtières de Martinique. Élément de qualité : oxygène dissous. Version juillet 2015. Ifremer, 25 p.

DANIEL A., LAMOUREUX A. (2015c) Évaluation DCE 2009-2014 de la qualité des masses d'eau côtières de Martinique. Élément de qualité : transparence. Version juillet 2015. Ifremer, 25 p.

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.

DIREN, SCE, CREOCEAN (2005) Directive Cadre, état des Lieux, 186 pp.

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

EDMUNDS P. J., CARPENTER R. C. (2001) Recovery of Diadema antillarum reduces macroalgal cover and increases abundance of juvenile corals on a Caribbean reef. *PNAS*, 98 (n°9) 5067-5071.

FOURNIER J., BONNOT-COURTOIS C., PARIS R., VOLDOIRE O., LE VOT M. (2012) Analyses granulométriques, principes et méthodes. CNRS, Dinard, 99 p.

GAILHARD-ROCHER I., ARTIGAS L.F., BELIN C., LAMOUREUX A., juin 2012. Traitement des données phytoplanctoniques et pigmentaires disponibles dans les DOMs. Analyse complémentaire des nouvelles données acquises et proposition de nouvelles acquisitions et approches complémentaires. Livrable 2 : rapport sur l'application de possibles indices phytoplanctoniques dans les DOMs à partir de l'analyse des données disponibles ; proposition de métriques et seuils. Rapport final pour la convention 2011 Ifremer / ONEMA.

GAUTIER E., ALLENOU JP., SECHAUD A. (2021a) Directive Cadre sur l'Eau : Evaluation de la qualité des masses d'eau de Guadeloupe. Période 2015-2020. Indicateur phytoplancton. 13/10/2020. 39 p.

GAUTIER E., ALLENOU JP., SECHAUD A. (2021b) Directive Cadre sur l'Eau : Evaluation de la qualité des masses d'eau de Guadeloupe. Période 2015-2020. Indicateur Température. 13/10/2020. 20 p.

GAUTIER E., ALLENOU JP., SECHAUD A. (2021c) Directive Cadre sur l'Eau : Evaluation de la qualité des masses d'eau de Guadeloupe. Période 2015-2020. Indicateur Oxygène. 13/10/2020. 16 p.

GAUTIER E., ALLENOU JP., SECHAUD A. (2021d) Directive Cadre sur l'Eau : Evaluation de la qualité des masses d'eau de Guadeloupe. Période 2015-2020. Indicateur Transparence. 13/10/2020. 20 p.

GOFFART A. (2013) Méthodes de bio-indication en eaux littorales. Indicateur phytoplancton et physico-chimie. Livrable A4 : Validation de l'indice de composition phytoplanctonique IC Medit dans des masses d'eau côtières méditerranéennes caractérisées par un gradient croissant d'eutrophisation. Rapport intermédiaire d'avancement au 31 décembre 2012. ONEMA, 14 pp.

GUILLAUMONT B., GAUTHIER E. (2005) Recommandations pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE - Recommandations concernant le benthos marin. Nov. 2005. 152 p

HALLEGRAEFF G.M. (1993) A review of harmful algal blooms and their apparent global increase. Phycologia 32, 79-99

IFREMER (2020a) Règles de traitements pour les évaluations DCE phytoplancton et physico chimique pour les Antilles - Période 2014 2019.

IFREMER (2020b) Règles de traitements pour les évaluations DCE communautés benthiques coralliennes pour les Antilles - Période 2014 2019.

IFREMER (2004) Délimitation des masses d'eaux naturelles dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). Applications aux eaux marines des départements d'Outre-Mer, Guadeloupe, Martinique, Guyane, Réunion, 27 p.

IGN (2006) Scan25®, selon convention DDE/Pareto Ecoconsult-Impact Mer du 23/11/2007.

IGN (2004) BDOrtho®, selon convention DDE/Pareto Ecoconsult-Impact Mer du 23/11/2007.

IGN (2004) BDTopo®, selon convention DDE/Pareto Ecoconsult-Impact Mer du 23/11/2007.

IMPACT-MER (2016) Suivi physico-chimique et biologique des stations des réseaux de référence et de surveillance des Masses d'Eau Côtières au titre de l'année 2015. Etat écologique partiel. Rapport de Synthèse, 190 p.

IMPACT-MER, PARETO ECOCONSULT (2013) Directive Cadre européenne sur l'Eau. Suivi des stations des réseaux de Référence et de Surveillance des Masses d'eau côtières et de Transition au titre de l'année 2013. Volet Biologie. Rapport pour : DEAL & OE Martinique, 138 p (annexes incluses).

IMPACT-MER, PARETO ECOCONSULT (2011) Directive Cadre européenne sur l'Eau. Suivi des Stations des Réseaux de Référence et de Surveillance des Masses d'Eau côtières et de Transition au titre de l'année 2010. Volet Biologie. Rapport de synthèse : Réseau de référence. Rapport pour : DIREN Martinique, 159 pp (Annexes inclues).

IMPACT-MER, PARETO ECOCONSULT (2010) Directive Cadre européenne sur l'Eau. Suivi des Stations des Réseaux de Référence et de Surveillance des Masses d'Eau côtières et de Transition au titre de l'année 2009. Volet Biologie. Rapport de synthèse : Réseau de référence. Rapport pour : DIREN Martinique, 166 pp (Annexes inclues).

IMPACT MER (2006) Définition du réseau de surveillance des masses d'eau littorales de la Martinique. Rapport définitif. Janvier 2006. 112 p.

LASSUS P.; CHOMERAT, N.; HESS, P.; NEZAN, E. (2016) Toxic and Harmful Microalgae of the World Ocean / Micro-algues toxiques et nuisibles de l'océan mondial. Denmark, International Society for the Study of Harmful Algae / Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. IOC Manuals and Guides, 68. (Bilingual English/French)

LASSUS P., SEGUEL M., TRUQUET P. (1998) Morphological study of atypical Dinophysis acuta Ehrenberg from Chilean coastal waters by a digital pattern-recognition system. Bot. Mar., 41, 435-441.

LE MOAL M., PAYRI C. (2015) Etat des lieux et perspectives pour l'utilisation des macroalgues comme outil de bioindication DCE dans les DOM. MNHN-IRD, 30 pp.

MCFIELD M., KRAMER P.R. (2007) Healthy Reefs for Healthy People : A Guide to Indicators of Reef Health and Social Well-being in the Mesoamerican Reef Region. With contributions by M. Gorrez and M. McPherson. The Smithsonian Institution, 207 p.

MCMANUS, J. W., & POLSENBERG, J. F. (2004) Coral-algal phase shifts on coral reefs: Ecological and environmental aspects. *Progress in Oceanography*, *60*(2-4), 263-279.

MEEDDM (2010a) Arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R. 212-22 du code de l'environnement. Journal Officiel de la République Française NOR : DEVO101031A.

MEEDDM (2010b) Arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R.212-10, R.212-11 et R.212-18 du code de l'environnement. Journal Officiel de la République Française NOR : DEVO101032A.

MTES (2018a) Arrêté du 27 juillet 2018 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R.212-10, R.212-11 et R.212-18 du code de l'environnement NOR : TREL1819388A.

MTES (2018b) Arrêté du 17 octobre 2018 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R. 212-22 du code de l'environnement NOR : TREL1819387A.

MTES (2018c) Guide relatif aux règles d'évaluation de l'état des eaux littorales (eaux côtières et eaux de transition) dans le cadre de la DCE. Février 2018. 275 p.

MNHN, ONEMA (2015) Développement d'indicateurs benthiques DCE (benthos récifal et herbiers de phanérogames) dans les DOM – Typologie des herbiers de Martinique. En collaboration avec le CNRS, IRD, ODE et DEAL Martinique, 34 p.

MNHN, ONEMA (2014) Développement du bioindicateur DCE « benthos récifal » dans les DOM: Avancement des travaux du GT national. Présentation dans le cadre du Séminaire Bioindication – 21 mars 2014.

MNHN, ONEMA (2012) Compte-rendu Atelier indicateurs benthiques DCE (récifs coralliens et phanérogames) dans les DOM. Paris, 31 Janvier - 2 Février 2012

MUMBY P. J., HASTINGS A. ? EDWARDS H. J. (2007) Thresholds and the resilience of Caribbean coral reefs. Nature 450, 98-101

MYHRE, S.1 & ACEVEDO-GUTIERREZ, A. (2007) Recovery of sea urchin *Diadema antillarum* populations is correlated to increased coral and reduced macroalgal cover. *Marine Ecology Progress Series* 329: 205-210.

NEAUD MASSON N. (2020) Observation et dénombrement du phytoplancton marin par microscopie optique – Spécifications techniques et méthodologiques appliquées au REPHY – Version 2 – Février 2020

NEAUD MASSON N. (2015) Observation et dénombrement du phytoplancton marin par microscopie optique photonique – Spécifications techniques et méthodologiques appliqués au REPHY. Document de méthode. Date d'application : 1er janvier 2016. Rapport IFREMER, 54 pp.

NEZAN E., ROCHER G. (2003) Les microalgues productrices de toxines - Guide illustré de présentation des microalgues productrices de toxines à l'usage des analystes du REPHY, IFREMER, 49 pp.

ONEMA, MNHN (2015) Développement d'indicateurs benthiques DCE (benthos récifal et herbiers de phanérogames) dans les DOM Typologie des herbiers de Martinique. Version finale février 2015. 34 pp.

PARETO (2015) DCE Suivi du réseau de surveillance des masses d'eaux littorales du district de la Guadeloupe. Année 2014. Biologie, Physico-chimie, Hydromorphologie. Rapport final de synthèse, décembre 2015, 153 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, 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, ARVAM, ASCONIT, R.N. ST-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 des deux années de suivi (2007-2009), rapport final, Décembre 2009, 106 pages + annexes.

PARETO, IMPACT MER, ARVAM, ASCONIT, R.N. ST-MARTIN (2007) 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 : Période 2007 - 2009. Phase 1 : Définition des sites de référence et de surveillance. Rapport final du 10/12/2007. Rapport pour: DDE Guadeloupe, 47 (+ Annexes) pp.

Parlement Européen, Conseil de l'Union Européenne, 2000. 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. Journal officiel des Communautés européennes n° L 327 du 22.12.2000.

PELLOUIN-GROUHEL A. (2005) Recommandations techniques pour un programme de surveillance adapté aux objectifs de la DCE. Stratégies d'échantillonnages et protocoles, Volume 1. Ifremer, 58 p.

UDDEN, J.A. (1914) Mechanical composition of clastic sediments. Bulletin of the Geological Society of America, 25, 655-744.

WENTWORTH C.K. (1922) A scale of grade and class terms for clastic sediments. Journal of Geology, 30, p. 377-392.

ANNEXES

ANNEXE 1 : DOCUMENT PRELIMINAIRE AUX RAPPORTS DE SYNTHESE 2018-2019 : PREREQUIS ET METHODOLOGIES, OCTOBRE 2020

ANNEXE 2 : LISTE FLORISTIQUE, ESPECES REPERTORIEES SUR LES STATIONS EN 2019 (MICRO-PHYTOPLANCTON)

ANNEXE 3 : LISTE DES TAXONS DE MICRO-PHYTOPLANCTON EN ETAT DE BLOOM (>25 000 CELLULES/LITRE) SUR LES STATIONS DCE SUR LA PERIODE 2014-2019 (D'APRES LES EVALUATIONS IFREMER)

ANNEXE 4: PROPORTION DES PRINCIPAUX TAXONS DE MICRO-PHYTOPLANCTON POTENTIELLEMENT TOXIQUES EN 2019

ANNEXE 5 : FICHES SYNTHETIQUES PAR SITE DE SUIVI

ANNEXE 1

Document préliminaire aux rapports de synthèse 2018-2021 : prérequis et méthodologies, octobre 2021

ANNEXE 2

Liste floristique, espèces répertoriées sur les stations en 2020 (MICRO-PHYTOPLANCTON)

DIATOMEES (BACILLARIOPHYCEES)
- Actinocyclus
- Amphora
- Amphora bigibba var. bigibba
- Amphora laevis
- Amphora obtusa
- Asterionella notata
- Asterionellopsis glacialis
- Asterolampra marylandica
- Asteromphalus flabellatus
- Attheya
- Bacillaria paxillifera
- Bacillaria paxillifera var. paxillifera
- Bacillariophycées indéterminées
- Bacteriastrum delicatulum
- Bacteriastrum hyalinum
- Bleakeleya
- Campylodiscus
- Corataulina pelagica
- Ceratoneis
- Ceratoneis closterium + N. longissima
- Chaetoceros
- Chaetoceros affinis
- Chaetoceros anastomosans
- Chaetoceros compressus
- Chaetoceros constrictus
- Chaetoceros curvisetus
- Chaetoceros dadayi
- Chaetoceros danicus
- Chaetoceros debilis
- Chaetoceros decipiens
- Chaetoceros densus
- Chaetoceros didymus
- Chaetoceros diversus
- Chaetoceros eibenii
- Chaetoceros fragilis
- Chaetoceros laciniosus
- Chaetoceros laeve
- Chaetoceros lorenzianus
- Chaetoceros messanense
- Chaetoceros peruvianus
- Chaetoceros pseudocurvisetus
- Chaetoceros similis
- Chaetoceros subtilis
- Climaconeis inflexa
- Cocconeis
- Cocconeis molesta var. crucifera
- Cocconeis pellucida
- Cocconeis speciosa
- Corethron criophilum
- Coscinodiscus
- Cyclophora tenuis
- Cyclotella
- Dactyliosolen
- Delphineis minutissima
- Delphineis surirella
- Diadesmis
- Diatomées centriques indéterminées >20µm
- Diatomées monoraphidées indéterminées
- Diatomées pennées indéterminées > 100 µm
- Diatomées pennées indéterminées > 20 µm
- Dimeregramma
- Dinophycées indéterminées
- Diploneis
- Diploneis bombus
- Diploneis constricta
- Diplopsalis
- Encyonema
- Entomoneis
- Entomoneis alata
- Entomoneis tenera
- Eunotia
- Fragilaria
- Grammatophora
- Grammatophora marina
- Guinardia flaccida
- Guinardia striata
- Haslea
- Hemiaulus hauckii
- Hemiaulus membranaceus
- Hemiaulus sinensis
- Isthmia minima
- Kystes de résistance - Diatomées
- Leptocylindrus danicus
- Leptocylindrus minimus
- Licmophora
- Lyrella
- Mastogloia
- Mastogloia fimbriata
- Mastogloia rostrata
- Melosira
- Melosira moniliformis
- Navicula
- Nitzschia
- Nitzschia angularis
- Nitzschia panduriformis
- Nitzschia panduriformis var. minor
- Nitzschia sigma
- Odontella
- Odontella aurita
- Odontella mobiliensis
- Paralia
- Paralia sulcata
- Plagiogramma
- Pleurosigma + Gyrosigma
- Pleurosigma marinum
- Podocystis
- Podocystis adriatica
- Proboscia alata
- Prorocentrum lima
- Pseudo-nitzschia galaxiae
- Pseudo-nitzschia, complexe americana
- Pseudo-nitzschia, complexe delicatissima, groupe des fines
- Pseudo-nitzschia, complexe seriata, groupe des effilées
- Pseudo-nitzschia, complexe seriata, groupe des larges
- Pseudo-nitzschia, groupe des larges asymétriques
- Pseudo-nitzschia, groupe des larges symétriques
- Raphoneis
- Rhabdonema adriaticum
- Rhizosolenia calcar-avis
- Rhizosolenia cylindrus
- Rhizosolenia delicatula
- Rhizosolenia fallax
- Rhizosolenia fragilissima
- Rhizosolenia hebetata var. semispina
- Rhizosolenia imbricata var. shrubsolei
- Rhizosolenia styliformis
- Rhizosolenia styliformis var. longispina
- Rhopalodia
- Skeletonema costatum
- Staurosira
- Stenopterobia
- Striatella interrupta
- Striatella unipunctata
- Surirella
- Synedra
- Thalassionema
- Thalassiosira
- Thalassiothrix longissima
- Toxarium
- Triceratium pentacrinus
- Trigonium
- Ulnaria

CHLOROPHYCEES
- Pediastrum
- Pediastrum simplex

DINOPHYCEES
- Alexandrium
- Amphidinium
- Blepharocysta
- Brachidinium
- Ceratium fusus
- Ceratium macroceros
- Ceratium trichoceros
- Ceratium tripos
- Cochlodinium
- Corythodinium
- Cystodinium
- Dinophycées indéterminées
- Dinophysis
- Dinophysis rotundata
- Diplopsalis
- Diplopsalopsis orbicularis
- Goniodoma sphaericum
- Gonyaulax
- Grammatophora
- Gymnodinium
- Gyrodinium
- Gyrodinium fusiforme
- Gyrodinium fusus
- Gyrodinium spirale
- Heterocapsa
- Heterocapsa circularisquama
- Heterocapsa lanceolata
- Heterocapsa minima
- Heterocapsa ovata
- Heterocapsa pygmaea
- Heterocapsa rotundata
- Heterocapsa triquetra
- Karenia
- Karenia brevis
- Karenia mikimotoi
- Katodinium
- Katodinium glaucum
- Kystes de résistance - Dinophycées
- Mastogloia
- Mesoporos
- Metaphalacroma
- Ostreopsis ovata
- Oxyrrhis
- Oxytoxum
- Oxytoxum caudatum
- Oxytoxum gladiolus
- Oxytoxum gracile
- Oxytoxum mediterraneum
- Oxytoxum minutum
- Oxytoxum ovale
- Oxytoxum sceptrum
- Oxytoxum scolopax
- Oxytoxum sphaeroideum
- Peridinium
- Phalacroma
- Phalacroma oxytoxoides
- Podolampas palmipes
- Podolampas spinifera
- Pronoctiluca
- Pronoctiluca pelagica
- Prorocentrum
- Prorocentrum compressum
- Prorocentrum cordatum
- Prorocentrum dentatum
- Prorocentrum gracile
- Prorocentrum micans
- Protoceratium
- Protoperidinium
- Protoperidinium bipes
- Protoperidinium cerasus
- Protoperidinium divergens
- Protoperidinium pellucidum
- Pyrocystis lunula
- Pyrodinium bahamense
- Scrippsiella
- Scrippsiella trochoidea
- Synedra
- Torodinium
- Torodinium robustum
- Torodinium teredo
- Tripos fusus
- Tripos gibberus
- Tripos lineatus
- Tripos massiliensis
- Tripos pacificus
- Tripos teres

EUGLENOPHYCEES
- Euglena
- Eutreptia
- Eutreptiella

HETEROKONTOPHYCEES
- Dictyocha fibula
- Dictyocha speculum

ANNEXE 3

Liste des taxons de micro-phytoplancton en état de bloom (>25 000 cellules/litre) sur les stations DCE lors des campagnes de 2020

Station	Campagnes	Taxons	Abondances (Cel/litre)
Tête à l'Anglais	**Juin 2020**	*Ceratoneis closterium + N. longissima*	47003

Station	Campagnes	Taxons	Abondances (Cel/litre)
Main Jaune	**Janvier 2020**	*Pseudo-nitzschia, complexe delicatissima, groupe des fines*	35045
	Décembre 2020	*Pseudo-nitzschia galaxiae*	33448

Station	Campagnes	Taxons	Abondances (Cel/litre)
Ti Paté	**Janvier 2020**	*Pseudo-nitzschia, complexe delicatissima, groupe des fines*	37481
	Septembre 2020	*Ceratoneis closterium + N. longissima*	35318
	Novembre 2020	*Pseudo-nitzschia galaxiae*	27462

Station	Campagnes	Taxons	Abondances (Cel/litre)
Capesterre	**Mai 2020**	*Pseudo-nitzschia, complexe delicatissima, groupe des fines*	33272

Station	Campagnes	Taxons	Abondances (Cel/litre)
Ilet Christophe	**Mars 2020**	*Ceratoneis closterium + N. longissima*	42503
		Pseudo-nitzschia, complexe delicatissima, groupe des fines	217942
	Juin 2020	*Ceratoneis closterium + N. longissima*	63524

Station	Campagnes	Taxons	Abondances (Cel/litre)
Pointe Lézard	**Septembre 2020**	*Ceratoneis closterium + N. longissima*	25086
	Novembre 2020	*Pseudo-nitzschia, complexe seriata, groupe des effilées*	26934

Station	Campagnes	Taxons	Abondances (Cel/litre)
Le Moule	**Juin 2020**	*Ceratoneis closterium + N. longissima*	38970
		Pseudo-nitzschia, complexe delicatissima, groupe des fines	58745
	Août 2020	*Ceratoneis closterium + N. longissima*	27727

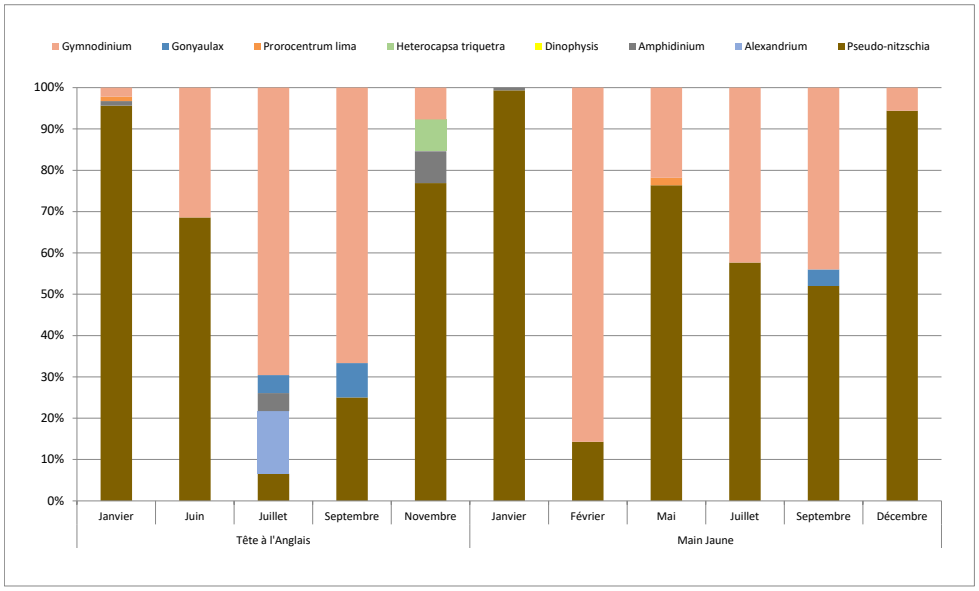
Station	Campagnes	Taxons	Abondances (Cel/litre)
Caye à Dupont	**Juin 2020**	*Pseudo-nitzschia, complexe delicatissima, groupe des fines*	26076

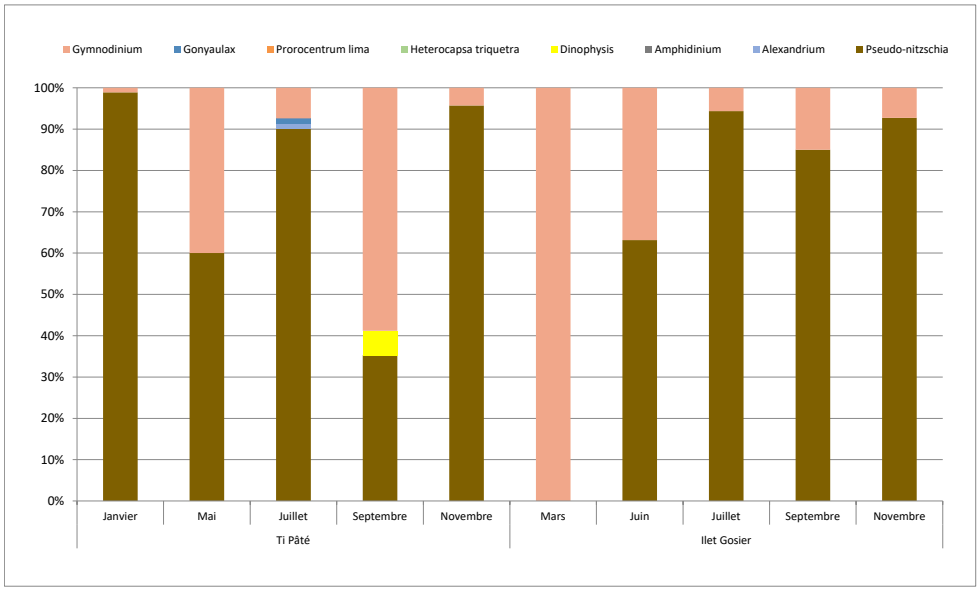
Station	Campagnes	Taxons	Abondances (Cel/litre)
Gros Cap	**Janvier 2020**	*Pseudo-nitzschia, complexe delicatissima, groupe des fines*	54013

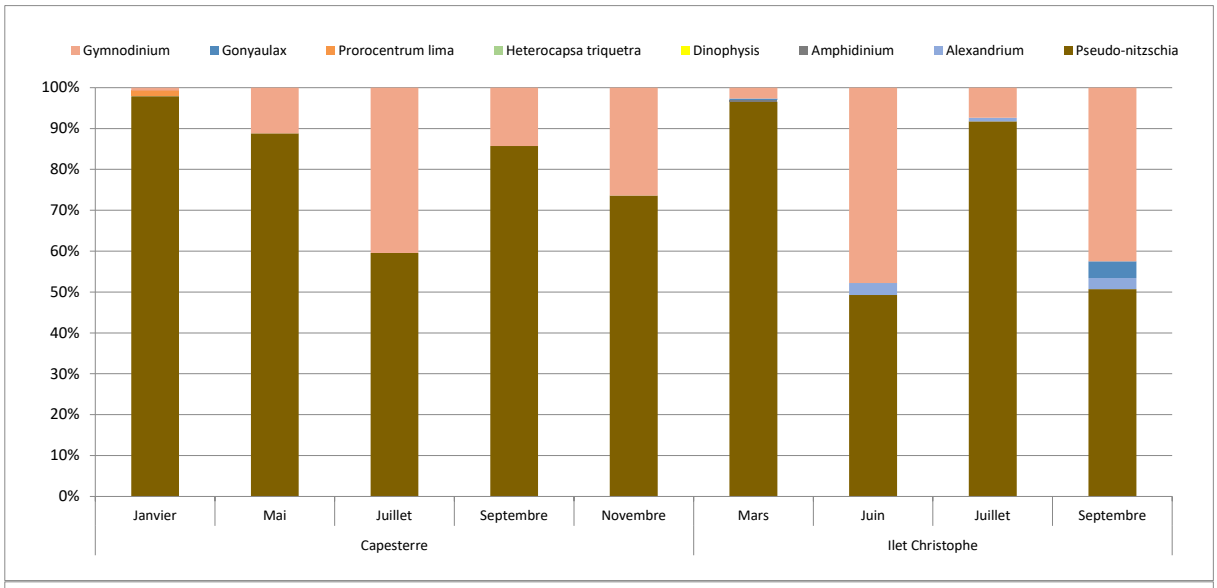
Station	Campagnes	Taxons	Abondances (Cel/litre)
Ilet Gosier	**Pas de bloom**		
Pointe des Mangles			
Anse Bertrand			
Chicot			
Ilet à Fajou			
Ilet Kahouanne			
Rocroy			
Pointe des Colibris			
Large			

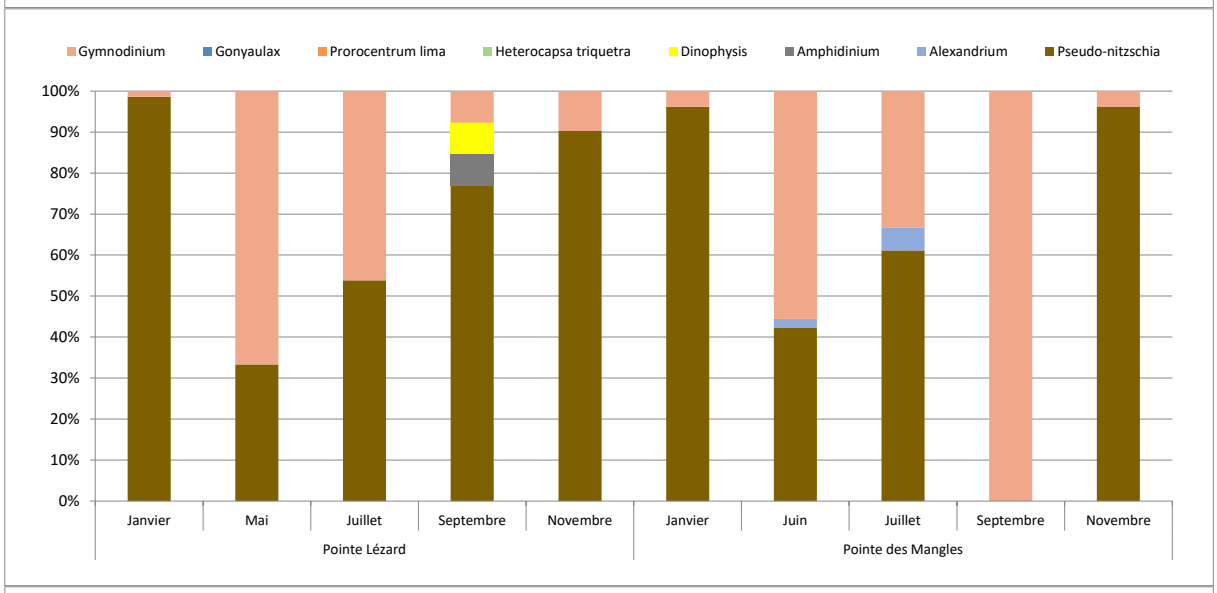
ANNEXE 4

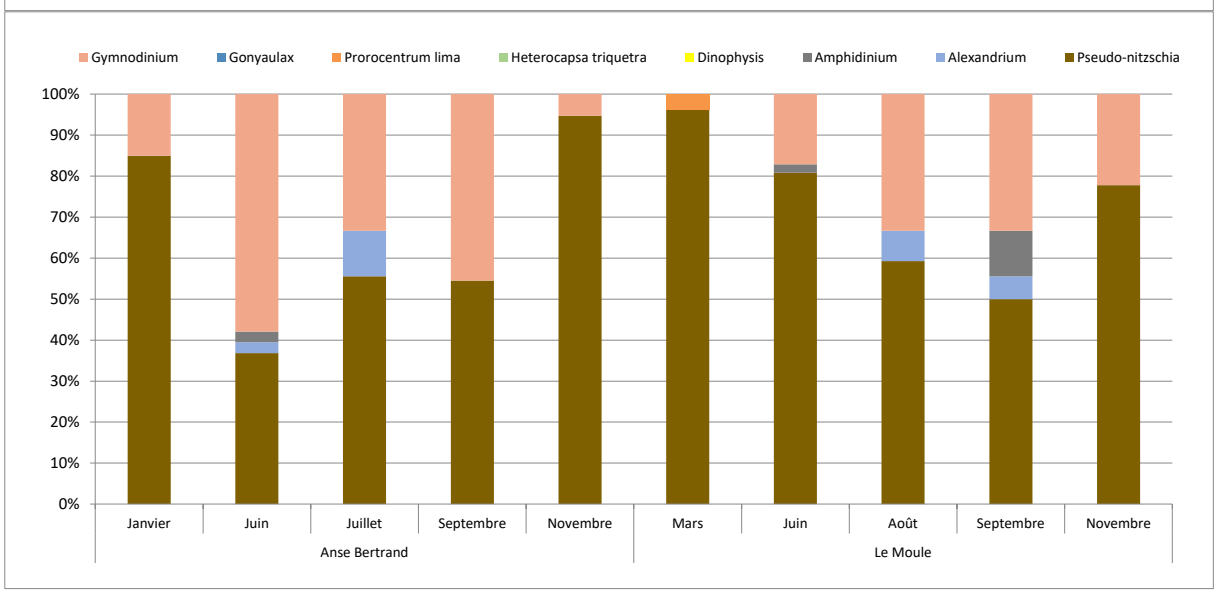
Proportion des principaux taxons de micro-phytoplancton potentiellement toxiques en 2020

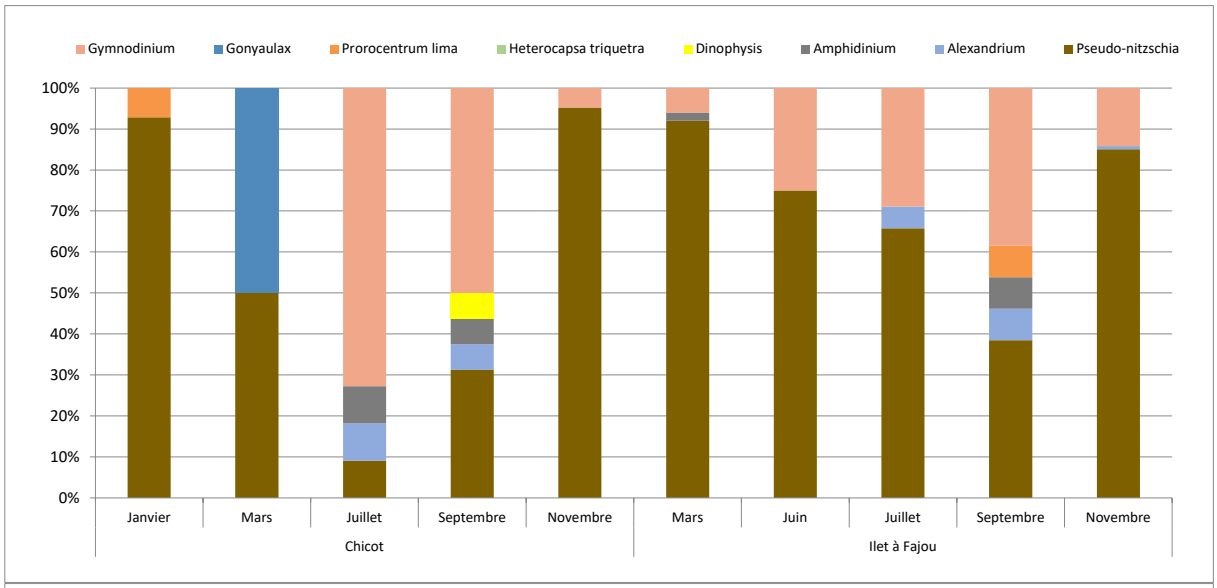


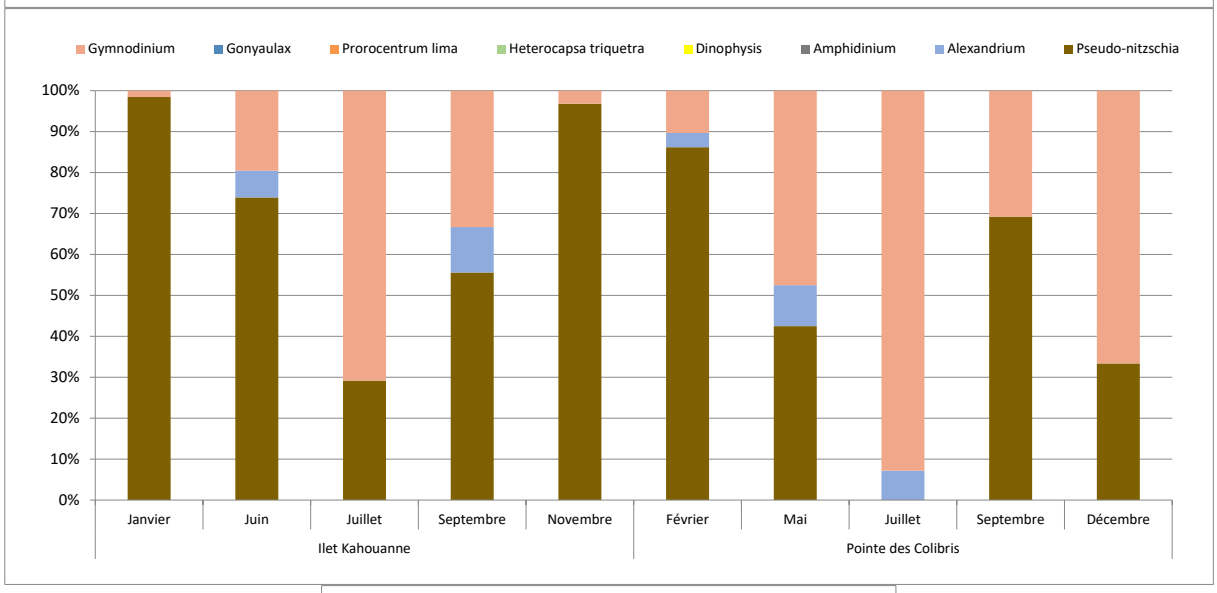


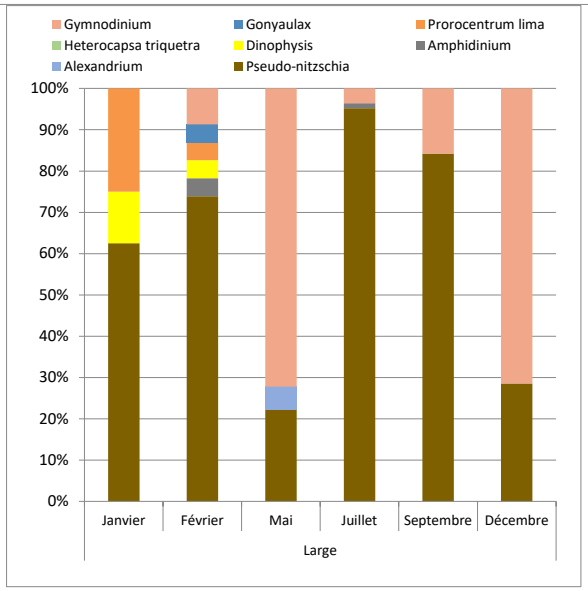

Gymnodinium
Gonyaulax
Prorocentrum lima
Heterocapsa triquetra
Dinophysis
Amphidinium
Alexandrium
Pseudo-nitzschia
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
Janvier
Mai
Juillet
Septembre
Novembre
Mars
Juin
Juillet
Septembre
Capesterre
Ilet Christophe


Gymnodinium
Gonyaulax
Prorocentrum lima
Heterocapsa triquetra
Dinophysis
Amphidinium
Alexandrium
Pseudo-nitzschia
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
Janvier
Mai
Juillet
Septembre
Novembre
Janvier
Juin
Juillet
Septembre
Novembre
Pointe Lézard
Pointe des Mangles


Gymnodinium
Gonyaulax
Prorocentrum lima
Heterocapsa triquetra
Dinophysis
Amphidinium
Alexandrium
Pseudo-nitzschia
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
Janvier
Juin
Juillet
Septembre
Novembre
Mars
Juin
Août
Septembre
Novembre
Anse Bertrand
Le Moule


Gymnodinium
Gonyaulax
Prorocentrum lima
Heterocapsa triquetra
Dinophysis
Amphidinium
Alexandrium
Pseudo-nitzschia
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
Janvier
Mars
Juillet
Septembre
Novembre
Chicot
Mars
Juin
Juillet
Septembre
Novembre
Ilet à Fajou


Gymnodinium
Gonyaulax
Prorocentrum lima
Heterocapsa triquetra
Dinophysis
Amphidinium
Alexandrium
Pseudo-nitzschia
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
Janvier
Juin
Juillet
Septembre
Novembre
Ilet Kahouanne
Février
Mai
Juillet
Septembre
Décembre
Pointe des Colibris


Gymnodinium
Gonyaulax
Prorocentrum lima
Heterocapsa triquetra
Dinophysis
Amphidinium
Alexandrium
Pseudo-nitzschia
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
Janvier
Février
Mai
Juillet
Septembre
Décembre
Large

ANNEXE 5

Fiches synthétiques par site de suivi

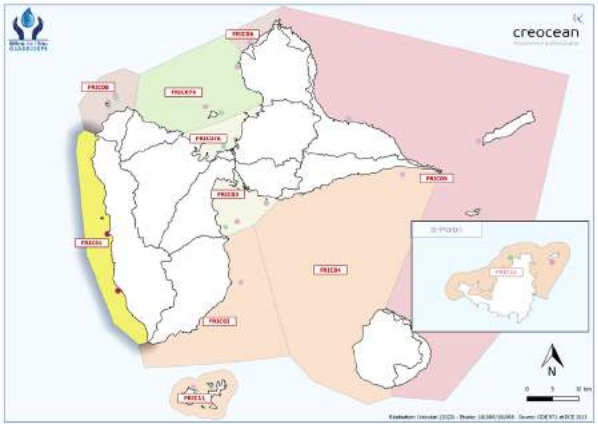
APPLICATION DE LA DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU EN GUADELOUPE

MASSES D'EAU CÔTIERES

Mise à jour : novembre 2021
Etude réalisée par : creocean – Environnement & océanographie

IDENTIFICATION ET LOCALISATION DU SITE

Masse d'eau : **FRIC01 – Côte Ouest Basse-Terre** *Type de masse d'eau* : type 5 (Côte rocheuse protégée)



Stations de suivi :

Nom	Sec Pointe à Lézard	Rocroy Val-de-l'Orge	-
Réseau de suivi	Surveillance	Référence	
Indicateurs suivis	Benthos récifal / phytoplancton / physico-chimie		~~Herbiers de phanérogames~~
X / Y (UTM20 N)	630362.90 / 1784834.77	632478 / 1773796	
Profondeur	12 m	13 m	
Commune	Bouillante	Vieux Habitants	
Descriptif	Affleurements rocheux + substrat détritique grossier	Pâtés coralliens fortement colonisés sur plaine sablo-vaseuse	

EVALUATION PROVISOIRE DE L'ETAT ECOLOGIQUE PARTIEL de la MEC - 2015-2020

		Etat écologique partiel (avec prise en compte du PSEE)
Qualité biologique	MOYEN	MOYEN
Qualité physico-chimique	BON	
Qualité hydromorphologique	NON TBE	

DETAIL DES INDICATEURS

Eléments de qualité biologiques

Indicateurs	Indices	Classe d'état de l'indice		Etat de l'indicateur
Phytoplancton	Biomasse (P90)	BON		TRES BON
	Abondance (%)	TRES BON		
Benthos récifal Sec Pointe à Lézard	« Corail »	MOYEN	MOYEN	MOYEN
	« Macroalgues »	MOYEN		
Benthos récifal Rocroy Val de l'Orge	« Corail »	BON	BON	
	« Macroalgues »	BON		
Herbiers de phanérogames	Etat de santé général	-	-	-

Eléments de qualité physico-chimiques

Indicateurs	Indices	Classe d'état de l'indice	Classe d'état de l'indicateur
Température	Température (%)	TRES BON	TRES BON
Oxygène	O_2 dissous (P10)	TRES BON	TRES BON
Transparence	Turbidité (P90)	BON	BON
Nutriment	DIN (moyenne)	Non évalué	
	Orthophosphates (moyenne)		

PRESSIONS SUR LE BASSIN VERSANT

Pression	Intensité	Tendance (2022-2027)
Assainissement collectif	Faible	↘
Assainissement autonome	Faible	↘
Rejets industriels	Modérée	↘
Azote agricole	Modérée	→
Produits phytosanitaires totaux	Faible	↘
Carrières	Faible	→
Décharges	Modérée	↘
Tourisme	Modérée	↗
Dragage - Clapage - Extraction	Faible	↘
Artificialisation littoral	Modérée	→
Micropolluants des eaux pluviales	Faible	→
Dynamique trait de côte	Modérée	↗
Aquaculture marine	Faible	↗
Espèces invasives	Modérée	→
Sargasses	Faible	→

↘ Diminution de la pression

→ Maintien de la pression

↗ Augmentation de la pression

Source : CREOCEAN

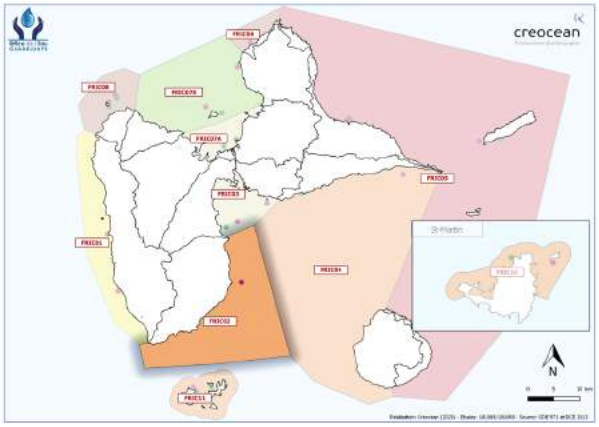
APPLICATION DE LA DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU EN GUADELOUPE

MASSES D'EAU CÔTIERES

Mise à jour : novembre 2021
Etude réalisée par : creocean Environnement & océanographie

IDENTIFICATION ET LOCALISATION DU SITE

Masse d'eau : **FRIC02 – Pointe du Vieux Fort - Sainte-Marie** *Type de masse d'eau* : type 5 (Côte rocheuse protégée)



Stations de suivi :

Nom	Capesterre	-
Réseau de suivi	Surveillance	
Indicateurs suivis	Benthos récifal / phytoplancton / physico-chimie	~~Herbiers de phanérogames~~
X / Y (UTM20 N)	656332.31 / 1775486.99	
Profondeur	15 m	
Commune	Capesterre	
Descriptif	Peuplements coralliens sur substrat corallien ancien	

EVALUATION PROVISOIRE DE L'ETAT ECOLOGIQUE PARTIEL de la MEC - 2015-2020

		Etat écologique partiel (avec prise en compte du PSEE)
Qualité biologique	MOYEN	MOYEN
Qualité physico-chimique	BON	
Qualité hydromorphologique	TBE	

DETAIL DES INDICATEURS

Eléments de qualité biologiques

Indicateurs	Indices	Classe d'état de l'indice		Etat de l'indicateur
Phytoplancton	Biomasse (P90)	BON		BON
	Abondance (%)	BON		
Benthos récifal Capesterre	« Corail »	MOYEN	MOYEN	MOYEN
	« Macroalgues »	TRES BON		
Herbiers de phanérogames	Etat de santé général	-	-	-

Eléments de qualité physico-chimiques

Indicateurs	Indices	Classe d'état de l'indice	Classe d'état de l'indicateur
Température	Température (%)	TRES BON	TRES BON
Oxygène	O_2 dissous (P10)	TRES BON	TRES BON
Transparence	Turbidité (P90)	BON	BON
Nutriment	DIN (moyenne)	Non évalué	
	Orthophosphates (moyenne)		

PRESSIONS SUR LE BASSIN VERSANT

Pression	Intensité	Tendance (2022-2027)
Assainissement collectif	Faible	➔
Assainissement autonome	Faible	↘
Rejets industriels		
Azote agricole	Modérée	➔
Produits phytosanitaires totaux	Faible	↘
Carrières		
Décharges	Modérée	↘
Tourisme		
Dragage - Clapage - Extraction		↗
Artificialisation littoral	Faible	➔
Micropolluants des eaux pluviales	Faible	➔
Dynamique trait de côte	Faible	↗
Aquaculture marine		
Espèces invasives	Modérée	➔
Sargasses	Modérée	➔

↘ Diminution de la pression

➔ Maintien de la pression

↗ Augmentation de la pression

Source : CREOCEAN

APPLICATION DE LA DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU EN GUADELOUPE

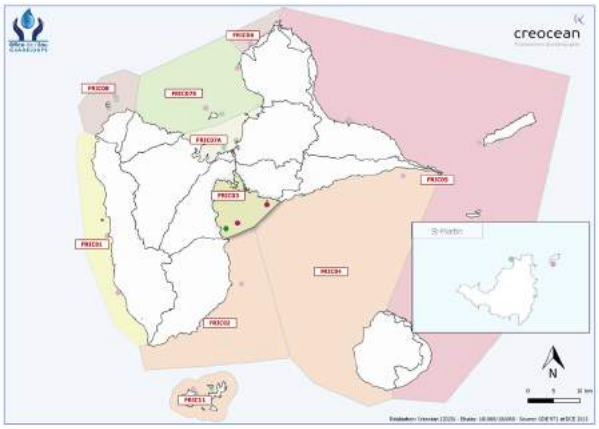
MASSES D'EAU CÔTIERES

Mise à jour : novembre 2021
Etude réalisée par : creocean – Environnement & océanographie

IDENTIFICATION ET LOCALISATION DU SITE

Masse d'eau : **FRIC03 – Petit Cul-de-Sac Marin** *Type de masse d'eau* : type 1 (Fond de baie)

Stations de suivi :



Nom	Caye à Dupont	Ilet du Gosier	Ilet Fortune
Réseau de suivi	Référence	Surveillance	Surveillance
Indicateurs suivis	Benthos récifal / phytoplancton / physico-chimie		Herbiers de phanérogames
X / Y (UTM20 N)	655544.51 / 1787262.10	661261.03 / 1790795.68	653350.59 / 1786163.04
Profondeur	13 m	12 m	2 m
Commune	Goyave	Gosier	Goyave
Descriptif	Peuplements coralliens sur récif bioconstruit, forte pente, tombant localement	Peuplements coralliens sur récif bioconstruit fortement ennalgué	Herbiers mixtes à *T. testudinum* et *S. filiforme*, substrat sablo-vaseux

EVALUATION PROVISOIRE DE L'ETAT ECOLOGIQUE PARTIEL de la MEC - 2015-2020

		Etat écologique partiel (avec prise en compte du PSEE)
Qualité biologique	**MEDIOCRE**	**MEDIOCRE**
Qualité physico-chimique	**BON**	
Qualité hydromorphologique	**NON TBE**	

DETAIL DES INDICATEURS

Eléments de qualité biologiques

Indicateurs	Indices	Classe d'état de l'indice		Etat de l'indicateur
Phytoplancton	Biomasse (P90)	**MOYEN**		**MOYEN**
	Abondance (%)	**MOYEN**		
Benthos récifal Caye à Dupont	« Corail »	**MOYEN**	**MOYEN**	**MEDIOCRE**
	« Macroalgues »	**MOYEN**		
Benthos récifal Ilet du Gosier	« Corail »	**MEDIOCRE**	**MEDIOCRE**	
	« Macroalgues »	**MEDIOCRE**		
Herbiers de phanérogames	Etat de santé général	**BON**		

Eléments de qualité physico-chimiques

Indicateurs	Indices	Classe d'état de l'indice	Classe d'état de l'indicateur
Température	Température (%)	**TRES BON**	**TRES BON**
Oxygène	O_2 dissous (P10)	**TRES BON**	**TRES BON**
Transparence	Turbidité (P90)	**BON**	**BON**
Nutriment	DIN (moyenne)	**Non évalué**	
	Orthophosphates (moyenne)		

PRESSIONS SUR LE BASSIN VERSANT

Pression	Intensité	Tendance (2022-2027)
Assainissement collectif	Forte	↗
Assainissement autonome	Modérée	↘
Rejets industriels	Forte	→
Azote agricole	Modérée	→
Produits phytosanitaires totaux	Faible	↘
Carrières		
Décharges		
Tourisme	Modéré	↗
Dragage - Clapage - Extraction	Forte	↘↘
Artificialisation littoral	Forte	↗
Micropolluants des eaux pluviales	Modérée	→
Dynamique trait de côte	Forte	↗
Aquaculture marine		
Espèces invasives	Modérée	→
Sargasses	Modérée	→

↘ Diminution de la pression

→ Maintien de la pression

↗ Augmentation de la pression

Source : CREOCEAN

APPLICATION DE LA DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU EN GUADELOUPE

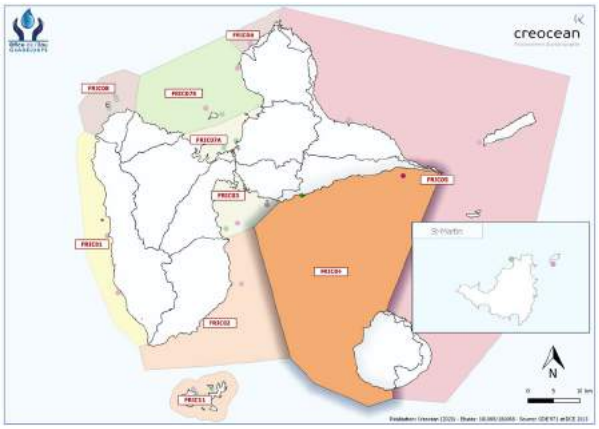
MASSES D'EAU CÔTIERES

Mise à jour : novembre 2021
Etude réalisée par : creocean – Environnement & océanographie

IDENTIFICATION ET LOCALISATION DU SITE

Masse d'eau : **FRIC04 – Pointe Canot – Pointe des Châteaux**

Type de masse d'eau : type 2 (Côte rocheuse peu exposée)



Stations de suivi :

Nom	Main Jaune	Petit Havre
Réseau de suivi	Surveillance	Surveillance
Indicateurs suivis	Benthos récifal / phytoplancton / physico-chimie	Herbiers de phanérogames
X / Y (UTM20 N)	687666.46 / 1796390.82	668056.37 / 1792713.13
Profondeur	14 m	4 m
Commune	Saint-François	Le Gosier
Descriptif	Peuplements coralliens sur massifs coralliens anciens, fortement ennalgués	Herbiers mixtes à *T. testudinum* et *S. filiforme* en zone d'arrière-récif sur pente sableuse

EVALUATION PROVISOIRE DE L'ETAT ECOLOGIQUE PARTIEL de la MEC - 2015-2020

		Etat écologique partiel (avec prise en compte du PSEE)
Qualité biologique	**MEDIOCRE**	**MEDIOCRE**
Qualité physico-chimique	**BON**	
Qualité hydromorphologique	**NON TBE**	

DETAIL DES INDICATEURS

Eléments de qualité biologiques

Indicateurs	Indices	Classe d'état de l'indice		Etat de l'indicateur
Phytoplancton	Biomasse (P90)	**BON**		**TRES BON**
	Abondance (%)	**TRES BON**		
Benthos récifal **Main Jaune**	« Corail »	**MEDIOCRE**	**MEDIOCRE**	**MEDIOCRE**
	« Macroalgues »	**MEDIOCRE**		
Herbiers de phanérogames	Etat de santé général	**BON**		

Eléments de qualité physico-chimiques

Indicateurs	Indices	Classe d'état de l'indice	Classe d'état de l'indicateur
Température	Température (%)	**TRES BON**	**TRES BON**
Oxygène	O_2 dissous (P10)	**TRES BON**	**TRES BON**
Transparence	Turbidité (P90)	**BON**	**BON**
Nutriment	DIN (moyenne)	**Non évalué**	
	Orthophosphates (moyenne)		

PRESSIONS SUR LE BASSIN VERSANT

Pression	Intensité	Tendance (2022-2027)
Assainissement collectif	Modérée	➔
Assainissement autonome	Faible	↘
Rejets industriels	Faible	↘
Azote agricole	Modérée	➔
Produits phytosanitaires totaux	Faible	↘
Carrières		
Décharges	Faible	↘
Tourisme	Modérée	↗
Dragage - Clapage - Extraction	Faible	➔
Artificialisation littoral	Modéré	↗
Micropolluants des eaux pluviales	Faible	➔
Dynamique trait de côte	Modérée	↗
Aquaculture marine		
Espèces invasives	Faible	➔
Sargasses	Modérée	➔

↘ Diminution de la pression

➔ Maintien de la pression

↗ Augmentation de la pression

Source : CREOCEAN

APPLICATION DE LA DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU EN GUADELOUPE

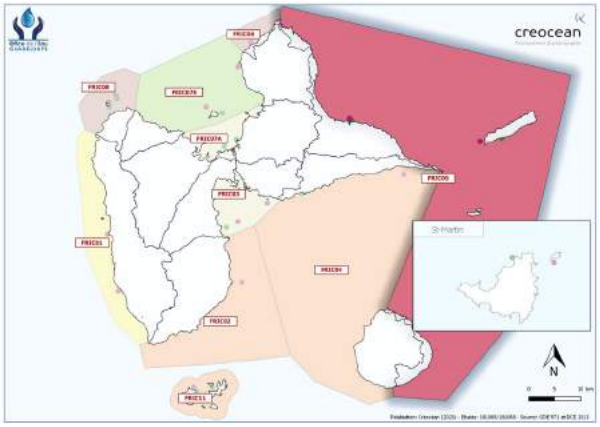
MASSES D'EAU CÔTIERES

Mise à jour : novembre 2021
Etude réalisée par : creocean Environnement & océanographie

IDENTIFICATION ET LOCALISATION DU SITE

Masse d'eau : **FRIC05 – Pointe des Châteaux-Pointe de la Grande Vigie**

Type de masse d'eau : type 4 (Côte rocheuse très exposée)



Stations de suivi :

Nom	Le Moule	Pointe des Colibris	Le Moule	Grande Anse
Réseau de suivi	Surveillance	Référence	Surveillance	Référence
Indicateurs suivis	Benthos récifal / phytoplancton / physico-chimie		Herbiers de phanérogames	
X / Y (UTM20 N)	677145.76 / 1807234.90	702399.19 / 1802788.31	677564.95 / 1806716.35	706613.29 / 1803458.71
Profondeur	12 m	12 m	1 m	2 m
Commune	Le Moule	La Désirade	Le Moule	La Désirade
Descriptif	Peuplements coralliens sur pente externe de récif frangeant	Plateau rocheux colonisé par des peuplements coralliens ; tombant de 3 m en bordure du plateau	Herbiers mixtes à *T. testudinum* et *S. filiforme* en zone d'arrière-récif sur plaine sablo-vaseuse	Zone de platier détritique sableuse, lagon au droit d'une grande plage

EVALUATION PROVISOIRE DE L'ETAT ECOLOGIQUE PARTIEL de la MEC - 2015-2020

		Etat écologique partiel (avec prise en compte du PSEE)
Qualité biologique	**MOYEN**	**MOYEN**
Qualité physico-chimique	**BON**	
Qualité hydromorphologique	**TBE**	

DETAIL DES INDICATEURS

Eléments de qualité biologiques

Indicateurs	Indices	Classe d'état de l'indice		Etat de l'indicateur
Phytoplancton	Biomasse (P90)	**BON**		**TRES BON**
	Abondance (%)	**TRES BON**		
Benthos récifal **Le Moule**	« Corail »	**MOYEN**	**MOYEN**	**MOYEN**
	« Macroalgues »	**MOYEN**		
Benthos récifal **Pointe des Colibris**	« Corail »	**MOYEN**	**MOYEN**	
	« Macroalgues »	**BON**		
Herbiers de phanérogames **Le Moule**	Etat de santé général	**MOYEN**		**MOYEN**
Herbiers de phanérogames **Grande Anse**	Etat de santé général	**BON**		

Eléments de qualité physico-chimiques

Indicateurs	Indices	Classe d'état de l'indice	Classe d'état de l'indicateur
Température	Température (%)	**TRES BON**	**TRES BON**
Oxygène	O_2 dissous (P10)	**TRES BON**	**TRES BON**
Transparence	Turbidité (P90)	**BON**	**BON**
Nutriment	DIN (moyenne)	**Non évalué**	
	Orthophosphates (moyenne)		

PRESSIONS SUR LE BASSIN VERSANT

Pression	Intensité	Tendance (2022-2027)
Assainissement collectif		→
Assainissement autonome	Faible	↘
Rejets industriels	Faible	→
Azote agricole	Modérée	→
Produits phytosanitaires totaux	Faible	↘
Carrières		
Décharges	Faible	↘
Tourisme	Faible	↗
Dragage - Clapage - Extraction	Faible	
Artificialisation littoral	Faible	→
Micropolluants des eaux pluviales	Faible	→
Dynamique trait de côte	Modérée	↗
Aquaculture marine		
Espèces invasives	Faible	→
Sargasses	Modérée	→

↘ Diminution de la pression

→ Maintien de la pression

↗ Augmentation de la pression

Source : CREOCEAN

APPLICATION DE LA DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU EN GUADELOUPE

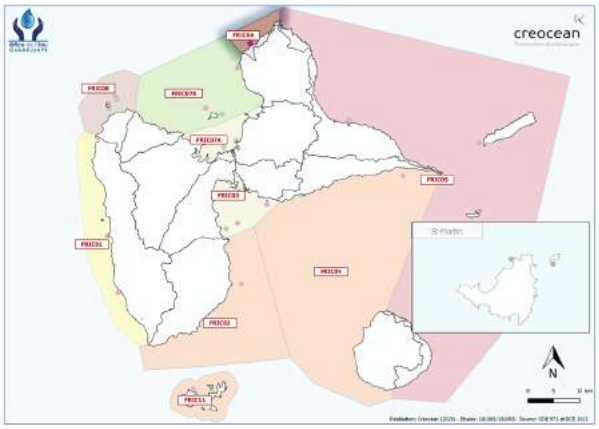
MASSES D'EAU CÔTIERES

Mise à jour : novembre 2021
Etude réalisée par : creocean – Environnement & océanographie

IDENTIFICATION ET LOCALISATION DU SITE

Masse d'eau : **FRIC06 – Pointe de la Grande Vigie – Port-Louis**

Type de masse d'eau : type 6 (Côte exposée à récifs frangeants)



Stations de suivi :

Nom	**Anse Bertrand**	**-**
Réseau de suivi	Surveillance	
Indicateurs suivis	Benthos récifal / phytoplancton / physico-chimie	~~Herbiers de phanérogames~~
X / Y (UTM20 N)	658049.48 / 1821952.51	
Profondeur	13 m	
Commune	Anse Bertrand	
Descriptif	Pente externe de récif frangeant, fortement en ennalguée et battue	

EVALUATION PROVISOIRE DE L'ETAT ECOLOGIQUE PARTIEL de la MEC – 2015-2020

		Etat écologique partiel (avec prise en compte du PSEE)
Qualité biologique	**MEDIOCRE**	**MEDIOCRE**
Qualité physico-chimique	**BON**	
Qualité hydromorphologique	**TBE**	

DETAIL DES INDICATEURS

Eléments de qualité biologiques

Indicateurs	**Indices**	**Classe d'état de l'indice**		**Etat de l'indicateur**
Phytoplancton	Biomasse (P90)	**TRES BON**		**TRES BON**
	Abondance (%)	**TRES BON**		
Benthos récifal	« Corail »	**MEDIOCRE**	**MEDIOCRE**	**MEDIOCRE**
	« Macroalgues »	**MOYEN**		
Herbiers de phanérogames	Etat de santé général	-	-	-

Eléments de qualité physico-chimiques

Indicateurs	**Indices**	**Classe d'état de l'indice**	**Classe d'état de l'indicateur**
Température	Température (%)	**TRES BON**	**TRES BON**
Oxygène	O_2 dissous (P10)	**TRES BON**	**TRES BON**
Transparence	Turbidité (P90)	**BON**	**BON**
Nutriment	DIN (moyenne)	**Non évalué**	
	Orthophosphates (moyenne)		

PRESSIONS SUR LE BASSIN VERSANT

Pression	Intensité	Tendance (2022-2027)
Assainissement collectif	Faible	➔
Assainissement autonome	Faible	↘
Rejets industriels		
Azote agricole	Modérée	➔
Produits phytosanitaires totaux	Faible	↘
Carrières		
Décharges	Modérée	↘
Tourisme	Faible	↗
Dragage - Clapage - Extraction		
Artificialisation littoral	Faible	➔
Micropolluants des eaux pluviales	Faible	➔
Dynamique trait de côte	Faible	➔
Aquaculture marine		
Espèces invasives	Modérée	➔
Sargasses	Faible	➔

↘ Diminution de la pression

➔ Maintien de la pression

↗ Augmentation de la pression

Source : CREOCEAN

APPLICATION DE LA DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU EN GUADELOUPE

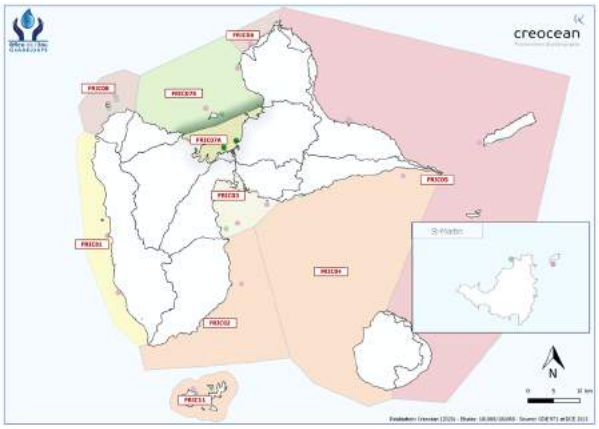
MASSES D'EAU CÔTIERES

Mise à jour : novembre 2021
Etude réalisée par : creocean Environnement & océanographie

IDENTIFICATION ET LOCALISATION DU SITE

Masse d'eau : **FRIC07A – Grand Cul-de-Sac Sud** *Type de masse d'eau* : type 1 (Fond de baie)

Stations de suivi :



Nom	-	Ilet Christophe	Pointe Lambis
Réseau de suivi		Surveillance	Référence
Indicateurs suivis	~~Benthos récifal~~	Herbiers de phanérogames / phytoplancton / physico-chimie	Herbiers de phanérogames
X / Y (UTM20 N)		652900.88 / 1801818.92	655300.89 / 1803206.13
Profondeur		3 m	2 m
Commune		Baie-Mahault	Les Abymes
Descriptif		Herbiers monospécifiques à *T. testudinum* sur substrat vaseux ; lagon aux eaux turbides	Herbiers monospécifiques à *T. testudinum* sur plaine sablo-vase ; en cœur de Parc National

EVALUATION PROVISOIRE DE L'ETAT ECOLOGIQUE PARTIEL de la MEC – 2015-2020

		Etat écologique partiel (avec prise en compte du PSEE)
Qualité biologique	**MEDIOCRE**	**MEDIOCRE**
Qualité physico-chimique	**MOYEN**	
Qualité hydromorphologique	**TBE**	

DETAIL DES INDICATEURS

Eléments de qualité biologiques

Indicateurs	Indices	Classe d'état de l'indice		Etat de l'indicateur
Phytoplancton	Biomasse (P90)	**MEDIOCRE**		**MEDIOCRE**
	Abondance (%)	**MOYEN**		
Benthos récifal	« Corail »	-	-	-
	« Macroalgues »	-		
Herbiers de phanérogames Ilet Christophe	Etat de santé général	**BON**		
Herbiers de phanérogames Pointe Lambis	Etat de santé général	**TRES BON**		

Eléments de qualité physico-chimiques

Indicateurs	Indices	Classe d'état de l'indice	Classe d'état de l'indicateur
Température	Température (%)	**TRES BON**	**TRES BON**
Oxygène	O_2 dissous (P10)	**TRES BON**	**TRES BON**
Transparence	Turbidité (P90)	**MOYEN**	**MOYEN**
Nutriment	DIN (moyenne)	**Non évalué**	
	Orthophosphates (moyenne)		

PRESSIONS SUR LE BASSIN VERSANT

Pression	Intensité	Tendance (2022-2027)
Assainissement collectif	Forte	↗
Assainissement autonome	Modérée	↘
Rejets industriels	Modérée	↘
Azote agricole	Modérée	→
Produits phytosanitaires totaux	Faible	↘
Carrières		
Décharges	Modérée	↘
Tourisme		
Dragage - Clapage - Extraction		
Artificialisation littoral	Faible	→
Micropolluants des eaux pluviales	Faible	→
Dynamique trait de côte	Modérée	↗
Aquaculture marine		
Espèces invasives	Modérée	→
Sargasses	Faible	→

↘ Diminution de la pression

→ Maintien de la pression

↗ Augmentation de la pression

Source : CREOCEAN

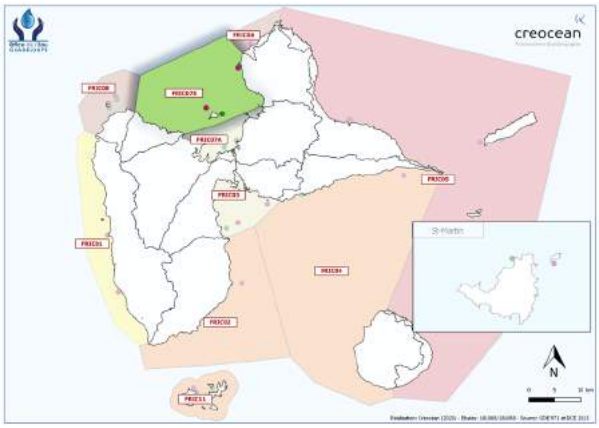
APPLICATION DE LA DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU EN GUADELOUPE

MASSES D'EAU CÔTIERES

Mise à jour : novembre 2021
Etude réalisée par : creocean Environnement & océanographie

IDENTIFICATION ET LOCALISATION DU SITE

Masse d'eau : **FRIC07B – Grand Cul-de-sac Nord** *Type de masse d'eau* : type 3 (Récif barrière)



Stations de suivi :

Nom	Pointe des Mangles	Ilet Fajou	Pointe d'Antigues	Passe à Colas
Réseau de suivi	Surveillance	Référence	Surveillance	Référence
Indicateurs suivis	Benthos récifal / phytoplancton / physico-chimie		Herbiers de phanérogames	
X / Y (UTM20 N)	655572.88 / 1817191.08	649398.21 / 1809486.75	656022.00 / 1817849.02	652494.97 / 1808311.95
Profondeur	13 m	12 m	2 m	2 m
Commune	Port-Louis	Le Lamentin	Port-Louis	Le Lamentin
Descriptif	Peuplements coralliens sur pente externe récifale	Peuplements coralliens sur récif bioconstruit ; en cœur de Parc National	Herbiers mixtes à *T. testudinum* et *S. filiforme* sur zone détritique sableuse d'arrière-récif	Herbiers mixtes à *T. testudinum* et *S. filiforme* sur platier détritique sableux

EVALUATION PROVISOIRE DE L'ETAT ECOLOGIQUE PARTIEL de la MEC - 2015-2020

		Etat écologique partiel (avec prise en compte du PSEE)
Qualité biologique	**MOYEN**	**MOYEN**
Qualité physico-chimique	**BON**	
Qualité hydromorphologique	**TBE**	

DETAIL DES INDICATEURS

Eléments de qualité biologiques

Indicateurs	Indices	Classe d'état de l'indice		Etat de l'indicateur
Phytoplancton	Biomasse (P90)	**BON**		**BON**
	Abondance (%)	**TRES BON**		
Benthos récifal **Pointe des Mangles**	« Corail »	**MOYEN**	**MOYEN**	**MOYEN**
	« Macroalgues »	**MOYEN**		
Benthos récifal **Ilet Fajou**	« Corail »	**MOYEN**	**MOYEN**	
	« Macroalgues »	**MOYEN**		
Herbiers de phanérogames **Pointe d'Antigues**	Etat de santé général	**BON**		**BON**
Herbiers de phanérogames **Passe à Colas**	Etat de santé général	**BON**		

Eléments de qualité physico-chimiques

Indicateurs	Indices	Classe d'état de l'indice	Classe d'état de l'indicateur
Température	Température (%)	**TRES BON**	**TRES BON**
Oxygène	O_2 dissous (P10)	**TRES BON**	**TRES BON**
Transparence	Turbidité (P90)	**BON**	**BON**
Nutriment	DIN (moyenne)	**Non évalué**	
	Orthophosphates (moyenne)		

PRESSIONS SUR LE BASSIN VERSANT

Pression	Intensité	Tendance (2022-2027)
Assainissement collectif	Forte	→
Assainissement autonome	Faible	↘
Rejets industriels		
Azote agricole	Modérée	→
Produits phytosanitaires totaux	Modérée	↘
Carrières		
Décharges	Modérée	↘
Tourisme	Modérée	↗
Dragage - Clapage - Extraction		↗
Artificialisation littoral	Faible	→
Micropolluants des eaux pluviales	Faible	→
Dynamique trait de côte	Modérée	↗
Aquaculture marine		
Espèces invasives	Modérée	→
Sargasses	Faible	→

↘ Diminution de la pression

→ Maintien de la pression

↗ Augmentation de la pression

Source : CREOCEAN

APPLICATION DE LA DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU EN GUADELOUPE

MASSES D'EAU CÔTIERES

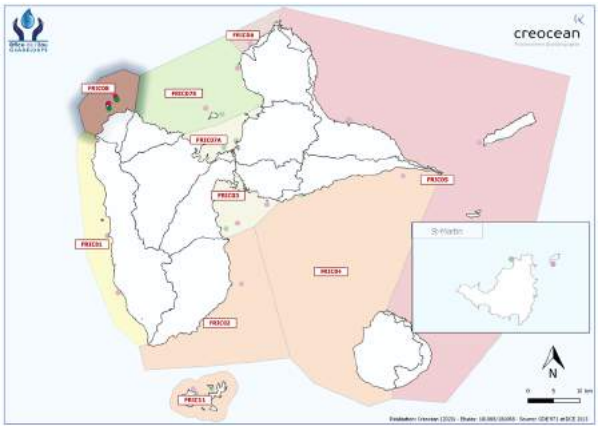
Mise à jour : novembre 2021
Etude réalisée par : creocean Environnement & océanographie

IDENTIFICATION ET LOCALISATION DU SITE

Masse d'eau : **FRIC08 – Pointe Madame-Pointe du Gros Morne**

Type de masse d'eau : type 6 (Côte exposée à récifs frangeants)

Stations de suivi :



Nom	Tête à l'Anglais	Ilet Kahouanne	Tête à l'Anglais	Ilet Kahouanne
Réseau de suivi	Surveillance	Référence	Surveillance	Référence
Indicateurs suivis	Benthos récifal / phytoplancton / physico-chimie		Herbiers de phanérogames	
X / Y (UTM20 N)	631939.82 / 1811769.12	630570.60 / 1810335.37	632218.07 / 1811095.88	630638.21 / 1809454.32
Profondeur	14 m	12 m	5 m	7 m
Commune	Sainte-Rose	Deshaies	Sainte-Rose	Deshaies
Descriptif	Peuplements coralliens sur glacis de pente externe récifale	Peuplements coralliens sur pente externe récifale biocobstruite, peuplements à coraux et gorgones dominants	Herbiers mixtes à *T. testudinum* et *S. filiforme* sur plateau récifal détritique sablo-vaseux	Herbiers mixtes à *T. testudinum* et *S. filiforme* sur plaine sablo-vaseuse

EVALUATION PROVISOIRE DE L'ETAT ECOLOGIQUE PARTIEL de la MEC - 2015-2020

		Etat écologique partiel (avec prise en compte du PSEE)
Qualité biologique	**MEDIOCRE**	**MEDIOCRE**
Qualité physico-chimique	**BON**	
Qualité hydromorphologique	**TBE**	

DETAIL DES INDICATEURS

Eléments de qualité biologiques

Indicateurs	Indices	Classe d'état de l'indice		Etat de l'indicateur
Phytoplancton	Biomasse (P90)	**BON**		**BON**
	Abondance (%)	**BON**		
Benthos récifal Tête à l'Anglais	« Corail »	**MOYEN**	**MOYEN**	**MEDIOCRE**
	« Macroalgues »	**BON**		
Benthos récifal Ilet Kahouanne	« Corail »	**MEDIOCRE**	**MEDIOCRE**	
	« Macroalgues »	**BON**		
Herbiers de phanérogames Tête à l'Anglais	Etat de santé général	**MOYEN**		**MOYEN**
Herbiers de phanérogames Ilet Kahouanne	Etat de santé général	**MOYEN**		

Eléments de qualité physico-chimiques

Indicateurs	Indices	Classe d'état de l'indice	Classe d'état de l'indicateur
Température	Température (%)	**TRES BON**	**TRES BON**
Oxygène	O_2 dissous (P10)	**TRES BON**	**TRES BON**
Transparence	Turbidité (P90)	**BON**	**BON**
Nutriment	DIN (moyenne)	**Non évalué**	
	Orthophosphates (moyenne)		

PRESSIONS SUR LE BASSIN VERSANT

Pression	Intensité	Tendance (2022-2027)
Assainissement collectif		
Assainissement autonome	Faible	→
Rejets industriels		
Azote agricole	Modérée	→
Produits phytosanitaires totaux	Faible	↘
Carrières		
Décharges		
Tourisme	Modérée	↗
Dragage - Clapage - Extraction		↗
Artificialisation littoral		
Micropolluants des eaux pluviales		
Dynamique trait de côte	Faible	→
Aquaculture marine		
Espèces invasives	Modérée	→
Sargasses	Faible	→

↘ Diminution de la pression

→ Maintien de la pression

↗ Augmentation de la pression

Source : CREOCEAN

APPLICATION DE LA DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU EN GUADELOUPE

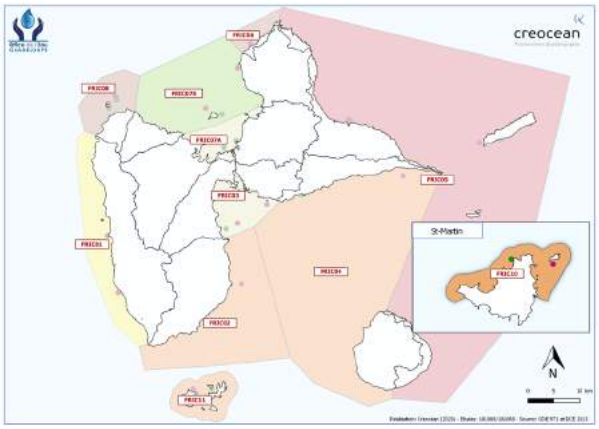
MASSES D'EAU CÔTIERES

Mise à jour : novembre 2021
Etude réalisée par : creocean – Environnement & océanographie

IDENTIFICATION ET LOCALISATION DU SITE

Masse d'eau : **FRIC10 – Saint-Martin**

Type de masse d'eau : type 2 (Côte rocheuse peu exposée)



Stations de suivi :

Nom	Chicot	Rocher Créole
Réseau de suivi	Surveillance	Surveillance
Indicateurs suivis	Benthos récifal / phytoplancton / physico-chimie	Herbiers de phanérogames
X / Y (UTM20 N)	501798.57 / 2002193.39	493962.76 / 2003075.65
Profondeur	12 m	6 m
Commune	Saint-Martin	Saint-Martin
Descriptif	Peuplements coralliens sur affleurement rocheux	Herbiers mixtes à *T. testudinum* et *S. filiforme* hors zone récifale, sur plaine sableuse

EVALUATION PROVISOIRE DE L'ETAT ECOLOGIQUE PARTIEL de la MEC - 2015-2020

		Etat écologique partiel (avec prise en compte du PSEE)
Qualité biologique	**MEDIOCRE**	**MEDIOCRE**
Qualité physico-chimique	**BON**	
Qualité hydromorphologique	**NON TBE**	

DETAIL DES INDICATEURS

Eléments de qualité biologiques

Indicateurs	Indices	Classe d'état de l'indice		Etat de l'indicateur
Phytoplancton	Biomasse (P90)	**TRES BON**		**TRES BON**
	Abondance (%)	**TRES BON**		
Benthos récifal	« Corail »	**MOYEN**	**MEDIOCRE**	**MEDIOCRE**
	« Macroalgues »	**MEDIOCRE**		
Herbiers de phanérogames	Etat de santé général	**MOYEN**		

Eléments de qualité physico-chimiques

Indicateurs	Indices	Classe d'état de l'indice	Classe d'état de l'indicateur
Température	Température (%)	**TRES BON**	**TRES BON**
Oxygène	O_2 dissous (P10)	**TRES BON**	**TRES BON**
Transparence	Turbidité (P90)	**BON**	**BON**
Nutriment	DIN (moyenne)	**Non évalué**	
	Orthophosphates (moyenne)		

PRESSIONS SUR LE BASSIN VERSANT

Pression	Intensité	Tendance (2022-2027)
Assainissement collectif	Forte	↗
Assainissement autonome	Faible	↘
Rejets industriels	Faible	→
Azote agricole	Négligeable	→
Produits phytosanitaires totaux	Négligeable	↘
Carrières		
Décharges	Modérée	↘
Tourisme	Modéré	↗
Dragage - Clapage - Extraction		↗↗
Artificialisation littoral	Modérée	↗
Micropolluants des eaux pluviales		
Dynamique trait de côte	Forte	↗
Aquaculture marine		
Espèces invasives	Modérée	→
Sargasses	Modérée	→

↘ Diminution de la pression

→ Maintien de la pression

↗ Augmentation de la pression

Source : CREOCEAN

APPLICATION DE LA DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU EN GUADELOUPE

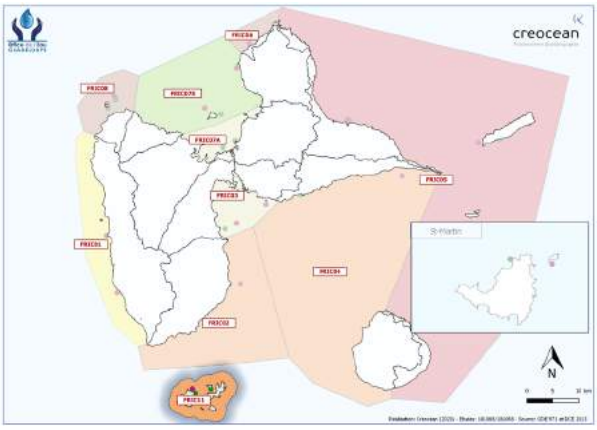
MASSES D'EAU CÔTIERES

Mise à jour : novembre 2021
Etude réalisée par : creocean Environnement & océanographie

IDENTIFICATION ET LOCALISATION DU SITE

Masse d'eau : **FRIC11 – Les Saintes**

Type de masse d'eau : type 2 (Côte rocheuse peu exposée)



Stations de suivi :

Nom	Ti Pâté	Gros Cap	Ti Pâté	Ilet Cabrit
Réseau de suivi	Surveillance	Référence	Surveillance	Référence
Indicateurs suivis	Benthos récifal / phytoplancton / physico-chimie		Herbiers de phanérogames	
X / Y (UTM20 N)	647024.59 / 1755208.93	644385.19 / 1752654.35	647599.25 / 1754405.00	650590.60 / 1755198.37
Profondeur	12 m	12 m	11 m	9 m
Commune	Terre de Bas (Les Saintes)	Terre de Bas (Les Saintes)	Terre de Bas (Les Saintes)	Terre de Haut (Les Saintes)
Descriptif	Peuplements coralliens sur affleurements rocheux	Pente rocheuse peu envasée colonisée par des peuplements coralliens	Herbiers mixtes à *T. testudinum* et *S. filiforme* sur plaine sédimentaire sableuse ; présence d'*Halophila stipulacea*	Herbiers mixtes à *T. testudinum* et *S. filiforme* sur pente sableuse (>20°); présence d'*H. stipulacea*

EVALUATION PROVISOIRE DE L'ETAT ECOLOGIQUE PARTIEL de la MEC - 2015-2020

		Etat écologique partiel (avec prise en compte du PSEE)
Qualité biologique	**MOYEN**	**MOYEN**
Qualité physico-chimique	**BON**	
Qualité hydromorphologique	**TBE**	

DETAIL DES INDICATEURS

Eléments de qualité biologiques

Indicateurs	Indices	Classe d'état de l'indice		Etat de l'indicateur
Phytoplancton	Biomasse (P90)	**BON**		**TRES BON**
	Abondance (%)	**TRES BON**		
Benthos récifal **Ti Pâté**	« Corail »	**BON**	**BON**	**BON**
	« Macroalgues »	**TRES BON**		
Benthos récifal **Gros Cap**	« Corail »	**BON**	**BON**	
	« Macroalgues »	**TRES BON**		
Herbiers de phanérogames **Ti Pâté (Grande Anse)**	Etat de santé général	**MOYEN**		**MOYEN**
Herbiers de phanérogames **Ilet Cabrit**	Etat de santé général	**MOYEN**		

Eléments de qualité physico-chimiques

Indicateurs	Indices	Classe d'état de l'indice	Classe d'état de l'indicateur
Température	Température (%)	**TRES BON**	**TRES BON**
Oxygène	O_2 dissous (P10)	**TRES BON**	**TRES BON**
Transparence	Turbidité (P90)	**BON**	**BON**
Nutriment	DIN (moyenne)	**Non évalué**	
	Orthophosphates (moyenne)		

PRESSIONS SUR LE BASSIN VERSANT

Pression	Intensité	Tendance (2022-2027)
Assainissement collectif	Faible	→
Assainissement autonome	Faible	↘
Rejets industriels		
Azote agricole	Faible	→
Produits phytosanitaires totaux	Négligeable	↘
Carrières		
Décharges		
Tourisme	Faible	↗
Dragage - Clapage - Extraction		
Artificialisation littoral	Faible	→
Micropolluants des eaux pluviales	Faible	→
Dynamique trait de côte	Faible	→
Aquaculture marine		
Espèces invasives	Modérée	→
Sargasses	Faible	→

↘ Diminution de la pression

→ Maintien de la pression

↗ Augmentation de la pression

Source : CREOCEAN

APPLICATION DE LA DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU EN GUADELOUPE

MASSES D'EAU CÔTIERES

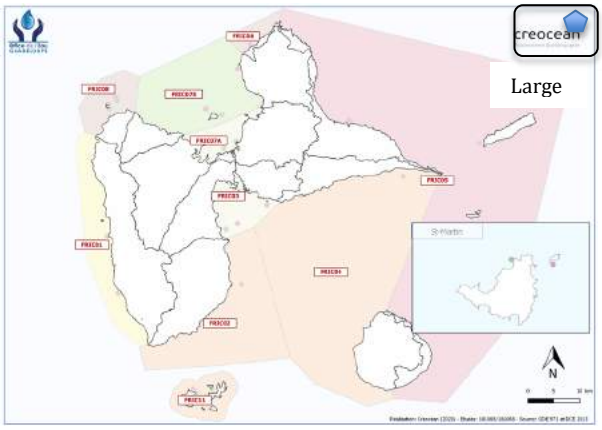
Mise à jour : novembre 2021
Etude réalisée par : creocean Environnement & océanographie

IDENTIFICATION ET LOCALISATION DU SITE

Masse d'eau : -

Type de masse d'eau : -

Stations de suivi :



Nom	Large	-
Réseau de suivi	Référence	
Indicateurs suivis	Phytoplancton / physico-chimie	~~Herbiers de phanérogames, Benthos récifal~~
X / Y (UTM20 N)	712787.05 / 1817916.44	
Profondeur	2000 m	
Commune	La Désirade	
Descriptif	Station en amont des flux dominants, a priori vierge de toute pollution directe	

EVALUATION PROVISOIRE DE L'ETAT ECOLOGIQUE PARTIEL de la MEC - 2015-2020

		Etat écologique partiel (avec prise en compte du PSEE)
Qualité biologique	TRES BON	-
Qualité physico-chimique	BON	
Qualité hydromorphologique	-	

DETAIL DES INDICATEURS

Eléments de qualité biologiques

Indicateurs	Indices	Classe d'état de l'indice		Etat de l'indicateur
Phytoplancton	Biomasse (P90)	TRES BON		TRES BON
	Abondance (%)	TRES BON		
Benthos récifal	« Corail »	-	-	-
	« Macroalgues »	-		
Herbiers de phanérogames	Etat de santé général	-	-	-

Eléments de qualité physico-chimiques

Indicateurs	Indices	Classe d'état de l'indice	Classe d'état de l'indicateur
Température	Température (%)	TRES BON	TRES BON
Oxygène	O_2 dissous (P10)	TRES BON	TRES BON
Transparence	Turbidité (P90)	BON	BON
Nutriment	DIN (moyenne)	Non évalué	
	Orthophosphates (moyenne)		

www.creocean.fr

GROUPE KERAN