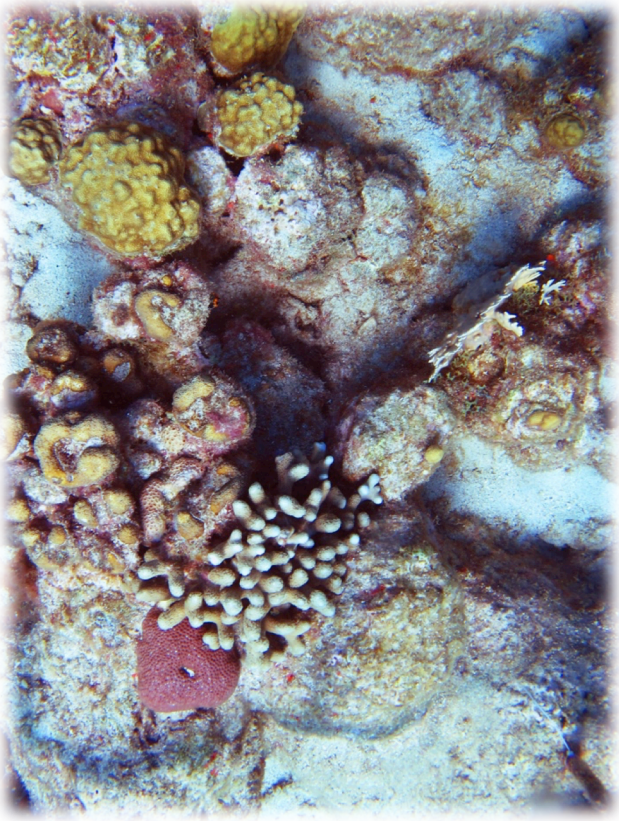
MASTER EN SCIENCES – TECHNOLOGIES – SANTE
Mention : ÉCOLOGIE
Spécialité : Écosystèmes Tropicaux Naturels et Exploités

Suivi de l'évolution des communautés coralliennes des îlets Pigeon (Guadeloupe) à l'aide de photoquadrats des années 2012 à 2016

Camille FRESCHET





Sous la direction de Claude BOUCHON[1] et du Parc National de Guadeloupe

[1] Professeur à l'Université des Antilles, responsable de l'équipe de recherche DYNECAR-BOREA

Mémoire soutenu le 28 juin 2016

Université des Antilles, laboratoire de biologie marine,
Campus de Fouillole, 97157 Pointe-à-Pitre

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je tiens à remercier l'université des Antilles ainsi que l'équipe de recherche de DYNECAR - BOREA pour m'avoir permis de réaliser ce stage et pour l'expérience enrichissante que cela m'a apportée.

Je remercie le Parc National de Guadeloupe qui a financé mon stage m'a fourni les données brutes à l'origine de ce travail et m'a permis de participer aux campagnes de relevés des photoquadrats. Un grand merci à Simone, Didier et Axel que j'ai pu accompagner durant ces campagnes, pour leur gentillesse, leur bonne humeur et surtout leur aide.

De plus, c'est à mon maître de stage Claude BOUCHON, responsable de l'équipe de recherche DYNECAR - BOREA, que je souhaite témoigner toute ma reconnaissance, pour m'avoir permis de travailler sur mon projet en m'intégrant au sein du laboratoire, pour la confiance qu'il m'a accordée ainsi que pour son accueil. Il a su m'encadrer durant ces mois de stages en se tenant toujours disponible afin de répondre à mes questions concernant mes recherches et mon rapport. Je remercie aussi Yolande BOUCHON-NAVARO pour l'aide qu'elle a su m'apporter.

Je remercie également Déborah LE COCQ pour l'aide et le soutien qu'elle a su m'apporter au quotidien.

Merci à Sébastien CORDONNIER, technicien du laboratoire de biologie marine, pour sa gentillesse, pour son aide ainsi que la bonne humeur lors de nos sorties en mer.

Enfin, je souhaite remercier toutes les personnes présentes dans le bureau dans lequel j'ai travaillé. Merci à Étienne, Florent, Aurélie, Mathilde ainsi qu'à Lou pour leur bonne humeur quotidienne.

INDEX DES FIGURES

Figure 1 : Emplacement des îlets Pigeon en Guadeloupe et vue aérienne de ces derniers……...…8

Figure 2 : Dispositif mis en place pour les photographies des quadrats.....9

Figure 3 : Occupation des fonds par les différents groupes d'organismes benthiques 11

Figure 4 : Richesse spécifique corallienne dans les 12 quadrats. 12

Figure 5 : Pourcentage de recouvrement corallien dans les 12 quadrats pour l'ensemble des années étudiées.....12

Figure 6 : Pourcentage de recouvrement corallien dans les 12 quadrats pour l'ensemble des années étudiées.....14

Figure 7 : Pourcentage de recouvrement corallien dans les 12 quadrats pour l'ensemble des années étudiées.....29

INDEX DES TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristiques des 12 quadrats installés aux îlets Pigeon.....7

Tableau 2 : Occurence et pourcentage de recouvrement des différentes espèces de coraux présents dans l'ensemble des quadrats, par saison et par année. 13

Tableau 3 : Pourcentage de recouvrement des différents groupes d'organismes présents dans l'ensemble des quadrats, par saison et par année. 15

Tableau 4 : Évolution temporelle du pourcentage de recouvrement des différentes espèces de coraux pour l'ensemble des quadrats.....17

Tableau 5: Évolution temporelle des effectifs des différentes espèces de coraux pour l'ensemble des quadrats…….....19

Tableau 6: (a) Recrutement de l'année 2012 à 2016 par quadrat chez l'espèce *Millepora alcicornis*…….....20

Tableau 6: (b) Recrutement de l'année 2012 à 2016 par quadrat chez l'espèce *Porites astreoides*…….....20

TABLE DES MATIERES

1. Introduction 4

2. Matériels et Méthode 6
2.1 Site d'étude et méthodes d'échantillonnage 6
2.2. Traitement des données générées 8
2.2.1. Traitement des images 9
2.2.2. Traitement statistiques des données 9

3. Résultats 10
3.1. Composition de la communauté benthique 10
3.1.1. Composition globale de la communauté benthique 10
3.1.2. Composition du peuplement corallien 11
3.2. Evolution temporelle des communautés benthiques dans les quadrats 13
3.2.1. Tendance pour l'ensemble de la communauté 13
3.2.2. Tendance évolutive du peuplement corallien 16
3.2.2.1. Évolution du recouvrement corallien 16
3.2.2.2. Évolution des effectifs 18
3.2.2.3. Recrutement de juvéniles 18
3.2.3. Le cas particulier des peuplements algaux 21
3.2.4. Caractéristiques marquantes de l'évolution de différents quadrats 11

4. Discussion 22
4.1. Composition de la communauté benthique 22
4.1.1. Composition globale de la communauté benthique 22
4.1.2. Composition du peuplement corallien 23
4.2. Evolution temporelle de la communauté benthique et corallienne 24
4.2.1. Tendance pour l'ensemble de la communauté 24
4.2.2. Tendance évolutive du peuplement corallien. 25
4.2.3. Cas particulier des peuplements algaux 26
4.3. Critique de la technique des photoquadrats 27

5. Apport des photoquadrats pour la gestion de l'environnement…….....28

6. Conclusions 28

7. Références bibliographiques 29

1. Introduction

Les récifs coralliens font partie des écosystèmes les plus complexes, diversifiés et productifs sur terre (Odum, 1955 ; Connell, 1978 ; Birkeland, 1997 ; Moberg et Folke, 1999 ; Schlacher *et al.,* 2007 ; Parravicini *et al.,* 2013 ; Galzin *et al.,* 2016). Leur structure joue un rôle clé pour les communautés biologiques associées (Roberts et Ormond, 1987 ; Jones et Syms, 1998 ; Dumas *et al.,* 2009). De plus, les récifs coralliens sont particulièrement importants d'un point de vue géomorphologique puisqu'ils protègent le littoral des courants, des vagues et des tempêtes ainsi que de l'érosion (Moberg et Folke, 1999). Cela permet également la création de conditions favorables au développement, des écosystèmes de mangroves et des herbiers de Phanérogames marines, (Birkeland, 1985 ; Ogden, 1988).

D'un point de vue écologique, l'écosystème récifal sert à de nombreux organismes en tant que zone de nurserie, de protection, de reproduction, ainsi que d'alimentation. De ce fait, une grande richesse spécifique et diversité sont maintenues au sein de cet écosystème (Moberg et Folke, 1999). Ainsi, les récifs contiennent près d'un tiers des espèces de poissons marins de la planète (McAllister, 1991 ; Moberg et Folke, 1999), soit 10% du poisson consommé par l'homme (Smith, 1978). Une autre particularité des récifs coralliens est qu'ils participent au stockage du dioxyde de carbone mondial, en produisant du calcium CaCO3 (Wiebe, 1988), base de leur construction (Buddemeir, 1996 ; Moberg et Folke, 1999). Cela est rendu possible grâce à une symbiose des coraux avec des microalgues, les zooxanthelles, qui leur fournissent essentiellement des glucides et accélèrent les mécanismes de calcification de leur squelette (Goreau 1959 ; Muscatine, 1990 ; Muller-Parker et D'Elia, 1997 ; Moberg et Folke, 1999).

En ce qui concerne plus particulièrement la mer Caraïbe, le taux d'endémisme, sur les plans faunistique et floristique, est très élevé en raison de leur isolation avec la zone intertropicale Indo-Pacifique il y a 2 à 3 millions d'années, dû à l'émergence de l'isthme de Panama. Ce phénomène, ayant provoqué une évolution divergente des espèces, confère actuellement une diversité unique aux écosystèmes marins de la région caraïbe (Bouchon *et al.,* 2006).

En contrepartie, cette particularité induit aussi une fragilité plus élevée de ces écosystèmes d'un point de vue génétique et biogéographique. En effet, les récifs coralliens de la région Caraïbe présentent de nombreux signes d'altération, dû aux agressions anthropiques et au changement climatique global (Pandolfi *et al.*, 2003 ; Knowlton, 2001 ; Jackson, 2001 ; Smantz, 2002 ; Wilkinson, 2004 ; 2008 ; Jackson *et al.,* 2014) menaçant l'intégrité de ces écosystèmes uniques.

En 2008, Wilkinson et Souter ont démontré que 75% des récifs coralliens mondiaux étaient gravement menacés par les pressions anthropiques locales et mondiales. En 2050, ce chiffre atteindrait les 90%, soit la presque totalité des récifs coralliens mondiaux (Wilkinson et Souter, 2008 ; Burke *et al.,* 2011 ; Galzin *et al.,* 2016). Sur l'ensemble des coraux constructeurs de récifs, un tiers est considéré comme étant en risque d'extinction (Carpenter *et al*., 2008 ; Wilkinson, 2008 ; Bowden-Kerby et Carne, 2012).

De manière générale, le déclin mondial des récifs constaté (Wilkinson, 2004), est causé par le changement climatique global, mais aussi par les maladies (Gardner *et al*., 2003 ; Bellwood *et al*., 2004 ; Forrester *et al*., 2011) et l'impact direct des activités humaines (Hodgson, 1999 ; Wilkinson, 2000 ; Hodgson et Liebeler, 2002 ; Hugues *et al.,* 2003 ; Pandolfi *et al.,* 2003 ; Wilkinson, 2004 ; Lam *et al.,* 2006 ; Baums, 2008 ; Baums *et al.,* 2010). Actuellement, le réchauffement climatique provoque un blanchissement de plus en plus fréquent des coraux et leur disparition (Hoegh-Guldberg *et al.,* 2007 ; Hoegh-Guldberg et Bruno, 2010 ; Bowden-Kerby et Carne, 2012).

Compte tenu de ce changement récent et rapide de l'état des récifs mondiaux, l'étude de l'évolution des habitats et des conditions de vie des communautés coralliennes qui les composent est devenue une priorité de recherche (Hodgson, 1999 ; Hughes et Connell, 1999 ; Brown *et al.,* 2004 ; Lam *et al.,* 2006 ; Dumas *et al*., 2009).

Dans ce contexte, le Parc National de la Guadeloupe a décidé de mettre en place un réseau de suivi à long terme des communautés coralliennes aux îlets Pigeon, zone de « cœur de parc ».

L'objectif du présent travail a été de participer à la campagne de photographies sous-marines de 2016, d'étudier par traitement d'image la base de données 2012-2016 et d'évaluer l'évolution temporelle des communautés coralliennes des îlets Pigeon. Le but est d'aider, à long terme, la gestion de l'aire marine protégée par le Parc National de Guadeloupe.

2. Matériels et Méthode

2.1 Site d'étude et méthodes d'échantillonnage

L'étude s'est déroulée aux îlets Pigeons qui sont situés à 800 m au large de la baie de Malendure, sur la côte sous le vent de la Guadeloupe. Le dispositif est constitué de 12 quadrats de 80 par 60 cm de côté matérialisés de façon permanente sur le fond au niveau des îlets Pigeon. Afin de pérenniser leurs positions, chaque quadrat est délimité par des tiges d'acier inoxydable scellées à leur quatre coin par de la résine « epoxy ».

Les portions des communautés benthiques délimitées par ces quadrats ont été photographiées deux fois par an de l'année 2012 à 2016. La base de données compte donc 12 quadrats, photographiés 2 fois par an, sur une durée de 5 ans, pour un total de 120 photographies.

Le tableau 1 présente les caractéristiques des 12 quadrats et la figure 1 leur localisation.

Tableau 1 : Caractéristiques des 12 quadrats installés aux îlets Pigeon.

Quadrats	Profondeur	Latitude	Longitude
1	13,0m	16°09 973'	61°47 280'
2	9,6m	16°09 985'	61°47 280'
3	5,6m	16°10 036'	61°47 280'
4	6,2m	16°10 043'	61°47 272'
5	6,8m	16°10 091'	61°47 260'
6	9,8m	16°10 182'	61°47 365'
7	14,0m	16°09 999'	61°47 495'
8	14,5m	16°09 996'	61°47 495'
9	14,0m	16°10 088'	61°47 549'
10	17,2m	16°10 097'	61°47 545'
11	15,4m	16°10 107'	61°47 526'
12	13,5m	16°10 111'	61°47 518'

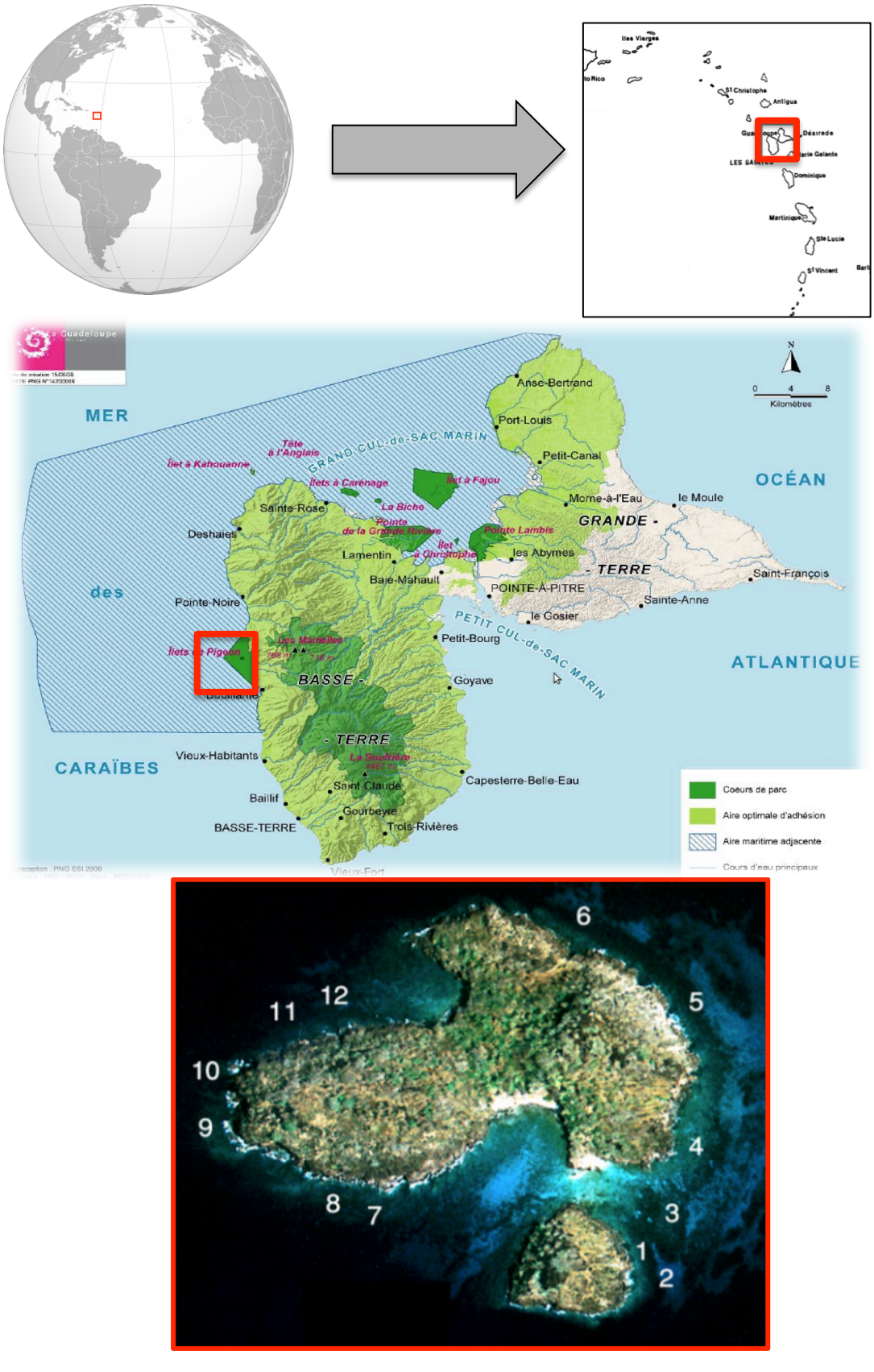


Figure 1 : Emplacement des îlets Pigeon en Guadeloupe et vue aérienne de ces derniers. Les numéros allant de 1 à 12 situent dans l'ordre l'emplacement des 12 quadrats. Les quadrats 1, 2, 3 et 4 sont situés dans le jardin de corail. Le 5 au niveau du tronc d'arbre. Le 6 au niveau de la bouée anticyclonique. Les 7 et 8 à côté des transects mis en place par C. et Y. Bouchon. Les 9, 10, 11 et 12 au niveau de l'aquarium.

Depuis 2012, ces quadrats sont photographiés deux fois par an, en saison sèche et humide pour pouvoir tenir compte des variations saisonnières possibles des communautés benthiques. Les prises de vue sont effectuées à l'aide d'un appareil numérique « Canon G 14 » abrité dans un caisson étanche. Afin de prendre des photographies planes et à distance constante du fond, l'appareil est fixé à un support en « PVC » qui vient s'emboiter sur les tiges délimitant les quadrats (Fig. 2). Plusieurs photographies sont prises consécutivement pour chaque quadrat, afin de retenir la plus correcte (cadrage et exposition).



Figure 2 : Dispositif mis en place pour les photographies des quadrats. Ce dernier comprend le support en PVC s'emboitant dans les tiges métalliques délimitant le quadrat. L'appareil photo placé dans le caisson étanche se positionne au dessus du support.

2.2. Traitement des données générées

2.2.1. Traitement des images

La meilleure photographie est sélectionnée pour chaque quadrat. Chaque photographie subit tout d'abord des corrections géométriques afin d'assurer son redressement dans le cadre initial de 80 X 60 cm, à l'aide du logiciel « Photoshop » (Adobe). Les clichés subissent également une amélioration de leur contraste et de leur chromie. Puis, sur chaque photographie, les surfaces occupées par les différents organismes benthiques fixés (Algues, coraux, éponges) sont mesurées à l'aide du logiciel « Image J ».

L'apparition de nouveaux organismes et le blanchissement éventuel des coraux sont également notés. Une fois que les calculs ont été effectués, les informations ont été entrées sous forme d'une base de données dans un tableur « Excel » afin de pouvoir établir, pour chaque organisme, ses tendances en fonction des années, des saisons et autres paramètres.

2.2.2. Traitement statistiques des données

Les données ont été traitées à l'aide du logiciel XLSTAT (Addinsoft^{TM}). Les échantillons étant de petite taille (12 quadrats), le traitement des données a fait appel à des tests relevant de la statistique non-paramétrique. Les comparaisons d'échantillons ont été réalisés grâce à l'analyse de variance de rangs pour échantillons appariés (test de Friedman), complétée, en cas de mise en évidence de différences statistiquement significatives, par des tests de comparaisons multiples entre les échantillons.

Par ailleurs, des tests de tendances sur les séries chronologiques ont été effectués en utilisant le coefficient de corrélations de rangs de Spearman. Enfin, sur ce type de données, après avoir vérifié que les séries sont stationnaires, des analyses spectrales ont été pratiquées pour rechercher d'éventuelles fluctuations d'ordre saisonnier.

3. Résultats

3.1. Composition de la communauté benthique

3.1.1. Composition globale de la communauté benthique

Les photos des différents quadrats étudiés, avec l'identification des différents groupes d'organismes benthiques, font l'objet de l'annexe 1. Les résultats quantitatifs concernant l'occupation du substrat par ces différents groupes sont représentés dans le tableau de l'annexe 2.

La figure 3 présente l'occupation du substrat par les différentes catégories d'organismes benthiques.

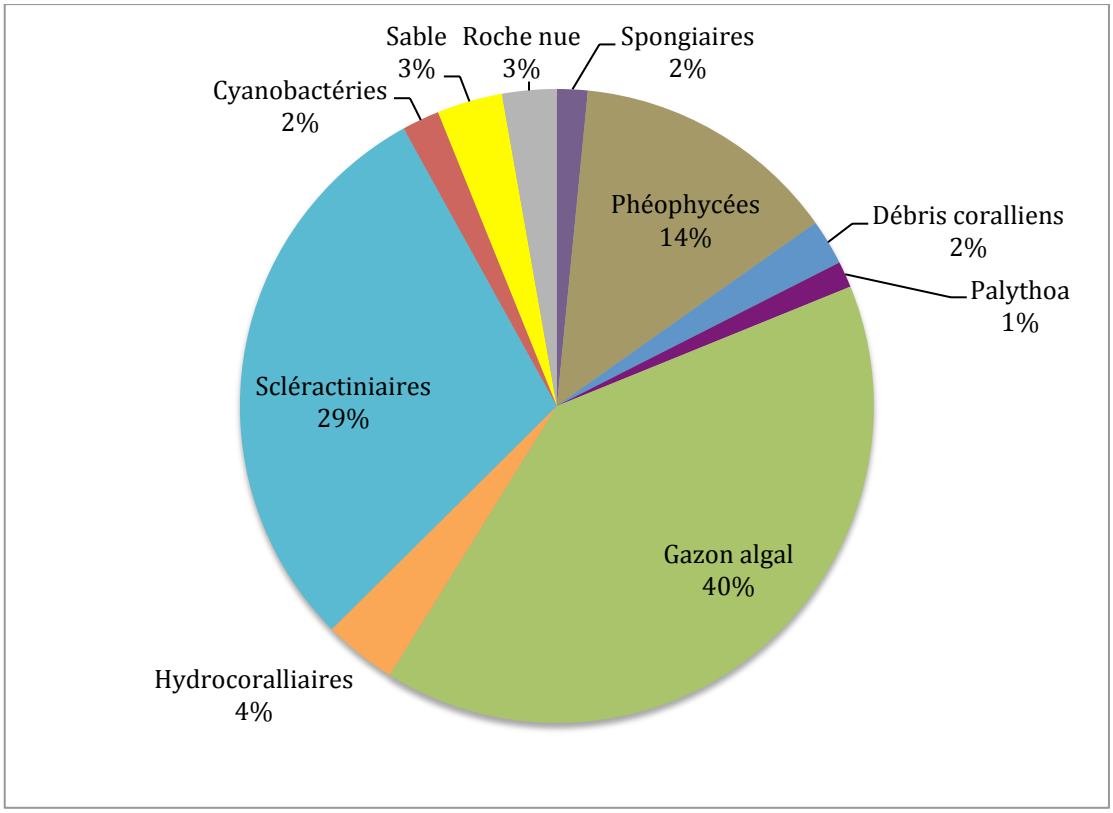


Figure 3 : Occupation des fonds par les différents groupes d'organismes benthiques (ensemble des quadrats et des années).

L'examen de la figure 3 montre que, par ordre d'importance décroissante, les principaux groupes d'organismes benthiques occupant le substrat sont : le gazon algal, les coraux Scléractiniaires et les Algues Brunes (Phéophycées).

Les coraux, espèces clés des communautés récifales, représentent donc le principal groupe d'animaux fixés. En y ajoutant les Hydrocorallaires, qui sont aussi des animaux bioconstructeurs, le recouvrement corallien, *sensu lato*, atteint 33 %.

3.1.2. Composition du peuplement corallien

Douze espèces différentes de coraux Scléractiniaires et une espèce d'Hydrocoralliaire colonisent les différents quadrats. La figure 4 montre la répartition de la richesse spécifique au sein des différents quadrats. Celle-ci atteint un maximum de 5 espèces de coraux pour les quadrats 3, 4, 5, 10 et 11. Tandis que le minimum est de 2 espèces de coraux pour les quadrats 6 et 8.

Le tableau 2 et la figure 5 représentent l'importance relative de ces différentes espèces de coraux pour l'ensemble des quadrats et des années étudiées.

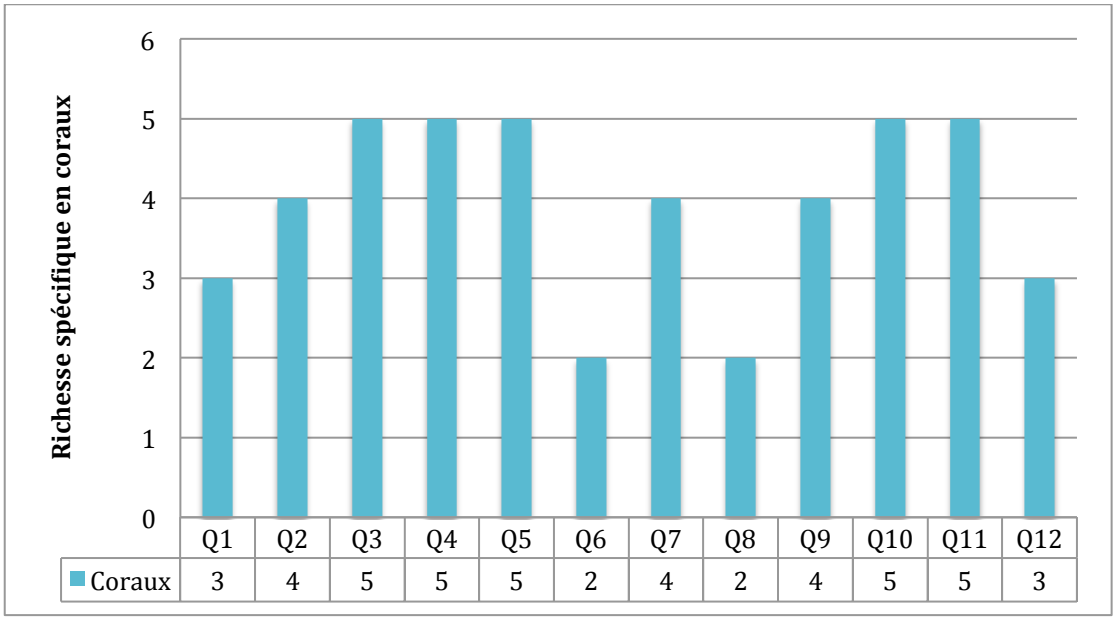


Figure 4 : Richesse spécifique corallienne dans les 12 quadrats.

Tableau 2 : Occurrence et pourcentage de recouvrement des différentes espèces de coraux présents dans l'ensemble des quadrats, par saison et par année.

Espèces de coraux	Occurence	% de recouvrement
Porites astreoides	11	29,37
Orbicella faveolata	8	23,58
Porites porites	3	10,00
Montastrea cavernosa	8	9,50
Millepora alcicornis	9	8,43
Siderastrea siderea	2	6,64
Orbicella annularis	5	6,38
Diploria labyrinthiformis	3	2,97
Diploria strigosa	2	1,62
Dendrogyra cylindrus	2	0,79
Meandrina meandrites	1	0,38
Agaricia agaricites	1	0,28
Madracis decactis	1	0,05

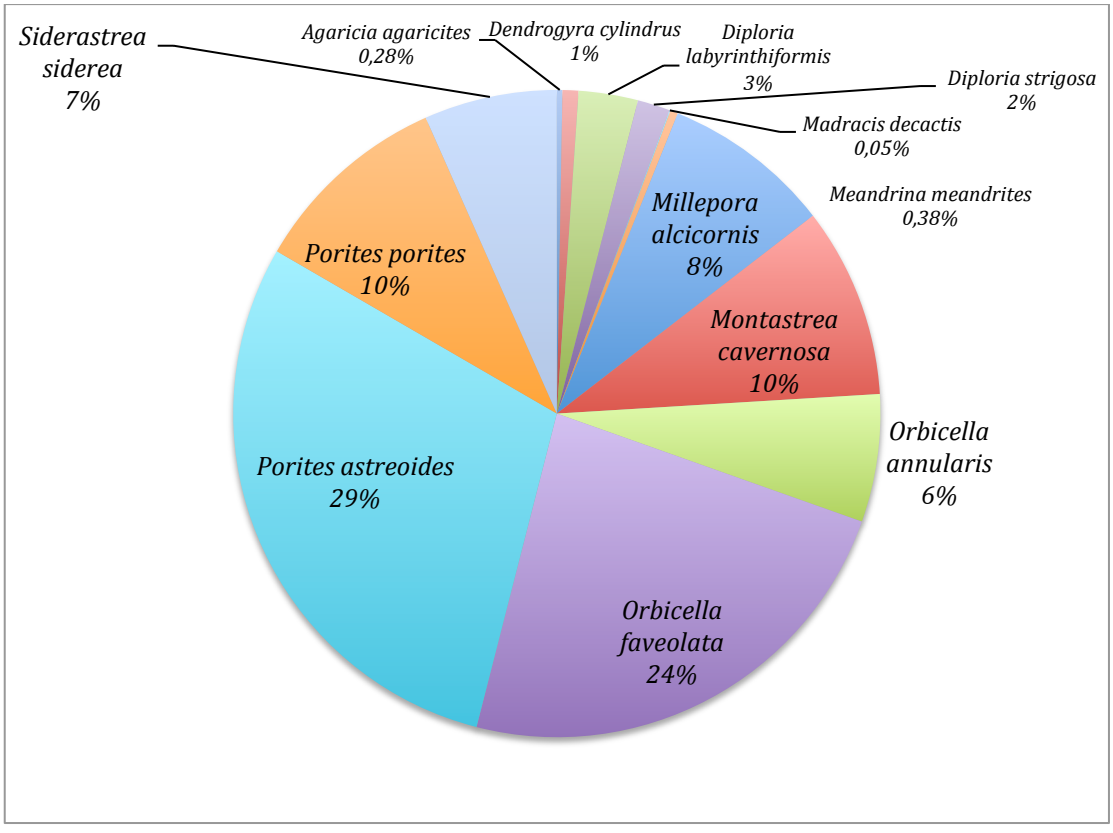
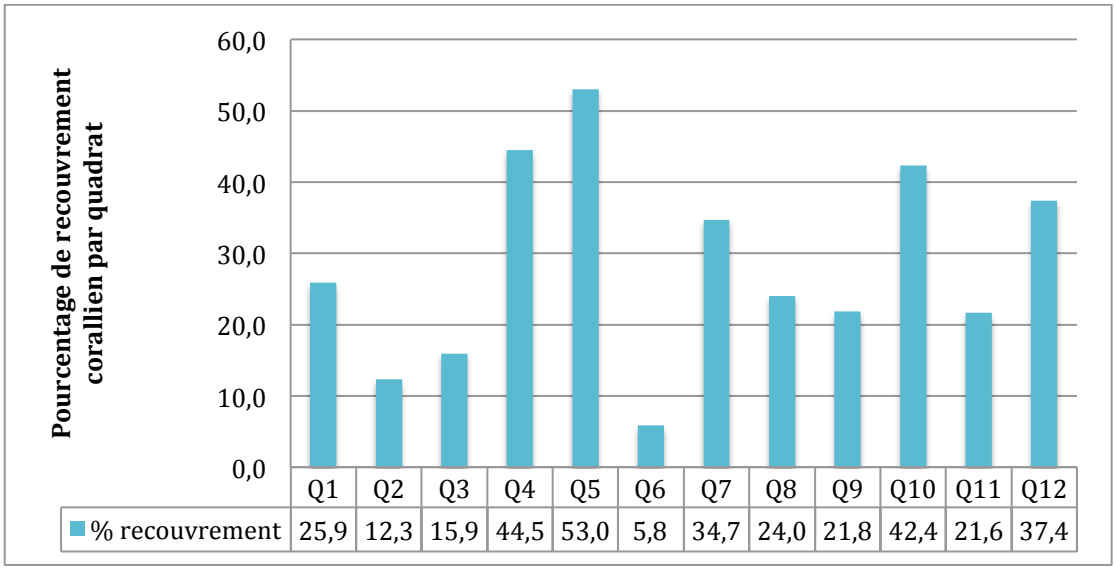


Figure 5 : Pourcentage de recouvrement corallien dans les 12 quadrats pour l'ensemble des années étudiées.

L'examen des ces données, montre que les espèces dominantes sont *Porites astreoides* et *Orbicella faveolata*. Ces deux espèces représentent 53 % du recouvrement corallien pour l'ensemble des quadrats.

La Figure 6 présente les pourcentages de recouvrement corallien dans les 12 quadrats. Le recouvrement maximal est de 53,0% pour le quadrat 5, tandis que le minimum est de 5,8% pour le quadrat 6. La moyenne est de 28,3% ± 9,50 pour l'ensemble des quadrats.



	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12
% recouvrement	25,9	12,3	15,9	44,5	53,0	5,8	34,7	24,0	21,8	42,4	21,6	37,4

Figure 6 : Pourcentage de recouvrement corallien dans les 12 quadrats.

3.2. Evolution temporelle des communautés benthiques dans les quadrats

3.2.1. Tendance pour l'ensemble de la communauté

Le tableau 3 présente l'évolution globale du recouvrement du substrat par les principaux groupes d'organismes benthiques au cours du temps. Une analyse de variance de rangs pour échantillons appariés (test de Friedman) du tableau 3 n'a pas permis de montrer de différence statistiquement significative pour ce qui concerne la composition quantitative globale de la communauté benthique au cours du temps ($Q = 2,370$; $p = 0,97$). De plus, des tests de tendances (par le coefficient de corrélation de Spearman) ont été effectués pour chaque groupe d'organismes benthiques afin de mettre en évidence de potentielles tendances évolutives à l'intérieur de ces groupes. Aucune tendance évolutive statistiquement significative n'a pu être décelée pour la majorité des groupes, à l'exception des Éponges qui se sont développées sur la période d'étude et les Cyanobactéries qui elles, ont régressé de façon marginalement significative.

Tableau 3 : Pourcentage de recouvrement des différents groupes d'organismes présents dans l'ensemble des quadrats, par saison et par année. Les deux dernières colonnes présentent les résultats des tendances (coefficients de corrélation de Spearman et « p values »). Les valeurs statistiquement significatives sont en « gras ».

Années	**2012**	**2012**	**2013**	**2013**	**2014**	**2014**	**2015**	**2015**	**2016**	**R2**	**p.value**	**Signe**
Saisons	**SS**	**SH**	**SS**	**SH**	**SS**	**SH**	**SS**	**SH**	**SS**			
Spongiaires	7,82	8,00	7,46	7,93	7,93	8,40	8,14	8,99	8,36	**0,783**	**0,017**	+
Débris coralliens	2,18	2,87	1,73	1,91	2,04	2,04	1,59	2,49	1,37	0,217	0,581	NS
Scléractiniaires	29,45	27,99	29,19	29,18	28,68	29,19	28,49	26,58	26,83	-0,467	0,213	NS
Phéophycées	11,50	13,28	14,77	16,97	12,14	9,99	13,01	13,68	15,77	0,583	0,108	NS
Hydrocoralliaires	3,11	1,89	2,00	2,35	2,29	3,07	2,72	2,97	3,03	0,267	0,493	NS
Roche nue	2,58	1,64	2,32	1,74	3,31	3,50	2,17	2,13	4,55	0,283	0,463	NS
Cyanobactéries	3,23	3,23	1,74	0,81	0,87	0,64	3,25	0,72	0,66	**-0,633**	**0,076**	-
Gazon algal	37,27	39,31	38,49	36,83	39,93	40,95	38,26	40,20	37,37	-0,550	0,133	NS
Sable	2,71	1,60	2,09	2,04	2,60	2,05	2,15	2,04	1,83	-0,250	0,521	NS
Zoanthaires	0,16	0,20	0,21	0,23	0,21	0,18	0,23	0,21	0,22	0,367	0,336	NS

3.2.2. Tendance évolutive du peuplement corallien

3.2.2.1. Évolution du recouvrement corallien

Le tableau 4 présente, l'évolution globale du recouvrement du substrat par chaque espèce de corail au cours du temps. Un test de Friedman n'a pas permis de montrer de différence statistiquement significative pour ce qui concerne l'évolution quantitative globale du peuplement corallien, pour ce qui concerne la dominance en couverture du substrat par les différentes espèces de coraux ($Q = 6,856$; $p = 0,55$). Des tests de tendance par le calcul du coefficient de corrélation de rangs de Spearman ont ensuite été effectué pour chaque espèce de corail afin de mettre en évidence leur évolution potentielle sur la période étudiée (Tab. 4).

Deux espèces se sont développées sur la période étudiée. Il s'agit de *Orbicella annularis* et de *Diploria strigosa*, toutes deux espèces massives, bioconstructrices. En revanche, trois espèces ont régressé de façon significative : *Diploria, labyrinthiformis, Dendrogyra cylindrus,* et *Porites porites. Meandrina meandrites* a également présenté un déclin plus faible qui est marginalement significatif. Parmi ces espèces, *Porites porites* est une espèce branchue qui présente normalement une instabilité supérieure aux trois autres espèces vis-à-vis des contraintes d'ordre mécanique (houle, courants, action des plongeurs).

La co-occurrence d'espèces qui se développent et d'autres qui régressent explique la stabilité globale du peuplement corallien sur la période d'étude. La pérennité d'un peuplement repose sur la croissance des individus adultes, leur mortalité éventuelle, mais également sur l'apparition de nouveaux effectifs (recrutement) censée compenser la mortalité. C'est pourquoi, il est intéressant d'examiner l'évolution du nombre de colonies de coraux présentes dans les quadrats. Ces données, ainsi que les résultats des tests de tendance effectués font l'objet du tableau 5.

Tableau 4 : Évolution temporelle du pourcentage de recouvrement des différentes espèces de coraux pour l'ensemble des quadrats. Les deux dernières colonnes présentent les résultats des tendances évolutives (coefficients de corrélation de Spearman et « p values »). Les valeurs statistiquement significatives sont en « gras ».

Années	**2012**	**2012**	**2013**	**2013**	**2014**	**2014**	**2015**	**2015**	**2016**	**R2**	**p.value**	**Signe**
Saisons	**SS**	**SH**	**SS**	**SH**	**SS**	**SH**	**SS**	**SH**	**SS**			
Agaricia agaricites	0,38	0,20	0,17	0,31	0,20	0,28	0,28	0,42	0,34	0,353	0,359	NS
Dendrogyra cylindrus	0,90	1,11	0,78	1,05	1,20	0,88	0,61	0,39	0,39	**-0,683**	**0,050**	**-**
Diploria labyrinthiformis	3,65	3,88	4,03	4,08	3,12	2,99	1,14	2,13	2,29	**-0,767**	**0,021**	**-**
Diploria strigosa	1,48	1,54	1,59	1,76	1,65	1,76	1,79	1,68	1,73	**0,686**	**0,050**	**+**
Madracis decactis	0,00	0,22	0,06	0,11	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	-0,514	0,162	NS
Meandrina meandrites	0,77	0,42	0,34	0,34	0,31	0,34	0,31	0,39	0,31	-0,638	0,067	NS
Millepora alcicornis	9,56	6,34	6,73	7,89	7,67	10,30	9,14	9,93	10,15	**0,617**	**0,086**	**+**
Montastrea cavernosa	10,00	8,85	9,72	9,85	10,45	10,20	9,10	10,25	9,22	0,117	0,776	NS
Orbicella annularis	5,08	6,03	6,11	6,49	5,52	7,66	7,40	7,04	7,68	**0,833**	**0,008**	**+**
Orbicella faveolata	22,02	23,52	25,64	24,63	24,52	25,11	25,11	23,79	23,35	0,092	0,810	NS
Porites astreoides	28,21	29,84	29,79	30,20	32,44	31,17	30,27	29,08	30,10	0,333	0,385	NS
Porites porites	11,23	12,52	12,86	12,39	9,63	10,36	9,75	6,56	6,81	**-0,817**	**0,011**	**-**
Siderastrea siderea	6,71	5,54	6,99	6,65	6,85	7,09	6,70	7,23	7,51	0,667	0,059	NS

3.2.2.2. Évolution des effectifs

Le tableau 5 montre l'évolution du nombre de colonies coralliennes présentes dans les quadrats. Un test de Friedman effectué sur ce tableau indique la présence d'une différence statistiquement significative pour ce qui concerne l'évolution globale des effectifs de coraux ($Q = 15,50$; $p = 0,03$). Les tests de comparaisons multiples effectués suite à cette analyse ne désignent pas d'échantillon particulier susceptible d'être responsable de cette hétérogénéité. Ces résultats montrent que le nombre de colonies coralliennes a varié de façon importante au cours du temps.

Des tests de tendance par le calcul du coefficient de corrélation de rangs de Spearman ont ensuite été réalisés pour les effectifs de chaque espèce de corail afin de mettre en évidence leur évolution potentielle sur la période d'étude (Tab. 5). D'une manière générale, l'examen du tableau 5 montre que, à l'exception de *Millepora alcicornis* et de *Porites porites*, l'ensemble des effectifs présentent des corrélations négatives (bien que pas toutes significatives). Les corrélations négatives statistiquement significatives ($p<0,05$) ou marginalement significatives ($p<0,07$) concernent *Diploria labyrinthiformis, D. strigosa, Orbicella faveolata, Montastrea cavernosa* et *Dendrogyra cylindrus*. Seul *Millepora alcicornis* présente une augmentation positive (marginalement significative) du nombre de ses colonies. Afin de compléter ces résultats, le recrutement de chaque espèce est mesuré sur l'ensemble des quadrats et des années.

3.2.2.3. Recrutement de juvéniles

Les tableaux 6 (a) et (b) présentent les espèces ayant recruté (colonies de taille ≤ 1 cm) pendant la période étudiée. Sur les 13 espèces coralliennes présentes, seules deux espèces ont présenté un recrutement entre les années 2012 et 2016 dans les quadrats étudiés. Il s'agit de *Porites astreoides* (14 recrues) et de *Millepora alcicornis* (22 recrues). Des tests de corrélations de rangs de Spearman sur les séries temporelles n'ont pas montré de tendances significatives sur l'évolution du recrutement de ces deux espèces.

Tableau 5 : Évolution temporelle des effectifs des différentes espèces de coraux pour l'ensemble des quadrats. Les deux dernières colonnes présentent les résultats des tendances évolutives (coefficients de corrélation de Spearman et « p values »). Les valeurs statistiquement significatives sont en « gras ».

Années	**2012**	**2012**	**2013**	**2013**	**2014**	**2014**	**2015**	**2015**	**2016**	**R2**	**p.value**	**Signe**
Saisons	**SS**	**SH**	**SS**	**SH**	**SS**	**SH**	**SS**	**SH**	**SS**			
Agaricia agaricites	1	1	1	1	1	1	1	1	1	NS	NS	NS
Dendrogyra cylindrus	3	6	4	3	3	3	3	1	2	**-0,767**	**0,017**	**-**
Diploria labyrinthiformis	4	4	5	5	3	3	4	2	2	**-0,713**	**0,037**	**-**
Diploria strigosa	3	3	2	3	3	3	2	2	2	-0,606	0,086	**-**
Madracis decactis	0	1	2	1	1	1	0	0	0	-0,456	0,213	**-**
Meandrina meandrites	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NS	NS	NS
Millepora alcicornis	17	19	21	26	21	21	20	33	23	0,644	0,067	+
Montastrea cavernosa	13	12	12	12	13	13	10	9	9	-0,650	0,067	-
Orbicella annularis	26	26	16	21	18	18	20	21	16	-0,509	0,162	-
Orbicella faveolata	19	20	21	17	19	12	14	13	10	**-0,837**	**0,006**	-
Porites astreoides	69	54	57	52	54	53	48	61	52	-0,487	0,178	-
Porites porites	14	17	14	17	27	28	13	21	25	0,403	0,291	+
Siderastrea siderea	2	2	2	2	2	2	2	2	2	NS	NS	NS

En regardant précisément les tableaux 6 (a) et 6 (b), il est possible de conclure sur le fait que le recrutement n'est pas le même pour chaque quadrat. En effet, chez *Millepora alcicornis* aucune recrue n'est observée dans les quadrats 5, 8, 11 et 12. De même, pour *Porites astreoides,* aucune recrue n'est observée pour les quadrats 3, 5, 6, 7, 9 et 12. Concernant le recrutement par année, pour *Millepora alcicornis* et *Porites astreoides*, aucun recrutement n'est observé pour les saisons sèche et humide de l'année 2012. De plus, pour la saison sèche de l'année 2013, aucune recrue n'a été relevée chez *P. astreoides.*

Tableau 6 (a) : Recrutement de l'année 2012 à 2016 par quadrat chez l'espèce *Millepora alcicornis ;* SS= saison sèche et SH= saison humide.

Années	Saisons	Quadrats												
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Total
2012	SS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
	SH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
2013	SS	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	**2**
	SH	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	**3**
2014	SS	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	**3**
	SH	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
2015	SS	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	**4**
	SH	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	**3**
2016	SS	1	1	1	0	0	1	0	0	2	0	0	0	**6**
	Total	**1**	**9**	**1**	**1**	**0**	**3**	**4**	**0**	**2**	**1**	**0**	**0**	22

Tableau 6 (b) : Recrutement de l'année 2012 à 2016 par quadrat chez l'espèce *Porites astreoides ;* SS= saison sèche et SH= saison humide

Années	Saisons	Quadrats												
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Total
2012	SS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
	SH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
2013	SS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
	SH	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	**3**
2014	SS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	**2**
	SH	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**2**
2015	SS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	**1**
	SH	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**
2016	SS	2	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	**5**
	Total	**4**	**3**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**2**	**2**	**0**	14

3.2.3. Le cas particulier des peuplements algaux

Contrairement aux autres grands groupes d'organismes étudiés, les peuplements algaux, représentés dans les quadrats par des Cyanobactéries, du gazon algal et de macroalgues brunes (Phéophycées) sont susceptibles de présenter des fluctuations saisonnières entre la saison fraîche et sèche et la saison chaude et humide. Aucun de ces trois groupes ne présente de tendance évolutive sur la période d'étude. Il est donc permis de rechercher directement sur les données brutes l'existence d'éventuelles variations saisonnières.

Des analyses spectrales ont donc été effectuées sur les séries temporelles associées aux recouvrements de ces guildes végétales. Préalablement à ces analyses spectrales, des tests de « bruit blanc » (kappa de Fisher et test de Kolmogorov) sont pratiqués afin de vérifier l'existence, au sein des séries, d'oscillations temporelles significativement différentes du bruit de fond aléatoire. Aucun de ces tests ne s'est révélé statistiquement significatif et par conséquent, les données concernant le recouvrement algal ne présentent pas de fluctuations d'ordre saisonnier.

3.2.4. Caractéristiques marquantes de l'évolution de différents quadrats

L'analyse individuelle de chaque quadrat, permet d'observer certains phénomènes intéressants :

- **quadrat 1** : un phénomène de blanchissement du corail *Orbicella faveolata* a été constaté en 2015. Ce phénomène s'est résorbé en 2016. Une régression du corail *Porites astreoides* a également été observée sur toute la période d'étude, causée par le développement de vers Annélide *Spirobranchus giganteus* présents dans le corail. Ce phénomène devrait conduire à la révision du statut de ce ver qui, d'espèce commensale, devrait plutôt être considéré comme parasite ;

- **quadrat 2** : au sein de ce quadrat, une mortalité soudaine du corail *Porites porites* est intervenue en 2013, remplacé par des débris coralliens et des algues ;

- **quadrat 3** : également dans ce quadrat, une forte mortalité du corail *Porites porites* a été constatée. En 2016, presque tous les coraux présents dans ce quadrat meurent à l'exception de *Porites astreoides* ;

- **quadrat 5** : dans le quadrat 5, le corail *Diploria labyrinthiformis* meurt en 2014. La même année, le corail *Orbicella faveolata* blanchit et la colonie récupère ses zooxanthelles (algues symbiotiques) en 2016 ;

- **quadrat 7** : une éponge non identifiée apparaît dans le quadrat à partir de l'année 2013 au détriment de la colonie corallienne de *Siderastrea siderea. Orbicella faveolata* disparaît en 2016 ;

- **quadrat 12** : dans ce quadrat, une augmentation du taux de nécrose du corail *Porites astreoides*, causée par les spirobranches, est observée tout au long de la période d'étude.

Enfin, aucun événement d'importance n'est à signaler au sein des autres quadrats sur la période étudiée.

4. Discussion

4.1. Composition de la communauté benthique

4.1.1. Composition globale de la communauté benthique

Les résultats obtenus à partir des photoquadrats sur la période de 2012 à 2016 ont montré que les principaux groupes d'organismes benthiques occupant les fonds étaient par ordre d'importance décroissante : le gazon algal, les coraux Scléractiniaires, les Algues Brunes (Phéophycées) et les éponges. Ces données peuvent être comparées aux résultats obtenus par la technique des transects linéaires (6 transects permanents de 10 m de long) par C. Bouchon, aux îlets Pigeon, sur la même période d'étude (annexe 3a). L'examen des figures présentées dans cette annexe montre que les groupes d'organismes dominants des communautés benthiques sont les mêmes et toujours dans le même ordre de dominance. En se référant aux résultats de Bouchon *et al.* (2008) concernant les années 2002 à 2006, ces résultats apparaissent comme étant stables dans le temps et généralisables aux communautés récifales de la Guadeloupe.

Les macroalgues, représentées dans la communauté récifale des îlets Pigeon par les Phéophycées, constituent un des principaux compétiteurs avec les coraux adultes pour l'occupation du substrat. La compétition avec les algues est également un facteur reconnu comme étant un facteur de mortalité par étouffement chez les jeunes coraux (Birkeland, 1977 ; Hodgson, 1990 ; Hunte et Wittenberg, 1992 ; Gilmour,

1999 ; Babcock et Smith, 2002 ; Penin, 2007) et est souvent la conséquence d'une eutrophisation du milieu (Bouchon *et al.,* 2006). Ce phénomène peut également être lié à une régression de l'abondance des herbivores. Les algues, en se développant, piègent les sédiments, freinant ainsi le recrutement des larves de coraux (Sato, 1985 ; Birrell *et al.,* 2005; Penin, 2007). Lorsque les coraux grandissent, leur résistance à la sédimentation, à la compétition avec les algues, ainsi qu'a la prédation, augmente aussi (Loya, 1976 ; Brock, 1979 ; Babcock, 1985 ; Hughes et Connell, 1987 ; Fitzhardinge, 1988 ; Smith, 1992 ; Penin, 2007).

Les pourcentages moyens de recouvrement de Scléractiniaires *stricto sensu* (espèces clés des communautés récifales) sur la période étudiée varient de 27 à 29% au sein des photoquadrats et de 17% à 24% pour les transects. La différence constatée entre les taux de recouvrement obtenus à partir des photoquadrats et des transects peut être expliquée par le fait que la technique des transects linéaires a tendance à sous-estimer la couverture corallienne (Nakajima *et al.,* 2010). De plus, la mise en place de transects fixes a été effectuée de manière aléatoire, sans présumer de la présence de coraux ou non sur leur parcours. Le choix des photoquadrats a volontairement inclus un maximum de coraux, puisque le but de l'étude était de suivre tout particulièrement l'évolution temporelle de ces organismes. Ces considérations peuvent expliquer les variations observées, au niveau spatial entre les recouvrements coralliens obtenus avec ces deux techniques.

4.1.2. Composition du peuplement corallien

Concernant le nombre d'espèces de coraux présents sur l'ensemble des quadrats, celui-ci atteint 13 espèces de coraux, dont une espèce d'Hydrocoralliaire. Ce nombre représente environ 30 % des 38 espèces présents sur les îlets Pigeon (Bouchon-Navaro et Bouchon, 2000). Sur les 6 transects de 10 m de C. Bouchon, au cours de la même période d'étude, 14 espèces de coraux, dont deux espèces d'Hydrocoralliaires sont présentes.

Ainsi, la richesse spécifique observée sur les 12 quadrats est similaire. Cependant, il est important de préciser que 4 des 15 espèces présentes sur les transects n'apparaissent pas dans les quadrats. Inversement, 2 des 13 espèces présentes dans les photoquadrats sont absentes des transects. Ainsi, les quadrats et les transects partagent 11 espèces communes.

En considérant le pourcentage de recouvrement de chaque espèce du peuplement corallien, il apparaît que l'espèce dominante est la même sur les transects ainsi que sur les photoquadrats. Il s'agit *Porites astreoides* (40% sur transect et 29,4% sur photoquadrat). Ces résultats pourraient s'expliquer par le fait que *Porites astreoides* est l'espèce dominante des peuplements coralliens de la Caraïbe, que ce soit dans les Petites Antilles (Bouchon, com.pers.), en Floride, dans les Bahamas, et dans les Bermudes (Sterrer, 1986). Cette espèce ubiquiste des récifs de la région caraïbe, pourrait devoir son succès à un modèle évolutif de type r (MacArthur et Wilson, 1967). En effet, cette espèce est caractérisée par une forte fécondité (grande descendance), ainsi que par une capacité de recrutement élevée et une bonne résistance aux contraintes environnementales.

Les phénomènes de blanchissement corallien se produisent à partir d'une élévation de la température au-dessus du seuil de 30° C, sur une longue période (Morgan *et al.,* 2005). Il semblerait que *Porites astreoides* soit relativement tolérante aux fluctuations de température, mais surtout que l'espèce présente une faculté de récupération élevée après un phénomène de blanchissement (Bouchon, com.pers.). Compte tenu du réchauffement climatique actuel, il est envisageable que d'ici quelques années, *P. astreoides* constitue une des rares espèces capables de s'adapter au changement climatique.

4.2. Evolution temporelle de la communauté benthique et corallienne

4.2.1. Tendance pour l'ensemble de la communauté

Aucune différence statistiquement significative n'a été trouvée concernant l'évolution temporelle de la structure quantitative globale de la communauté benthique dans les quadrats. Cela signifie que l'ordre de dominance des différents groupes d'organismes constituant cette communauté benthique est resté stable sur la période d'étude, de 2012 à 2016.

Cependant, lorsqu'une recherche de tendance est effectuée sur chacun des groupes d'organismes, il apparaît que les Spongiaires augmentent de façon statistiquement significative tout au long de la période d'étude. Ce phénomène peut avoir des causes contradictoires. Certaines éponges sont des bioindicateurs de pollution par la matière organique et leur développement peut traduire une

augmentation de la pollution du site. En revanche, d'autres espèces récifales sont des indicateurs d'eaux saines (Alcolado et Herrera-Moreno, 1987). Pour ce qui concerne les Cyanobactéries, leur diminution est plutôt indicatrice d'une amélioration des conditions du milieu en terme de pollution (Bruun, 2012).

4.2.2. Tendance évolutive du peuplement corallien

Aucune différence statistiquement significative n'a été trouvée non plus en ce qui concerne l'évolution temporelle du recouvrement corallien global de la communauté benthique. Le pourcentage de recouvrement des communautés coralliennes des Îlet Pigeon est resté stable de 2012 à 2016, avec une moyenne de 28,3 ± 9,5%. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par la méthode des transects par C. Bouchon. Le peuplement corallien des ilets Pigeon semble donc être resté stable de 2012 à 2016.

Cependant, lorsque des tendances évolutives sont recherchées, espèce par espèce, le taux de recouvrement de certaines a régressé, alors que d'autres ont vu leur recouvrement augmenter au cours de la période d'étude. La combinaison de ces tendances négatives et positives qui se compensent, explique la stabilité globale de la couverture corallienne. Les espèces ayant poussé sont de type massif (*Orbicella annularis, Diploria strigosa),* tandis que celles ayant régressé sont plutôt de type branchu ou digité (*Porites porites, Dendrogyra cylindrus*). Ces dernières sont plus sensibles que les espèces massives aux contraintes d'ordre mécanique (houle, courants, palmes de plongeurs). En effet, en terme de structure et d'assemblage des communautés coralliennes, les espèces branchues étant fragiles et vulnérables, ces dernières se réfugient plutôt dans les zones moins exposées aux vagues et aux dégâts que celles-ci peuvent engendrer. De même, les espèces massives sont plus ubiquistes, puisqu'elles résistent aux fortes houles et événements de type cyclonique, (Heron *et al.,* 2008).

Les résultats concernant les effectifs de coraux présentent, quant à eux, une forte hétérogénéité d'une période temporelle à l'autre. Les effectifs de deux espèces augmentent et ceux de sept d'entre elles diminuent sur la période d'étude. La stabilité du peuplement corallien pour ce qui concerne l'occupation du substrat provient de la croissance des colonies pérennes sur la période. Malgré les fluctuations importantes des effectifs considérés espèce par espèce, un test de tendance effectué sur l'évolution

globale des effectifs n'a pas montré d'évolution statistiquement significative sur la période d'étude.

Un aspect important de l'évolution des peuplements coralliens est celui du recrutement de jeunes colonies. Parmi les 13 espèces présentes dans les quadrats, seules deux d'entre elles ont présenté un recrutement sur cette période de quatre ans. Il s'agit de *Porites astreoides* (14) et de *Millepora alcicornis* (22). Ces résultats apparaissent inquiétants quant à la survie à long terme des peuplements coralliens, puisque le recrutement est censé compenser la mortalité. Toutefois, des tests de tendance n'ont pas montré de diminution (ni d'augmentation) significative du recrutement de ces deux espèces sur la période étudiée. En comparant avec les résultats de C. Bouchon obtenus à partir de bandes-transects de 30 m^2, il est possible de constater que les deux espèces ayant le plus fort taux de recrutement sur la même période d'étude sont également *Porites astreoides* (86) et *Millepora alcicornis* (5).

Toutefois, sur les transects, 16 autres espèces coralliennes recrutent. La surface totale des 12 quadrats étant de 5,8 m^2, les résultats obtenus à partir de deux techniques ne sont pas comparables quant à la richesse spécifique du recrutement, dans la mesure où celui-ci est directement lié à la surface échantillonnée (loi de MacArthur et Wilson, 1967).

4.2.3. Cas particulier des peuplements algaux

En ce qui concerne les peuplements algaux présents dans les quadrats, aucune tendance évolutive significative n'a été mise en évidence sur la période d'étude. Le taux de macroalgues, essentiellement dominées par des *Dyctiota* (Phéophycées) varie de 10 % à 17%, ce qui est relativement élevé sur un récif corallien antillais et traduit une eutrophisation du milieu (Bouchon *et al.,* 2008).

En revanche, la régression du recouvrement en Cyanobactéries (indicatrices d'un taux élevé de matière organique) au long de la période étudiée est plutôt un bon signe. En effet, leur développement est généralement lié à des apports de nitrates, phosphates, matière organique et également à l'augmentation de la température qui favorise le métabolisme de ces Cyanobactéries. Les deux phénomènes interviennent de façon concomittante pendant la saison chaude et humide (Bouchon-Navaro et Bouchon, 2000 ; Bouchon *et al.*, 2006).

4.3. Critique de la technique des photoquadrats

De manière générale la technique des photoquadrats utilisée pour suivre l'évolution des communautés coralliennes aux Îlets Pigeon a donné de bons résultats. Ceux-ci concordent globalement avec les résultats des études par transects réalisées par C. Bouchon, sur la même période. De plus, selon Nakajima *et al.,* en 2010, la méthode des photoquadrats serait plus performante que celle des transect pour ce qui concerne l'estimation du recouvrement corallien. Elle présente également l'intérêt de pouvoir être mise en œuvre sur le terrain par un personnel qui ne soit pas forcément apte a identifier les organismes directement en plongée. Elle permet également de conserver l'information brute sous forme d'une banque photographique pérenne.

Toutefois la technique des photoquadrats présente certains inconénients :

1) si la photographie n'est pas prise strictement à la verticale et rigoureusement centrée sur le quadrat, cela entraîne des déformations géométriques, dont le redressement (indispensable) peut demander beaucoup de temps dans un logiciel spécialisé. Chaque photographie devant être ramenée à une échelle commune et projetée dans un système orthonormé pour permettre leur comparaison ;

2) les photographies doivent comporter suffisament d'information dans les ombres pour permettre l'identification de tous les organismes présents. Cela entraîne des problèmes techniques quant à l'éclairage des quadrats qui devrait rester identique à chaque prise de vue ;

3) le relevé du contour de chaque organisme présent sur la photographie (nécessaire au calcul de sa surface) prend beaucoup de temps.

4) enfin, les surfaces sont calculées à partir d'une projection plane. Pour les espèces présentant un important développement en hauteur (par exemple les espèces branchues), cette technique entraîne un biais qui peut être important. L'appréciation des volumes ferait appel, au minimum, à une prise de vue stéréographique et à un traitement d'image très lourd pour réconstituer les volumes des organismes (en 3D) (Bythel et al., 2001). Toutefois, la dynamique des peuplements benthiques récifaux (but du présent système de suivi mis en place) se traduit principalement par une compétition pour l'occupation du substrat. L'observation d'image plane constitue donc un bon estimateur pour le suivi de ce type de phénomène.

5. Apport des photoquadrats pour la gestion de l'environnement des îlets Pigeon

Le réseau de photoquadrats mis en place par le parc National de la Guadeloupe se révèle être un système efficace et précis pour le suivi à long terme de l'évolution des communautés benthiques des îlets Pigeon. Cependant, il apparaît être mal adapté pour ce qui concerne l'identification de l'impact de nuisances éventuelles liées à la fréquentation de la zone. En effet, des corrélations éventuelles ont été recherchées entre les données extraites des quadrats et la carte de fréquentation des îlets établie par le Parc National (Fig. 7). La carte s'est révélée trop sommaire pour pouvoir être utilisée dans ce but.

Pour ce qui concerne ces activités touristiques, il ne semble pas que les activités de surface (kayak, bouées tractées, passage des bateaux) puissent avoir un impact sur les communautés benthiques fixées. En revanche, les activités de « PMT » et de plongée peuvent entraîner des impacts par friction ou par choc sur les organismes benthiques qui sont plus ou moins sensibles à ce type d'agression. Le quadrat n°2 où les coraux branchus (*Porites porites*) ont subit une régression est situé dans une zone de fréquentation importante. Cela ne peut tout de même pas être considéré comme une preuve de l'impact des plongeurs.

6. Conclusions

Le but de cette étude était, d'une part, d'exploiter les résultats du dispositif d'étude à long terme des communautés benthiques des îlets Pigeon et d'autre part, d'évaluer l'adéquation des données obtenues avec cet objectif. Les résultats du présent travail ont démontré l'efficacité du dispositif mis en place par le National de la Guadeloupe en 2012.

À la suite de cette étude, le Parc National dispose d'une banque de données de photographies recalées géométriquement et projetées dans un référentiel commun. Cette banque d'image est accompagnée par une banque de données réalisée sur tableur Excel de la totalité des informations concernant les organismes benthiques présents dans ces quadrats, ainsi que sur leur évolution temporelle. Un stage de formation du personnel du parc à l'utilisation de ces deux banques de données et au traitement de ce type d'images est prévu.

Dans la perspective d'améliorer ce réseau, dans le cas où le parc désirerait affiner la précision de ces résultats, la solution serait de mettre en place de nouveaux quadrats autour des îlets. Il serait alors nécessaire de prendre en considération l'augmentation de charge de travail que cela impliquerait, tant en plongée, qu'en traitement d'images et interprétation des résultats.

Par ailleurs, il serait intéressant d'associer au suivi de ce réseau des mesures de facteurs physiques de l'environnement (température, houle, courants, éclairement), d'indicateurs de pollution (matières organiques, nitrates, phosphates…) et de facteurs biotiques (pression d'herbivorie au niveau des quadrats). Ce type de mesure pourraît faciliter l'interprétation des changements obervés dans les communautés benthiques, dans le cadre d'une meilleure gestion de cette aire marine protégée.

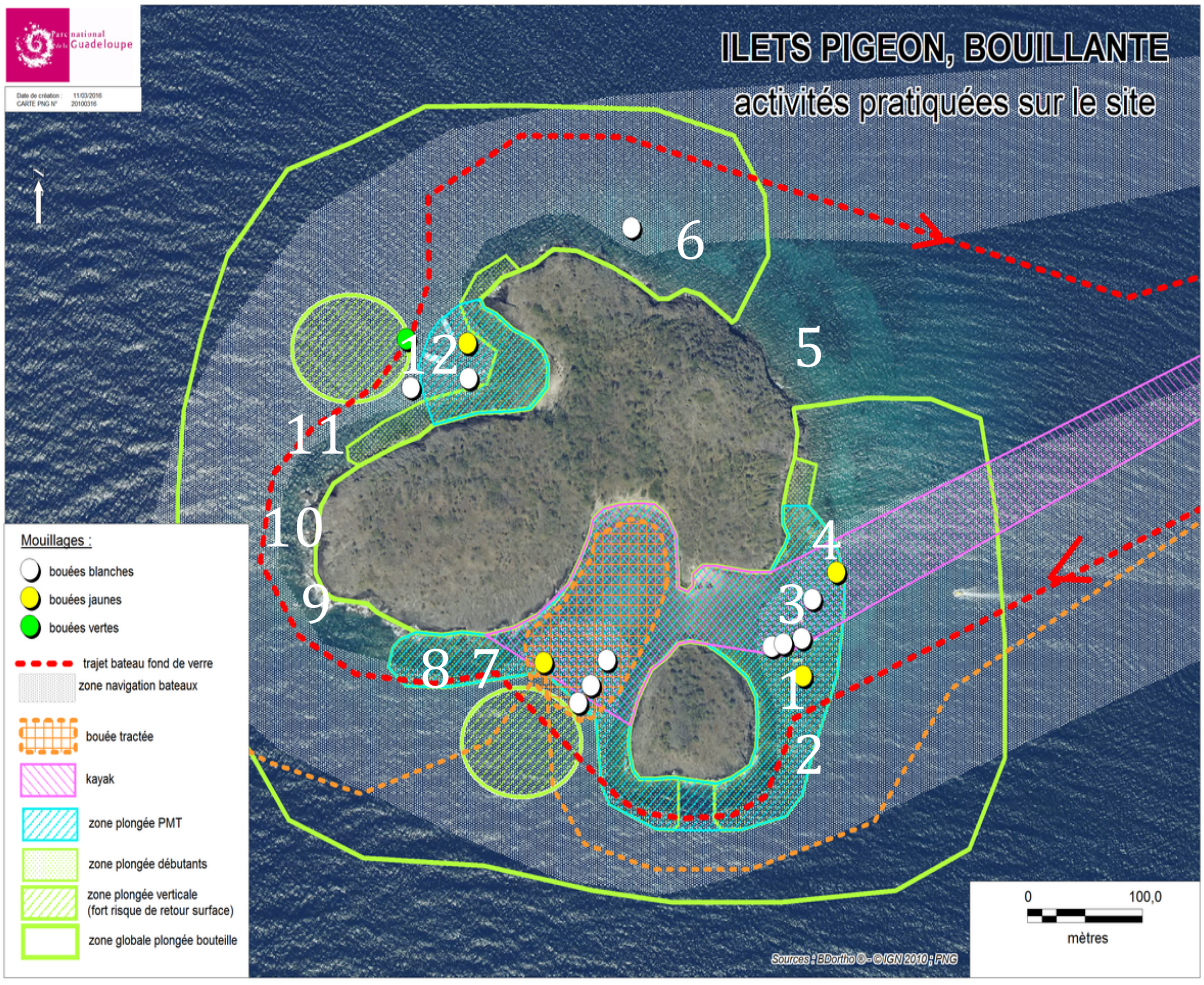


Figure 7 : Carte des activités pratiquées sur le site des îlets Pigeon avec la numérotation des 12 quadrats (S. MEGE, Parc National de Guadeloupe).

7. Références bibliographiques

Alcolado, P.M, et Herrera-Moreno, A. (1987). Efectos de la contaminación sobre las comunidades de esponjas en el litoral de La Habana, Cuba. Reporte de investigacion del instituto de oceanologia, 68, 22.

Babcock, R.C., et Smith, L. (2002). Effects of sedimentation on coral settlement and survivorship. *In*: Proceedings of the 9th International Coral Reef Symposium, Bali, 1, 245-248.

Babcock, R.C. (1985). Growth and mortality in juvenile corals (*Goniastrea, Platygyra* and *Acropora)*: the first year. In: Proceedings 5th Int. Coral Reef Congress, Tahiti, 4, 355–360.

Baums, I.B. (2008). A restoration genetics guide for coral reef conservation. *Molecular Ecology*, 17 (12), 2796–2811.

Baums, I.B., Johnson, M.E., Devlin-Durante, M.K., et Miller, M.W. (2010). Host population genetic structure and zooxanthellae diversity of two reef-building coral species along the Florida Reef Tract and wider Caribbean. *Coral Reefs,* 29 (4), 835–842.

Bellwood, D.R., Hughes, T.P., Folke, C., et Nystrom, M. (2004). Confronting the coral reef crisis. *Nature,* 429, 827–833.

Birkeland, C.E. (1977) The importance of rate of biomass accumulation in early successional stages of benthic communities to the survival of coral recruits. In: Taylor, D.L. (Ed.). Proceedings of the 3rd International Coral Reef Symposium, Miami, Florida, 1, 15–21.

Birkeland, C. (1985). Ecological interactions between tropical coastal ecosystems. *UNEP Regional Seas Reports and Studies*, 73, 1–26.

Birkeland, C. (1997a). Life and Death of Coral reefs. *In*: Chapman and Hall, New York, 536 pp.

Birkeland, C. (1997b). Disposable income in Asia a new and powerful external pressure against sustainability of coral reef resources on Pacific islands. *Reef Encounter*, 22, 9–13.

Birrell, C.L., McCook, L.J., et Willis, B.L. (2005). Effects of algal turfs and sediment on coral settlement. *Marine Pollution Bulletin,* 51, 408–414.

Bouchon-Navaro, Y., et Bouchon, C. (2000). Dossier de création de la réserve marine et terrestre des îlets Pigeon, I., Présentation générale et milieu marin, 71 pp.

Bouchon, C., Portillo, P., Louis M., Mazéas F., et Bouchon-Navaro, Y. (2008). Évolution récente des récifs coralliens des îles de la Guadeloupe et de Saint-Barthélemy. *Revue d'écologie (Terre Vie*), 66, 45–65.

Bowden-Kerby, A., et Carne, L. (2012). Thermal Tolerance as a factor in Caribbean *Acropora* Restoration. Proceedings of the twelfth international coral reef symposium, 5 pp.

Brock, R. (1979). An experimental study on the effects of grazing by parrotfishes and role of refuges in benthic community structure. *Marine Biology*, 51, 381–388.

Brown, E., Cox, E., Jokiel, P., Rodgers, K., Smith, W., Tissot, B., Coles, S., et Hultquist, J. (2004). Development of benthic sampling methods for the Coral Reef Assessment and Monitoring Program (CRAMP) in Hawaii. *Pacific Science*, 58 (2), 145–158.

Bruun, K., (2012). Algae can function as indicators of water pollution. *Waterline*.

Buddemeier, R.W., (1996). Groundwater Discharge in Coastal Zone: Proceedings of an International Symposium. *LOICZ Reports and Studies*, 8, 179.

Burke, L., Reytar, K., Spalding, M., et Perry, A. (2011). Reefs at risk revisited. World Resources Institute, 114 pp.

Bythell, J., Pan, P., Lee, J. (2001). Three-dimensional morphometric measurements of reef corals using underwater photogrammetry techniques. *Coral Reefs*, 20, 193–199.

Carpenter, K., Abrar, M., et Aeby, G. (2008). One-third of reef-building corals face elevated extinction risk from climate change and local impacts. *Science,* 321, 560–563.

Connell, J.H. (1978). Diversity in Tropical Rain Forests and Coral Reefs. *Science*, 199,1302–1310.

Dumas, P., Bertaud, A., Peignon, C., Léopold, M., et Pelletier, D. (2009). A "quick and clean" photographic method for the description of coral reef habitats. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 368, 161–168.

Fitzhardinge, R. (1988). Coral recruitment: The importance of interspecific differences in juvenile growth and mortality. In: Proceedings of the 6th International Coral Reef Symposium, Townsville, Australia, 2, 673-678

Forrester, G.E., Baily, P., Forrester, L.M., Giovannini, S., Harmon, L., Karis, R., Krumholz, J., O'Connell-Rodwell, C., et Rodwell, T. (2011). Evaluating methods for transplanting endangered elkhorn corals in the Virgin Islands. *Restoration Ecology,* 19 (3), 299–306.

Galzin, R., Lecchini, D., Lison de Loma, T., Moritz, C., Parravicini, V., et Siu, G. (2016). Long term monitoring of coral and fish assemblages (1983-2014) in Tiahura reefs, Moorea, French Polynesia. *Cybium.* To be print.

Gardner, T.A., Cote, I.M., Gill, J.G., Grant, A., et Watkinson, A.R. (2003). Long-term region-wide declines in Caribbean corals. *Science,* 301, 958-960.

Gilmour, J.P. (1999). Experimental investigation into the effects of suspended sediment on fertilisation, larval survival and settlement in a scleractinian coral. *Marine Biology*, 135, 451–462.

Goreau, T.F. (1959). The physiology of skeleton formation in corals, a method for measuring the rate of calcium deposition by corals under different conditions. Biology Bulletin, 116, 59–75.

Heron, S., Morgan, J., Eakin, M., et Skirving, W. (2005). Hurricanes and their effects on coral reefs. In: Status of Caribbean Coral Reefs after Bleaching and Hurricanes, Wilkinson, C., et Souter, D., (Ed.), Townsville, Global Coral Reef Monitoring Network.

Hodgson, G. (1999). A global assessment of human effects on coral reefs. *Marine Pollution Bulletin*, 38, 345–355.

Hodgson, G. (1990). Sediment and the settlement of larvae of the reef coral *Pocillopora damicornis*. *Coral Reefs,* 9, 41–43.

Hodgson, G., et Liebeler, J. (2002). The global Coral Reef Crisis: Trends and Solutions. Reef Check foundation, 77 pp.

Hoegh-Guldberg, O., Mumby, P.J., et Hooten, A.J. (2007). Coral reefs under rapid climate change and ocean acidification. *Science,* 318, 1737–1742.

Hoegh-Guldberg, O., et Bruno, J.F. (2010). The impact of climate change on the world's marine ecosystems. *Science,* 328, 1523- 1528.

Hughes, T.P., Baird, A.H., et Bellwood, D.R. (2003). Climate change, impacts, and the resilience of coral reefs. *Science*, 301, 929–933.

Hughes, T.P., et Connell, J.H. (1987). Population dynamics based on size or age? A reef-coral analysis. *The American Naturalist*, 129 (6), 818–829.

Hughes, T.P., et Connell, J.H. (1999). Multiple Stressors on Coral Reefs: a Long-

Term Perspective. *Limnology and Oceanography*, 44 (3), 932–940.
Hunte, W., et Wittenberg, M. (1992). Effects of eutrophication and sedimentation on juvenile corals. II. Settlement. *Marine Biology*, 114, 625-631.
Jackson, J.B.C. (2001). What was natural in the coastral oceans ? *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 98 (10), 5411–5418.
Jackson, J., Donovan, M., Cramer, K., et Lam, V. (2014). Status and Trends of Caribbean Coral Reefs: 1970-2012. Global Coral Reef Monitoring Network & IUCN, Washington DC, USA, 306 pp.
Jones, G.P., et Syms, C. (1998). Disturbance, habitat structure and the ecology of fishes on coral reefs. *Austral Ecology*, 23 (3), 287–297.
Knowlton, N. (2001). The future of coral reefs. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 98 (10), 5419–5425.
Lam, K., Shin, P.K.S., Bradbeer, R., Randall, D., Ku, K.K.K., Hodgson, P., et Cheung, S.G. (2006). A Comparison of Video and Point Intercept Transect Methods for Monitoring Subtropical Coral Communities. *Journal of Experimntal Marine Biology and Ecology*, 333 (1), 115–128.
Loya, Y. (1976). Settlement, mortality and recruitment of a Red Sea scleractinian coral population. *In*: Loya Y (Ed.) Coelenterate ecology and behavior. Plenum, New York, 89-99.
McAllister, D.E. (1991). What is the status of the world's coral reef fishes? *Sea Wind*, 5, 14–18.
MacArthur, R., et Wilson, E.O. (1967). The theory of island biogeography. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA, 224 pp.
Moberg, F., et Folke, C. (1999). Ecological goods and services of coral reef ecosystems. *Ecology and Economy,* 29, 215–233.
Morgan, J., Heron, S., et Eakin, M. (2005). The 2005 Bleaching Event: Coral-List Log. *In*: Status of Caribbean Coral Reefs after Bleaching and Hurricanes, Wilkinson, C., et Souter, D., (Ed.), Townsville, Global Coral Reef Monitoring Network.
Muller-Parker, G., et D'Elia, C.F. (1997). Interactions between corals and their symbiotic algae. *In*: Birkeland, C. (Ed.), Life and Death of Coral Reefs. Chapman and Hall, New York, 96–112.
Muscatine, L. (1990). The role of symbiotic algae in carbon and energy flux in reef corals. *In*: Dubinsky, Z. (Ed.), Ecosystems of the world, 25, Coral reefs. Elsevier, New York, 75–84.
Nakajima, R., Nakayama, A., Yoshida, T., Kushairi, M.R.M., Othman, B.H.R., et Toda, T. (2010). An evaluation of photo line-intercept transect (PLIT) method for coral reef monitoring. Galaxea, *Journal of Coral Reef Studies,* 12, 37–44**.**
Odum, H.T., et Odum, E.P. (1955). Trophic structure and pro- ductivity of a windward coral reef community on Eniwetok Atoll. *Ecological Monographs*, 25, 291–320.
Ogden, J.C. 1988. The influence of adjacent systems on the structure and function of coral reefs. Proceedings of the 6th International Coral Reef Symposiumn, 1.
Ogden, J.C. (1998). ISRS Statement on Bleaching. *Reef Encounter*, 24, 19–20.
Pandolfi, J.M., Bradbury, R.H., et Sala, E., (2003). Global trajectories of the longterm decline of coral reef ecosystems. *Science,* 301, 955–958.
Parravicini, V., Kulbicki, M., Bellwood, D. R., Friedlander, A. M., Arias-Gonzalez, J. E., Chabanet, P., Floeter, S. R., Myers, R., Vigliola, L., D'Agata, S., et Mouillot, D. (2013), Global patterns and predictors of tropical reef sh species richness. *Ecography*, 36, 1254-1262.

Penin, L. (2007). Maintien des populations de coraux Scléractiniaires en milieu insulaire fragmenté (archipel de la Société, Polynésie francaise) : influence du recrutement et de la mortalité post- fixation. Biodiversité et Ecologie. Université Pierre et Marie Curie - Paris VI. Thèse, 211 pp.

Roberts, C.M., et Ormond, R.F.G. (1987). Habitat complexity and coral reef fish diversity and abundance on Red Sea fringing reefs. *Marine Ecology Progress Series*, 41, 1–8.

Sato, M. (1985). Mortality and growth of juvenile coral *Pocillopora damicornis* (Linnaeus). *Coral Reefs,* 4, 27-33.

Schlacher, T.A., Stark, J., et Fischer, A.B.P. (2007). Evaluation of artificial light regimes and substrate types for aquaria propagation of the staghorn coral *Acropora solitaryensis*. *Aquaculture,* 269, 278-289.

Smantz, A.M. (2002). Nutrient enrichment on coral reefs: is it a major cause of coral reef decline? *Estuaries*, 25 (4), 743-766.

Smith, S.R. (1992). Patterns of coral recruitment and post-settlement mortality on Bermuda's reefs: comparisons to Carribean and Pacific reefs. *American Zoologist,* 32, 663-673.

Smith, S.V. (1978). Coral-reef area and the contribution of reefs to processes and resources of the world's oceans. *Nature,* 273, 225–226.

Sterrer, W. (1986). Marine Fauna and Flora of Bermuda a Systematic Guide to the identification of Marine Organisms. New York : John Wiley and sons, 159–184.

Sterrer, W. (1992). Bermuda's marine Life. Bermuda. *Island Press*, 18, 52–54.

Wiebe, W.J. (1988). Coral reef energetics. *In*: Pomeroy, L.R., Alberts, J.J. (Ed.), Concepts of Ecosystem Ecology. Springer Verlag, New York, 231–245.

Wilkinson, C. (2008). Status of Coral Reefs of the World. Global Coral Reef Monitoring Network and Reef and Rainforest Research Centre, 304 pp.

Wilkinson, C. (2004). Executive summary. *In*: Wilkinson, C. (Ed.), Status of Coral Reefs of the World. *Australian Institute of Marine Science*, 1, 7–66.

Wilkinson, C.R. (2000). Worldwide coral reef bleaching and mortality during 1998: a global change warning for the new millennium? *In*: Seas of the Millennium: An Environmental Evaluation, Global Issues and Processes, Sheppard C., (Ed.) Elsevier, Amsterdam, 3, 43- 57.

Wilkinson, C., et Souter, D. (2008). Status of Caribbean coral reefs after bleaching and hurricanes in 2005. Global Coral Reef Monitoring Network, and Reef and Rainforest Research Centre, Townsville, 152 pp.

ANNEXES

Annexe 1 :

a). Photographie du quadrat 1, de la première année et saison de relevé (saison sèche 2012) sans redressement géométrique, ni correction de contraste et de chromie

b). Détails de chaque organisme et Scléractiniaires présents sur les quadrats 1 à 12 de la première année et saison de relevé (saison sèche 2012).

Annexe 2 : Résultats quantitatifs de l'occupation du substrat par ces différents groupes.

Annexe 3 :

a). Représentation des différents groupes d'organismes présents sur l'ensemble des transects de C. Bouchon ainsi que sur les photoquadrats, des années 2012 à 2016.

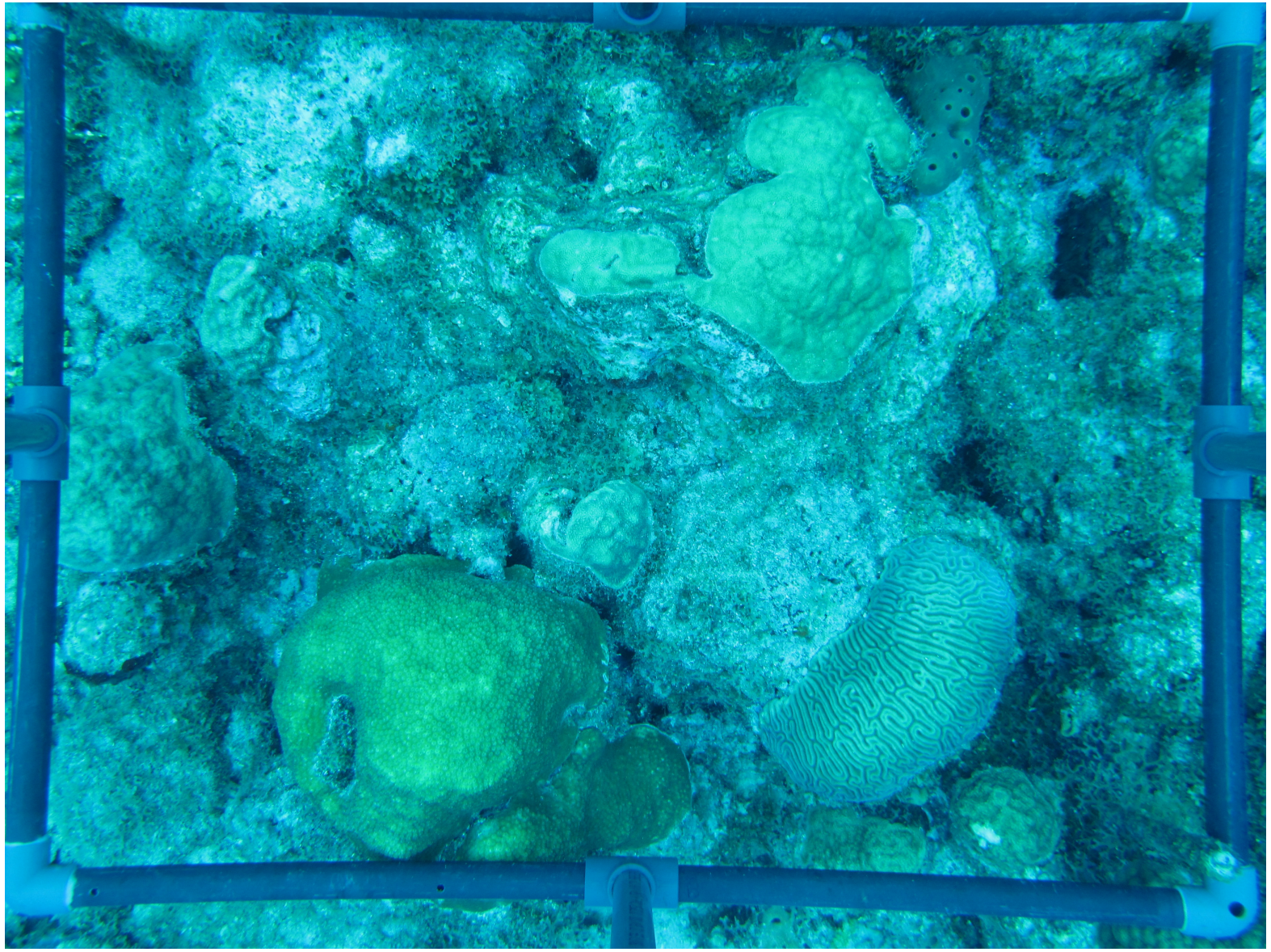
b). Tableau des pourcentages de recouvrement des différentes espèces de coraux présentes dans l'ensemble des quadrats, et des transects, par saison et par année.

c). Occupation des fonds par les différents groupes d'organismes benthiques pour l'ensemble des transects et des années

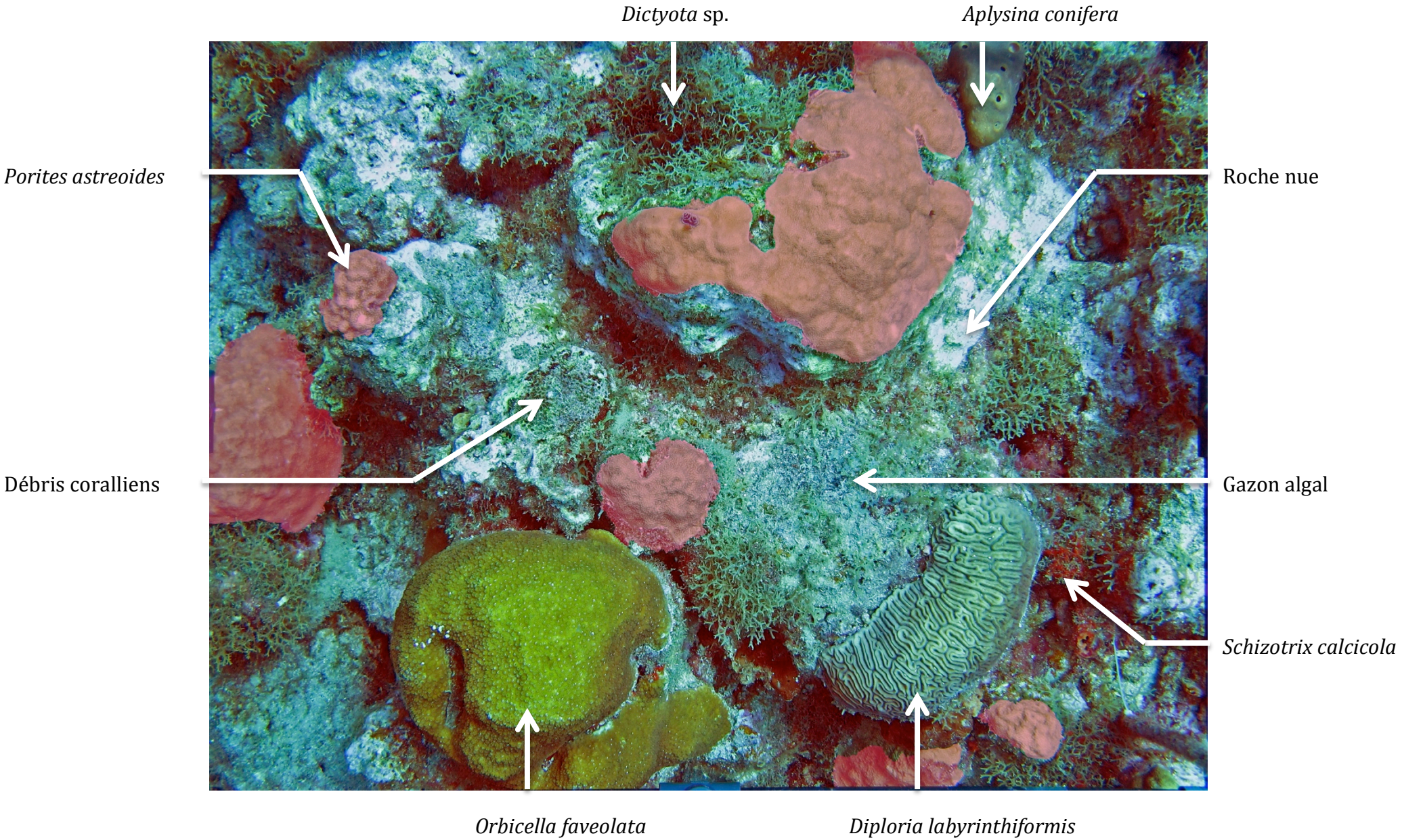
d). Pourcentages de recouvrement des différentes espèces de coraux présents dans l'ensemble des quadrats, et des transects par saison et par année.

e). Recrutement de l'année 2012 à 2016 pour l'ensemble des transects et quadrats sur l'ensemble des espèces présentes.

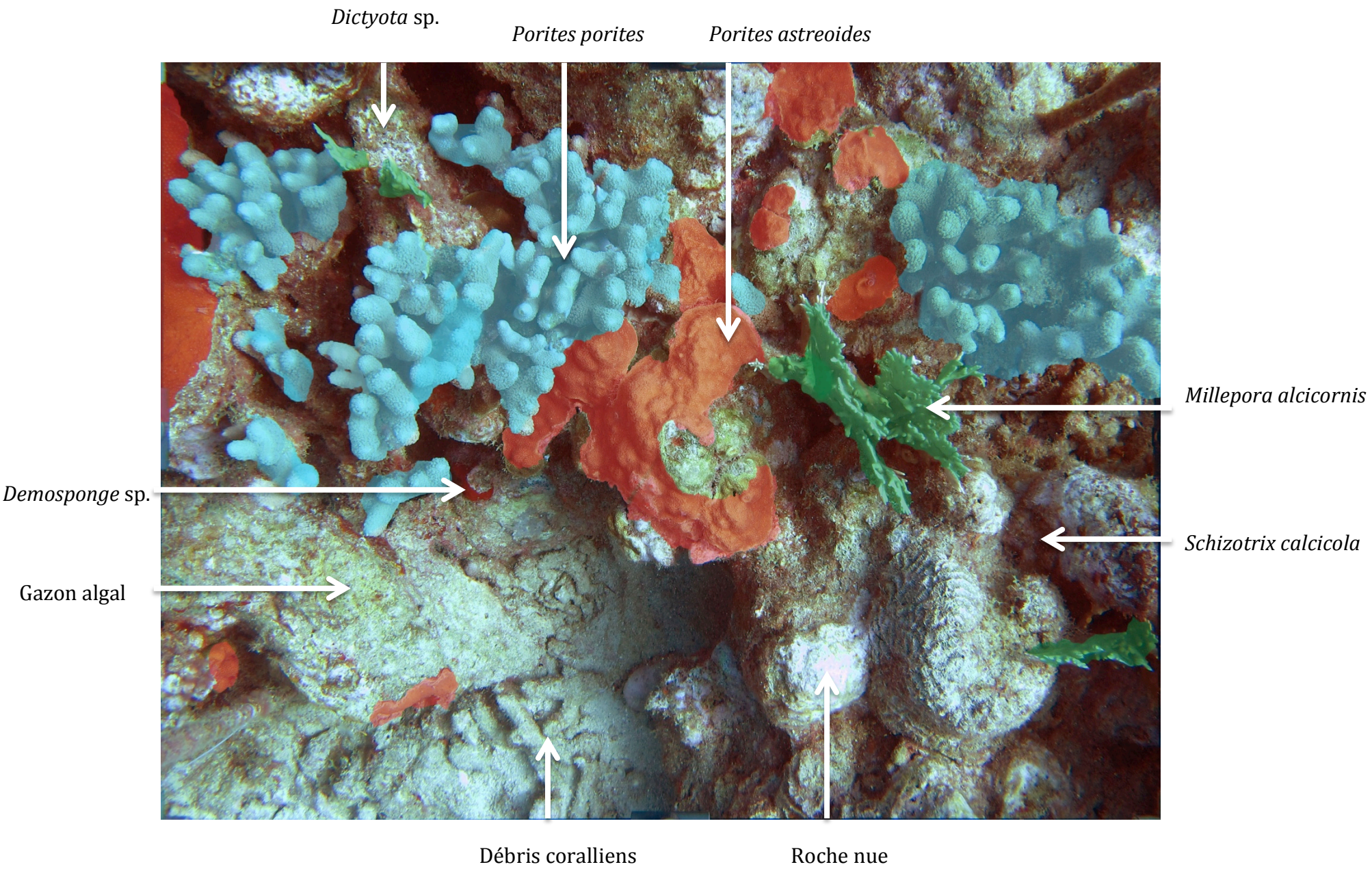
Annexe 1 : a). Photographie du quadrat 1, de la première année et saison de relevé (saison sèche 2012) sans redressement géométrique, ni correction de contraste et de chromie



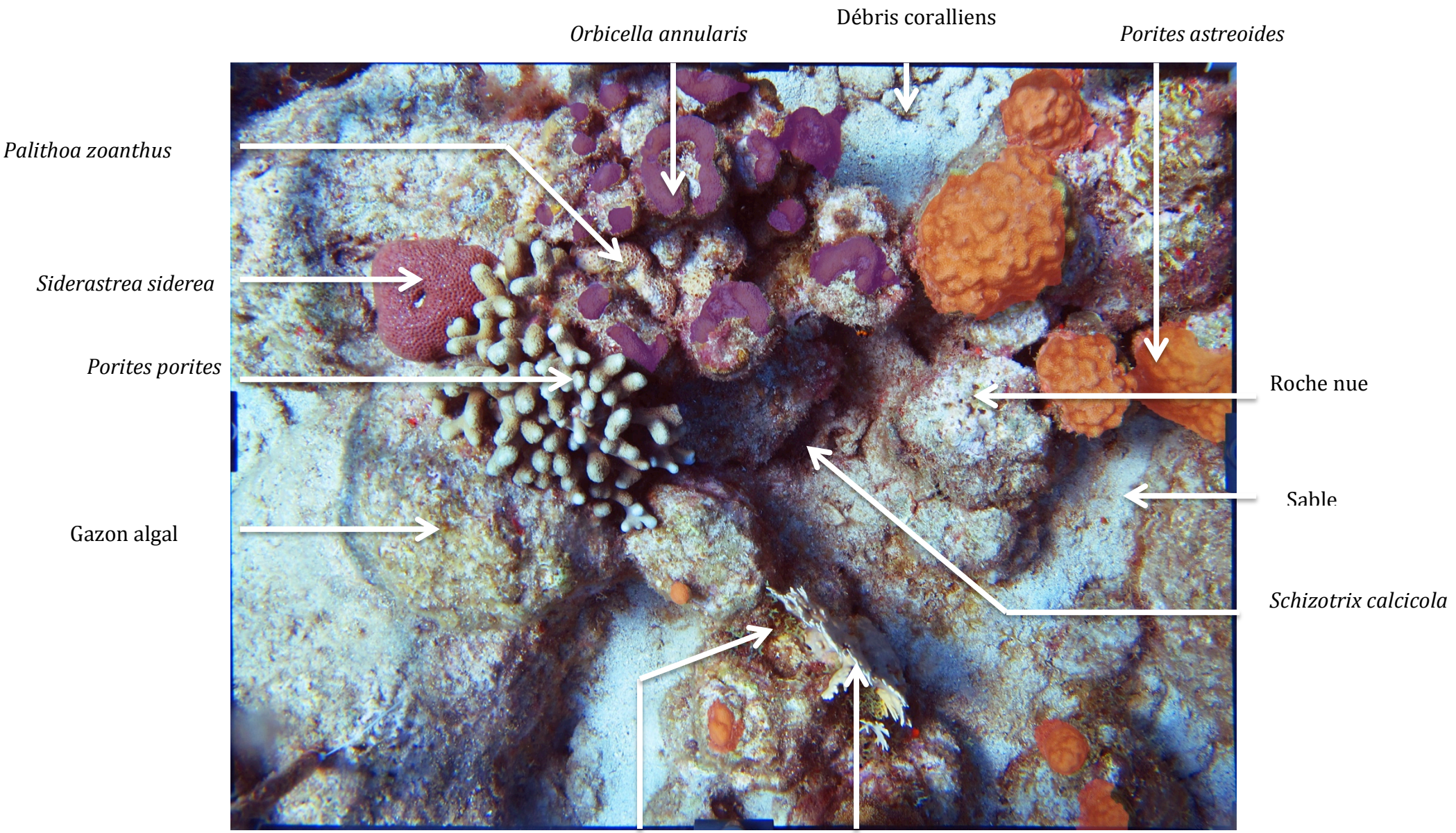
b). Détails de chaque organisme et Scléractiniaires présents sur les quadrats 1 à 12 de la première année et saison de relevé (saison sèche 2012).



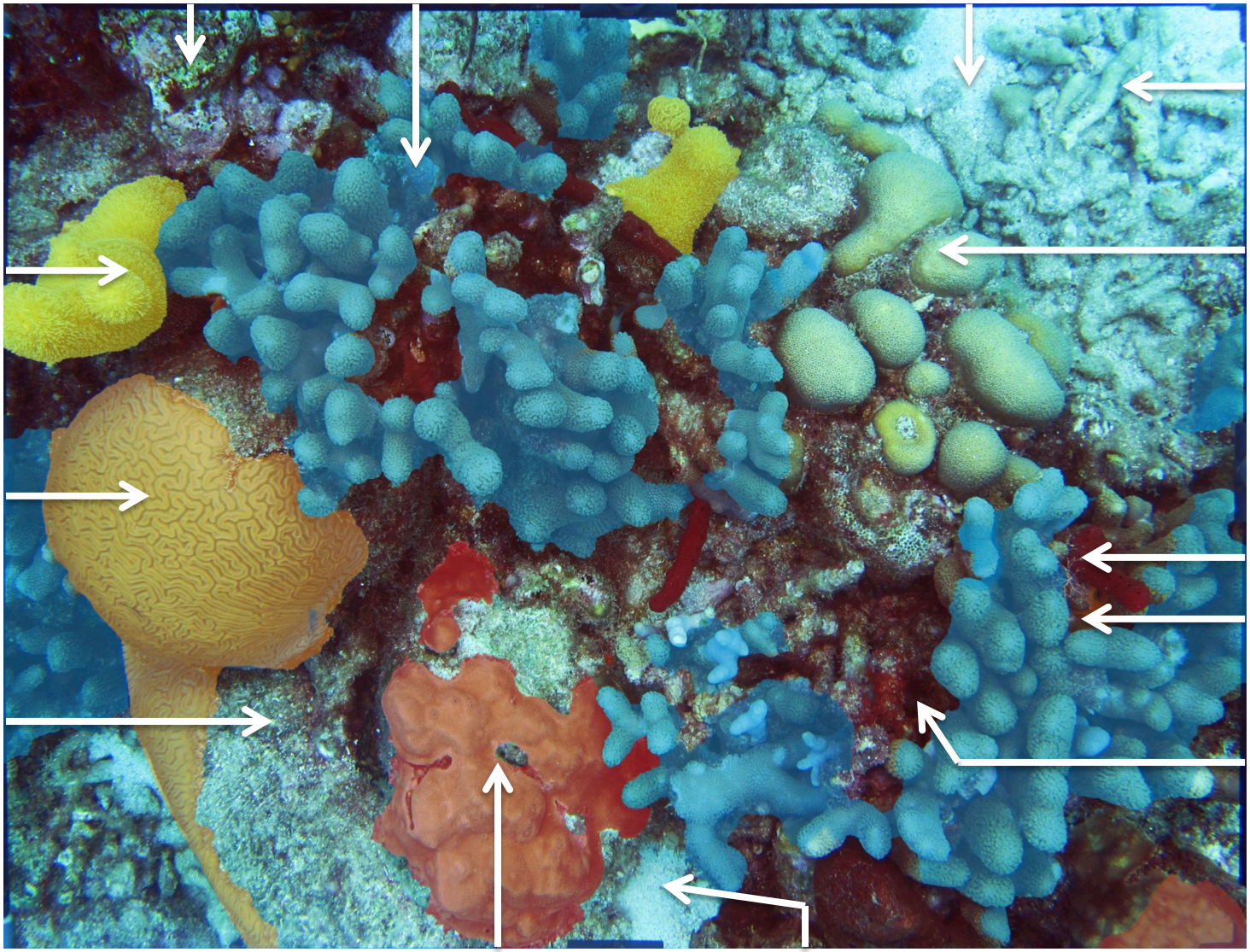
Quadrat 1


Dictyota sp.
Porites porites
Porites astreoides
Millepora alcicornis
Demosponge sp.
Schizotrix calcicola
Gazon algal
Débris coralliens
Roche nue

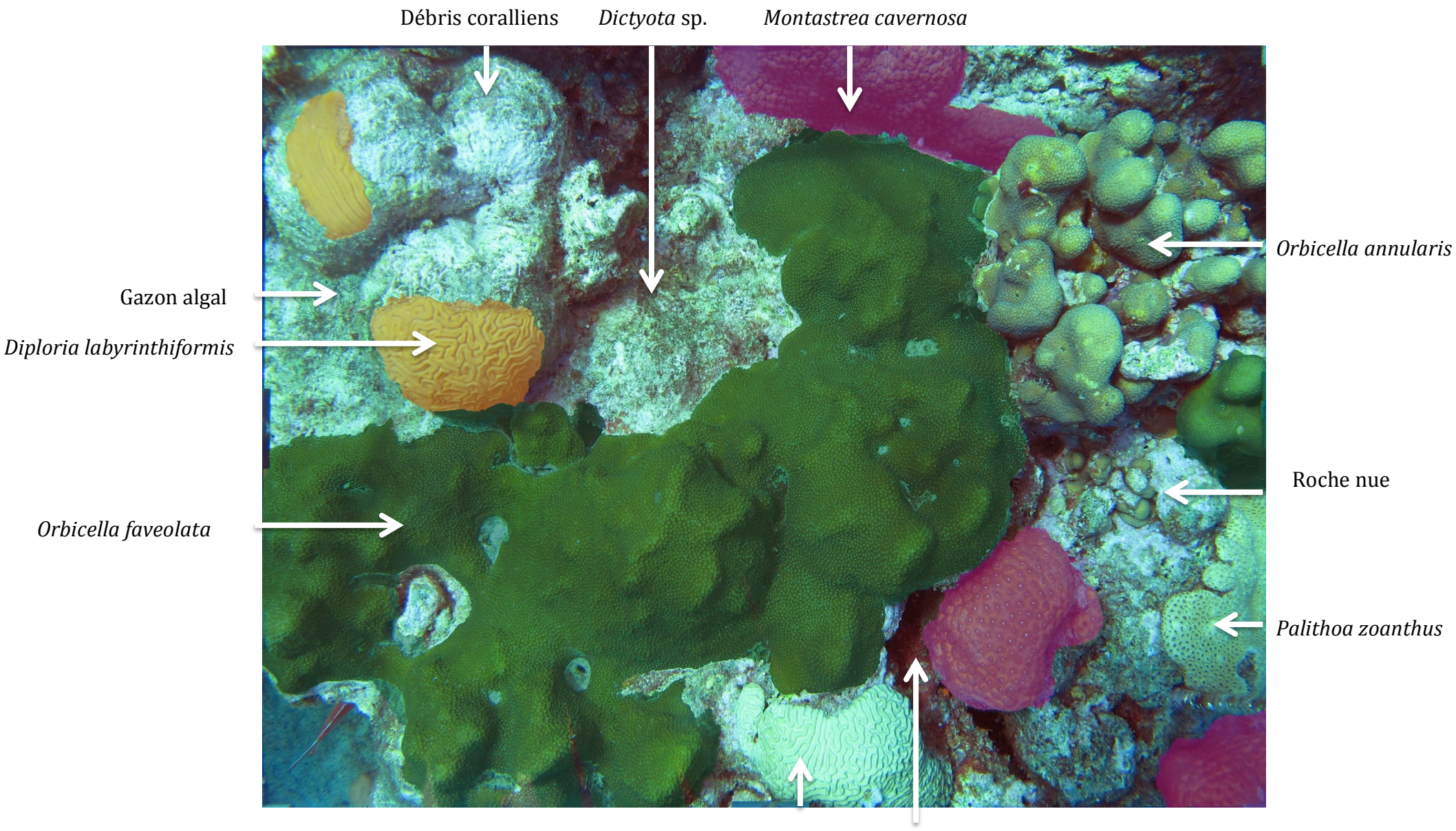
Quadrat 2


Orbicella annularis
Débris coralliens
Porites astreoides
Palithoa zoanthus
Siderastrea siderea
Porites porites
Roche nue
Sable
Gazon algal
Schizotrix calcicola
Dictyota sp.
Millepora alcicornis

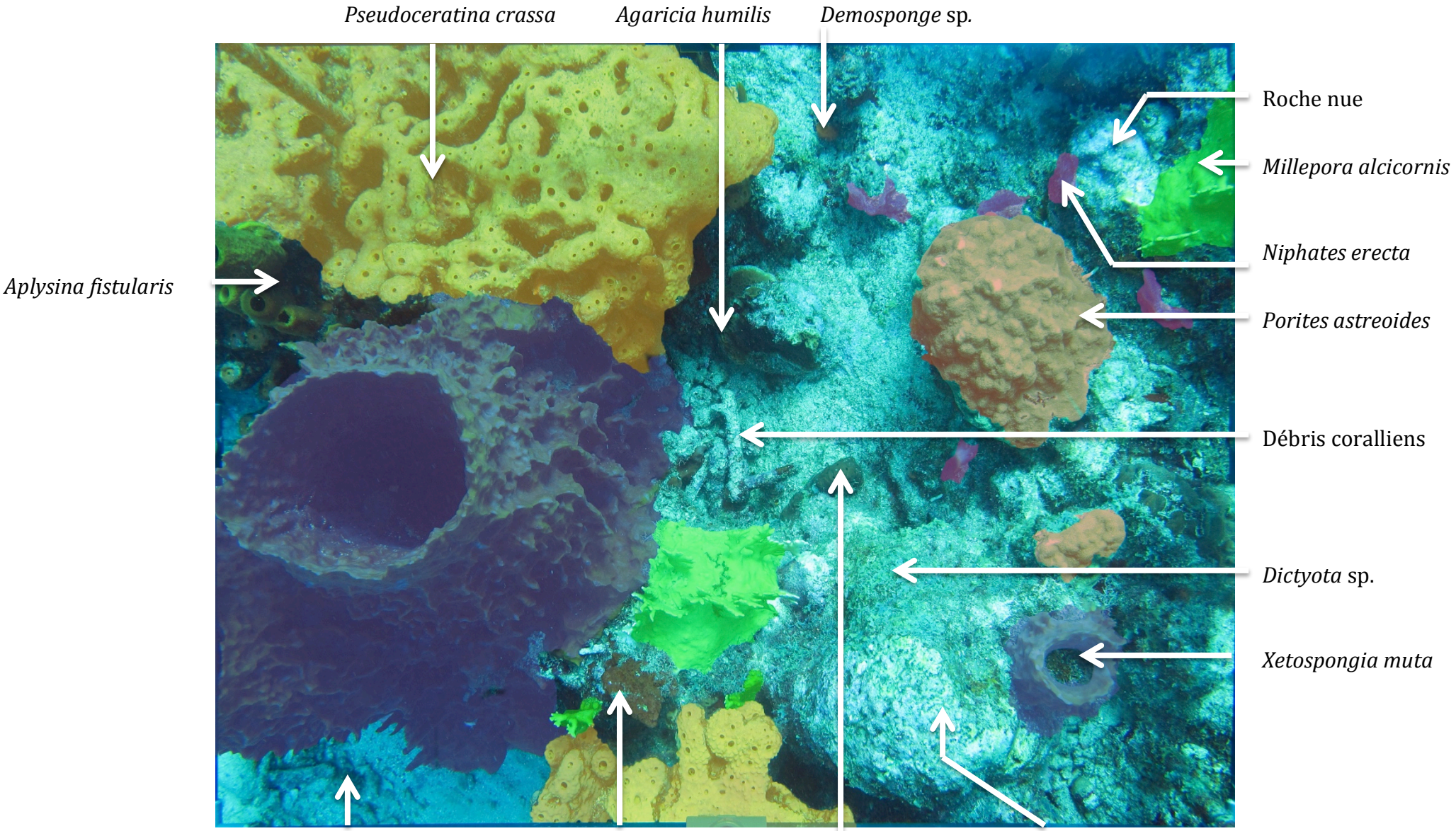
Quadrat 3


Dictyota sp.
Porites porites
Sable
Débris coralliens
Orbicella annularis
Dendrogyra cylindrus
Amphimedon compresa
Demosponge sp.
Gazon algal
Schizotrix calcicola
Porites astreoides
Roche nue

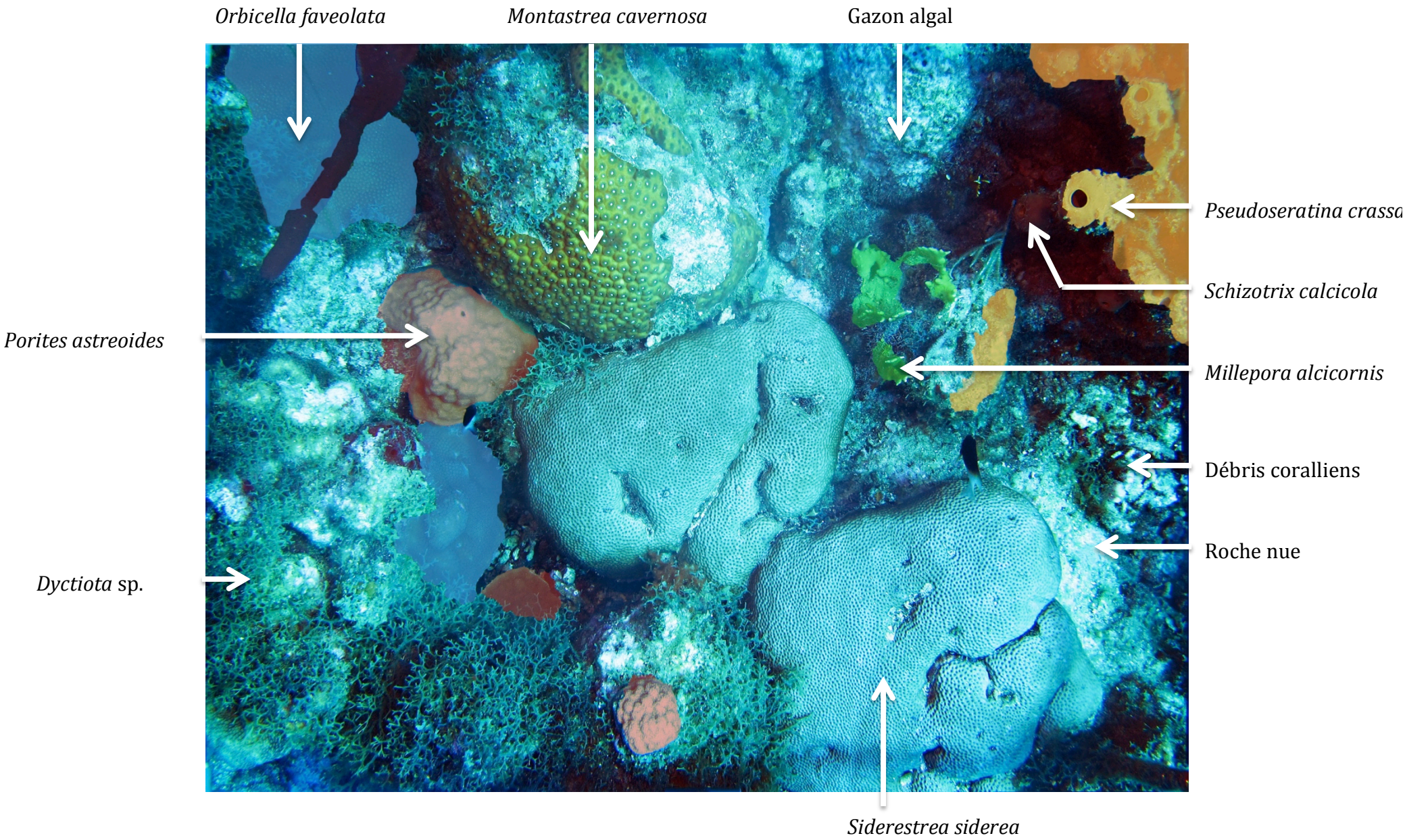
Quadrat 4


Débris coralliens
Dictyota sp.
Montastrea cavernosa
Orbicella annularis
Gazon algal
Diploria labyrinthiformis
Roche nue
Orbicella faveolata
Palithoa zoanthus
Diploria strigosa
Schizotrix calcicola

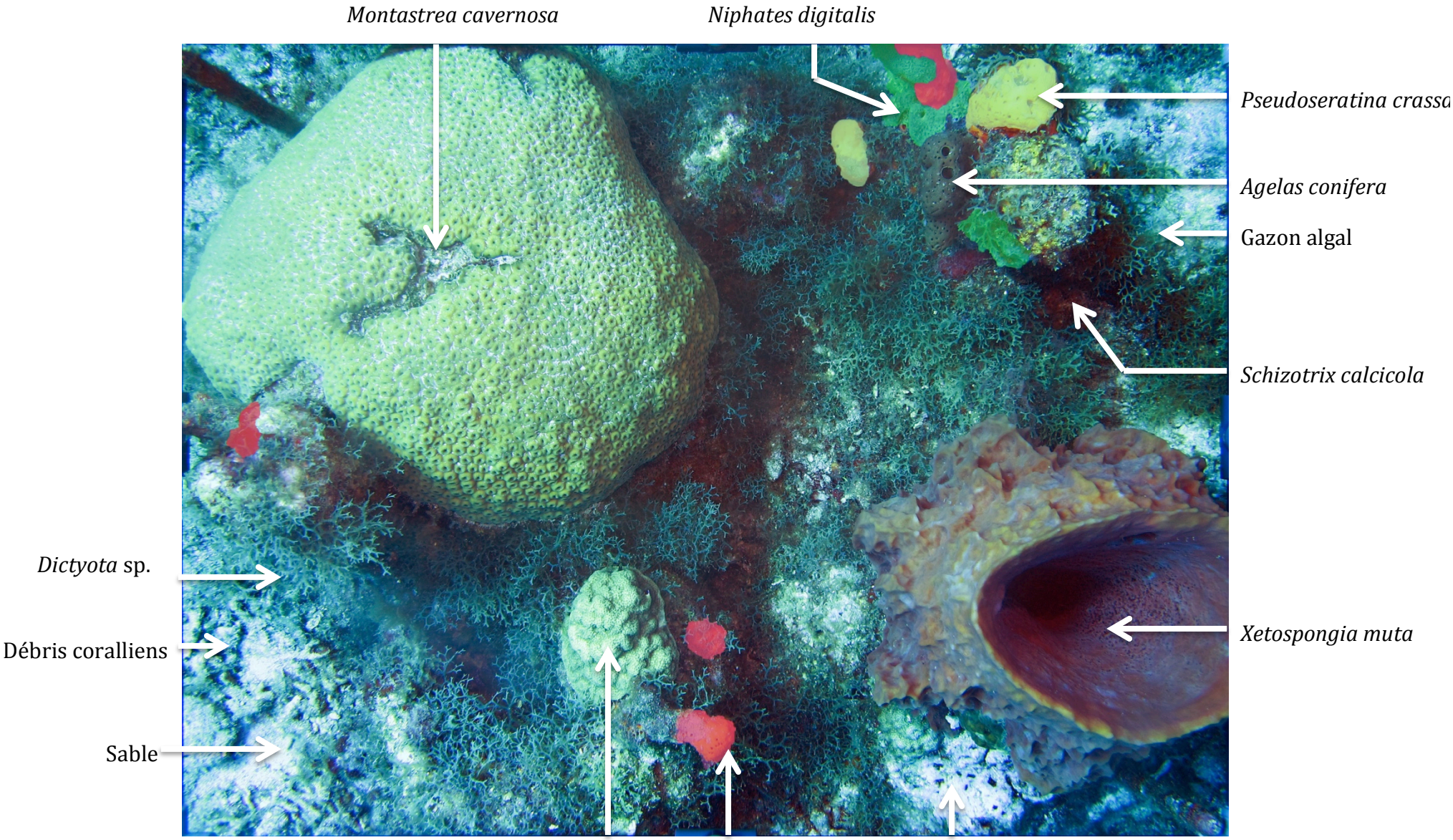
Quadrat 5


Pseudoceratina crassa
Agaricia humilis
Demosponge sp.
Roche nue
Millepora alcicornis
Niphates erecta
Aplysina fistularis
Porites astreoides
Débris coralliens
Dictyota sp.
Xetospongia muta
Sable
Ectyoplasia ferox
Agelas conifera
Gazon algal

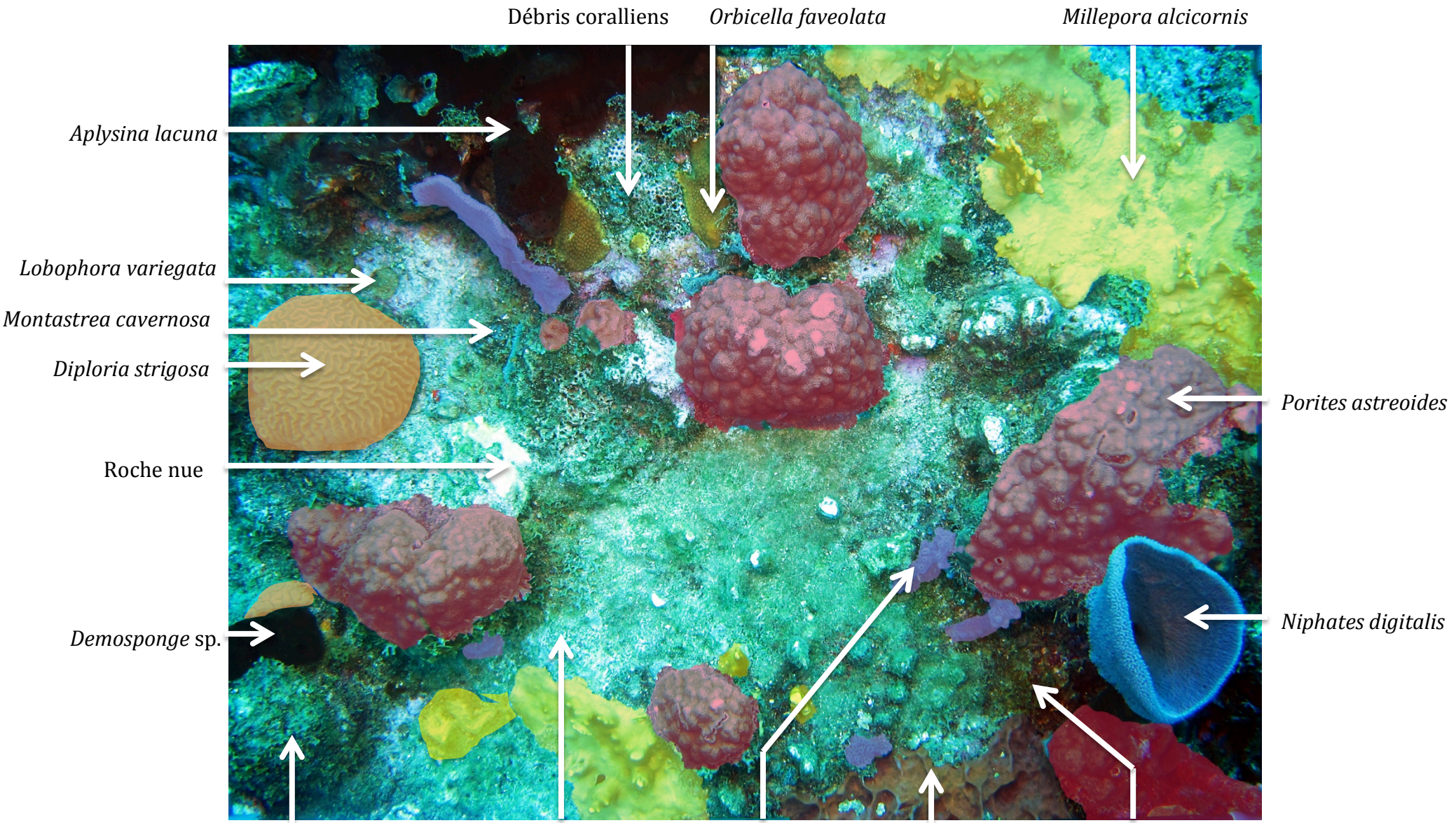
Quadrat 6


Orbicella faveolata
Montastrea cavernosa
Gazon algal
Pseudoseratina crassa
Schizotrix calcicola
Porites astreoides
Millepora alcicornis
Débris coralliens
Roche nue
Dyctiota sp.
Siderestrea siderea

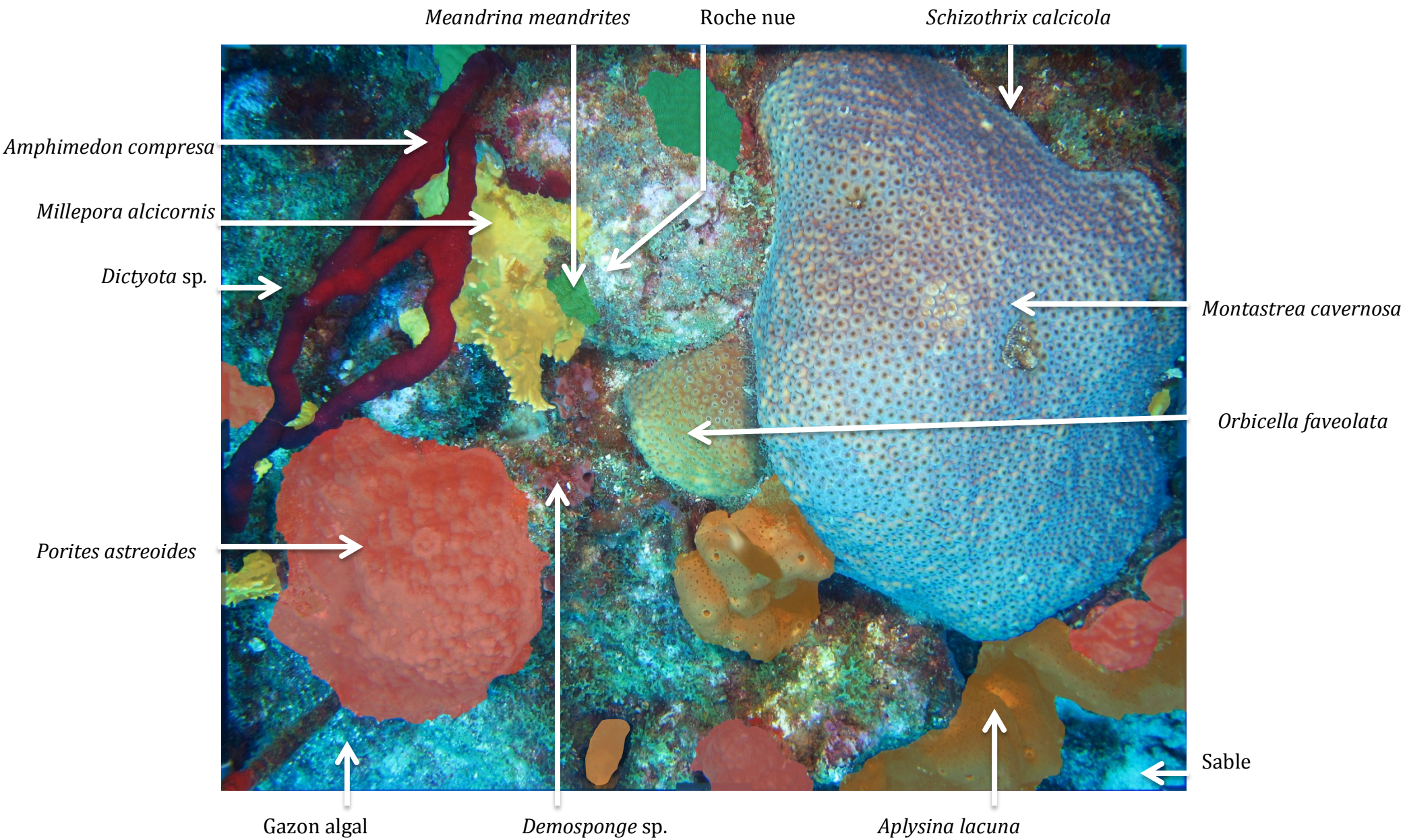
Quadrat 7


Montastrea cavernosa
Niphates digitalis
Pseudoseratina crassa
Agelas conifera
Gazon algal
Schizotrix calcicola
Dictyota sp.
Débris coralliens
Sable
Xetospongia muta
Porites astreoides
Demosponge sp
Roche nue

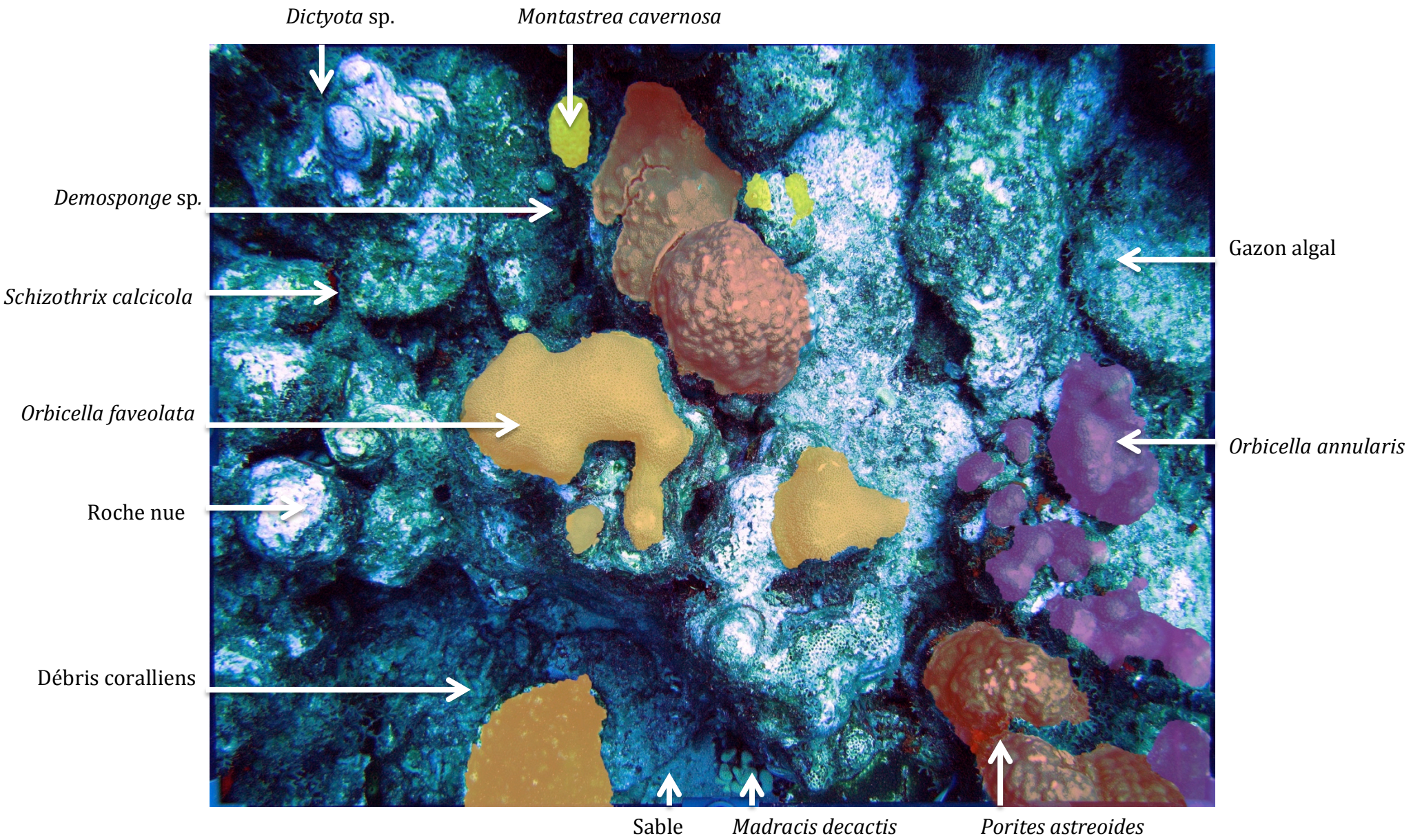
Quadrat 8


Débris coralliens
Orbicella faveolata
Millepora alcicornis
Aplysina lacuna
Lobophora variegata
Montastrea cavernosa
Diploria strigosa
Roche nue
Demosponge sp.
Porites astreoides
Niphates digitalis
Dyctiota sp.
Gazon algal
Niphates erecta
Xetospongia muta
Schizothrix calcicola

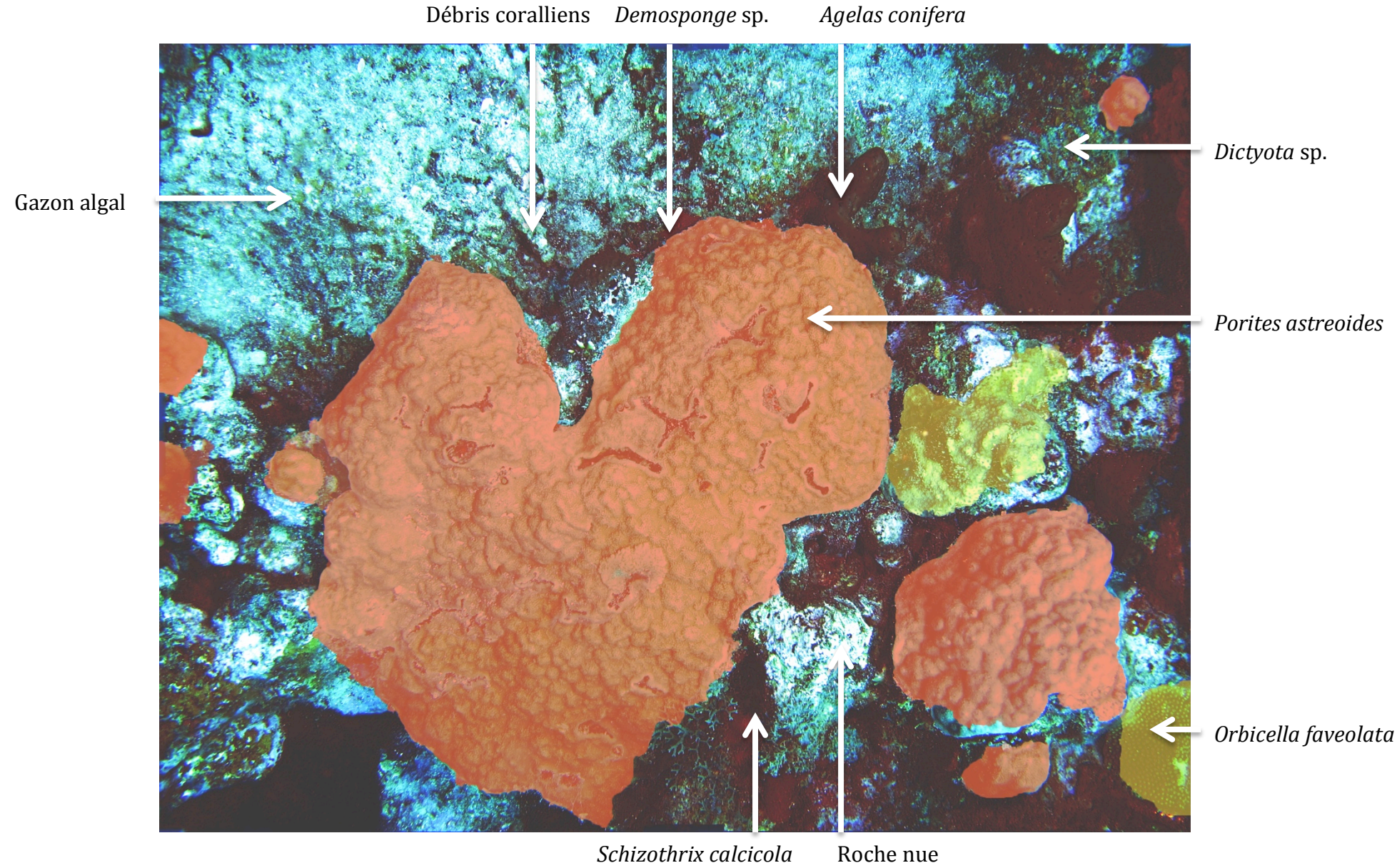
Quadrat 9


Meandrina meandrites
Roche nue
Schizothrix calcicola
Amphimedon compresa
Millepora alcicornis
Dictyota sp.
Montastrea cavernosa
Orbicella faveolata
Porites astreoides
Sable
Gazon algal
Demosponge sp.
Aplysina lacuna

Quadrat 10


Dictyota sp.
Montastrea cavernosa
Demosponge sp.
Schizothrix calcicola
Orbicella faveolata
Roche nue
Débris coralliens
Gazon algal
Orbicella annularis
Sable
Madracis decactis
Porites astreoides

Quadrat 11


Débris coralliens
Demosponge sp.
Agelas conifera
Gazon algal
Dictyota sp.
Porites astreoides
Orbicella faveolata
Schizothrix calcicola
Roche nue

Quadrat 12

Annexe 2 : Résultats quantitatifs de l'occupation du substrat par ces différents groupes.

Quadrat 1 ja	Profondeur	Latitude	Longitude	1(1)			1(2)			1(3)			1(4)			1(5)			1(6)			1(7)			1(8)			1(9)		
Saisons				SS			SH			SS			SH			SS			SH			SS			SH			SS		
Années	13m	16°09 973'	61°47 280'	2012						2013						214						2015								
							DE TRAVERS																								
Espèces	Code	Forme	Abrégé	Nombre	Recouvremer	Surface (cm2	Nombre	Recouvremer	Surface (cm2	Nombre	Recouvremer	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface
Aplysina con	SPON	Autre	AC	1	0,8	37,7	1	0,7	34,5	1	0,8	37,5	1	0,8	37,7	1	0,9	43,3	1	0,9	44,5	1	1,0	47,5	1	1,0	47,6	1	1,1	50,7
Débris corall	RUBBLE	Autre	DC	surface	1,1	54,0	surface	1,1	50,3	surface	1,6	75,2	surface	1,2	56,9	surface	1,0	48,8	surface	1,2	58,1	surface	0,7	35,4	surface	0,8	36,3	surface	0,0	0,0
Dictyota bar	PHEOP	Autre	DP	surface	20,4	965,0	surface	17,0	800,0	surface	16,7	802,8	surface	21,0	1006,9	surface	21,1	1023,1	surface	20,6	981,1	surface	28,8	1396,7	surface	10,8	512,4	surface	26,9	1278,9
Diploria laby	COR	Massive	DL	1	3,7	176,6	1	4,0	187,7	1	3,7	180,6	1	4,1	194,4	1	4,1	198,0	1	4,3	207,5	1	4,0	196,5	1	4,6	219,2	1	4,3	205,1
Millepora alc	HYDROCOR	Encroutante	MA	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	3	0,4	17,9	1,0	0,2	11,3
Orbicella fav	COR	Encroutante	OF	1	8,6	407,4	1	9,9	465,2	1	8,9	428,8	1	9,3	446,8	1	9,3	449,6	1	10,2	488,8	1	9,7	472,2	1	10,5	498,5	1	10,2	483,5
Porites astre	COR	Encroutante	PA	7	13,0	616,1	7	10,0	470,1	7	12,0	576,7	7	12,6	601,1	7	13,0	628,1	8	13,0	620,1	10	12,2	591,2	12	12,3	584,9	11	11,8	559,8
Roche nue	RN	Autre	RN	surface	4,6	219,4	surface	0,6	29,3	surface	1,4	65,8	surface	1,9	92,9	surface	1,9	92,5	surface	0,2	9,6	surface	6,7	323,7	surface	2,3	107,1	surface	8,7	415,1
Schizothrix c	CYANO	Autre	SC	surface	4,8	228,4	surface	0,0	0,0	surface	1,9	91,3	surface	2,3	109,4	surface	1,9	91,8	surface	1,1	51,8	surface	6,5	314,3	surface	0,3	15,7	surface	1,0	48,6
Rhodophycé	RHODOP	Autre	AR	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	2	0,0	0,0	2	1,3	62,1	0,0	0,0	0,0
Spirobranch	VERS	Autre	S.	2	0,0	0,0	2	0,0	0,0	2	0,0	0,0	2	0,0	0,0	2	0,0	0,0	1	0,0	0,0	1	0,0	0,0	1	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
Gazon algua	TURF	Autre	GA	surface	44,1	2091,7	surface	56,8	2679,4	surface	54,8	2640,4	surface	48,0	2298,4	surface	46,9	2272,0	surface	48,4	2308,5	surface	30,4	1477,5	surface	55,8	2648,3	surface	35,7	1693,8
					recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvrement sans	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surfac		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surfa
					57,1	4739,8		43,2	4716,7		46,9	4820,1		53,2	4788,3		53,1	4847,		51,6	4770,0		69,6	4855,1		44,2	4750,1		64,3	4746,

Quadrat 2 ja	Profondeur	Latitude	Longitude	2(1)			2(2)			2(3)			2(4)			2(5)			2(6)			2(7)			2(8)			2(9)		
Saisons				SS			SH			SS			SH			SS			SH			SS			SH			SS		
Années	9,6m	16°09 985'	61°47 280'	2012						2013						2014						2015								20
Espèces	Code	Forme	Abrégé	Nombre	Recouvremer	Surface (cm2	Nombre	Recouvreme	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface
Débris corall	RUBBLE	Autre	DC	surface	7,9	377,1	surface	6,7	325,7	surface	4,6	228,8	surface	1,5	74,9	surface	3,5	134,9	surface	4,7	226,2	surface	0,9	41,6	surface	9,3	436,6	surface	4,9	233,3
Demosponge	SPON	Autre	D.	1	0,1	4,3	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	2	0,0	2,4	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	1	0,0	0,0	2	0,1	4,1	7	0,3	16,2
Dictyota bar	PHEOP	Autre	DP	surface	3,3	157,4	surface	10,5	509,2	surface	11,0	542,7	surface	18,7	924,5	surface	19,4	740,8	surface	10,4	501,0	surface	33,0	1569,9	surface	28,4	1331,8	surface	22,8	1094,3
Gazon algua	TURF	Autre	GA	surface	44,9	2148,6	surface	52,0	2516,0	surface	51,1	2518,6	surface	55,5	2631,4	surface	56,6	2163,6	surface	51,6	2487,0	surface	37,2	1768,6	surface	40,3	1887,0	surface	40,2	1928,1
Millepora alc	HYDROCOR	Encroutante	MA	3	3,0	141,5	4	3,4	166,2	5	3,4	169,6	5	4,4	215,5	5	5,3	201,8	4	9,3	446,3	6	5,5	260,8	8	7,0	330,2	5	7,0	334,4
Montastrea	COR	Massive	MC	1	0,3	14,106	1	0,3	14,035	1	0,2	9,534	1	0,3	13,965	1	0,3	12,543	1	0,3	16,45	1	0,4	19,9	0	0,0	0	1	0,5	22,2
Orbicella fav	COR	Encroutante	OF	2	1,1	54,1	1	0,2	9,8	1	0,4	20,8	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
Porites astre	COR	Encroutante	PA	11	7,3	349,2	10	6,7	325,1	11	7,3	357,7	8	6,3	310,6	7	5,8	220,1	8	5,8	280,0	8	4,3	206,8	14	4,5	210,7	9	5,4	258,0
Porites porit	COR	Branchue	PP	7	14,3	684,7	5	12,1	585,0	4	12,4	612,3	9	8,6	424,4	9	4,0	153,0	6	0,9	43,3	2	0,3	12,1	2	0,1	6,8	4	0,6	30,1
Roche nue	RN	Autre	RN	surface	0,9	42,9	surface	0,4	18,5	surface	1,0	48,3	surface	1,6	80,5	surface	1,4	51,8	surface	10,0	483,3	surface	1,5	73,6	surface	1,1	53,5	surface	9,7	466,0
Sable	SAND	Autre	S.	surface	3,8	183,9	surface	4,1	195,9	surface	1,5	71,7	surface	2,8	134,0	surface	0,7	26,4	surface	5,9	283,3	surface	5,2	245,1	surface	8,6	402,4	surface	7,0	336,2
Schizothrix c	CYANO	Autre	SC	surface	13,1	627,4	surface	3,5	169,6	surface	7,1	350,5	surface	0,2	10,1	surface	3,1	117,6	surface	1,2	56,5	surface	11,7	556,5	surface	0,5	23,3	surface	1,5	71,8
Spirobranch	VERS	Autre	S.	1	0,0	0,0	1	0,0	0,0	1	0,0	0,0	1	0,0	0,0	1	0,0	0,0	1	0,0	0,0	1	0,0	0,0	1	0,0	0,0	1	0,0	0,0
					recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface
					55,1	4785,1		48,0	4835,2		48,9	4930,6		44,5	4744,6		43,4	3822,5		48,4	4823,3		62,8	4754,9		59,7	4686,5		59,8	4790,7

Quadrat 3 ja	Profondeur	Latitude	Longitude	3(1)			3(2)			3(3)			3(4)			3(5)			3(6)			3(7)			3(8)			3(9)		
Saisons				SS			SH			SS			SH			SS			SH			SS			SH			SS		
Années	5,6m	16°10 036'	61°47 280'	2012						2013						2014						2015								20
Espèces	Code	Forme	Abrégé	Nombre	Recouvremer	Surface (cm2	Nombre	Recouvreme	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface
Amphimedo	SPON	Autre	AC	10	0,1	3,6	10	0,4	20,1	4	0,2	11,5	1	0,3	16,7	2	0,3	13,5	3	0,6	29,3	4	0,6	27,2	1	0,2	7,3	1	0,2	7,8
Débris corall	RUBBLE	Autre	DC	surface	0,8	38,1	surface	3,0	147,5	surface	0,7	33,0	surface	5,1	247,1	surface	1,5	70,7	surface	1,5	70,5	surface	5,0	240,2	surface	5,0	236,4	surface	7,8	366,7
Demosponge	SPON	Autre	D.	1	0,0	1,3	1	0,1	6,1	1	0,2	10,9	0	0,0	0,0	1	0,3	16,8	0	0,0	0,0	1	0,2	10,6	1	0,5	21,8	1	0,5	22,8
Dendrogyra	COR	Massive	DC	1	0,3	13,1	4	1,0	51,1	2	0,4	20,4	1	1,3	62,4	1	0,9	41,6	1	0,4	19,4	1	0,3	16,5	0	0,0	0,0	1	0,5	23,5
Dictyota bar	PHEOP	Autre	DB	surface	9,0	434,4	surface	4,5	220,6	surface	3,3	158,9	surface	14,1	678,9	surface	5,4	258,2	surface	3,2	152,6	surface	1,1	52,2	surface	14,7	689,4	surface	0,3	14,8
Gazon algua	TURF	Autre	GA	surface	42,3	2039,6	surface	60,7	2975,5	surface	60,9	2935,3	surface	50,3	2424,4	surface	56,0	2664,6	surface	68,5	3245,2	surface	61,2	2945,3	surface	60,0	2821,5	surface	72,2	3387,4
Millepora alc	HYDROCOR	Encroutante	MA	2	0,9	45,5	1	1,1	52,7	1	1,4	67,9	1	2,3	111,1	2	3,0	146,4	1	4,1	197,9	1	4,6	222,3	1	5,2	246,2	1	6,0	281,2
Niphates sp.	SPON	Autre	N.	0	0,0	0,0	6	0,1	5,6	3	0,1	6,4	2	0,1	3,3	2	0,3	13,4	2	0,5	24,0	2	0,5	21,9	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
Orbicella ann	COR	Massive	OA	18	3,2	152,1	18	3,3	163,9	12	3,6	173,7	15	3,9	186,3	13	3,5	167,5	11	4,8	233,7	11	4,6	223,1	16	4,2	197,5	11	3,6	168,3
Palythoa car	COR	Massive	PZ	3	0,5	25,1	1	0,6	30,0	2	0,4	21,3	2	0,5	23,1	1	0,1	3,1	1	0,0	1,1	1	0,3	3,423	1	0,1	4,0	1	0,1	4,1
Porites astre	COR	Encroutante	PA	7	5,6	267,7	5	6,2	306,4	5	6,6	319,1	7	7,8	374,6	5	5,4	260,9	5	5,6	268,6	1	3,2	154,5	5	3,8	177,5	3	3,4	160,6
Porites porit	COR	Branchue	PP	1	4,6	220,4	1	6,1	301,2	1	7,1	340,4	1	8,1	392,1	5	6,4	308,9	9	6,2	299,6	4	2,3	109,5	0	0,0	0,0	1	0,1	5,6
Roche nue	RN	Autre	RN	surface	1,0	48,2	surface	0,4	19,2	surface	3,5	170,0	surface	1,0	49,8	surface	3,4	162,1	surface	0,5	25,7	surface	0,0	0,0	surface	1,4	67,4	surface	0,0	0,0
Sable	SAND	Autre	S.	surface	19,3	928,2	surface	5,3	260,4	surface	7,1	339,8	surface	2,6	127,1	surface	11,5	555,6	surface	1,8	88,2	surface	7,0	337,5	surface	3,0	142,5	surface	3,3	153,4
Schizothrix c	CYANO	Autre	SC	surface	11,1	534,8	surface	5,4	263,9	surface	2,5	120,3	surface	0,9	43,9	surface	0,0	0,0	surface	1,1	51,0	surface	7,6	368,1	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0
Siderastrea s	COR	Massive	SS	1	1,4	68,9	1	1,6	80,8	1	1,8	88,1	1	1,6	78,5	1	2,1	103,4	1	1,2	58,0	1	1,4	66,0	1	1,9	89,4	1	2,0	92,7
					recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface
					57,7	4820,9		39,3	4905,2		39,1	4816,9		49,7	4819,3		44,0	4761,3		31,5	4739,8		38,8	4811,3		40,0	4700,8		27,8	4688,9

Quadrat 4 ja	Profondeur	Latitude	Longitude	4(1)			4(2)			4(3)			4(4)			4(5)			4(6)			4(7)			4(8)			4(9)		
Saisons				SS			SH			SS			SH			SS			SH			SS			SH			SS		
Années	6,2m	16°10 043'	61°47 272'	2012						2013						14						2015								20
Espèces	Code	Forme	Abrégé	Nombre	Recouvremer	Surface (cm2	Nombre	Recouvreme	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface
Amphimedo	SPON	Autre	AC	5	0,8	39,0	4	1,0	49,3	0	0,0	0,0	2	1,0	45,5	7	1,4	68,3	6	1,5	72,6	4	1,1	54,3	7	1,1	53,8	6	1,4	68,3
Débris corall	RUBBLE	Autre	DC	surface	3,1	151,7	surface	13,5	649,3	surface	1,9	91,4	surface	5,7	273,6	surface	3,7	172,3	surface	4,2	202,6	surface	2,0	97,9	surface	2,7	127,4	surface	1,3	61,6
Demospong	SPON	Autre	D.	3	0,1	6,6	1	0,1	3,6	1	0,1	4,3	1	0,0	2,1	1	0,0	2,0	1	0,2	8,4	0	0,0	0,0	2	0,2	9,9	1	0,2	10,3
Dendrogyra	COR	Massive	DC	2	3,3	160,5	2	2,9	141,2	2	2,4	113,1	2	2,5	117,4	2	3,4	161,5	2	2,7	133,3	2	2,6	127,2	1	1,4	65,2	1	0,9	41,2
Dictyota bar	PHEOP	Autre	DB	surface	2,7	135,0	surface	0,4	18,0	surface	1,7	82,1	surface	0,8	37,9	surface	1,2	55,3	surface	0,4	20,8	surface	1,9	89,7	surface	0,3	16,0	surface	1,8	83,9
Diploria laby	COR	Massive	DL	1	7,0	345,3	1	6,4	307,8	2	8,1	388,0	2	8,3	396,1	2	5,4	253,4	2	6,4	311,4	3	7,1	342,1	1	3,0	142,5	1	3,9	186,3
Gazon algua	TURF	Autre	GA	surface	33,7	1662,2	surface	24,7	1187,4	surface	40,3	1928,7	surface	30,5	1451,5	surface	37,1	1750,3	surface	31,9	1550,0	surface	32,1	1542,7	surface	46,2	2170,3	surface	47,8	2265,4
Millepora ala	HYDROCOR	Encroutante	MA	0	0,0	0,0	3	0,3	15,8	2	0,5	22,5	2	0,3	13,2	1	1,2	56,8	1	0,6	27,6	0	0,0	0,0	6	1,3	60,5	1	1,6	75,8
Orbicella ann	COR	Massive	OA	2	4,9	243,4	4	4,5	214,1	1	4,0	190,2	1	5,4	256,1	2	5,6	264,1	2	5,7	275,4	1	4,7	227,4	1	6,3	295,9	2	6,1	289,4
Porites astre	COR	Encroutante	PA	8	6,9	340,1	5	6,2	297,0	5	6,1	291,3	4	5,9	279,2	5	4,7	221,3	5	3,6	176,3	2	3,7	176,5	2	2,6	124,1	6	4,2	197,6
Porites porit	COR	Branchue	PP	6	25,1	1237,2	11	26,6	1279,5	9	26,6	1270,0	7	27,6	1315,7	13	24,1	1136,6	13	30,0	1456,7	7	32,3	1553,0	19	23,4	1097,0	20	23,7	1122,9
Roche nue	RN	Autre	RN	surface	2,8	137,7	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0	surface	1,3	61,6	surface	1,2	57,1	surface	1,7	79,3	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0
Sable	SAND	Autre	S.	surface	4,1	200,4	surface	3,0	144,1	surface	5,5	261,1	surface	7,3	347,8	surface	6,3	299,3	surface	9,8	476,3	surface	5,8	277,7	surface	5,0	233,7	surface	2,2	103,2
Schizothrix c	CYANO	Autre	SC	surface	5,6	277,8	surface	10,5	503,5	surface	3,4	161,7	surface	4,5	212,4	surface	3,6	170,3	surface	0,7	33,6	surface	3,4	164,3	surface	3,3	157,2	surface	0,9	40,9
Spirobranch	VERS	Autre	S.	1	0,0	0,0	1	0,0	0,0	1	0,0	0,0	1	0,0	0,0	1	0,0	0,0	1	0,0	0,0	1	0,0	0,0	1	0,0	0,0	1	0,0	0,0
Xestospongi	SPON	Autre	XM	0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	1	0,6	26,7	1	1,0	47,6	1	1,8	85,5	1	1,5	69,8	1	4,3	203,6	1	4,1	193,7
					recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surfa		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface
					66,3	4937,0		75,3	4810,5		59,7	4781,9		69,5	4762,1		62,9	472(		68,1	4859,8		67,9	4801,8		53,8	4696,5		52,2	4740,6

Quadrat 5 tr	Profondeur	Latitude	Longitude	5(1)			5(2)			5(3)			5(4)			5(5)			5(6)			5(7)			5(8)			5(9)		
Saisons				SS			SH			SS			SH			SS			SH			SS			SH			SS		
Années	6,80m	16°10 091'	61°47 260'	2012						2013						20			14			2015								20
				DE TRAVERS																										
Espèces	Code	Forme	Abrégé	Nombre	Recouvremer	Surface (cm2	Nombre	Recouvreme	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface
Demospong	SPON	Autre	D.	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	1	0,1	5,9	1	0,1	3,7	1	0,2	7,6	1	0,2	9,8	1	0,2	8,4	1	0,3	14,2	0	0,0	0,0
Débris corall	RUBBLE	Autre	DC	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0
Dictyota bar	PHEOP	Autre	DB	surface	3,0	140,3	surface	2,8	135,0	surface	2,2	106,9	surface	2,2	105,5	surface	2,2	106,4	surface	2,5	118,8	surface	1,1	50,8	surface	0,7	31,6	surface	2,3	107,0
Diploria laby	COR	Massive	DL	2	3,6	171,3	2	3,5	169,2	2	2,6	123,5	2	2,2	103,7	0	1,7	82,9	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
Diploria strig	COR	Massive	DS	1	3,1	146,3	1	2,6	122,7	1	2,9	138,8	1	3,1	144,8	1	2,5	119,9	1	3,0	141,6	1	2,8	134,9	1	2,3	111,3	1	2,5	119,7
Gazon algua	TURF	Autre	GA	surface	40,1	1899,2	surface	32,6	1561,8	surface	34,8	1666,5	surface	35,5	1669,4	surface	38,8	1863,7	surface	39,4	1853,0	surface	36,1	1717,6	surface	42,6	2049,6	surface	42,5	2003,5
Montastrea	COR	Massive	MC	3	7,3	344,4	1	0,9	45,1	3	5,7	270,9	3	6,1	287,2	3	7,1	339,2	3	6,7	316,8	3	7,1	335,3	3	7,3	352,6	2	7,2	339,8
Orbicella ann	COR	Massive	OA	2	3,9	183,6	1	8,8	420,8	1	8,6	410,8	1	8,7	410,1	1	6,5	312,4	1	8,6	404,3	1	9,4	448,7	1	7,5	361,7	1	10,1	473,7
Orbicella fav	COR	Massive	OF	4	34,4	1625,5	2	36,1	1731,4	1	35,8	1711,3	1	34,5	1623,5	1	35,0	1682,1	1	35,0	1646,3	1	34,8	1653,5	1	34,2	1642,4	1	31,6	1489,1
Palythoa car	COR	Massive	PZ	2	1,4	64,2	1	1,8	85,6	1	2,1	100,9	1	2,3	106,5	1	2,4	115,5	1	2,1	98,7	1	2,5	116,6	1	2,5	119,0	1	2,6	121,4
Roche nue	RN	Autre	RN	surface	2,1	98,5	surface	3,2	151,7	surface	1,7	82,3	surface	1,8	83,9	surface	1,8	87,4	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0	surface	0,3	14,4	surface	0,0	0,0
Sable	SAND	Autre	S.	surface	0,0	0,0	surface	1,6	78,0	surface	1,7	83,4	surface	2,2	102,5	surface	1,0	49,7	surface	1,8	83,2	surface	1,4	68,9	surface	0,9	43,4	surface	0,0	0,0
Schizothrix c	CYANO	Autre	SC	surface	1,2	58,5	surface	6,1	291,0	surface	1,7	83,0	surface	1,2	58,2	surface	0,8	40,0	surface	0,6	27,7	surface	4,6	220,3	surface	1,4	67,9	surface	1,2	56,3
					recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface
					59,9	4731,8		67,4	4792,3		65,2	4784,3		64,5	4699,2		61,2	4806,6		60,6	4700,0		63,9	4754,9		57,4	4808,2		57,5	4710,4

Quadrat 6 be	Profondeur	Latitude	Longitude	6(1)			6(2)			6(3)			6(4)			6(5)			6(6)			6(7)			6(8)			6(9)		
Saisons				SS			SH			SS			SH			SS			SH			SS			SH			SS		
Années	9,80m	16°10 182'	61°47 365'	2012						2013						20			14			2015								20
										DE TRAVERS																				
Espèces	Code	Forme	Abrégé	Nombre	Recouvremer	Surface (cm2	Nombre	Recouvreme	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface	Nombre	Recouvremer	Surface
Agaricia aga	COR	Encroutante	AH	1	1,5	72,9	1	0,7	33,2	1	0,6	26,6	1	1,1	50,9	1	0,7	34,0	1	1,0	48,8	1	1,0	47,1	1	1,5	69,7	1	1,2	60,9
Agelas conif	SPON	Autre	AC	2	0,4	21,5	1	0,2	12,1	1	0,2	10,7	1	0,2	11,0	1	0,3	13,0	2	0,3	14,6	3	0,7	31,8	3	0,5	25,4	0	0	0
Aplysina fist	SPON	Autre	AF	1	1,1	52,2	1	1,6	75,7	1	1,4	65,4	1	1,1	49,6	1	1,8	86,5	1	1,8	84,1	1	0,9	44,3	1	2,4	114,6	0	0	0
Débris corall	RUBBLE	Autre	DC	surface	0,2	8,9	surface	2,7	132,8	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0	surface	1,7	79,7	surface	0,7	34,0	surface	0,8	38,3	surface	1,5	73,1	surface	2,4	117,0
Demospong	SPON	Autre	D.	1	0,0	1,2	2	0,1	7,2	2	0,4	19,4	0	0,0	0,0	2	0,1	6,7	1	0,0	1,8	5	0,3	12,4	7	0,5	21,7	3	0,8	37,1
Dictyota bar	PHEOP	Autre	DB	surface	3,4	160,9	surface	8,7	424,7	surface	7,9	377,5	surface	8,2	385,9	surface	8,8	417,0	surface	3,9	184,1	surface	6,1	292,1	surface	3,6	169,9	surface	11,4	555,7
Ectyoplasia f	SPON	Autre	EF	1	0,2	8,4	1	0,4	20,6	1	0,4	19,4	1	0,4	16,7	1	0,6	28,9	1	1,0	45,9	0	0,0	0,0	1	1,2	55,2	1	1,0	48,5
Gazon algua	TURF	Autre	GA	surface	41,3	1979,8	surface	32,2	1567,2	surface	36,0	1719,5	surface	34,6	1618,8	surface	30,0	1418,4	surface	35,1	1665,4	surface	35,1	1689,5	surface	34,7	1638,4	surface	33,0	1612,4
Millepora ala	HYDROCOR	Encroutante	MA	5	3,9	188,3	4	3,5	168,0	3	2,7	129,5	5	3,8	177,7	4	4,6	218,5	4	4,9	232,3	4	6,2	297,3	7	5,1	240,8	6	4,9	241,0
Niphates ere	SPON	Autre	NE	3	0,2	11,7	3	0,4	18,6	1	0,0	1,6	4	0,5	24,9	1	0,2	7,9	3	0,4	19,1	4	0,6	30,3	2	0,5	24,0		0,4	20,2
Porites astre	COR	Encroutante	PA	2	4,4	212,8	2	5,3	256,3	3	5,1	241,2	2	4,6	215,5	2	4,9	233,4	2	4,4	210,4	1	4,7	224,9	3	5,2	244,0	3	5,2	254,9
Pseudocerat	SPON	Autre	PC	2	16,0	765,1	2	19,6	951,1	2	26,2	1250,8	2	18,7	876,1	3	18,2	862,0	3	18,6	885,7	2	18,5	891,7	2	16,8	795,4	2	13,3	647,7
Roche nue	RN	Autre	RN	surface	0,0	0,0	surface	0,7	32,8	surface	0,0	0,0	surface	1,9	87,9	surface	2,2	101,6	surface	1,4	64,2	surface	0,5	25,7	surface	0,4	20,0	surface	0,6	31,7
Sable	SAND	Autre	S.	surface	3,2	152,6	surface	1,3	65,3	surface	3,2	153,3	surface	4,1	192,2	surface	2,4	113,3	surface	1,9	92,2	surface	3,4	162,2	surface	3,4	159,1	surface	4,1	197,8
Xestospongi	SPON	Autre	XM	2	24,1	1156,0	2	22,5	1094,7	2	15,9	759,2	3	20,9	976,7	2	23,4	1103,5	2	24,6	1168,7	1	21,4	1032,3	1	22,7	1073,6	1	21,7	1057,9
					recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface
					58,7	4792,3		67,8	4860,6		64,0	4774,0		65,4	4682,6		70,0	4723,9		64,9	4750,9		64,9	4820,1		65,3	4723,9		67,0	4882,9

Quadrat 7 tr	Profondeur	Latitude	Longitude	7(1)			7(2)			7(3)			7(4)			7(5)			7(6)			7(7)			7(8)			7(9)		
Saisons				SS			SH			SS			SH			SS			SH			SS			SH			SS		
Années	14m	16°09 999'	61°47 495'	2012						2013						2014						2015								20
				DE TRAVERS																										
Espèces	Code	Forme	Abrégé	Nombre	Recouvreme	Surface (cm2	Nombre	Recouvreme	Surface	Nombre	Recouvremen	Surface	Nombre	Recouvremen	Surface	Nombre	Recouvremen	Surface	Nombre	Recouvremen	Surface	Nombre	Recouvremen	Surface	Nombre	Recouvremen	Surface	Nombre	Recouvremen	Surface
Amphimedo	SPON	Autre	AC	0	0,0	0,0	1	1,0	44,5	0	0,0	0,0	1	0,6	29,5	1	0,9	41,2	0	0,0	0,0	1	0,3	15,0	0	0,0	0,0	0	0	0
Aplysina fist	SPON	Autre	SC	0	0,0	0,0	1	3,0	129,3	1	2,3	111,3	1	2,0	93,4	1	3,3	159,9	1	3,3	162,4	1	2,8	136,8	1	4,4	215,9	1	1,3	63,6
Débris corall	RUBBLE	Autre	DC	surface	0,0	0,0	surface	2,3	96,4	surface	3,1	148,6	surface	2,4	115,4	surface	6,6	316,3	surface	1,2	60,1	surface	5,2	254,5	surface	6,4	312,0	surface	0,0	0,0
Demospong	SPON	Autre	D.	1	0,3	15,5	0	0,0	0,0	2	0,4	19,8	3	0,9	40,5	3	0,8	38,1	3	0,5	25,3	1	0,2	11,2	3	0,9	45,8	2	1,0	49,2
Dictyota bar	PHEOP	Autre	DB	surface	23,2	1083,6	surface	20,2	860,0	surface	29,0	1387,2	surface	23,3	1103,7	surface	14,1	673,4	surface	17,8	870,8	surface	20,0	971,3	surface	12,2	594,7	surface	26,5	1276,6
Gazon algua	TURF	Autre	GA	surface	32,1	1497,8	surface	37,1	1580,9	surface	24,7	1183,2	surface	31,1	1473,8	surface	34,7	1659,6	surface	32,9	1612,0	surface	33,3	1625,7	surface	40,2	1955,9	surface	31,2	1503,4
Millepora ali	HYDROCOR	Encroutante	MA	2	1,0	47,0	1	0,7	31,2	1	0,6	27,7	4	0,9	41,2	3	0,5	22,6	1	0,1	3,5	2	0,1	5,1	1	0,1	6,2	1	0,2	11,0
Montastrea	COR	Massive	MC	2	5,3	246,7	2	4,2	177,1	2	4,5	213,8	2	4,4	209,2	3	4,4	209,9	3	4,1	198,8	1	3,3	158,1	2	3,2	156,9	1	3,0	142,3
Niphates ere	SPON	Autre	NE	2	0,5	22,3	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	1	0,1	5,7	1	0,1	5,5	2	0,2	11,6	1	0,1	5,8	0	0,0	0,0
Orbicella fav	COR	Massive	OF	2	5,1	239,9	5	4,3	184,4	4	5,1	242,8	4	5,2	246,0	4	6,3	303,5	2	5,3	260,2	3	4,6	224,0	1	2,3	111,1	1	2,4	116,6
Porites astre	COR	Encroutante	PA	5	3,9	180,6	2	2,4	103,0	5	3,5	169,6	3	4,1	194,2	4	4,1	197,8	3	4,0	193,8	5	4,4	215,7	4	3,0	146,0	5	2,8	135,8
Roche nue	RN	Autre	RN	surface	3,6	170,2	surface	3,0	127,2	surface	2,9	138,6	surface	2,3	110,8	surface	1,7	79,9	surface	6,5	318,0	surface	1,7	84,7	surface	2,2	109,3	surface	5,8	281,7
Schizothrix c	CYANO	Autre	SC	surface	0,0	0,0	surface	3,6	154,3	surface	0,7	31,9	surface	0,7	31,8	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0	surface	1,2	56,8	surface	0,8	39,2	surface	0,8	39,9
Siderastrea s	COR	Massive	SS	1	24,8	1158,3	1	18,2	775,4	1	23,2	1112,1	1	22,2	1050,2	1	22,4	1073,2	1	24,2	1187,6	1	22,6	1097,9	1	24,0	1165,0	1	24,9	1200,0
					recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface
					67,9	4661,9		62,9	4263,6		75,3	4786,7		68,9	4739,8		65,3	4781,1		67,1	4898,0		66,7	4874,9		59,8	4863,8		68,8	4820,1

Quadrat 8 tr	Profondeur	Latitude	Longitude	8(1)			8(2)			8(3)			8(4)			8(5)			8(6)			8(7)			8(8)			8(9)		
Saisons				SS			SH			SS			SH			SS			SH			SS			SH			SS		
Années	14,5m	16°09 996'	61°47 495'	2012						2013						2014						2015								20
Espèces	Code	Forme	Abrégé	Nombre	Recouvreme	Surface (cm2	Nombre	Recouvreme	Surface	Nombre	Recouvremen	Surface	Nombre	Recouvremen	Surface	Nombre	Recouvremen	Surface	Nombre	Recouvremen	Surface	Nombre	Recouvremen	Surface	Nombre	Recouvremen	Surface	Nombre	Recouvremen	Surface
Amphimedo	SPON	Autre	AC	3	0,2	10,4	1	0,1	5,8	1	0,3	12,3	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	1	0,1	3,6	0	0,0	0,0	1	0,2	7,6	1	0,2	12,0
Agelas conif	SPON	Autre	AC	1	0,5	26,0	1	0,6	30,8	1	0,7	34,6	1	0,8	38,6	2	1,0	45,1	2	1,3	59,2	2	1,2	56,3	1	1,5	70,3	1	1,6	76,6
Débris corall	RUBBLE	Autre	DC	surface	7,9	375,3	surface	2,2	103,2	surface	5,5	263,3	surface	3,3	160,2	surface	1,5	69,1	surface	7,7	362,1	surface	2,3	113,0	surface	4,0	198,2	surface	0,0	0,0
Demospong	SPON	Autre	D.	0	0,0	0,0	1	0,3	15,7	1	0,1	5,4	1	0,2	10,9	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	2	0,8	37,9	0	0,0	0,0	1	0,4	20,0
Dictyota bar	PHEOP	Autre	DB	surface	26,8	1273,7	surface	33,4	1599,8	surface	24,8	1194,6	surface	28,9	1392,2	surface	16,3	769,0	surface	12,6	595,6	surface	21,1	992,5	surface	15,7	741,6	surface	27,3	1316,8
Gazon algua	TURF	Autre	GA	surface	19,9	944,2	surface	20,8	994,0	surface	22,8	1102,2	surface	18,1	872,2	surface	30,2	1425,8	surface	27,7	1305,9	surface	27,5	1355,7	surface	26,9	1316,6	surface	17,3	833,9
Montastrea	COR	Massive	MC	1	22,0	1043,9	1	21,9	1046,6	1	21,2	1021,2	1	20,8	1003,8	1	22,3	1053,7	1	22,0	1038,6	1	22,1	1039,5	1	21,4	1006,3	1	21,4	1033,2
Niphates dig	SPON	Autre	ND	0	0,0	0,0	2		33,1	2	0,7	35,0	2	0,7	31,6	1	0,7	30,9	3	0,6	29,4	1	0,1	7,4	5	0,9	42,8	4	1,0	48,0
Porites astre	COR	Encroutante	PA	2	2,7	127,7	2	1,7	79,9	2	1,8	85,8	3	2,3	109,9	3	3,4	158,4	5	3,1	144,2	1	1,8	85,8	3	2,7	128,5	1	1,8	89,0
Pseudocerat	SPON	Autre	PC	5	1,3	60,8	4		52,9	3	2,6	123,6	2	2,1	102,5	2	1,2	54,8	3	2,3	109,9	1	2,2	106,7	5	1,9	92,5	2	3,0	143,8
Roche nue	RN	Autre	RN	surface	3,3	154,9	surface	1,3	62,6	surface	1,3	63,8	surface	1,4	67,8	surface	0,5	25,9	surface	3,4	161,2	surface	0,2	9,2	surface	1,7	82,4	surface	6,2	297,3
Sable	SAND	Autre	S.	surface	2,2	104,5	surface	2,4	116,7	surface	4,6	223,4	surface	4,6	219,7	surface	6,2	294,3	surface	1,3	59,3	surface	2,9	141,9	surface	2,4	118,0	surface	0,0	0,0
Schizothrix c	CYANO	Autre	SC	surface	1,0	46,5	surface	2,5	118,7	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0	surface	0,8	36,5	surface	1,4	64,2	surface	0,9	42,1	surface	1,0	47,3	surface	1,0	49,5
Spirobranch	VERS	Autre	S.	1	0,0	0,0	1	0,0	0,0	1	0,0	0,0	1	0,0	0,0	1	0,0	0,0	1	0,0	0,0	1	0,0	0,0	1	0,0	0,0	1	0,0	0,0
Xestospongi	SPON	Autre	XM	1	12,3	586,2	1	12,7	609,1	1	13,7	659,0	1	16,9	814,8	1	16,0	753,0	1	16,5	777,3	1	16,9	798,1	1	19,7	927,2	1	18,6	898,4
					recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface		recouvremer	total surface
					80,1	4754,1		79,2	4782,7		77,2	4824,1		81,9	4824,1		69,8	4716,7		72,3	4710,4		72,5	4926,6		73,1	4901,2		82,7	4818,5

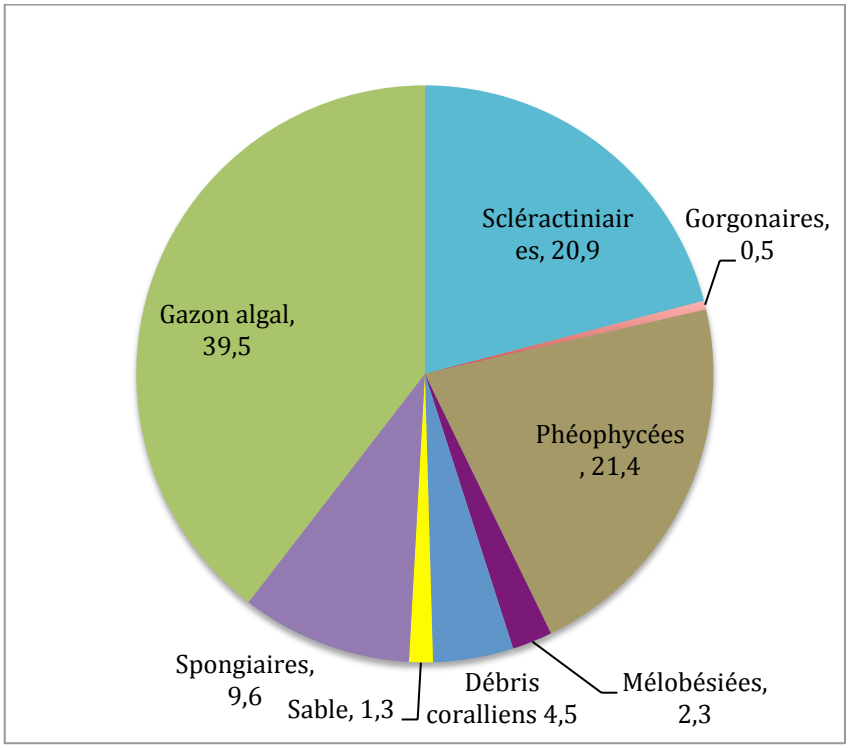
Quadrat 9 ac	Profondeur	Latitude	Longitude	9(1)			9(2)			9(3)			9(4)			9(5)			9(6)			9(7)			9(8)			9(9)		
Saisons				SS			SH			SS			SH			SS			SH			SS			SH			SS		
Années	14m	16°10 088'	61°47 549'	2012						2013						2014						2015								20
Espèces	Code	Forme	Abrégé	Nombre	Recouvreme	Surface (cm2	Nombre	Recouvreme	Surface	Nombre	Recouvremen	Surface	Nombre	Recouvremen	Surface	Nombre	Recouvremen	Surface	Nombre	Recouvremen	Surface	Nombre	Recouvremen	Surface	Nombre	Recouvremen	Surface	Nombre	Recouvremen	Surface
Aplysina lac	SPON	Autre	AL	2	7,4	351,3	2	7,6	358,7	2	8,4	396,8	1	8,7	410,0	1	8,5	395,7	2	8,4	397,0	1	8,3	395,6	2	7,7	366,3	2	9,4	454,5
Débris corall	RUBBLE	Autre	DC	surface	1,4	65,1	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0
Demospong	SPON	Autre	D.	1	1,5	71,6	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	1	0,4	18,9
Dictyota bar	PHEOP	Autre	DB	surface	5,9	282,7	surface	10,5	498,2	surface	9,1	432,9	surface	11,5	538,8	surface	10,1	469,3	surface	7,5	356,0	surface	10,6	504,1	surface	6,8	324,4	surface	15,5	749,5
Diploria strig	COR	Massive	DS	2	2,7	128,0	2	2,9	138,1	1	2,8	134,5	2	3,2	151,9	2	3,4	159,7	2	3,3	158,6	1	3,6	172,2	1	3,7	173,6	1	3,7	180,1
Gazon algua	TURF	Autre	GA	surface	32,3	1537,0	surface	37,7	1785,7	surface	41,3	1956,2	surface	39,1	1835,9	surface	40,9	1908,4	surface	36,6	1735,6	surface	37,6	1793,4	surface	36,2	1702,9	surface	28,2	1361,5
Lobophora v	PHEOP	Autre	LV	surface	0,0	0,0	surface	0,5	25,0	surface	1,0	47,5	surface	0,0	0,0	surface	0,9	41,3	surface	0,0	0,0	surface	1,1	51,9	surface	0,0	0,0	surface	0,7	34,4
Millepora ali	HYDROCOR	Encroutante	MA	2	26,4	1253,3	4	10,3	485,9	5	11,1	527,3	5	12,9	605,4	3	9,4	439,2	4	13,2	626,8	4	11,8	560,5	3	13,3	628,7	5	13,6	655,1
Montastrea	COR	Massive	MC	1	0,1	6,3	1	0,2	7,9	1	0,2	8,3	1	0,2	8,8	1	0,1	6,6	1	0,1	2,6	1	0,2	11,2	0	0,0	0,0	1	0,3	16,4
Niphates dig	SPON	Autre	ND	3	0,4	20,7	1	2,8	130,8	1	1,9	89,5	1	1,8	86,7	1	1,3	60,7	1	2,0	95,9	1	2,3	109,3	1	3,5	166,1	1	3,8	185,1
Niphates ere	SPON	Autre	NE	2	1,8	86,9	6	1,5	73,2	4	1,7	82,1	3	1,0	47,1	3	1,4	65,1	4	3,2	152,2	3	2,3	108,7	2	4,2	201,1	4	2,9	137,7
Orbicella fav	COR	Massive	OF	1	1,0	48,0	3	0,9	42,0	3	1,1	52,1	3	0,7	33,0	3	0,9	42,3	2	0,6	29,3	1	1,0	49,1	2	0,6	29,5	0	0,0	0,0
Porites astre	COR	Encroutante	PA	11	15,7	748,4	11	18,7	886,1	8	18,9	897,9	8	14,5	680,8	8	18,7	872,6	6	19,2	909,8	9	18,4	870,3	5	17,4	824,3	5	17,3	837,7
Roche nue	RN	Autre	RN	surface	0,7	33,6	surface	2,2	105,3	surface	1,4	67,6	surface	2,4	112,0	surface	3,5	165,3	surface	4,1	194,2	surface	0,5	22,4	surface	4,6	219,4	surface	3,1	151,9
Schizothrix c	CYANO	Autre	SC	surface	0,0	0,0	surface	1,9	91,9	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0	surface	0,9	42,3	surface	0,9	43,9	surface	0,6	28,8	surface	0,0	0,0
Xestospongi	SPON	Autre	XM	1	2,5	118,8	1	2,3	111,0	1	1,0	47,0	1	3,9	183,2	1	0,9	42,0	1	0,8	40,1	1	1,3	59,9	1	1,3	63,3	1	1,0	46,9
					recouvrement	sans total surface		recouvrement	sans total surface		recouvrement	sans total surface		recouvrement	sans total surface		recouvrement	sans total surface		recouvrement	sans total surface		recouvrement	sans total surface		recouvrement	sans total surface		recouvrement	sans total surface
					67,7	4751,7		62,3	4739,8		58,7	4739,8		60,9	4693,7		59,1	4668,2		63,4	4740,6		62,4	4772,4		63,8	4706,4		71,8	4829,6

Quadrat 10 x	Profondeur	Latitude	Longitude	10(1)			10(2)			10(3)			10(4)			10(5)			10(6)			10(7)			10(8)			10(9)		
Saisons				SS			SH			SS			SH			SS			SH			SS			SH			SS		
Années	17,2m	16°10 097'	61°47 545'	2012						2013						2014						2015								20
				DE TRAVERS																										
Espèces	Code	Forme	Abrégé	Nombre	Recouvrement	Surface (cm2	Nombre	Recouvrement	Surface	Nombre	Recouvrement	Surface	Nombre	Recouvrement	Surface	Nombre	Recouvrement	Surface	Nombre	Recouvrement	Surface	Nombre	Recouvrement	Surface	Nombre	Recouvrement	Surface	Nombre	Recouvrement	Surface
Amphimedo	SPON	Autre	AC	1	2,6	122,0	1	4,4	216,1	1	0,4	18,8	1	0,5	25,6	1	0,6	30,1	1	0,8	37,1	1	0,8	37,8	1	1,4	65,6	1	1,6	77,7
Aplysina lacu	SPON	Autre	AL	2	8,8	418,3	3	6,1	299,7	2	7,0	330,1	2	6,6	308,6	2	6,0	286,1	2	7,0	330,6	2	7,3	351,9	3	6,7	315,0	3	7,1	337,9
Demospong	SPON	Autre	D.	4	4,4	208,0	3	0,7	32,4	2	0,5	21,5	2	0,9	40,9	2	0,8	39,0	1	0,5	23,4	5	0,9	43,1	0	0,0	0,0	2	1,1	51,3
Dictyota bar	PHEOP	Autre	DB	surface	10,4	494,3	surface	15,7	764,2	surface	20,6	978,5	surface	20,7	973,5	surface	14,7	700,8	surface	15,5	729,9	surface	2,7	129,3	surface	14,8	698,5	surface	16,1	771,3
Gazon algua	TURF	Autre	GA	surface	26,6	1263,7	surface	23,3	1138,5	surface	19,0	900,9	surface	24,8	1168,9	surface	30,0	1431,8	surface	19,7	929,2	surface	30,7	1475,6	surface	22,7	1072,7	surface	20,6	983,0
Meandrina r	COR	Encroutante	MM	3	3,0	140,6	3	1,5	72,5	3	1,2	56,3	3	1,2	57,1	3	1,1	53,4	3	1,2	55,3	3	1,1	50,5	3	1,4	66,0	3	1,1	52,8
Millepora alc	HYDROCOR	Encroutante	MA	2	2,1	99,5	2	3,7	182,5	4	4,8	229,3	4	4,0	189,7	3	4,6	220,8	6	5,4	252,2	3	4,5	217,2	4	4,4	208,9	3	4,4	211,3
Montastrea	COR	Massive	OF	1	24,0	1141,5	1	27,3	1332,0	1	29,8	1413,0	1	26,7	1259,9	1	24,5	1166,9	1	27,4	1292,2	1	28,1	1351,0	1	26,3	1243,7	1	26,5	1266,1
Niphates dig	SPON	Autre	ND	0	0,0	0,0	1	0,2	9,7	0	0,0	0,0	1	0,1	6,0	3	0,3	15,9	0	0,0	0,0	2	0,2	11,6	1	0,2	7,8	0	0,0	0,0
Orbicella ani	COR	Massive	OA	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	1	0,0	2,3	1	0,1	3,4	1	0,1	3,8	1	0,2	9,5	1	0,2	7,5	1	0,3	13,6
Orbicella fav	COR	Massive	MC	2	2,6	123,844	1	2,4	118,04	1	2,1	101,6	1	2,4	113,0	1	2,6	123,6	1	2,6	121,1	1	2,5	120,8	1	2,6	125,4	0	0,0	0,0
Porites astre	COR	Encroutante	PA	4	10,0	474,1	3	9,6	467,7	5	9,9	467,3	4	10,7	505,7	6	12,4	591,1	6	12,6	593,4	6	13,4	645,7	7	13,6	643,5	4	14,9	714,5
Roche nue	RN	Autre	RN	surface	5,1	243,2	surface	1,8	87,0	surface	4,0	188,8	surface	0,4	20,2	surface	0,6	26,6	surface	4,8	227,7	surface	6,8	326,0	surface	4,1	194,3	surface	0,0	0,0
Sable	SAND	Autre	S.	surface	0,0	0,0	surface	1,4	70,1	surface	0,7	33,0	surface	0,8	39,9	surface	1,7	80,4	surface	2,1	97,7	surface	0,1	6,2	surface	1,2	57,2	surface	5,4	260,0
Schizothrix c	CYANO	Autre	SC	surface	0,5	24,2	surface	1,8	89,9	surface	0,1	4,5	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0	surface	0,4	20,8	surface	0,6	29,7	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0
Xestospongia	SPON	Autre	XM	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	4	0,5	25,8	1	0,9	41,7
				recouvrement sans		total surface	recouvrement sans		total surface	recouvrement sans		total surface	recouvrement sans		total surface	recouvrement sans		total surface	recouvrement sans		total surface	recouvrement sans		total surface	recouvrement sans		total surface	recouvrement sans		total surface
					73,4	4753,3		76,7	4880,5		81,0	4743,8		75,2	4711,2		70,0	4770		80,3	4714,4		69,3	4805,8		77,3	4731,8		79,4	4781,1

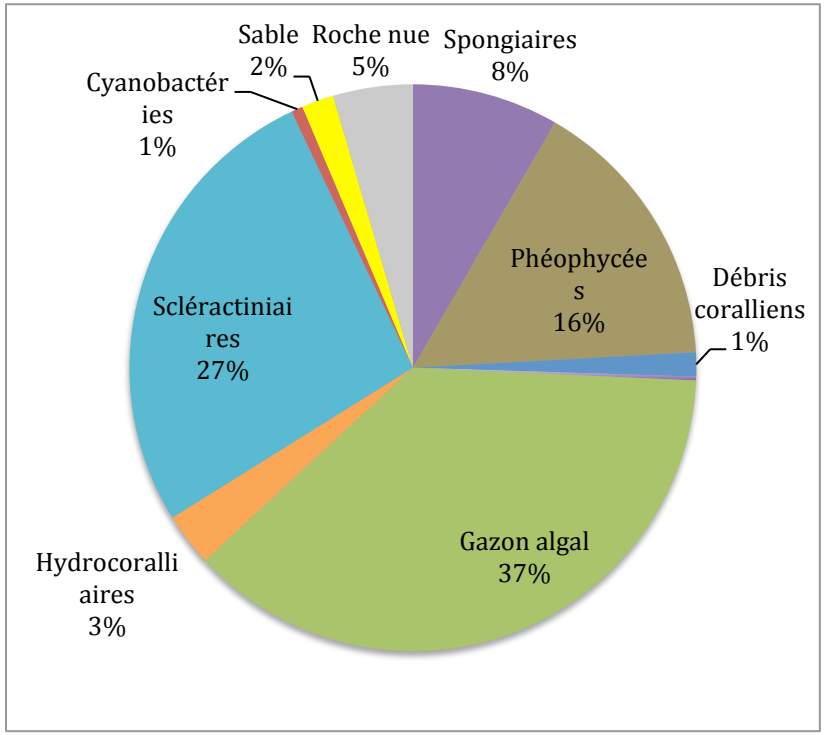
Quadrat 11 x	Profondeur	Latitude	Longitude	11(1)			11(2)			11(3)			11(4)			11(5)			11(6)			11(7)			11(8)			11(9)		
Saisons				SS			SH			SS			SH			SS			SH			SS			SH			SS		
Années	15,4m	16°10 107'	61°47 526'	2012						2013						2014						2015								20
				DE TRAVERS																										
Espèces	Code	Forme	Abrégé	Nombre	Recouvrement	Surface (cm2	Nombre	Recouvrement	Surface	Nombre	Recouvrement	Surface	Nombre	Recouvrement	Surface	Nombre	Recouvrement	Surface	Nombre	Recouvrement	Surface	Nombre	Recouvrement	Surface	Nombre	Recouvrement	Surface	Nombre	Recouvrement	Surface
Débris corall	RUBBLE	Autre	DC	surface	2,3	107,7	surface	3,0	142,6	surface	3,4	162,3	surface	3,1	148,3	surface	3,4	162,6	surface	3,3	154,4	surface	2,1	101,2	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0
Demospong	SPON	Autre	D.	0	0,0	0,0	1	1,2	55,7	4	0,2	10,4	1	0,1	6,4	5	0,4	20,9	3	0,6	27,4	3	0,4	21,6	1	0,2	7,8	0	0,0	0,0
Dictyota bar	PHEOP	Autre	DB	surface	26,1	1241,9	surface	26,9	1300,1	surface	31,2	1498,2	surface	33,9	1607,0	surface	19,7	944,5	surface	15,3	722,5	surface	18,1	870,6	surface	43,0	2035,7	surface	24,2	1141,2
Gazon algua	TURF	Autre	GA	surface	43,2	2053,6	surface	47,7	2306,9	surface	33,0	1584,4	surface	37,1	1758,7	surface	38,3	1838,2	surface	51,4	2426,2	surface	51,2	2465,9	surface	29,8	1408,8	surface	47,0	2218,1
Lobophora v	PHEOP	Autre	LV	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0	surface	0,7	32,7	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0	surface	1,1	53,5	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0
Madracis de	COR	Nodulaire	MD	0	0,0	0,0	1	0,8	40,6	2	0,2	8,9	1	0,4	17,5	1	0,3	14,6	1	0,1	2,9	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
Montastrea	COR	Massive	MC	4	1,5	69,3	3	0,7	35,8	2	0,6	28,0	2	0,4	21,3	2	0,4	20,6	2	0,4	16,7	1	0,2	8,9	1	0,2	8,0	1	0,2	11,1
Niphates dig	SPON	Autre	ND	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	1	0,1	5,9	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	1	0,1	5,3	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
Orbicella ani	COR	Massive	OA	4	7,9	376,3	3	5,0	240,6	2	5,7	275,1	3	5,3	250,0	1	4,1	197,7	3	8,2	386,8	6	7,6	365,3	2	7,0	330,9	1	7,4	350,1
Orbicella fav	COR	Massive	OF	5	8,9	420,9	5	3,6	174,0	7	8,1	390,5	5	8,0	748,6	7	8,1	437,4	3	6,7	328,4	5	7,4	311,5	5	7,3	335,9	5	7,3	343,6
Porites astre	COR	Encroutante	PA	3	6,4	305,1	2	7,5	362,5	2	6,7	321,8	3	8,0	378,5	2	8,1	390,3	2	6,7	314,9	2	7,4	354,1	3	7,3	348,0	2	6,5	304,8
Roche nue	RN	Autre	RN	surface	3,8	178,6	surface	1,8	88,5	surface	6,3	300,2	surface	3,6	168,8	surface	15,5	743,6	surface	7,0	331,5	surface	4,1	196,1	surface	4,7	220,6	surface	7,3	343,2
Sable	SAND	Autre	S.	surface	0,0	30,8	surface	0,0	17,8	surface	0,9	43,6	surface	0,0	0,0	surface	1,3	62,2	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0
Schizothrix c	CYANO	Autre	SC	surface	0,0	0,0	surface	1,8	85,6	surface	3,6	171,6	surface	0,0	0,0	surface	0,3	14,4	surface	0,4	17,7	surface	1,5	73,0	surface	0,6	27,3	surface	0,1	6,4
				recouvrement sans		total surface	recouvrement sans		total surface	recouvrement sans		total surface	recouvrement sans		total surface	recouvrement sans		total surface	recouvrement sans		total surface	recouvrement sans		total surface	recouvrement sans		total surface	recouvrement sans		total surface
					56,8	4753,3		52,3	4832,8		67,0	4801,0		62,9	4735,0		61,7	4800,2		48,6	4715,9		48,8	4816,1		70,2	4735,0		52,9897368	4718,325

Quadrat 12 x	Profondeur	Latitude	Longitude	12(1)			12(2)			12(3)			12(4)			12(5)			12(6)			12(7)			12(8)			12(9)		
Saisons				SS			SH			SS			SH			SS			SH			SS			SH			SS		
Années	13,5m	16°10 111'	61°47 518'	2012						2013						2014						2015								20
				DE TRAVERS			DE TRAVERS																							
Espèces	Code	Forme	Abrégé	Nombre	Recouvrement	Surface (cm2	Nombre	Recouvrement	Surface	Nombre	Recouvrement	Surface	Nombre	Recouvrement	Surface	Nombre	Recouvrement	Surface	Nombre	Recouvrement	Surface	Nombre	Recouvrement	Surface	Nombre	Recouvrement	Surface	Nombre	Recouvrement	Surface
Agelas conif	SPON	Autre	AC	4	3,5	170,9	2	2,0	95,9	1	0,6	26,4	1	0,6	29,1	1	0,9	43,5	1	0,3	14,5	2	1,3	65,6	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
Dictyota bar	PHEOP	Autre	DB	surface	3,9	190,5	surface	8,2	391,8	surface	18,4	864,6	surface	20,5	967,7	surface	11,7	549,9	surface	10,2	479,3	surface	9,8	482,7	surface	12,9	608,5	surface	13,1	636,9
Débris corall	RUBBLE	Autre	DC	surface	1,6	75,6	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0	surface	0,5	22,8	surface	1,7	78,4	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0
Demospong	SPON	Autre	D.	3	1,9	89,6	2	1,9	92,5	1	1,0	48,9	3	2,1	100,6	1	0,9	42,8	0	0,0	0,0	0	0,2	8,3	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
Gazon algua	TURF	Autre	GA	surface	47,1	2275,3	surface	46,0	2206,4	surface	43,9	2062,6	surface	37,8	1786,8	surface	39,2	1839,2	surface	48,2	2272,9	surface	47,1	2330,4	surface	46,4	2190,3	surface	32,1	1562,9
Millepora alc	HYDROCOR	Encroutante	MA	1	0,1	3,4	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
Montastrea	COR	Massive	MC	0	0,0	0,0	2	1,1	50,5	1	0,3	12,2	1	0,7	33,1	1	0,2	11,0	1	0,3	12,0	1	0,0	0,0	1	2,0	95,5	1	0,4	17,5
Orbicella fav	COR	Massive	OF	2	3,0	146,9	2	1,9	91,2	3	2,6	123,3	2	3,8	179,3	2	3,7	174,6	2	4,7	221,0	2	4,3	214,8	2	4,0	187,9	2	5,6	274,1
Porites astre	COR	Encroutante	PA	9	34,5	1665,3	5	33,1	1586,5	4	28,8	1353,0	3	31,4	1485,6	5	35,7	1672,6	3	33,6	1583,1	3	34,9	1729,6	3	31,7	1492,8	3	34,5	1679,9
Rhodophycé	RHODOP	Autre	AR	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	1	0,0	0,0	1	0,4	21,0	0	0,0	0,0
Roche nue	RN	Autre	RN	surface	3,0	147,1	surface	4,3	204,2	surface	4,4	205,1	surface	2,5	120,4	surface	5,9	278,6	surface	2,8	133,8	surface	2,4	117,4	surface	2,5	119,9	surface	12,9	629,5
Schizothrix c	CYANO	Autre	SC	surface	1,4	69,1	surface	1,6	78,8	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0	surface	0,0	0,0	surface	1,3	63,7
Spirobranch	VERS	Autre	S.	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0,0	0,0
				recouvrement sans		total surface	recouvrement sans		total surface	recouvrement sans		total surface	recouvrement sans		total surface	recouvrement sans		total surface	recouvrement sans		total surface	recouvrement sans		total surface	recouvrement sans		total surface	recouvrement sans		total surface
					52,9	4833,6		54,0	4797,8		56,1	4696,1		62,2	4725,5		60,8	4690,5		51,8	4716,7		52,9	4948,9		53,6	4715,9		67,8722733	4864,605

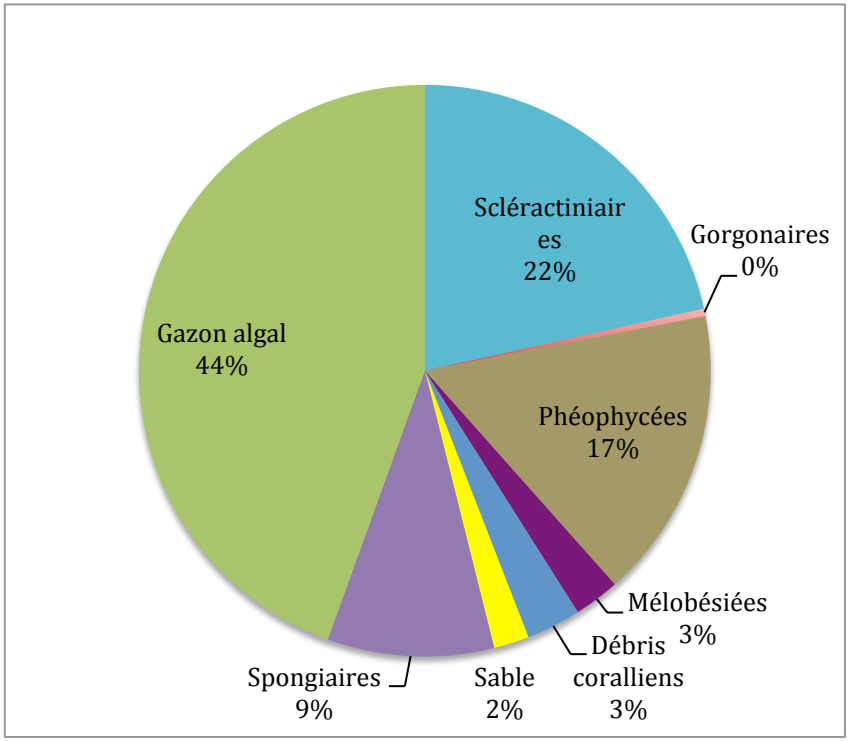
Annexe 3 : a). Représentation des différents groupes d'organismes présents sur l'ensemble des transects de C. Bouchon ainsi que sur les photoquadrats, des années 2012 à 2016.



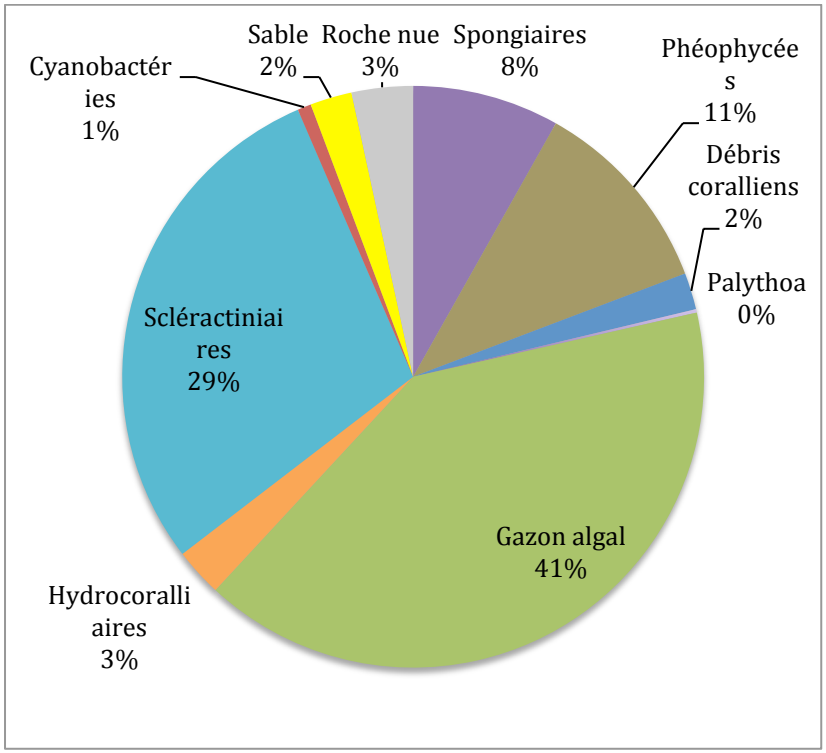
Année 2016-Transect



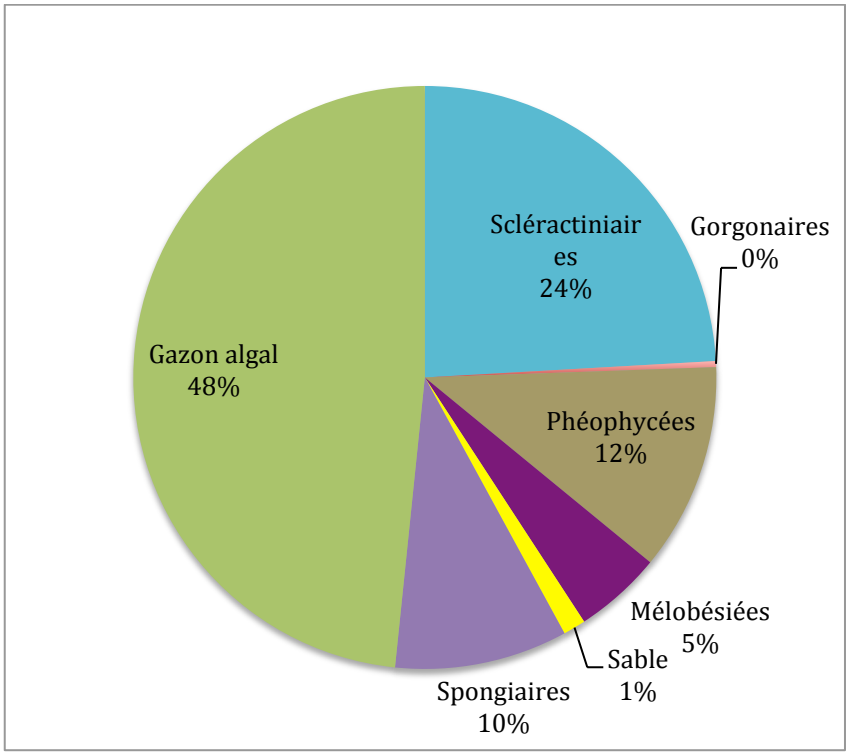
Année 2016-Photoquadrat



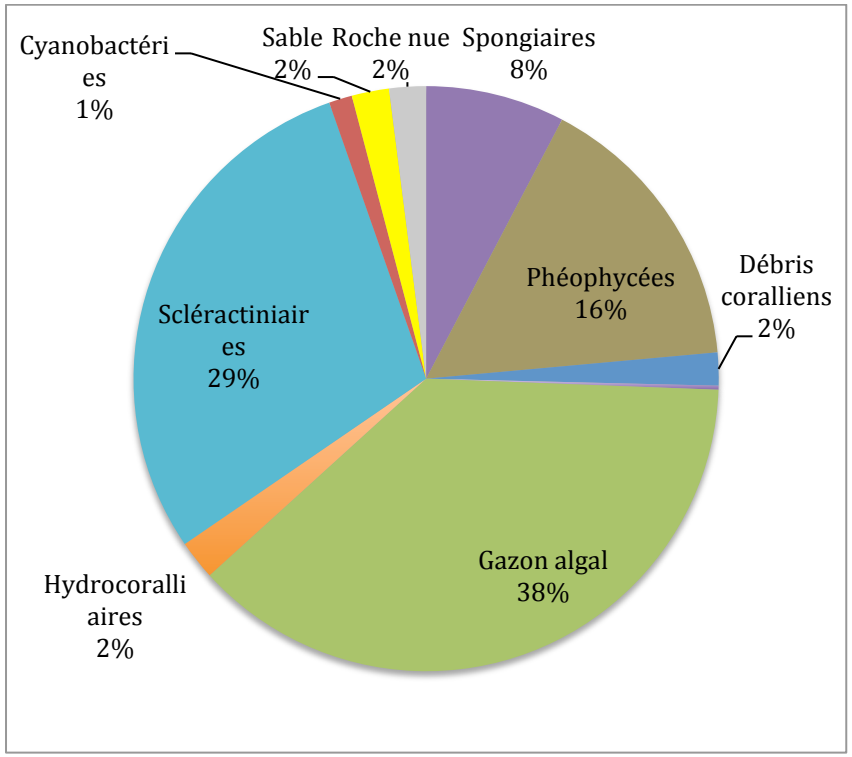
Année 2014-Transect



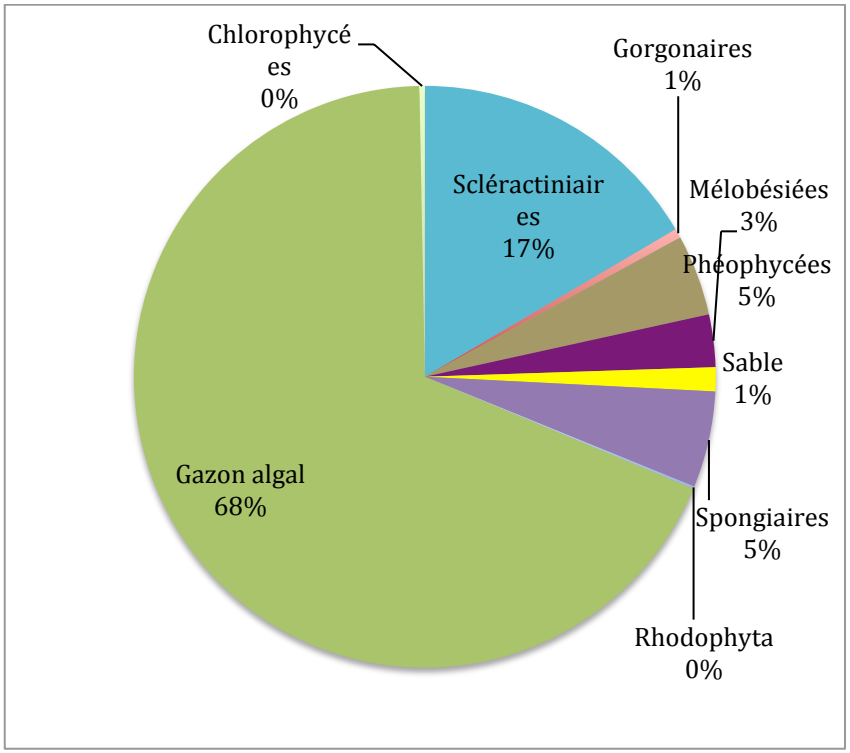
Année 2014-Photoquadrat



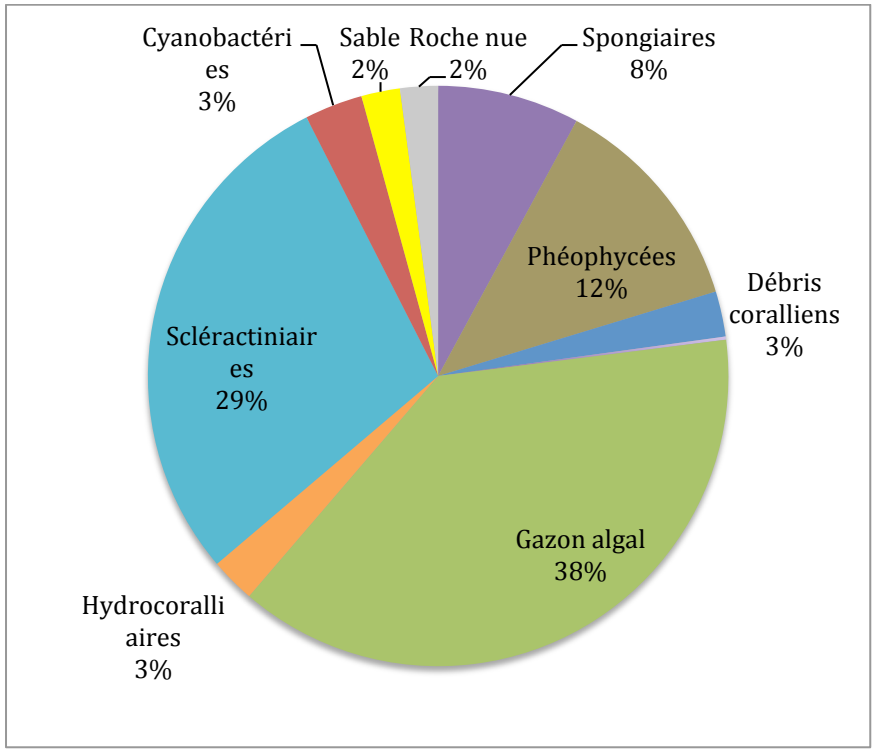
Année 2013-Transect



Année 2013-Photoquadrat



Année 2012-Transect

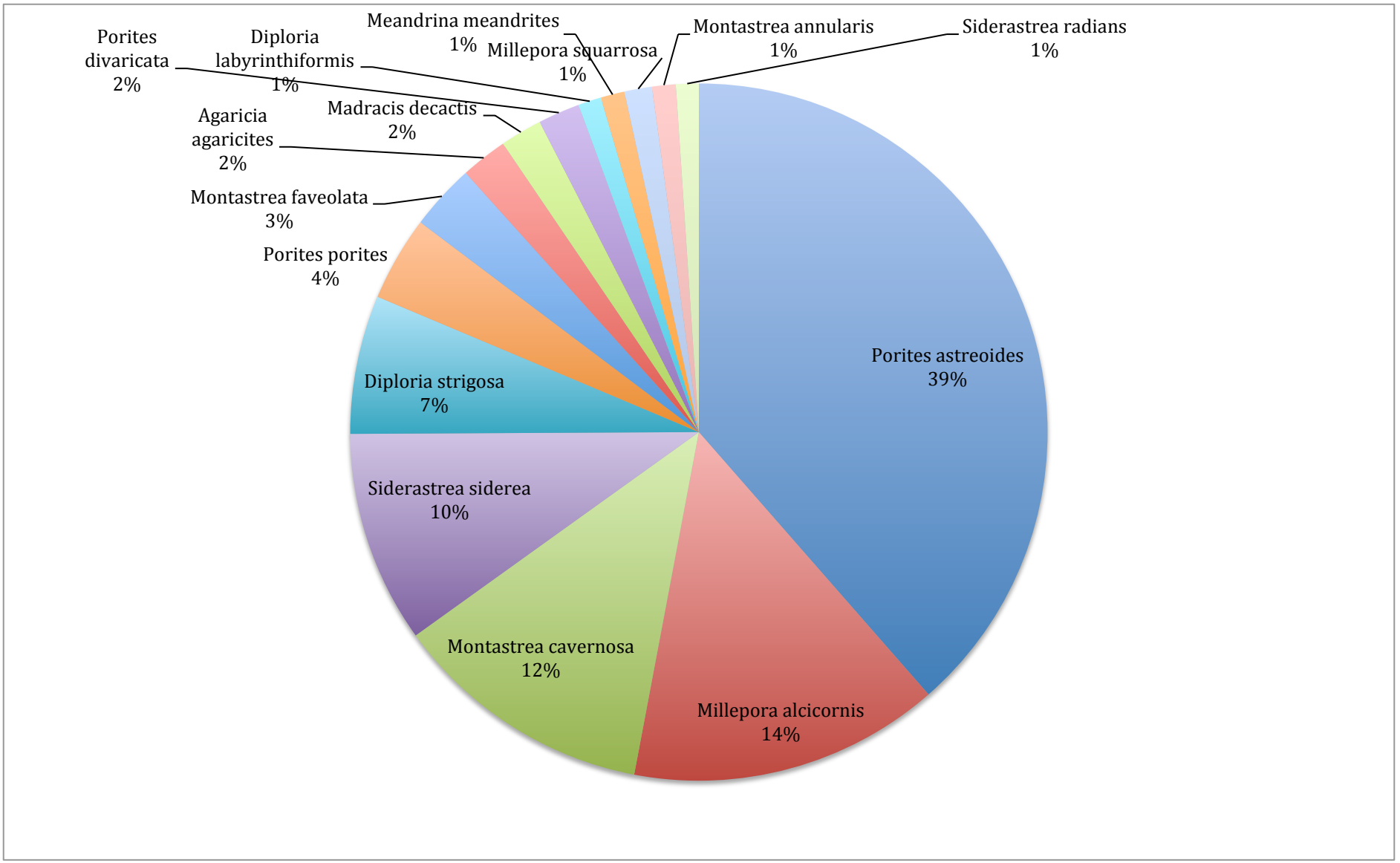


Année 2012-Photoquadrat

b). Tableau des pourcentages de recouvrement des différentes espèces de coraux présentes dans l'ensemble des quadrats, et des transects, par saison et par année.

Années	2012		2013		2014		2016	
Groupes / Méthode	Photo	Transect	Photo	Transect	Photo	Transect	Photo	Transect
Gazon algal	38%	68%	38%	48%	41%	44%	37%	39,5%
Scléractiniaires	29%	17%	29%	24%	29%	22%	27%	20,9%
Phéophycées	12%	5%	16%	12%	11%	17%	16%	21,4%
Spongiaires	8%	5%	8%	10%	8%	9%	8%	9,6%
Mélobésiées	0%	3%	0%	5%	0%	3%	0%	2,3%
Sable	2%	1%	2%	1%	2%	2%	2%	1,3%
Débris coralliens	3%	0%	2%	0%	2%	3%	1%	4,5%
Roche nue	2%	0%	2%	0%	3%	0%	5%	0%
Cyanobactéries	3%	0%	1%	0%	1%	0%	1%	0%
Gorgonaires	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0,5%
Hydrocoralliaires	3%	0%	2%	0%	3%	0%	3%	0%

c). Occupation des fonds par les différents groupes d'organismes benthiques pour l'ensemble des transects et des années



d). Pourcentages de recouvrement des différentes espèces de coraux présents dans l'ensemble des quadrats, et des transects par saison et par année.

Espèces	Recouvrement photoquadrat	Recouvrement transect
Porites astreoides	29,4%	40%
Millepora alcicornis	8,4%	15%
Montastrea cavernosa	9,5%	12%
Siderastrea siderea	6,6%	10%
Diploria strigosa	1,6%	7%
Dendrogyra cylindrus	0,8%	0%
Porites porites	10,0%	4%
Montastrea faveolata	0%	3%
Agaricia agaricites	0,3%	2%
Madracis decactis	0,05%	2%
Porites divaricata	0%	2%
Diploria labyrinthiformis	3%	1%
Meandrina meandrites	0,4%	1%
Millepora squarrosa	0%	1%
Siderastrea radians	0%	1%
Orbicella faveolata	23,6%	0%
Orbicella annularis	6,4%	1%

e). Recrutement de l'année 2012 à 2016 pour l'ensemble des transects et quadrats sur l'ensemble des espèces présentes.

Espèces	Nombre de recrues sur les transects	Nombre de recrues sur les photoquadrats
Agaricia agaricites	1	0
Colpophylllia natans	1	0
Dichoecenia stokesi	1	0
Diploria strigosa	4	0
Favia fragum	3	0
Madracis decactis	1	0
Millepora alcicornis	5	14
Millepora complanata	1	0
Montastrea cavernosa	3	0
Montastrea faveolata	3	0
Porite astreoides	86	22
Porites divaricata	2	0
Porites porites	2	0
Siderastrea radians	3	0
Siderastrea siderea	2	0
Stephanocoenia intersepta	1	0
Stylaster roseus	1	0

Résumé :

Des signes d'altérations ont été observés sur les récifs coralliens de la Caraïbe. Le Parc National de la Guadeloupe a donc décidé de mettre en place un suivi photographique biannuel sur 12 quadrats, de 2012 à 2016 au niveau des îlets Pigeon. Ce suivi consiste en l'étude de l'évolution temporelle des recouvrements (surface en %) des communautés coralliennes et autres groupes d'organismes présents sur les quadrats, par le traitement des photographies (n=120) à l'aide de logiciels spécifiques (Photoshop, Image J). Pour chaque année, le gazon algal (40%) et les coraux (33%) dominent la surface de chaque quadrat. *Porites astreoides* est l'espèce dominante aussi bien en recouvrement qu'en nombre de colonies. Des tests statistiques ont été réalisés afin de montrer d'éventuelles évolutions temporelles (Friedman) et tendances (Spearman) sur ces pourcentages de recouvrements. A l'exception d'une diminution des Cyanobactéries et augmentation des éponges, l'ensemble des différents groupes d'organismes se maintient sur la période étudiée. Les résultats du présent travail ont démontré l'efficacité du dispositif mis en place par le Parc National de la Guadeloupe et pourront servir de base à de futurs suivis.

Mots clés : Communautés coralliennes, suivi temporel, aires marines protégées, zone Caraïbe, Parc National de Guadeloupe.

Abstract :

Signs of alterations have been observed on the coral reefs of the Caribbean. The National Park of Guadeloupe decided to set up a biannual photographic monitoring on 12 quadrats, from 2012 to 2016 on the Pigeon islets. This monitoring consisted in the study of the temporal evolution of coverage of corals (% area) of coral communities and other groups of organisms present on quadrats, through photos processing (n = 120) under specific softwares (Photoshop, Image J). Each year, turf (40%) and corals (33%) dominate the area of each quadrat. *Porites astreoides* is the dominant species in both coverage and number of colonies. Statistical tests were performed to show any changes over time (Friedman) and trends (Spearman) regarding coverage rate. With the exception of a decrease of Cyanobacteria and, an increase of sponges, all the different groups of organisms are stable over the study period. The results of this work have shown the efficiency of the system set up by the National Park of Guadeloupe and shall as a basis for future monitoring.

Keywords : Coral communities, time tracking, marine protected areas, Caribbean area, National Park of Guadeloupe.