



© Julien Wickel/Marex

ÉTATS DES RECIFS CORALLIENS DE LA REUNION

Évaluation de l'état du benthos et des peuplements ichthyologiques des récifs réunionnais -

Suivi 2018 des 14 stations GCRMN/DCE de la pente externe

Juin 2019

Maître d'Ouvrage :

Office de l'Eau Réunion

49 rue Mazagran

BP 42932

97400 SAINT-DENIS

Tél. : 0262 30 84 83 - ldurasnel@eaureunion.fr

En partenariat avec la Réserve Naturelle Nationale Marine

39, rue du Lagon, Dayot 1

97434 LA SALINE-LES-BAINS

Tel : 0262 34 64 43 - karine.pothin@reservemarinereunion.fr

Avec le soutien de l'Agence Française pour la Biodiversité

Prestataire :

MAREX

697 Chemin Surprise, 97436 Saint Leu.

Tél : 06 92 62 74 21.

Contact : julien.wickel@gmail.com

Expertise sous-marine :

Jean-Benoît Nicet & Julien Wickel (MAREX)

Lola Massé & Téva Rungassamy (RNMR)

Traitement des données et rédaction :

Jean-Benoît Nicet & Julien Wickel (MAREX)

Logistique à la mer :

RNMR/TSMOI

A citer sous la forme :

NICET J.B., WICKEL J., MASSE L., RUNGASSAMY T., 2019. Évaluation de l'état du benthos et des peuplements ichtyologiques des récifs réunionnais - Suivi 2018 des 14 stations GCRMN/DCE de la pente externe.

Rapport MAREX pour le compte de l'Office de l'Eau Réunion et de la Réserve Naturelle Marine de La Réunion, 31p + Annexes.

SOMMAIRE

1	CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE.....	5
1.1	Contexte.....	6
1.2	Objectifs.....	6
2	DEROULEMENT DE LA CAMPAGNE	7
2.1	Mise en œuvre opérationnelle.....	8
2.2	Stratégie d'échantillonnage.....	10
3	RÉSULTATS	11
3.1	Synthèse des résultats du suivi Benthos.....	12
3.2	Synthèse des résultats du suivi "macro-invertébrés"	22
3.3	Synthèse des résultats du suivi "poissons" des stations complémentaires DCE	23
4	CONCLUSION	27
4.1	Bilan de la campagne de suivi 2018	28
4.2	Points clefs des résultats	28
4.3	Recommandations.....	29
5	RÉFÉRENCES	31
6	ANNEXES.....	
	Les méthodes appliquées.....	
	Suivi des peuplements coralliens (protocole L.I.T)	
	Suivi des macro-invertébrés (protocole Belt transect).....	
	Suivi des peuplements ichtyologiques (protocole Belt transects).....	

Figures

Figure 1. Plan d'échantillonnage des 14 stations du suivi DCE	9
Figure 2. Couverture corallienne et part relative dans le peuplement corallien des Acropores et des coraux submassifs/massifs	14
Figure 3. Couverture algale et part relative dans le peuplement algal des algues dressées et algues calcaires ..	15
Figure 4. : Évolution de la couverture corallienne de 1998 à 2018 sur l'ensemble des stations GCRMN/RNMR (7 stations). Lignes en pointillés rouge : moyenne de la couverture corallienne de l'ensemble des stations en 2000 et 2018	16
Figure 5. : Porites (a), Pocillopora (b), Astreopora (c) et Acropora (d) (source Wikipédia et Marex)	17
Figure 6. Température en °C en 2015 et 2016 (courbe bleu foncée), température critique (ligne bleue claire) et le risque de blanchissement pour La Réunion (Données NOAA/Coral Reef Watch). Pour plus de précision se référer au site Coral Reef Watch (https://coralreefwatch.noaa.gov/satellite/index.php)	18
Figure 7. Précipitation du 1 janvier 2018 au 30 avril 2018 (station Météo France de Trois Bassins)	18
Figure 8. Trajectoire des dépressions tropicales Berguitta et Fakir	19
Figure 9 : Acropora abrotanoïdes blanchis en avril 2016 à Saint-Leu (à gauche) et en bon état à Saint-Pierre en avril 2016 (à droite).....	20
Figure 10 : Station Gendarmerie en 2015 (à gauche) et en 2018 (à droite). On peut voir sur l'image de droite des Porites et Pocillopora "récemment" morts.....	20
Figure 11. Etat 2018 des stations et évolution par rapport à 2015	21
Figure 12 : Echinometra mathaei (a), Echinothrix diadema (b) et Echinostrephus molaris (c) (source : Wikipédia)	22
Figure 13 : Distribution (%) par régime trophique de la biomasse globale en herbivores, station DCE complémentaire substrats durs 2018	24
Figure 14 : Distribution par station de la biomasse des différentes catégories d'herbivores, station complémentaire DCE substrats durs 2018.....	25

Tableaux

Tableau 1. Liste des stations échantillonnées en 2018	8
Tableau 2. Indice et indicateur sur les 14 stations de pente externe en 2018	13
Tableau 3. Les 3 genres coralliens dominants sur les stations GCRMN/RNMR en 2000 et 2018. En gras les genres devenus dominants entre 2000 et 2018	17
Tableau 4. Couverture corallienne (% du substrat) en 2015, 2016, 2017 et 2018 sur les stations GCRMN/RNMR et DCE complémentaires (en gras stations ayant subi une diminution de la couverture corallienne)	20
Tableau 5. Abondance et écart type des espèces cibles en 2018 par station (superficie : 240m ²)	22
Tableau 6. Niveaux de densités des différentes catégories de poissons herbivores, campagne DCE substrats durs 2018	23
Tableau 7. Niveaux de densités des différentes catégories de poissons herbivores, campagne DCE substrats durs 2018	23



1 **CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE**

1.1 Contexte

La Directive cadre sur l'eau 2000/60/CE du 23 octobre 2000, DCE, a pour objectif l'atteinte, du « bon état » chimique et écologique de l'ensemble des masses d'eau, superficielles, souterraines et côtières. Cette directive impose aux états membres la prévention de toute dégradation supplémentaire des masses d'eau et prévoit la mise en œuvre d'un programme de surveillance de la qualité des eaux.

L'Office de l'eau Réunion assure la maîtrise d'ouvrage du réseau de contrôle et de surveillance (RCS). Concernant le benthos de substrats durs du RCS « masses d'eau côtières » 2018, le suivi a été mis en œuvre en partenariat entre la Réserve Naturelle Marine de la Réunion (RNMR) et l'Office de l'eau de La Réunion.

Le suivi préconisé à ce jour par le Groupe de Travail (GT) DCE Réunion, relatif au benthos de substrats durs est limité aux pentes externes des complexes récifaux de La Réunion. Ce suivi comprend 14 stations, dont 7 sont suivies annuellement depuis 1998 par les agents de la RNMR dans le cadre du GCRMN. Sept autres stations complémentaires ont été installées en 2015 et ont été suivies en 2015 et 2018 dans le cadre du RCS, à l'exception de la station Spot Surf, jugée non pertinente après le suivi de 2015 et qui a été remplacée en 2018 par la station Pointe des sables.

Le présent rapport final présente l'ensemble des résultats de la campagne 2018 afin de déterminer l'état biologique des récifs coralliens sur les 4 masses d'eau côtières de type récifal de l'île de La Réunion.

1.2 Objectifs

L'objectif principal de l'étude est de contribuer à l'évaluation de l'état biologique des masses d'eau côtières de type récifal à partir de l'état des peuplements benthiques de substrats durs.

Les objectifs spécifiques de l'étude sont les suivants :

- De présenter l'état 2018 des différentes stations et des masses d'eau et de discuter de son évolution depuis 2015 (1998 pour les stations historiques RNMR suivies dans le cadre du GCRMN : station RNMR/GCRMN)
- De fournir une première analyse des peuplements de poissons sur les 7 stations complémentaires DCE
- De joindre des fiches stations (peuplements benthiques sur les 14 stations, poissons et macro invertébrés sur les 7 stations DCE complémentaires) décrivant la situation 2018 et l'évolution depuis le début du suivi,
- De fournir des recommandations le cas échéant
- De réaliser une réunion de restitution finale avec l'Office de l'eau Réunion, la RNMR et l'ensemble des partenaires institutionnels.



2

**DEROULEMENT DE LA
CAMPAGNE**

2.1 Mise en œuvre opérationnelle

La campagne de terrain qui a regroupé les deux suivis (volet #1 RNMR/GCRMN et volet #2 DCE) s'est déroulée entre le 6 février et le 09 août 2018 pour les stations RNMR/GCRMN et le 23 et 25 mai 2018 pour les stations complémentaires DCE. La campagne d'échantillonnage a été pilotée par la RNMR (Lola Massé et Téva Rungassamy) pour les 7 stations RNMR/GCRMN et par l'équipe MAREX (Julien Wickel et Jean Benoit Nicet) pour les 7 stations complémentaires DCE. Au total, 8 journées d'échantillonnage ont été nécessaires pour réaliser le suivi sur les 14 stations (Tableau 1 et Figure 1). Bien que certaines stations aient ainsi été échantillonnées hors de la période préconisée (mauvaise météorologie, manque de moyens matériels et humains) et par le fascicule technique de mise en œuvre du RCS, cela n'a pas d'impact sur les résultats.

L'ensemble des stations ont été échantillonnées sans biais liés aux conditions de mer (courant, houle, visibilité). Les poissons, la faune benthique sessile et les macro-invertébrés ont été échantillonnés en même temps.

Tableau 1. Liste des stations échantillonnées en 2018

Masse d'eau	Station	Mnémonique	Date échantillonnage	Personnel	Etat de la mer	Visibilité
FRLC112	L'Ermitage_Le Toboggan - Trois châteaux (Pente externe)	126-P-026	06/02/2018	Lola Massé Tévamie Rungassamy Willy Domitin Sully Blancard Guillaume Nedellec	Agitée	11-18m
FRLC112	La Saline_Planch'Alizés (Pente externe)	126-P-029	06/02/2018	Idem	Belle	11-18m
FRLC110	L'Etang-Salé_Le Bassin pirogue (Pente externe)	126-P-035	07/05/2018	Idem	Calme	2-10m
FRLC109	Saint-Pierre_Alizé Plage (Pente externe)	126-P-038	09/05/2018	Idem	Agitée	<2m
FRLC109	Saint-Pierre_Terre-Sainte (Pente externe)	126-P-127	23/05/2018	Jean-Benoît Nicet Julien Wickel	Agitée	11-18m
FRLC110	L'Etang-Salé_Pointe des sables (Pente externe)	126-P-205	23/05/2018	Idem	Belle	11-18m
FRLC111	Saint-Leu_Gendarmerie (Pente externe)	126-P-122	24/05/2018	Idem	Calme	11-18m
FRLC111	Saint-Leu_Kélonia (Pente externe)	126-P-123	24/05/2018	Idem	Belle	11-18m
FRLC111	Saint-Leu_Marine (Pente externe)	126-P-125	24/05/2018	Idem	Calme	11-18m
FRLC112	Saint-Gilles_Les Aigrettes (Pente externe)	126-P-124	25/05/2018	Idem	Belle	11-18m
FRLC112	Saint-Gilles_Souris Chaude (Pente externe)	126-P-126	25/05/2018	Idem	Belle	11-18m
FRLC111	Saint-Leu_La Varangue (Pente externe)	126-P-033	05/07/2018	Lola Massé Tévamie Rungassamy Willy Domitin Sully Blancard Guillaume Nedellec	Belle	2-10m
FRLC111	Saint-Leu_La Corne (Pente externe)	126-P-030	09/08/2018	Idem	Calme	2-10m
FRLC109	Saint-Pierre_La Ravine Blanche (Pente externe)	126-P-037	07/12/2018	Rémi Garnier	Belle	2-10m

Remarque : La station Saint-Pierre Ravine Blanche n'a pas été échantillonnée lors de la campagne 2018. Les conditions de visibilité n'ont en effet pas permis d'opérer les relevés dans de bonnes conditions. Pour cette station nous utiliserons le suivi de la campagne 2019 réalisée le 07 décembre 2018.

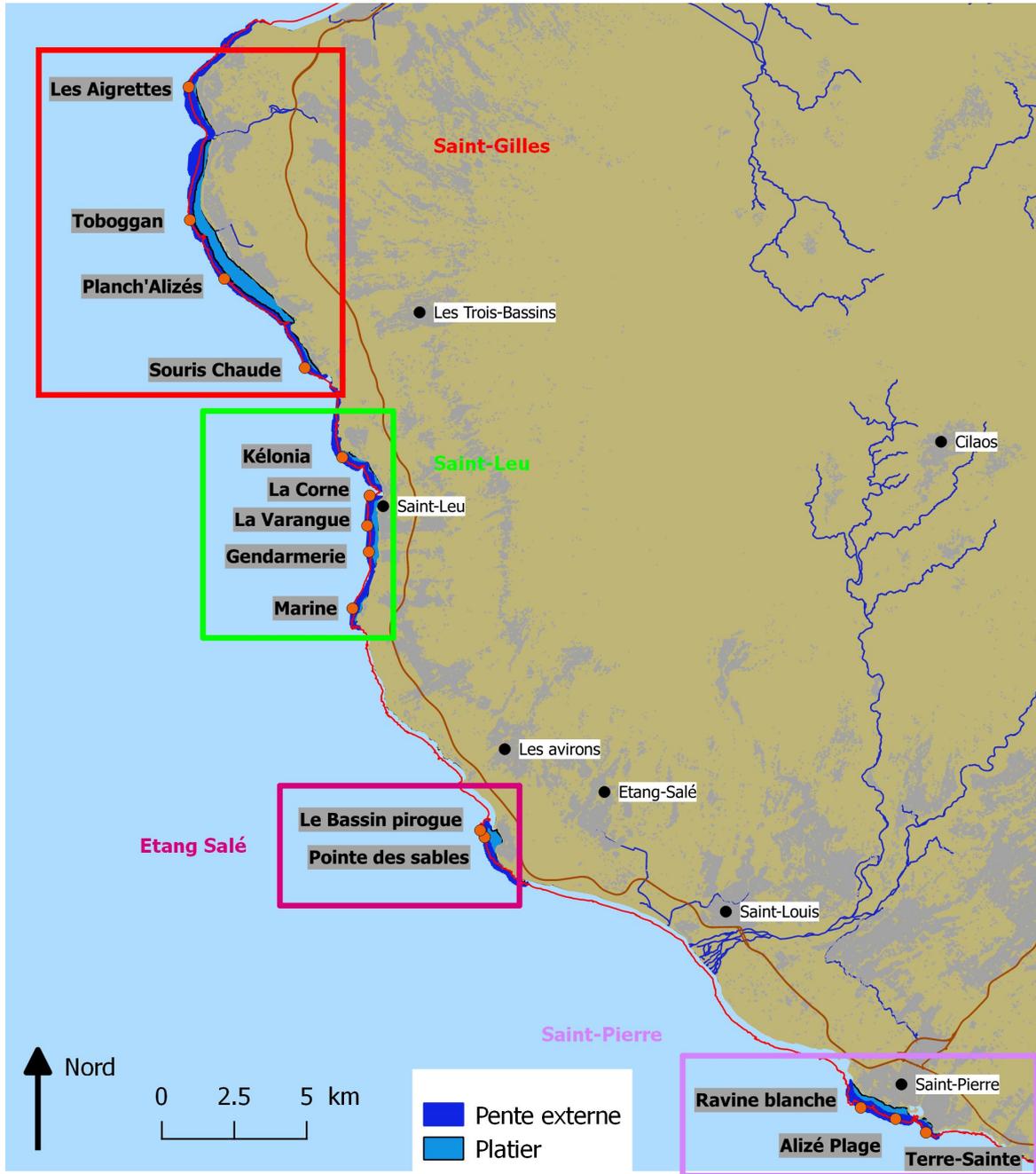


Figure 1. Plan d'échantillonnage des 14 stations du suivi DCE

2.2 Stratégie d'échantillonnage

La stratégie d'échantillonnage mise en œuvre en 2018 s'est basé sur la méthode de suivi des stations GCRMN/RNMR, sur le fascicule technique de mise en œuvre du RCS/DCE "substrats durs" 2017 et la prise en compte des recommandations du GT DCE (février 2017), à savoir :

- Un suivi poisson sur 50 espèces cibles sur les 7 stations RNMR/GCRMN et sur les poissons herbivores pour les 7 stations complémentaires DCE ;
- Un suivi des macro-invertébrés sur les 14 stations RNMR/GCRMN + DCE de pente externe ;
- Un suivi du substrat et de la faune benthiques sessiles (essentiellement coraux et algues) sur les 14 stations RNMR/GCRMN + DCE de pente externe.

Les données sur les peuplements benthiques et sur les peuplements ichtyologiques ont été acquises selon les méthodologies suivantes (annexe 1):

- Peuplements benthiques sessiles : Relevé des données biotiques et abiotiques selon la méthode du Line Intercept Transect (LIT) à un niveau expert (précision taxonomique la plus fine possible, généralement niveau Genre) pour les stations RNMR/GCRMN et à un niveau intermédiaire pour les stations DCE complémentaires. 3 réplicats de 20m sont échantillonnés pour chaque station ;
- Peuplements ichtyologiques : Relevé des poissons à un niveau expert (précision taxonomique niveau Espèce) selon la méthode du Belt transect. 3 réplicats de 50m x 5m (250m²) sont échantillonnés pour chaque station. Les comptages sont effectués sur les espèces cibles pour les stations RNMR/GCRMN (liste 1) et sur des espèces cibles herbivores pour les stations DCE complémentaires (liste 2) ;
- Peuplement des macro-invertébrés : Relevé des espèces cible de macro-invertébrés selon la méthode du Belt transect. 3 réplicats de 20m x 4m (80m²) sont échantillonnés pour chaque station.

Remarque : concernant le suivi des macro-invertébrés lors de la campagne 2018, l'effort d'échantillonnage n'a pas été le même sur les stations RNMR/GCRMN et DCE. En effet, il n'a pas été pris en compte les dernières recommandations du groupe de travail pour l'échantillonnage des stations RNMR/GCRMN.

Le calcul des indices et de l'indicateur de "substrat dur" a été réalisé par l'IFREMER. La méthodologie complète est détaillée dans le Fascicule technique pour la mise en œuvre du réseau de contrôle de surveillance DCE "Benthos de Substrats Durs" à la Réunion (2017).

Les méthodes et liste des espèces cibles sont détaillées en annexe 1.



3 RÉSULTATS

3.1 Synthèse des résultats du suivi Benthos

Pour une description plus complète du peuplement benthique des stations en 2018 et de l'évolution entre 1998 et 2018, se référer à aux fiches-stations présentées en annexe 2.

3.1.1 État des lieux en 2018

Le calcul de l'état des stations en 2018 est présenté dans le Tableau 2. Il est évalué sur la base de l'indicateur "benthos de substrat dur" (cf. fascicule technique de suivi du RCS / DCE "benthos de substrat dur", 2017).

De cet indicateur il ressort que :

- La majorité des stations sont classées en état moyen du fait d'une couverture corallienne faible à moyenne, d'un faible taux d'acropores et d'un recouvrement en algues calcaires faible ;
- Les stations de Saint-Pierre (Alizé plage et Ravine Blanche), la station Bassin Pirogue (Etang Salé) et la Corne (Saint-Leu) sont classées en bon état. En effet, sur ces stations la couverture corallienne est moyenne à élevée, la part des acropores est également moyenne à élevée, les algues dressées et les coraux mous sont quasiment absents ;
- Les stations des Aigrettes et de Souris Chaude présentent un état médiocre dû à une couverture corallienne faible, une très faible part d'Acropores et un faible recouvrement en algues calcaires.

Ainsi, seule la masse d'eau de Saint-Pierre présente un bon état, les autres masses d'eau ayant un état moyen.

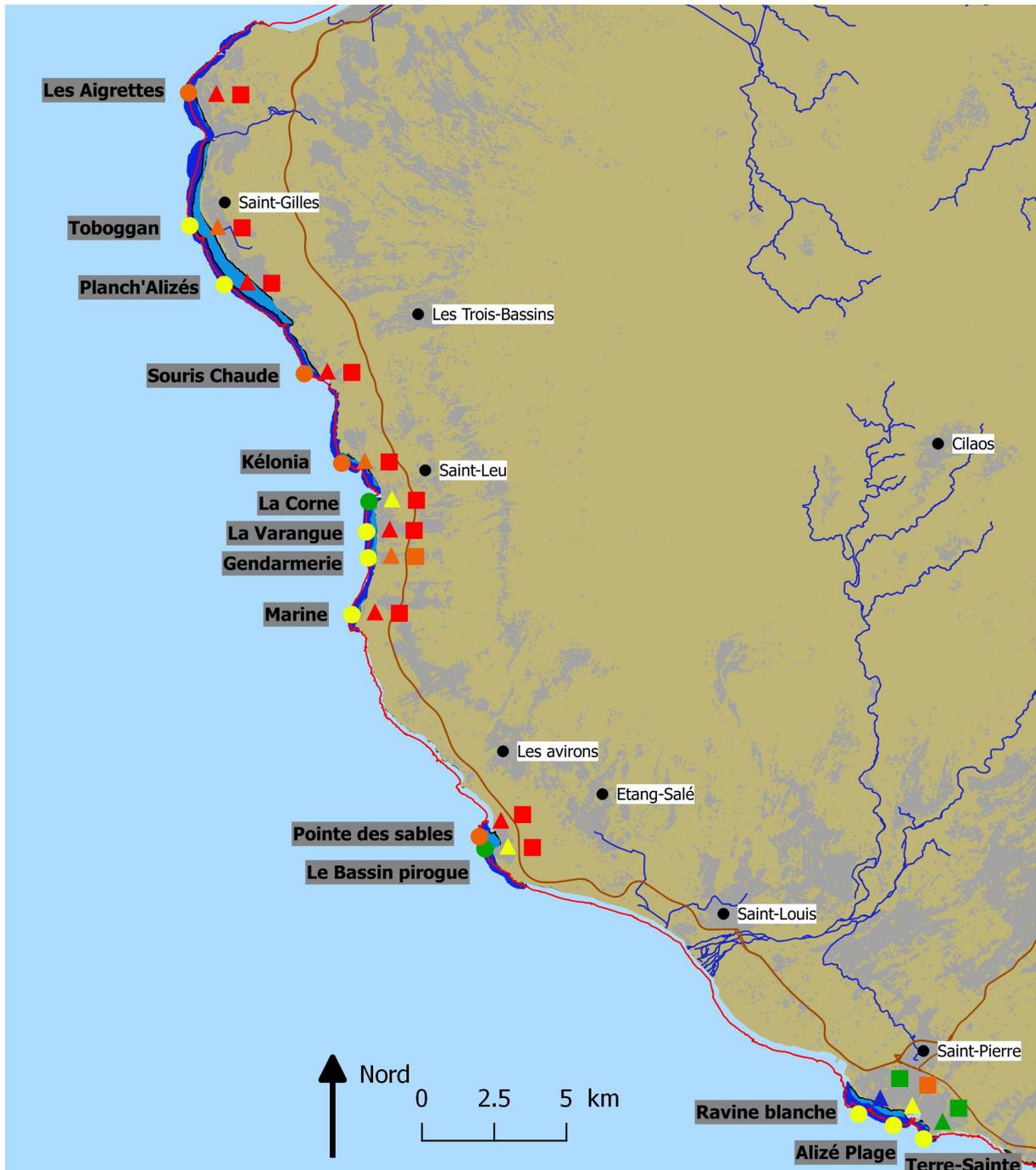
En 2018, les peuplements benthiques des stations sont caractérisés par (Figure 2 et Figure 3) :

- Le turf ou gazon algal qui domine sur toutes les stations, recouvrant entre 28% et 70% du substrat. Ce turf est en compétition direct avec le corail et reste défavorable à l'implantation de nouvelles recrues coralliennes ;
- La couverture corallienne est faible à moyenne puisque comprise entre 9 et 42%. Elle est faible sur les stations Pointe des Sables, Les Aigrettes, Souris Chaude et Kelonia et la plus élevée sur les stations Bassin Pirogue, La Corne, Alizés, Ravine Blanche et Terre Sainte ;
- Le peuplement corallien est largement dominé par les coraux sub-massifs ou massifs (*Pocillopora*, *Porites*, *Astreopora*) excepté sur la station de Terre Sainte où les acropores submassifs (*Acropora abrotanoïdes*) dominant. Outre la station Terre Sainte, les Acropores sont présents sur les stations Bassin Pirogue, La Corne et Alizé Plage ;

- Les algues calcaires (favorisant la bio-construction en cimentant les débris notamment) représentent plus de 30% du peuplement algal uniquement sur les stations de Toboggan, La Corne et Alizés Plage ;
- Les algues dressés (*Dictyota sp.*) sont présentés aux Aigrettes et à Terre Sainte. De manière encore plus marquée que le turf elles rentrent en compétition avec le corail pour l'espace ;
- Les coraux mous sont peu présents sur l'ensemble des stations (recouvrement < 5%) excepté sur la station Planch'Alizés où ils recouvrent 12% du substrat (*Sarcophyton sp.*). Là encore, les coraux mous rentrent en compétition pour l'espace avec les coraux et ont une croissance rapide.

Tableau 2. Indice et indicateur sur les 14 stations de pente externe en 2018

Masse d'eau	Station	Mnémonique	Vitalité corallienne	Acropores	Acropores branchus et tabulaires	Algues dressées	Algues Calcaires	Coraux mous	Indicateur DCE	Etat	Etat 2018 masse d'eau
FRLC109	Alizé Plage (Pente externe)	126-P-038	1,9	2,1	2,4	0,3	2,7	0,4	1,8	Bon	Bon
	Ravine Blanche (Pente externe)	126-P-037	2,0	0,7	NA	0,3	5,0	0,4	1,6	Bon	
	Saint-Pierre_Terre-Sainte (Pente externe)	126-P-127	2,2	1,5	2,9	3,0	3,5	0,2	2,1	Moyen	
FRLC110	Pointe des sables (Pente externe)	126-P-205	3,7	NA	NA	0,0	3,4	0,6	3,0	Moyen	Moyen
	L'Etang-Salé_Le Bassin pirogue	126-P-035	1,7	2,8	NA	0,0	3,5	0,8	1,9	Bon	
FRLC111	Saint-Leu_Gendarmerie (Pente externe)	126-P-122	2,4	3,2	2,2	1,3	3,9	0,2	2,5	Moyen	Moyen
	Saint-Leu_Kélonia (Pente externe)	126-P-123	3,1	3,7	NA	0,9	3,6	0,3	2,9	Moyen	
	Saint-Leu_La Corne (Pente externe)	126-P030	1,9	2,6	NA	0,0	1,9	0,7	1,8	Bon	
	Saint-Leu_La Varangue (Pente externe)	126-P-033	2,5	4,3	NA	0,0	3,5	0,7	2,7	Moyen	
FRLC112	Saint-Leu_Marine (Pente externe)	126-P-125	2,9	4,8	NA	0,0	3,5	0,1	3,0	Moyen	Moyen
	Saint-Gilles_Les Aigrettes (Pente externe)	126-P-124	3,1	4,1	NA	2,4	3,6	0,2	3,2	Mediocre	
	La Saline_Planch'Alizés (Pente externe)	126-P-029	1,3	4,7	NA	0,0	3,6	1,9	2,2	Moyen	
	Saint-Gilles_Souris Chaude (Pente externe)	126-P-126	3,2	4,3	2,8	0,1	4,0	0,1	3,03	Mediocre	
	L'Ermitage_Le Toboggan - Trois chameaux (Pente externe)	126-P-026	2,1	3,5	NA	0,0	2,9	0,6	2,2	Moyen	



Couverture corallienne Part relative des acropores Part relative coraux massifs et submassifs



Figure 2. Couverture corallienne et part relative dans le peuplement corallien des Acropores et des coraux submassifs/massifs

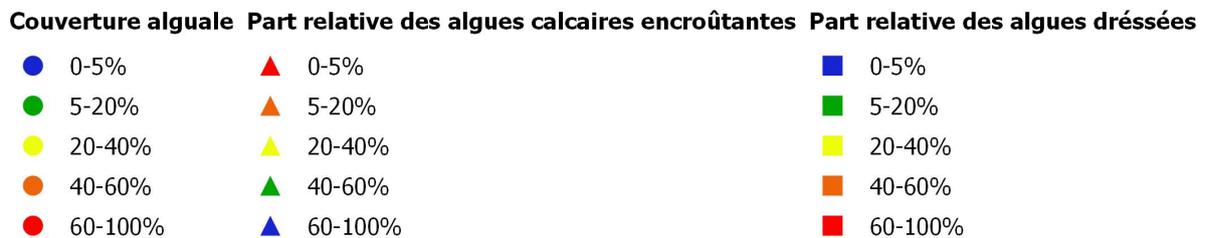
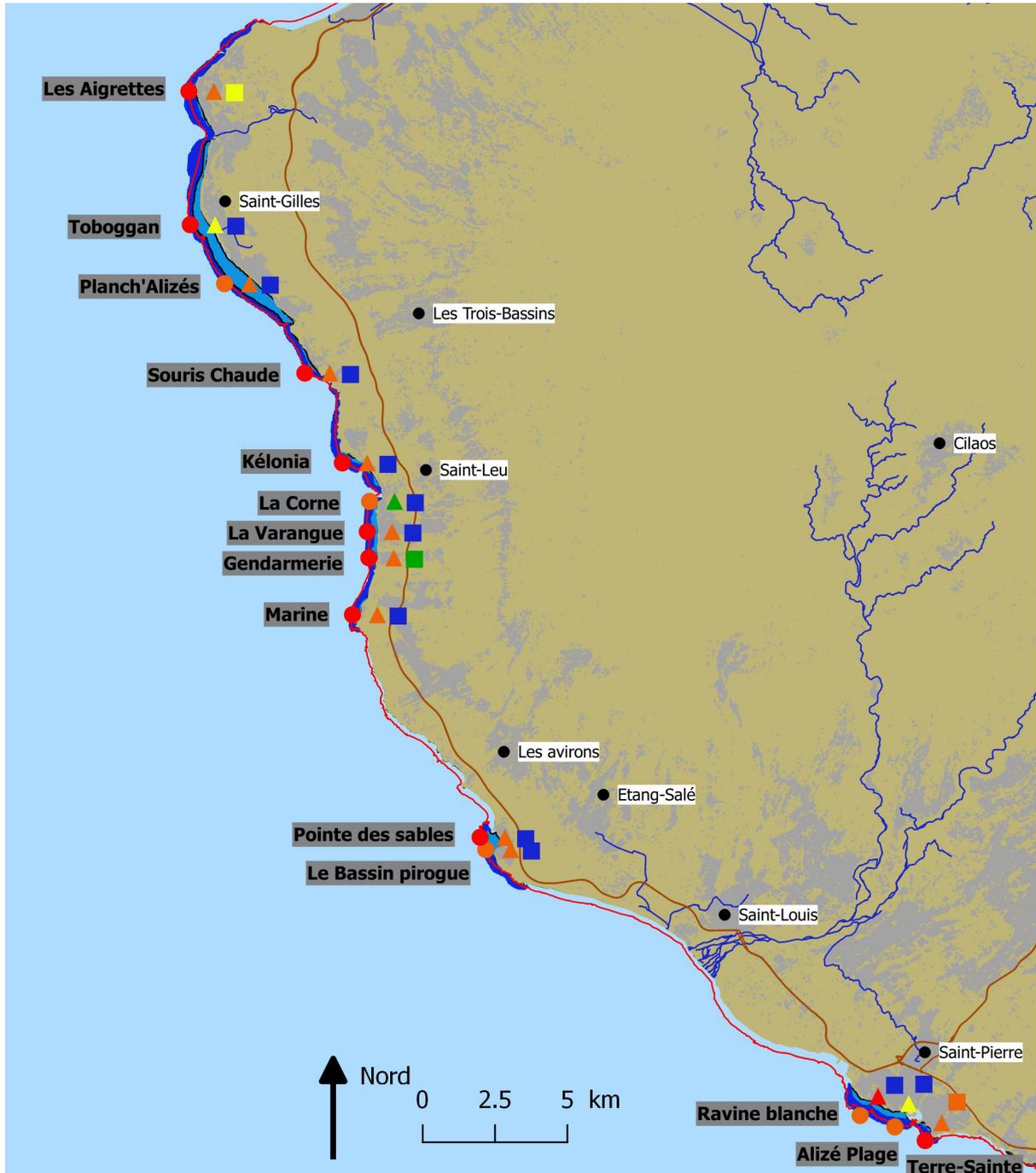


Figure 3. Couverture algale et part relative dans le peuplement algal des algues dressées et algues calcaires

3.1.2 Évolution générale 1998-2018

L'analyse globale sur l'ensemble des stations GCRMN/RNMR (7 stations) permet de mettre en évidence la dynamique temporelle suivante (Figure 4 et Tableau 3) :

- De manière synthétique on observe une baisse de la couverture corallienne sur la plupart des stations. En effet, en 2000, la couverture corallienne moyenne de l'ensemble des stations était de 49% +/- 13%. Sur ces mêmes stations elle est passée en 2018 à 34% +/-8% (différence significative, test de Kruskal-Wallis, $p < 0.05$). Cette baisse est discontinue depuis le début des années 2000 pour les stations Toboggan, La Corne et La Varangue. La station Ravine Blanche présente une augmentation de sa couverture corallienne depuis les années 2000 avec une chute brutale depuis 2016. Enfin, les stations Bassin Pirogue et Planch'Alizés, après une diminution de sa couverture corallienne entre 2000 et 2008/2009 présentent une augmentation depuis ;
- Concernant les genres coralliens, alors qu'au début des années 2000 le genre *Acropora* était dominant sur les stations de Saint-Gilles, Saint-Leu et Etang Salé, il a largement laissé sa place aux coraux des genres *Pocillopora*, *Porites* et *Astreopora*, excepté sur la station La Corne. A l'inverse sur les stations de Saint-Pierre, alors que le genre *Acropora* était peu représenté en 2000, il est aujourd'hui dominant.

Pour une description plus complète du peuplement benthique des stations entre 1998 et 2018 se référer aux fiches-stations présentées en annexe.

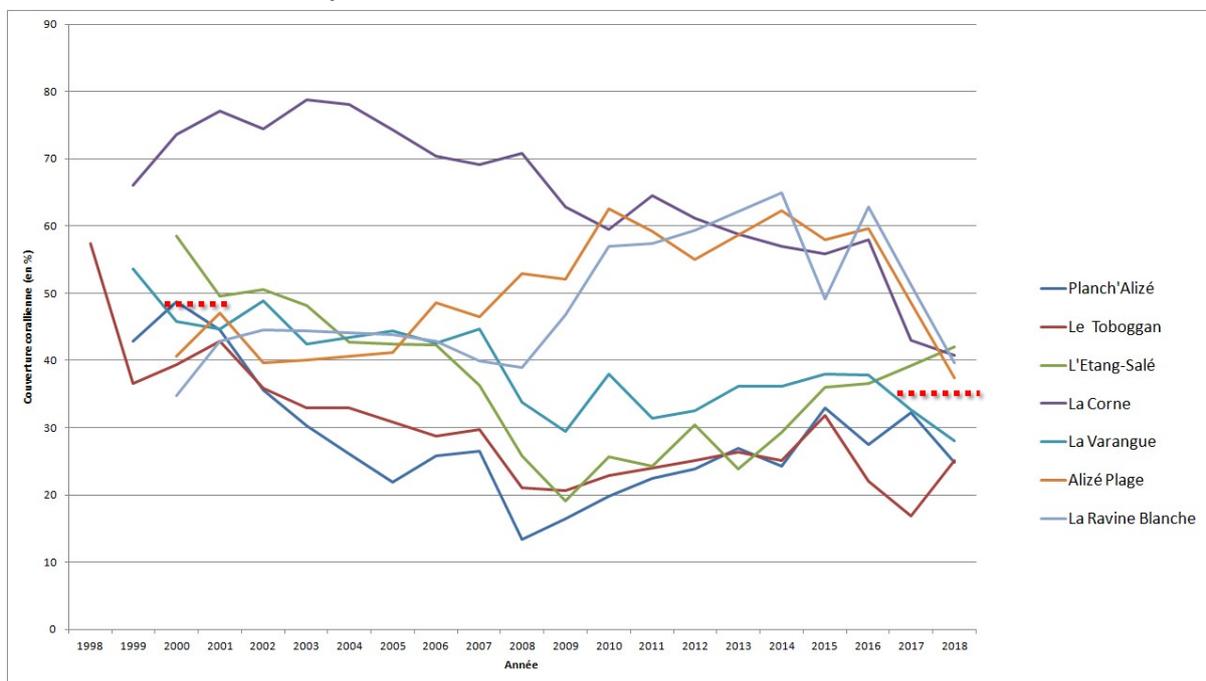


Figure 4. : Évolution de la couverture corallienne de 1998 à 2018 sur l'ensemble des stations GCRMN/RNMR (7 stations). Lignes en pointillés rouge : moyenne de la couverture corallienne de l'ensemble des stations en 2000 et 2018

Tableau 3. Les 3 genres coralliens dominants sur les stations GCRMN/RNMR en 2000 et 2018. En gras les genres devenus dominants entre 2000 et 2018

Station	2000	2018
Planch'Alizé	Acropora	Astreopora
	Porites	Porites
	Astreopora	Pocillopora
Le Toboggan	Acropora	Pocillopora
	Pocillopora	Porites
	Platygyra	Acropora
L'Etang-Salé	Acropora	Pocillopora
	Pocillopora	Acropora
	Astreopora	Astreopora
La Corne	Acropora	Acropora
	Porites	Porites
	Pocillopora	Pocillopora
La Varangue	Porites	Porites
	Acropora	Pocillopora
	Astreopora	Astreopora
Alizé Plage	Porites	Acropora
	Pocillopora	Porites
	Montipora	Platygyra
La Ravine Blanche	Platygyra	Acropora
	Pocillopora	Platygyra
	Porites	Hydnophora



(a)



(b)



(c)



(d)

Figure 5. : *Porites* (a), *Pocillopora* (b), *Astreopora* (c) et *Acropora* (d) (source Wikipédia et MAREX)

Incidence des phénomènes récents : le blanchissement corallien de 2016 et les fortes pluies de la saison chaude 2017/2018

En 2016 a eu lieu le troisième blanchissement massif mondial observé. La Réunion n'a pas été épargnée (Figure 6) et les récifs coralliens ont subi une mortalité faible à moyenne selon les secteurs (Nicet et *al.*, 2016). En outre, des épisodes de fortes précipitations (dépressions tropicales Fakir et Berguita) ont entraînés en 2018 des coulées de boues via différentes ravine de l'île (Figure 7 et Figure 8).

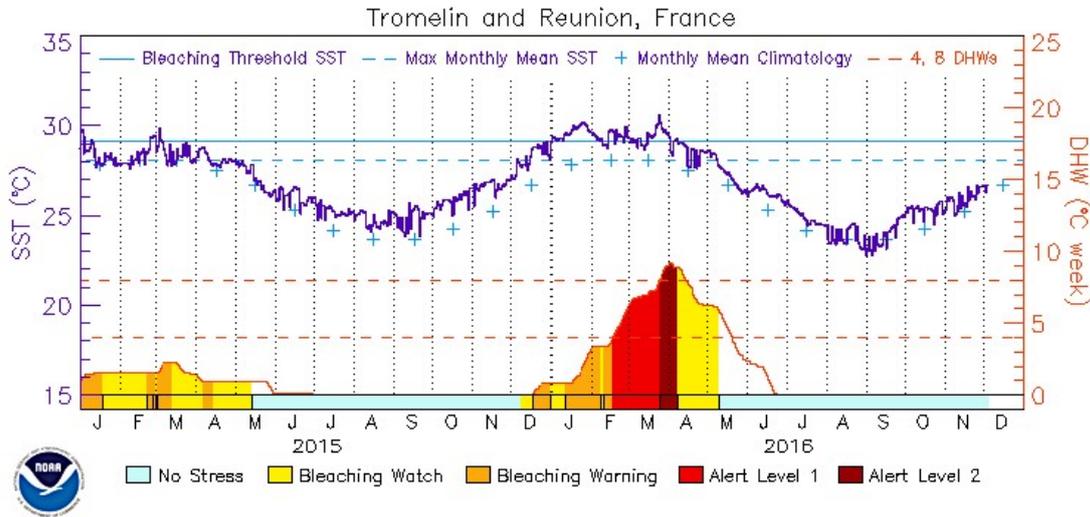


Figure 6. Température en °C en 2015 et 2016 (courbe bleu foncée), température critique (ligne bleu claire) et le risque de blanchissement pour La Réunion (Données NOAA/Coral Reef Watch). Pour plus de précision se référer au site Coral Reef Watch (<https://coralreefwatch.noaa.gov/satellite/index.php>)

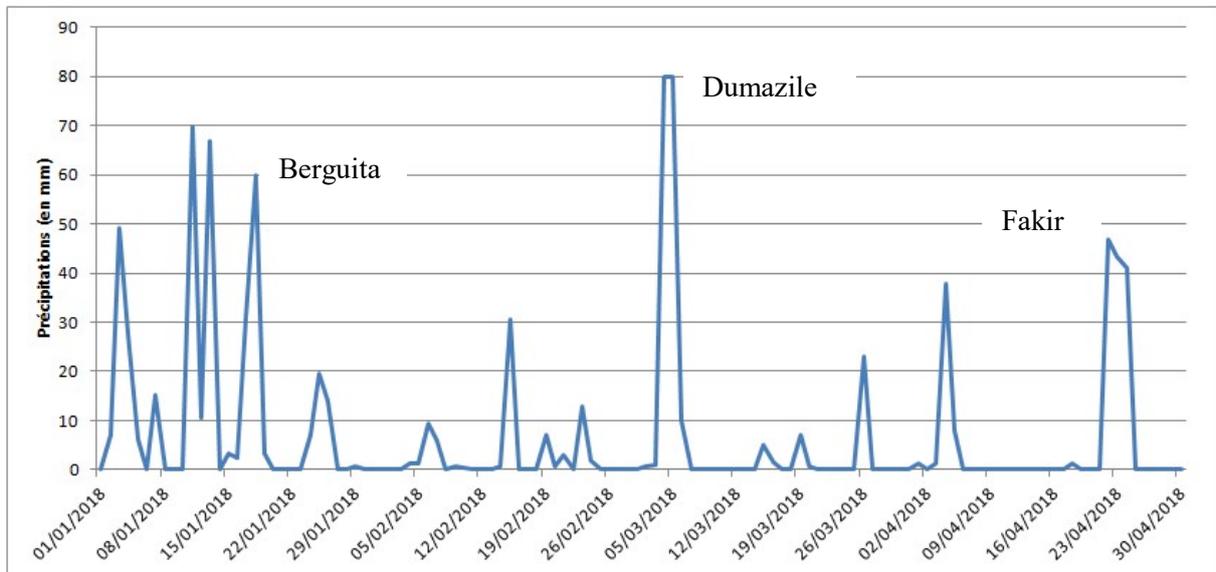


Figure 7. Précipitation du 1 janvier 2018 au 30 avril 2018 (station Météo France de Trois Bassins)



Figure 8. Trajectoire des dépressions tropicales Berguita et Fakir

De ces différents épisodes il en ressort que (Tableau 4) :

- La station La Corne a fortement souffert du blanchissement corallien avec une perte entre 2016 et 2017 de 26% de sa couverture corallienne. Le projet Becoming a mis en évidence sur cette zone un blanchissement et une mortalité importante des *Acropora abrotanoïdes* (Figure 9). Dans une moindre mesure la station de Toboggan pourrait également avoir légèrement été impactée par le blanchissement ;
- Entre 2016 et 2018 les stations de Saint Pierre (GCRMN/RNMR et DCE) ont perdu entre 41% et 32% de leur couverture corallienne. Le projet Becoming fait mention d'un blanchissement et d'une mortalité quasi nulle sur ce secteur. Il est donc probable que la mortalité soit liée aux fortes précipitations de 2018 et aux panaches de fines terrigènes qui en ont découlées ;
- Enfin, les stations Pointe des Aigrettes, Gendarmerie ont vu leur couverture corallienne fortement diminuer potentiellement du fait du blanchissement de 2016 ou des fortes pluies de 2018 ;
- De ces deux épisodes, il en ressort que 9 des 14 stations ont vu leur état diminuer et 3 stations ont changé de classes (moyen à médiocre ou bon à moyen, Figure 11).

Tableau 4. Couverture corallienne (% du substrat) en 2015, 2016, 2017 et 2018 sur les stations GCRMN/RNMR et DCE complémentaires (en gras stations ayant subi une diminution de la couverture corallienne)

Station	Couverture corallienne 2015	Couverture corallienne 2016	Couverture corallienne 2017	Couverture corallienne 2018	Cause dégradation probable/possible
Pointe Aigrette	24			16	Blanchissement 2016 et/ou fortes pluies 2018
Planch'Alizé	33	27	32	25	Fortes pluies 2017 Pas d'explication pour la baisse entre 2015 et 2016
Le Toboggan	32	22	17	25	Blanchissement 2016 Pas d'explication pour la baisse entre 2015 et 2016
Souris Chaude	18			16	Pas de dégradation
Kelonia	17			19	Pas de dégradation
La Corne	56	58	43	40	Blanchissement 2016
La Varangue	38	38	33	28	Blanchissement 2016 et fortes pluies 2018
Gendarmerie	46			30	Blanchissement 2016 et/ou fortes pluies 2018
Marine	21			22	Pas de dégradation
L'Etang-Salé Bassin Pirogue	36	37		42	Pas de dégradation
Alizé Plage	58	60		37	Fortes pluies 2018
La Ravine Blanche	49	63		42	Fortes pluies 2018
Terre Sainte	53			36	Fortes pluies 2018

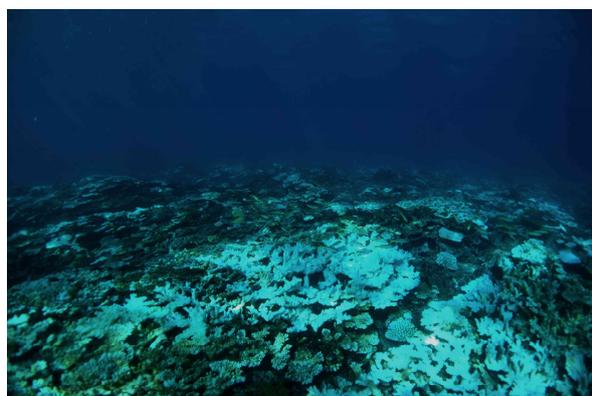


Figure 9 : *Acropora abrotanoïdes* blanchis en avril 2016 à Saint-Leu (à gauche) et en bon état à Saint-Pierre en avril 2016 (à droite)



Figure 10 : Station Gendarmerie en 2015 (à gauche) et en 2018 (à droite). On peut voir sur l'image de droite des *Porites* et *Pocillopora* "récemment" morts



Etat des stations (indicateur benthos de substrat dur)

- Très bon
- Bon
- Moyen
- Médiocre
- Mauvais

- ↗ Amélioration par rapport à 2015 (en bleu, changement de classe)
- = Stabilité entre 2015 et 2018
- ↘ Dégradation par rapport à 2015 (en rouge, changement de classe)

Figure 11. Etat 2018 des stations et évolution par rapport à 2015

3.2 Synthèse des résultats du suivi "macro-invertébrés"

Concernant ces groupes taxonomiques, une liste d'espèces cibles est suivie. La comparaison entre 2015 et 2018 et la comparaison entre stations GCRMN/RNMR et DCE complémentaires est difficile sachant que l'effort d'échantillonnage (temps passé sur une station et micro habitat échantillonné) a été différent (il n'y a pas eu, en outre, de suivi en 2018 sur la station Ravine Blanche). Ainsi, concernant les fiches stations, les principaux résultats du suivi macro invertébrés ne figurent que sur les stations DCE complémentaires. Ils seront ajoutés sur les fiches stations du suivi GCRMN/RNMR lors du prochain suivi dont la méthode sera totalement identique.

Toutefois, on peut tirer les conclusions générales suivantes (Tableau 5) :

- Les oursins *Echinostrephus molaris* qui creusent des loges dans la roches sont les plus abondants sur les 2 stations de l'Etang Salé, des stations de Saint-Leu (sauf La Corne) et sur les stations Les Aigrettes et Souris Chaude ;
- Les oursins herbivores *Echinothrix diadema* sont les plus abondants sur 3 stations de Saint-Leu (Kélonia, La Corne, La Varangue) et à Terre Sainte (Saint-Pierre) ;
- Les oursins herbivores *Echinometra mathaei*, qui creusent également des loges sont les plus nombreux à Bassin Pirogue (Etang Salé) et La Marine (Saint-Leu)

Tableau 5. Abondance et écart type des espèces cibles en 2018 par station (superficie : 240m²)

Taxon	<i>Echinometra mathaei</i>	<i>Echinostrephus molaris</i>	<i>Echinothrix calamaris</i>	<i>Echinothrix diadema</i>	Tridacna	Turbo&Turbo argyrostomus
Planch'Alizés	2,01+/-1,74	300-500	0+/-0	0+/-0	0+/-0	0+/-0
Le Toboggan	0+/-0	500-1000	0+/-0	0+/-0	2+/-1,7	0+/-0
Le Bassin pirogue	19+/-9,6	>1000	1+/-1,7	0+/-0	5+/-6,2	0+/-0
Pointe des sables	0+/-0	>1000	0+/-0	0+/-0	1+/-1,7	0+/-0
Les Aigrettes	3+/-5,2	>1000	0+/-0	2+/-3,5	3+/-3	0+/-0
Souris Chaude	1+/-1,7	>1000	1+/-1,73	0+/-0	0+/-0	0+/-0
Gendarmerie	0+/-0	>1000	0+/-0	0+/-0	1+/-1,7	2+/-3,5
Kélonia	0+/-0	>1000	1+/-1,7	18+/-21	0+/-0	0+/-0
La Corne	0+/-0	200-500	1+/-1,7	23+/-6,2	0+/-0	2+/-3,5
La Varangue	0+/-0	>1000	0+/-0	59+/-21,1	0+/-0	0+/-0
Marine	8+/-13,9	>1000	0+/-0	0+/-0	0+/-0	1+/-1,7
Alizé Plage	0+/-0	100-200	0+/-0	3+/-3	0+/-0	0+/-0
Terre-Sainte	0+/-0	200-500	0+/-0	27+/-7,9	0+/-0	0+/-0



(a)



(b)



(c)

Figure 12 : *Echinometra mathaei* (a), *Echinothrix diadema* (b) et *Echinostrephus molaris* (c) (source : Wikipédia)

3.3 Synthèse des résultats du suivi "poissons" des stations complémentaires DCE

Les résultats détaillés par station (situation 2018 pour les stations DCE complémentaires) sont présentés dans les fiches fournies en annexe. Les éléments fournis ci-dessous constituent une interprétation synthétique. D'autre part, il n'est pas traité des stations GCRMN/RNMR car le protocole de suivi des peuplements ichtyologiques est différent (listes des espèces cibles différentes).

Le groupe trophique des poissons herbivores a un rôle fonctionnel reconnu par l'ensemble de la communauté scientifique comme étant de première importance dans la résilience des récifs suite aux phénomènes de mortalité corallienne massive induits par le changement climatique. Les poissons herbivores empêchent en effet un envahissement du récif par les communautés algales, maintenant ainsi un substrat favorable à l'accueil et au développement des nouvelles recrues coralliennes (Hughes et al., 2007, Moritz et al., 2018). Dans ce contexte, un suivi focalisé sur ce groupe fonctionnel trophique (voir liste d'espèces-cibles en annexe) a été mis en place en 2018 sur les 7 stations complémentaires du réseau RCS/DCE pour surveiller l'évolution des niveaux de poissons herbivores.

Un total de 493 individus a été recensé sur l'ensemble des stations, avec des tailles individuelles s'étalant entre 10 et 50 cm, et des poids individuels compris entre 17 g et 2825 g.

Un total de 16 espèces herbivores a pu être comptabilisé sur l'ensemble des stations : 7 espèces de poissons chirurgiens appartenant au Genre *Acanthurus*, 3 espèces de licornes appartenant au genre *Naso*, 2 espèces de perroquets appartenant au genre *Chlorurus* et 2 autres espèces appartenant au genre *Scarus*.

Les niveaux généraux de densités et de biomasses par station sont synthétisés dans le Tableau 6 et le Tableau 7. L'analyse par station est présentée dans les fiches stations en annexe.

Tableau 6. Niveaux de densités des différentes catégories de poissons herbivores, campagne DCE substrats durs 2018

DENSITE (nb indiv/100 m2)	Moyenne			Erreur standard		
	Chirurgiens	Licornes	Perroquets	Chirurgiens	Licornes	Perroquets
Saint-Gilles _Les Aigrettes (Pente externe)	16,5	4,7	2,8	3,2	1,6	1,7
Saint-Gilles _Souris Chaude (Pente externe)	2,5	1,6	0,0	1,9	1,4	0,0
Saint-Leu _Kélonia (Pente externe)	3,5	1,5	0,0	0,6	0,3	0,0
Saint-Leu _Gendarmerie (Pente externe)	4,9	1,7	0,8	2,1	0,5	0,8
Saint-Leu _Marine (Pente externe)	6,4	2,3	3,2	2,0	0,5	0,9
L'Etang-Salé _Pointe des sables (Pente externe)	2,0	1,5	0,0	0,7	0,3	0,0
Saint-Pierre _Terre-Sainte (Pente externe)	6,4	3,2	0,3	0,5	0,4	0,1

Tableau 7. Niveaux de densités des différentes catégories de poissons herbivores, campagne DCE substrats durs 2018

BIOMASSE (g/m2)	Moyenne				Erreur standard			
	Excavators	Scrapers	Grazers	Browsers	Excavators	Scrapers	Grazers	Browsers
Saint-Gilles _Les Aigrettes (Pente externe)	3,4	23,3	36,8	20,6	3,4	19,8	5,1	7,0
Saint-Gilles _Souris Chaude (Pente externe)	0,0	0,0	13,5	10,0	0,0	0,0	10,8	6,4
Saint-Leu _Kélonia (Pente externe)	0,0	0,0	11,2	7,3	0,0	0,0	3,0	2,3
Saint-Leu _Gendarmerie (Pente externe)	0,9	0,9	11,4	8,3	0,9	0,9	3,1	3,2
Saint-Leu _Marine (Pente externe)	15,5	6,6	20,2	8,5	11,4	1,3	5,4	2,4
L'Etang-Salé _Pointe des sables (Pente externe)	0,0	0,0	12,9	7,3	0,0	0,0	6,9	3,2
Saint-Pierre _Terre-Sainte (Pente externe)	0,9	0,0	3,2	26,6	0,6	0,0	0,7	5,9

Sur l'ensemble des stations échantillonnées, la biomasse totale en herbivores est en 2018 de $35,1 \pm 1,5 \text{ g.m}^{-2}$. Les différentes catégories d'herbivores participent de manière non homogène à cette biomasse globale (Figure 13), avec par ordre d'importance :

- Les brouteurs de gazon algal (Grazers) qui se nourrissent de turf algal épilithique. (Acanthuridae du genre *Acanthurus* -Chirurgiens)
- Les brouteurs de macroalgues (Browsers) qui se nourrissent de grandes macroalgues (Acanthuridae du genre *Naso* -Licornes),
- Les racleurs (Scrapers) qui déplacent les algues, le sédiment et autres en raclant le substrat (Scaridae du genre *Scarus* - petits Perroquets),
- Les excavateurs (Excavators) qui exercent de grandes morsures profondes dans le récif et jouent ainsi un rôle clé dans la bioérosion et le nettoyage des coraux morts après une mortalité (Scaridae du genre *Chlorurus* - grands Perroquets).

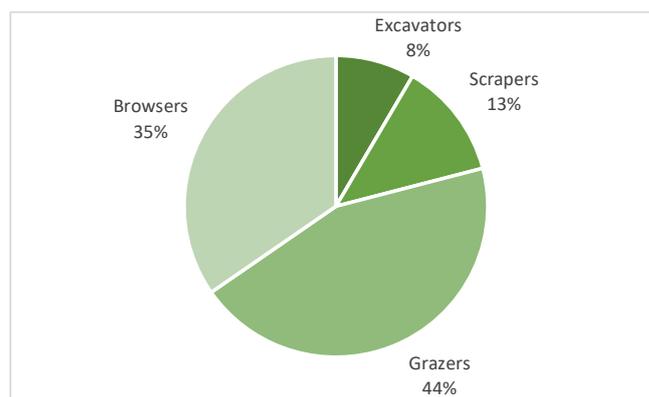


Figure 13 : Distribution (%) par régime trophique de la biomasse globale en herbivores, station DCE complémentaire substrats durs 2018

Le suivi réalisé en 2018 fournit des niveaux généraux de l'état actuel. Il permet de dégager les premiers éléments suivants :

- Les stations Saint-Gilles Aigrettes et Saint-Leu la Marine sont celles qui présentent les niveaux généraux en herbivores les plus hauts, avec notamment une bonne représentation des poissons perroquets en comparaison aux autres stations.
- La station Saint-Pierre Terre Sainte est atypique avec très peu de brouteurs de gazon algal (probablement en lien avec la sédimentation terrigène qui a affecté le site lors des forts épisodes pluvieux et coulées de boue associées en début d'année 2018, gênant le broutage des petits chirurgiens se nourrissant de gazon algal) et a contrario une forte représentation des brouteurs de macroalgues.
- Globalement une **très faible abondance des Scaridae (poissons perroquets) assurant le rôle de racleurs/excavateurs, qui se retrouve sur la majorité des stations** (Figure 14). A titre comparatif, la biomasse moyenne de cette catégorie à la Réunion (7 g/m²) présente un niveau moyen près de 8 fois moins élevé qu'à Mayotte (54 g/m², Wickel et *al.*, 2018). Mayotte ayant montré jusqu'à présent sa bonne résilience récifale à la suite de plusieurs évènements de mortalité corallienne massive.

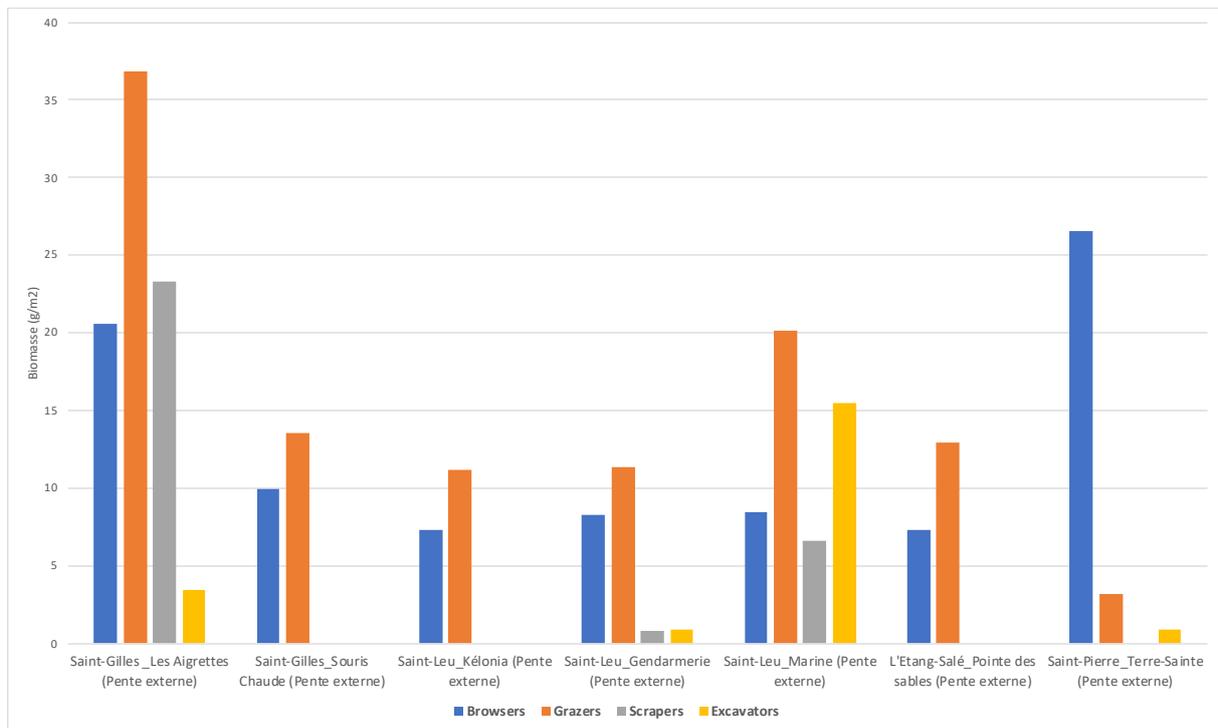


Figure 14 : Distribution par station de la biomasse des différentes catégories d'herbivores, station complémentaire DCE substrats durs 2018

Contribution à la résilience récifale

Une forte biomasse en herbivores représente un facteur favorisant la résilience de l'écosystème récifal et donc la capacité des récifs à récupérer suite à une dégradation massive. L'objectif du suivi de cet indicateur « groupe trophique des herbivores » est donc de fournir une information sur la capacité de résilience du récif en fonction du niveau de présence des espèces herbivores.

Le niveau de biomasse en herbivores d'un site donné ne doit pas être compris comme un proxy de la vitalité corallienne. En effet, cette biomasse est influencée par de nombreux facteurs : disponibilité en nourriture (donc indirectement niveau de dégradation corallienne), mais aussi pression de pêche et facteurs naturels notamment hydrodynamiques). Aussi, à un site donné présentant une forte mortalité corallienne peuvent correspondre des valeurs élevées ou faibles de biomasse selon les caractéristiques du site. Logiquement, il n'y a pas de corrélation significative observée entre niveau de dégradation du corail à un temps t et niveaux de biomasse des herbivores. En revanche, **les niveaux d'herbivores se présentent comme un indicateur de capacité de résilience des récifs, c'est-à-dire qu'un niveau élevé de cette catégorie trophique est un élément favorisant le développement et la croissance de nouvelles recrues coralliennes.**

Il convient de pérenniser le suivi afin de pouvoir suivre dans le temps les tendances des stocks d'herbivores (premier point cette année) et mesurer objectivement l'importance de cette catégorie trophique pour la résilience des récifs de l'île.



4 CONCLUSION

4.1 Bilan de la campagne de suivi 2018

Le bilan de la campagne de suivi 2018 est le suivant :

- 13 stations (6 stations GCRMN/RNMR et 7 stations complémentaires DCE) ont été suivies afin de dresser un bilan actualisé des peuplements benthiques et ichtyologiques des récifs frangeants de La Réunion. Seule la station Ravine Blanche n'a pas été suivie durant cette campagne. Toutefois, pour cette station, dans le cadre de ce rapport, les données de la campagne "2019" (échantillonnage en décembre 2018) ont été utilisées pour cette station (calcul de l'indicateur et évolution temporelle) ;
- Un balisage pérenne des stations a été réalisé sur les stations complémentaires DCE (piquets INOX) ;
- Les données et métadonnées associées relevées au cours de la campagne ont toutes été saisies dans l'outil BD récif.
- En termes de reporting, et conformément aux préconisations du groupe de travail régional récifs Coralliens qui s'est tenu à Mayotte en septembre 2018 (Bissery et *al.*, 2018), des fiches de présentation des stations (fiches-résultats) ont été produites et sont annexées au présent rapport et pourront venir si nécessaire compléter les fiches masses d'eaux de l'atlas DCE.

4.2 Points clefs des résultats

Les points marquants sont les suivants :

- L'état des masses d'eau au titre de la DCE est moyen pour les masses d'eau récifales de Saint-Gilles, Saint Leu et Etang Salé et bon pour la masse d'eau de Saint-Pierre. Le bon état à Saint-Pierre depuis plusieurs années pourrait être lié à l'hydrodynamisme important sur la pente externe permettant de bénéficier d'eaux plus "océaniques" plus fraîches et moins chargées des apports du bassin versant. Toutefois, il semblerait que les stations de Saint Pierre aient récemment souffert des apports provoqués par les fortes pluies de la saison humide 2017/2018 ;
- Ainsi, globalement, on note entre 2015 et 2018 une légère dégradation de l'indicateur de l'état des masses d'eaux récifales, dégradation qui pourrait être liée au blanchissement de 2016 et aux apports des bassins versants suite aux fortes précipitations de 2018 ;
- La biomasse des herbivores est dominée par les brouteurs de gazon algal et les brouteurs d'algues dressées. Les stations Saint-Gilles Aigrettes et Saint-Leu la Marine sont celles qui présentent les niveaux généraux en herbivores les plus hauts tandis que la biomasse des excavateurs (poissons perroquets) est majoritairement très faible.

4.3 Recommandations

Suite à la campagne et au traitement des données 2018, quelques propositions d'améliorations méthodologiques peuvent être émises :

Concernant le suivi benthos

Comme cela est montré dans le présent rapport (et montré précédemment dans le rapport L. Bigot, 2008), il reste important de suivre les genres coralliens (et les espèces) pour appréhender l'éventuelle succession écologique.

En outre, vu que les stations complémentaires ne sont suivies que tous les 3 ans, il apparaît important de suivre les stations DCE lors d'épisodes de blanchissement ou de fortes précipitations, ce qui faciliterait l'interprétation d'éventuelles fluctuations.

Concernant le suivi poissons

1. Le suivi du compartiment poissons des stations réunionnaises DCE utiles (7 stations GCRMN/RNMR et 7 stations complémentaires DCE) est réalisé à ce jour via des protocoles différents. Tous deux prennent en compte une liste d'espèce restreinte, mais les espèces cibles suivies sont différentes entre les deux types de suivis :
 - le suivi des stations GCRMN/RNMR se base sur une liste de 50 espèces cibles (campagnes annuelles réalisées à un niveau d'expertise intermédiaire par les personnels de la RNMR, avec en complément l'appui de scientifiques du laboratoire ENTROPIE au cours de quelques campagnes exhaustives -i.e. toutes les espèces sont prises en considération- depuis le début du suivi) ;
 - le suivi sur les stations DCE complémentaires se concentre sur une liste restreinte à 22 espèces cibles, conformément aux préconisations du fascicule technique version 3.0 pour la mise en œuvre du suivi « Benthos de substrats durs » du réseau de contrôle de surveillance DCE à la Réunion (GT DCE Réunion « Benthos de substrats durs », 2017).

L'analyse croisée des deux listes d'espèces suivies fait ressortir seulement 5 espèces communes aux deux suivis (3 chirurgiens : *Acanthurus nigrofuscus*, *A. polyzona* et *A. triostegus* et 2 nasons : *Naso elegans* et *N. unicornis*), ce qui est très insuffisant pour pouvoir analyser les deux jeux communément. A titre d'exemple, les perroquets, dont le rôle fonctionnel pour la résilience récifale est reconnu ne sont pas à ce jour comptabilisés dans le protocole intermédiaire GCRMN des stations GCRMN/RNMR.

L'harmonisation des protocoles est donc primordiale afin de pouvoir agréger lors de l'analyse les stations GCRMN/RNMR avec les stations DCE complémentaires. Des discussions doivent être engagées en ce sens avec toutes les parties prenantes afin de s'accorder sur une évolution des protocoles à la fois pertinent et réaliste selon les moyens humains disponibles.

2. Le jeu de données Poissons concernant les stations GCRMN/RNMR actuellement bancarisé dans l'outil BD récif n'est à ce jour pas opérationnel. De nombreux problèmes ont été relevés lors de la tentative d'analyse des tendances : problèmes d'ordre taxonomiques avec une espèce qui apparaît sous deux noms différents, erreurs de détermination ou informations manquantes (par exemple plus de 4 600 observations sans taille renseignée sur les 28 000 observations de la base, ce qui empêche par exemple les calculs de biomasses, tailles moyennes etc). Un nettoyage conséquent doit être réalisé afin de pouvoir exploiter pleinement la base.

Par ailleurs, certaines informations devraient nécessairement être bancarisés pour pouvoir être ajoutées aux exports depuis la base : information sur la méthodologie appliquée (quelles espèces sont suivies selon les campagnes (actuellement cette information n'est pas visible et peut engendrer de lourdes erreurs d'analyse car les comptages toutes espèces GCRMN, liste restreinte GCRMN et liste restreinte DCE sont agrégés dans une même sortie)

3. Enfin, afin de donner une véritable lisibilité aux indicateurs poissons suivis, un travail de définition de seuils écologiques locaux semble primordial. A ce titre, plusieurs jeux de données pourraient être exploités (suivi de l'effet réserve, campagnes de suivi exhaustif des stations GCRMN/RNMR, suivi des peuplements de poissons antérieurs comme par exemple la thèse de P. Chabanet, 1994, etc.) pour définir un état biologique de référence auquel seraient comparés les résultats des prochains suivis.

Concernant le suivi benthos & poissons

Certaines campagnes sont étalées dans le temps est de ce fait, il arrive que sur certaines stations deux campagnes soit réalisées la même année (par exemple en août 2018 et décembre 2018) ou étalée sur deux ans. Pour le traitement des données et notamment si des moyennes sur l'ensemble des stations sont effectuées, il est conseillé de rajouter une colonne dans BD récif avec l'intitulé de la campagne qui apparaîtrait dans le fichier CSV d'exportation (exemple : campagne 2018 et campagne 2019).



5 RÉFÉRENCES

BIGOT L., 2008. Evolution spatio-temporelle de la biodiversité et de la structure des communautés benthiques entre 1998 et 2008 sur les stations sentinelles GCRMN de la Réunion. Rapport ECOMAR pour le compte de APMR 32 p. + annexes.

BISSERY C., WICKEL J., 2018. Compte rendu du GT récifs coralliens océan Indien, sept 2018 mayotte. 25 p. + annexes.

CHABANET P., 1995. Interrelations entre les peuplements benthiques et ichthyologiques en milieu corallien, C.R.Acad.Sc Paris Sciences de la vie, 317 : p. 1151 à 1157.

GT DCE Réunion "Benthos de substrats durs". 2017. Fascicule technique pour la mise en œuvre du suivi "Benthos de substrats durs " du réseau de contrôle de surveillance DCE à La Réunion. Projet Bon Etat II, réactualisation de l'état des lieux du SDAGE Réunion et Assistance technique au Bassin La Réunion. RST-DOI/2017-05, 59 p.

NICET J.B., PENNOBER G., BUCKLEEN M., WICKEL J., BIGOT L., CHABANET P., OBURA D., 2016. Intensité et impact du blanchissement corallien massif de 2016 sur les récifs coralliens français de l'océan indien. Projet BECOMING 2016. Rapport MAREX, ESPACEDEV, ENTROPIE, UR, IRD, SEAS-OI, CORDIO, AAMP, PNMM, PNMG, TAAF, RNMR, DEAL REUNION, RNB, IFRECOR, UE, 89 pages.

PARETO, BIORECIF, JEAN-BENOIT NICET CONSULTANT, RNMR (2015). DCE substrats durs – Suivi du benthos de substrats durs en milieu marin 2015 – relevés L.I.T, BELT (Lot 1) et Quadrats (Lot 2) – Rapport pour le compte de l'OLE/RNMR. Janvier 2016. 51 p. + annexes.

RUNGASSAMY T., MASSE L. (2018). Suivi 2018 du benthos de substrats durs, réseau de contrôle de surveillance de la Directive Cadre sur l'Eau Réunion. Bilan de campagne. Rapport technique RNMR pour le compte de l'Office de l'Eau Réunion. 8 pages + annexes.

WICKEL J., NICET J.B., 2019. Évaluation de l'état de santé des récifs coralliens et des peuplements ichthyologiques à Mayotte- Suivi 2018 des stations GCRMN. Rapport MAREX pour le compte du Parc Naturel Marin de Mayotte. 29p + annexes.



6 ANNEXES

Liste des annexes :

Annexe 1 : Détail des méthodes appliquées

Annexe 2 : Fiches-stations



Les méthodes appliquées

Suivi des peuplements coralliens (protocole L.I.T)

Le protocole L.I.T. (Line Intersect Transect) est utilisé pour déterminer la vitalité corallienne et la couverture corallienne (corail dur et corail mou) ainsi que la part de chaque groupe fonctionnel (algues, substrat abiotique, autres).



Protocoles

Le protocole L.I.T consiste à nager le long d'un transect de 20m et à noter la transition pour chaque changement de catégorie benthique (cf. schéma ci-dessous). Chacun des organismes observés a été noté à l'aide d'une plaquette sous la forme de codes benthos conformément au CCTP et au GT DCE. L'opération a été répétée 3 fois (3 réplicats), chacun des transects étant espacés dans la mesure du possible de 5 à 10m dans la zone d'habitat homogène.

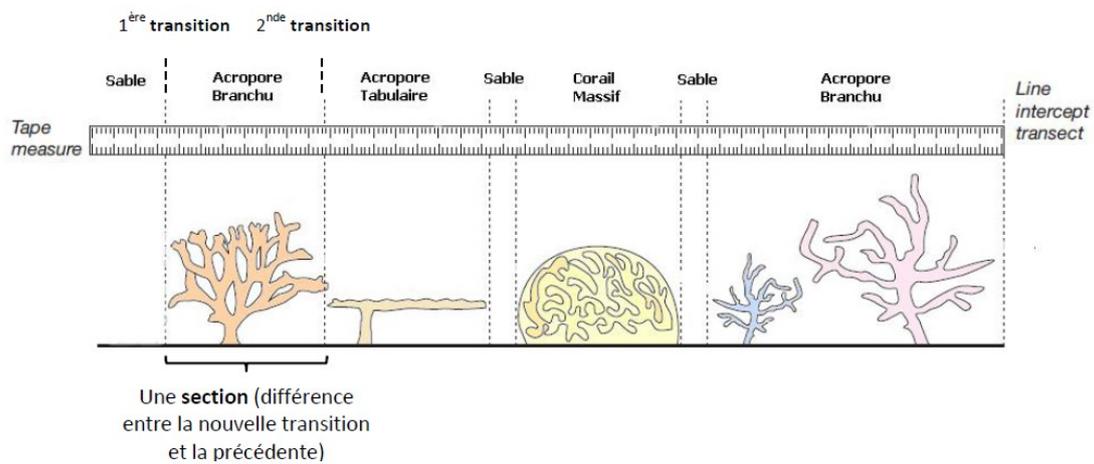


Schéma de principe du protocole LIT (d'après fascicule « DCE substrats durs »)

Plan d'échantillonnage

Les mesures ont été réalisées en plongée (scaphandre autonome), sur 13 stations GCRMN de pente externe de récif frangeant (pas de suivi de la station Ravine Blanche Saint-Pierre pour la campagne 2018).

Paramètres de suivi

Les paramètres mesurés sont :

- Le type de catégorie benthique (cf. Code benthos ci-dessous) en notant le substrat et les peuplements y étant fixé,
- La transition linéaire de chacune des catégories benthiques,
- La présence de coraux blanchis selon 3 catégories : pâle (décoloration des tissus), partiellement blanchi (patches de blanchissement ou tissu blanchi), blanchi (tissus totalement blanchis) ;
- La présence de nécroses significatives (uniquement pour les stations DCE complémentaires).

Code benthos utilisés lors du protocole L.I.T (d'après fascicule « DCE substrats durs »)

Type Général	Code Benthos		Type Général	Code Benthos		
HC Corail Dur	CAC - Acropores	ACB	Acropore Branchu	Corail Mort	DC	Corail Mort
		ACD	Acropore Digité	AB Abiotique	R	Débris
		ACE	Acropore Encroûtant		RCK	Roche
		ACS	Acropore Submassif		S	Sable
		ACT	Acropore Tabulaire		SI	Vase
	CB	Corail Branchu	BAS		Substrat basaltique	
	NAC - Non-Acropores	CE	Corail Encroûtant	AL Algues	CA	Algue Calcaire
		CF	Corail Foliacé		FMA	Algue Dressée Molle
		CM	Corail Massif		HMA	Algue Dressée Dure
		CME	Millepore		TA	Turf Algal
		CMR	Corail Champignon	Phanérogame	PHA	Phanérogame
		CS	Corail Submassif	OT Autre	GOR	Gorgone
		CTU	Tubipore		OT	Autre
		CHL	Héliopore		SP	Eponge
	SC	Corail Mou	ZO		Zoanthaire	
Corail Mou	SC	Corail Mou				

De par l'expérience et la qualification de l'expert, les relevés ont été effectués *a minima* au genre, et dans la plupart des cas à l'espèce, soit à un niveau « expert ».

Enfin, du fait de l'hétérogénéité de l'habitat sur certaines stations due à la présence de sillons à substrat dur ou détritique, il a été noté lorsque les sillons ont été échantillonnés. Ceci permet au besoin d'exclure les relevés effectués dans les sillons.

Calcul de l'indicateur DCE Benthos de Substrats Durs

L'indicateur est calculé à partir de plusieurs paramètres « améliorants » ou « déclassants ».

Les paramètres « améliorants » sont ceux dont l'augmentation est signe d'une amélioration de la qualité de la masse d'eau. Il s'agit de :

.....

- Vitalité corallienne : couverture corallienne vivante (coraux durs) ramenée au substrat potentiellement colonisable, c'est-à-dire le substrat dur (en pourcentage),
- CAC : part d'Acropores au sein des coraux durs (en pourcentage),
- ACB+ACT : part des Acropores branchus (ACB) et tabulaires (ACT) au sein de la population des Acropores (en pourcentage),
- Algues calcaires : couverture ramenée au substrat disponible (dur et débris, sans le corail vivant dur) pour la colonisation (en pourcentage).

Les paramètres "déclassants" sont ceux dont une augmentation témoigne d'une altération de la qualité de la masse d'eau :

- Algues dressées : couverture d'algues dressées ramenée au substrat disponible (dur et débris, sans le corail dur) pour la colonisation (en pourcentage), comme facteur limitant le substrat potentiellement colonisable par les coraux durs,
- Corail mou : couverture absolue en coraux mous ramenée au substrat disponible (substrat dur non colonisé par du corail, en pourcentage), comme facteur limitant le substrat potentiellement colonisable par les coraux durs.

Ces paramètres sont ensuite normalisés et divisés en 5 classes d'état et deviennent ainsi des indices (fascicule technique DCE "Substrat durs"). La signification écologique des différents indices n'est pas homogène : certains indices retranscrivent mieux que d'autres la qualité de la biocénose benthique corallienne des pentes externes des platiers récifaux réunionnais, et représenteront de meilleures sentinelles pour déceler des évolutions, positives ou négatives, de cet état biologique. C'est en particulier le cas de la vitalité corallienne, de la proportion d'Acropores au sein du peuplement corallien qui représentent les paramètres caractéristiques de l'état de référence (*i.e.* très bon état "pristine"). A l'opposé, les zones dégradées ou en cours de dégradation sont caractérisées par une augmentation du recouvrement algal que retranscrit l'indice « Algues Dressées ».

Ces trois indices, « Vitalité corallienne », part « d'Acropores » au sein du peuplement corallien et part « d'Algues Dressées » sont de meilleurs traceurs de la qualité des pentes externes que les 3 autres indices calculés. Il est donc nécessaire de leur donner plus de "poids". Des coefficients de pondération ont donc été appliqués aux différents indices en fonction de leur contribution au "bon" ou au "mauvais" état évalué par le groupe d'experts locaux. Le référentiel (grille et seuil) et les coefficients de pondération retenus sont présentés dans le tableau ci-dessous (cf. Fascicule technique GT substrats durs, 2017 pour plus de détail).

Pondération et seuil des différentes classes de chacun des indices

VITALITE	CAC	ACB+ACT	ALGUE DRESSEE	ALGUE CALCAIRE	CORAIL MOU	
PONDERATION						
10	5	1	2	1	1	
0	0	0	100	0	100	Mauvais
5	5	5	60	5	60	Médiocre
20	20	10	40	20	40	Moyen
40	40	30	20	40	20	Bon
60	60	50	5	60	10	Bon
100	100	100	0	100	0	Très Bon

Suivi des macro-invertébrés (protocole Belt transect)

Comptages des macro-invertébrés sur 1 belt transect de 4m de large et 20m de long (80m²). Trois répliqués sont réalisés par station. Les organismes qui sont dénombrés sont ceux listés ci-dessous. A noter que pour l'oursin *Echinostrephus molaris*, le dénombrement se fait par classes d'abondances (<100 ; 100-200 ; 200-500 ; 500-1000 ; >1000).



Suite au suivi de 2015, le GT DCE benthos de substrat dur a décidé de normaliser l'effort d'échantillonnage.

Ainsi, le comptage se fait uniquement sur les individus directement visibles sans soulever les débris ou regarder dans les cavités ou sous les coraux. Malheureusement, pour les stations GCRMN/RNMR cela n'a pas été appliqué et les individus sous les coraux ou dans les cavités ont été comptabilisés. Ainsi une comparaison entre les stations DCE complémentaire et les stations GCRMN/RNMR n'a pas été possible.

Listes des espèces de macro-invertébrés à suivre pour le Belt-invertébrés (GT DCE, Fév. 2017)

Classe	Ordre	Famille	Genre	Espèces
Asteroidea	Valvatida	Acanthasteridae	Acanthaster	planci
Bivalvia	Cardiida	Cardiidae	Tridacna	
Echinoidea	Diadematoidea	Diadematidae	Diadema	
Echinoidea	Diadematoidea	Diadematidae	Diadema	savignyi
Echinoidea	Camarodonta	Echinometridae	Echinometra	
Echinoidea	Camarodonta	Echinometridae	Echinometra	mathaei
Echinoidea	Camarodonta	Echinometridae	Echinostrephus	molaris
Echinoidea	Diadematoidea	Diadematidae	Echinothrix	calamaris
Echinoidea	Diadematoidea	Diadematidae	Echinothrix	diadema
Echinoidea	Stomopneustoida	Stomopneustidae	Stomopneustes	variolaris
Gastropoda		Turbinidae	Turbo	
Gastropoda		Turbinidae	Turbo	argyrostomus

Suivi des peuplements ichthyologiques (protocole Belt transects)

Pour chacune des stations, trois répliqués de 5m de large et 50m de long (250m²) ont été réalisés. Il est relevé sur ces stations :

- Station GCRMN/RNMR : abondance et longueur (pour calcul de la biomasse) des 50 espèces de poissons cibles (liste 1);
- Station complémentaire DCE : abondance et longueur (pour calcul de la biomasse) des 22 espèces herbivores cibles (liste 2).

Liste des espèces de poissons à suivre pour le Belt-poissons sur les stations GCRMN/RNMR (liste 1)

Genre espèce
<i>Acanthurus nigrofuscus</i>
<i>Acanthurus polyzona</i>
<i>Acanthurus triostegus</i>
<i>Cephalopholis argus</i>
<i>Cephalopholis nigripinnis</i>
<i>Cephalopholis sonnerati</i>
<i>Chaetodon auriga</i>
<i>Chaetodon blackburni</i>
<i>Chaetodon guttatissimus</i>
<i>Chaetodon kleinii</i>
<i>Chaetodon lineolatus</i>
<i>Chaetodon lunula</i>
<i>Chaetodon madagaskariensis</i>
<i>Chaetodon melanotus</i>
<i>Chaetodon meyeri</i>
<i>Chaetodon trifascialis</i>
<i>Chaetodon trifasciatus</i>
<i>Chaetodon unimaculatus</i>
<i>Chaetodon vagabundus</i>
<i>Chaetodon xanthocephalus</i>

Genre espèce
<i>Chromis dimidiata</i>
<i>Chromis viridis</i>
<i>Ctenochaetus striatus</i>
<i>Dascyllus aruanus</i>
<i>Epinephelus fasciatus</i>
<i>Epinephelus faveatus</i>
<i>Epinephelus flavocaeruleus</i>
<i>Epinephelus hexagonatus</i>
<i>Epinephelus merra</i>
<i>Epinephelus tauvina</i>
<i>Gnathodentex aurolineatus</i>
<i>Lutjanus bengalensis</i>
<i>Lutjanus fulvus</i>
<i>Lutjanus gibbus</i>
<i>Lutjanus kasmira</i>
<i>Lutjanus notatus</i>

Genre espèce
<i>Monotaxis grandoculis</i>
<i>Mulloidichthys flavolineatus</i>
<i>Mulloidichthys vanicolensis</i>
<i>Naso litturatus</i>
<i>Naso unicornis</i>
<i>Oxymonacanthus longirostris</i>
<i>Parupeneus bifasciatus</i>
<i>Plectroglyphidodon dickii</i>
<i>Plectroglyphidodon johnstonianus</i>
<i>Rhinecanthus aculeatus</i>
<i>Stegastes lividus</i>
<i>Stegastes nigricans</i>
<i>Variola louti</i>
<i>Zanclus cornutus</i>

Liste des espèces de poissons à suivre pour le Belt-poissons sur les stations complémentaires DCE (liste 2)

Taxon
<i>Acanthurus</i>
<i>Acanthurus blochii</i>
<i>Acanthurus dussumieri</i>
<i>Acanthurus mata</i>
<i>Acanthurus nigricauda</i>
<i>Acanthurus nigrofuscus</i>
<i>Acanthurus polyzona</i>
<i>Acanthurus tennentii</i>
<i>Acanthurus triostegus</i>

Taxon
<i>Chlorurus</i>
<i>Chlorurus gibbus</i>
<i>Chlorurus sordidus</i>

Taxon
<i>Naso</i>
<i>Naso brachycentron</i>
<i>Naso brevirostris</i>
<i>Naso elegans</i>
<i>Naso hexacanthus</i>
<i>Naso litturatus</i>
<i>Naso tuberosus</i>
<i>Naso unicornis</i>

Taxon
<i>Scarus</i>
<i>Scarus frenatus</i>
<i>Scarus ghobban</i>
<i>Scarus globiceps</i>
<i>Scarus psittacus</i>
<i>Scarus scaber</i>



Type de récif : Pente Externe
 Points GPS : E 55,21370
 S 21,03960
 Profondeur : 12 m
 Début du suivi : 2015
 Fréquence : Tous les 3 ans

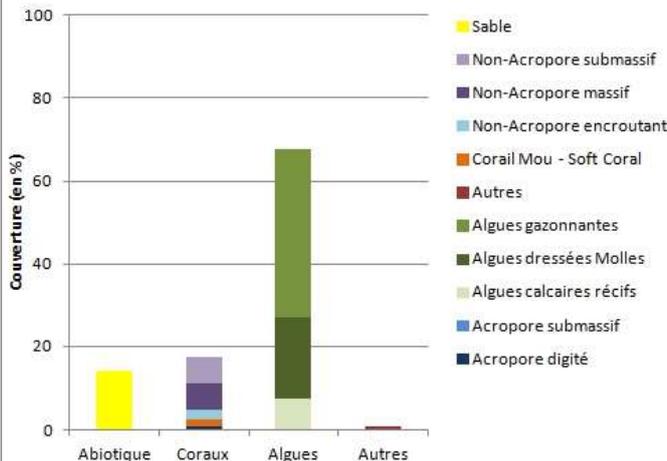
SUIVI BENTHOS

Longueur totale prospectée : 3 transects linéaire de 20 m
 Relevé peuplement benthique sessile et substrat

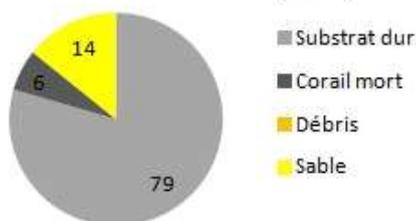
Nombre genres sur la station	13
Recouvrement coraux durs	16%
Genre corallien dominant	<i>Pocillopora</i>

LA SITUATION EN 2018

Part des peuplements benthiques et du substrat abiotique



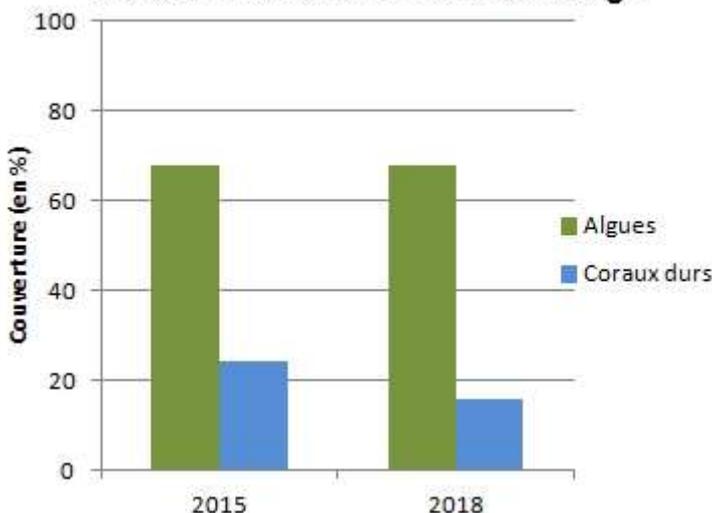
Part du substrat (en %)



- Station de pente externe à éperons et sillons marqués. Le courant et la houle peuvent être forts sur cette station
- Dominance des algues gazonnantes (turf) et algues dressées (*Dicyiota*)
- Couverture corallienne faible et dominée par les coraux massifs (*Astreopora* et *Porites*) et submassifs (*Pocillopora*)
- Mortalité corallienne observée faible (6%) liée potentiellement au blanchissement corallien 2016 et/ou aux apports des bassins versants lors des forts épisodes pluvieux de 2018
- Les Acropores sont quasi-absents

TENDANCES EVOLUTIVES

Evolution recouvrement corallien et algal



- Légère diminution de la couverture corallienne entre 2015 et 2018 qui peut-être liée au blanchissement corallien de 2016 et/ou aux apports des bassins versants lors des forts épisodes pluvieux de 2018. Le pas de temps de l'échantillonnage ne permet pas de discriminer ces deux événements
- Suite à cette diminution de la couverture corallienne, l'état de la masses d'eau est passé de moyen en 2015 à médiocre en 2018

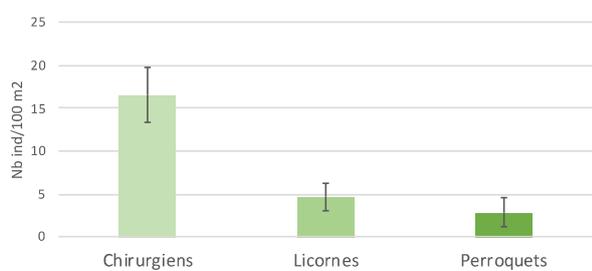
Année	Indicateur
2015	3.0 (Moyen)
2018	3.2 (Médiocre)



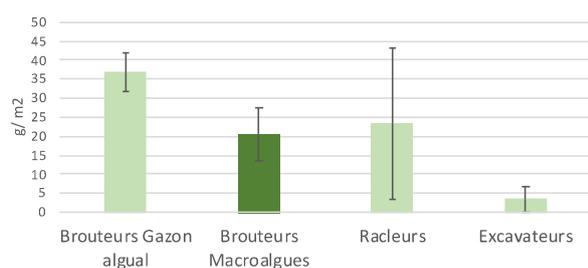
Type de récif : Pente Externe
 Points GPS : E 55,21370
 S 21,03960
 Profondeur : 12 m
 Début du suivi : 2018 (P) 2015 (I)
 Fréquence : Tous les 3 ans

BILAN POISSONS

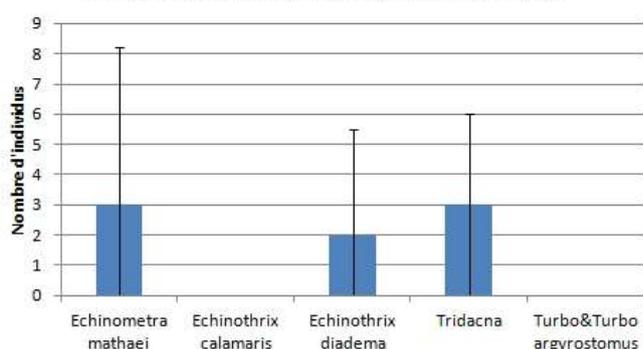
Densité moyenne (± erreur standard) des poissons cibles en 2018



Biomasse moyenne (± erreur standard) des régimes herbivores en 2018



Densité par station (240m²) des macro-invertébrés



Abondance (240m²) *Echinostrephus molaris* : >1000 ind.

SUIVI

POISSONS/MACRO-INVERTEBRES

Superficie totale prospectée : 3 Belt-transects de 250 m²
 Comptages sur liste restreinte (22 espèces cibles)

Indicateur	Valeur
Richesse spécifique absolue	11
Nb espèces/transect	8 ±0,9
Densité globale (nb indiv./100 m ²)	24 ±3,3
Biomasse globale (g/m ²)	84,2 ±17,3
Nombre de poissons total observés	180
Poids minimum observé (g)	16
Poids maximum observé (g)	1803
Taille minimum observée (cm)	10
Taille maximum observée (cm)	45

Synthèse du suivi poissons

- Densité globale forte, avec une forte représentation des chirurgiens
- Biomasse globale forte, avec une répartition équilibrée des différents régimes alimentaires
- Faible représentation des excavateurs (gros perroquets)

Superficie totale prospectée : 3 Belt-transects de 80 m²
 Comptages sur liste restreinte (12 taxons cibles)

- Abondance élevée des oursins foreurs *Echinostrephus molaris*
- Présence de bénitiers (*Tridacna* sp.)

BILAN MACRO-INVERTEBRES 2018



Type de récif : Pente Externe
 Points GPS : E 55,22969
 S 21,09900
 Profondeur : 11 m
 Début du suivi : 1999
 Fréquence : Tous les ans

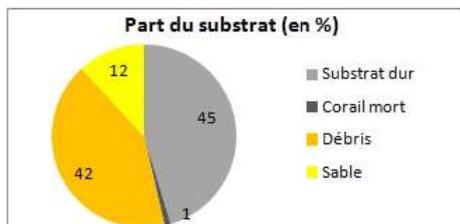
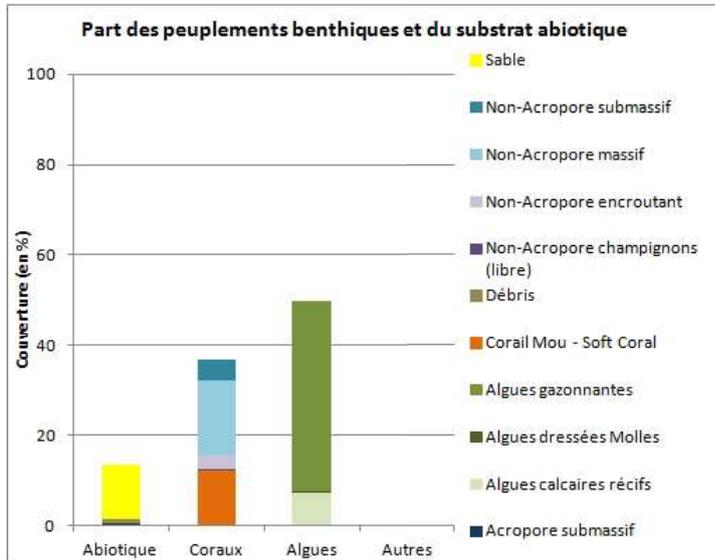
SUIVI BENTHOS

Longueur totale prospectée : 3 transects linéaire de 20 m
 Relevé peuplement benthique sessile et substrat

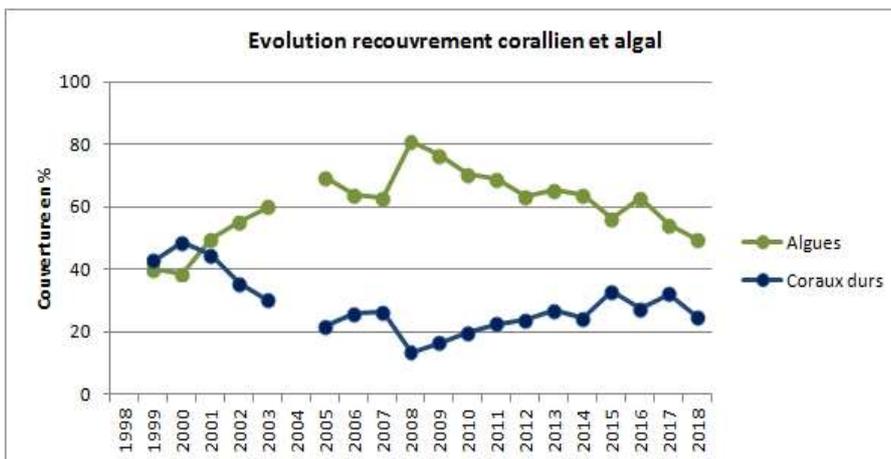
Nombre genres sur la station	18
Recouvrement coraux durs	25%
Genre corallien dominant	<i>Astreopora</i>

- Station de pente externe à sillons peu marqués
- Dominance des algues gazonnantes (turf)
- Couverture corallienne moyenne et dominée par les coraux massifs (*Astreopora* et *Porites*) et submassifs (*Pocillopora*). Mais du fait de la présence de nombreuses zones détritiques (sable et débris), la vitalité corallienne (couverture corallienne sur substrat dur) est nettement plus élevée (54%)
- Couverture en coraux mous élevée (12%, *Sarcophyton*)
- Nombre de genres présents sur le transect relativement élevé
- Les acropores sont quasi-absent

LA SITUATION EN 2018



TENDANCES EVOLUTIVES



- Diminution de la couverture corallienne entre 1998 et 2008. Cette diminution peut être liée aux blanchissements de, 2001, 2003, 2004, ainsi qu'aux apports du bassin versant lors des fortes pluies en 2002 (Dina) et 2007 (Gamède) et la forte houle de mai 2007. Cette diminution peut être également liée à des apports diffus mais plus continus du bassin versant
- Une augmentation de la couverture corallienne entre 2008 et 2015 (résilience de la station)
- L'état de la masse d'eau (indicateur DCE) est stable entre 2015 et 2018 même si la couverture corallienne présente de légères fluctuations entre ces deux années

Année	Indicateur
2015	2.6 (Moyen)
2018	2.2 (Moyen)



Type de récif : Pente Externe
 Points GPS : E 55,21701
 S 21,08126
 Profondeur : 11 m
 Début du suivi : 1998
 Fréquence : Tous les ans

SUIVI BENTHOS

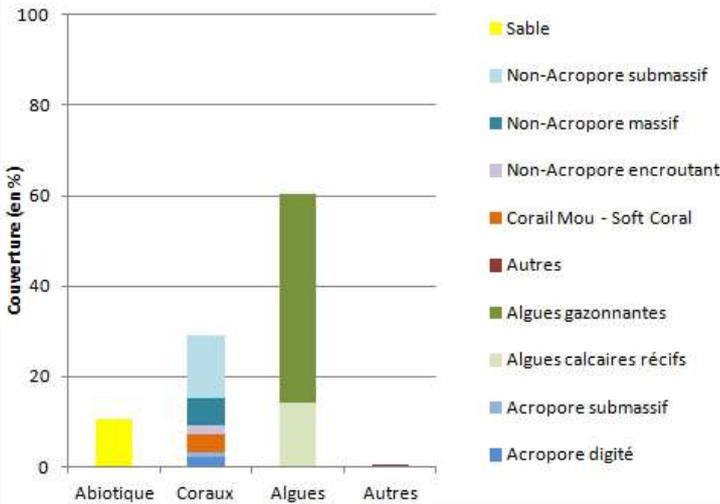
Longueur totale prospectée : 3 transects linéaire de 20 m
 Relevé peuplement benthique sessile et substrat

Nombre genre sur la station	13
Recouvrement coraux durs	25%
Genre corallien dominant	<i>Pocillopora</i>

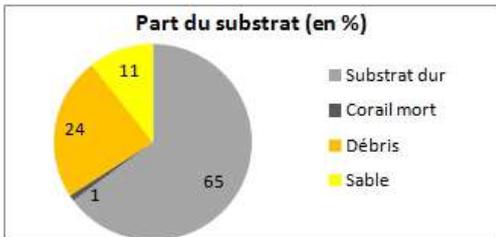
- Station de pente externe à éperons et sillons marqués
- Dominance des algues gazonnantes (turf)
- Couverture corallienne moyenne et dominée par les coraux submassifs (*Pocillopora*) et massif (*Porites*). Mais du fait de présence de nombreuses zones détritiques (sable et débris), la vitalité corallienne (couverture corallienne sur substrat dur) est nettement plus élevée (38%)
- Très faible part des coraux Acropores

LA SITUATION EN 2018

Part des peuplements benthiques et du substrat abiotique

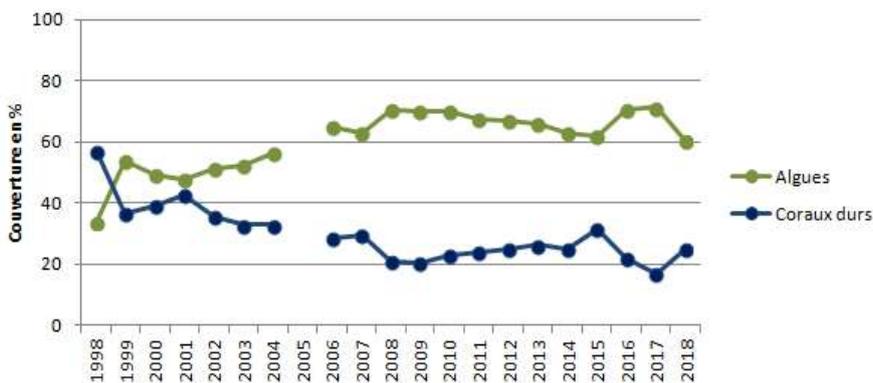


Part du substrat (en %)



TENDANCES EVOLUTIVES

Evolution recouvrement corallien et algal



Année	Indicateur
2015	2.1 (Moyen)
2018	2.2 (Moyen)

- Diminution de la couverture corallienne depuis 1998
- Cette diminution peut être liée notamment au blanchissement de 1998, 2001, 2005 et 2016, ainsi qu'aux apports du bassin versant lors des fortes pluies en 2007 (Gamède) et à la forte houle de mai 2007
- Outre ces événements paroxysmiques, les apports des bassins versants en fines terrigènes et polluants associés peuvent être une cause de la dégradation de cette station
- Faible résilience de la station
- L'état de la masse d'eau (indicateur DCE) est stable entre 2015 et 2018 grâce à une augmentation de la couverture corallienne entre 2017 et 2018 après une diminution en 2016/2017. Cette augmentation peut-être liée à une croissance rapide et au caractère pionnier des *Pocillopora*



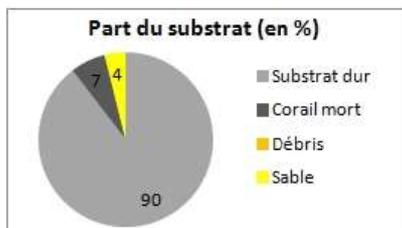
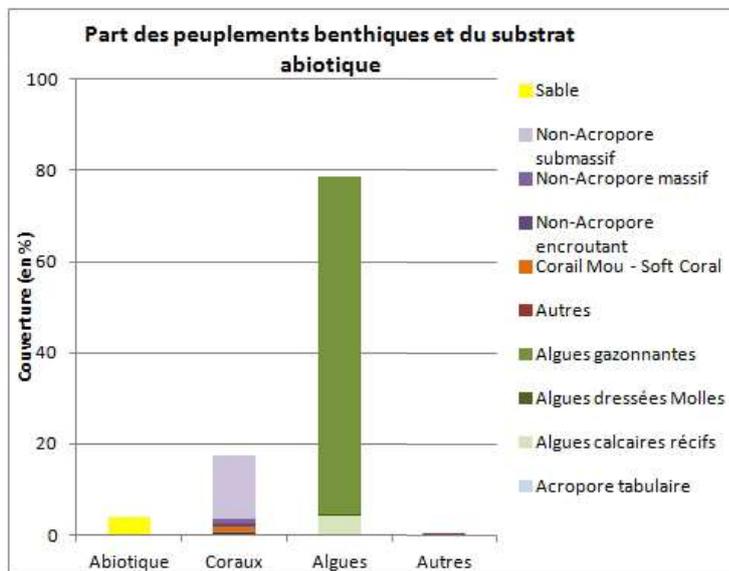
Type de récif : Pente Externe
 Points GPS : E 55,25839
 S 21,12538
 Profondeur : 12 m
 Début du suivi : 2015
 Fréquence : Tous les 3 ans

SUIVI BENTHOS

Longueur totale prospectée : 3 transects linéaire de 20 m
 Relevé peuplement benthique sessile et substrat

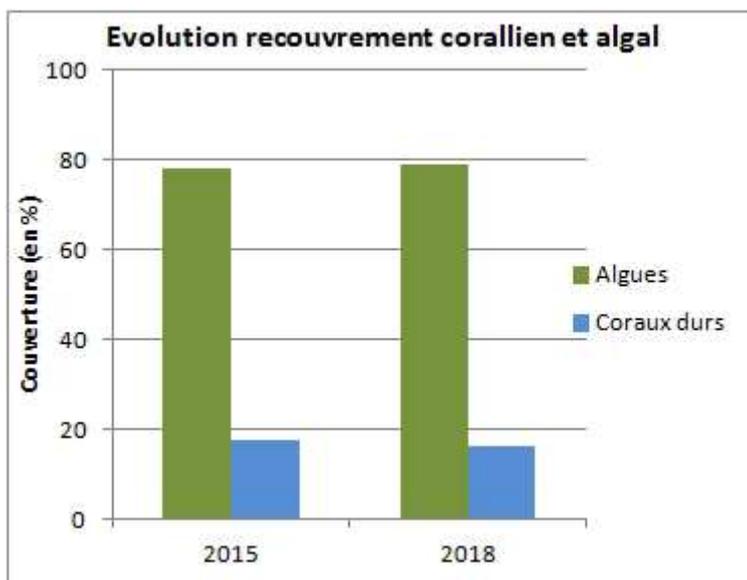
Nombre genres sur la station	7
Recouvrement coraux durs	16%
Genre corallien dominant	<i>Pocillopora</i>

LA SITUATION EN 2018



- Station de pente externe à sillons peu marqués. La houle peut être forte sur cette station
- Couverture corallienne faible et dominée par les coraux submassifs (*Pocillopora*)
- Dominance des algues gazonnantes (turf)
- Nombre genre présent sur le transect relativement faible
- Mortalité corallienne observée faible (7%) liée potentiellement au blanchissement corallien et/ou aux apports des bassins versants lors des forts épisodes pluvieux de 2018

TENDANCES EVOLUTIVES



- Stabilité entre 2015 et 2018. Cette stabilité peut provenir de la forte capacité de résilience et le caractère pionnier des colonies coralliennes de *Pocillopora*. Ainsi, la mortalité (faible) observée entre 2015 et 2018 a pu être compensée par l'installation de nouvelles colonies et la croissance des colonies de *Pocillopora*.
- Du fait de cette stabilité, l'état de la masse d'eau est resté constant (médiocre) entre 2015 et 2018

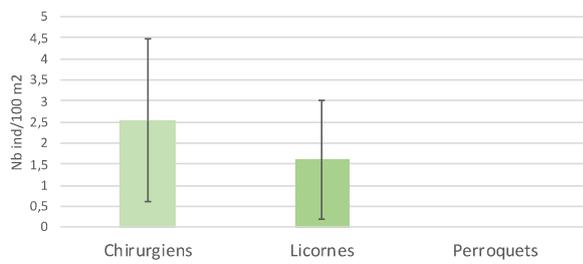
Année	Indicateur
2015	3.2 (Médiocre)
2018	3.03 (Médiocre)



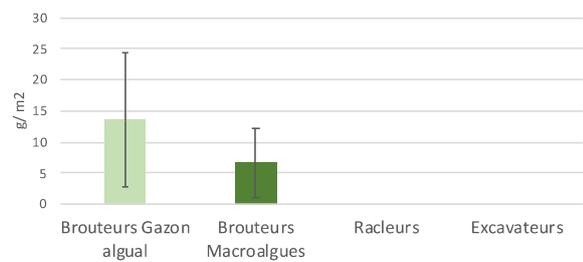
Type de récif : Pente Externe
 Points GPS : E 55, 25 839
 S 21, 12 538
 Profondeur : 12 m
 Début du suivi : 2018 (P) 2015 (I)
 Fréquence : Tous les 3 ans

BILAN POISSONS

Densité moyenne (± erreur standard) des poissons cibles en 2018



Biomasse moyenne (± erreur standard) des régimes herbivores en 2018



SUIVI

POISSONS/MACRO-INVERTEBRES

Superficie totale prospectée : 3 Belt-transects de 250 m²
 Comptages sur liste restreinte (22 espèces cibles)

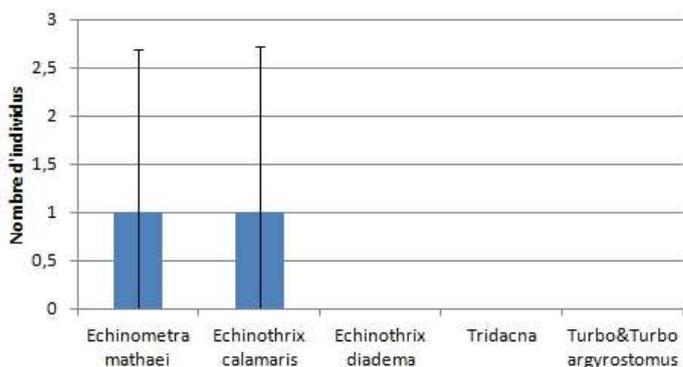
Indicateur	Valeur
Richesse spécifique absolue	6
Nb espèces/transect	3 ±1,5
Densité globale (nb indiv./100 m ²)	4,1 ±3,3
Biomasse globale (g/m ²)	20,2 ±16,4
Nombre de poissons total observés	31
Poids minimum observé (g)	140
Poids maximum observé (g)	1675
Taille minimum observée (cm)	18
Taille maximum observée (cm)	40

Synthèse du suivi poissons

- Densité globale faible, dominée par les chirurgiens et les licornes
- Biomasse globale faible, représentée uniquement par les brouteurs de gazon algal (chirurgiens) et de macroalgues (licornes)
- Absence des racleurs et excavateurs (Perroquets)

BILAN MACRO-INVERTEBRES 2018

Densité par station (240m²) des macro-invertébrés



Abondance (240m²) Echinostrephus molaris : >1000 ind.

Superficie totale prospectée : 3 Belt-transects de 80 m²
 Comptages sur liste restreinte (12 taxons cibles)

- Abondance élevée des oursins foreurs *Echinostrephus molaris*



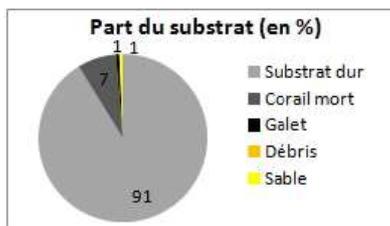
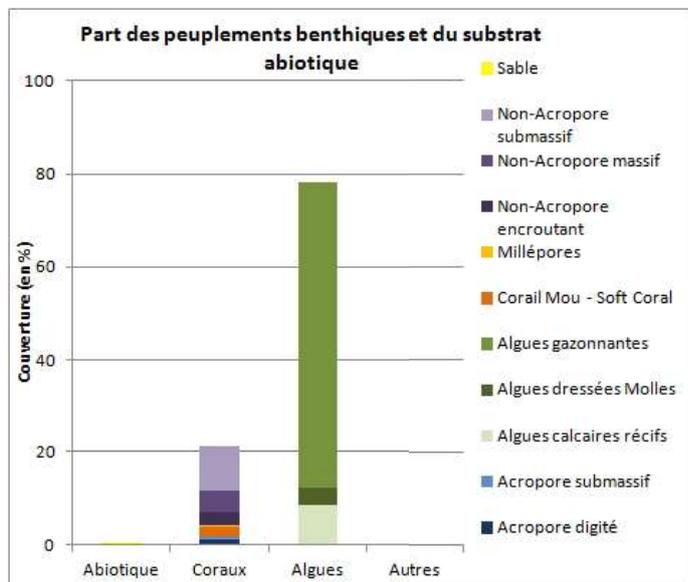
Type de récif : Pente Externe
 Points GPS : E 55,27225
 S 21,15235
 Profondeur : 12 m
 Début du suivi : 2015
 Fréquence : Tous les 3 ans

SUIVI BENTHOS

Longueur totale prospectée : 3 transects linéaire de 20 m
 Relevé peuplement benthique sessile et substrat

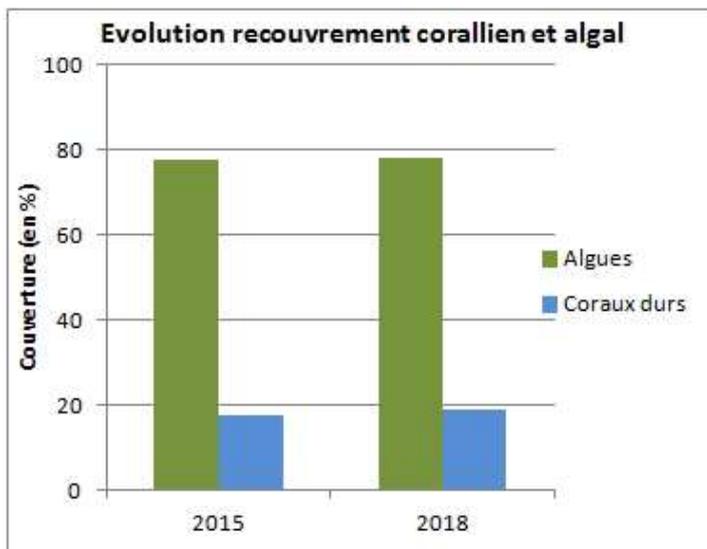
Nombre genres sur la station	19
Recouvrement coraux durs	19%
Genre corallien dominant	<i>Pocillopora</i>

LA SITUATION EN 2018



- Station de pente externe à larges éperons et sillons. La houle peut être forte sur cette station
- Couverture corallienne faible et dominée les coraux submassifs (*Pocillopora*)
- Dominance des algues gazonnantes (turf)
- Nombre de genres présent sur le transect relativement élevé
- Mortalité corallienne observée faible (7%) liée potentiellement au blanchissement corallien et/ou aux apports des bassins versants lors des forts épisodes pluvieux de 2018

TENDANCES EVOLUTIVES



- Stabilité entre 2015 et 2018. Cette stabilité peut provenir de la forte capacité de résilience et le caractère pionnier des colonies coralliennes de *Pocillopora*. Ainsi, la mortalité (faible) observée entre 2015 et 2018 a pu être compensée par l'installation de nouvelles colonies et la croissance des colonies de *Pocillopora*.
- Du fait de cette stabilité, l'état de la masse d'eau est resté constant (moyen) entre 2015 et 2018

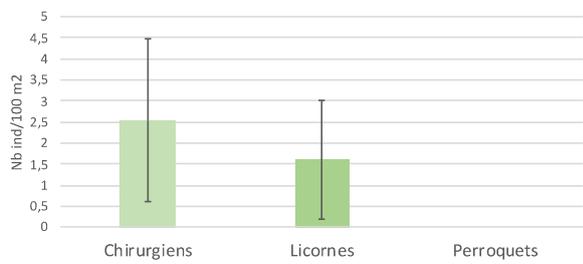
Année	Indicateur
2015	2.9 (Moyen)
2018	2.9 (Moyen)



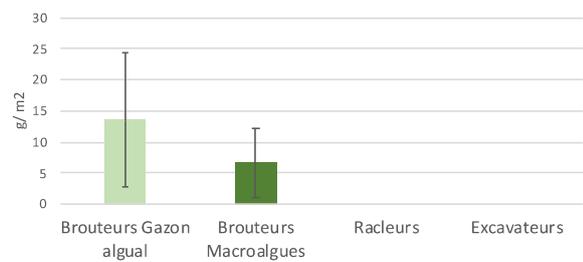
Type de récif : Pente Externe
 Points GPS : E 55, 25 839
 S 21, 12 538
 Profondeur : 12 m
 Début du suivi : 2018 (P) 2015 (I)
 Fréquence : Tous les 3 ans

BILAN POISSONS

Densité moyenne (± erreur standard) des poissons cibles en 2018



Biomasse moyenne (± erreur standard) des régimes herbivores en 2018



SUIVI

POISSONS/MACRO-INVERTEBRES

Superficie totale prospectée : 3 Belt-transects de 250 m²
 Comptages sur liste restreinte (22 espèces cibles)

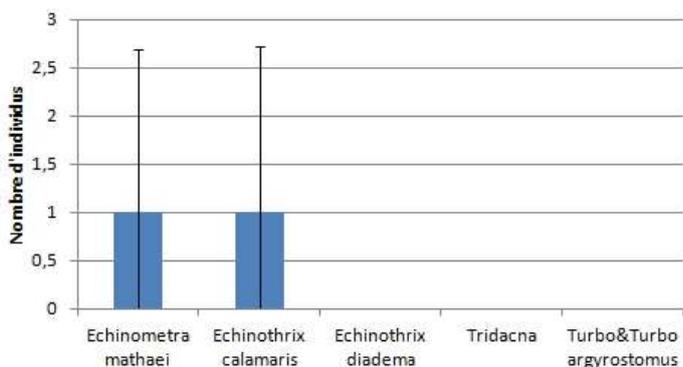
Indicateur	Valeur
Richesse spécifique absolue	6
Nb espèces/transect	3 ±1,5
Densité globale (nb indiv./100 m ²)	4,1 ±3,3
Biomasse globale (g/m ²)	20,2 ±16,4
Nombre de poissons total observés	31
Poids minimum observé (g)	140
Poids maximum observé (g)	1675
Taille minimum observée (cm)	18
Taille maximum observée (cm)	40

Synthèse du suivi poissons

- Densité globale faible, dominée par les chirurgiens et les licornes
- Biomasse globale faible, représentée uniquement par les brouteurs de gazon algal (chirurgiens) et de macroalgues (licornes)
- Absence des racleurs et excavateurs (Perroquets)

BILAN MACRO-INVERTEBRES 2018

Densité par station (240m²) des macro-invertébrés



Abondance (240m²) Echinostrephus molaris : >1000 ind.

Superficie totale prospectée : 3 Belt-transects de 80 m²
 Comptages sur liste restreinte (12 taxons cibles)

- Abondance élevée des oursins foreurs *Echinostrephus molaris*



Type de récif : Pente Externe
 Points GPS : E 55,28261
 S 21,16404
 Profondeur : 10 m
 Début du suivi : 1999
 Fréquence : Tous les ans

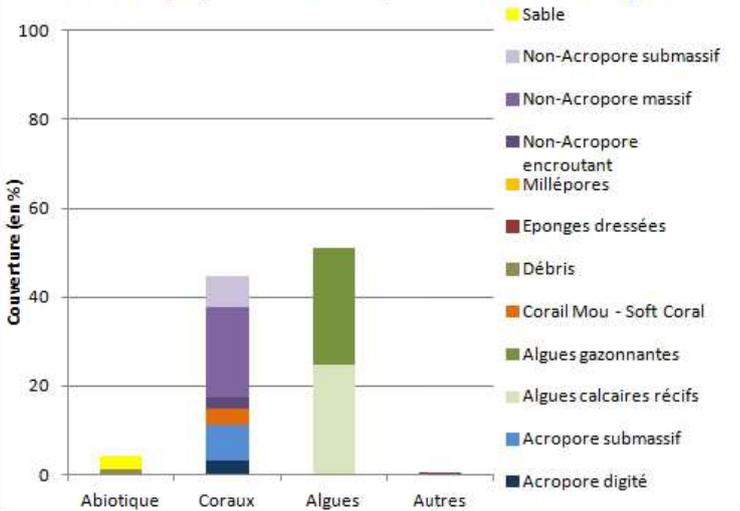
SUIVI BENTHOS

Longueur totale prospectée : 3 transects linéaire de 20 m
 Relevé peuplement benthique sessile et substrat

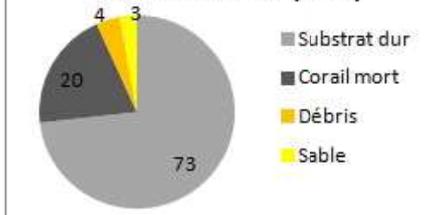
Nombre genres sur la station	17
Recouvrement coraux durs	41%
Genres coralliens dominants	<i>Acropora</i> <i>Porites</i>

LA SITUATION EN 2018

Part des peuplements benthiques et du substrat abiotique



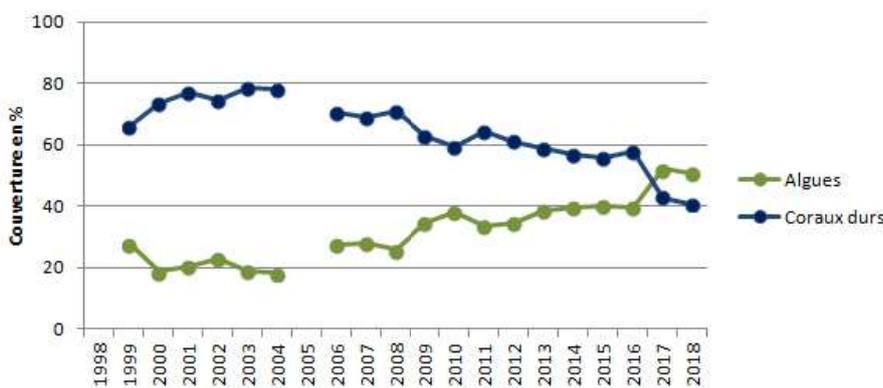
Part du substrat (en %)



- Station de pente externe en pente douce. La houle peut être forte sur cette station
- Légère domination des algues gazonnantes (turf) et calcaires encroûtantes
- Couverture corallienne moyenne à élevée et dominée par les coraux massifs (*Porites*) et submassifs (*Pocillopora*) et les acropores submassifs (*Acropora abrotanoïdes*).
- Le nombre de genre sur le transect est relativement élevé
- Part des acropores moyenne

TENDANCES EVOLUTIVES

Evolution recouvrement corallien et algal



- Augmentation de la couverture corallienne entre 1999 et 2004
- Diminution de la couverture corallienne entre 2004 et 2006 et 2007 et 2008 potentiellement liée respectivement aux blanchissements de 2005, aux apports du bassin versant lors des fortes pluies de 2007 (Gamède) et à la forte houle de mai 2007
- Faible résilience de la station
- Une diminution de la couverture corallienne entre 2016 et 2017 liée au blanchissement corallien de 2016
- L'état de la masse d'eau (indicateur DCE) entre 2015 et 2018 s'est dégradé mais reste dans la classe bon état

Année	Indicateur
2015	1.3 (Bon)
2018	1.8 (Bon)



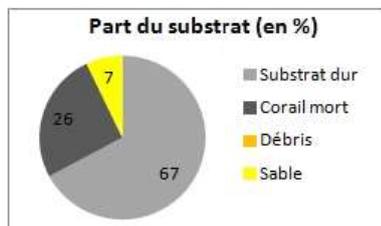
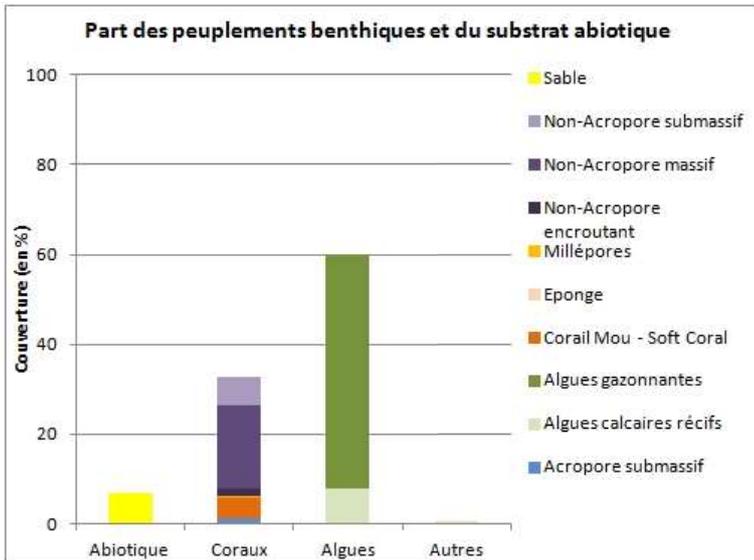
Type de récif : Pente Externe
 Points GPS : E 55,28249
 S 21,17355
 Profondeur : 14 m
 Début du suivi : 1999
 Fréquence : Tous les ans

SUIVI BENTHOS

Longueur totale prospectée : 3 transects linéaire de 20 m
 Relevé peuplement benthique sessile et substrat

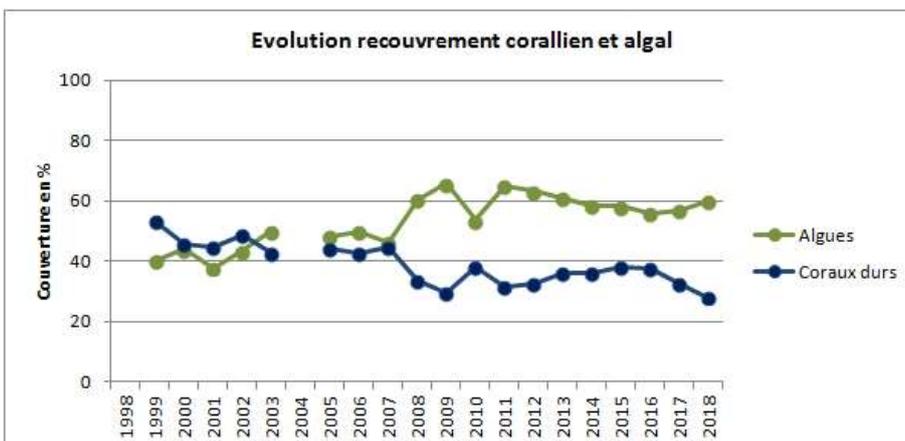
Nombre genres sur la station	18
Recouvrement coraux durs	28%
Genre corallien dominant	Porites

LA SITUATION EN 2018



- Station de pente externe à sillons peu marqués
- Domination des algues gazonnantes (turf)
- Couverture corallienne moyenne à élevée et dominée par les coraux massifs (*Porites*)
- Présence de coraux morts importante suite au blanchissement de 2016 et éventuellement d'une mortalité suite aux fortes précipitations de 2017
- Le nombre de genre sur le transect est relativement élevé
- Les acropores sont quasi-absents

TENDANCES EVOLUTIVES



- Diminution de la couverture corallienne entre 2007 et 2008 potentiellement liée aux apports du bassin versant lors des fortes pluies de 2007 (Gamède) et à la forte houle de mai 2007
- Une diminution de la couverture corallienne entre 2016 et 2018 liée au blanchissement corallien de 2016 puis aux fortes précipitations de 2018
- Faible résilience de la station
- L'état de la masse d'eau (indicateur DCE) entre 2015 et 2018 s'est dégradé mais reste dans la classe état moyen

Année	Indicateur
2015	2.5 (Moyen)
2018	2.7 (Moyen)



Type de récif : Pente Externe
 Points GPS : E 55,28370
 S 21,18160
 Profondeur : 11 m
 Début du suivi : 2015
 Fréquence : Tous les 3 ans

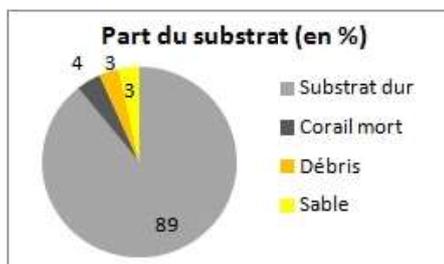
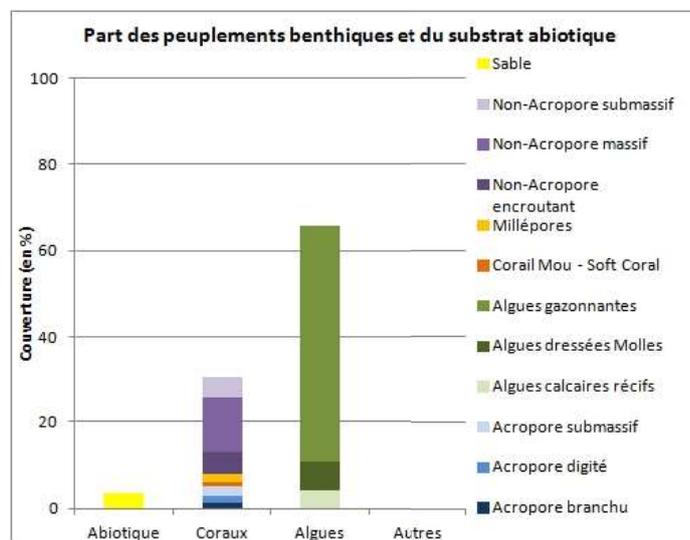
SUIVI BENTHOS

Longueur totale prospectée : 3 transects linéaire de 20 m
 Relevé peuplement benthique sessile et substrat

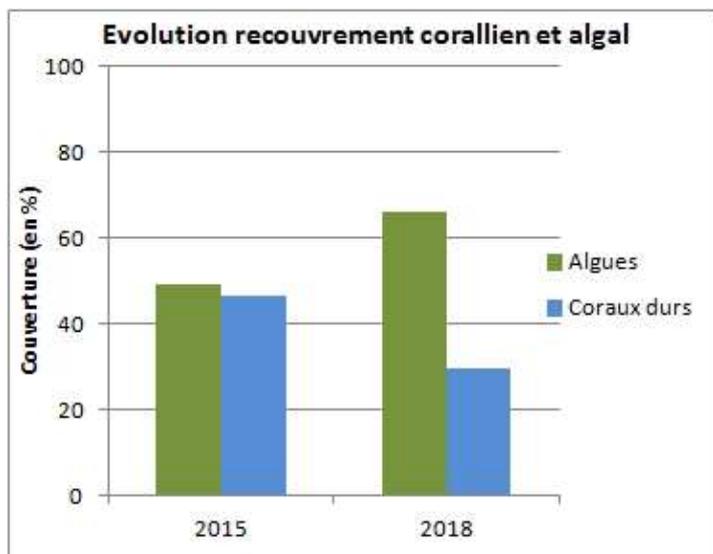
Nombre genres sur la station	14
Recouvrement coraux durs	30%
Genre corallien dominant	Porites

- Station de pente externe à larges éperons et sillons
- Couverture corallienne moyenne et dominée par les coraux massifs (*Porites*)
- Dominance des algues gazonnantes (turf)
- Faible part des coraux Acropores

LA SITUATION EN 2018



TENDANCES EVOLUTIVES



- La diminution de la couverture corallienne entre 2015 et 2018 peut être liée au blanchissement corallien de 2016 et/ou aux apports des bassins versants lors des forts épisodes pluvieux de 2018. Le pas de temps de l'échantillonnage ne permet pas de discriminer ces deux événements
- Suite à cette diminution de la couverture corallienne, l'état de la masse d'eau est passé de bon en 2015 à moyen en 2018

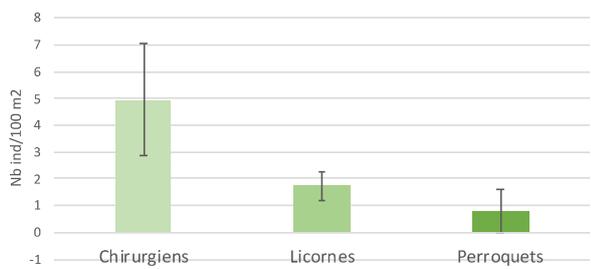
Année	Indicateur
2015	1.7 (Bon)
2018	2.5 (Moyen)



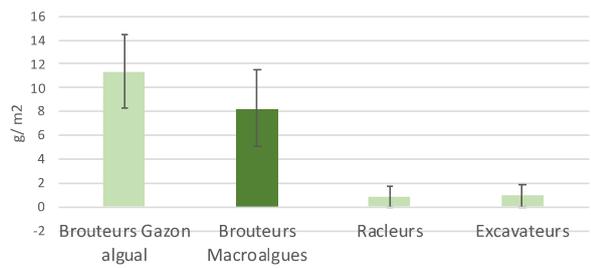
Type de récif : Pente Externe
 Points GPS : E 55,28370
 S 21,18160
 Profondeur : 11 m
 Début du suivi : 2018 (P) 2015 (I)
 Fréquence : Tous les 3 ans

BILAN POISSONS

Densité moyenne (± erreur standard) des poissons cibles en 2018



Biomasse moyenne (± erreur standard) des régimes herbivores en 2018



SUIVI

POISSONS/MACRO-INVERTEBRES

Superficie totale prospectée : 3 Belt-transects de 250 m²
 Comptages sur liste restreinte (22 espèces cibles)

Indicateur	Valeur
Richesse spécifique absolue	9
Nb espèces/transect	5 ±1,5
Densité globale (nb indiv./100 m ²)	7,5 ±3,4
Biomasse globale (g/m ²)	21,4 ±7,7
Nombre de poissons total observés	56
Poids minimum observé (g)	31
Poids maximum observé (g)	803
Taille minimum observée (cm)	12
Taille maximum observée (cm)	35

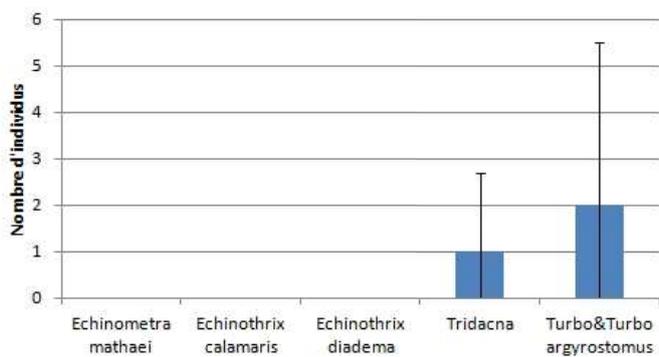
Synthèse du suivi poissons

- Densité globale moyenne, dominée par les chirurgiens
- Biomasse globale faible, représentée essentiellement par les brouteurs de gazon algal (chirurgiens) et les brouteurs de macroalgues (licornes)
- Très faible représentation des racleurs et excavateurs (Perroquets)

BILAN MACRO-INVERTEBRES 2018

Superficie totale prospectée : 3 Belt-transects de 80 m²
 Comptages sur liste restreinte (12 taxons cibles)

Densité par station (240m²) des macro-invertébrés



Abondance (240m²) *Echinostrephus molaris* : >1000 ind.

- Abondance élevée des oursins foreurs *Echinostrephus molaris*
- Présence de bénitiers (*Tridacna* sp.)
- Présence de *Turbo*
- Absence d'oursin herbivore *Echinometra/Echinothrix*



Type de récif : Pente Externe
 Points GPS : E 55,28370
 S 21,18160
 Profondeur : 11 m
 Début du suivi : 2015
 Fréquence : Tous les 3 ans

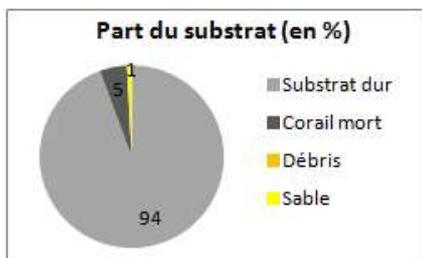
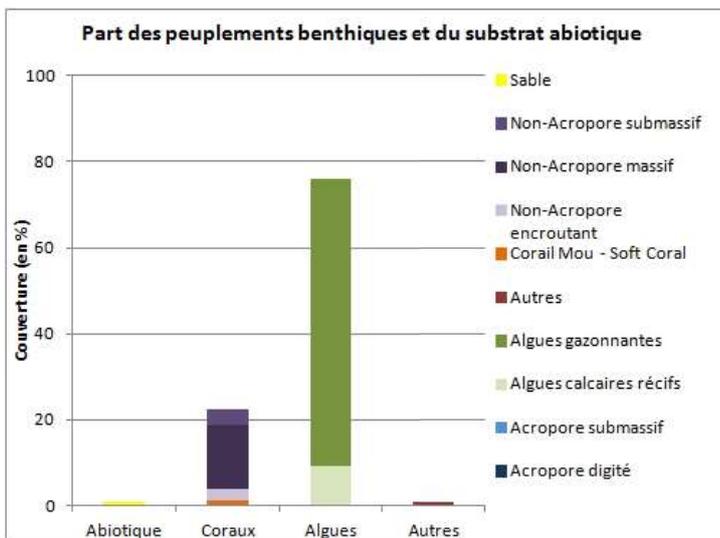
SUIVI BENTHOS

Longueur totale prospectée : 3 transects linéaire de 20 m
 Relevé peuplement benthique sessile et substrat

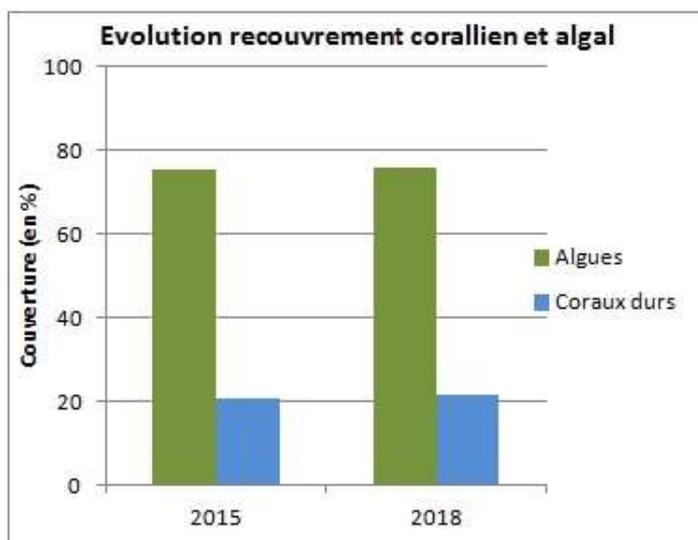
Nombre genres sur la station	12
Recouvrement coraux durs	22%
Genre corallien dominant	<i>Porites</i>

- Station de pente externe à petits sillons
- Couverture corallienne moyenne et dominée par les coraux massifs (*Porites*)
- Dominance des algues gazonnantes (turf)
- Faible mortalité observée (5%)
- Quasi absence des coraux acropores

LA SITUATION EN 2018



TENDANCES EVOLUTIVES



- Stabilité entre 2015 et 2018. Cette stabilité peut provenir de la forte capacité de résilience et le caractère pionnier des colonies coralliennes de *Pocillopora*. Ainsi, la mortalité (faible) observée entre 2015 et 2018 a pu être compensée par l'installation de nouvelles colonies et la croissance des colonies de *Pocillopora*.
- Du fait de cette stabilité, l'état de la masse d'eau est resté constant (moyen) entre 2015 et 2018

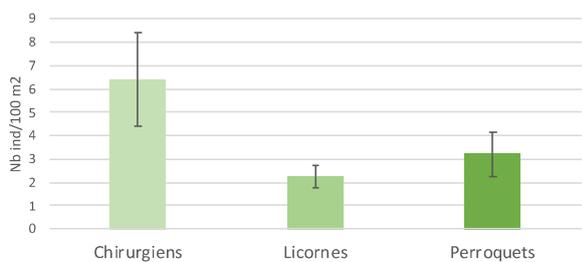
Année	Indicateur
2015	3.0 (Moyen)
2018	3.0 (Moyen)



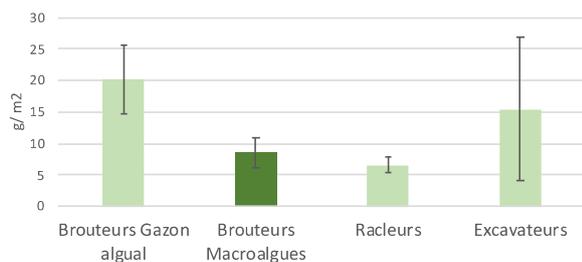
Type de récif : Pente Externe
 Points GPS : E 55,27935
 S 21,19986
 Profondeur : 12 m
 Début du suivi : 2018 (P) 2015 (I)
 Fréquence : Tous les 3 ans

BILAN POISSONS

Densité moyenne (± erreur standard) des poissons cibles en 2018



Biomasse moyenne (± erreur standard) des régimes herbivores en 2018



SUIVI

POISSONS/MACRO-INVERTEBRES

Superficie totale prospectée : 3 Belt-transects de 250 m²
 Comptages sur liste restreinte (22 espèces cibles)

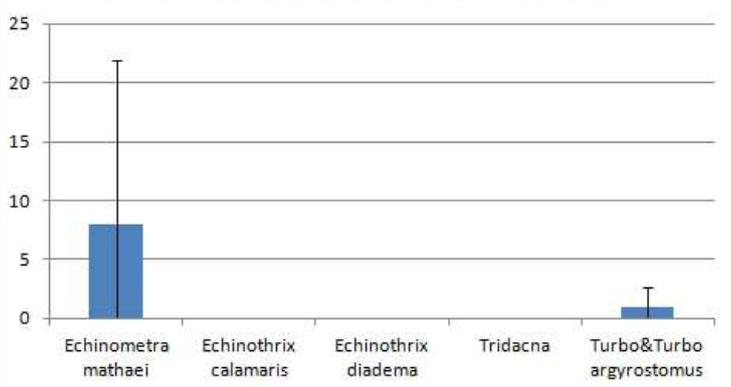
Indicateur	Valeur
Richesse spécifique absolue	9
Nb espèces/transect	7 ±1,0
Densité globale (nb indiv./100 m ²)	11,9 ±3,3
Biomasse globale (g/m ²)	50,7 ±12,4
Nombre de poissons total observés	89
Poids minimum observé (g)	17
Poids maximum observé (g)	1277
Taille minimum observée (cm)	10
Taille maximum observée (cm)	40

Synthèse du suivi poissons

- Densité globale moyenne, dominée par les chirurgiens et les perroquets
- Biomasse globale forte, représentée essentiellement par les brouteurs de gazon algal (chirurgiens) et les excavateurs (gros perroquets)
- Forte représentation des racleurs et excavateurs (Perroquets)

BILAN MACRO-INVERTEBRES 2018

Densité par station (240m²) des macro-invertébrés



Abondance (240m²) Echinostrephus molaris : >1000 ind.

Superficie totale prospectée : 3 Belt-transects de 80 m²
 Comptages sur liste restreinte (12 taxons cibles)

- Abondance élevée des oursins foreurs *Echinostrephus molaris*
- Présence de *Turbo*



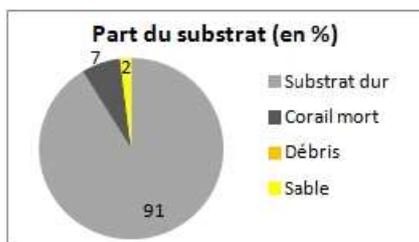
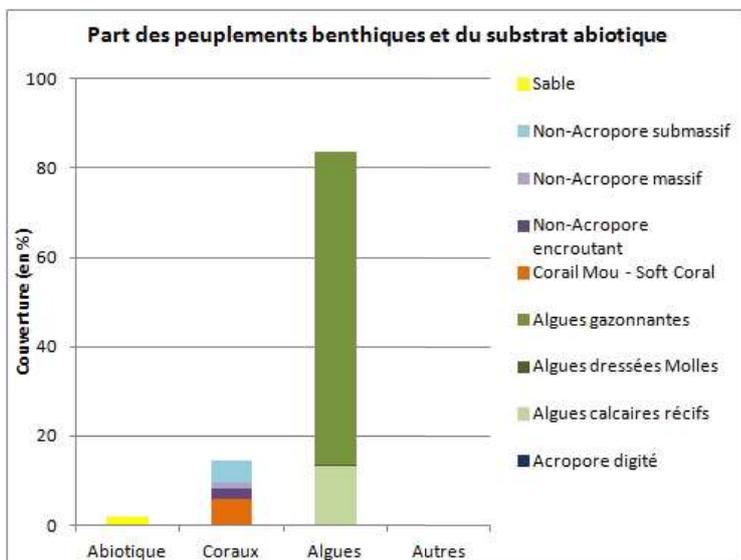
Type de récif : Pente Externe
 Points GPS : E 55,32669
 S 21,26673
 Profondeur : 11 m
 Début du suivi : 2015
 Fréquence : Tous les 3 ans

SUIVI BENTHOS

Longueur totale prospectée : 3 transects linéaire de 20 m
 Relevé peuplement benthique sessile et substrat

Nombre genres sur la station	10
Recouvrement coraux durs	9%
Genre corallien dominant	<i>Pocillopora</i>

LA SITUATION EN 2018



- Station de pente externe à sillons peu marqués. La houle peut être forte sur cette station
- Couverture corallienne faible et dominée par les coraux submassifs (*Pocillopora*)
- Dominance des algues gazonnantes (turf)
- Couverture en coraux mous moyenne (6% à *Sinularia* et *Sarcophyton*)
- Le nombre de genres présents sur le transect est relativement faible
- Mortalité corallienne observée faible (7%) liée potentiellement au blanchissement corallien de 2016 et/ou aux apports des bassins versants lors des forts épisodes pluvieux de 2017

- Changement de l'emplacement de la station entre 2015 et 2018 sur la masse d'eau Etang Salé. La station suivie en 2015 n'était pas représentative de la pente externe et difficilement comparable avec les autres stations

TENDANCES EVOLUTIVES

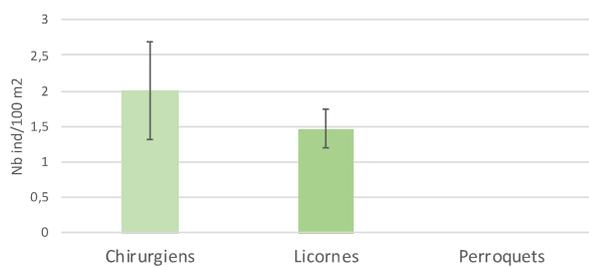
Année	Indicateur
2018	3.0 (Moyen)



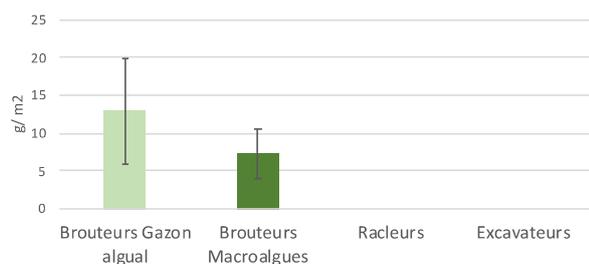
Type de récif : Pente Externe
 Points GPS : E 55,32669
 S 21,26673
 Profondeur : 11 m
 Début du suivi : 2018 (P) 2015 (I)
 Fréquence : Tous les 3 ans

BILAN POISSONS

Densité moyenne (± erreur standard) des poissons cibles en 2018



Biomasse moyenne (± erreur standard) des régimes herbivores en 2018



SUIVI

POISSONS/MACRO-INVERTEBRES

Superficie totale prospectée : 3 Belt-transects de 250 m²
 Comptages sur liste restreinte (22 espèces cibles)

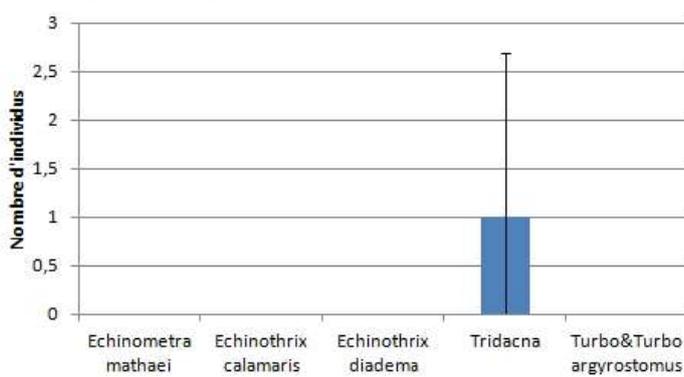
Indicateur	Valeur
Richesse spécifique absolue	7
Nb espèces/transect	4 ±0,3
Densité globale (nb indiv./100 m ²)	3,5 ±0,5
Biomasse globale (g/m ²)	20,3 ±5,9
Nombre de poissons total observés	26
Poids minimum observé (g)	78
Poids maximum observé (g)	2006
Taille minimum observée (cm)	10
Taille maximum observée (cm)	45

Synthèse du suivi poissons

- Densité globale faible, dominée par les chirurgiens
- Biomasse globale faible, représentée essentiellement par les brouteurs de gazon algal (chirurgiens) puis les brouteurs de macroalgues (licornes)
- Absence des racleurs et excavateurs (Perroquets)

BILAN MACRO-INVERTEBRES

Densité par station (240m²) des macro-invertébrés



Abondance (240m²) Echinostrephus molaris : >1000 ind.

Superficie totale prospectée : 3 Belt-transects de 80 m²
 Comptages sur liste restreinte (12 taxons cibles)

- Abondance élevée des oursins foreurs *Echinostrephus molaris*
- Présence de bénitiers (*Tridacna* sp.)
- Absence d'oursins herbivores *Echinothrix/Echinometra*



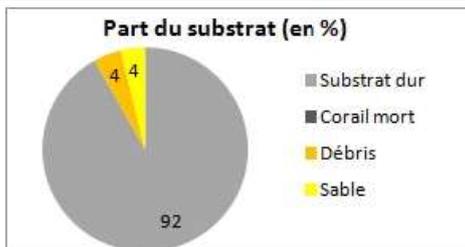
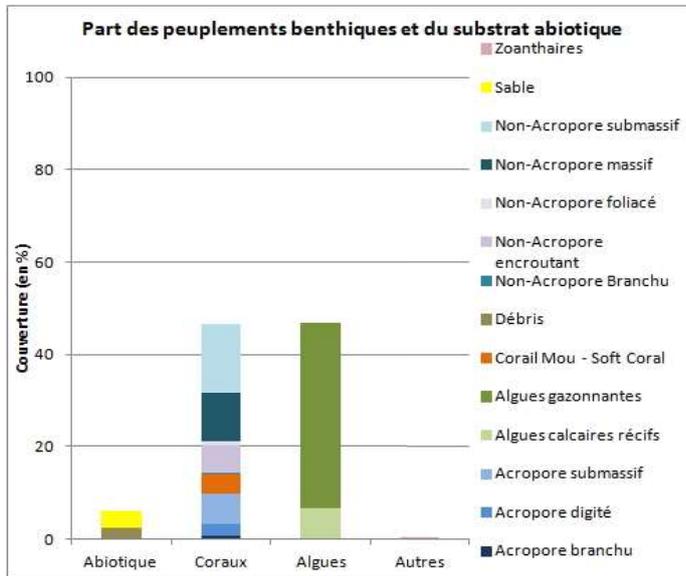
Type de récif : Pente Externe
Points GPS : E 55,32828
S 21,26878
Profondeur : 11 m
Début du suivi : 2000
Fréquence : Tous les ans

SUIVI BENTHOS

Longueur totale prospectée : 3 transects linéaire de 20 m
Relevé peuplement benthique sessile et substrat

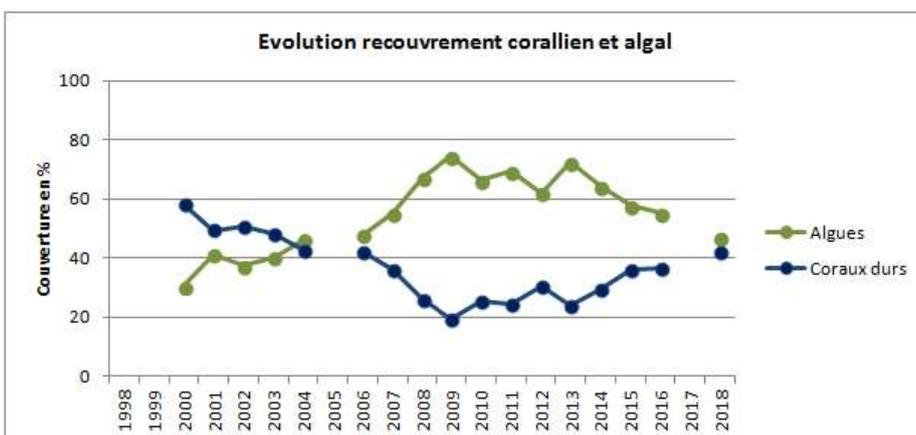
Nombre genres sur la station	19
Recouvrement coraux durs	42%
Genre corallien dominant	<i>Pocillopora</i>

LA SITUATION EN 2018



- Station de pente externe à sillons peu marqués
- Domination des algues gazonnantes (turf)
- Couverture corallienne moyenne à élevée et dominée par les coraux submassifs (*Pocillopora*) et massifs (*Porites*)
- Le nombre de genre sur le transect est relativement élevé
- Part relativement élevé des Acropores

TENDANCES EVOLUTIVES



- Diminution de la couverture corallienne entre 2000 et 2009 potentiellement liée aux blanchissements de 2001, 2004, 2009, aux apports du bassin versant lors des fortes pluies de 2007 (Gamède) et à la forte houle de mai 2007. Cette diminution peut également être liée à des apports diffus mais plus continus du bassin versant
- Une augmentation de la couverture corallienne entre 2009 et 2018 (résilience de la station)
- L'état de la masse d'eau (indicateur DCE) entre 2015 et 2018 s'est amélioré en parallèle de l'augmentation de la couverture corallienne

Année	Indicateur
2015	2.5 (Moyen)
2018	1.9 (Bon)



Type de récif : Pente Externe
 Points GPS : E 55,45913
 S 21,34572
 Profondeur : 12 m
 Début du suivi : 2000
 Fréquence : Tous les ans

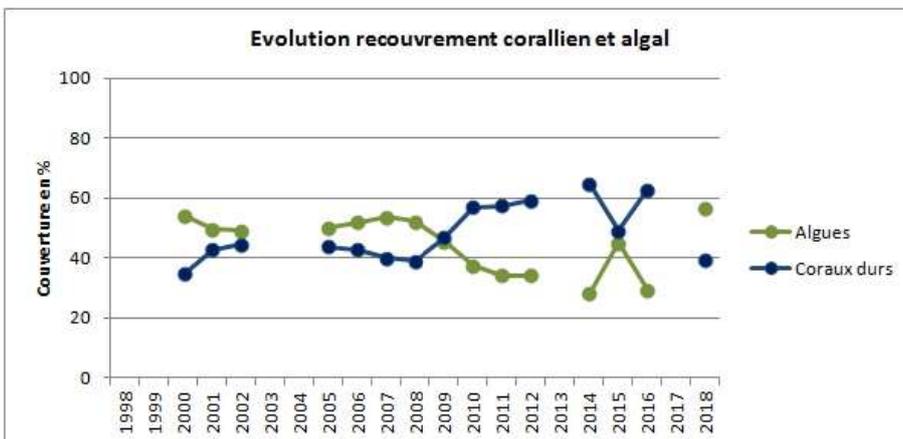
SUIVI BENTHOS

Longueur totale prospectée : 3 transects linéaire de 20 m
 Relevé peuplement benthique sessile et substrat

- Pas de suivi en 2018 suite à des conditions météorologiques défavorables

LA SITUATION EN 2018

TENDANCES EVOLUTIVES



- Augmentation de la couverture corallienne entre 2008 et 2010
- Diminution de la couverture corallienne entre 2014 et 2015 (pas d'explication) et entre 2016 et 2018 probablement liée aux apports du bassin versant suite aux fortes précipitations de 2018
- L'état de la masse d'eau (indicateur DCE) entre 2015 et 2018 reste stable malgré une diminution de la couverture corallienne, du fait de peuplement corallien relativement équilibré

Remarque : les valeurs de 2018 sont issues de la campagne de 2019 (décembre 2018)

Année	Indicateur
2015	1.6 (Bon)
2018	1.6 (Bon)



Type de récif : Pente Externe
 Points GPS : E 55,47102
 S 21,34857
 Profondeur : 12 m
 Début du suivi : 2000
 Fréquence : Tous les ans

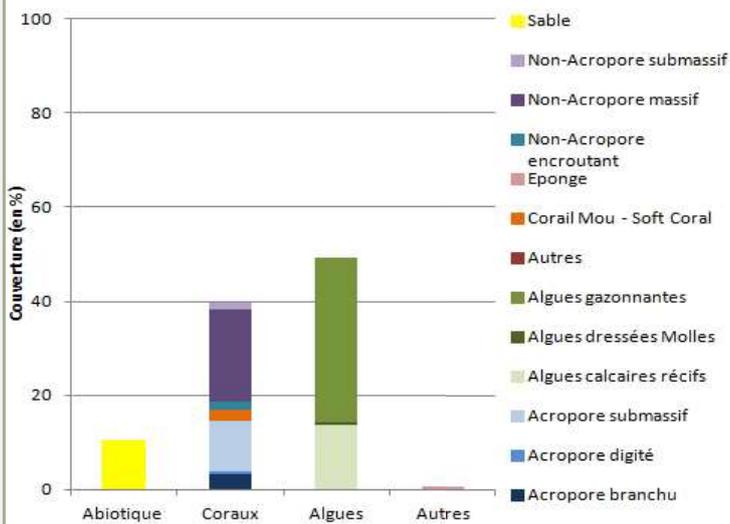
SUIVI BENTHOS

Longueur totale prospectée : 3 transects linéaire de 20 m
 Relevé peuplement benthique sessile et substrat

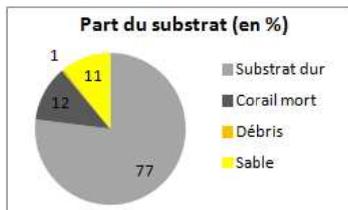
Nombre genres sur la station	16
Recouvrement coraux durs	37%
Genre corallien dominant	<i>Acropora</i>

LA SITUATION EN 2018

Part des peuplements benthiques et du substrat abiotique



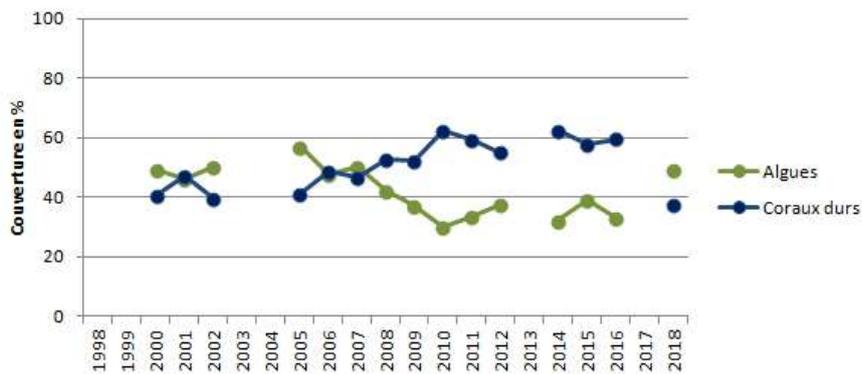
Part du substrat (en %)



- Station de pente externe à sillons peu marqués. La houle peut être forte sur cette station
- Couverture corallienne faible et dominée par les coraux massifs (*Platygyra* et *Porites*) et acropores submassifs (*Acropora abrotanoides*)
- Dominance des algues gazonnantes (turf) et calcaires encroûtantes
- Mortalité corallienne observée moyenne (12%) liée potentiellement aux apports des bassins versants lors des forts épisodes pluvieux de 2018
- Nombre de genres présents sur la station relativement élevé
- Part moyenne des Acropores

TENDANCES EVOLUTIVES

Evolution recouvrement corallien et algal



- La couverture corallienne augmente de manière discontinue entre 1999 et 2016
- Entre 2016 et 2018 la couverture corallienne diminue fortement suite probablement aux fortes précipitations de 2018
- Bien que la couverture corallienne diminue entre 2015 et 2018, l'état de la masse d'eau (indicateur DCE) ne se dégrade que légèrement du fait de peuplements coralliens relativement équilibré

Année	Indicateur
2015	1.4 (Bon état)
2018	1.8 (Bon état)



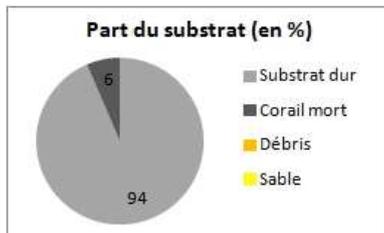
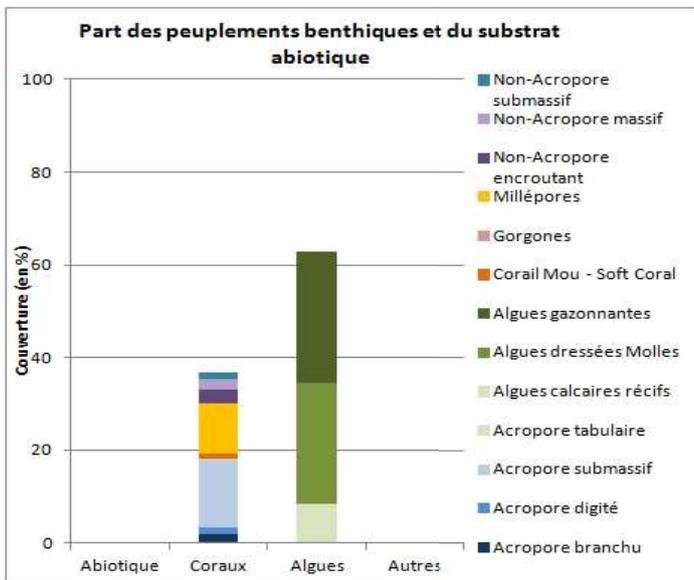
Type de récif : Pente Externe
 Points GPS : E 55,48135
 S 21,35220
 Profondeur : 12 m
 Début du suivi : 2015
 Fréquence : Tous les 3 ans

SUIVI BENTHOS

Longueur totale prospectée : 3 transects linéaire de 20 m
 Relevé peuplement benthique sessile et substrat

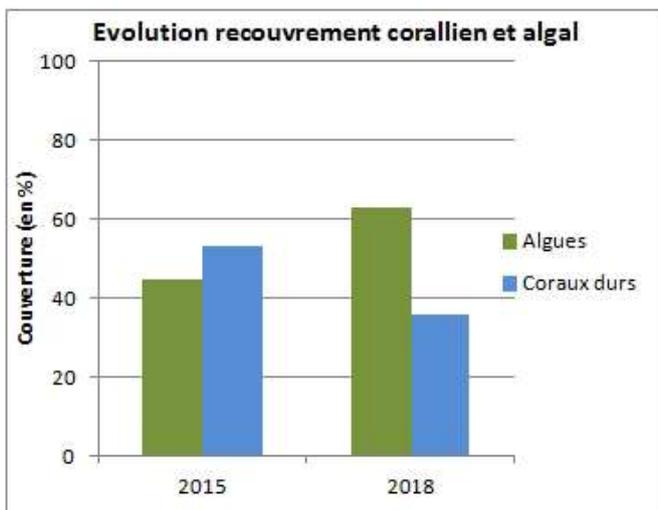
Nombre genres sur la station	8
Recouvrement coraux durs	36%
Genre corallien dominant	<i>Acropora</i>

LA SITUATION EN 2018



- Station de pente externe en pente douce. La houle peut être forte sur cette station
- Couverture corallienne moyenne et dominée par les acropores submassifs (*Acropora abrotanoïdes*) et les coraux de Feux (*Millepora*)
- Dominance des algues gazonnantes (turf) et algues dressées (*Dictyota*)
- Le nombre de genre présents sur le transect est relativement faible
- Part relativement élevée des Acropores
- Faible mortalité observée (6%)

TENDANCES EVOLUTIVES



- Diminution importante de la couverture corallienne entre 2015 et 2018. Sachant que le blanchissement de 2016 a été faible sur Saint-Pierre, cette diminution est probablement liée aux apports des bassins versants lors des forts épisodes pluvieux de 2018
- Du fait de la diminution de la couverture corallienne, l'état de la masse d'eau est passé de bon en 2015 à moyen en 2018

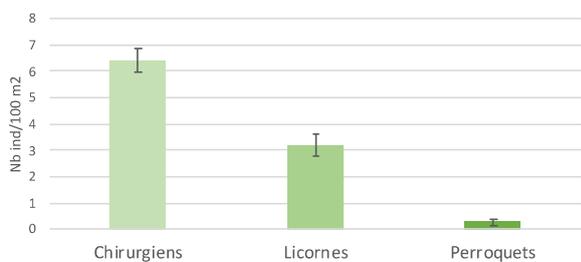
Année	Indicateur
2015	1.5 (Bon)
2018	2.1 (Moyen)



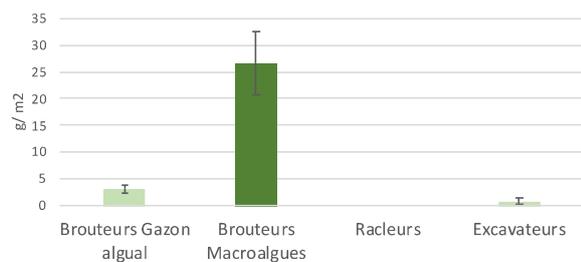
Type de récif : Pente Externe
 Points GPS : E 55,48135
 S 21,35220
 Profondeur : 12 m
 Début du suivi : 2018 (P) 2015 (I)
 Fréquence : Tous les 3 ans

BILAN POISSONS

Densité moyenne (\pm erreur standard) des poissons cibles en 2018



Biomasse moyenne (\pm erreur standard) des régimes herbivores en 2018



SUIVI

POISSONS/MACRO-INVERTEBRES

Superficie totale prospectée : 3 Belt-transects de 250 m²
 Comptages sur liste restreinte (22 espèces cibles)

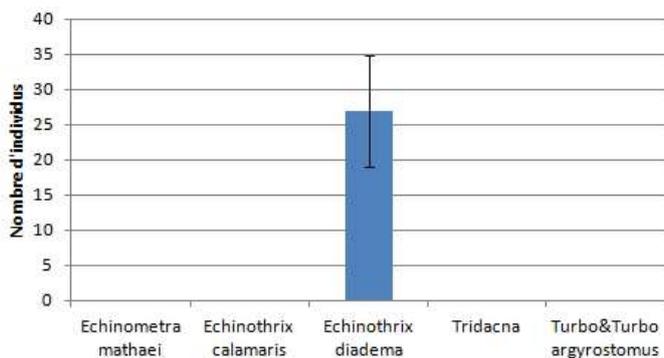
Indicateur	Valeur
Richesse spécifique absolue	6
Nb espèces/transect	4 \pm 0,7
Densité globale (nb indiv./100 m ²)	9,9 \pm 0,5
Biomasse globale (g/m ²)	30,6 \pm 5,3
Nombre de poissons total observés	74
Poids minimum observé (g)	31
Poids maximum observé (g)	2825
Taille minimum observée (cm)	12
Taille maximum observée (cm)	50

Synthèse du suivi poissons

- Densité globale moyenne, dominée par les chirurgiens et les licornes
- Biomasse globale moyenne, représentée essentiellement par les brouteurs de macroalgues (licornes)
- Très faible représentation des grands chirurgiens et quasi absence des perroquets

BILAN MACRO-INVERTEBRES 2018

Densité par station (240m²) des macro-invertébrés



Abondance (240m²) *Echinostrephus molaris* : 250-500 ind.

Superficie totale prospectée : 3 Belt-transects de 80 m²
 Comptages sur liste restreinte (12 taxons cibles)

- Abondance élevée des oursins foreurs *Echinostrephus molaris*
- Abondance élevée des oursins herbivores *Echinothrix diadema*