



**SUIVI DE L'ETAT DES PEUPELEMENTS RECIFAUX ET
ORGANISMES ASSOCIES EN BAIE DE PRONY ET CANAL
DE LA HAVANNAH**

Mission de novembre 2016

**PROJET GORO NICKEL
VALE NOUVELLE CALEDONIE**



*Caractéristiques du dossier :*

Référence du document	Rap 090-16_Ver00	
Référence du contrat	C2415 E53801	
Numéro de l'affaire	090-16	
Client	Vale Nouvelle-Calédonie	
Commune	Mont Dore	
Coordonnées (WGS 84 UTM58)	X	696 000
	Y	7 528 000
Mots clés	projet Goro Nickel, ichtyologie, communautés récifales, biocénoses marines, suivis environnementaux, mine, port	

Suivi des modifications :

N° de version	Transmis à	Action / Etat	Date
00	VALE NC	Rapport remis au Client (format électronique) : version préliminaire (draft) pour relecture de la forme	Janvier 2017
	Experts partenaires	Rapport remis (format électronique) : version préliminaire (draft) pour relecture du fond	
	AQUA TERRA	En interne : pour relecture pour contrôle qualité	
00	VALE NC	Rapport final remis au Client (3 exemplaires papier + 1 CDRom)	Janvier 2017

Les responsables du suivi des modifications sont :

Maître d'Ouvrage	Céline CASALIS (Vale NC)
Entreprise	Valérie VAILLET (AQUA TERRA)

N° Document	Émis le	Par	Approuvé par	Le
Rap 090-16_Ver00	Janvier 2017	AQUA TERRA	Vale NC	Janvier 2017



Dans un souci constant de préserver l'environnement, nos rapports sont imprimés sur du papier certifié , en recto-verso et nos toners sont éliminés via une filière agréée.



Equipe de travail

Le Mandataire pour cette étude est la SARL AQUA TERRA, avec Valérie VAILLET comme chef de projet, avec l'aide d'experts scientifiques.

Les principaux intervenants étaient donc :

Pour AQUA TERRA :



↳ **Valérie VAILLET** : gérante de la société (Ingénierie de l'environnement et de la réhabilitation), ingénieur biologiste (DEA Océanographie biologique, Paris VI). Grande expérience en gestion de l'environnement et notamment à travers des campagnes d'échantillonnage sous-marin. A réalisé plusieurs missions dans le cadre du suivi des communautés coralliennes pour le projet Goro Nickel, depuis 2005. Plongeur niveau III.

Pour cette étude : responsable logistique et technique ; échantillonnage du substrat (LIT) et traitement/analyses des résultats liés, photographie sous-marine ; synthèse des données, rédaction des rapports.

Pour ACREM :



↳ **Claude CHAUVET** : professeur émérite des Universités à l'Université de Nouvelle Calédonie, biologiste marin, intervenant pour l'ACREM.

A participé à de nombreuses campagnes d'échantillonnage du milieu marin et notamment dans cette zone et pour le projet Goro Nickel. Plongeur niveau III.

Pour cette étude : inventaire des communautés ichtyologiques et traitements/analyses des résultats liés ; enregistrements vidéo (films).

Pour BIOCENOSE MARINE :



↳ **Grégory LASNE** : gérant de la société (Etude environnementale marine), master recherche en Environnement Océanographique Littoral et Hauturier (Bordeaux I). Compétences reconnues pour la taxonomie corallienne et l'inventaire des biocénoses benthiques marines, ainsi que la description géomorphologique et environnementale de site sous marin. Plongeur niveau III, CAH IIB, Nitrox et TDI (recycleur).

Pour cette étude : inventaire des communautés benthiques et particulièrement des coraux, ainsi que l'analyse des résultats liés ; description des habitats ; atlas photographique (photographies *in situ*).

Personne physique :

Pilote, sécurité surface, « installateur » des rubans métrés, gonfleur des blocs.

Table des Matières

EQUIPE DE TRAVAIL	3
TABLE DES MATIERES	4
LISTE DES TABLEAUX	8
LISTE DES FIGURES	12
LISTE DES CARTES	15
LISTE DES PHOTOS	16
1 PREAMBULE	17
2 OBJECTIF DE L'ETUDE.....	18
3 METHODOLOGIE	19
3.1 ZONE D'ETUDE.....	19
3.1.1 Contexte général	19
3.1.2 Présentation des stations	19
3.1.2.1 Les stations.....	19
3.1.2.2 Les transects	21
3.2 LES TRAVAUX D'ECHANTILLONNAGE	22
3.2.1 Vérification des stations.....	22
3.2.1.1 Positionnement.....	22
3.2.1.2 Matérialisation.....	22
3.2.1.2.1 Organisation « matérielle »	22
3.2.1.2.2 Organisation « temporelle »	22
3.2.2 Protocole pour l'étude du substrat	23
3.2.3 Protocole pour l'étude du benthos.....	23
3.2.4 Protocole pour l'étude des poissons	26
3.3 PERIODE D'ECHANTILLONNAGE.....	27
3.4 LE TRAITEMENT DES DONNEES	28
3.4.1 Pour le substrat.....	28
3.4.2 Pour le benthos	28
3.4.3 Pour les poissons	31
4 RESULTATS BRUTS PAR STATION.....	33
4.1 STATION 01 = CASY	34
4.1.1 Le substrat (ST01).....	38
4.1.2 Le benthos (ST01)	39
4.1.2.1 Benthos Transect 01 A.....	40
4.1.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST01A).....	40
4.1.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST01A).....	41
4.1.2.2 Benthos Transect 01 B.....	42
4.1.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST01B)	42
4.1.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST01B)	43
4.1.3 Les poissons (ST01)	45
4.2 STATION 02 = CREEK BAIE NORD	50
4.2.1 Le substrat (ST02).....	53
4.2.2 Le benthos (ST02)	54
4.2.2.1 Benthos Transect 02 A.....	55
4.2.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST02A).....	55
4.2.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST02A).....	56
4.2.2.2 Benthos Transect 02 B.....	57
4.2.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST02B)	57
4.2.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST02B)	57
4.2.3 Les poissons (ST02)	59
4.3 STATION 03 = PORT.....	64
4.3.1 Le substrat (ST03).....	68
4.3.2 Le benthos (ST03)	69
4.3.2.1 Benthos Transect 03 A.....	70
4.3.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST03A).....	70
4.3.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST03A).....	71
4.3.2.2 Benthos Transect 03 B.....	72
4.3.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST03B)	72
4.3.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST03B)	73
4.3.2.3 Benthos Transect 03 C.....	73
4.3.2.3.1 Les Scléractiniaires (ST03C)	73
4.3.2.3.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST03C)	74

4.3.3	Les poissons (ST03)	76
4.4	STATION 04 = WOODIN	81
4.4.1	Le substrat (ST04)	85
4.4.2	Le benthos (ST04)	86
4.4.2.1	Benthos Transect 04 A	87
4.4.2.1.1	Les Scléractiniaires (ST04A)	87
4.4.2.1.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST04A)	88
4.4.2.2	Benthos Transect 04 B	89
4.4.2.2.1	Les Scléractiniaires (ST04B)	89
4.4.2.2.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST04B)	89
4.4.2.3	Benthos Transect 04 C	90
4.4.2.3.1	Les Scléractiniaires (ST04C)	90
4.4.2.3.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST04C)	91
4.4.3	Les poissons (ST04)	92
4.5	STATION 05 = RECIF IORO	98
4.5.1	Le substrat (ST05)	101
4.5.2	Le benthos (ST05)	102
4.5.2.1	Benthos Transect 05 A	103
4.5.2.1.1	Les Scléractiniaires (ST05A)	103
4.5.2.1.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST05A)	104
4.5.2.2	Benthos Transect 05 B	104
4.5.2.2.1	Les Scléractiniaires (ST05B)	104
4.5.2.2.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST05B)	105
4.5.2.3	Benthos Transect 05 C	106
4.5.2.3.1	Les Scléractiniaires (ST05C)	106
4.5.2.3.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST05C)	106
4.5.3	Les poissons (ST05)	108
4.6	STATION 06 = BANC IONONTEA	114
4.6.1	Le substrat (ST06)	117
4.6.2	Le benthos (ST06)	118
4.6.2.1	Benthos Transect 06 A	119
4.6.2.1.1	Les Scléractiniaires (ST06A)	119
4.6.2.1.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST06A)	120
4.6.2.2	Benthos Transect 06 B	120
4.6.2.2.1	Les Scléractiniaires (ST06B)	120
4.6.2.2.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST06B)	121
4.6.2.3	Benthos Transect 06 C	122
4.6.2.3.1	Les Scléractiniaires (ST06C)	122
4.6.2.3.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST06C)	122
4.6.3	Les poissons (ST06)	124
4.7	STATION 07 = BASSE CHAMBEYRON	130
4.7.1	Le substrat (ST07)	134
4.7.2	Le benthos (ST07)	135
4.7.2.1	Benthos Transect 07 A	136
4.7.2.1.1	Les Scléractiniaires (ST07A)	136
4.7.2.1.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST07A)	137
4.7.2.2	Benthos Transect 07 B	137
4.7.2.2.1	Les Scléractiniaires (ST07B)	137
4.7.2.2.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST07B)	138
4.7.2.3	Benthos Transect 07 C	139
4.7.2.3.1	Les Scléractiniaires (ST07C)	139
4.7.2.3.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST07C)	139
4.7.3	Les poissons (ST07)	141
4.8	STATION 08 = POINTE PUKA	147
4.8.1	Le substrat (ST08)	151
4.8.2	Le benthos (ST08)	152
4.8.2.1	Benthos Transect 08 A	153
4.8.2.1.1	Les Scléractiniaires (ST08A)	153
4.8.2.1.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST08A)	154
4.8.2.2	Benthos Transect 08 B	155
4.8.2.2.1	Les Scléractiniaires (ST08B)	155
4.8.2.2.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST08B)	155
4.8.3	Les poissons (ST08)	157
4.9	STATION 09 = BANCS KIE	162
4.9.1	Le substrat (ST09)	166
4.9.2	Le benthos (ST09)	167

4.9.2.1	Benthos Transect 09 A.....	168
4.9.2.1.1	Les Scléractiniaires (ST09A).....	168
4.9.2.1.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST09A).....	169
4.9.2.2	Benthos Transect 09 B.....	170
4.9.2.2.1	Les Scléractiniaires (ST09B).....	170
4.9.2.2.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST09B).....	170
4.9.2.3	Benthos Transect 09 C.....	171
4.9.2.3.1	Les Scléractiniaires (ST09C).....	171
4.9.2.3.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST09C).....	172
4.9.3	Les poissons (ST09).....	173
4.10	STATION 10 = ILOT KIE.....	178
4.10.1	Le substrat (ST10).....	182
4.10.2	Le benthos (ST10).....	183
4.10.2.1	Benthos Transect 10 A.....	184
4.10.2.1.1	Les Scléractiniaires (ST10A).....	184
4.10.2.1.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST10A).....	185
4.10.2.2	Benthos Transect 10 B.....	186
4.10.2.2.1	Les Scléractiniaires (ST10B).....	186
4.10.2.2.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST10B).....	186
4.10.2.3	Benthos Transect 10 C.....	187
4.10.2.3.1	Les Scléractiniaires (ST10C).....	187
4.10.2.3.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST10C).....	188
4.10.3	Les poissons (ST10).....	189
4.11	STATION 11 = RECIF TOEMO.....	195
4.11.1	Le substrat (ST11).....	199
4.11.2	Le benthos (ST11).....	200
4.11.2.1	Benthos Transect 11 A.....	201
4.11.2.1.1	Les Scléractiniaires (ST11A).....	201
4.11.2.1.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST11A).....	202
4.11.2.2	Benthos Transect 11 B.....	202
4.11.2.2.1	Les Scléractiniaires (ST11B).....	202
4.11.2.2.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST11B).....	203
4.11.2.3	Benthos Transect 11 C.....	204
4.11.2.3.1	Les Scléractiniaires (ST11C).....	204
4.11.2.3.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST11C).....	204
4.11.3	Les poissons (ST11).....	206
4.12	STATION 12 = ILOT UGO.....	212
4.12.1	Le substrat (ST12).....	216
4.12.2	Le benthos (ST12).....	217
4.12.2.1	Benthos Transect 12 A.....	218
4.12.2.1.1	Les Scléractiniaires (ST12A).....	218
4.12.2.1.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST12A).....	219
4.12.2.2	Benthos Transect 12 B.....	220
4.12.2.2.1	Les Scléractiniaires (ST12B).....	220
4.12.2.2.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST12B).....	220
4.12.3	Les poissons (ST12).....	222
5	RESULTATS GENERAUX / SYNTHESE.....	227
5.1	SUBSTRAT.....	227
5.2	BENTHOS.....	228
5.2.1	Biodiversité du benthos : généralités.....	228
5.2.1.1	Les contraintes en termes de potentiel « indicateur » et « réactivité ».....	228
5.2.1.2	Les contraintes naturelles de la zone d'étude.....	229
5.2.1.3	Les contraintes anthropiques de la zone d'étude.....	230
5.2.2	Répartition des 4 groupes biotiques par transect.....	230
5.2.3	Composition spécifique par site.....	231
5.2.3.1	Assemblage spécifique du benthos dans le canal de la Havannah.....	232
5.2.3.2	Assemblage spécifique du benthos dans le canal Woodin.....	233
5.2.3.3	Assemblage spécifique du benthos dans la baie de Prony.....	234
5.2.4	Répartition spatiale de la diversité benthique.....	236
5.2.4.1	La biodiversité corallienne.....	236
5.2.4.2	La biodiversité des invertébrés.....	236
5.2.4.3	La biodiversité des macrophytes.....	237
5.3	ICHTYOLOGIE.....	241
5.4	ESPECES EXOGENES / ESPECES INVASIVES / ENVAHISSANTES.....	243
5.4.1	Définitions.....	243
5.4.2	Espèces exogènes / invasives.....	243

5.4.3	Espèces envahissantes.....	244
5.4.3.1	Asparagopsis taxiformis	244
5.4.3.2	Lobophora variegata.....	244
6	COMPARAISON AVEC LES DONNEES HISTORIQUES	248
6.1	SUBSTRAT	248
6.2	BENTHOS.....	248
6.2.1	Variation de la biodiversité α dans le temps.....	249
6.2.1.1	Pour les coraux scléractiniaires, depuis la dernière mission	250
6.2.1.2	Pour les coraux scléractiniaires, depuis le début	251
6.2.1.2.1	Analyse par Anovar	252
6.2.1.2.2	Analyse par le test de Friedman	254
6.2.1.3	Pour les invertébrés, depuis la dernière mission.....	256
6.2.1.4	Pour les invertébrés, depuis le début.....	257
6.2.1.4.1	Analyse par Anovar	258
6.2.1.4.2	Analyse par le test de Friedman	259
6.2.1.5	Pour les macrophytes, généralités	260
6.2.1.6	Pour les macrophytes, depuis le début.....	261
6.2.1.6.1	Analyse par Anovar	262
6.2.1.6.2	Analyse par le test de Friedman	263
6.2.2	Indicateurs de l'état de santé des récifs de la zone d'étude	265
6.2.2.1	Le recrutement corallien.....	265
6.2.2.2	La mortalité des coraux.....	266
6.2.2.3	Le blanchissement des coraux.....	266
6.2.2.4	Les maladies et les lésions coralliennes.....	267
6.2.2.4.1	Les maladies ou lésions les plus fréquemment rencontrées dans la zone d'étude	268
6.2.2.4.2	Les lésions rencontrées de manière épisodique dans la zone d'étude	269
6.2.2.5	Les principales espèces concurrentes.....	271
6.2.3	Evolution globale des stations par rapport à avril 2016	274
6.3	ICHTHYOLOGIE.....	287
6.3.1	Test paramétrique par analyse des variances (ANOVAR).....	287
6.3.1.1	Comparaison entre années	288
6.3.1.1.1	La densité.....	288
6.3.1.1.2	La biomasse	289
6.3.1.1.3	La biodiversité	290
6.3.1.2	Comparaison entre stations.....	292
6.3.1.2.1	La densité.....	292
6.3.1.2.2	La biomasse	293
6.3.1.2.3	La biodiversité	294
6.3.1.3	Synthèse.....	297
6.3.1.3.1	Commentaires	297
6.3.1.3.2	Résultats.....	297
6.3.2	Test non paramétrique	299
6.3.3	Indice Global Annuel (IGA) et Indice Annuel par Station (IAS).....	301
6.3.4	Résumé.....	303
6.3.4.1	Synopsis des résultats par station.....	303
6.3.4.2	Synopsis des résultats par mission	303
6.3.4.3	Le peuplement de poissons.....	304
7	SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....	305
7.1	SYNTHESE DES EVENEMENTS CLIMATOLOGIQUES SUR LA PERIODE D'ETUDE	306
7.1.1	Vania, Zelia.....	306
7.1.2	Fréda.....	306
7.1.3	Pluviométrie de juillet 2013	306
7.1.4	Pam	307
7.1.5	Winston	309
7.1.6	Le phénomène ENSO	310
7.1.6.1	Généralités.....	310
7.1.6.2	La Niña	311
7.1.6.3	El Niño	311
7.1.7	Anomalies de début 2016	311
7.2	RECRUTEMENT ET TAUX DE CROISSANCE CORALLIEN : POCILLOPORIDAE.....	312
7.2.1	Généralités.....	312
7.2.2	Cas de la station 01.....	313
7.3	CONTEXTE REGLEMENTAIRE.....	318
7.3.1	Liste rouge UICN.....	318
7.3.2	Code de l'Environnement de la Province Sud.....	319
7.3.2.1	Ecosystèmes patrimoniaux.....	319

7.3.2.2	Espèces endémiques, rares ou menacées	320
7.3.2.3	Espèces protégées	321
7.3.2.4	Espèces exotiques envahissantes	321
8	CONCLUSION.....	323
8.1	LE SUBSTRAT.....	323
8.2	LES COMMUNAUTES BENTHIQUES.....	324
8.2.1	Etat général.....	324
8.2.2	Les perturbations	326
8.3	LES POPULATIONS ICTHYOLOGIQUES	329
9	DISCUSSION	331
10	RECOMMANDATIONS / AMELIORATIONS.....	332
10.1	AMELIORATIONS PROPRES A CE SUIVI	332
10.2	AMELIORATIONS AU CAHIER DES CHARGES	333
10.3	SUGGESTIONS AU NIVEAU PROVINCIAL OU TERRITORIAL	335
11	SOURCES	336
A N N E X E S		342
ANNEXE N°01.....		343
METHODOLOGIE GENERALE D'ECHANTILLONNAGE DES COMMUNAUTES RECIFALES.....		343
ANNEXE N°02.....		346
CARACTERISTIQUES TERRAIN DE LA CAMPAGNE D'ECHANTILLONNAGE DE NOVEMBRE 2016		346
ANNEXE N°03.....		347
CRITIQUES SUR LA COLLECTE ET L'ANALYSE DES DONNEES DE L'ICHTYOFAUNE / INTERET DE CE SUIVI		347
ANNEXE N°04.....		356
RESULTATS BRUTS DE L'ECHANTILLONNAGE LIT DE NOVEMBRE 2016		356
ANNEXE N°05.....		357
RESULTATS BRUTS DE L'ECHANTILLONNAGE DU BENTHOS DE NOVEMBRE 2016		357
ANNEXE N°06.....		369
NOMENCLATURE UICN		369

Liste des Tableaux

Tableau n°01 :	Coordonnées des stations d'échantillonnage.....	20
Tableau n°02 :	Caractéristiques des transects selon les stations	21
Tableau n°03 :	Indices semi-quantitatifs d'abondance – cas classique	25
Tableau n°04 :	Indices semi-quantitatifs d'abondance – présence de grandes colonies (plusieurs m²)	25
Tableau n°05 :	Degré de blanchissement pour une espèce (/ 100 m²).....	25
Tableau n°06 :	Exemple de calcul pour le recouvrement du substrat	28
Tableau n°07 :	Code couleur pour la comparaison temporelle de chaque transect	28
Tableau n°08 :	Grille de lecture des tableaux de variations de la composition du benthos.....	29
Tableau n°09 :	Lexique des abréviations des familles.....	31
Tableau n°10 :	Exemple de calcul pour « poisson ».....	32
Tableau n°11 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST01A)	40
Tableau n°12 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST01A).....	41
Tableau n°13 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST01B)	42
Tableau n°14 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST01B).....	43
Tableau n°15 :	Données sur les poissons (ST01).....	45
Tableau n°16 :	Liste des espèces complémentaires (ST01)	46
Tableau n°17 :	Nombre d'espèces par famille ichthyologique par mission (ST01)	46
Tableau n°18 :	Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille » depuis 2007 (ST01)	47
Tableau n°19 :	Synopsis des résultats et récapitulatif des années précédentes (ST01).....	48
Tableau n°20 :	Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST01) ..	48
Tableau n°21 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST02A)	55
Tableau n°22 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST02A).....	56
Tableau n°23 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST02B)	57
Tableau n°24 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST02B).....	58
Tableau n°25 :	Données sur les poissons (ST02).....	59
Tableau n°26 :	Liste des espèces complémentaires (ST02)	60

Tableau n°27 :	Nombre d'espèces par famille ichtyologique par mission (ST02)	61
Tableau n°28 :	Test χ^2 du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille » depuis 2007 (ST02)	61
Tableau n°29 :	Synopsis des résultats et récapitulatif des années précédentes (ST02).....	62
Tableau n°30 :	Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST02) ..	62
Tableau n°31 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST03A)	70
Tableau n°32 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST03A).....	71
Tableau n°33 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST03B)	72
Tableau n°34 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST03B).....	73
Tableau n°35 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST03C)	74
Tableau n°36 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST03C).....	74
Tableau n°37 :	Données sur les poissons (ST03).....	76
Tableau n°38 :	Liste des espèces complémentaires (ST03)	76
Tableau n°39 :	Nombre d'espèces par famille ichtyologique par mission (ST03)	77
Tableau n°40 :	Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille » depuis 2007 (ST03)	78
Tableau n°41 :	Synopsis des résultats et récapitulatif des années précédentes (ST03).....	78
Tableau n°42 :	Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST03) ..	79
Tableau n°43 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST04A)	87
Tableau n°44 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST04A).....	88
Tableau n°45 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST04B)	89
Tableau n°46 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST04B).....	89
Tableau n°47 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST04C)	90
Tableau n°48 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST04C).....	91
Tableau n°49 :	Données sur les poissons (ST04).....	92
Tableau n°50 :	Liste des espèces complémentaires (ST04)	93
Tableau n°51 :	Nombre d'espèces par famille ichtyologique par mission (ST04)	94
Tableau n°52 :	Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille » depuis 2007 (ST04)	95
Tableau n°53 :	Synopsis des résultats et récapitulatif des années précédentes (ST04).....	96
Tableau n°54 :	Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST04) ..	96
Tableau n°55 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST05A)	103
Tableau n°56 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST05A).....	104
Tableau n°57 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST05B)	105
Tableau n°58 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST05B).....	105
Tableau n°59 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST05C)	106
Tableau n°60 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST05C).....	107
Tableau n°61 :	Données sur les poissons (ST05).....	108
Tableau n°62 :	Liste des espèces complémentaires (ST05)	109
Tableau n°63 :	Nombre d'espèces par famille ichtyologique par mission (ST05)	110
Tableau n°64 :	Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille » depuis 2007 (ST05)	111
Tableau n°65 :	Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST05) ..	111
Tableau n°66 :	Synopsis des résultats et récapitulatif des années précédentes (ST05).....	112
Tableau n°67 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST06A)	119
Tableau n°68 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST06A).....	120
Tableau n°69 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST06B)	121
Tableau n°70 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST06B).....	121
Tableau n°71 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST06C)	122
Tableau n°72 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST06C).....	123
Tableau n°73 :	Données sur les poissons (ST06).....	124
Tableau n°74 :	Liste des espèces complémentaires (ST06)	125
Tableau n°75 :	Nombre d'espèces par famille ichtyologique par mission (ST06)	126
Tableau n°76 :	Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille » depuis 2007 (ST06)	126
Tableau n°77 :	Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST06) ..	127
Tableau n°78 :	Synopsis des résultats et récapitulatif des années précédentes (ST06).....	128
Tableau n°79 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST07A)	136
Tableau n°80 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST07A).....	137
Tableau n°81 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST07B)	138
Tableau n°82 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST07B).....	138
Tableau n°83 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST07C).....	139

Tableau n°84 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST07C).....	140
Tableau n°85 :	Données sur les poissons (ST07).....	141
Tableau n°86 :	Liste des espèces complémentaires (ST07)	142
Tableau n°87 :	Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille » depuis 2007 (ST07)	143
Tableau n°88 :	Nombre d'espèces par famille ichtyologique par mission (ST07)	144
Tableau n°89 :	Synopsis des résultats et récapitulatif des années précédentes (ST07).....	145
Tableau n°90 :	Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST07)	145
Tableau n°91 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST08A)	153
Tableau n°92 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST08A).....	154
Tableau n°93 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST08B)	155
Tableau n°94 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST08B).....	155
Tableau n°95 :	Données sur les poissons (ST08).....	157
Tableau n°96 :	Liste des espèces complémentaires (ST08)	158
Tableau n°97 :	Nombre d'espèces par famille ichtyologique par mission (ST08)	159
Tableau n°98 :	Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille » depuis 2007 (ST08)	159
Tableau n°99 :	Synopsis des résultats et récapitulatif des années précédentes (ST08).....	160
Tableau n°100 :	Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST08)	160
Tableau n°101 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST09A)	168
Tableau n°102 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST09A).....	169
Tableau n°103 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST09B)	170
Tableau n°104 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST09B).....	170
Tableau n°105 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST09C).....	171
Tableau n°106 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST09C).....	172
Tableau n°107 :	Données sur les poissons (ST09).....	173
Tableau n°108 :	Liste des espèces complémentaires (ST09)	174
Tableau n°109 :	Nombre d'espèces par famille ichtyologique par mission (ST09)	175
Tableau n°110 :	Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille » depuis 2007 (ST09)	175
Tableau n°111 :	Synopsis des résultats et récapitulatif des années précédentes (ST09).....	176
Tableau n°112 :	Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST09)	176
Tableau n°113 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST10A)	184
Tableau n°114 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST10A).....	185
Tableau n°115 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST10B)	186
Tableau n°116 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST10B).....	186
Tableau n°117 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST10C)	187
Tableau n°118 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST10C).....	188
Tableau n°119 :	Données sur les poissons (ST10).....	189
Tableau n°120 :	Liste des espèces complémentaires (ST10)	190
Tableau n°121 :	Nombre d'espèces par famille ichtyologique par mission (ST10)	192
Tableau n°122 :	Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille » depuis 2007 (ST10)	192
Tableau n°123 :	Synopsis des résultats et récapitulatif des années précédentes (ST10).....	193
Tableau n°124 :	Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST10)	193
Tableau n°125 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST11A)	201
Tableau n°126 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST11A).....	202
Tableau n°127 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST11B)	203
Tableau n°128 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST11B).....	203
Tableau n°129 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST11C).....	204
Tableau n°130 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST11C).....	205
Tableau n°131 :	Données sur les poissons (ST11).....	206
Tableau n°132 :	Liste des espèces complémentaires (ST11)	207
Tableau n°133 :	Nombre d'espèces par famille ichtyologique par mission (ST11)	208
Tableau n°134 :	Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille » depuis 2007 (ST11)	208
Tableau n°135 :	Synopsis des résultats et récapitulatif des années précédentes (ST11).....	209
Tableau n°136 :	Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST11)	210
Tableau n°137 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST012A)	218
Tableau n°138 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST012A).....	219
Tableau n°139 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST012B)	220
Tableau n°140 :	Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST012B).....	221

Tableau n°141 :	Données sur les poissons (ST12).....	222
Tableau n°142 :	Liste des espèces complémentaires (ST12)	223
Tableau n°143 :	Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille » depuis 2009 (ST12)	223
Tableau n°144 :	Nombre d'espèces par famille ichtyologique par mission (ST12)	224
Tableau n°145 :	Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST12)	224
Tableau n°146 :	Synopsis des résultats et récapitulatif des années précédentes (ST12).....	225
Tableau n°147 :	Récapitulatif des paramètres biologiques pour l'ichtyofaune	241
Tableau n°148 :	Richesse spécifique des coraux scléractiniaires pour tous les transects depuis 2010.....	252
Tableau n°149 :	Analyse de la Variance de la biodiversité α des coraux scléractiniaires depuis 2010.....	252
Tableau n°150 :	Analyse de la Variance de la biodiversité α des coraux scléractiniaires depuis 2012.....	253
Tableau n°151 :	Analyse de la Variance de la richesse spécifique (RSp.) des coraux scléractiniaires pour tous les transects depuis 2010.....	253
Tableau n°152 :	Analyses non paramétriques Friedman (analyse en colonne) de la richesse spécifique des coraux scléractiniaires depuis 2010.....	254
Tableau n°153 :	Classement par rang en colonne pour l'analyse non paramétrique Friedman de la richesse spécifique des coraux scléractiniaires depuis 2010.....	255
Tableau n°154 :	Valeur de la richesse spécifique des invertébrés (hors coraux durs) pour tous les transects depuis 2010	257
Tableau n°155 :	Analyse de la Variance de la biodiversité α des invertébrés (hors coraux durs), depuis 2010	258
Tableau n°156 :	Analyse de la Variance de la richesse spécifique des invertébrés (hors coraux durs) pour tous les transects depuis 2010.....	258
Tableau n°157 :	Analyses non paramétriques Friedman (analyse en colonne) de la richesse spécifique des invertébrés (hors coraux durs) depuis 2010	259
Tableau n°158 :	Classement par rang en colonne pour l'analyse non paramétrique Friedman de la richesse spécifique des invertébrés (hors coraux durs) depuis 2010.....	260
Tableau n°159 :	Valeur de la richesse spécifique des macrophytes pour tous les transects depuis 2010.....	261
Tableau n°160 :	Analyse de la Variance de la biodiversité α des macrophytes depuis 2010	262
Tableau n°161 :	Analyse de la Variance de la richesse spécifique des macrophytes pour tous les transects depuis 2010	262
Tableau n°162 :	Analyses non paramétriques Friedman (analyse en colonne) de la richesse spécifique des macrophytes depuis 2010.....	263
Tableau n°163 :	Classement par rang en colonne pour l'analyse non paramétrique Friedman de la richesse spécifique des macrophytes depuis 2010	264
Tableau n°164 :	Evolution du taux de recouvrement du substrat entre octobre 2015 et avril 2016 (différence en %)	278
Tableau n°165 :	Evolution de la richesse spécifique du benthos entre octobre 2015 et avril 2016 (gain/perte en taxa)	278
Tableau n°166 :	Particularités de chaque station et évolution entre avril et novembre 2016	279
Tableau n°167 :	Analyse de la Variance des densités moyennes ichtyologiques (ind./m ²) par campagne.....	288
Tableau n°168 :	Analyse de la Variance des biomasses ichtyologiques (g/m ²) moyennes par campagne	289
Tableau n°169 :	Analyse de la Variance des biodiversités 1 ichtyologiques par campagne.....	290
Tableau n°170 :	Analyse de la Variance des biodiversités 3 ichtyologiques par campagne.....	291
Tableau n°171 :	Analyse de la Variance des densités moyennes ichtyologiques (ind./m ²) par station	292
Tableau n°172 :	Analyse de la Variance des biomasses moyennes ichtyologiques (ind./m ²) par station.....	293
Tableau n°173 :	Analyse de la Variance des biodiversités 1 moyennes ichtyologiques (ind./m ²) par station..	295
Tableau n°174 :	Analyse de la Variance des biodiversités 3 moyennes ichtyologiques (ind./m ²) par station..	296
Tableau n°175 :	Récapitulatif de la comparaison temporelle	297
Tableau n°176 :	Récapitulatif de la comparaison spatiale.....	297
Tableau n°177 :	Comparaisons des variances ichtyologiques entre missions vs entre stations.....	298
Tableau n°178 :	Test de Friedman (analyses spatiales et temporelles, ichtyologie).....	300
Tableau n°179 :	Classement des stations (A) et des missions (B) (ichtyologie)	300
Tableau n°180 :	Clé de cotation des Indices ichtyologiques	301
Tableau n°181 :	Cotation des stations depuis 2007 : IAS (ichtyologie)	302
Tableau n°182 :	Cotation des missions depuis 2007 : IGA (ichtyologie).....	302
Tableau n°183 :	Moyennes des paramètres ichtyologiques étudiés (calculées sur l'ensemble des missions) par	

station	303
Tableau n°184 : Moyennes des paramètres ichthyologiques étudiés (calculées sur l'ensemble des stations), par mission	303
Tableau n°185 : Cotation des missions depuis 2007 par rapport à l'IGA (Ichthyologie).....	304
Tableau n°186 : Systématique / Description de Pocillopora damicornis.....	312
Tableau n°187 : Taille des colonies coralliennes fixées sur les piquets de la ST01A.....	316
Tableau n°188 : Nombre d'espèces coralliennes échantillonnées inscrites sur la liste UICN, par transect...	317
Tableau n°189 : Invertébrés inscrits sur la liste UICN et échantillonnés en novembre 2016.....	318
Tableau n°190 : Extrait de la liste des espèces endémiques, rares ou menacées en Province Sud, potentiellement présentes sur la zone d'étude	321
Tableau n°191 : Classement par groupes des stations (ichthyologie).....	329
Tableau n°192 : Classement des missions (IGA) depuis 2007.....	330
Tableau n°193 : Annexe 01 : Tableau a : Catégories et composantes de substrat retenues pour l'échantillonnage et le traitement des données.....	343
Tableau n°194 : Annexe 01 : Tableau b : Liste des poissons indicateurs	344
Tableau n°195 : Annexe 02 : Tableau a : Rapport de plongée.....	346
Tableau n°196 : Annexe 02 : Tableau b : Corrections des marées	346
Tableau n°197 : Annexe 02 : Tableau c : Agenda des marées (corrigées selon le lieu)	346
Tableau n°198 : Annexe 04 : Tableau a : Recouvrement du substrat (en %) pour toutes les catégories.....	356
Tableau n°199 : Annexe 04 : Tableau b : Répartition du recouvrement (en %) du substrat, partie biotique/abiotique	356
Tableau n°200 : Annexe 05 : Tableau a : Inventaire des coraux et leur abondance (1 à 5) (stations de la baie de Prony et du canal Woodin).....	357
Tableau n°201 : Annexe 05 : Tableau b : Inventaire des Macrophytes et des Invertébrés et leur abondance (1 à 5) (stations baie de Prony et du canal Woodin).....	358
Tableau n°202 : Annexe 05 : Tableau c : Inventaire des coraux et leur abondance (1 à 5) (stations du canal de la Havannah) 360	
Tableau n°203 : Annexe 05 : Tableau d : Inventaire des Macrophytes et des Invertébrés et leur abondance (1 à 5) (stations du canal de la Havannah).....	362
Tableau n°204 : Annexe 05 : Tableau e : Richesse spécifique des coraux par famille et transect.....	365
Tableau n°205 : Annexe 05 : Tableau f : Richesse spécifique des biocénoses* benthiques par groupes et transect (*hors coraux durs).....	365
Tableau n°206 : Annexe 05 : Tableau g : Richesse spécifique des coraux par famille et station	366
Tableau n°207 : Annexe 05 : Tableau h : Richesse spécifique des biocénoses* benthiques par groupes et station (*hors coraux durs).....	366
Tableau n°208 : Annexe 05 : Tableau i : Richesse spécifique des coraux par site.....	367
Tableau n°209 : Annexe 05 : Tableau j : Richesse spécifique du macrobenthos par site	367
Tableau n°210 : Annexe 05 : Tableau k : Liste des espèces cibles (CdC DENV) et leur abondance (1 à 5) (stations de la baie de Prony et du canal Woodin).....	367
Tableau n°211 : Annexe 05 : Tableau l : Liste des espèces cibles (CdC DENV) et leur abondance (1 à 5) (stations du canal de la Havannah).....	368
Tableau n°212 : Annexe 05 : Tableau a : Définitions des catégories UICN	369

Liste des Figures

Figure n°01 : Schéma théorique d'une station composée de 3 transects (A, B, C), de 20 m de long.....	21
Figure n°02 : Diagramme schématique d'un transect.....	23
Figure n°03 : Comptage visuel des poissons : méthode des transects à largeur variable	26
Figure n°04 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST01A.....	38
Figure n°05 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST01B.....	38
Figure n°06 : Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST01).....	39
Figure n°07 : Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST01)	40
Figure n°08 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST01).....	47
Figure n°09 : Evolution des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST01).....	49
Figure n°10 : Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST01) ..	49



Figure n°11 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST02A.....	53
Figure n°12 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST02B.....	53
Figure n°13 :	Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST02).....	54
Figure n°14 :	Répartition par groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST02)	55
Figure n°15 :	Richesse spécifique par famille de poissons (ST02).....	60
Figure n°16 :	Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST02).....	63
Figure n°17 :	Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST02) ..	63
Figure n°18 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST03A.....	68
Figure n°19 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST03B.....	68
Figure n°20 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST03C.....	68
Figure n°21 :	Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST03).....	69
Figure n°22 :	Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST03)	70
Figure n°23 :	Richesse spécifique par famille de poissons (ST03).....	78
Figure n°24 :	Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST03).....	80
Figure n°25 :	Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST03) ..	80
Figure n°26 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST04A.....	85
Figure n°27 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST04B.....	85
Figure n°28 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST04C.....	85
Figure n°29 :	Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST04)	86
Figure n°30 :	Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST04).....	87
Figure n°31 :	Richesse spécifique par famille de poissons (ST04).....	95
Figure n°32 :	Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST04).....	97
Figure n°33 :	Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST04) ..	97
Figure n°34 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST05A.....	101
Figure n°35 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST05B.....	101
Figure n°36 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST05C.....	101
Figure n°37 :	Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST05)	102
Figure n°38 :	Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST05).....	103
Figure n°39 :	Richesse spécifique par famille de poissons (ST05).....	111
Figure n°40 :	Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST05).....	113
Figure n°41 :	Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST05) ..	113
Figure n°42 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST06A.....	117
Figure n°43 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST06B.....	117
Figure n°44 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST06C.....	117
Figure n°45 :	Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST06)	118
Figure n°46 :	Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST06).....	119
Figure n°47 :	Richesse spécifique par famille de poissons (ST06).....	127
Figure n°48 :	Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST06).....	129
Figure n°49 :	Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST06) ..	129
Figure n°50 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST07A.....	134
Figure n°51 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST07B.....	134
Figure n°52 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST07C.....	134
Figure n°53 :	Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST07).....	135
Figure n°54 :	Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST07)	136
Figure n°55 :	Richesse spécifique par famille de poissons (ST07).....	143
Figure n°56 :	Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST07).....	146
Figure n°57 :	Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST07) ..	146
Figure n°58 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST08A.....	151
Figure n°59 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST08B.....	151
Figure n°60 :	Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST08).....	152
Figure n°61 :	Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST08)	152

coraux durs) (ST08)	153
Figure n°62 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST08).....	158
Figure n°63 : Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST08).....	161
Figure n°64 : Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST08)	161
Figure n°65 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST09A.....	166
Figure n°66 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST09B.....	166
Figure n°67 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST09C.....	166
Figure n°68 : Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST09).....	167
Figure n°69 : Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST09)	168
Figure n°70 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST09).....	176
Figure n°71 : Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST09).....	177
Figure n°72 : Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST09)	177
Figure n°73 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST10A.....	182
Figure n°74 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST10B.....	182
Figure n°75 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST10C.....	182
Figure n°76 : Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST10).....	183
Figure n°77 : Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST10)	184
Figure n°78 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST10).....	191
Figure n°79 : Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST10).....	194
Figure n°80 : Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST10)	194
Figure n°81 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST11A.....	199
Figure n°82 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST11B.....	199
Figure n°83 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST03C.....	199
Figure n°84 : Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST11).....	200
Figure n°85 : Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST11)	201
Figure n°86 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST11).....	209
Figure n°87 : Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST11).....	211
Figure n°88 : Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST11)	211
Figure n°89 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST12A.....	216
Figure n°90 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST12B.....	216
Figure n°91 : Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST12).....	217
Figure n°92 : Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST12)	218
Figure n°93 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST12).....	225
Figure n°94 : Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2009 (ST12).....	226
Figure n°95 : Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2009 (ST12)	226
Figure n°96 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat partie biotique/abiotique	227
Figure n°97 : Richesse taxonomique du benthos dans les 4 groupes clés.....	231
Figure n°98 : Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne pour le canal de la Havannah.....	232
Figure n°99 : Répartition par groupe de la richesse spécifique des macrophytes et invertébrés (hors coraux durs) pour le canal de la Havannah	232
Figure n°100 : Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne pour le canal Woodin	233
Figure n°101 : Répartition par groupe de la richesse spécifique des macrophytes et invertébrés (hors coraux durs) pour le canal Woodin	234
Figure n°102 : Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne pour la baie de Prony.....	235
Figure n°103 : Répartition par groupe de la richesse spécifique des macrophytes et invertébrés (hors coraux durs) pour la baie de Prony	235
Figure n°104 : Assemblage des coraux par famille pour les trois sites	238
Figure n°105 : Assemblage des invertébrés (hors coraux durs) et des macrophytes par groupe pour les trois sites	238
Figure n°106 : Richesse spécifique corallienne selon les familles par station.....	239
Figure n°107 : Richesse spécifique des biocénoses* benthiques selon les groupes par station	239
Figure n°108 : Richesse spécifique corallienne selon les familles par transect.....	240
Figure n°109 : Richesse spécifique des biocénoses* benthiques selon les groupes par transect	240

Figure n°110 :	Richesse spécifique de l'ichtyofaune par station	242
Figure n°111 :	Densité (nb ind/m ²) de l'ichtyofaune par station	242
Figure n°112 :	Biomasse (g/m ²) de l'ichtyofaune par station	242
Figure n°113 :	Abondance semi quantitative (1 à 5) d' <i>Asparagopsis taxiformis</i> et de <i>Lobophora variegata</i> entre septembre 2013 et novembre 2016	244
Figure n°114 :	Valeur de la richesse spécifique moyenne des coraux scléractiniaires depuis 2010.....	253
Figure n°115 :	Valeur de la richesse spécifique moyenne des invertébrés (hors coraux durs) depuis 2010.....	259
Figure n°116 :	Valeur de la richesse spécifique moyenne des macrophytes depuis 2010	263
Figure n°117 :	Abondance semi-quantitative (1 à 5) des principales espèces cibles depuis septembre 2013.....	271
Figure n°118 :	Comparaison des richesses spécifiques (coraux durs), par transect, depuis 2010.....	275
Figure n°119 :	Comparaison des richesses spécifiques (invertébrés, hors coraux durs), par transect, depuis 2010	276
Figure n°120 :	Indicateurs de l'état de santé des coraux (occurrence du nombre d'espèces concernées) entre avril et novembre 2016	277
Figure n°121 :	Evolution des densités ichtyologiques moyennes depuis 2007, par campagne.....	289
Figure n°122 :	Evolution des biomasses ichtyologiques moyennes depuis 2007, par campagne	290
Figure n°123 :	Evolution des biodiversités 1 ichtyologiques moyennes depuis 2007, par campagne	291
Figure n°124 :	Evolution des biodiversités 3 ichtyologiques moyennes depuis 2007, par campagne	292
Figure n°125 :	Evolution des densités ichtyologiques moyennes depuis 2007, par station	293
Figure n°126 :	Evolution des biomasses ichtyologiques moyennes depuis 2007, par station.....	294
Figure n°127 :	Evolution des biodiversités 1 ichtyologiques moyennes depuis 2007, par station.....	295
Figure n°128 :	Evolution des biodiversités 3 ichtyologiques moyennes depuis 2007, par station.....	296
Figure n°129 :	Météorologie dans la zone d'étude durant le mois de mars 2015.....	308
Figure n°130 :	Trajectoire du cyclone Winston entre le 22 et le 26 février 2016 (Source : Météo France).....	309
Figure n°131 :	Cartes des anomalies de SST (température de surface de la mer) dans le Pacifique	312
Figure n°132 :	Courbes de croissance des colonies coralliennes fixées sur les piquets du transect A de la station 01	315
Figure n°133 :	Nombre d'espèces coralliennes échantillonnées inscrites sur la liste UICN, par transect ...	317
Figure n°134 :	Ecarts des valeurs obtenues en novembre 2016 à chaque station, avec la moyenne sur 2007-2016 (Ichtyologie).....	329
Figure n°135 :	Ecarts par mission des résultats ichtyologiques en novembre 2016 de l'ensemble des stations, avec la moyenne sur 2007-2016 (Ichtyologie).....	330
Figure n°136 :	Exemple de schéma descriptif d'une station	333
Figure n°137 :	Annexe 05 : Figure a : Classification de la liste rouge UICN.....	369

Liste des Cartes

Carte n°01 :	Localisation des stations sur carte topographique (source DITTT)	19
Carte n°02 :	Localisation des stations sur photographie aérienne (source Google Earth)	20
Carte n°03 :	Localisation de la station 01 (Casy)	36
Carte n°04 :	Localisation de la station 02 (Creek baie nord)	51
Carte n°05 :	Localisation de la station 03 (Port)	66
Carte n°06 :	Localisation de la station 04 (Woodin).....	83
Carte n°07 :	Localisation de la station 05 (Ioro)	99
Carte n°08 :	Localisation de la station 06 (Ionontea).....	115
Carte n°09 :	Localisation de la station 07 (Basse Chambeyron)	132
Carte n°10 :	Localisation de la station 08 (Pointe Puka).....	149
Carte n°11 :	Localisation de la station 09 (Bancs Kié).....	164
Carte n°12 :	Localisation de la station 10 (Ilôt Kié).....	180
Carte n°13 :	Localisation de la station 11 (Toémo)	197
Carte n°14 :	Localisation de la station 12 (Ilôt Ugo).....	214
Carte n°15 :	Résultats généraux : ichtyofaune, communautés benthiques, substrat par station de la baie de Prony – canal Woodin.....	246
Carte n°16 :	Résultats généraux : ichtyofaune, communautés benthiques, substrat par station pour le canal de la Havannah.....	247

Liste des Photos

Photo n°01 :	Mise en place d'un piquet.....	27
Photo n°02 :	Piquets doublés en début de transect A avec le ruban métré déroulé.....	27
Photo n°03 :	Echantillonnage poissons.....	27
Photo n°04 :	Echantillonnage LIT.....	27
Photo n°05 :	Echantillonnage benthos.....	27
Photo n°06 :	Vidéo.....	27
Photo n°07 :	Position en surface par rapport à la pointe sud de l'îlot (ST01).....	36
Photo n°08 :	Vue d'ensemble des transects (ST01).....	37
Photo n°09 :	Position en surface par rapport à la côte (ST02).....	51
Photo n°10 :	Vue d'ensemble des transects (ST02).....	52
Photo n°11 :	Vue aérienne : emplacement par rapport aux structures portuaires (ST03).....	65
Photo n°12 :	Position en surface par rapport aux structures portuaires (ST03).....	66
Photo n°13 :	Vue d'ensemble des transects (ST03).....	67
Photo n°14 :	Position en surface par rapport à la côte (ST04).....	83
Photo n°15 :	Vue d'ensemble des transects (ST04).....	84
Photo n°16 :	Position en surface par rapport au feu signal (ST05).....	99
Photo n°17 :	Vue d'ensemble des transects (ST05).....	100
Photo n°18 :	Position en surface (ST06).....	115
Photo n°19 :	Vue d'ensemble des transects (ST06).....	116
Photo n°20 :	Position en surface (ST07).....	132
Photo n°21 :	Vue d'ensemble des transects (ST07).....	133
Photo n°22 :	Position en surface par rapport à la côte (ST08).....	149
Photo n°23 :	Vue d'ensemble des transects (ST08).....	150
Photo n°24 :	Position en surface (ST09).....	164
Photo n°25 :	Vue d'ensemble des transects (ST09).....	165
Photo n°26 :	Position en surface par rapport à l'îlot Kié (ST10).....	180
Photo n°27 :	Vue d'ensemble des transects (ST10).....	181
Photo n°28 :	Position en surface par rapport à la côte (ST11).....	197
Photo n°29 :	Vue d'ensemble des transects (ST11).....	198
Photo n°30 :	Position en surface par rapport à la côte (ST12).....	214
Photo n°31 :	Vue d'ensemble des transects (ST12).....	215
Photo n°32 :	Evolution du blanchissement sur les 3 dernières missions (ST04A).....	268
Photo n°33 :	Station 08 : fin de transect A : 3 autres piquets formant un quadrat.....	332

1 Préambule

La société Goro Nickel S.A.S. a réalisé un "état de référence" des habitats coralliens en 2005 dans le cadre de l'application de l'arrêté d'autorisation de mise en fonctionnement des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) n° 1769-2004/PS du 15 octobre 2004.

Cette étude de référence a été réalisée sur un réseau de 11 stations de mesures localisées dans la baie de Prony, le canal de la Havannah et l'entrée du canal Woodin.

En l'absence de référence méthodologique officielle, la société Goro Nickel avait alors préconisé l'utilisation d'une variante de la méthode du Line Intercept Transect (LIT) de English & al (1997) [01] pour cette étude. Cette méthode d'échantillonnage est largement utilisée par les experts pour l'évaluation de l'état des peuplements récifaux et des organismes associés.

Suite à la transmission des résultats de l'étude, la Direction de l'Environnement (DENV) a émis un certain nombre de commentaires notamment sur la méthodologie employée. La DENV a demandé à la société Goro Nickel SAS d'organiser un atelier de travail spécifique afin d'établir un protocole de référence pour le suivi temporel futur des communautés marines.

Cet atelier de travail s'est tenu le 3 mars 2006 à Nouméa avec la participation des experts institutionnels (Institut de Recherche pour le Développement, Université de Nouvelle Calédonie, Commission du Pacifique Sud) et des bureaux d'études locaux, et une démarche méthodologique d'échantillonnage et d'analyse a été proposée au regard des objectifs fixés.

Un programme détaillé pour réaliser le suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés sur un ensemble de 11 stations de mesures prédéfinies et suivant le protocole d'échantillonnage et les méthodes d'analyse validés à l'issue de l'atelier de travail précité a donc été rédigé pour servir de cahier des charges (cf. [annexe 01](#)).

La société Goro Nickel S.A.S., puis Vale Inco Nouvelle-Calédonie et dernièrement Vale Nouvelle-Calédonie, a alors fait réaliser une nouvelle campagne en septembre 2007, en octobre 2008, en juin 2009, en mars-avril et septembre 2010, en mars et septembre 2011, en avril et octobre 2012, en avril et septembre 2013, en avril et octobre 2014, en mars et octobre - novembre 2015 puis en avril 2016 sur la base de ce cahier des charges, dans le cadre de la mise en place d'une base de données en vue d'une surveillance du milieu marin au démarrage de l'usine Goro Nickel.

Ce rapport présente les résultats de la campagne réalisée en novembre¹ 2016 (S47) et répond aux exigences du cahier des charges initial, transmis lors de l'appel d'offre².

Le Mandataire est ici la SARL AQUA TERRA, représentée par Valérie VAILLET, aidé par deux partenaires majeurs : ACREM pour la partie Ichtyologique et BIOCENOSE MARINE pour la partie Benthique³.

¹ La mission était programmée en octobre pour respecter le pas de temps habituel, mais les conditions météorologiques, mauvaises, nous ont contraints à décaler.

² Avec le rajout d'une nouvelle station : ST12, sur l'îlot Ugo depuis juin 2009.

³ Les données fournies par ces deux sociétés, le sont sous leur entière responsabilité. La SARL AQUA TERRA ne peut être tenue à une quelconque implication dans leurs résultats.





2 Objectif de l'étude

L'objectif de cette étude est d'effectuer un suivi de l'état des communautés coralliennes sur un ensemble de stations de mesures afin d'alimenter une base de données qui permettra de :

- Evaluer la variabilité naturelle des stations et d'optimiser l'effort d'échantillonnage par une étude de puissance ;
- Suivre dans le temps les effets potentiels des activités industrielles du projet Goro Nickel.

Ce suivi se fait à travers l'échantillonnage de 3 thèmes : l'habitat (le substrat), les macro-invertébrés épibenthiques (simplifié par la suite en « benthos ») et les poissons.

Pour le substrat, l'analyse temporelle doit permettre de montrer les variations entre les pourcentages de couverture corallienne, de végétaux, d'éponges, ...

Les pourcentages de substrat biotique et de substrat abiotique doivent également être mis en évidence.

L'échantillonnage du benthos doit permettre de montrer si des changements ont lieu sur des taxons cibles.

Enfin, l'échantillonnage des poissons doit permettre d'évaluer les variations de divers paramètres liés à la structure des populations ciblées, en relation avec l'impact potentiel de l'usine et de ses activités ou toute autre cause de changements.

L'analyse temporelle a été faite selon les données historiques disponibles des campagnes précédentes réalisées depuis 2007.

Du fait de la participation de 2 autres spécialistes (ACREM en ichtyologie et BIOCENOSE MARINE en benthos), une partie de leurs données ou commentaires généraux est reprise dans le corps du rapport. Par ailleurs, leurs résultats sont retranscrits intégralement, sous leur responsabilité, dans les paragraphes concernés.

3 Méthodologie

Les méthodologies appliquées dans le cadre de cette étude ont rigoureusement respecté le cahier des charges élaboré sous contrôle de la DENV et fourni par Vale Nouvelle-Calédonie pour l'appel d'offre préalable à ce contrat.

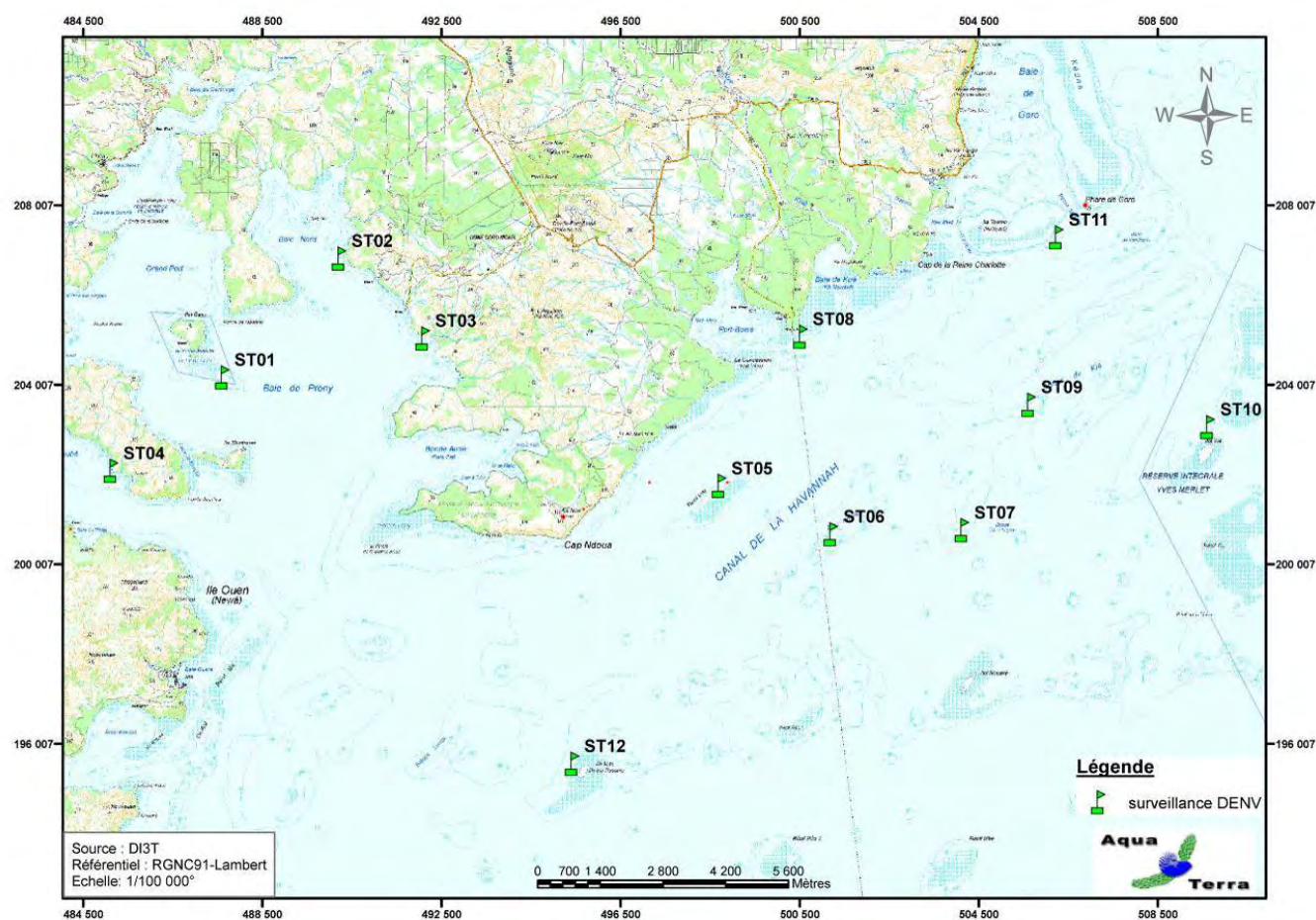
3.1 Zone d'étude

3.1.1 Contexte général

La zone d'étude générale comprend la zone principale du lagon pouvant être influencée par le projet (de manière directe ou indirecte) ainsi que des stations de référence.

C'est donc, dans le Sud de la Grande Terre : la baie de Prony, le canal Woodin et le canal de la Havannah.

Le contexte géographique général est présenté sur la [carte 01](#).



Carte n°01 : Localisation des stations sur carte topographique (source DITTT)

3.1.2 Présentation des stations

3.1.2.1 Les stations

Au début, l'étude portait sur les 11 stations de mesures prédéfinies.

A partir de la campagne de juin 2009, à la demande de la tribu de l'île Ouen, une station supplémentaire (ST12, Ugo) a été ajoutée.

Les 12 stations sont donc localisées ainsi :

- 7 + 1 = 8 stations dans le canal de la Havannah,
- 3 stations dans la baie du Prony,
- 1 station à l'entrée du canal Woodin.

Les coordonnées de ces stations sont données dans le [tableau 01](#).

Elles avaient été fournies dans le cahier des charges et elles ont été vérifiées sur le terrain par un GPS (Garmin GPSmap 60CSx), dont la précision est métrique. Le cas échéant, elles ont été reprises et affinées et sont donc modifiées dans ce tableau (cellules grisées) par rapport à celles d'origines (du cahier des charges).

Par défaut, elles correspondent au piquet de départ (0 mètre) du transect A.

Tableau n°01 : Coordonnées des stations d'échantillonnage

			Coordonnées (RGNC 91)	
STATIONS			LONGITUDE	LATITUDE
Baie de Prony	Ilot Casy	01	166°51.033	22°21.799
	Creek Baie Nord	02	166°52.546	22°20.356
	Port	03	166°53.639	22°21.312
Canal Woodin	Woodin	04	166°49.593	22°22.933
Canal de la Havannah	Récif Ioro	05	166°57.507	22°23.072
	Banc Ionontea	06	166°58.995	22°23.650
	Basse Chambeyron	07	167°00.671	22°23.591
	Récif pointe Puka	08	166°58.554	22°21.264
	Bancs de Kié	09	167°01.529	22°22.070
	Ilot Kié	10	167°03.862	22°22.324
	Récif Toémo	11	167°01.875	22°20.046
	Ugo	12	166°55.615	22°26.438

Les stations sont positionnées sur la photographie aérienne en [carte 02](#).



Carte n°02 : Localisation des stations sur photographie aérienne (source Google Earth)

3.1.2.2 Les transects

En accord avec le cahier des charges de la méthodologie générale applicable pour le projet Goro Nickel et adapté aux caractéristiques morphologiques des stations, plusieurs transects ont été définis, comme décrits dans le [tableau 02](#).

Le cahier des charges prévoit de travailler sur des transects (ligne) de 20 mètres de long.

Ainsi, à chaque station, trois transects de 20 m sont positionnés, en fonction de la profondeur :

- sur le haut du tombant (noté A),
- sur le milieu du tombant (noté B),
- sur le bas du tombant (mais au maximum à 20 m de profondeur, et à l'exclusion des zones de vase et dans ce cas, le transect est effectué avant la zone de vase) (noté C).

Quatre stations n'ont que 2 transects (ST01, ST02, ST08 et ST12) et la profondeur de chacun des transects ([tableau 02](#)) provient des relevés effectués lors de la présente mission.

Tableau n°02 : Caractéristiques des transects selon les stations

STATION	LOCALISATION	NOMBRE DE TRANSECTS	PROFONDEUR (m) DES TRANSECTS		
			A	B	C
01	Ilot Casy	2	7,5	10,5	-
02	Creek Baie Nord	2	10	11	-
03	Port	3	4,5	10	13,5
04	Woodin	3	4	11	20,5
05	Récif Ioro	3	5,5	10	20
06	Banc Ionontea	3	8,5	15,5	21,5
07	Basse Chambeyron	3	8	18	22
08	Récif pointe Puka	2	9	12	-
09	Bancs de Kié	3	8	17	20,5
10	Ilot Kié	3	9,5	16,5	20,5
11	Récif Toémo	3	6	10,5	20
12	Ugo	2	6	13,5	-

Pour matérialiser les transects, 3 piquets permanents ont été positionnés sur chacun : au départ, soit 0 m ; à 10 m et à la fin, soit 20 m. Par ailleurs un 2^{ème} piquet a été posé au point 0 m du 1^{er} transect (le plus haut).

Une station classique (avec 3 transects) peut donc être schématisée comme dans la [figure 01](#).

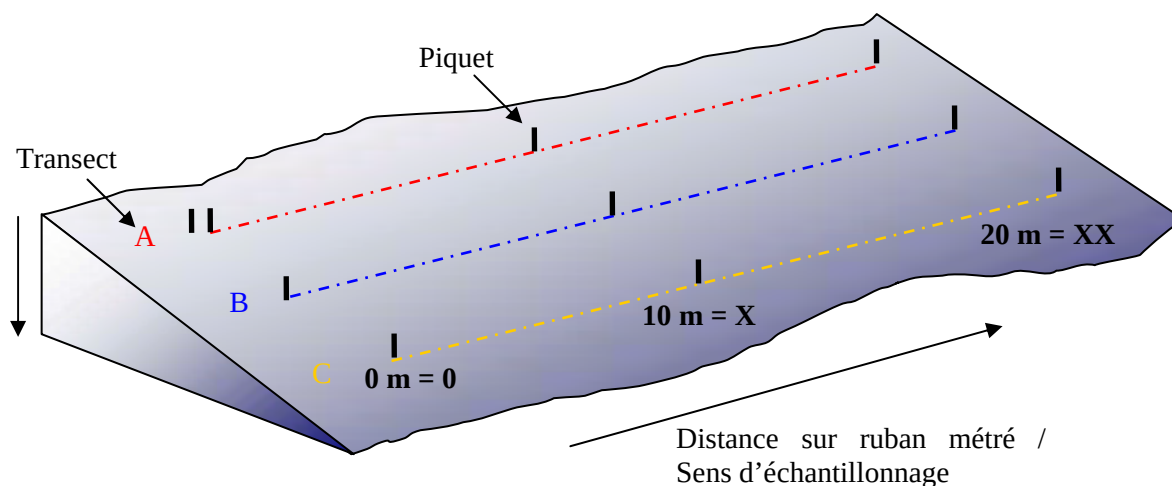


Figure n°01 : Schéma théorique d'une station composée de 3 transects (A, B, C), de 20 m de long

Par mesure de commodité, dans la suite du rapport, les photos, figures etc. seront notées en abrégé par rapport à leur situation : le numéro de la station, la lettre du transect et le chiffre (en romain) de la longueur par rapport au ruban. Ainsi une photo prise sur le piquet de fin (à 20 m de distance) du transect du milieu de la station de Casy, sera abrégée en : ST01BXX.

Dans les schémas structuraux, les encadrés des photos sont de la couleur du transect : rouge pour le A, bleu pour le B et jaune pour le C.

3.2 Les travaux d'échantillonnage

3.2.1 Vérification des stations

Les travaux d'échantillonnages sur site peuvent être séparés en deux grandes phases :

- il faut au préalable localiser les stations sur le terrain (coordonnées GPS) et les vérifier sous l'eau,
- ensuite l'échantillonnage lui-même a été réalisé, selon le cahier des charges de la méthodologie générale applicable pour le projet Goro Nickel. La récolte des données a porté sur l'habitat (le substrat), le benthos et les poissons ainsi qu'en la réalisation de vidéos et de photos.

3.2.1.1 Positionnement

Les coordonnées des stations, préalablement calculées grâce aux cartes fournies par le Client, ont été rentrées dans le GPS (appareil Garmin GPSmap 60CSx), dont la précision est métrique.

Une fois rendue sur place, l'équipe a vérifié la concordance entre ces coordonnées et les profondeurs aussi prévues selon les cartes, grâce au sondeur du bateau.

Une reconnaissance en PMT (palmes / masque / tuba, de la surface) a alors été effectuée afin de repérer les piquets marquant les transects de la station.

Les plongeurs emmènent à cette occasion une bouée qu'ils attachent au 1^{er} piquet (0 m) du 1^{er} transect haut (le A), afin de permettre la prise des coordonnées exactes par GPS.

Lorsque les transects sont éloignés les uns des autres, cette manœuvre est répétée pour chacun.

3.2.1.2 Matérialisation

La méthode de suivi temporel statistique retenue pour le projet Goro Nickel, exige que les échantillonnages soient toujours réalisés sur les mêmes zones.

Cette précision implique la matérialisation physique de la station sous l'eau.

Les stations avaient toutes été matérialisées en 2005 puis vérifiées ou rematérialisées en 2007 & 2008.

Elles sont, depuis, entretenues à chaque mission (remplacement des piquets quand nécessaire).

3.2.1.2.1 Organisation « matérielle »

Le parfait état du marquage des stations étant primordial pour un suivi temporel, les piquets absents, tombés, branlants, etc. ont été systématiquement remplacés (cf. [tableau a](#) en [annexe 02](#)).

Pour « planter » un piquet, les consignes importantes à respecter sont :

- choisir obligatoirement un substrat abiotique,
- enfoncés suffisamment les piquets pour que ceux-ci ne puissent plus bouger.

Pour la résistance à l'oxydation, au recouvrement par les organismes marins, ... et faciliter leur perception visuelle sous l'eau, les piquets employés pour cette campagne étaient en acier galvanisé dont les caractéristiques sont les suivantes :

- longueur : 2 mètres,
- diamètre : 12 mm,
- peinture de protection grise et bande de marquage visuel (20 cm) en haut orange fluo,
- une pointe effilée.

Pour placer à bonne distance les piquets, un ruban métré est déroulé.

3.2.1.2.2 Organisation « temporelle »

L'échantillonnage du substrat étant basé sur la méthode en continu sur une ligne fixe, il est primordial pour la



fiabilité du suivi de retrouver les transects placés précédemment et de les entretenir.

Cependant, cette maintenance peut influencer sur la biocénose : les mouvements des plongeurs et le bruit occasionné par les coups sur les piquets peuvent perturber la faune pélagique (attraction ou au contraire fuite).

Par ailleurs, selon le substrat, cet effort peut rendre la visibilité très mauvaise du fait de la mise en suspension de sédiments fins du fond.

Pour éviter de fausser les données d'échantillonnage, elle a donc été pratiquée en 2 temps :

- Une première plongée préalable a permis de rechercher et retrouver les stations et leurs transects et de vérifier soigneusement leur état. Les opérations de maintenance nécessaires ont alors été réalisées.
- La plongée d'échantillonnage a été effectuée ultérieurement.

3.2.2 Protocole pour l'étude du substrat

L'analyse temporelle doit permettre de montrer les variations entre les pourcentages de couverture corallienne, de végétaux, d'éponges, ...

Les pourcentages de substrat biotique et de substrat abiotique doivent aussi bien être mis en évidence.

Pour cela, c'est la méthode dite « LIT » qui a été appliquée.

La méthode du Line Intercept Transect (LIT) de English & al (1997) [01] est largement utilisée par les experts locaux pour l'évaluation de l'état des peuplements récifaux et des organismes associés.

Cette méthode est dite à points fixes car seules les espèces et le substrat sous le transect sont notés.

Cette méthode permet d'évaluer la variabilité du substrat (suivi environnemental tous les semestres et/ou tous les ans). Cependant le LIT n'est pas représentatif de la biodiversité de la zone car les données prises en compte sont exclusivement celles sous le ruban.

L'évaluation du substrat a été faite le long du transect (sous le ruban) selon le principe des classes continues, avec une résolution de 10 cm.

Le principe est de noter à chaque changement de catégorie de substrat (= classe) la distance donnée par le ruban, comme schématisé dans la [figure 02](#) : le diagramme montre les points de transition (D) de chaque catégorie de substrat rencontré sous le transect. La différence entre deux points de transition est la "longueur" correspondante à cette catégorie.

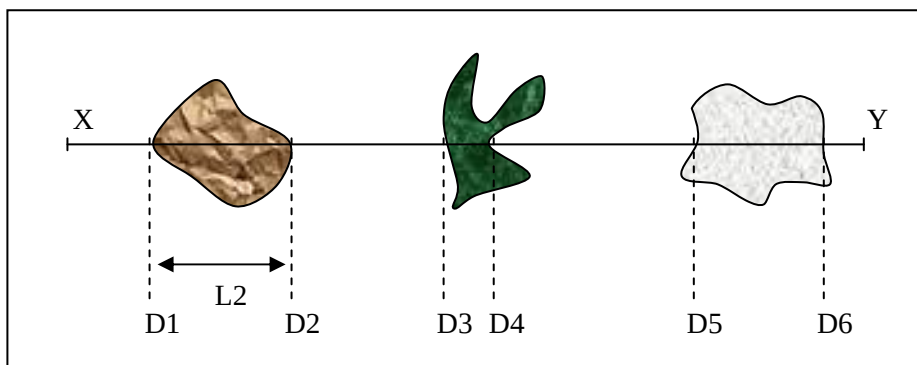


Figure n°02 : Diagramme schématisique d'un transect

Les classes retenues (au nombre de 28) sont adaptées de celles préconisées par English et al. [01] pour le « Line Intercept Transect » (« life forms »), et présentées dans le [tableau a](#) en [annexe 01](#).

Une vidéo de chaque transect, ainsi que des photographies des objets représentatifs, ont été effectuées à des fins de stockage, permettant de revenir ultérieurement de façon qualitative sur des variations ayant été démontrées quantitativement avec le LIT.

3.2.3 Protocole pour l'étude du benthos

Cet échantillonnage doit permettre de quantifier la richesse spécifique (biodiversité) et de montrer si des changements ont lieu sur **des taxons**



cibles (cf. cahier des charges, [annexe 01](#)).

Pour cela, c'est la méthode d'observation sur couloirs qui a été appliquée.

Le couloir fait une largeur de 5 mètres (2.5 mètres de part et d'autre de chaque transect de 20 mètres de longueur). Cette méthode donne une bonne représentation des communautés benthiques (inventaires faune et flore) car une zone importante est prospectée et étudiée (100 m² pour chaque transect soit 300 m² par station théorique).

Les taxons cibles retenus sont :

- les algues et phanérogames (présence / absence), à déterminer au niveau du genre,
- les étoiles de mer, les oursins et les holothuries (abondance), à déterminer au niveau de l'espèce,
- les crinoïdes (présence / absence),
- les clones (abondance),
- les bédouilles et les trocas (abondance).

Prestations complémentaires

1/ Listes d'inventaire détaillées et détermination au niveau taxonomique le plus bas possible

Par rapport au cahier des charges, le travail d'inventaire a été approfondi :

L'objectif proposé est de caractériser les assemblages et d'identifier les invertébrés et la flore benthiques qui contribuent le plus à la composition caractéristique unique de chaque récif.

Ainsi, la liste d'inventaire a été largement augmentée par rapport au cahier des charges (surtout pour les coraux scléractiniaires). Les grands groupes d'organismes macrobenthiques (et non que les taxons cibles) ont été étudiés et leur identification a été réalisée au niveau taxonomique le plus bas possible *in situ* (sans prélèvement).

L'échantillonnage des stations comprend donc : les communautés biotiques (les coraux durs dont les coraux scléractiniaires, les autres invertébrés et les macrophytes) et une description géomorphologique (le substratum).

Cependant, les inventaires de cette étude ne sont pas exhaustifs : de nombreuses espèces peuvent être identifiées directement sous l'eau avec certitude (ce qui nécessite une grande expertise de l'échantillonneur) au niveau du genre et de l'espèce (liste conservative) mais d'autres nécessitent d'être prélevées afin d'être observées à la binoculaire ou faire des analyses ADN (hors, aucun prélèvements n'a été réalisé pour cette étude).

L'identification s'est également appuyée sur divers ouvrages, guides de terrain et rapports [02 à 07] et la visualisation de toutes les photographies *in situ*.

Cependant, l'objectif proposé dans cette étude n'est pas de fournir une liste exhaustive de toute la diversité des récifs, mais d'évaluer l'état de santé des récifs, la composition des assemblages et d'identifier les invertébrés et la flore benthique qui contribuent le plus à la composition caractéristique unique de chacun d'eux. A travers ce travail, il est ensuite possible de réaliser une étude comparative à travers le temps et de cibler les potentiels changements de biocénoses benthiques selon les perturbations (naturelles ou anthropiques) des différents milieux.

Par ailleurs, la densité en organismes dans une zone d'étude étendue est difficile à évaluer précisément et peut conduire à de nombreuses erreurs. Aussi, afin de simplifier les opérations sous-marines et d'éviter les erreurs d'abondance, une échelle de recouvrement de 1 à 5 ([tableau 03](#)) a été mise en place au sein des groupes faunistiques suivant (détermination au niveau taxonomique le plus bas possible : générique et si possible spécifique) :

- Scléractiniaires, Millépores, Antipathaires, Gorgones, Stolonifères (coraux durs),
- Alcyonaires (coraux mous),
- Algues (macrophytes),
- Spongiaires,
- Ascidies,
- Mollusques (bivalves, gastéropodes, nudibranches),
- Echinodermes (étoiles de mer, oursins, holothuries, crinoïdes).

Cette échelle d'abondance a été modifiée par rapport à l'échelle d'abondance de English et al, 1997 [01]. Elle a été élaborée afin de caractériser l'abondance spécifique ou générique des biocénoses marines. Ainsi les pourcentages de recouvrement ont été réduits pour les indices (numéroté de 1 à 5) afin de pouvoir décrire les scléractiniaires, les macrophytes et les invertébrés sur l'ensemble de l'échelle.

Tableau n°03 : Indices semi-quantitatifs d'abondance – cas classique

ECHELLE	RECOUVREMENT	ABONDANCE (nb individus ou colonies / 100 m ²)
1	Rare	1
2	Faible	2 à 10
3	Moyen	11 à 20
4	Fort	21 à 41
5	Important	plus de 41

Certains genres de scléractiniaires (coraux durs) s'édifient en de grandes colonies de plusieurs mètres carrés (en particulier les formes massives, *Porites* spp., *Lobophyllia* spp., *Platygyra* spp., *Diploastrea heliopora*). Une seule de ces colonies peut ainsi construire un massif atteignant jusqu'à 10 mètres de diamètre. Dans ce cas, le fait d'indiquer le nombre de colonies n'a pas de sens. Pour ces espèces, une échelle paramétrée supplémentaire de 1 à 5 tient compte des mètres carrés colonisés par les colonies sur le couloir (pourcentage de recouvrement) (tableau 04).

Tableau n°04 : Indices semi-quantitatifs d'abondance – présence de grandes colonies (plusieurs m²)

ECHELLE	RECOUVREMENT	ABONDANCE (surface / 100 m ²)
1	Rare	< 0.5% (soit < 0.5 m ² / 100 m ²)
2	Faible	> 0.5% (soit > 0.5 m ² / 100 m ²)
3	Moyen	> 5% (soit > 5 m ² / 100 m ²)
4	Fort	> 10% (soit > 10 m ² / 100 m ²)
5	Important	> 15% (soit > 15 m ² / 100 m ²)

Des photographies et des vidéos ont été réalisées afin d'illustrer les observations terrain.

2/ Evaluation du blanchissement

Si les espèces recensées sont influencées par le blanchissement, elles sont alors mises en valeur dans les tableaux d'inventaire taxonomique par un surlignage de couleur rouge et une échelle de degré de blanchissement (numérotée de B1 à B5) est annotée à côté de l'abondance (cf. tableau 06).

Tableau n°05 : Degré de blanchissement pour une espèce (/ 100 m²)

ECHELLE	DEGRE DE BLANCHISSEMENT	ABONDANCE (nb individus ou colonies / 100 m ²)
B1	Présence de blanchissement	1
B2	Blanchissement faible	2 à 10
B3	Blanchissement moyen	11 à 20
B4	Blanchissement fort	21 à 40
B5	Blanchissement important	41 et plus

Par ailleurs, une estimation du pourcentage de blanchissement par estimation visuelle est aussi donnée (% de recouvrement sur le couloir de 100 m²).

3/ Les autres indicateurs à suivre

En plus des éléments cités ci-dessus, les plongeurs ont relevé tous les autres indices (négatifs ou positifs) pouvant permettre d'affiner le diagnostic de l'état de santé du milieu, notamment :

- Les cyanobactéries qui font l'objet d'un suivi de leur abondance, de leur localisation et des substrats recouverts
- Les espèces corallivores (prédatrice de coraux), qui sont particulièrement surveillées
- Les espèces exogènes et/ou envahissantes qui sont recherchées



- Le blanchissement des espèces coralliennes est noté et quantifié, au niveau de tous les taxons observés (B1 à B5)
- Le recouvrement de coraux blanchis est également estimé (pourcentage visuel de blanchissement de la surface récifale étudiée)
- Les maladies coralliennes (particulièrement la maladie de la bande blanche et les anomalies de croissance) sont notées au niveau de tous les taxons observés
- Les perturbations récifales : dégradations mécanique et hyper sédimentation sont relevées.

3.2.4 Protocole pour l'étude des poissons

Ce protocole doit permettre d'évaluer les variations de divers paramètres liés à la structure des populations ciblées, en relation avec l'impact potentiel de l'usine et de ses activités ou toute autre cause de changements.

Pour cela, c'est la méthode dite des transects à largeur variable « TLV » qui a été appliquée.

Les poissons sont échantillonnés par comptage visuel sous-marin comme précisé dans la [figure 03](#) : un ou deux plongeurs progressent le long du transect et comptent les espèces retenues de part et d'autre.

Au cours de cette opération les plongeurs notent pour chaque espèce le nombre d'individus et estiment leur taille et leur distance perpendiculaire au transect.

Lorsque que les individus d'une même espèce sont en banc, le plongeur note la distance du poisson le plus proche (D1) et la distance du poisson le plus éloigné (D2).

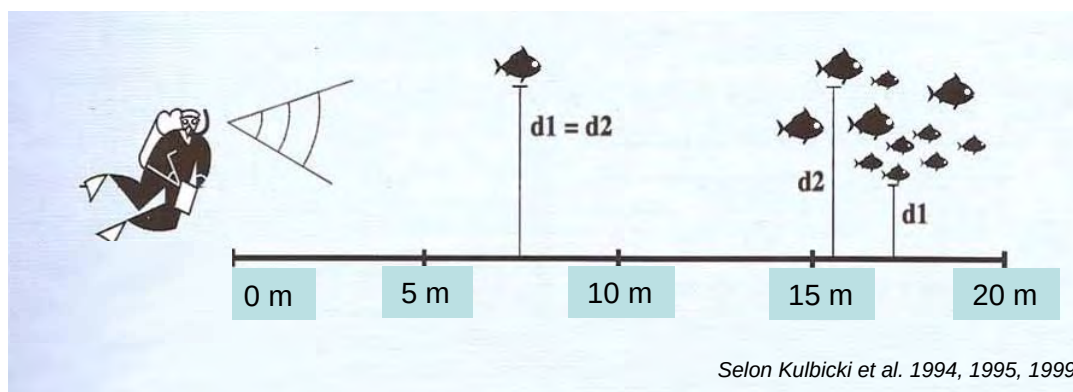


Figure n°03 : Comptage visuel des poissons : méthode des transects à largeur variable

Les poissons qui doivent être comptabilisés sont listés dans le [tableau b](#) de l'[annexe 01](#).

Ils correspondent aux taxons indicateurs de la santé des récifs, ainsi qu'aux espèces comestibles.

Le fait d'utiliser le TLV dans le cas présent est critiquable pour plusieurs raisons. Cela est développé en [annexe 03](#).

Prestations complémentaires

1/ Liste complète

Le biologiste responsable de cet échantillonnage est spécialisé en écologie marine et notamment dans les poissons récifaux. Il a donc échantillonné l'ichtyofaune pour toutes les espèces présentes.

2/ Zone complète

Par ailleurs la superficie échantillonnée a été agrandie à la station complète et non seulement aux seuls transects : Les poissons ont donc été repérés sur une surface de 25 ares environ. Elle comprend la zone où ont été placés les transects et deux zones équivalentes de part et d'autre de cette dernière. Le plongeur se déplace lentement en notant les nouvelles espèces et cesse lorsque plus aucune nouvelle espèce n'est repérée depuis au moins 5 mn. Il peut donc repérer des espèces supplémentaires sur la zone des transects, espèces qui étaient restées invisibles depuis la ligne matérialisée par le pentadécamètre - où se tient obligatoirement le plongeur qui réalise un TLV - et repérer également des espèces du voisinage qui dans d'autres conditions auraient pu se trouver sur le transect. Ce complément de biodiversité permet de limiter les erreurs d'interprétation des « absences » faites à partir de la biodiversité de la première partie.

3.3 Période d'échantillonnage

La mission terrain a été déclenchée par la date de l'appel d'offre puis celle de la commande du présent contrat. La période a été ensuite ajustée en fonction des coefficients de marée ainsi que de la lune (vives eaux ou mortes eaux) (détails dans les tableaux de l'[annexe 02](#)).

Pour cette mission, l'échantillonnage a été effectué du 23 au 28 novembre 2016 (semaine 47).

Les paramètres de chaque plongée ont été notés par la personne de surface, au fur et à mesure. Ils comprenaient notamment (liste non exhaustive) :

- le numéro de la station,
- le nom du site,
- les coordonnées de la station en degrés, minutes et dixièmes de minute pour la longitude et pour la latitude,
- la date de la plongée,
- l'heure du début de la plongée sur la station,
- les conditions météorologiques lors de cette mission (vent, force et direction, pluie ou ensoleillement),
- la profondeur maximale et le temps de plongée,
- l'horaire des marées et les coefficients,
- le courant, la force approximative et la direction,
- la houle ou les vagues et le ressac qui peuvent gêner la mission,
- la visibilité,
- l'état de la station, la maintenance effectuée et les difficultés ou remarques éventuelles,
- la tâche effectuée par l'équipe et par chaque personne.

Ces données ont été regroupées dans un rapport de plongée présenté dans l'[annexe 02](#).

Des photos représentatives des différentes étapes de la mission d'échantillonnage sont présentées ci-dessous ([photographies 01 à 06](#)).



Photo n°01 : Mise en place d'un piquet



Photo n°02 : Piquets doublés en début de transect A avec le ruban métré déroulé



Photo n°03 : Echantillonnage poissons



Photo n°04 : Echantillonnage LIT



Photo n°05 : Echantillonnage benthos



Photo n°06 : Vidéo

3.4 Le traitement des données

3.4.1 Pour le substrat

Comme vu sur la [figure 02](#), paragraphe 3.2.2, le principe d'échantillonnage par LIT est de noter à chaque changement de catégorie de substrat (= classe) la distance donnée par le ruban. La différence entre deux points de transition est alors la "longueur" correspondante à cette catégorie.

Le traitement consiste ici à faire le calcul du pourcentage de recouvrement de chaque classe, qui est obtenu par la somme de "ses longueurs" divisée par la longueur du substrat multipliée par 100, comme montré dans l'exemple ([tableau 06](#)) ci-dessous (qui se réfère à la [figure 02](#)).

Tableau n°06 : Exemple de calcul pour le recouvrement du substrat

DISTANCE	LONGUEUR	CLASSE
X - D1	L1 = D1-0	S
D1 - D2	L2 = D2-D1	RC
D2 - D3	L3 = D3-D2	S
D3 - D4	L4 = D4-D3	MA
D4 - D5	L5 = D5-D4	S
D5 - D6	L6 = D6-D5	DC
D6 - Y	L7 = Y-D6	S

Ainsi, par exemple, le pourcentage de couverture en sable (S) = $(L1+L3+L5+L7) / XY * 100$

Les classes qui sont au nombre de 28 ([tableau a](#) de l'[annexe 01](#)) ont été regroupées en 12 principales composantes comme montrées aussi dans ce tableau, afin de pouvoir simplifier les interprétations.

Ces composantes reprennent les groupes faunistiques (coraux scléractiniaires, autres coraux, alcyonaires, autres organismes, algues, algues sur corail mort) ainsi que le matériel composant le substrat (corail mort, débris, sable, dalle, vase, eau).

Elles sont alors exprimées en pourcentages pour chaque transect et présentées sous forme de graphiques pour permettre une comparaison visuelle rapide.

Les comparaisons insistent sur les rapports entre :

- Corail vivant / Corail mort ;
- Corail vivant / Algues + autres invertébrés ;
- Abiotique total / Biotique total, dont Coraux scléractiniaires.

3.4.2 Pour le benthos

La recherche de paramètres écologiques types (et représentatifs) ont été réalisés sur les taxons cibles :

- listing au niveau taxinomique demandé,
- richesse spécifique (le cas échéant),
- abondance (semi-quantitative).

Ces résultats seront comparés entre les transects, les stations et les sites.

Par ailleurs, afin de pouvoir évaluer rapidement le changement d'état d'une station d'une mission à une autre (recrutement, mortalité, blanchissement et abondance), un code couleur simple a été établi, comme décrit dans le [tableau 07](#).

Tableau n°07 : Code couleur pour la comparaison temporelle de chaque transect

Nouvelle espèce recensée	Recrutement si la colonie est juvénile et/ou nouvelle espèce recensée dans le couloir ou la zone prospectée par rapport à la dernière mission
Mortalité	Espèce absente dans le couloir par rapport à la dernière mission

Blanchissement	Espèce influencée par le blanchissement et de couleur blanche
Espèce cible	Espèce cible (biocénoses benthiques hors coraux durs)
Echelle (1 à 5)	Augmentation de l'abondance par rapport à la dernière mission
Echelle (1 à 5)	Diminution de l'abondance par rapport à la dernière mission
Echelle (1 à 5)	Pas de changement de l'abondance par rapport à la dernière mission



Prestations complémentaires

Le biologiste responsable de cet échantillonnage est spécialisé dans l'inventaire des biocénoses benthiques marines et particulièrement en taxonomie corallienne. Il a donc échantillonné le milieu pour tous les organismes (liste conservative) et ce, jusqu'au niveau taxinomique le plus bas possible.

La restitution des données comprend donc aussi :

- La liste taxinomique des biocénoses benthiques (liste conservative)
- Les tableaux (biodiversité) des groupes biotiques par sites, stations et transects
- Les tableaux (abondance) des groupes biotiques par transect
- Les tableaux de variations spécifiques des biocénoses et de l'état de santé des coraux scléractiniaires entre 2 missions
- Les particularités et commentaires des biocénoses benthiques
- La liste d'espèces coralliennes classées sur la liste rouge de l'UICN
- L'analyse des indicateurs de l'état de santé des récifs :
 - a) Coraux scléractiniaires (recrutement, mortalité, maladies),
 - b) Blanchissement corallien en termes de nombre d'espèces et de recouvrement (en %),
 - c) Espèces cibles (a minima Cyanobactéries, *Drupella cornus*, *Acanthaster planci*, *Culcita novaeguineae*, *Cliona orientalis* et *C. jullieni*).

Les données sont comparées aux missions précédentes.

La grille de lecture des tableaux de variations entre 2 missions (mission actuelle vs mission précédente) est donnée dans le [tableau 08](#). Pour cette étude, il est fait une différence entre les Biocénoses* et les Coraux*.

Tableau n°08 : Grille de lecture des tableaux de variations de la composition du benthos

Glossaire des tableaux comparatifs de l'évolution de biodiversité, d'abondance et de l'état de santé	
Biocénoses	Ensembles des espèces vivantes coexistant dans un espace défini
Biocénoses*	Englobe l'ensemble des espèces benthiques hors Coraux* à exosquelette
Coraux*	Coraux à exosquelette (scléractiniaires, millépores, antipathaires, gorgones, stolonifères)
n	Nombre d'espèce
i	Degré d'abondance compris entre 1 et 5 (échelle semi-quantitative relative au nombre de colonie par unité de surface)
A	Abondance (nombre de colonie par unité de surface)
B	Blanchissement (nombre de colonies blanchies par unité de surface)
Genre espèce	Identification se référant à la liste taxinomique
sp.	Spécimen sans identification spécifique
spp.	Plusieurs spécimens du même genre mais pas de la même espèce sans identification spécifique
• Evolution de la richesse spécifique des Coraux* et des Biocénoses*	
Genre sp. (+n spp.)	n espèce(s) du genre cité ont nouvellement été recensée(s)
Genre sp. (-n spp.)	n espèce(s) du genre cité ont disparu
• Variation d'abondance « A »	
Ai	L'espèce est abondante au degré « i » compris entre A1 à A5
ΔAi /+ x	L'espèce est abondante au degré « i » mais a augmenté d'abondance de «+x» degré(s) depuis la mission précédente
ΔAi /- x	L'espèce est abondante au degré « i » mais a diminué d'abondance de «-x» degré(s) depuis la mission précédente



• Blanchissement corallien « B »	
n blanchies	Nombre d'espèce(s) blanchie(s)
% d'espèces blanchies	(n espèces scléractiniaires blanchies / n espèces scléractiniaires)*100
Bi	L'espèce est blanchie au degré « i » compris entre B1 à B5
• Evolution du nombre d'espèce(s) blanchie(s)	
N	Espèce nouvellement blanchie depuis à la mission précédente
+n spp. B*	Augmentation du nombre d'espèces blanchies au sein d'un genre
-n spp. B*	Diminution du nombre d'espèces blanchies au sein d'un genre
• Evolution du degré de blanchissement	
ΔB +i	Le blanchissement de l'espèce à augmenté de « i » degré(s) depuis la mission précédente (le degré actuel apparait dans les espèces blanchies)
ΔB -i	Le blanchissement de l'espèce à diminué de « i » degré(s) depuis la mission précédente (le degré actuel apparait dans les espèces blanchies)
∞	Espèce toujours blanchie mais pas de changement par rapport à la dernière mission
ØB	L'espèce n'est plus blanchie par rapport à la mission précédente



Approche statistique

L'approche statistique s'est intéressée à la variation de la biodiversité α dans le temps, en considérant que la biodiversité α d'une station la caractérise.

Ce rapport présente les résultats obtenus lors de la dernière mission sur le peuplement benthique (coraux à exosquelette, invertébrés hors coraux durs et macrophytes) et les compare aux résultats des missions précédentes qui lui sont comparables.

Deux analyses statistiques sont proposées : par Anovar et le test de Friedman.

ANOVAR (comparaisons temporelles) : La prise en considération de l'ensemble des transects et stations de la zone donne une série statistique exploitable et permet une analyse temporelle. Toutefois, la puissance de cette analyse est lourdement entravée :

- 1) par l'amélioration du protocole au fur et à mesure des missions,
- 2) par un choix de stations très hétérogènes : baie de Prony *versus* canal Woodin et canal de la Havannah. Les stations du canal de la Havannah montrent également une grande hétérogénéité des paramètres environnementaux (stations sur des bancs à fort courant, stations exposées aux alizés et d'autres au contraire protégées à plus faible hydrodynamisme).

Test de Friedman (test de rang) : Le test de Friedman a dans le cas présent plus d'intérêt que celui de Kruskal & Wallis. Ce test, appelé «test en blocs aléatoires complets », a pour préalable d'ordonner les résultats des différents traitements à l'intérieur de chaque bloc préétablis.

Ici, sera considéré que les « traitements » sont les conditions environnementales propres à chacune des années de la série historique et que les « blocs » sont les transects qui sont chaque année réévalués, et dans ce cas, ce sera une analyse en colonnes :

$$\chi^2_{\text{obs}} = 12 / pq(p+1) \cdot \sum Y_i^2 - 3q(p+1)$$

p et q désignant respectivement le nombre d'années (donc de colonnes) et le nombre de transects (donc de lignes). Le degré de liberté $ddl = p-1$ pour l'analyse par années

L'hypothèse (H_0) du test est de s'assurer que les variations observées de mission en mission au niveau de chacune des stations sont bien aléatoires et donc pour chacune, le fruit du hasard et non qu'il existerait au cours du temps, une tendance globale à la hausse ou à la baisse des valeurs des paramètres choisis pour caractériser ces stations.

Les données quantitatives sont obtenues sans réplicat et sont donc sans intervalle de confiance. Les stations ne peuvent donc être comparées individuellement, ni entre elles, ni d'une année sur l'autre.

Seule la considération de l'ensemble des stations de la zone comme une série statistique permet le calcul d'un intervalle de confiance. Avec ce subterfuge la comparaison temporelle de la zone (et uniquement temporelle) peut alors être faite. Toutefois, la puissance de cette analyse est lourdement entravée par l'hétérogénéité des stations et les fortes variances que cette hétérogénéité entraîne.



3.4.3 Pour les poissons

Les résultats des comptages par TLV reprennent la nomenclature et l'orthographe des espèces, des genres et des familles de Randall J. E. [08] ou Fish Base [09].

Le nom des familles est abrégé dans les différents tableaux, tel que défini dans le [tableau 09](#).

Tableau n°09 : Lexique des abréviations des familles

FAMILLES	ABREVIATIONS	FAMILLES	ABREVIATIONS	FAMILLES	ABREVIATIONS
Acanthuridae	Aca	Epinephelinae	Epi (Serranidae)	Ophidiidae	Oph
Anthiidae	Ant (Serranidae)	Fistulariidae	Fist	Ostraciidae	Ost
Apogonidae	Apo	Gobiidae *	Gob	Pinguipedidae	Pin
Atherinidae	Ath	Grammistidae	Gra (Serranidae)	Platacidae	Pla
Aulostomidae	Aul	Haemulidae	Hae	Plesiopidae	Ple
Balistidae *	Bal	Holocentridae	Hol	Pomacanthidae	Poc
Blenniidae *	Ble	Kyphosidae	Kyp	Pomacentridae *	Pom
Caesionidae	Cae	Labridae *	Lab	Priacanthidae	Pri
Canthigasteridae *	Can	Latridae	Lat	Pseudochromidae *	Pse
Carangidae	Car	Leiognathidae	Lei	Ptereleotridae	Pte
Carcharhinidae	Carc	Lethrinidae	Let	Scaridae	Sca
Centriscidae	Cen	Lutjanidae	Lut	Scombridae	Scom
Chaetodontidae	Cha	Malacanthidae	Mal	Scorpaenidae *	Sco
Cirrhitidae	Cir	Microdesmidae	Mic	Siganidae	Sig
Dasyatidae	Das	Monacanthidae	Mon	Sphyraenidae	Sph
Diodontidae	Dio	Mullidae	Mul	Synodontidae	Syn
Dussumieriidae	Dus	Muraenidae	Mur	Tetraodontidae	Tet
Echeneidae	Ech	Myliobatidae	Myl	Uranoscopidae	Ura
Ephippidae	Eph	Nemipteridae *	Nem	Zanclidae	Zan

Les familles retenues par la DENV (cahier des charges) sont en caractères gras

* Familles dont les espèces de ne sont pas toutes retenues au cahier des charges

Ces résultats quantitatifs sont présentés sous deux listings :

- un premier qui représente exactement les comptages obtenus sur les TLV (sur les transects),
- un deuxième, qui présente les espèces « complémentaires » : Ce sont les espèces qui n'ont pas été vues lors de la réalisation du TLV. Soit qu'elles soient arrivées plus tard sur le transect, soit qu'elles étaient présentes mais invisibles depuis la ligne centrale du TLV ou encore qu'elles étaient sur la station mais situées en dehors des limites du TLV. Ce sont les espèces de la « station ».

La densité et la biomasse des poissons sont calculées selon les formules théoriques suivantes :

$$\text{- Densité (poissons/m}^2\text{)} = \mathbf{D} = (2L)^{-1} \sum_{i=1}^p n_i d_i^{-1}$$

$$\text{- Biomasse (g/m}^2\text{)} = \mathbf{W} = (2L)^{-1} \sum_{i=1}^p w_i d_i^{-1}$$

Où :

- L : longueur du transect (20 m)
- n_i : nombre d'individus de l'espèce i
- w_i : poids de l'espèce i (g) (de l'espèce i : donc de tous les individus i de cette espèce)
- d_i : distance moyenne de l'espèce i au transect (m)
- p : nombre d'espèces.

Le poids des individus (en g) a été estimé d'après leur taille en utilisant une relation d'allométrie taille-poids, du type :

$$w_i = a l_i^b$$



Où :

- li = longueur du poisson
- a et b = variables

Ces variables sont des coefficients mis au point par Kulbicki & al. [10] pour environ 350 poissons du lagon. Ils sont utilisés couramment et notamment par la CPS dans le logiciel de traitement qu'ils ont élaboré.

Donc, dans le cas présent, par rapport aux tableaux et aux variables qui sont présentés, voici un exemple de calcul (tableau 10).

Tableau n°10 : Exemple de calcul pour « poisson »

Espèce	Nombre (ni)	Longueur (li) cm	Poids (wi) g	D1	D2	Surf m ²	Densité (D) / m ²	Biomasse (W) g/m ²	a	b
<i>Pomacentrus aurifrons</i>	20	3	15,52	1	1,5	25	0,8	0,621	0,028	3,02

ni = nombre de poissons observés de cette espèce = 20

li = longueur moyenne de chaque individu = 3 cm

wi = poids de tous les individus de cette espèce = $(0.028 * 3^{3.02}) * 20 = 15.52$ g

D1 et D2 sont les distances minimale et maximale des individus observés = 1 m et 1.5 m

Surf = surface d'échantillonnage = $di * L = (1+1.5) / 2 * 20 = 25$ m²

D = densité eg. le nombre de poissons par m² = $20 / 25 = 0.8$ individu au m²

W = biomasse = $15.52 / 25 = 0.621$ g/m²

La biomasse et la densité ont ensuite été analysées en fonction de diverses variables (taxon-site-temps) :

- Valeurs de densité et de biomasse totales et par famille entre les 3 transects de chaque station.
- Variations temporelles de densité et de biomasse totales et par famille, par transect, et par station (moyenne des valeurs des 3 transects) – comparaisons statistiques par ANOVA puis Tukey ou Kruskal-Wallis puis MDBT ou Steel Dwass (ou autre test a posteriori non paramétrique).
- Variations temporelles multivariées par taxons (Manova paramétrique ou par permutation).
- Variations temporelles de la richesse spécifique totale et par famille (χ^2), par transect et par station.

Une critique des méthodes employées pour l'analyse des données est présentée en annexe 03.

Prestations complémentaires

Le biologiste responsable de cet échantillonnage est spécialisé en écologie marine et notamment dans les poissons récifaux. Il a donc échantillonné l'ichtyofaune pour toutes les espèces.

En effet, en notant les effectifs de chacune des espèces rencontrées, il est possible (en plus) de calculer la biodiversité par station ce qui permet d'obtenir les **biodiversités alpha, bêta et gamma** sur la zone ; ainsi que **l'équitabilité** (Indice de Shannon relatif)⁴.

Dans l'ensemble des résultats, quand cela n'est pas précisé, les calculs ont été fait d'après le listing simplifié du cahier des charges (tableau b en annexe 01).

⁴ L'indice de Shannon est fondé sur la théorie de l'information qui considère 2 composantes de la diversité : le nombre d'espèces et la régularité de leur distribution de fréquence. Il mesure "l'indétermination" de l'échantillonnage. C'est-à-dire l'indétermination d'un tirage limité d'individus dans un ensemble qui en contient beaucoup.

L'indice d'Equitabilité équivaut à la répartition des effectifs entre S espèces présentes. L'indice varie entre 0 et 1. Il tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs appartient à 1 seule espèce. Il tend vers 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance. Il est calculé en fonction de l'indice de Shannon (il est donc l'indice de Shannon de la zone exprimé relativement à sa valeur maximale, celle qu'il pourrait au maximum avoir sur cette zone et qui correspond à la situation où toutes les espèces présentes sont en effectif identique).

La biodiversité est une donnée semi-quantitative

On définit 3 niveaux de biodiversité :

La biodiversité dite α est le nombre d'espèces n présentes sur une station.

$$Ba_i = n_i$$

La biodiversité β (B_β) est la diversité des valeurs de diversités α ;

La biodiversité γ (B_γ) est la biodiversité totale de la zone

$$B_\gamma = \cup B_{a_i}$$





4 Résultats bruts par station



4.1 Station 01 = Casy

Localisation géographique	Sud du platier de l'îlot Casy. Attention, la bouée de balisage de réserve (croix jaune) a été déplacée en raison d'un élargissement de la zone de réserve. La station biologique n'est plus localisable grâce à ce repère.
Nombre transects	2 transects positionnés sur la pente sédimentaire proche du platier (pente très douce). La pente est trop faible pour pouvoir installer un troisième transect (à 20 m de profondeur) à une distance raisonnable.
Description transects	Sont installés à une cinquantaine de mètres l'un de l'autre afin d'atteindre une profondeur de 7 et 10 mètres avec une orientation sud-est / nord-ouest.
	Une colonie de <i>Lobophyllia corymbosa</i> , de 2 m de diamètre, sert de point de repérage pour la fin du transect A.

Description générale

La pente douce récifale est constituée de sable coquillé sur lequel repose de nombreux massifs coralliens ainsi que de nombreux débris. Les organismes benthiques colonisent préférentiellement ce substrat dur. Les alcyonaires du genre *Sarcophyton* sont particulièrement bien développés et les algues brunes *Sargassum* spp. peuvent être présentes sur le transect B.

Cette station se caractérise par un recouvrement important en algues brunes (*Lobophora variegata*, *Sargassum*, *Distromium*, *Dictyota* et quelques *Padina*). Les macrophytes se distribuent sur du sable coquillé et sur des petits massifs coralliens répartis de manière hétérogène. Les alcyonaires occupent également une part importante du recouvrement (principalement *Sarcophyton*, *Sinularia* et *Lobophytum* et dans une moindre mesure *Dendronephthya*).

La richesse spécifique et le recouvrement corallien sont relativement faibles, les colonies coralliennes juvéniles observées au mois de septembre 2010 continuent de croître. La taille des colonies coralliennes scléractiniaires reste de taille décimétrique (*Pocillopora damicornis*, *Barabattoia amicorum*, *Galaxea fascicularis*, *Acanthastrea echinata*, *Goniastrea* cf. *pectinata*). Seuls les genres *Acropora* de forme tabulaire et une colonie de *Lobophyllia corymbosa* réussissent à s'édifier et dépasser la taille métrique.

Par ailleurs, de nombreuses colonies coralliennes juvéniles s'édifient sur les massifs et même sur les piquets des transects (cf. § 7.2).

Caractéristiques principales

- ↪ Etude de croissance de 7 colonies de *Pocillopora damicornis* colonisant les piquets du transect A depuis octobre 2008. En novembre 2016, il reste 5 colonies (colonies B et G mortes suite aux anomalies de températures du début d'année 2016)
- ↪ Régression de la maladie de la bande blanche qui affectait de nombreuses colonies d'*Acropora* tabulaires au transect A
- ↪ Recouvrement corallien faible au transect B
- ↪ Hyper sédimentation (la faune et flore sont adaptées à cette contrainte)
- ↪ Les colonies coralliennes sont majoritairement de petites tailles (hyper sédimentation et turn over important)
- ↪ Recouvrement des alcyonaires très important (particulièrement le genre *Sarcophyton*)
- ↪ Compétition spatiale entre les alcyonaires, les éponges encroûtantes et les coraux
- ↪ Recouvrement modéré des éponges encroûtantes (*Cliona*)
- ↪ Richesse spécifique importante des macrophytes et des alcyonaires
- ↪ Présence des algues brunes *Sargassum* spp. (selon les saisons)



Variations entre avril 2016 et novembre 2016

Indicateur Corail :

- La biodiversité corallienne a tendance à diminuer mais elle reste importante :

Octobre 2015 : 110 espèces coralliennes dont 101 espèces scléractiniaires

Avril 2016 : 108 espèces dont 99 espèces scléractiniaires

Novembre 2016 : 102 espèces dont 93 espèces scléractiniaires

- Le recouvrement corallien est de 4.5% au transect A et 4.5% en B

- Le blanchissement a nettement diminué du point de vue « spécifique » et « recouvrement » :

Octobre 2015 : 3/101 espèces de scléractiniaires et 0.15% de la surface totale observée

Avril 2016 : 21/99 espèces de scléractiniaires et 2.6% de la surface totale observée

Novembre 2016 : 7/93 espèces de scléractiniaires et 0.6% de la surface totale observée

- Croissance des *Pocillopora damicornis* : l'ensemble des colonies de *Pocillopora damicornis* s'édifiant sur les 3 piquets du transect A ont une croissance moyenne estimée à 3.06 cm / 8 mois (taux d'accroissement moyen 7.43%). Les colonies B et G sont mortes suite aux anomalies de températures du début d'année 2016 (el Niño)

- Lésions coralliennes : absence de la maladie de la bande blanche. Les colonies anciennement affectées sont mortes en place. De plus, suite au blanchissement corallien du début d'année 2016, quelques colonies sont mortes en place

- Perturbations sédimentaires : RAS pour cette mission, absence de dépôt sédimentaire sur les colonies coralliennes

Autres indicateurs :

- Cyanobactéries : recouvrement en augmentation en A (niveau 3). Elles colonisent des colonies coralliennes mortes en place, les débris coralliens et les *Acropora* tabulaires

- Le turf algal se développe modérément sur les débris coralliens et les colonies coralliennes mortes en place au fur et à mesure de leur dégradation

- Algue brune *Lobophora* : le recouvrement est modéré (niveau 2) et stable

- Algue rouge *Asparagopsis taxiformis* : absente

- *Cliona* (éponge) : recouvrement stable

Les corallivores :

- Absence de *Culcita novaeguineae* et présence d'un spécimen d'*Acanthaster planci* en A

- Absence de *Drupella cornus*





Carte n°03 : Localisation de la station 01 (Casy)

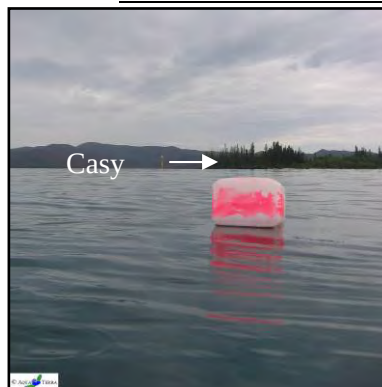
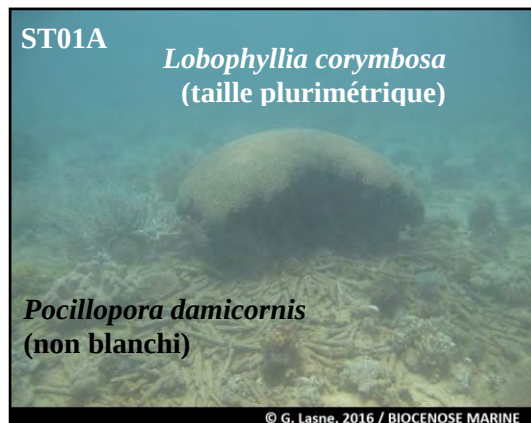
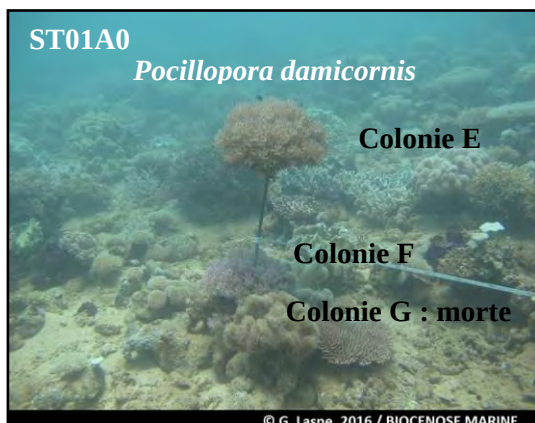
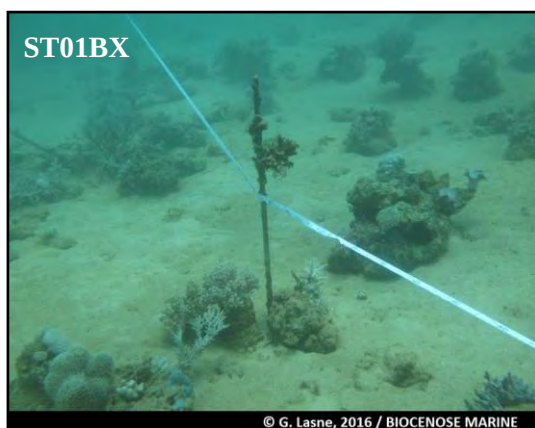
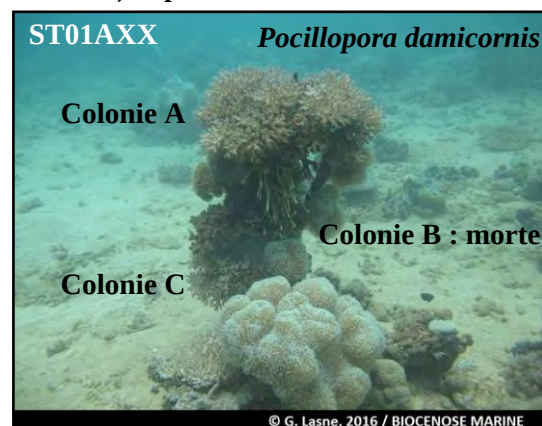
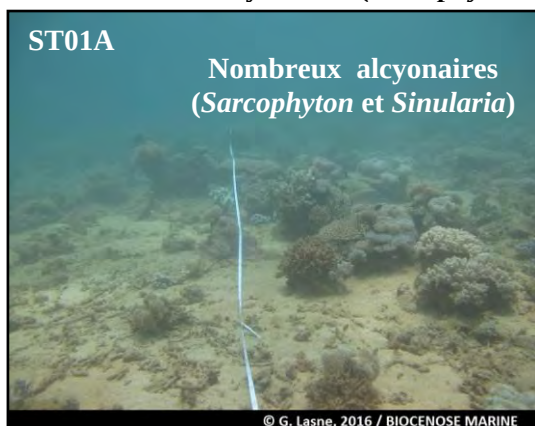


Photo n°07 : Position en surface par rapport à la pointe sud de l'îlot (ST01)



Nombreux alcyonaires (*Sarcophyton* et *Sinularia*) et petits massifs coralliens



Pente sédimentaire recouverte par *Sarcophyton* sp. et petits massifs coralliens dispersés

Photo n°08 : Vue d'ensemble des transects (ST01)

4.1.1 Le substrat (ST01)

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la [figure 04](#) pour le transect A et dans la [figure 05](#) pour le transect B.

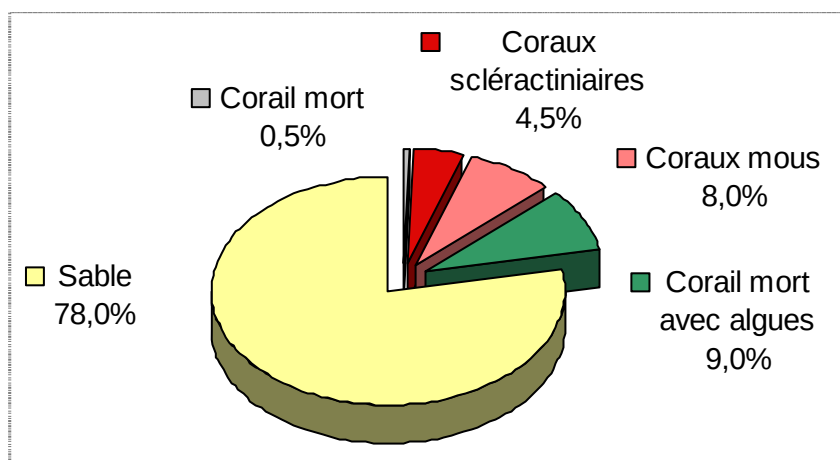


Figure n°04 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST01A

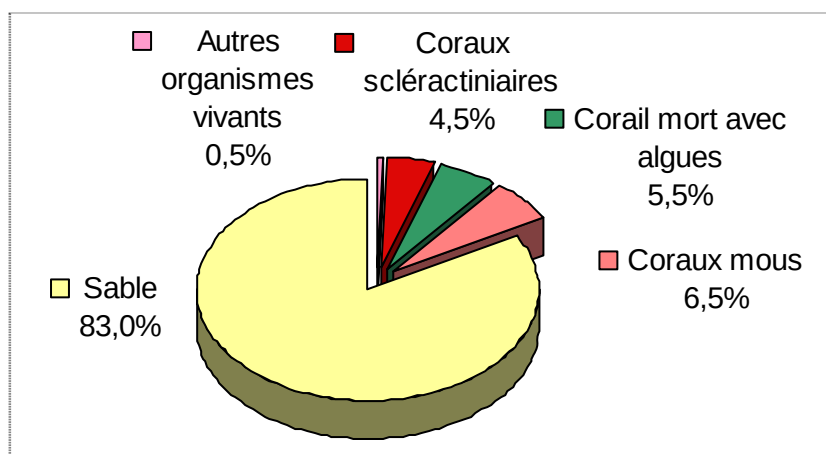


Figure n°05 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST01B

Le sable est prédominant avec respectivement 78% et de 83% de recouvrement pour les 2 transects. Cela entraîne évidemment que le substrat est majoritairement abiotique sur cette station : à 78,5% (contre 21,5% de biotique) au transect A et 83% (contre 17% de biotique) au transect B. Pour cette mission, le recouvrement des coraux scléactiniaires est constant au transect B (4,5%), mais diminue au A (4,5% vs 12,5% la mission précédente). Le reste de la partie biotique est constituée essentiellement par des alcyonaires et la classe « coraux mort recouverts d'algues ».

Il faut noter que les sargasses (algues brunes qui étaient une caractéristique de cette station) disparues lors de la campagne d'octobre 2011 ne sont pas revenues.

Les cyanobactéries sont totalement absentes pour cette mission.

Les transects sont stables dans l'ensemble.

4.1.2 Le benthos (ST01)

La liste des taxons cibles (cf. § 3.2.3) échantillonnés sur cette station et la liste complète des résultats bruts sont données en [annexe 05](#).

En novembre 2016, la richesse spécifique de la station Casy (ST01) est composée de :

- **102 espèces coralliennes** (dont 93 espèces de scléractiniaires, 3 espèces de millépores (sub massif, branchu et encroûtant), 3 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires, une espèce de stolonifère). Les familles scléractiniales (93 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (28 taxons), les Acroporidae (16 taxons), les Fungiidae (8 taxons), les Mussidae (7 taxons), les Agariciidae (6 taxons), les Dendrophylliidae (5 taxons), les Pocilloporidae (5 taxons), les Siderastreidae (5 taxons), les Poritidae (4 taxons), les Merulinidae (3 taxons), les Oculinidae (3 taxons), les Astrocoeniidae (2 taxons), les Pectiniidae (1 taxon). Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Caryophylliidae, des Trachyphylliidae. Le blanchissement corallien affecte 7/93 espèces de scléractiniaires (7,5%). Le blanchissement visuel est de 0,6% de la surface totale observée.
- **53 espèces d'invertébrés** dont 16 espèces de mollusques ; 8 espèces de cnidaires : alcyonaires (4 taxons), zoanthaires (2 taxons), actiniaires (1 taxon), hydrozoaires (1 taxon) ; 19 espèces d'échinodermes : astéries (6 taxons), échinides (5 taxons), holothurides (5 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 7 espèces d'éponges ; 3 espèces d'ascidies.
- **8 espèces de macrophytes** : algues brunes (4 taxons), algues vertes (4 taxons).
- **1 espèce de cyanobactéries**.

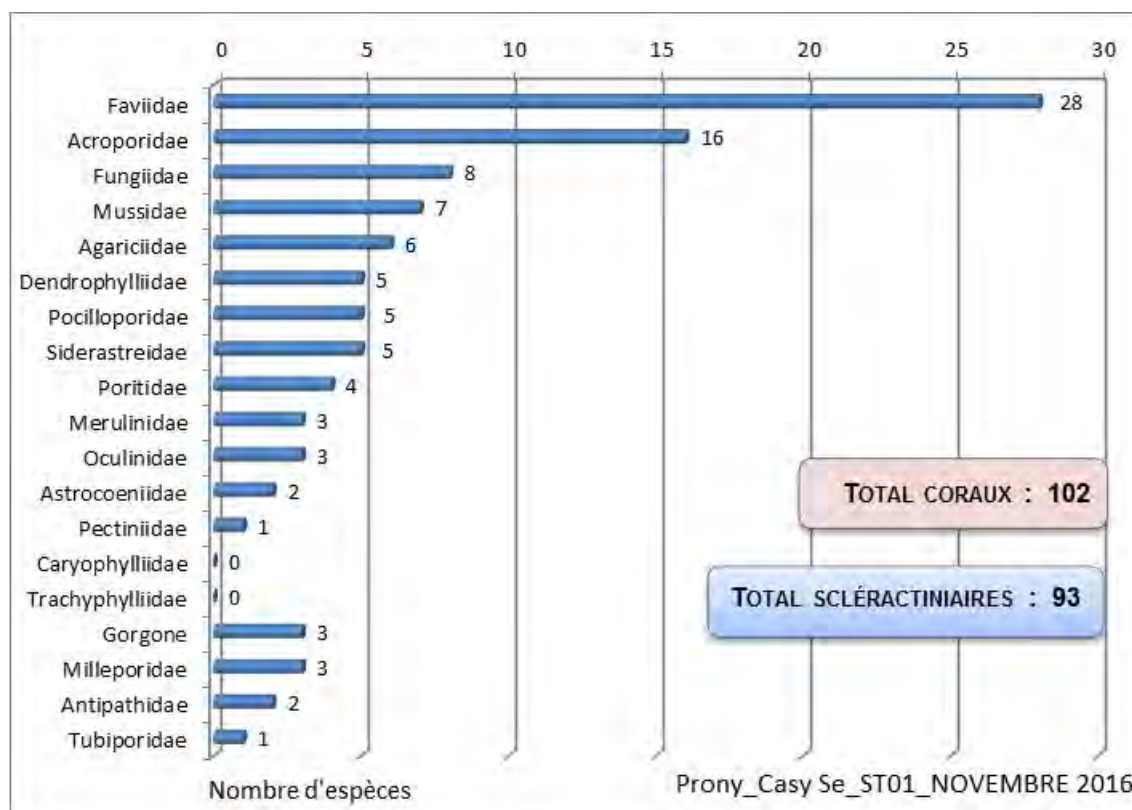


Figure n°06 : Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST01)

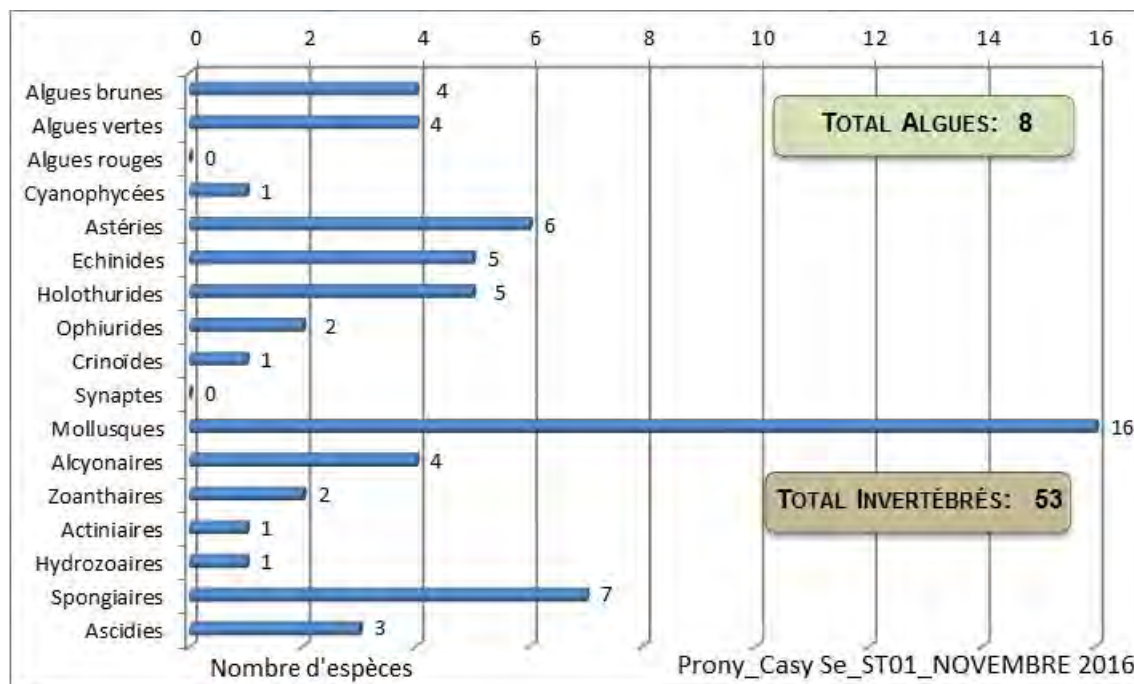


Figure n°07 : Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST01)

4.1.2.1 Benthos Transect 01 A

4.1.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST01A)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST01A est composée de 93 espèces coralliennes dont 88 espèces de scléractiniaires, 2 espèces de millépores (branchu et encroûtant), 2 espèces de gorgones, une espèce de stolonifère.

Tableau n°11 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST01A)

Evolution de la richesse spécifique des coraux*	Evolution de l'abondance	Blanchissement corallien
Nouvelle (s) espèce (s) recensée (s)	Augmentation d'abondance	Espèce (s) blanchie (s)
Aucune espèce.	2 espèces : • <i>Scolymia vitiensis</i> (A2/+ 1), • <i>Psammocora contigua</i> (A2/+ 1).	7 espèces blanchies (8%) : > 7 espèces précédemment blanchies (8%) : • <i>Acropora</i> (branchu) (2spp.B*, B1), • <i>Acropora</i> (tabulaire) (1spp.B*, B2), • <i>Barabattoia amicum</i> (B1), • <i>Pocillopora damicornis</i> (B2), • <i>Seriatopora hystrix</i> (B2), • <i>Stylophora pistillata</i> (B2) ; > Aucune espèce nouvellement blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
4 espèces : • <i>Gorgone ind.sp.</i> (1spp./-1spp.A2/-0), • <i>Montipora</i> (branchu) (A0/-2), • <i>Leptastrea purpurea</i> (A0/-1), • <i>Cycloseris cyclolites</i> (A0/-1)	7 espèces : • <i>Millepora</i> (branchu) (A2/- 1), • <i>Echinopora gemmacea</i> (A1/- 1), • <i>Favites halicora</i> (A1/- 1), • <i>Goniastrea australensis</i> (A2/- 1), • <i>Galaxea fascicularis</i> (A2/- 1), • <i>Seriatopora hystrix</i> (A2/- 1), • <i>Stylophora pistillata</i> (A2/- 1).	> 10 espèces ont réintégré leurs zooxanthelles : • <i>Acropora florida</i> (B- 1, øß), • <i>Acropora millepora</i> (B- 1, øß), • <i>Montipora</i> spp. (-1spp.B*) (B- 2, øß), • <i>Echinopora gemmacea</i> (B- 1, øß), • <i>Favites halicora</i> (B- 1, øß), • <i>Goniastrea australensis</i> (B- 3, øß), • <i>Merulina ampliata</i> (B- 1, øß), • <i>Lobophyllia corymbosa</i> (B- 1, øß), • <i>Scolymia australis</i> (B- 1, øß), • <i>Porites lobata</i> (B- 1, øß) > aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître > 6 espèces ont vu leur blanchissement se réduire : • <i>Acropora</i> spp. (branchu) (2spp.B*) (ΔB- 2), • <i>Barabattoia amicum</i> (ΔB- 1), • <i>Pocillopora damicornis</i> (ΔB- 1), • <i>Seriatopora hystrix</i> (ΔB- 1), • <i>Stylophora pistillata</i> (ΔB- 1)

Les familles scléractiniaires (88 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (25 taxons), les Acroporidae (16 taxons), les Fungiidae (7 taxons), les Mussidae (7 taxons), les Agariciidae (5 taxons), les Dendrophylliidae (5 taxons), les Pocilloporidae (5 taxons), les Siderastreidae (5 taxons), les Poritidae (4 taxons), les Merulinidae (3 taxons), les Oculinidae (3 taxons), les Astrocoeniidae (2 taxons), les Pectiniidae (1 taxon).

Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Caryophylliidae, des Trachyphylliidae.

Le blanchissement corallien affecte 7/88 espèces de scléractiniaires (8%).

Le blanchissement visuel est de 0,9% de la surface du couloir.

Sept colonies de *Pocillopora damicornis* s'édifient sur les 3 piquets du transect A : leur croissance est suivie § 7.2.

4.1.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST01A)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST01A est composée de :

- 44 espèces d'invertébrés dont 14 espèces de mollusques ; 6 espèces de cnidaires : alcyonaires (4 taxons), actiniaires (1 taxon), zoanthaires (1 taxon) ; 15 espèces d'échinodermes : astéries (4 taxons), échinides (4 taxons), holothurides (4 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 6 espèces d'éponges ; 3 espèces d'ascidies.
- 8 espèces de macrophytes : algues brunes (4 taxons), algues vertes (4 taxons).
- 1 espèce de cyanobactéries.

Tableau n°12 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST01A)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
5 nouvelles espèces d'algues recensées, dont 3 espèces d'algues brunes : • <i>Padina</i> sp. (A2), • <i>Sargassum</i> sp. (A2), • <i>Turbinaria ornata</i> (A2) ; et 2 espèces d'algues vertes : • <i>Caulerpa racemosa</i> (A1), • <i>Chlorodesmis fastigiata</i> (A2) 2 espèces d'algues disparues, dont l'algue brune : • <i>Dictyota</i> sp. (A0/-2) ; et l'algue verte : • <i>Ventricaria ventricosa</i> (A0/-2)	Aucune espèce d'algues n'augmente. Une espèce d'algue diminue, l'algue brune : • <i>Lobophora variegata</i> (A2/- 1).
Cyanobactéries	
Une espèce de cyanobactéries disparue : • <i>Symploca hydroides</i> (A0/-2)	Une espèce de cyanobactéries augmente d'abondance : • <i>Phormidium</i> sp. (A3/+ 1).
Cnidaires	
Une nouvelle espèce de cnidaires recensée : > pour les actiniaires (1 espèce) : • <i>Discosoma rhodostoma</i> (A2). 8 espèces de cnidaires disparues : > pour les alcyonaires (-6 espèce) : • <i>Cladiella</i> sp. (A0/-2), • <i>Lobophytum</i> sp. (A0/-2), • <i>Rhytisma</i> sp. (A0/-2), • <i>Sarcophyton</i> sp. (1spp./-1spp., A5/-0), • <i>Sinularia dura</i> (A0/-2), • <i>Xenia</i> sp. (A0/-2) ; > pour les hydrozoaires (-1 espèce) : •Hydrozoaires ind. (A0/-2) > pour les zoanthaires (-1 espèce) : •Zoanthidae ind.sp. (A0/-2)	☑
Echinodermes	
6 nouvelles espèces d'échinodermes recensées : > pour les astéries (2 espèces) : • <i>Acanthaster planci</i> (A1), • <i>Fromia milleporrella</i> (A1) ; > pour les échinides (3 espèces) : • <i>Diadema savignyi</i> (A1), • <i>Echinometra mathaei</i> (A1), • <i>Echinostrephus aciculatus</i> (A2) ; > pour les holothurides (1 espèce) : • <i>Actinopyga palauensis</i> (A1). Une espèce d'échinodermes disparue : > pour les astéries (-1 espèce) : • <i>Celerina heffernani</i> (A0/-1).	4 espèces d'échinodermes diminuent d'abondance : > pour les astéries (2 espèces) : • <i>Gomophia egyptiaca</i> (A1/- 1), • <i>Nardoa gomophia</i> (A1/- 1) ; > pour les échinides (1 sp) : • <i>Diadema setosum</i> (A1/- 1) > pour les holothurides (1 sp) : • <i>Holothuria fuscopunctata</i> (A1/- 1)
Mollusques	
5 nouvelles espèces de mollusques recensées :	Une espèce de mollusques augmente d'abondance :



> pour les bivalves (3 espèces) : • <i>Arca ventricosa</i> (A2), • <i>Hyotissa hyotis</i> (A2), • <i>Pteria</i> sp. (A2) ; > pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Trochus niloticus</i> (A1) ; > pour les nudibranches (1 espèce) : • <i>Cheilidonura inornata</i> (A1). 4 espèces de mollusques disparues : > pour les bivalves (-2 espèce) : • <i>Sacostrea</i> sp. (A0/-2), • <i>Tridacna maxima</i> (A0/-2) ; > pour les nudibranches (-2 espèce) : • <i>Halgerda johnsonorum</i> (A0/-1), • <i>Phyllidiella pustulosa</i> (A0/-1)	> pour les bivalves (1 sp) : • <i>Septifer bilocularis</i> (A3/+ 1) 2 espèces de mollusques diminuent d'abondance : > pour les gastéropodes (2 espèces) : • <i>Cerithium</i> sp. (A1/- 1), • <i>Astraea rhodostoma</i> (A1/- 1).
Eponges	
3 nouvelles espèces d'éponges recensées : • <i>Hamigera strongylata</i> (A2), •Spongiaires ind. (noire) (A2), • <i>Clathria rugosa</i> (A2). Une espèce d'éponges disparue : •Spongiaires ind. (orange)(A0/-1).	Une espèce d'éponges diminue d'abondance : • <i>Spheciospongia vagabunda</i> (A2/- 2).
Ascidies	
Une espèce d'ascidies disparue : • <i>Didemnum</i> sp. (blanche) (A0/-1).	2 espèces d'ascidies augmentent d'abondance : • <i>Polycarpa aurita</i> (A3/+ 1), • <i>Polycarpa nigricans</i> (A4/+ 1).
Bryozoaires	
☒	☒

4.1.2.2 Benthos Transect 01 B

4.1.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST01B)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST01B est composée de 79 espèces coralliennes dont 70 espèces de scléractiniaires, 3 espèces de millépores (sub massif, branchu et encroûtant), 3 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires, une espèce de stolonifère.

Les familles scléractiniaires (70 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (22 taxons), les Acroporidae (13 taxons), les Mussidae (6 taxons), les Dendrophylliidae (5 taxons), les Fungiidae (5 taxons), les Agariciidae (4 taxons), les Pocilloporidae (4 taxons), les Siderastreidae (3 taxons), les Astrocoeniidae (2 taxons), les Oculinidae (2 taxons), les Poritidae (2 taxons), les Merulinidae (1 taxon), les Pectiniidae (1 taxon).

Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Caryophylliidae, des Trachyphylliidae.

Le blanchissement corallien affecte 4/70 espèces de scléractiniaires (5,7%).

Le blanchissement visuel est de 0,3% de la surface du couloir.

Tableau n°13 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST01B)

Evolution de la richesse spécifique des coraux*	Evolution de l'abondance	Blanchissement corallien
Nouvelle (s) espèce (s) recensée (s)	Augmentation d'abondance	Espèce (s) blanchie (s)
3 espèces : • <i>Turbinaria peltata</i> (A1), • <i>Polyphyllia talpina</i> (A1), • <i>Psammocora contigua</i> (A1).	3 espèces : • <i>Cyphastrea japonica</i> (A2/+ 1), • <i>Favites abdita</i> (A2/+ 1), • <i>Cantharellus jebbi</i> (A2/+ 1).	4 espèces blanchies (5,7%) : > 4 espèces précédemment blanchies (5,7%) : • <i>Barabattoia amicorum</i> (B1), • <i>Pocillopora damicornis</i> (B2), • <i>Seriatopora hystris</i> (B1), • <i>Stylophora pistillata</i> (B1) > Aucune espèce nouvellement blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
4 espèces : • <i>Leptoseris tubulifera</i> (A0/-1), • <i>Cyphastrea chalcidicum</i> (A0/-1), • <i>Fungia</i> spp. (A0/-1), • <i>Mycidium elephantotus</i> (A0/-1).	5 espèces : • <i>Cirripathes</i> sp. (A1/- 1), • <i>Montipora undata</i> (A1/- 1), • <i>Echinopora gemmacea</i> (A1/- 1), • <i>Goniastrea australensis</i> (A2/- 1), • <i>Leptastrea inaequalis</i> (A1/- 1).	> 7 espèces ont réintégré leurs zooxanthelles : • <i>Acropora</i> spp. (branchu) (-1spp.B*) (B- 2, øß), • <i>Acropora</i> spp. (tabulaire) (-1spp.B*) (B- 2, øß), • <i>Montipora</i> spp. (-1spp.B*) (B- 1, øß), • <i>Turbinaria mesenterina</i> (B- 2, øß), • <i>Caulastrea furcata</i> (B- 1, øß), • <i>Goniastrea australensis</i> (B- 2, øß), • <i>Lobophyllia corymbosa</i> (B- 1, øß) ;



➤ aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître
 ➤ 4 espèces ont vu leur blanchissement se réduire :
 • *Barabattoia amicorum* (ΔB- 1), • *Pocillopora damicornis* (ΔB- 1), • *Seriatopora hystrix* (ΔB- 1),
 • *Stylophora pistillata* (ΔB- 1)

4.1.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST01B)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST01B est composée de :

- 39 espèces d'invertébrés dont 12 espèces de mollusques ; 7 espèces de cnidaires : alcyonaires (4 taxons), zoanthaires (2 taxons), hydrozoaires (1 taxon) ; 12 espèces d'échinodermes : astéries (4 taxons), holothurides (3 taxons), échinides (2 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 5 espèces d'éponges ; 3 espèces d'ascidies.
- 5 espèces de macrophytes : algues brunes (3 taxons), algues vertes (2 taxons).
- 1 espèce de cyanobactéries.

Tableau n°14 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST01B)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
2 nouvelles espèces d'algues recensées, dont 2 espèces d'algues brunes : • <i>Padina</i> sp. (A2), • <i>Sargassum</i> sp. (A2). 2 espèces d'algues disparues dont l'algue brune : • <i>Dictyota</i> sp. (A0/-2) ; et l'algue verte : • <i>Ventricaria ventricosa</i> (A0/-2)	Aucune espèce d'algues n'augmente. Une espèce d'algue diminue, et l'algue verte : • <i>Codium</i> sp. (A1/- 1).
Cyanobactéries	
Une espèce de cyanobactéries disparue : • <i>Symploca hydroides</i> (A0/-1).	Une espèce de cyanobactéries augmente d'abondance : • <i>Phormidium</i> sp. (A2/+ 1).
Cnidaires	
2 nouvelles espèces de cnidaires recensées : ➤ pour les alcyonaires (1 espèce) : • <i>Nephtea</i> sp. (A2) ; ➤ pour les zoanthaires (1 sp) : • <i>Palythoa tuberculosa</i> (A2) 5 espèces de cnidaires disparues : ➤ pour les alcyonaires (-5 espèce) : • <i>Cladiella</i> sp. (A0/-3), • <i>Lobophytum</i> sp. (A0/-2), • <i>Rhytisma</i> sp. (A0/-2), • <i>Sarcophyton</i> sp. (1spp./-1spp., A5/-1), • <i>Sinularia dura</i> (A0/-3)	Une espèce de cnidaires augmente d'abondance : ➤ pour les alcyonaires (1 espèce) : • <i>Sarcophyton</i> sp. (A5/+ 1). Une espèce de cnidaires diminue d'abondance : ➤ pour les alcyonaires (1 espèce) : • <i>Sinularia</i> sp. (A2/- 1).
Echinodermes	
6 nouvelles espèces d'échinodermes recensées : ➤ pour les astéries (3 espèces) : • <i>Celerina heffermani</i> (A1), • <i>Fromia indica</i> (A1), • <i>Fromia milleporrella</i> (A1) ; ➤ pour les échinides (2 espèces) : • <i>Diadema savignyi</i> (A1), • <i>Echinometrix diadema</i> (A1) ; ➤ pour les holothurides (1 espèce) : • <i>Holothuria atra</i> (A1). 2 espèces d'échinodermes disparues : ➤ pour les astéries (-1 espèce) : • <i>Nardoa gomophia</i> (A0/-2) ; ➤ pour les holothurides (-1 sp) : • <i>Holothuria whitmaei</i> (A0/-1).	Une espèce d'échinodermes augmente d'abondance : ➤ pour les holothurides (1 espèce) : • <i>Holothuria edulis</i> (A2/+ 1).
Mollusques	
5 nouvelles espèces de mollusques recensées : ➤ pour les bivalves (4 sp) : • <i>Arca ventricosa</i> (A2), • <i>Hyotissa hyotis</i> (A1), • <i>Pinctada margaritifera</i> (A1), • <i>Pteria</i> sp. (A2) ➤ pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Conus miles</i> (A1) 2 espèces de mollusques disparues : ➤ pour les gastéropodes (-2 espèce) : • <i>Cerithium</i> sp. (A0/-2), • <i>Lambis scorpius</i> (A0/-1)	2 espèces de mollusques augmentent d'abondance : ➤ pour les gastéropodes (2 espèces) : • <i>Latirolagena smaragdula</i> (A2/+ 1), • <i>Astraea rhodostoma</i> (A2/+ 1). Une espèce de mollusques diminue d'abondance : ➤ pour les bivalves (1 espèce) : • <i>Isognomon isognomon</i> (A2/- 1).



**Eponges**

2 nouvelles espèces d'éponges recensées :

•*Cymbastella cantharella* (A1), •Spongiaires ind. (noire) (A2).

Une sp d'éponges disparue : •Spongiaires ind. (orange) (A0/-2).

Une espèce d'éponges augmente d'abondance :

•*Cliona orientalis* (A3/+ 1).

Une espèce d'éponges diminue d'abondance :

•*Spheciospongia vagabunda* (A2/- 1).**Ascidies**Une espèce d'ascidies disparue : •*Polycarpa* sp1. (blanche)
(A0/-1)

Une espèce d'ascidies augmente d'abondance :

•*Polycarpa nigricans* (A3/+ 1).**Bryozoaires**

4.1.3 Les poissons (ST01)

La liste des espèces observées⁵ sur les transects et les résultats bruts sont fournis dans le [tableau 15](#).

Tableau n°15 : *Données sur les poissons (ST01)*

Ilot Casy ST01		Transect			Transect			Station		
		A			B			Moyenne		
Fam	Espèces	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom
Aca	<i>Zebrasoma scopas</i>	3	0,02	0,17				1,50	0,01	0,09
Cha	<i>Chaetodon auriga</i>	1	0,01	0,04				0,50	0,00	0,02
Cha	<i>Chaetodon baronessa</i>	2	0,01	0,16				1,00	0,01	0,08
Cha	<i>Chaetodon bennetti</i>	3	0,02	0,17				1,50	0,01	0,09
Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	2	0,01	0,03				1,00	0,01	0,01
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	3	0,02	0,07				1,50	0,01	0,04
Cha	<i>Chaetodon unimaculatus</i>	2	0,01	0,16				1,00	0,01	0,08
Epi	<i>Cephalopholis boenak</i>				1	0,01	0,22	0,50	0,00	0,11
Epi	<i>Epinephelus maculatus</i>				1	0,03	0,17	0,50	0,01	0,09
Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>	2	0,02	9,00				1,00	0,01	4,50
Gob	<i>Amblygobius phalaena</i>	3	0,02	0,07	1	0,01	0,04	2,00	0,01	0,05
Lab	<i>Cheilinus chlorourus</i>	2	0,02	0,44	3	0,03	1,69	2,50	0,02	1,07
Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>	1	0,01	0,55				0,50	0,00	0,27
Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	5	0,04	0,43	4	0,03	0,14	4,50	0,04	0,29
Mul	<i>Parupeneus indicus</i>	1	0,01	0,29				0,50	0,00	0,14
Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>	2	0,01	0,25	2	0,02	0,33	2,00	0,01	0,29
Poc	<i>Centropyge bicolor</i>	4	0,02	0,10				2,00	0,01	0,05
Pom	<i>Abudefduf whitleyi</i>	7	0,04	0,27				3,50	0,02	0,13
Pom	<i>Chromis viridis</i>	15	0,08	0,21	15	0,08	0,10	15,00	0,08	0,15
Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>	4	0,02	0,01				2,00	0,01	0,01
Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>	15	0,08	0,05				7,50	0,04	0,02
Pom	<i>Dascyllus aruanus</i>	20	0,11	0,06	20	0,17	0,09	20,00	0,14	0,08
Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>	20	0,11	0,06	25	0,21	0,11	22,50	0,16	0,09
Pom	<i>Pomacentrus aurifrons</i>	30	0,17	0,09	30	0,25	0,14	30,00	0,21	0,11
Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>	10	0,06	0,14				5,00	0,03	0,07
Sca	<i>Scarus flavipectoralis</i>	4	0,02	1,50	4	0,03	2,25	4,00	0,03	1,88
Sca	<i>Scarus rivulatus</i>	3	0,02	2,67				1,50	0,01	1,33
Sca	<i>Scarus schlegeli</i>	1	0,01	0,89				0,50	0,00	0,44
Total		165	0,95	17,9	106	0,85	5,3	135,5	0,90	11,6
Biodiversité		26			11			28		
Indice de Shannon =		4,138								
Equitabilité =		0,861								

Sur l'ensemble des transects de la station, 271 individus appartenant à 28 espèces différentes ont pu être observés. Ils représentent une densité de 0.90 poisson/m² pour une biomasse de 11.6 g/m².

78 espèces complémentaires (e.g. hors des transects et hors liste restreinte [*en rouge*]) ont été observées sur la station (cf. [tableau 16](#)).

⁵ Données par rapport à la liste restreinte du cahier des charges, cf. [annexe 01](#).

Tableau n°16 : Liste des espèces complémentaires (ST01)

Fam	Espèces	Fam	Espèces	Fam	Espèces
Aca	<i>Acanthurus mata</i>	Hae	<i>Plectorhinchus lineatus</i>	Ple	<i>Assessor macneilli</i>
Aca	<i>Acanthurus nigricauda</i>	Lab	<i>Anampses femininus</i>	Poc	<i>Centropyge bicolor</i>
Aca	<i>Acanthurus nigrofuscus</i>	Lab	<i>Anampses neoguinaicus</i>	Pom	<i>Abudefduf whiteleyi</i>
Aca	<i>Naso unicornis</i>	Lab	<i>Bodianus perditio</i>	Pom	<i>Amblyglyphidodon curacao</i>
Aca	<i>Zebrasoma scopas</i>	Lab	<i>Cheilinus chlorourus</i>	Pom	<i>Amblyglyphidodon orbicularis</i>
Aca	<i>Zebrasoma veliferum</i>	Lab	<i>Cheilinus trilobatus</i>	Pom	<i>Chromis viridis</i>
Apo	<i>Apogon doederleini</i>	Lab	<i>Coris batuensis</i>	Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>
Apo	<i>Apogon fucata</i>	Lab	<i>Halichoeres argus</i>	Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>
Apo	<i>Archamia leai</i>	Lab	<i>Halichoeres prosopion</i>	Pom	<i>Dascyllus aruanus</i>
Apo	<i>Cheilodipterus macrodon</i>	Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>	Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>
Apo	<i>Cheilodipterus quinquelineatus</i>	Lab	<i>Hologymnosus doliatus</i>	Pom	<i>Pomacentrus adelus</i>
Apo	<i>Ostorhinchus aureus</i>	Lab	<i>Hologymnosus longipes</i>	Pom	<i>Pomacentrus amboinesis</i>
Bal	<i>Sufflamen fraenatus</i>	Lab	<i>Labropsis australis</i>	Pom	<i>Pomacentrus aurifrons</i>
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	Lab	<i>Labropsis xanthonota</i>	Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>
Can	<i>Canthigaster valentini</i>	Lab	<i>Oxycheilinus unifasciatus</i>	Pom	<i>Pomacentrus nagasakiensis</i>
Cha	<i>Chaetodon auriga</i>	Lab	<i>Pseudodax moluccanus</i>	Pom	<i>Pomacentrus simsiang</i>
Cha	<i>Chaetodon baronessa</i>	Lab	<i>Stethojulis bandanensis</i>	Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>
Cha	<i>Chaetodon bennetti</i>	Lab	<i>Stethojulis strigiventer</i>	Sca	<i>Scarus bleekeri</i>
Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	Sca	<i>Scarus flavipectoralis</i>
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	Mic	<i>Gunnellichthys curiosus</i>	Sca	<i>Scarus ghobban</i>
Cha	<i>Chaetodon unimaculatus</i>	Mul	<i>Parupeneus indicus</i>	Sca	<i>Scarus rivulatus</i>
Epi	<i>Cephalopholis boenak</i>	Nem	<i>Pentapodus aureofasciatus</i>	Sca	<i>Scarus schlegeli</i>
Epi	<i>Epinephelus maculatus</i>	Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>	Sig	<i>Siganus doliatus</i>
Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>	Nem	<i>Scolopsis trilineatus</i>	Sig	<i>Siganus puellus</i>
Gob	<i>Amblygobius phalaena</i>	Ost	<i>Ostracion cubicus</i>	Sig	<i>Siganus vulpinus</i>
Hae	<i>Plectorhinchus lessonii</i>	Pin	<i>Parapercis clathrata</i>	Syn	<i>Synodus variegatus</i>

Le nombre d'espèces pour chaque famille depuis 2007 est donné dans le [tableau 17](#) et spécifiquement pour cette campagne sur la [figure 08](#).

Tableau n°17 : Nombre d'espèces par famille ichthyologique par mission (ST01)

Familles	2007	2008	2009	2010 ^a	2010 ^b	2011 ^a	2011 ^b	2012 ^a	2012 ^b	2013 ^a	2013 ^b	2014 ^a	2014 ^b	2015 ^a	2015 ^b	2016 ^a	2016 ^b
Acanthuridae	2	1	1	0	1	0	0	2	1	0	0	4	2	2	1	1	1
Anthiinae	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Balistidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Blenniidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
Caesionidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Canthigasteridae	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
Chaetodontidae	1	0	0	1	0	0	0	0	1	4	0	1	3	4	1	0	6
Epinephelinae	2	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	2	2	4	1	2	3
Gobiidae	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
Labridae	1	2	2	2	2	3	3	2	1	3	2	2	2	2	3	4	3
Microdesmidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

Mullidae	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Nemipteridae	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1
Pomacanthidae	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1
Pomacentridae	4	2	5	4	4	5	4	3	5	3	4	7	5	8	8	8	8
Pseudochromidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Scaridae	2	0	0	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	3
Siganidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	2	0	0	0
Total espèces	16	9	11	13	11	12	13	8	12	18	9	20	21	30	19	20	28
Total familles	10	7	6	9	7	8	8	4	7	10	5	9	11	13	10	9	10

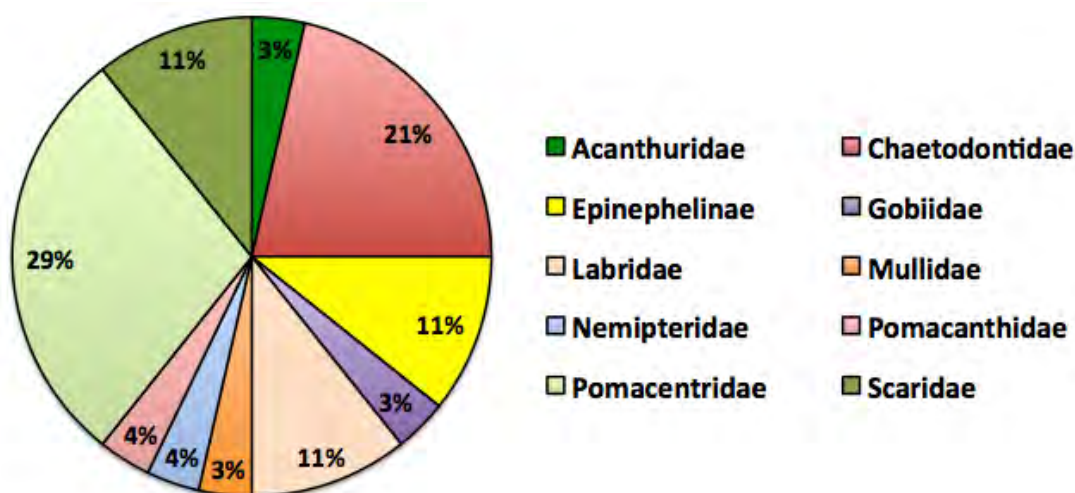


Figure n°08 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST01)

Si la comparaison du nombre d'espèces par famille entre les années 2007 – à cette campagne est effectuée (cf. [tableau 18](#)), sous l'angle de vue de ce critère toutes les campagnes sont similaires.

Tableau n°18 : Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille » depuis 2007 (ST01)

L'hypothèse nulle Ho :	Test	χ^2 obs	ddl	$\chi^2_{0,95}$	nb de familles
« Les colonnes sont-elles identiques ? »	χ^2	194	272	332	10/18

Le récapitulatif des résultats en terme de :

- d'abondance (nombre d'individus, transects/liste restreinte),
- de densité (en poisson/m², transects/liste restreinte),
- de biomasse (en g/m², transects/liste restreinte),
- de biodiversité 1 (espèces observées sur les transects et de la liste restreinte),
- de biodiversité 2 (espèces observées sur la station (transects + complémentaires) et de la liste restreinte),
- de biodiversité 3 (toutes les espèces observées sur la station (transects + complémentaires / liste non restreinte)),

pour toutes les campagnes depuis 2007 sont présentés dans le [tableau 19](#) et la [figure 09](#).

Tableau n°19 : *Synopsis des résultats et récapitulatif des années précédentes (ST01)*

Ilot Casy ST01		Liste restreinte				Toutes espèces	
		Transect TLV				Station	Station
		Nb. ind.	Densité	Biom. g/m ²	Biodiv.1	Biodiv.2	Biodiv.3
2016 b	Transect A	165,00	0,95	17,86	26		
	Transect B	106,00	0,85	5,28	11		
	Moy. AB	135,50	0,90	11,57	28	44	78
2016 a	Moy. AB	159,00	1,47	21,76	20	44	76
2015 b	Moy. AB	116,50	1,50	5,17	19	50	73
2015 a	Moy. AB	147,50	1,75	30,37	30	46	76
2014 b	Moy. AB	74,50	0,85	21,61	21	41	75
2014 a	Moy. AB	76,0	0,60	20,21	20	43	72
2013 b	Moy. AB	49,00	0,56	2,43	9	21	39
2013 a	Moy. AB	98,00	1,09	26,75	18	33	58
2012 b	Moy. AB	67,00	0,80	2,70	12	24	49
2012 a	Moy. AB	26,50	0,33	0,82	8	35	55
2011 b	Moy. AB	27,00	0,36	3,97	13	27	37
2011 a	Moy. AB	23,50	0,30	1,01	12	25	37
2010 b	Moy. AB	21	0,33	2,30	11	35	55
2010 a	Moy. AB	18,50	0,93	5,79	13	43	66
2009	Moy. AB	21,00	3,50	13,08	11	28	56
2008	Moy. AB	15,50	0,87	6,68	9	17	47
2007	Moy. AB	17,30	2,63	14,86	16	21	34

L'écart relatif à la moyenne [$E_{ri} = (X_i - X_m)/X_m$] pour ces paramètres biologiques peut alors être calculé : cf. [tableau 20](#) et représentation [figure 10](#).

Tableau n°20 : *Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST01)*

	Nb ind.	Densité	Biom.	Biodiv.1	Biodiv.2	Biodiv.3
Variance	2 514,1	0,8	94,1	41,1	105,5	239,3
Ecart type	50,1	0,9	9,7	6,4	10,3	15,5
Moyenne	64,3	1,1	11,2	15,9	33,9	57,8
Coef. de Var.	0,8	0,8	0,9	0,4	0,3	0,3

Commentaires :

- La valeur de la biodiversité n'a pas sensiblement changée bien que près de la moitié des espèces soit différentes.
- Le nombre d'espèces de la liste DENV et présentes sur les transects ne représentent que le 1/3 des espèces totales.
- La plupart des espèces sont représentées par des juvéniles.
- La biomasse a baissé du fait du positionnement des individus.
- Les espèces de Chaetodontidae et de Pomacentridae sont plus nombreuses.
- Tous les paramètres, sauf la densité, ont des valeurs supérieures à la moyenne.
- Cette station qui était pauvre jusqu'à la fin de 2013, présente depuis mars 2014 des valeurs plutôt fortes notamment en ce qui concerne la biodiversité.
- Au cours des missions successives, les valeurs des paramètres du nombre d'individus, densité et biomasse présentent des écarts à la moyenne importants : plus de 150 %. Et dépasse 200 % pour la densité, tandis que les paramètres de biodiversité sont toujours beaucoup plus stables et d'autant plus stables que la surface de dénombrement est plus large.

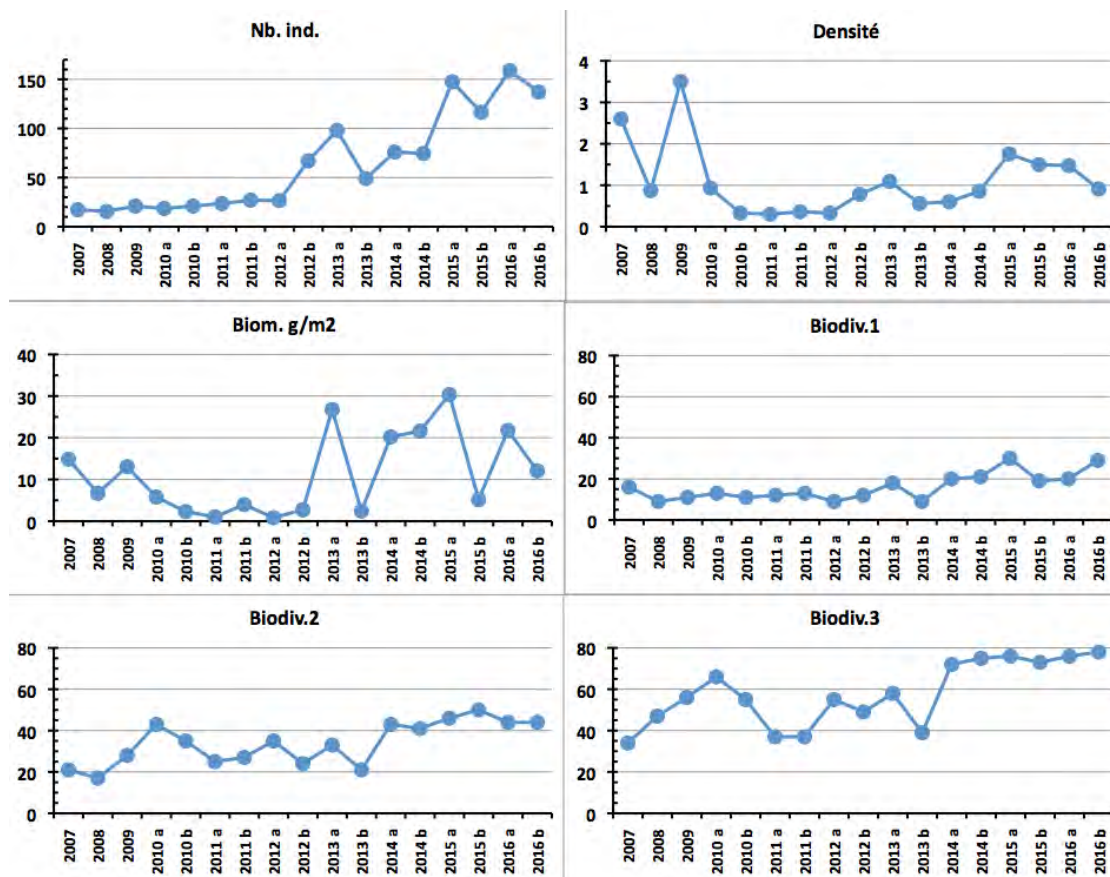


Figure n°09 : Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST01)

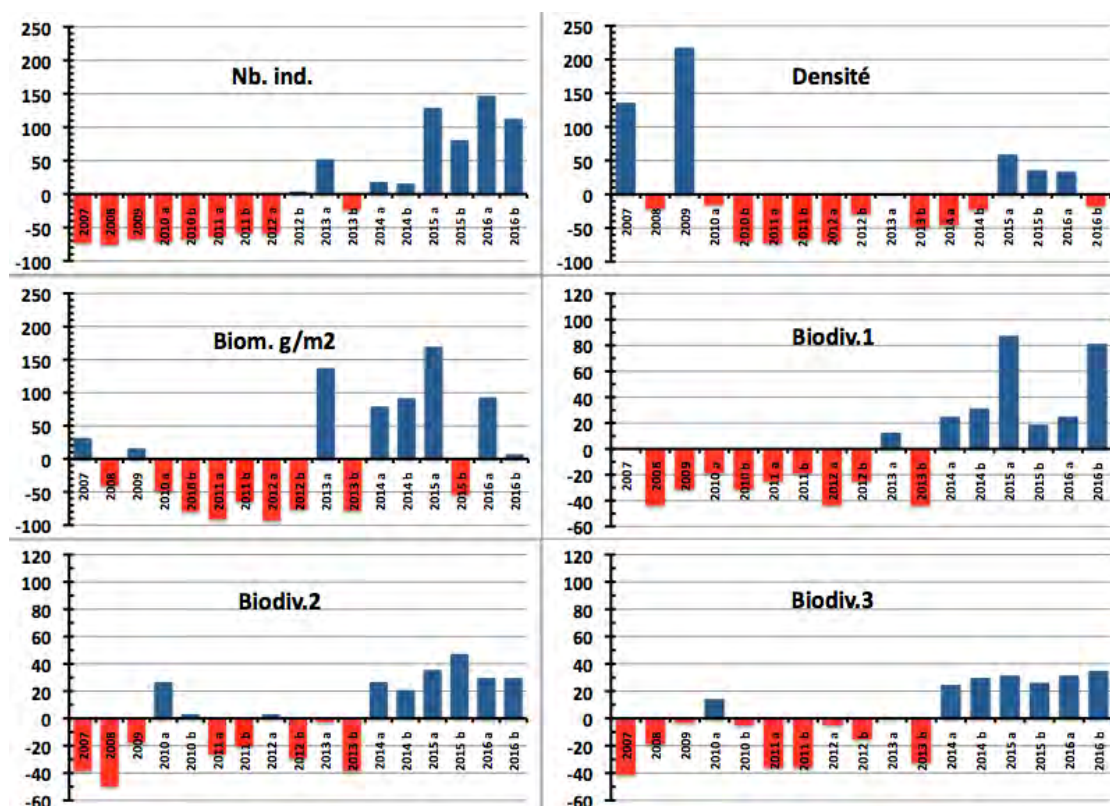


Figure n°10 : Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST01)

4.2 Station 02 = Creek baie nord

Localisation géographique	Au sud de l'embouchure du creek de la Baie nord, à proximité d'un petit récif (langue récifale), face à un amas rocheux sur la plage (photographie 09).
Nombre transects	2 transects.
Description transects	Ils ont été installés à 10 et 12 mètres de profondeur, avec une orientation du sud vers le nord.

Description générale

Cette station est originale par l'importance de la richesse spécifique corallienne, la rareté des espèces coralliennes qui lui sont inféodées et par une multitude d'alcyonaires recouvrant le substratum (particulièrement le genre *Sarcophyton*). Les espèces benthiques vivant dans ce biotope sont adaptées aux conditions de turbidité soutenues et à un taux de sédimentation important (elles développent différentes stratégies d'adaptation pour s'édifier et survivre : peu demandeuses de lumière, grands polypes, sécrétion de mucus et/ou croissance rapide).

Caractéristiques principales

- ↗ Richesse spécifique importante des coraux (la plus importante de toutes les stations de suivi environnemental de la baie de Prony)
- ↗ Le recouvrement corallien du transect A est particulièrement représenté par des grands massifs de coraux branchus et celui du transect B est plutôt constitué de petites colonies éparpillées sur les blocs coralliens
- ↗ Les colonies d'*Acropora* et *Anacropora* au transect A forment de grands massifs plurimétriques de plus en plus denses (croissance importante)
- ↗ Recouvrement important des alcyonaires sur l'ensemble de la zone (*Sarcophyton*)
- ↗ Hyper sédimentation : les petites colonies corallienne ont tendance à s'envaser mais les espèces sont adaptées à ce milieu
- ↗ Originalité des espèces coralliennes adaptées à un milieu turbide et à la faible pénétration de la lumière dans l'eau par une croissance rapide, la sécrétion de mucus et/ou de grands polypes pour se dégager de la sédimentation
- ↗ Compétition spatiale importante entre les alcyonaires, les algues vertes/brunes et les coraux

Variations entre avril et novembre 2016

Indicateur Corail :

- Cette station a la richesse spécifique corallienne la plus importante des stations en B :

Octobre 2015 : 124 espèces coralliennes dont 117 espèces scléractiniaires

Avril 2016 : 124 espèces dont 116 espèces scléractiniaires

Novembre 2016 : 120 espèces dont 114 espèces scléractiniaires

- Le recouvrement corallien est de 27% au transect A et 11% en B

- Le blanchissement a nettement diminué du point de vue « spécifique » et « recouvrement » :

Octobre 2015 : 2/117 espèces de scléractiniaires et 0.23% de la surface totale observée

Avril 2016 : 34/116 espèces de scléractiniaires et 3.35% de la surface totale observée

Novembre 2016 : 4/114 espèces de scléractiniaires et 0.15% de la surface totale observée

- Lésions coralliennes : absence de la maladie de la bande blanche, quelques tâches noires (hypermycose endolithique) induites par la sédimentation. De plus, suite au blanchissement corallien du début d'année 2016, quelques colonies sont mortes en place

- Perturbations sédimentaires : RAS pour cette mission, absence de dépôt sédimentaire sur les colonies coralliennes

Autres indicateurs :

- Cyanobactéries : recouvrement en diminution pour A (niveau 3). Elles se développent sur les algues vertes *Halimeda* qui sont entremêlées dans les colonies d'*Acropora* branchus

- Le turf algal se développe modérément sur les débris coralliens

- Algue brune *Lobophora* : le recouvrement augmente en A (niveau 4) et reste stable en B (niveau 3) →

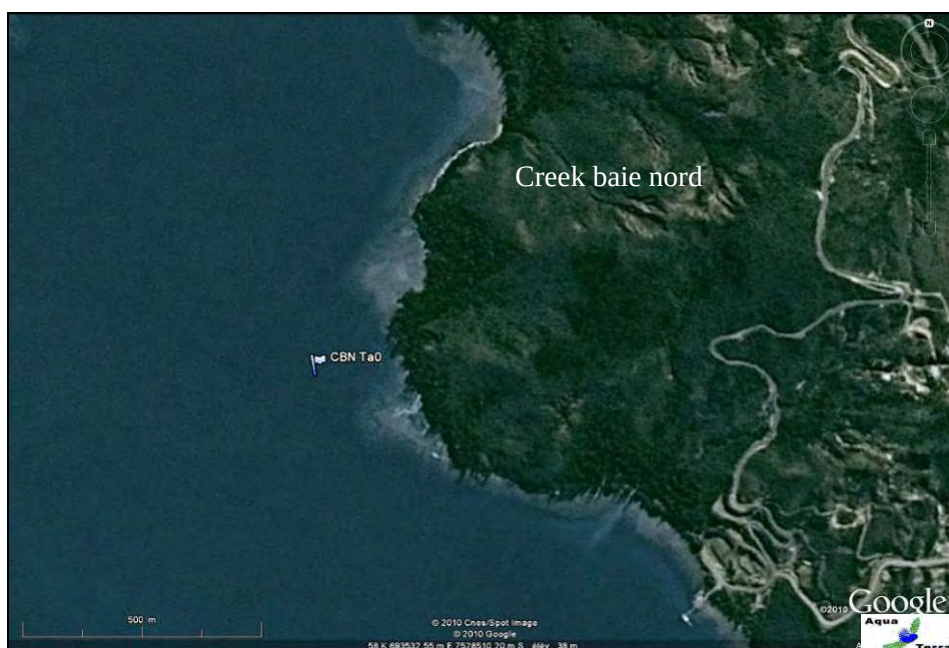
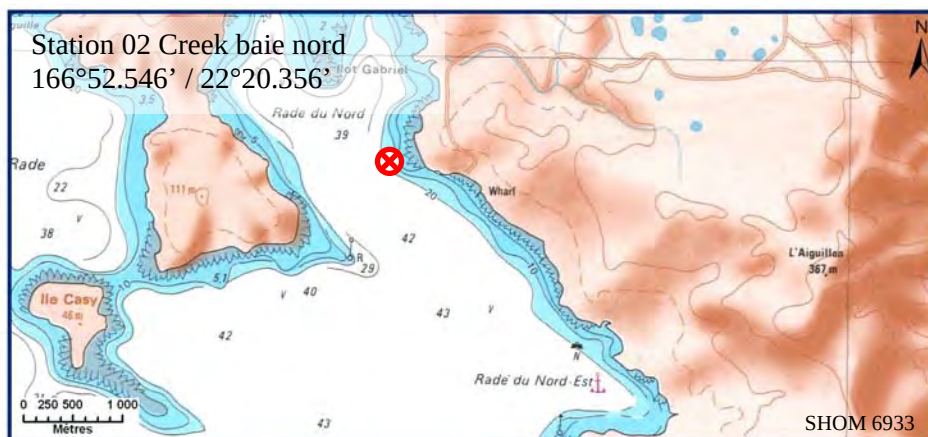


caractère envahissant potentiel

- Algue rouge *Asparagopsis taxiformis* : absente
- *Cliona* (éponge) : recouvrement stable

Les corallivores :

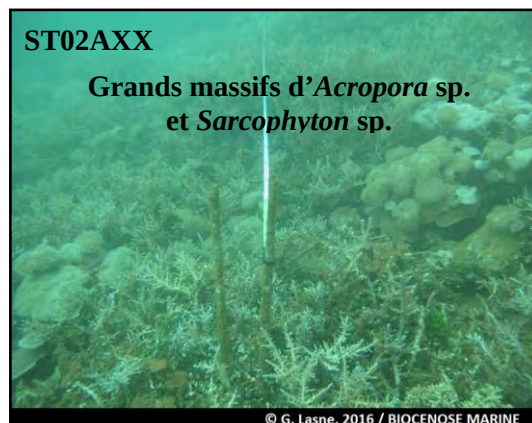
- Absence des *Acanthaster planci* et des *Culcita novaeguineae*
- Absence de *Drupella cornus*



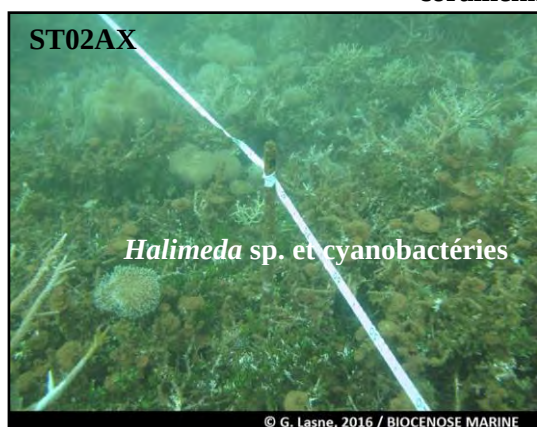
Carte n°04 : Localisation de la station 02 (Creek baie nord)



Photo n°09 : Position en surface par rapport à la côte (ST02)



Développement important d'*Halimeda* et cyanobactéries à travers la base des colonies coralliennes branchues



ST02B : Pente sédimentaire vaseuse avec nombreux massifs coralliens de taille

Photo n°10 : Vue d'ensemble des transects (ST02)

4.2.1 Le substrat (ST02)

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la [figure 11](#) pour le transect A et dans la [figure 12](#) pour le transect B.

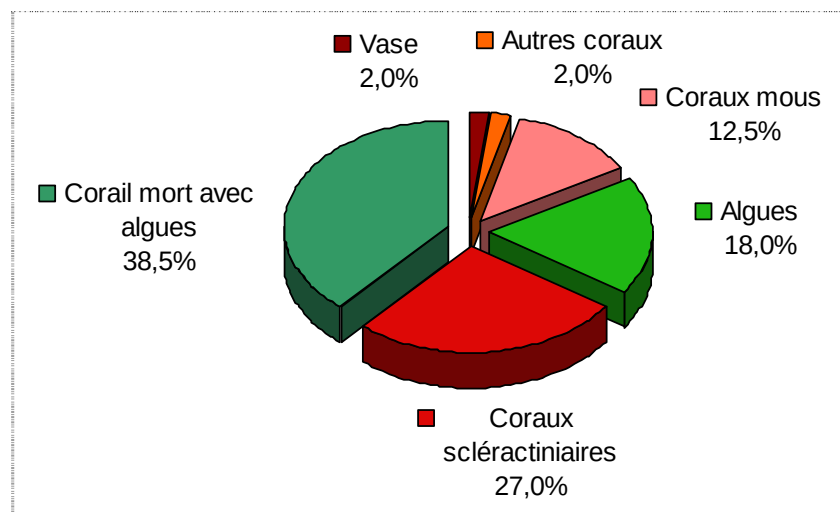


Figure n°11 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST02A

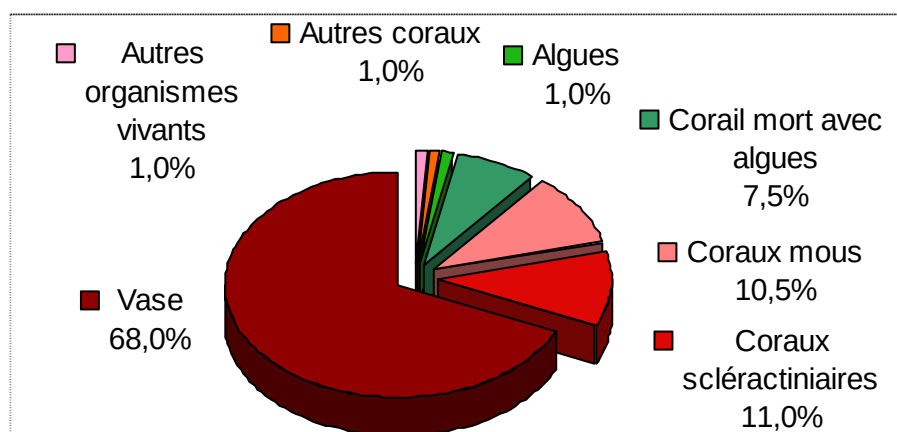


Figure n°12 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST02B

Le transect A est caractérisé par un substrat fortement biotique (98%). **Les dégradations enregistrées lors de la dernière mission ont cessé.** Le recouvrement des coraux scléactiniaires reste bas, mais stable (27% vs 26% en avril 2016 vs 47% en octobre 2015), la mortalité a stoppé et il n'y a plus de blanchissement (0% vs 9%). Par ailleurs les cyanobactéries ne sont plus présentes qu'à 1% (vs 12.5%).

Au transect B, pour cette mission, les répartitions en abiotiques / biotiques sont inversés : le substrat est majoritairement biotique (68%) avec de la vase en dominance. Cela est due à la diminution de la classe « corail mort recouvert d'algues » (7,5% vs 19%) et aussi du recouvrement en scléactiniaires (11% vs 25.5%). Il n'y a plus de cyanobactérie depuis 3 missions.

Historiquement, le recouvrement est globalement stable (avec des fluctuations saisonnières des algues en A).

La mission d'avril 2016 avait permis d'observer sur le transect A une mortalité élevée des coraux qui était accompagnée d'un développement important des cyanobactéries. Pour cette mission, le transect A est stabilisé avec disparition des indicateurs de mauvais état de santé (blanchissement, cyanobactéries, ...). Pour le transect B aucune détérioration n'avait été observée lors de la mission précédente, mais le taux de recouvrement en scléactiniaires a chuté (-14,5%). Cependant, l'absence ici aussi d'indicateur de mauvais état de santé laisse supposer que les dégradations sont terminées.

Station à surveiller particulièrement.

4.2.2 Le benthos (ST02)

La liste des taxons cibles (cf. § 3.2.3) échantillonnés sur cette station et la liste complète des résultats bruts sont données en [annexe 05](#).

En novembre 2016, la richesse spécifique de la station Creek baie nord (ST02) est composée de :

- **120 espèces coralliennes** (dont 114 espèces de scléractiniaires, 2 espèces de millépores (branchu et encroûtant), 2 espèces de gorgones, une espèce d'antipathaire, une espèce de stolonifère).
Les familles scléractiniaires (114 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (28 taxons), les Acroporidae (23 taxons), les Fungiidae (11 taxons), les Mussidae (9 taxons), les Agariciidae (8 taxons), les Poritidae (6 taxons), les Siderastreidae (6 taxons), les Pectiniidae (5 taxons), les Pocilloporidae (5 taxons), les Dendrophylliidae (4 taxons), les Merulinidae (4 taxons), les Oculinidae (3 taxons), les Astrocoeniidae (2 taxons).
Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Caryophylliidae, des Trachyphylliidae.
Le blanchissement corallien affecte 4/114 espèces de scléractiniaires (3,5%).
Le blanchissement visuel est de 0,15% de la surface totale observée.
- **44 espèces d'invertébrés** dont 13 espèces de mollusques ; 11 espèces de cnidaires : alcyonaires (10 taxons), zoanthaires (1 taxon) ; 12 espèces d'échinodermes : astéries (3 taxons), holothurides (3 taxons), échinides (2 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon), synaptés (1 taxon) ; 4 espèces d'éponges ; 4 espèces d'ascidies.
- **5 espèces de macrophytes** : algues brunes (2 taxons), algues vertes (2 taxons), algues rouges (1 taxon).
- **2 espèces de cyanobactéries.**

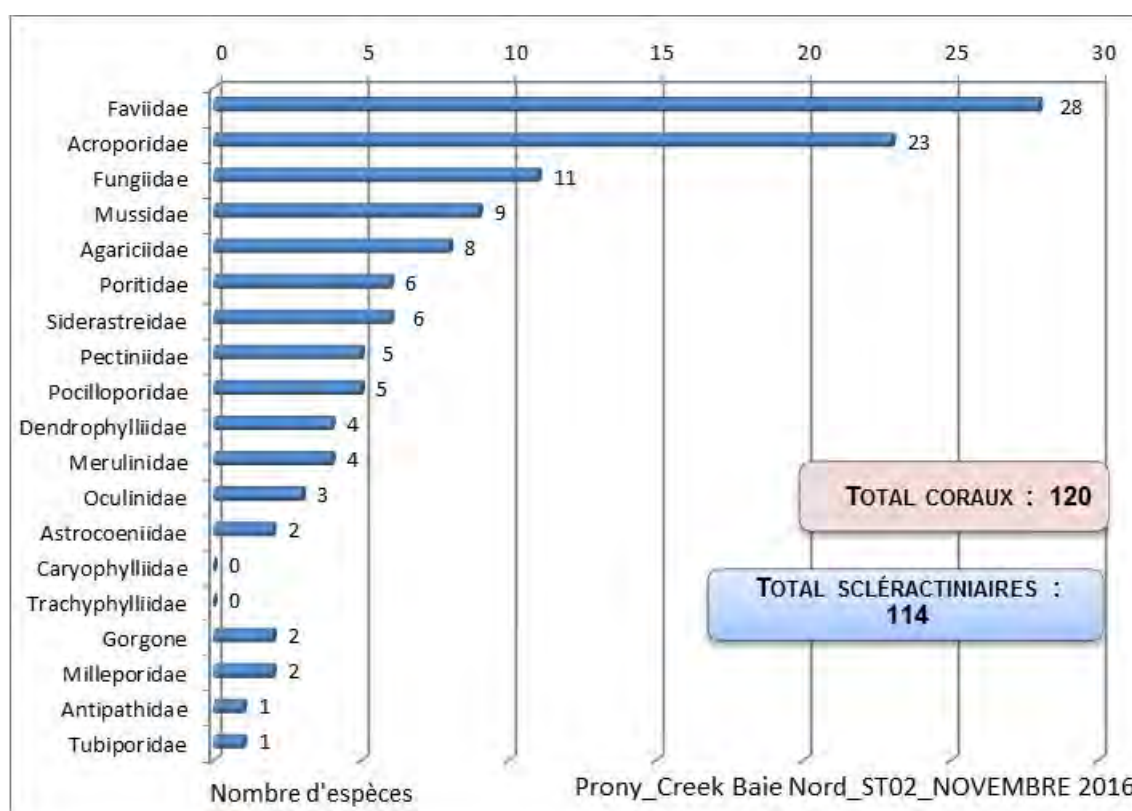


Figure n°13 : *Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST02)*

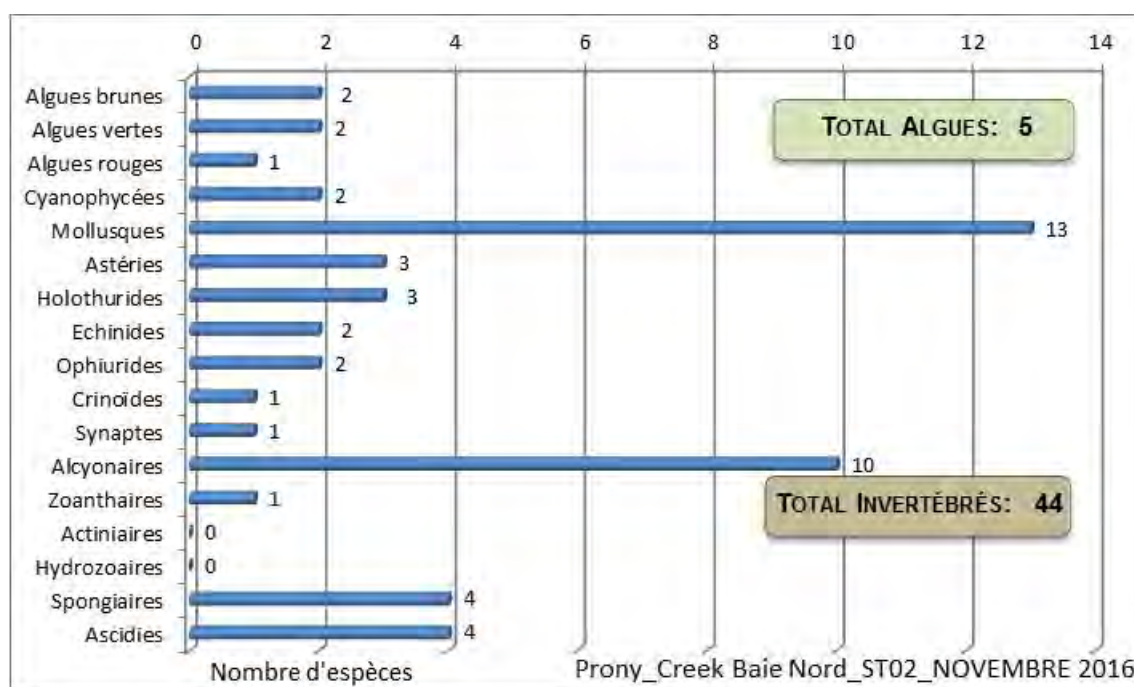


Figure n°14 : Répartition par groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST02)

4.2.2.1 Benthos Transect 02 A

4.2.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST02A)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST02A est composée de 103 espèces coralliennes dont 98 espèces de scléractiniaires, 2 espèces de millépores (branchu et encroûtant), 2 espèces de gorgones, une espèce d'antipathaire.

Les familles scléractiniaires (98 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (23 taxons), les Acroporidae (19 taxons), les Fungiidae (10 taxons), les Mussidae (7 taxons), les Agariciidae (6 taxons), les Poritidae (6 taxons), les Pocilloporidae (5 taxons), les Siderastreidae (5 taxons), les Dendrophylliidae (4 taxons), les Merulinidae (4 taxons), les Pectiniidae (4 taxons), les Oculinidae (3 taxons), les Astrocoeniidae (2 taxons).

Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Caryophylliidae, des Trachyphylliidae.

Le blanchissement corallien affecte 4/98 espèces de scléractiniaires (4,1%).

Le blanchissement visuel est de 0,3% de la surface du couloir.

Tableau n°21 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST02A)

Evolution de la richesse spécifique des coraux*	Evolution de l'abondance	Blanchissement corallien
Nouvelle (s) espèce (s) recensée (s)	Augmentation d'abondance	Espèce (s) blanchie (s)
Une seule espèce : • <i>Herpolitha limax</i> (A1)	Une seule espèce : • <i>Astreopora listeri</i> (A2/+ 1)	4 espèces blanchies (4,1%) : ➢ 4 espèces précédemment blanchies (4,1%) : • <i>Merulina ampliata</i> (B1), • <i>Pocillopora damicornis</i> (B2), • <i>Seriatopora hystrix</i> (B1), • <i>Stylophora pistillata</i> (B1) ; ➢ Aucune espèce nouvellement blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
6 espèces : • <i>Millepora</i> (branchu) (1spp./- 1spp.A3/-1), • <i>Acropora grandis</i> (A0/-1),	11 espèces : • <i>Millepora</i> (branchu) (A3/- 1), • <i>Montipora</i> (branchu) (A2/- 1), • <i>Leptoseris tubulifera</i> (A1/- 1),	➢ 25 espèces ont réintégré leurs zooxanthelles : • <i>Acropora florida</i> (B- 1, øß), • <i>Acropora</i> spp. (branchu)(-3spp.B*) (B- 4, øß),

•<i>Astreopora myriophthalma</i> (A0/-2), •<i>Leptoseris foliosa</i> (A0/-2), •<i>Platygyra daedalea</i> (A0/-1), •<i>Fungia horrida</i> (A0/-2).	•<i>Echinopora gemmacea</i> (A1/- 1), •<i>Favites abdita</i> (A1/- 1), •<i>Goniastrea australensis</i> (A1/- 1), •<i>Montastrea</i> sp. (A1/- 1), •<i>Cycloseris</i> sp. (A1/- 1), •<i>Echinophyllia aspera</i> (A1/- 1), •<i>Mycedium elephantotus</i> (A1/- 1), •<i>Coscinaraea columna</i> (A1/- 1).	•<i>Anacropora forbesi</i> (B- 2, øß), •<i>Anacropora puertogalerae</i> (B- 2, øß), •<i>Montipora</i> spp. (-1spp.B*) (B- 2, øß), •<i>Montipora</i> spp. (branchu) (B- 2, øß), •<i>Barabattoia amicorum</i> (B- 1, øß), •<i>Echinopora gemmacea</i> (B- 2, øß), •<i>Echinopora lamellosa</i> (B- 2, øß), •<i>Favia</i> spp. (-1spp.B*) (B- 2, øß), •<i>Favites abdita</i> (B- 1, øß), •<i>Favites halicora</i> (B- 1, øß), •<i>Favites</i> spp. (-1spp.B*) (B- 2, øß), •<i>Goniastrea australensis</i> (B- 2, øß), •<i>Goniastrea pectinata</i> (B- 1, øß), •<i>Cycloseris</i> sp. (B- 1, øß), •<i>Fungia</i> spp. (-1spp.B*) (B- 1, øß), •<i>Lobophyllia corymbosa</i> (B- 1, øß) ; ➢ aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître ; ➢ 1 espèce a vu son blanchissement se réduire : •<i>Merulina ampliata</i> (ΔB- 1).

4.2.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST02A)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST02A est composée de :

- 38 espèces d'invertébrés dont 12 espèces de mollusques ; 9 espèces de cnidaires : alcyonaires (8 taxons), zoanthaires (1 taxon) ; 9 espèces d'échinodermes : astéries (2 taxons), échinides (2 taxons), holothurides (2 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 4 espèces d'éponges ; 4 espèces d'ascidies.
- 5 espèces de macrophytes : algues brunes (2 taxons), algues vertes (2 taxons), algues rouges (1 taxon).
- 2 espèces de cyanobactéries.

Tableau n°22 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST02A)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
Aucune nouvelle espèce d'algues recensée. Une espèce d'algue disparue, l'algue verte : • <i>Ventricaria ventricosa</i> (A0/-2).	Une espèce d'algue recensée une espèce algues brunes : • <i>Lobophora variegata</i> (A4/+ 1). Aucune espèce d'algues ne diminue.
Cyanobactéries	
Une nouvelle espèce de cyanobactéries recensée : • <i>Symploca hydroides</i> (A3).	Une espèce de cyanobactéries diminue d'abondance : • <i>Phormidium</i> sp. (A2/- 2).
Cnidaires	
2 nouvelles espèces de cnidaires recensées : ➢ pour les alcyonaires (2 espèces) : • <i>Nephtea</i> sp. (A1), • <i>Chironophthya</i> sp. (A1).	☒
Echinodermes	
Une nouvelle espèce d'échinodermes recensée : ➢ pour les astéries (1 sp) : • <i>Celerina heffernani</i> (A1)	Une espèce d'échinodermes augmente d'abondance : ➢ pour les holothurides (1 sp) : • <i>Holothuria flavomaculata</i> (A2/+ 1).
Mollusques	
2 nouvelles espèces de mollusques recensées : ➢ pour les bivalves (1 espèce) : • <i>Pteria</i> sp. (A2) ; ➢ pour les gastéropodes (1 sp) : • <i>Lambis lambis</i> (A1) Une espèce de mollusques disparue : ➢ pour les gastéropodes (-1 sp) : • <i>Coralliophila</i> sp. (A0/-2)	Une espèce de mollusques diminue d'abondance : ➢ pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Astraea rhodostoma</i> (A1/- 1).
Eponges	
☒	Une espèce d'éponges augmente d'abondance : •Spongiaires ind. (noire) (A3/+ 1)
Ascidies	

Une nouvelle sp d'ascidies recensée : • <i>Polycarpa</i> sp1. (blanche) (A1)	☒
Une sp d'ascidies disparue : • <i>Didemnum</i> sp. (blanche) (A0/-2)	☒
Bryozoaires	
☒	☒

4.2.2.2 Benthos Transect 02 B

4.2.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST02B)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST02B est composée de 91 espèces coralliennes dont 85 espèces de scléractiniaires, 2 espèces de millépores (branchu et encroûtant), 2 espèces de gorgones, une espèce d'antipathaire, une espèce de stolonifère.

Les familles scléractiniaires (85 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (22 taxons), les Acroporidae (17 taxons), les Mussidae (8 taxons), les Fungiidae (7 taxons), les Agariciidae (6 taxons), les Pectiniidae (5 taxons), les Poritidae (5 taxons), les Dendrophylliidae (4 taxons), les Siderastreidae (4 taxons), les Astrocoeniidae (2 taxons), les Merulinidae (2 taxons), les Oculinidae (2 taxons), les Pocilloporidae (1 taxon).

Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Caryophylliidae, des Trachyphylliidae.

Il n'y a aucune espèce blanchie, ni de blanchissement visuel.

Tableau n°23 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST02B)

Evolution de la richesse spécifique des coraux*	Evolution de l'abondance	Blanchissement corallien
Nouvelle (s) espèce (s) recensée (s)	Augmentation d'abondance	Espèce (s) blanchie (s)
Une seule espèce : • <i>Favites</i> spp. (2spp./+1spp.) (A2)	4 espèces : • <i>Pavona varians</i> (A3/+ 1), • <i>Stylocoeniella guentheri</i> (A2/+ 1), • <i>Caulastrea curvata</i> (A2/+ 1), • <i>Lobophyllia pachysepta</i> (A2/+ 1).	Aucune espèce blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
2 espèces : • <i>Antipathus</i> sp. (A0/-2), • <i>Sandalolitha robusta</i> (A0/-1).	4 espèces : • <i>Polyphyllia talpina</i> (A1/- 1), • <i>Blastomussa merleti</i> (A1/- 1), • <i>Echinophyllia orpheensis</i> (A1/- 1), • <i>Porites lobata</i> (A2/- 1).	➤ toutes les espèces (19 taxons) ont réintégré leurs zooxanthelles : •<i>Acropora florida</i> (B- 1, øß), •<i>Acropora</i> spp. (branchu) (-3spp.B*) (B- 3, øß), •<i>Montipora</i> spp. (-2spp.B*) (B- 2, øß), •<i>Turbinaria mesenterina</i> (B- 2, øß), •<i>Turbinaria reniformis</i> (B- 2, øß), •<i>Echinopora gemmacea</i> (B- 1, øß), •<i>Echinopora lamellosa</i> (B- 1, øß), •<i>Favites</i> spp. (-1spp.B*) (B- 1, øß), •<i>Goniastrea australensis</i> (B- 2, øß), •<i>Goniastrea pectinata</i> (B- 2, øß), •<i>Merulina ampliata</i> (B- 2, øß), •<i>Blastomussa merleti</i> (B- 1, øß), •<i>Echinophyllia aspera</i> (B- 1, øß), •<i>Echinophyllia orpheensis</i> (B- 1, øß), •<i>Mycodium elephantotus</i> (B- 1, øß), •<i>Pocillopora damicornis</i> (B- 2, øß), •<i>Porites lobata</i> (B- 2, øß) ; ➤ aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître ni se réduire

4.2.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST02B)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST02B est composée de :

- 27 espèces d'invertébrés dont 8 espèces de mollusques ; 7 espèces de cnidaires : alcyonaires (7 taxons) ; 7 espèces d'échinodermes : holothurides (3 taxons), ophiurides (2 taxons), astéries (1 taxon), synaptres (1 taxon) ; 4 espèces d'éponges ; une espèce d'ascidies.

- 5 espèces de macrophytes : algues brunes (2 taxons), algues vertes (2 taxons), algues rouges (1 taxon).

- 1 espèce de cyanobactéries.



Tableau n°24 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST02B)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
Aucune nouvelle espèce d'algues recensée. Aucune espèce d'algues n'a disparue.	Aucune espèce d'algues n'augmente. Aucune espèce d'algues ne diminue.
Cyanobactéries	
☒	☒
Cnidaires	
3 espèces de cnidaires disparues : > pour les alcyonaires (-1 espèce) : • <i>Cladiella</i> sp. (A0/-2) ; > pour les hydrozoaires (-1 sp) : •Hydrozoaires ind. (A0/-2) ; > pour les zoanthaires (-1 sp) : • <i>Zoanthidae</i> ind.sp. (A0/-2).	2 espèces de cnidaires diminuent d'abondance : > pour les alcyonaires (2 espèces) : • <i>Sinularia dura</i> (A2/- 1), • <i>Sinularia leptoclados</i> (A2/- 1).
Echinodermes	
3 nouvelles espèces d'échinodermes recensées : > pour les astéries (1 espèce) : • <i>Fromia monilis</i> (A1) ; > pour les holothurides (1 sp) : • <i>Stichopus herrmanni</i> (A1) ; > pour les synaptres (1 espèce) : • <i>Euapta godeffroyi</i> (A1). 2 espèces d'échinodermes disparues : > pour les astéries (-2 sp) : • <i>Echinaster luzonicus</i> (A0/-1), • <i>Nardoa gomophia</i> (A0/-1).	Une espèce d'échinodermes augmente d'abondance : > pour les holothurides (1 espèce) : • <i>Holothuria flavomaculata</i> (A2/+ 1). Une espèce d'échinodermes diminue d'abondance : > pour les holothurides (1 espèce) : • <i>Holothuria edulis</i> (A1/- 1).
Mollusques	
Une espèce de mollusques disparue : > pour les gastéropodes (-1 sp) : • <i>Lambis lambis</i> (A0/-1).	☒
Eponges	
☒	☒
Ascidies	
☒	☒
Bryozoaires	
☒	☒

4.2.3 Les poissons (ST02)

La liste des espèces observées⁶ sur les transects et les résultats bruts sont fournis dans le [tableau 25](#).

Tableau n°25 : Données sur les poissons (ST02)

Creek baie nord ST02		Transect			Transect			Station		
		A			B			Moyenne		
Fam	Espèces	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom
Aca	<i>Zebrasoma scopas</i>	1	0,01	0,09				0,5	0,005	0,045
Cha	<i>Chaetodon baronessa</i>	2	0,02	0,20				1	0,01	0,1
Cha	<i>Chaetodon flavirostris</i>				3	0,02	0,80	1,5	0,01	0,4
Cha	<i>Chaetodon lineolatus</i>				2	0,02	0,84	1	0,01	0,42
Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	3	0,03	0,21	3	0,02	0,24	3	0,025	0,225
Cha	<i>Chaetodon melannotus</i>	3	0,03	0,13	3	0,02	0,16	3	0,025	0,145
Cha	<i>Chaetodon ulietensis</i>				2	0,02	0,07	1	0,01	0,035
Cha	<i>Heniochus acuminatus</i>				1	0,01	1,64	0,5	0,005	0,82
Epi	<i>Anyperodon leucogrammicus</i>	1	0,01	1,33	1	0,01	1,23	1	0,01	1,28
Epi	<i>Cephalopholis boenak</i>	1	0,01	0,10				0,5	0,005	0,05
Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	4	0,04	0,41				2	0,02	0,205
Lut	<i>Lutjanus vitta</i>				5	0,04	2,11	2,5	0,02	1,055
Mul	<i>Parupeneus barberinoides</i>				2	0,02	0,22	1	0,01	0,11
Mul	<i>Parupeneus ciliatus</i>				3	0,02	0,61	1,5	0,01	0,305
Pom	<i>Abudefduf whitleyi</i>	3	0,03	0,13	8	0,06	0,15	5,5	0,045	0,14
Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>	4	0,04	0,02	7	0,05	0,03	5,5	0,045	0,025
Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>				10	0,08	0,04	5	0,04	0,02
Pom	<i>Pomacentrus aurifrons</i>	50	0,50	0,27	30	0,23	0,12	40	0,365	0,195
Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>	7	0,07	0,04				3,5	0,035	0,02
Sca	<i>Scarus flavipectoralis</i>	5	0,04	1,44				2,5	0,02	0,72
Sig	<i>Siganus doliatus</i>	2	0,02	0,24				1	0,01	0,12
Sig	<i>Siganus vulpinus</i>	3	0,03	0,36				1,5	0,015	0,18
Total		89	0,87	4,98	80	0,62	8,27	84,50	0,74	6,62
Biodiversité		14			14			22		
Indice de Shannon =		3,121								
Equitabilité =		0,700								

Sur l'ensemble des transects de la station, 169 individus appartenant à 22 espèces différentes ont pu être observés. Ils représentent une densité de 0.74 poisson/m² pour une biomasse de 6.62 g/m².

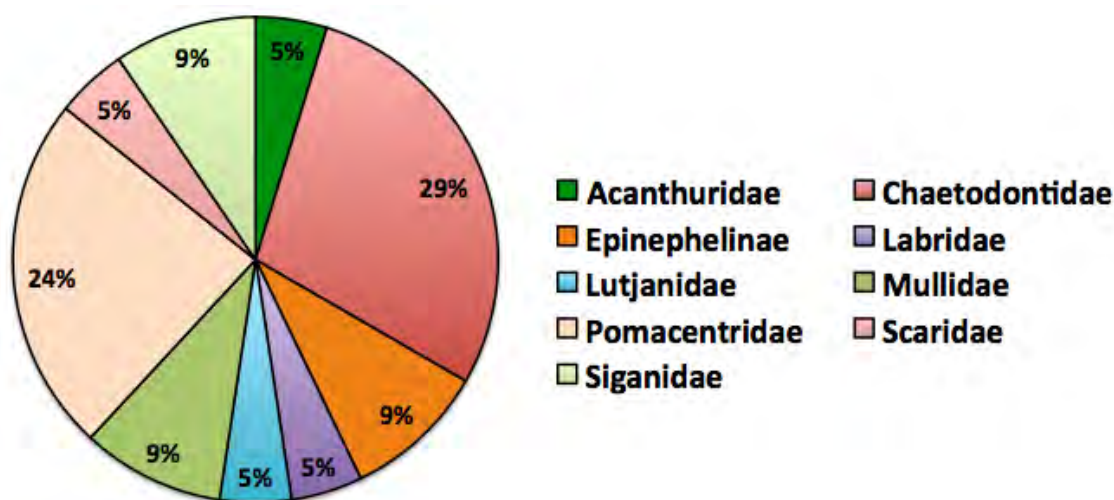
66 espèces complémentaires (e.g. hors des transects et hors liste restreinte [*en rouge*]) ont été observées sur la station (cf. [tableau 26](#)).

⁶ Données par rapport à la liste restreinte du cahier des charges, cf. [annexe 01](#).

Tableau n°26 : Liste des espèces complémentaires (ST02)

Fam	Espèces	Fam	Espèces	Fam	Espèces
Aca	<i>Acanthurus blochii</i>	Epi	<i>Cromileptes altivelis</i>	Mic	<i>Gunnellichthys viridescens</i>
Aca	<i>Acanthurus nigricauda</i>	Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>	Mul	<i>Parupeneus barberinoides</i>
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	Fis	<i>Fistularia commersonii</i>	Mul	<i>Parupeneus ciliatus</i>
Aca	<i>Naso unicornis</i>	Gra	<i>Diploprion bifasciatum</i>	Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>
Aca	<i>Zebrasoma scopas</i>	Hol	<i>Myripristis kuntee</i>	Ple	<i>Assessor macneilli</i>
Aca	<i>Zebrasoma veliferum</i>	Hol	<i>Sargocentron caudimaculatum</i>	Poc	<i>Pomacanthus semicirculatus</i>
Apo	<i>Cheilodipterus macrodon</i>	Hol	<i>Sargocentron microstoma</i>	Pom	<i>Abudefduf whiteleyi</i>
Apo	<i>Cheilodipterus quinquelineatus</i>	Hol	<i>Sargocentron spiniferum</i>	Pom	<i>Amblyglyphidodon ensifer</i>
Apo	<i>Ostorhinchus angustatus</i>	Lab	<i>Cheilinus chlorourus</i>	Pom	<i>Amblyglyphidodon leucogaster</i>
Cae	<i>Caesio cuning</i>	Lab	<i>Cheilinus fasciatus</i>	Pom	<i>Chromis fumea</i>
Can	<i>Canthigaster valentini</i>	Lab	<i>Epibulus insidiator</i>	Pom	<i>Chromis leucura</i>
Cha	<i>Chaetodon baronessa</i>	Lab	<i>Halichoeres argus</i>	Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>
Cha	<i>Chaetodon flavirostris</i>	Lab	<i>Hemigymnus fasciatus</i>	Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>
Cha	<i>Chaetodon lineolatus</i>	Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>	Pom	<i>Neoglyphidodon melas</i>
Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>	Pom	<i>Pomacentrus aurifrons</i>
Cha	<i>Chaetodon melannotus</i>	Lab	<i>Labropsis australis</i>	Pom	<i>Pomacentrus chrysurus</i>
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	Lab	<i>Oxycheilinus celebicus</i>	Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>
Cha	<i>Chaetodon ulietensis</i>	Lab	<i>Oxycheilinus unifasciatus</i>	Sca	<i>Chlorurus bleekeri</i>
Cha	<i>Heniochus acuminatus</i>	Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	Sca	<i>Scarus flavipectoralis</i>
Cha	<i>Heniochus monoceros</i>	Lut	<i>Lutjanus adetii</i>	Sig	<i>Siganus doliatus</i>
Epi	<i>Anyperodon leucogrammicus</i>	Lut	<i>Lutjanus ehrenbergii</i>	Sig	<i>Siganus puellus</i>
Epi	<i>Cephalopholis boenak</i>	Lut	<i>Lutjanus vitta</i>	Sig	<i>Siganus vulpinus</i>

Le nombre d'espèces pour chaque famille depuis 2007 est donné dans le [tableau 27](#) et spécifiquement pour cette campagne sur la [figure 15](#).

Figure n°15 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST02)

Si la comparaison du nombre d'espèces par famille entre les années 2007 – à cette campagne est effectuée (cf. [tableau 28](#)), sous l'angle de vue de ce critère toutes les campagnes sont similaires.

Tableau n°27 : Nombre d'espèces par famille ichtyologique par mission (ST02)

Familles	2007	2008	2009	2010 a	2010 b	2011 a	2011 b	2012 a	2012b	2013 a	2013 b	2014 a	2014 b	2015 a	2015 b	2016 a	2016 b
Acanthuridae	1	2	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0	2	2	0	0	1
Anthiniidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Blenniidae	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Caesionidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
Canthigasteridae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chaetodontidae	1	2	1	2	2	3	5	4	3	2	9	1	6	8	6	6	7
Epinephelinae	1	2	2	1	1	2	1	2	1	1	5	2	2	2	0	4	2
Haemulidae	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Labridae	1	1	1	2	0	2	0	0	1	1	1	0	5	4	3	1	1
Lethrinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Lutjanidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	3	0	1	1
Mullidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Nemipteridae	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0
Pomacanthidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	1	0
Pomacentridae	1	3	3	3	3	1	3	4	3	3	4	3	4	4	0	6	5
Scaridae	1	0	0	1	1	2	1	2	3	0	2	1	3	3	1	1	1
Siganidae	0	0	0	0	0	2	1	0	2	0	1	1	2	2	2	0	2
Total espèces	6	12	9	10	8	13	16	14	16	8	29	10	27	30	17	20	22
Total familles	6	7	6	6	5	7	10	6	9	5	10	7	10	10	6	7	9

Tableau n°28 : Test χ^2 du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille » depuis 2007 (ST02)

L'hypothèse nulle Ho :	Test	χ^2 obs	ddl	χ^2 à 0,95	nb de familles
« Les colonnes sont elles identiques ? »	χ^2	256	256	312,5	9/17

Le récapitulatif des résultats en terme de :

- d'abondance (nombre d'individus, transects/liste restreinte),
- de densité (en poisson/m², transects/liste restreinte),
- de biomasse (en g/m², transects/liste restreinte),
- de biodiversité 1 (espèces observées sur les transects et de la liste restreinte),
- de biodiversité 2 (espèces observées sur la station (transects + complémentaires) et de la liste restreinte),
- de biodiversité 3 (toutes les espèces observées sur la station (transects + complémentaires / liste non restreinte)),

pour toutes les campagnes depuis 2007 sont présentés dans le [tableau 29](#) et la [figure 16](#).

Tableau n°29 : *Synopsis des résultats et récapitulatif des années précédentes (ST02)*

Creek baie nord ST02		Liste DENV				Toutes espèces	
		Transect TLV				Station	Station
		Nb. ind.	Densité	Biom. g/m ²	Biodiv.1	Biodiv.2	Biodiv.3
2016 b	Transect A	89	0,87	4,98	14		
	Transect B	80	0,62	8,27	14		
	Moy. AB	84,5	0,74	6,62	22	43	66
2016 a	Moy. AB	116,00	0,89	39,32	20	41	63
2015 b	Moy. AB	88,00	1,03	20,65	17	45	70
2015 a	Moy. AB	108,00	1,06	45,06	30	45	69
2014 b	Moy. AB	292,50	6,17	71,48	27	40	69
2014 a	Moy. AB	57,00	0,71	3,59	10	39	54
2013 b	Moy. AB	103,00	1,14	21,17	29	45	61
2013 a	Moy. AB	152,50	1,91	45,07	8	49	68
2012 b	Moy. AB	88,50	1,36	20,09	16	36	51
2012 a	Moy. AB	89,00	1,10	23,17	14	41	52
2011 b	Moy. AB	134,00	1,18	100,16	16	38	54
2011 a	Moy. AB	35,50	0,45	56,40	13	27	38
2010 b	Moy. AB	45	1,41	4,23	8	39	51
2010 a	Moy. AB	33,50	1,68	6,71	10	33	47
2009	Moy. AB	29,50	1,49	6,73	9	13	34
2008	Moy. AB	35,50	1,76	26,05	12	19	30
2007	Moy. AB	33,50	1,12	5,46	6	23	33

L'écart relatif à la moyenne [$Er_i = (X_i - X_m)/X_m$] pour ces paramètres biologiques peut alors être calculé : cf. [tableau 30](#) et représentation [figure 17](#).

Tableau n°30 : *Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST02)*

	Nb ind.	Densité	Biom.	Biodiv.1	Biodiv.2	Biodiv.3
Variance	4 260,8	1,6	737,4	59,0	101,6	180,1
Ecart type	65,3	1,3	27,2	7,7	10,1	13,4
Moyenne	89,9	1,5	29,5	15,7	36,2	53,7
Coef. de Var.	0,7	0,9	0,9	0,5	0,3	0,2

Commentaires :

- Beaucoup d'espèces des transects sont à l'état de juvénile.
- Les nombres d'espèces et de familles sont à des valeurs moyennes.
- Les Chaetodontidae et les Poissons demoiselles sont les plus représentés.
- La diversité sur les transects donne une mauvaise représentation de la réalité de cette station. Au regard de la liste exhaustive, cette station est aussi foisonnante de vie qu'elle ne l'était auparavant.
- Sauf la densité, tous les paramètres ont des valeurs un peu au-dessus de la moyenne.
- La demoiselle *Pomacentrus aurifrons* constitue toujours l'essentiel du peuplement.
- Certains paramètres comme la biomasse notamment, présentent des variations importantes, alors que les biodiversités sont stables.

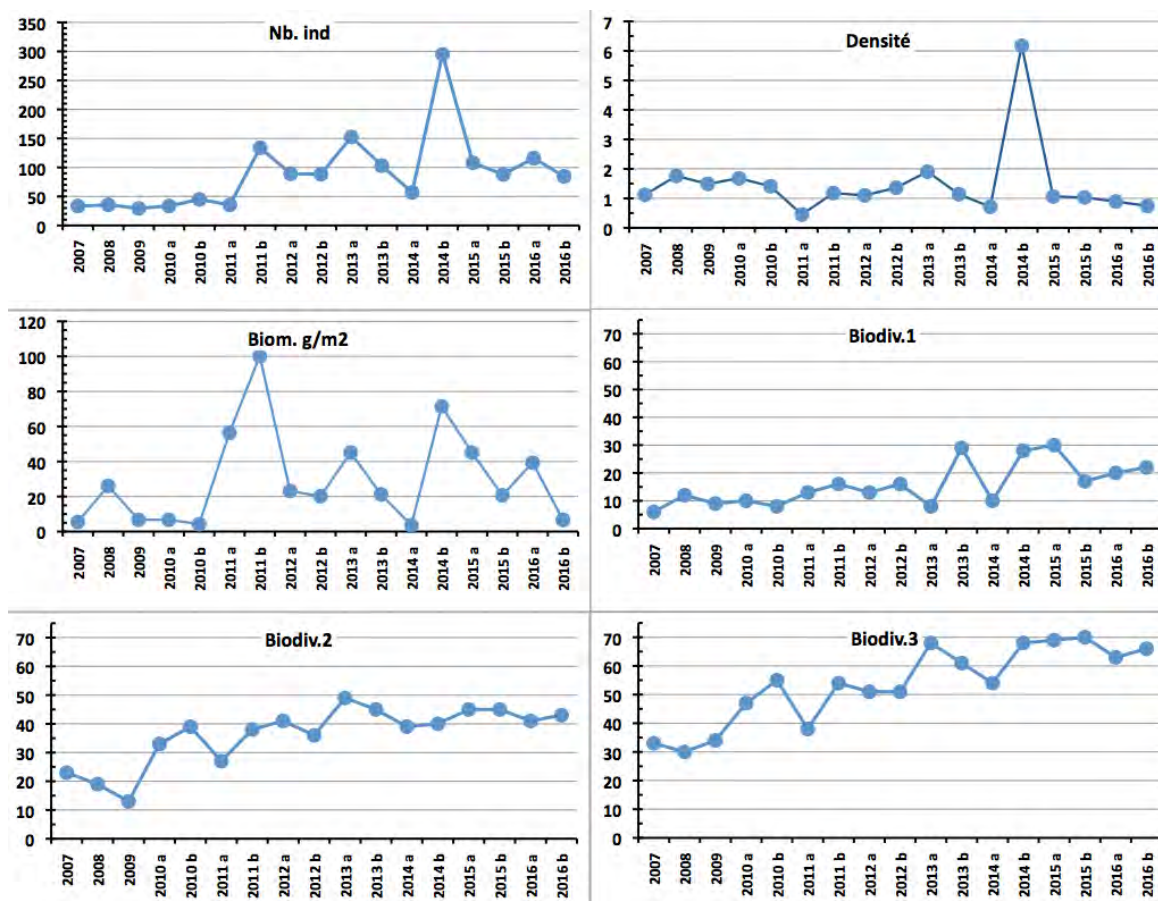


Figure n°16 : Evolution des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST02)

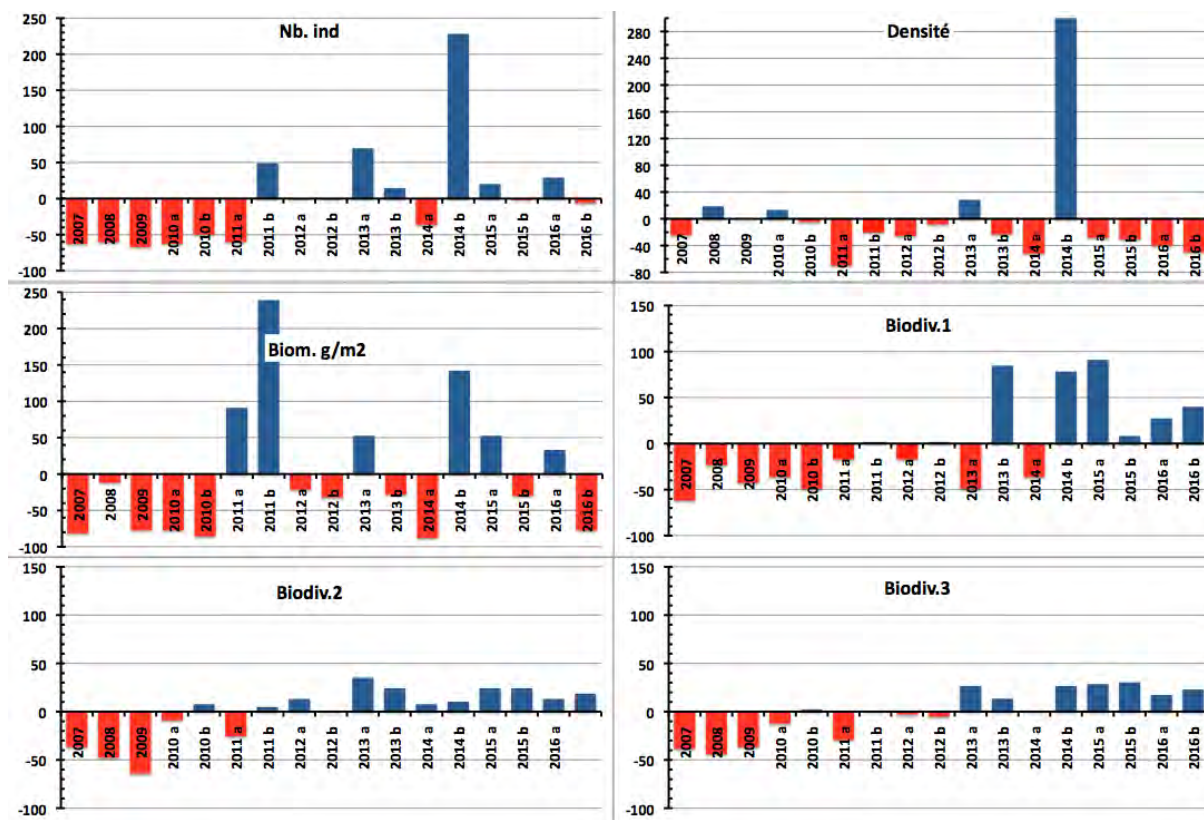


Figure n°17 : Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST02)

4.3 Station 03 = Port

Localisation géographique	Au sud-est des quais du projet Goro Nickel (à +/- 150 m au plus près). Un petit creek (visible sur la photographie aérienne de la carte 05) débouche sur la côte, légèrement à l'est.
Nombre transects	3 transects.
Description transects	Ils ont été installés perpendiculairement à la pente à 5, 10 et 13 mètres de profondeur, dans une direction est-ouest.
	Le sommet de la pente sédimentaire a une inclinaison faible (entre 10 et 15°) puis cette inclinaison augmente de manière importante (35° à 40°) pour les profondeurs avoisinant les 15 mètres. Le transect A est sur un substrat peu colonisé et composé de vase sableuse avec des débris coralliens. Le transect B est en milieu de pente récifale et il est composé principalement par des coraux branchus et des débris coralliens recouverts d'algues. Le transect C est situé en bas de pente et il est composé par de la vase d'origine terrigène et des petits massifs coralliens.

Description générale

Cette station est située sur la pente récifale bordant un petit récif frangeant relativement bien préservé, mais la zone est fortement envasée. Cette sédimentation provient des apports terrigènes qui sont charriés par les creek et les rivières autour de cette zone. Lors de précipitations de nombreuses particules terrestres sont entraînées par ruissellement dans les cours d'eau créant un panache turbide se répartissant dans la baie selon les courants. En surface la visibilité peut être réduite à cause de l'apport d'eau douce de la rivière et de résurgences avec des matières en suspension (halocline : masse d'eau douce sur masse d'eau salée).

Le haut de la pente récifale (entre 3 et 6 m de profondeur) est composé de vase sableuse sur laquelle se développent des massifs coralliens épars et des *Halimeda gigas*. Ces blocs coralliens sont dispersés de manières hétérogènes et sont recouverts principalement par des algues brunes et de petites colonies coralliennes. Puis, à partir de 6 m de profondeur jusqu'en bas de pente, la pente récifale devient plus inclinée et le dépôt sédimentaire est de plus en plus important avec la profondeur. Le développement corallien va être en relation avec ce facteur limitant :

→ Les coraux branchus et les coraux à longs polypes vont se développer préférentiellement.

Pour les coraux branchus, la croissance est plus rapide que l'envasement, les colonies ne sont jamais recouvertes. Pour les coraux à longs polypes, les colonies coralliennes peuvent se dégager des dépôts vaseux par l'intermédiaire de leurs longs polypes.

→ Les colonies vont être de plus en plus petites avec la profondeur : en bas de pente récifale les colonies coralliennes sont la plupart du temps de taille décimétrique et leur assemblage caractérise un milieu turbide.

Cette station est à surveiller car la proximité du port et les mouvements de gros bateaux peuvent occasionner une remobilisation des particules sédimentaires et un envasement plus conséquent des colonies coralliennes (pouvant entraîner des proliférations de cyanobactéries et la présence de *Culcita*, astérie corallivore).

Caractéristiques principales

↳ Originalité des espèces coralliennes adaptées à un milieu turbide

- Présence de *Heliofungia actiniformis* aux transects A & B

- Présence d'une colonie métrique de *Blastomussa merleti* au transect C (rare)

↳ La mortalité corallienne est induite par l'apport d'eau douce au niveau bathymétrique supérieur et par l'hyper sédimentation en profondeur

↳ Le turn over corallien est conséquent (surtout en C). Malgré les conditions turbides importantes, les colonies juvéniles remplacent progressivement les colonies envasées



- ↪ Présence en grand nombre d'espèces à longs polypes *Alveopora* spp., *Alveopora catalai*, *Goniopora* spp. et d'espèces à croissance rapide *Acropora* spp. à mi pente
- ↪ Le recouvrement en algues brunes (*Lobophora variegata*) est toujours aussi important
- ↪ Les alcyonaires (*Sarcophyton*) sont nombreux
- ↪ Le *Tridacna squamosa* au transect A est mort en octobre 2014
- ↪ Présence occasionnelle de *Culcita novaeguineae*

Variations entre avril et novembre 2016

Indicateur Corail :

- La biodiversité corallienne reste relativement stable. Elle augmente avec la profondeur :

Octobre 2015 : 120 espèces dont 115 espèces scléractiniaires

Avril 2016 : 116 espèces dont 111 espèces scléractiniaires

Novembre 2016 : 117 espèces dont 113 espèces scléractiniaires

- Le recouvrement corallien est de 5.5% au transect A, 30.5% en B et 11.5 % en C

- Le blanchissement a nettement diminué du point de vue « spécifique » et « recouvrement » :

Octobre 2015 : aucune espèce blanchie, toutes les espèces ont réintégré leurs zooxanthelles

Avril 2016 : 45/111 espèces de scléractiniaires et 1.33% de la surface totale observée

Novembre 2016 : 3/113 espèces de scléractiniaires et 0.53% de la surface totale observée

- Lésions coralliennes : pas de maladie observée. Par contre suite au blanchissement corallien du début d'année 2016, des colonies d'*Acropora* tabulaires et branchues sont mortes en place dans les pourtours du transect A. De plus, la sédimentation et les algues brunes entraînent des lésions irréversibles à la base des colonies branchues (surtout en B).

- Perturbations sédimentaires : légers dépôts sédimentaires sur des colonies coralliennes aux 3 transects

Autres indicateurs :

- Cyanobactéries : recouvrement en augmentation pour A & B (respectivement niveau 2 et 3). Elles se développent sur les débris coralliens et à la base des *Acropora* branchus

- Le turf algal se développe modérément sur les débris coralliens et les colonies mortes en place

- Algue brune *Lobophora* : le recouvrement est stable ; modéré en A & C (niveau 3) et **important en B (niveau 5) → caractère envahissant potentiel**

- Algue rouge *Asparagopsis taxiformis* : absente

- *Cliona* (éponge) : recouvrement stable

Les corallivores :

- Absence des *Acanthaster planci* et *Culcita novaeguineae*

- Absence de *Drupella cornus*



Photo n°11 : Vue aérienne : emplacement par rapport aux structures portuaires (ST03)



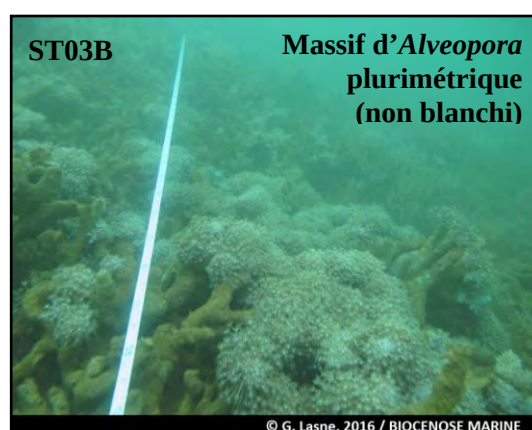
Carte n°05 : Localisation de la station 03 (Port)



Photo n°12 : Position en surface par rapport aux structures portuaires (ST03)



Colonies coralliennes dégradées (sédimentation, dessalure et variations de température)
Substrat composé de sable vaseux à articles d'*Halimeda* et de nombreux débris coralliens



Nombreuses colonies coralliennes mortes en place et/ou débris
Colonisation régulière de l'algue brune *Lobophora* dans les coraux branchus

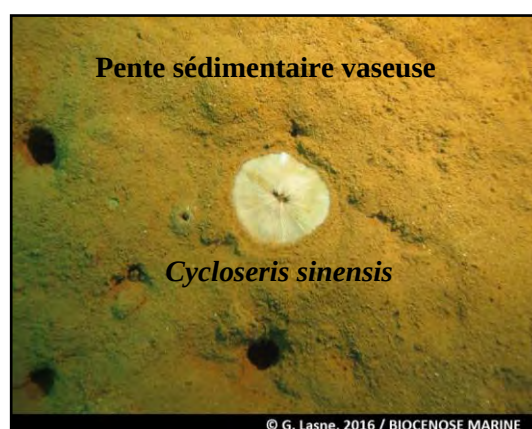
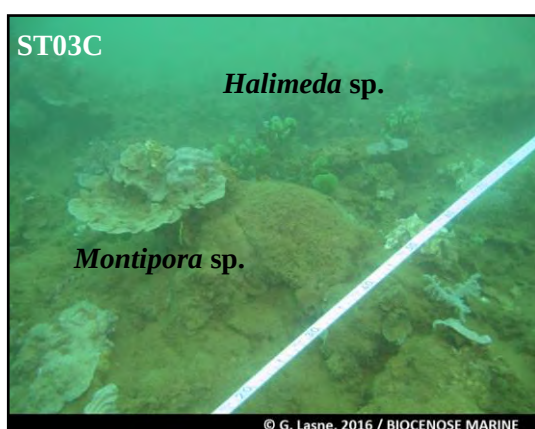


Photo n°13 : Vue d'ensemble des transects (ST03)

4.3.1 Le substrat (ST03)

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la [figure 18](#) pour le transect A, dans la [figure 19](#) pour le transect B et dans la [figure 20](#) pour le transect C.

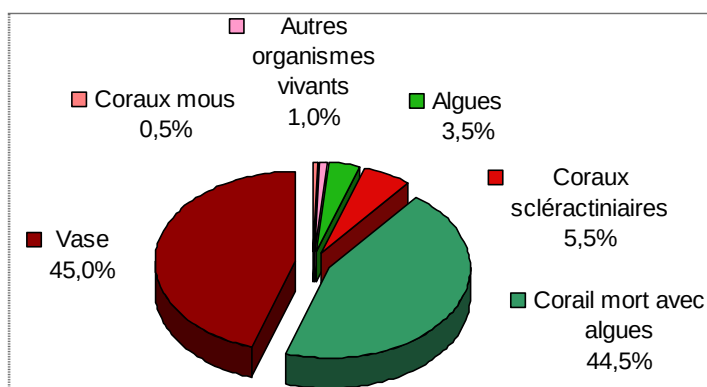


Figure n°18 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST03A

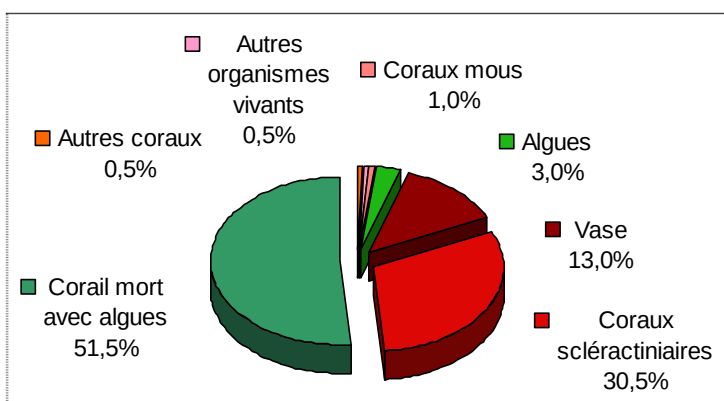


Figure n°19 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST03B

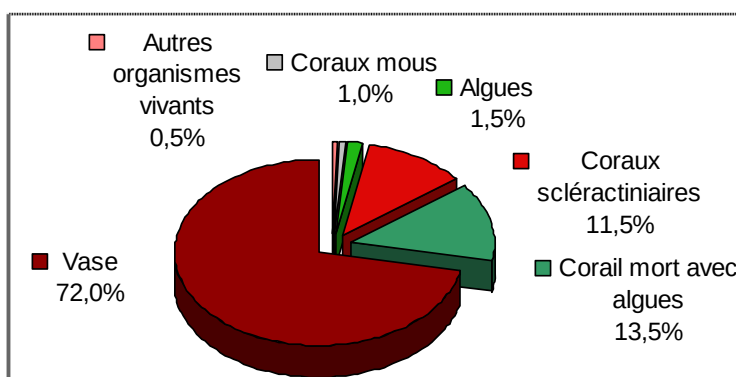


Figure n°20 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST03C

Le transect A est caractérisé habituellement par des fonds abiotiques (65.5% en octobre 2015), dus à la vase, qui continue à disparaître (45% ici) : c'est le substrat biotique qui domine donc pour cette mission (55%). Les coraux scléactiniaires sont cependant toujours faiblement présents (5,5%).

Le transect B a un recouvrement biotique important (87%) dû :

- à une grande part de « Corail mort avec algues », stable (51.5%)
- avec toujours peu d'algues à cette mission (3%)
- mais aussi aux coraux scléactiniaires qui sont à mi-pente correctement représentés et qui sont même en augmentation (30,5% vs 24.5%).

Le transect C est très vaseux (72% de vase et d'abiotique), avec un peu de coraux scléactiniaires (11,5%).

A noter : **absence des cyanobactéries et des coraux blancs pour cette mission aux 3 transects.**

La station dans son ensemble est stable, avec des fluctuations saisonnières dans le recouvrement algal.

4.3.2 Le benthos (ST03)

La liste des taxons cibles (cf. § 3.2.3) échantillonnés sur cette station et la liste complète des résultats bruts sont données en [annexe 05](#).

En novembre 2016, la richesse spécifique de la station Port (ST03) est composée de :

- **117 espèces coralliennes** (dont 113 espèces de scléractiniaires, une espèce de millépore (branchu), une espèce de gorgone, 2 espèces d'antipathaires).
Les familles scléractiniaires (113 taxons au sein de 14 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (24 taxons), les Acroporidae (17 taxons), les Agariciidae (13 taxons), les Fungiidae (13 taxons), les Mussidae (9 taxons), les Pectiniidae (7 taxons), les Poritidae (7 taxons), les Siderastreidae (5 taxons), les Dendrophylliidae (4 taxons), les Astrocoeniidae (3 taxons), les Merulinidae (3 taxons), les Oculinidae (3 taxons), les Pocilloporidae (3 taxons), les Caryophylliidae (2 taxons).
Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Trachyphylliidae.
Le blanchissement corallien affecte 3/113 espèces de scléractiniaires (2,7%).
Le blanchissement visuel est de 0,53% de la surface totale observée.
- **42 espèces d'invertébrés** dont 13 espèces de mollusques ; 9 espèces de cnidaires : alcyonaires (6 taxons), zoanthaires (2 taxons), actiniaires (1 taxon) ; 10 espèces d'échinodermes : astéries (4 taxons), échinides (2 taxons), holothurides (2 taxons), ophiurides (2 taxons) ; 7 espèces d'éponges ; 3 espèces d'ascidies.
- **8 espèces de macrophytes** : algues vertes (4 taxons), algues brunes (3 taxons), algues rouges (1 taxon).
- **2 espèces de cyanobactéries.**

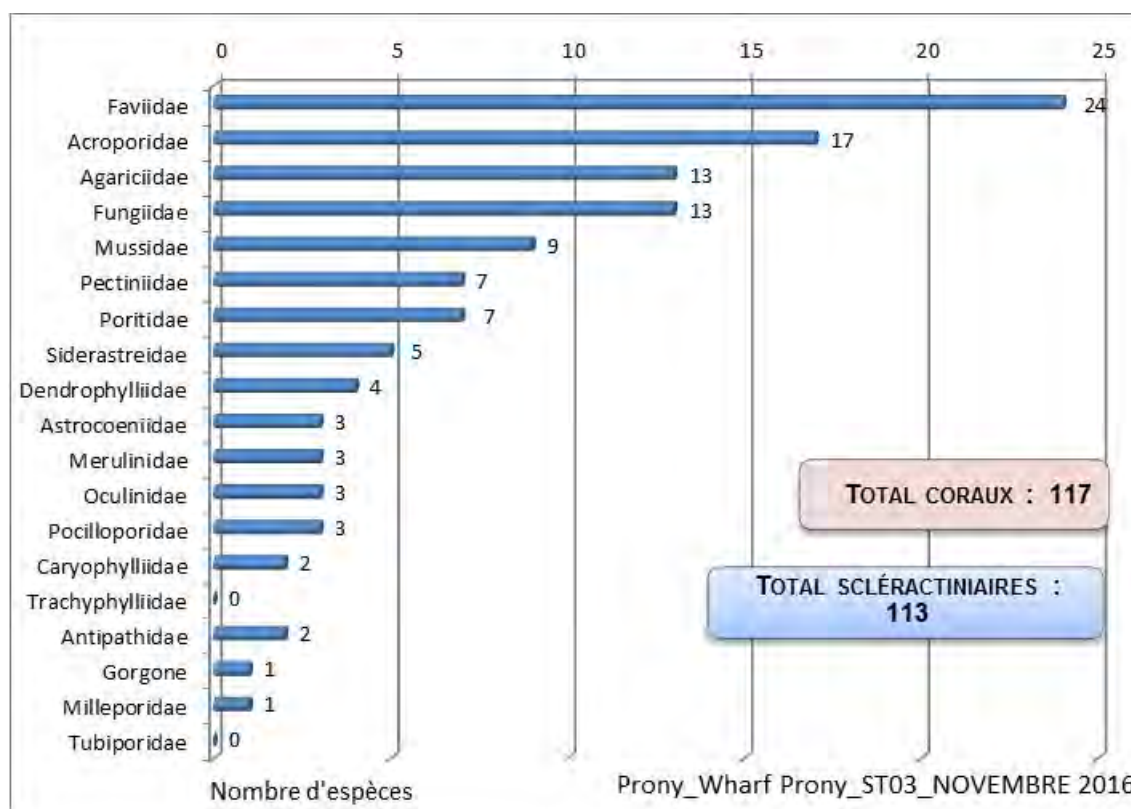


Figure n°21 : Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST03)

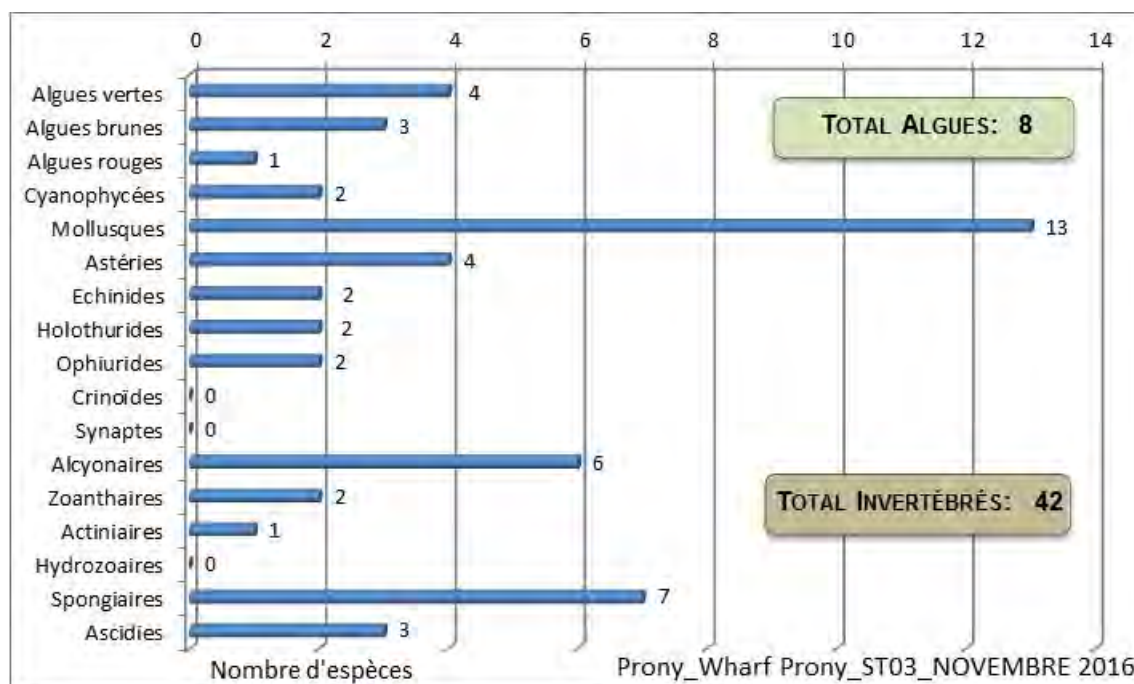


Figure n°22 : Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST03)

4.3.2.1 Benthos Transect 03 A

4.3.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST03A)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST03A est composée de 66 espèces coralliennes dont 64 espèces de scléractiniaires, une espèce de millépore (branchu), une espèce de gorgone.

Les familles scléractiniaires (64 taxons au sein de 14 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (19 taxons), les Acroporidae (9 taxons), les Agariciidae (6 taxons), les Mussidae (6 taxons), les Poritidae (5 taxons), les Oculinidae (3 taxons), les Pectiniidae (3 taxons), les Pocilloporidae (3 taxons), les Astrocoeniidae (2 taxons), les Fungiidae (2 taxons), les Merulinidae (2 taxons), les Siderastreidae (2 taxons), les Caryophylliidae (1 taxon), les Dendrophylliidae (1 taxon).

Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Trachyphylliidae.

Le blanchissement corallien affecte 16/64 espèces de scléractiniaires (25%).

Le blanchissement visuel est de 1,3% de la surface du couloir.

Tableau n°31 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST03A)

Evolution de la richesse spécifique des coraux*	Evolution de l'abondance	Blanchissement corallien
Nouvelle (s) espèce (s) recensée (s)	Augmentation d'abondance	Espèce (s) blanchie (s)
5 espèces : • <i>Pachyseris rugosa</i> (A1), • <i>Caulastrea furcata</i> (A1), • <i>Cyphastrea chalcidicum</i> (A1), • <i>Scolymia vitiensis</i> (A1), • <i>Galaxea paucisepta</i> (A1).	2 espèces : • <i>Palauastrea ramosa</i> (A3/+ 1), • <i>Cantharellus jebbi</i> (A2/+ 1).	16 espèces blanchies (25%) : > 15 espèces précédemment blanchies (23,4%) : • <i>Acropora</i> (branchu) (2spp.B*, B1), • <i>Anacropora puertogalerae</i> (B1), • <i>Montipora</i> spp. (1spp.B*, B2), • <i>Montipora</i> (branchu) (B1), • <i>Pavona cactus</i> (B1), • <i>Euphyllia divisa</i> (B1), • <i>Barabattoia amicorum</i> (B1), • <i>Goniastrea australensis</i> (B1), • <i>Lobophyllia corymbosa</i> (B1), • <i>Echinophyllia orpheensis</i> (B1), • <i>Mycedium elephantotus</i> (B1), • <i>Pocillopora damicornis</i> (B2), • <i>Seriatopora hystrix</i> (B2), • <i>Stylophora pistillata</i> (B2) ; > Une seule espèce nouvellement blanchie • <i>Pectinia paeonia</i> (B1, N).
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement

8 espèces : •<i>Astreopora listeri</i> (A0/-1), •<i>Echinopora gemmacea</i> (A0/-1), •<i>Echinopora lamellosa</i> (A0/-1), •<i>Fungia</i> spp. (A0/-2), •<i>Heliofungia actiniformis</i> (A0/-1), •<i>Lithophyllon mokai</i> (A0/-1), •<i>Polyphyllia talpina</i> (A0/-1), •<i>Symphyllia valenciennesii</i> (A0/-1).	8 espèces : •<i>Pavona explanulata</i> (A1/- 1), •<i>Favites halicora</i> (A1/- 1), •<i>Leptoria phrygia</i> (A1/- 1), •<i>Montastrea</i> sp. (A1/- 1), •<i>Merulina ampliata</i> (A1/- 1), •<i>Scolymia australis</i> (A1/- 1), •<i>Alveopora</i> sp. (A1/- 1), •<i>Goniopora</i> sp. (A1/- 1).	> 19 espèces ont réintégré leurs zooxanthelles : •<i>Millepora</i> spp. (branchu) (B- 1, øß), •<i>Astreopora gracilis</i> (B- 2, øß), •<i>Isopora palifera</i> (B- 1, øß), •<i>Palauastrea ramosa</i> (B- 2, øß), •<i>Turbinaria mesenterina</i> (B- 1, øß), •<i>Cyphastrea japonica</i> (B- 2, øß), •<i>Favia</i> spp. (-2spp.B*) (B- 2, øß), •<i>Favites halicora</i> (B- 2, øß), •<i>Favites</i> spp. (-2spp.B*) (B- 1, øß), •<i>Leptoria phrygia</i> (B- 1, øß), •<i>Montastrea curta</i> (B- 1, øß), •<i>Montastrea</i> sp. (B- 1, øß), •<i>Merulina ampliata</i> (B- 2, øß), •<i>Lobophyllia hemprichii</i> (B- 1, øß) ; > aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître ; > 7 espèces ont vu leur blanchissement se réduire : •<i>Acropora</i> spp.(branchu)(2spp.B*/-1spp.B*)(ΔB- 2), •<i>Anacropora puertogalerae</i> (ΔB- 1), •<i>Montipora</i> spp. (branchu) (ΔB- 1), •<i>Barabattoia amicum</i> (ΔB- 1), •<i>Lobophyllia corymbosa</i> (ΔB- 1).

4.3.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST03A)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST03A est composée de :

- 30 espèces d'invertébrés dont 9 espèces de mollusques ; 5 espèces de cnidaires : alcyonaires (4 taxons), zoanthaires (1 taxon) ; 9 espèces d'échinodermes : astéries (3 taxons), échinides (2 taxons), holothurides (2 taxons), ophiurides (2 taxons) ; 4 espèces d'éponges ; 3 espèces d'ascidies.
- 5 espèces de macrophytes : algues brunes (3 taxons), algues rouges (1 taxon), algues vertes (1 taxon).
- 2 espèces de cyanobactéries.

Tableau n°32 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST03A)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
Une nouvelle espèce d'algue recensée, l'algue brune : • <i>Padina</i> sp. (A2). 3 espèces d'algues disparues, dont : 3 espèces d'algues vertes : • <i>Halimeda</i> sp. (1spp./-1spp., A2/-1), • <i>Chlorodesmis fastigiata</i> (A0/-2), • <i>Ventricaria ventricosa</i> (A0/-2).	Aucune espèce d'algues n'augmente. Une espèce d'algue diminue, et l'algue verte : • <i>Halimeda</i> sp. (A2/- 1).
Cyanobactéries	
2 nouvelles espèces de cyanobactéries recensées : • <i>Phormidium</i> sp. (A2), • <i>Symploca hydroides</i> (A2).	☒
Cnidaires	
2 nouvelles espèces de cnidaires recensées : > pour les alcyonaires (1 espèce) : • <i>Dendronephthya</i> sp. (A1) ; > pour les zoanthaires (1 espèce) : • <i>Palythoa tuberculosa</i> (A1). 2 espèces de cnidaires disparues : > pour les alcyonaires (-1 espèce) : • <i>Sinularia dura</i> (A0/-2) ; > pour les hydrozoaires (-1 espèce) : •Hydrozoaires ind. (A0/-2).	☒
Echinodermes	
Une nouvelle espèce d'échinodermes recensée : > pour les astéries (1 espèce) : • <i>Linckia multifora</i> (A1). Une espèce d'échinodermes disparue : > pour les astéries (-1 espèce) : • <i>Fromia indica</i> (A0/-1).	☒
Mollusques	
3 espèces de mollusques disparues : > pour les bivalves (-1 espèce) : • <i>Pinna</i> sp. (A0/-1) ; > pour les gastéropodes (-1 espèce) : • <i>Lambis lambis</i> (A0/-1) ;	Une espèce de mollusques diminue d'abondance : > pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Astraea rhodostoma</i> (A1/- 1).

➤ pour les nudibranches (-1 sp) : • <i>Halgerda johnsonorum</i> (A0/-1).	
Eponges	
Une espèce d'éponges disparue : • <i>Dysidea herbacea</i> (A0/-1).	Une espèce d'éponges diminue d'abondance : • <i>Spheciospongia vagabunda</i> (A2/- 1).
Ascidies	
☒	☒
Bryozoaires	
☒	☒

4.3.2.2 Benthos Transect 03 B

4.3.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST03B)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST03B est composée de 77 espèces coralliennes dont 74 espèces de scléractiniaires, une espèce de millépore (branchu), une espèce de gorgone, une espèce d'antipathaire. Les familles scléractiniaires (74 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (15 taxons), les Fungiidae (12 taxons), les Faviidae (11 taxons), les Agariciidae (8 taxons), les Poritidae (7 taxons), les Mussidae (5 taxons), les Siderastreidae (4 taxons), les Astrocoeniidae (3 taxons), les Pectiniidae (3 taxons), les Merulinidae (2 taxons), les Oculinidae (2 taxons), les Caryophylliidae (1 taxon), les Pocilloporidae (1 taxon).

Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Dendrophylliidae, des Trachyphylliidae.

Le blanchissement corallien affecte 2/74 espèces de scléractiniaires (2,7%).

Le blanchissement visuel est de 0,3% de la surface du couloir.

Tableau n°33 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST03B)

Evolution de la richesse spécifique des coraux*	Evolution de l'abondance	Blanchissement corallien
Nouvelle (s) espèce (s) recensée (s)	Augmentation d'abondance	Espèce (s) blanchie (s)
5 espèces : • <i>Antipathus</i> sp. (A1), • <i>Montipora</i> spp. (3spp./+1spp.) (A2), • <i>Euphyllia ancora</i> (A1), • <i>Cycloseris sinensis</i> (A2), • <i>Fungia</i> spp. (3spp./+1spp.) (A2)	Une seule espèce : • <i>Palauastrea ramosa</i> (A2/+ 1)	2 espèces blanchies (2,7%) : ➤ 2 espèces précédemment blanchies (2,7%) : • <i>Acropora</i> (branchu) (1spp.B*, B2), • <i>Pavona cactus</i> (B1) ; ➤ Aucune espèce nouvellement blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
6 espèces : • <i>Cirripathes</i> sp. (A0/-2), • <i>Leptoseris scabra</i> (A0/-1), • <i>Caulastrea furcata</i> (A0/-1), • <i>Goniastrea australensis</i> (A0/-1), • <i>Blastomussa merleti</i> (A0/-1), • <i>Scolymia</i> sp. (A0/-1).	2 espèces : • <i>Pachyseris rugosa</i> (A1/- 1), • <i>Psammocora superficialis</i> (A1/- 1).	➤ 13 espèces ont réintégré leurs zooxanthelles : • <i>Anacropora forbesi</i> (B- 2, øß), • <i>Astreopora gracilis</i> (B- 1, øß), • <i>Montipora</i> spp. (-1spp.B*) (B- 2, øß), • <i>Montipora</i> spp. (branchu) (B- 1, øß), • <i>Barabattoia amicorum</i> (B- 1, øß), • <i>Cyphastrea japonica</i> (B- 2, øß), • <i>Favia</i> spp. (B- 1, øß), • <i>Favites</i> spp. (-1spp.B*) (B- 1, øß), • <i>Cantharellus noumeae</i> (B- 1, øß), • <i>Merulina ampliata</i> (B- 1, øß), • <i>Galaxea fascicularis</i> (B- 2, øß), • <i>Mycidium elephantotus</i> (B- 1, øß), • <i>Pocillopora damicornis</i> (B- 2, øß) ; ➤ aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître ; ➤ 2 espèces ont vu leur blanchissement se réduire : • <i>Acropora</i> spp. (branchu) (-1spp.B*) (AB-2)

4.3.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST03B)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST03B est composée de :

- 27 espèces d'invertébrés dont 8 espèces de mollusques ; 7 espèces de cnidaires : alcyonaires (5 taxons), actiniaires (1 taxon), zoanthaires (1 taxon) ; 5 espèces d'échinodermes : holothurides (2 taxons), ophiurides (2 taxons), échinides (1 taxon) ; 4 espèces d'éponges ; 3 espèces d'ascidies.
- 8 espèces de macrophytes : algues vertes (4 taxons), algues brunes (3 taxons), algues rouges (1 taxon).
- 2 espèces de cyanobactéries.

Tableau n°34 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST03B)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
2 nouvelles espèces d'algues recensées, dont l'algue brune : • <i>Padina</i> sp. (A2) ; et l'algue verte : • <i>Halimeda</i> sp. (2spp./+1spp.) (A2) Aucune espèce d'algues n'a disparue	Aucune espèce d'algues n'augmente. Aucune espèce d'algues ne diminue.
Cyanobactéries	
2 nouvelles espèces de cyanobactéries recensées : • <i>Phormidium</i> sp. (A2), • <i>Symploca hydroides</i> (A3).	☒
Cnidaires	
2 nouvelles espèces de cnidaires recensées : ➢ pour les alcyonaires (1 espèce) : • <i>Cladiella</i> sp. (A2) ; ➢ pour les zoanthaires (1 espèce) : • <i>Zoanthidae</i> ind.sp. (A2). Une espèce de cnidaires disparue : ➢ pour les hydrozoaires (-1 espèce) : • <i>Hydrozoaires</i> ind. (A0/-2).	Une espèce de cnidaires diminue d'abondance : ➢ pour les actiniaires (1 espèce) : • <i>Discosoma</i> sp. (A2/- 1).
Echinodermes	
2 espèces d'échinodermes disparues : ➢ pour les astéries (-2 sp) : • <i>Celerina heffernani</i> (A0/-1), • <i>Nardoa gomophia</i> (A0/-1)	2 espèces d'échinodermes augmentent d'abondance : ➢ pour les holothurides (2 espèces) : • <i>Holothuria edulis</i> (A2/+ 1), • <i>Holothuria flavomaculata</i> (A3/+ 1).
Mollusques	
Une espèce de mollusques disparue : ➢ pour les nudibranches (-1 espèce) : • <i>Cadlinella hirsuta</i> (A0/-1).	Une espèce de mollusques diminue d'abondance : ➢ pour les bivalves : • <i>Isognomon isognomon</i> (A2/-1)
Eponges	
Une espèce d'éponges disparue : • <i>Dactylia delicata</i> (A0/-1).	☒
Ascidies	
☒	1 espèce d'ascidies augmente d'abondance : • <i>Polycarpa nigricans</i> (A3/+1)
Bryozoaires	
☒	☒

4.3.2.3 Benthos Transect 03 C

4.3.2.3.1 Les Scléractiniaires (ST03C)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST03C est composée de 92 espèces coralliennes dont 88 espèces de scléractiniaires, une espèce de millépore (branchu), une espèce de gorgone, 2 espèces d'antipathaires.

Les familles scléractiniaires (88 taxons au sein de 14 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (16 taxons), les Faviidae (13 taxons), les Agariciidae (12 taxons), les Fungiidae (10 taxons), les Mussidae (7 taxons), les Pectiniidae (6 taxons), les Poritidae (6 taxons), les Dendrophylliidae (4 taxons), les Siderastreidae (4 taxons), les Astrocoeniidae (3 taxons), les Oculinidae (3 taxons), les Merulinidae (2 taxons), les Caryophylliidae (1 taxon), les Pocilloporidae (1 taxon).

Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Trachyphylliidae.

Il n'y a aucune espèce blanchie, ni de blanchissement visuel.



Tableau n°35 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST03C)

Evolution de la richesse spécifique des coraux*	Evolution de l'abondance	Blanchissement corallien
Nouvelle (s) espèce (s) recensée (s)	Augmentation d'abondance	Espèce (s) blanchie (s)
3 espèces : • <i>Acropora</i> (branchu) (5spp./+1spp.)(A4), • <i>Turbinaria bifrons</i> (A2), • <i>Cycloseris sinensis</i> (A2).	9 espèces : • <i>Anacropora forbesi</i> (A3/+ 1), • <i>Montipora tuberculosa</i> (A2/+ 1), • <i>Leptoseris mycetoseroides</i> (A2/+ 1), • <i>Pavona cactus</i> (A2/+ 1), • <i>Caulastrea furcata</i> (A2/+ 1), • <i>Goniastrea australensis</i> (A2/+ 1), • <i>Platygyra pini</i> (A2/+ 1), • <i>Cycloseris cyclolites</i> (A2/+ 1), • <i>Polyphyllia talpina</i> (A2/+ 1).	Aucune espèce blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
2 espèces : • <i>Millepora</i> (encroutant)(A0/-2), • <i>Favites</i> spp. (2spp./-1spp.A2/-0).	4 espèces : • <i>Astreopora myriophthalma</i> (A1/-1), • <i>Leptoseris yabei</i> (A1/-1), • <i>Tubastraea</i> sp. (A1/-1), • <i>Porites</i> sp. (A2/-1).	➢ toutes les espèces (15 taxons) ont réintégré leurs zooxanthelles : • <i>Acropora</i> spp. (branchu) (-2spp.B*) (B- 2, øß), • <i>Anacropora forbesi</i> (B- 2, øß), • <i>Anacropora puertogalerae</i> (B- 2, øß), • <i>Montipora</i> spp. (-1spp.B*) (B- 2, øß), • <i>Montipora</i> spp. (branchu) (B- 1, øß), • <i>Leptoseris explanata</i> (B- 1, øß), • <i>Leptoseris mycetoseroides</i> (B- 1, øß), • <i>Turbinaria mesenterina</i> (B- 1, øß), • <i>Turbinaria reniformis</i> (B- 1, øß), • <i>Barabattoia amicornum</i> (B- 1, øß), • <i>Cantharellus noumeae</i> (B- 1, øß), • <i>Merulina ampliata</i> (B- 2, øß), • <i>Galaxea fascicularis</i> (B- 1, øß), • <i>Pocillopora damicornis</i> (B- 2, øß) ; ➢ aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître ni se réduire.

4.3.2.3.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST03C)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST03C est composée de :

- 25 espèces d'invertébrés dont 5 espèces de mollusques ; 6 espèces de cnidaires : alcyonaires (4 taxons), actiniaires (1 taxon), zoanthaires (1 taxon) ; 8 espèces d'échinodermes : astéries (3 taxons), holothurides (2 taxons), ophiurides (2 taxons), échinides (1 taxon) ; 5 espèces d'éponges ; une espèce d'ascidies.
- 5 espèces de macrophytes : algues brunes (2 taxons), algues vertes (2 taxons), algues rouges (1 taxon).
- Aucun taxon n'a été recensé dans le groupe des cyanobactéries.

Tableau n°36 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST03C)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
Aucune nouvelle espèce d'algues recensée. Une espèce d'algue disparue, l'algue verte : • <i>Halimeda</i> sp. (1spp./-1spp., A2/-1)	Aucune espèce d'algues n'augmente. Une espèce d'algue diminue, dont l'algue verte : • <i>Halimeda</i> sp. (A2/-1).
Cyanobactéries	
☒	☒
Cnidaires	
Une espèce de cnidaires disparue : ➢ pour les hydrozoaires (-1 espèce) : • Hydrozoaires ind. (A0/-2).	☒
Echinodermes	



☒	Une espèce d'échinodermes augmente d'abondance : > pour les échinides (1 espèce) : • <i>Diadema setosum</i> (A2/+ 1). 2 espèces d'échinodermes diminuent d'abondance : > pour les astéries (2 espèces) : • <i>Celerina heffernani</i> (A1/- 1), • <i>Nardoa gomophia</i> (A1/- 1).
Mollusques	
2 espèces de mollusques disparues : > pour les bivalves (-1 espèce) : • <i>Pteria</i> sp. (A0/-2) ; > pour les gastéropodes (-1 espèce) : • <i>Astraea rhodostoma</i> (A0/-2).	☒
Eponges	
Une nouvelle espèce d'éponges recensée : • <i>Dysidea arenaria</i> (A1). 2 espèces d'éponges disparues : • <i>Dactylia delicata</i> (A0/-1), • <i>Spheciospongia vagabunda</i> (A0/-2).	☒
Ascidies	
☒	☒
Bryozoaires	
☒	☒



4.3.3 Les poissons (ST03)

La liste des espèces observées⁷ sur les transects et les résultats bruts sont fournis dans le [tableau 37](#).

Tableau n°37 : Données sur les poissons (ST03)

Port ST03		Transect			Transect			Transect			Station		
		A			B			C			Moyenne		
Fam	Espèces	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom
Aca	<i>Acanthurus nigricauda</i>				2	0,03	0,26				0,67	0,01	0,09
Aca	<i>Zebrasoma veliferum</i>				2	0,03	0,26	1	0,02	0,11	1,00	0,01	0,12
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	1	0,01	0,01							0,33	0,00	0,00
Can	<i>Canthigaster valentini</i>							1	0,02	0,02	0,33	0,01	0,01
Cha	<i>Chaetodon auriga</i>	1	0,01	0,02							0,33	0,00	0,01
Cha	<i>Chaetodon melannotus</i>				1	0,01	0,03				0,33	0,00	0,01
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	2	0,03	0,03	3	0,04	0,02	2	0,03	0,02	2,33	0,03	0,02
Cha	<i>Chaetodon ulietensis</i>				2	0,03	0,01				0,67	0,01	0,00
Epi	<i>Cephalopholis boenak</i>				1	0,01	0,05				0,33	0,00	0,02
Gob	<i>Amblygobius phalaena</i>	2	0,03	0,03							0,67	0,01	0,01
Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	2	0,03	0,06							0,67	0,01	0,02
Mul	<i>Parupeneus barberinoides</i>				2	0,03	0,17				0,67	0,01	0,06
Mul	<i>Parupeneus multifasciatus</i>	1	0,01	0,13							0,33	0,00	0,04
Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>	3	0,04	0,26				1	0,02	0,07	1,33	0,02	0,11
Pom	<i>Abudefduf whiteleyi</i>	5	0,06	0,08	5	0,06	0,08				3,33	0,04	0,05
Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>	5	0,06	0,01	5	0,06	0,03	3	0,05	0,03	4,33	0,06	0,02
Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>	7	0,09	0,05	8	0,10	0,05				5,00	0,06	0,03
Pom	<i>Neopomacentrus azysron</i>				5	0,06	0,03				1,67	0,02	0,01
Pom	<i>Pomacentrus aurifrons</i>	10	0,13	0,04	20	0,25	0,14	10	0,17	0,09	13,33	0,18	0,09
Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>	5	0,06	0,03	5	0,06	0,03				3,33	0,04	0,02
Sca	<i>Scarus schlegeli</i>	3	0,04	0,55							1,00	0,01	0,18
Sig	<i>Siganus doliatus</i>				2	0,03	0,11				0,67	0,01	0,04
Sig	<i>Siganus vulpinus</i>				3	0,04	0,26				1,00	0,01	0,09
Total		47	0,59	1,299	66	0,82	1,54	18	0,30	0,34	43, 7	0,57	1,06
Biodiversité		13			15			6			23		
Indice de Shannon =		3,586											
Equitabilité =		0,793											

Sur l'ensemble des transects de la station, 131 individus appartenant à 23 espèces différentes ont pu être observés. Ils représentent une densité de 0.57 poisson/m² pour une biomasse de 1.06 g/m².

72 espèces complémentaires (e.g. hors des transects et hors liste restreinte [*en rouge*]) ont été observées sur la station (cf. [tableau 38](#)).

Tableau n°38 : Liste des espèces complémentaires (ST03)

Fam	Espèces	Fam	Espèces	Fam	Espèces
Aca	<i>Acanthurus nigricauda</i>	Gra	<i>Diploprion bifasciatum</i>	Pom	<i>Chromis viridis</i>
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	Lab	<i>Cheilinus chlorourus</i>	Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>
Aca	<i>Naso unicornis</i>	Lab	<i>Choerodon graphicus</i>	Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>
Aca	<i>Zebrasoma scopas</i>	Lab	<i>Epibulus insidiator</i>	Pom	<i>Dascyllus aruanus</i>
Aca	<i>Zebrasoma veliferum</i>	Lab	<i>Halichoeres argus</i>	Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>
Apo	<i>Cheilodipterus macrodon</i>	Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>	Pom	<i>Neopomacentrus azysron</i>
Apo	<i>Ostorhinchus angustatus</i>	Lab	<i>Oxycheilinus unifasciatus</i>	Pom	<i>Pomacentrus aurifrons</i>
Apo	<i>Ostorhinchus rubrimacula</i>	Lab	<i>Stethojulis bandanensis</i>	Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	Pom	<i>Pomacentrus nagasakiensis</i>

⁷ Données par rapport à la liste restreinte du cahier des charges, cf. [annexe 01](#).

Cae	<i>Caesio cuning</i>	Let	<i>Lethrinus harak</i>	Pse	<i>Pictichromis coralensis</i>
Can	<i>Canthigaster valentini</i>	Mic	<i>Gunnellithys viridescens</i>	Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>
Cha	<i>Chaetodon auriga</i>	Mic	<i>Ptereleotris microlepis</i>	Sca	<i>Scarus chameleon</i>
Cha	<i>Chaetodon bennetti</i>	Mul	<i>Parupeneus barberinoides</i>	Sca	<i>Scarus dimidiatus</i>
Cha	<i>Chaetodon ephippium</i>	Mul	<i>Parupeneus indicus</i>	Sca	<i>Scarus flavipectoralis</i>
Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	Mul	<i>Parupeneus multifasciatus</i>	Sca	<i>Scarus ghobban</i>
Cha	<i>Chaetodon melannotus</i>	Mul	<i>Parupeneus spilurus</i>	Sca	<i>Scarus niger</i>
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	Nem	<i>Pentapodus aureofasciatus</i>	Sca	<i>Scarus schlegeli</i>
Cha	<i>Chaetodon speculum</i>	Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>	Sig	<i>Siganus argenteus</i>
Cha	<i>Chaetodon ulietensis</i>	Ost	<i>Ostracion cubicus</i>	Sig	<i>Siganus corallinus</i>
Cha	<i>Chaetodon vagabundus</i>	Poc	<i>Centropyge bicolor</i>	Sig	<i>Siganus doliatus</i>
Epi	<i>Cephalopholis boenak</i>	Poc	<i>Pomacanthus sexstriatus</i>	Sig	<i>Siganus fuscescens</i>
Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>	Pom	<i>Abudefduf sexfasciatus</i>	Sig	<i>Siganus puellus</i>
Fis	<i>Fistularia commersonii</i>	Pom	<i>Abudefduf whitleyi</i>	Sig	<i>Siganus punctatus</i>
Gob	<i>Amblygobius phalaena</i>	Pom	<i>Amblyglyphidodon orbicularis</i>	Sig	<i>Siganus vulpinus</i>

Le nombre d'espèces pour chaque famille depuis 2007 est donné dans le [tableau 39](#) et spécifiquement pour cette campagne sur la [figure 23](#).

Tableau n°39 : *Nombre d'espèces par famille ichtyologique par mission (ST03)*

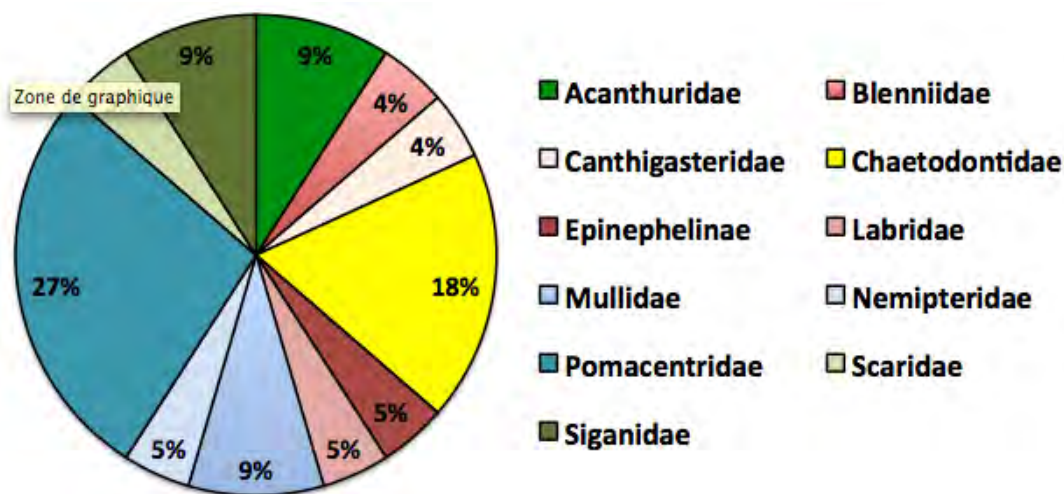
Familles	2007	2008	2009	2010 a	2010 b	2011 a	2011 b	2012 a	2012 b	2013 a	2013 b	2014 a	2014 b	2015 a	2015 b	2016 a	2016 b
Acanthuridae	1	2	0	0	1	0	2	0	1	1	2	2	1	1	2	2	2
Anthiniidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Blenniidae	1	0	1	2	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1
Caesionidae	0	2	0	1	0	3	1	0	0	0	0	1	1	3	0	1	0
Canthigasteridae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1
Chaetodontidae	2	1	1	0	0	2	3	2	3	1	3	3	3	4	6	3	4
Epinephelinae	1	1	1	2	0	2	1	1	1	1	1	0	1	2	3	1	1
Gobiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1
Labridae	1	0	0	0	1	1	0	1	2	1	2	1	1	1	3	2	1
Lethrinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Microdesmidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
Mullidae	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	2	3	2	3	1	1	2
Nemipteridae	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
Pomacanthidae	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pomacentridae	3	4	5	4	2	4	2	5	4	4	5	5	5	5	5	5	6
Pseudochromidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Scaridae	1	2	0	0	4	1	1	1	2	0	1	2	4	2	2	2	1
Siganidae	1	1	0	0	1	0	1	2	1	2	2	1	1	2	1	2	2
Zanclidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Total espèces	14	14	9	10	11	16	13	14	18	12	23	21	21	26	29	23	23
Total familles	10	8	5	5	7	9	9	8	10	8	13	11	11	12	14	13	12

Si la comparaison du nombre d'espèces par famille entre les années 2007 – à cette campagne est effectuée (cf. [tableau 40](#)), sous l'angle de vue de ce critère toutes les campagnes sont similaires.



Tableau n°40 : Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille » depuis 2007 (ST03)

L'hypothèse nulle Ho :	Test	χ^2 obs	ddl	χ^2 à 0,95	nb de familles
« Les colonnes sont elles identiques ? »	χ^2	199	240	293	12/19

Figure n°23 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST03)

Le récapitulatif des résultats en terme de :

- d'abondance (nombre d'individus, transects/liste restreinte),
- de densité (en poisson/m², transects/liste restreinte),
- de biomasse (en g/m², transects/liste restreinte),
- de biodiversité 1 (espèces observées sur les transects et de la liste restreinte),
- de biodiversité 2 (espèces observées sur la station (transects + complémentaires) et de la liste restreinte),
- de biodiversité 3 (toutes les espèces observées sur la station (transects + complémentaires / liste non restreinte)),

pour toutes les campagnes depuis 2007 sont présentés dans le [tableau 41](#) et la [figure 24](#).

Tableau n°41 : Synopsis des résultats et récapitulatif des années précédentes (ST03)

Port ST03		Liste DENV				Toutes espèces	
		Transect TLV				Station	Station
		Nb. ind.	Densité	Biom. g/m ²	Biodiv.1	Biodiv.2	Biodiv.3
2016 b	Transect A	47,00	0,59	1,29	13		
	Transect B	66,00	0,82	1,54	15		
	Transect C	18,00	0,30	0,34	6		
	Moy. ABC	43,67	0,57	1,06	23	57	72
2016 a	Moy. ABC	79,00	1,02	5,25	23	41	63
2015 b	Moy. ABC	77,33	0,99	7,54	30	56	74
2015 a	Moy. ABC	124,33	1,56	9,21	27	48	74
2014 b	Moy. ABC	58,67	1,12	6,24	20	41	66
2014 a	Moy. ABC	43,00	0,52	0,62	22	40	53
2013 b	Moy. ABC	42,00	0,51	2,54	23	32	53
2013 a	Moy. ABC	22,00	0,28	1,14	13	46	62
2012 b	Moy. ABC	32,33	0,41	1,62	18	34	55

2012 a	Moy. ABC	19,33	0,24	0,80	14	42	59
2011 b	Moy. ABC	17,67	0,22	1,50	13	46	66
2011 a	Moy. ABC	64,00	0,86	19,13	16	43	64
2010 b	Moy. ABC	31	0,31	1,26	11	43	64
2010 a	Moy. ABC	39,00	1,95	5,13	10	33	50
2009	Moy. ABC	60,66	3,03	4,55	9	16	39
2008	Moy. ABC	18,33	0,92	14,05	14	22	47
2007	Moy. ABC	32,30	1,59	14,73	15	19	34

L'écart relatif à la moyenne [$Er_i = (X_i - X_m)/X_m$] pour ces paramètres biologiques peut alors être calculé : cf. [tableau 42](#) et représentation [figure 25](#).

Tableau n°42 : *Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST03)*

	Nb ind.	Densité	Biom.	Biodiv.1	Biodiv.2	Biodiv.3
Variance	799,75	0,56	31,80	37,97	148,57	132,39
Ecart type	28,28	0,75	5,64	6,16	12,19	11,51
Moyenne	47,49	0,95	5,69	17,71	39,24	58,47
Coef. de Var.	0,60	0,79	0,99	0,35	0,31	0,20

Commentaires :

- Sans exception, tous les poissons vus sur les transects sont des juvéniles.
- La biomasse et la densité sont faibles et présentent des variations importantes (> 200 %).
- Les paramètres de biodiversité sont plus stables et au-dessus de la moyenne.
- La biodiversité 1 des transects est faible.
- La biodiversité 3 totale de la station augmente un peu.

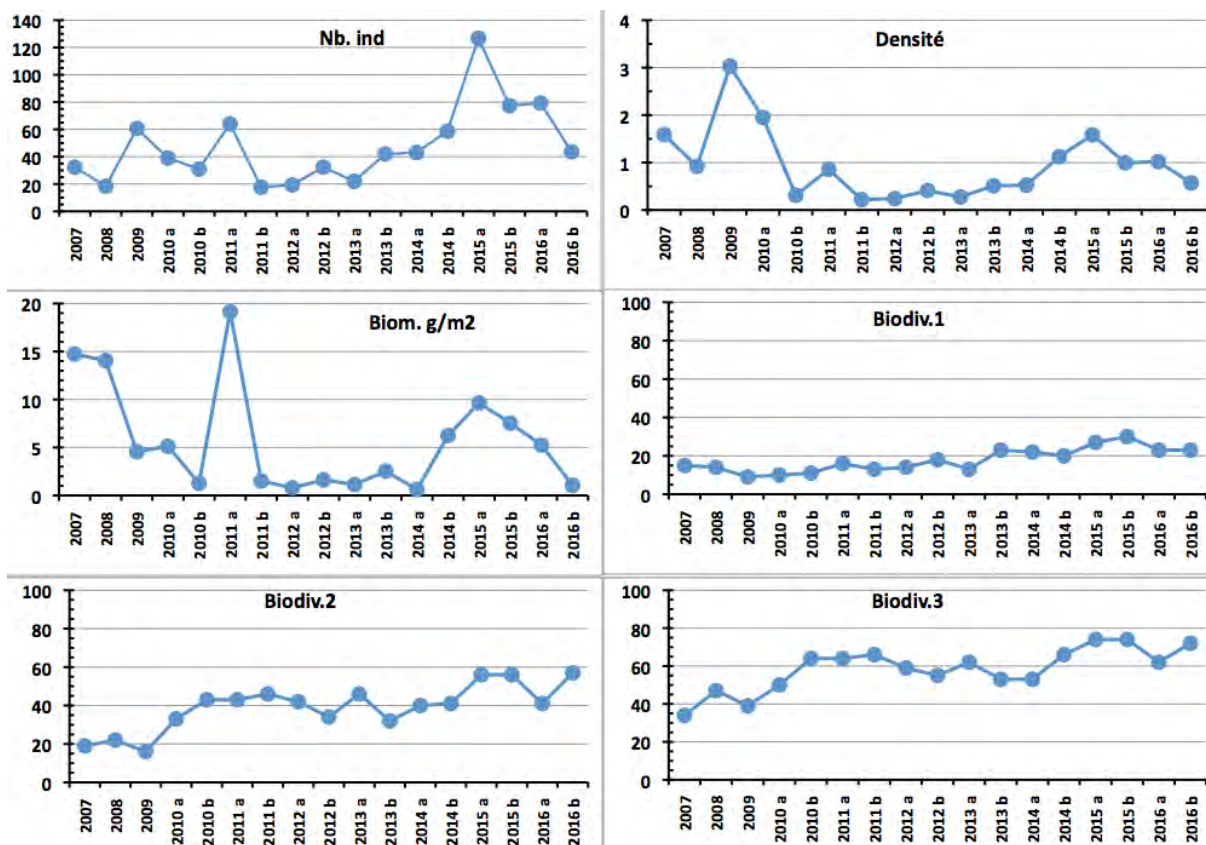


Figure n°24 : Evolution des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST03)

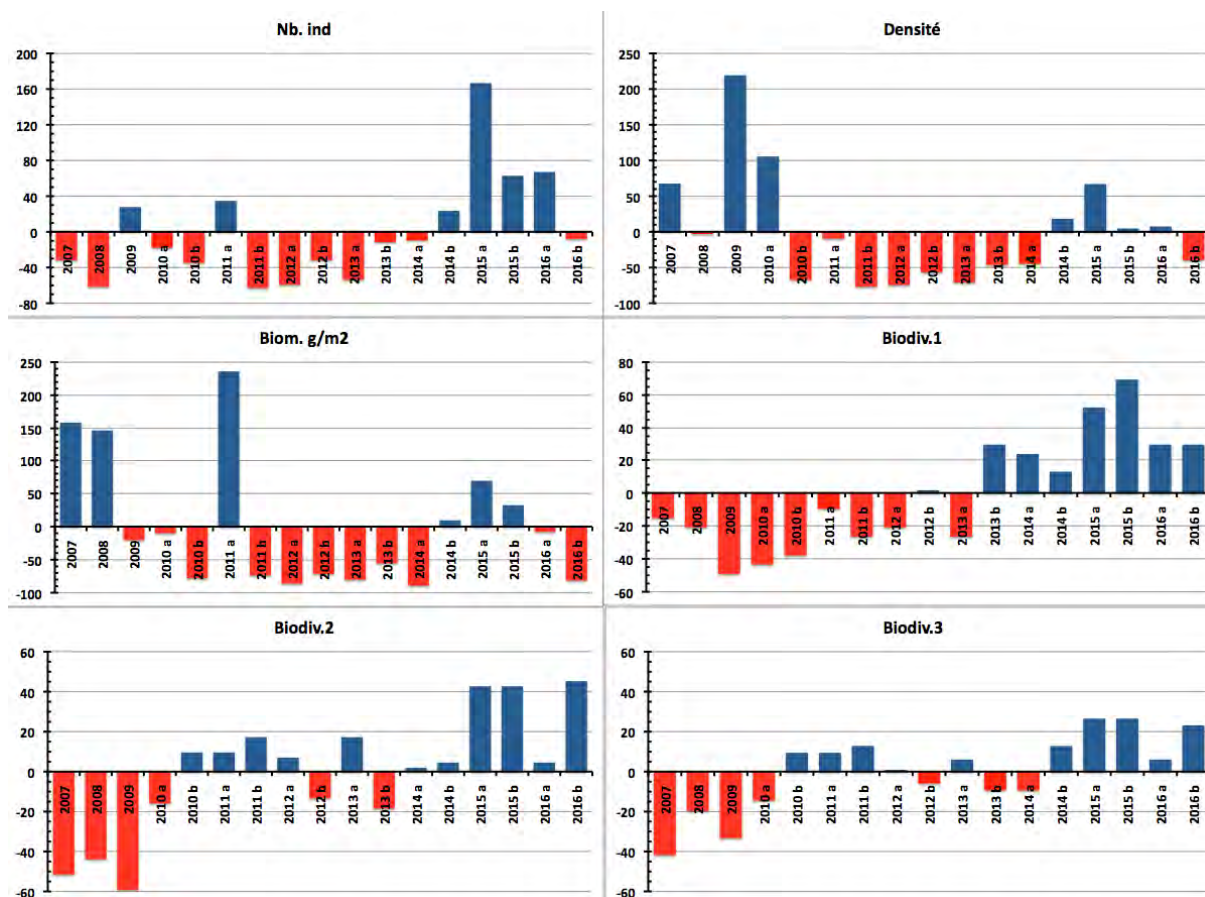


Figure n°25 : Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST03)



4.4 Station 04 = Woodin

Localisation géographique	Face à un rocher blanc qui se trouve en bordure du rivage est du canal Woodin (photographie 14). Le canal Woodin proche de la baie du Prony sépare la « Grande Terre » de l'île Ouen. Ce canal est non seulement un passage privilégié pour la navigation, mais aussi pour une faune marine très importante (baleines, requins, ...). Il constitue un passage reliant les eaux du large au sud du lagon, et les courants de marées y sont permanents et souvent très forts. Les fonds sont détritiques grossiers et sont colonisés par de nombreux coraux (cependant la richesse spécifique est modérée).
Nombre transects	3 transects.
Description transects	Ils ont été positionnés à 4, 11 et 21 mètres de profondeur afin de décrire chaque zone, en parallèle à la pente et dans une direction du sud-est vers le nord-ouest.
	Sur le transect A la colonisation des <i>Millepora</i> et de <i>Seriatopora hystrix</i> est importante. Le transect B est installé dans une zone à éboulis de blocs et débris coralliens branchus. La zone a subi un effondrement gravitaire provenant de l'étage supérieur. Un cyclone a certainement arraché les massifs du sommet de la pente. Les conditions hydrodynamiques sont encore importantes (courants de marées) et la luminosité réduite de manière significative avec la profondeur. Le transect C est en bas de pente dans une zone sableuse où de grandes colonies de <i>Tubastrea micrantha</i> s'édifient et dominent le paysage.

Description générale

La station est installée sur le front récifal d'un récif frangeant. La pente est abrupte (40°), nivelée par trois étages de communautés coralliennes distinctes.

Cette station présente un écosystème qui est singulier en Nouvelle-Calédonie : en sommet de récif frangeant, les *Millepora* forment de grands massifs de 3 mètres de diamètre et les *Seriatopora hystrix* se répartissent uniformément sur le substrat dur avec un recouvrement important. Le tombant est jalonné de blocs rocheux et de débris coralliens où s'édifient de petites colonies coralliennes ainsi que des massifs de *Millepora* et des *Tubastrea micrantha*. En bas de tombant, les colonies de *Tubastrea micrantha* sont remarquablement bien développées.

Attention : Le courant dans ce canal peut être très fort et il est impératif de se présenter à un étale pour pouvoir échantillonner cette station.

Caractéristiques principales

- ↪ Le recouvrement corallien au transect A est particulièrement composé par les colonies de *Millepora* sp., *Seriatopora hystrix* et *Acropora* spp. (branchu)
- ↪ Les colonies coralliennes de la famille des Pocilloporidae ont une croissance importante (*Seriatopora hystrix* et *Pocillopora damicornis*, *Stylophora pistillata*)
- ↪ Présence en grand nombre de *Millepora* et *Tubastrea micrantha* (taille plurimétrique). Les autres espèces sont de taille décimétrique
- ↪ La richesse spécifique des coraux diminue nettement avec la profondeur
- ↪ Originalité des espèces benthiques adaptées à un milieu d'hydrodynamisme important (courant de marée) avec une turbidité soutenue
- ↪ Mortalité corallienne et nombreux débris (hydrodynamisme important)
- ↪ Recouvrement important en B des éponges encroûtantes (*Cliona*)
- ↪ Les macrophytes ont une faible couverture
- ↪ Les crinoïdes sont nombreuses et installées sur les promontoires ou les colonies de *Tubastrea* exposées aux courants de marée
- ↪ Dégradations mécaniques depuis mars 2015 (cyclone Pam) : formation d'un petit couloir d'effondrement aux transects A & B et quelques grandes colonies de *Tubastrea micrantha* se sont effondrées au C mais elles continuent de s'édifier

Variations entre avril et novembre 2016

Indicateur Corail :





- La biodiversité corallienne diminue légèrement mais elle reste importante :

Octobre 2015 : 109 espèces coralliennes dont 99 espèces scléractiniaires

Avril 2016 : 109 espèces dont 98 espèces scléractiniaires

Novembre 2016 : 102 espèces dont 91 espèces scléractiniaires

- Le recouvrement corallien est de 18.5% au transect A, 22.5% en B et 5.5 % en C

Le recouvrement corallien en A a diminué de moitié en 2 missions dans le couloir d'observation

- Le blanchissement a nettement diminué du point de vue « spécifique » et « recouvrement » :

Octobre 2015 : 5/99 espèces de scléractiniaires et 0.37% de la surface totale observée

Avril 2016 : 21/98 espèces de scléractiniaires et 11.57% de la surface totale observée

Novembre 2016 : 6/91 espèces de scléractiniaires et 0.43% de la surface totale observée

- Lésions coralliennes : absence de la maladie de la bande blanche. Les colonies anciennement affectées sont mortes en place. De plus, suite au blanchissement corallien du début d'année 2016, de nombreuses colonies sont mortes en place. La mortalité concerne principalement les colonies de *Seriatopora hystrix*, *Pocillopora damicornis* et d'*Acropora* spp.

- Perturbations sédimentaires : selon les précipitations un petit creek se déverse sur le platier au-dessus de la station. Les transects A & B sont perturbés par les particules sédimentaires (colonies mortes en place ou nécrosées)

Autres indicateurs :

- Cyanobactéries : absentes, le recouvrement a diminué depuis la dernière mission

- Le turf algal se développe en A & B sur les colonies anciennement blanchies (*Seriatopora hystrix*, *Pocillopora damicornis*, *Stylophora pistillata*...). Son développement est modéré sur les débris coralliens et les colonies coralliennes mortes en place (au niveau médian de la pente récifale)

- Algue brune *Lobophora* : le recouvrement reste stable en A & B (respectivement niveau 2 et 3) et il diminue en C (absent)

- Algue rouge *Asparagopsis taxiformis* : absente

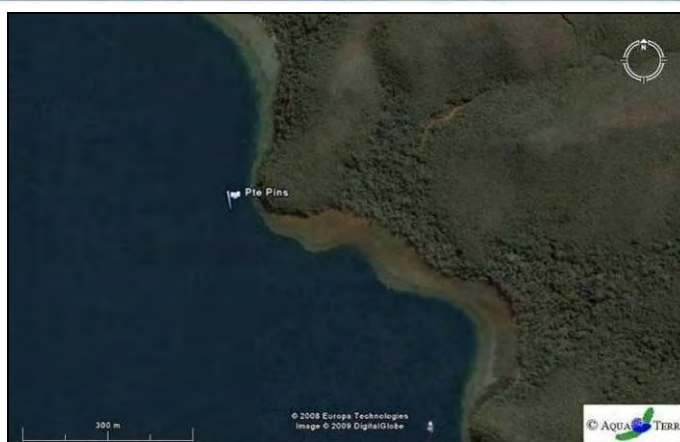
- *Cliona* (éponge) : recouvrement stable

Les corallivores :

- Absence des *Acanthaster planci* et des *Culcita novaeguineae*

- Absence de *Drupella cornus*





Carte n°06 : Localisation de la station 04 (Woodin)

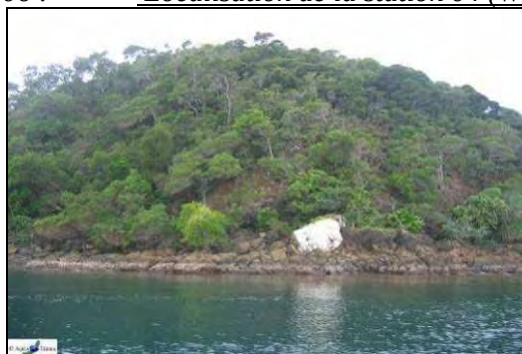


Photo n°14 : Position en surface par rapport à la côte (ST04)



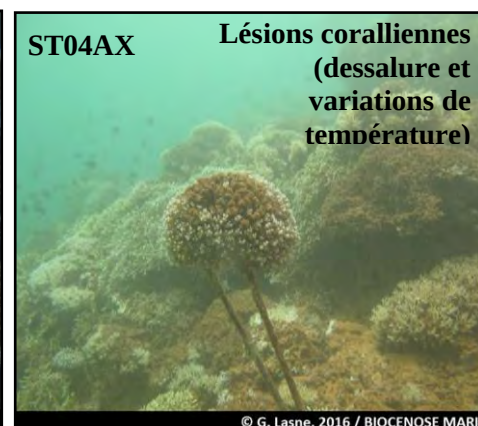
Octobre 2015



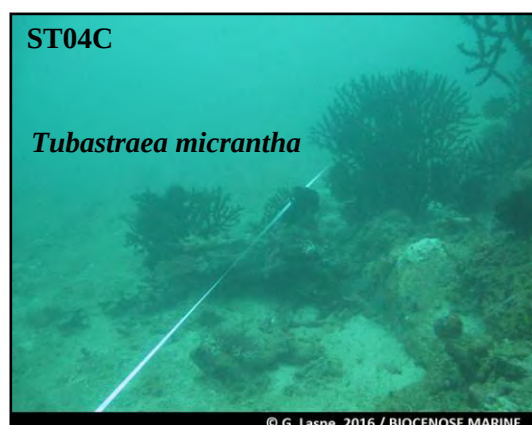
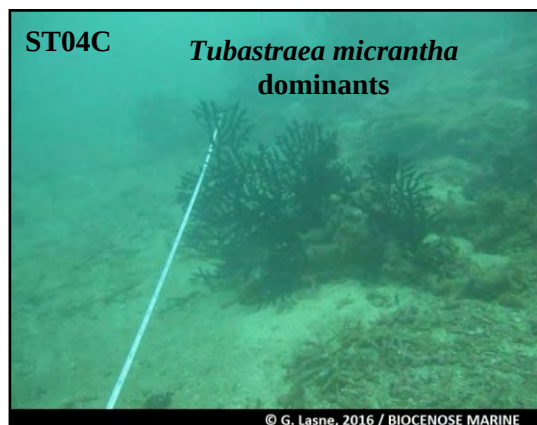
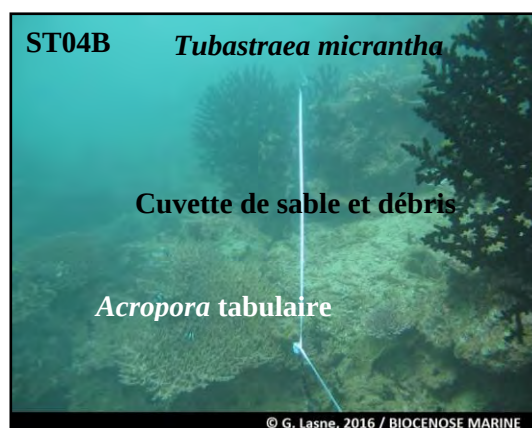
Avril 2016



Novembre 2016



En novembre 2016 : Réintégration des zooxanthelles et mortalité conséquente de *Seriatopora hystrix*, *Pocillopora damicornis* et *Acropora* spp.



Certaines colonies de *Tubastraea micrantha* sont effondrées par les agents hydrodynamiques

Photo n°15 : Vue d'ensemble des transects (ST04)

4.4.1 Le substrat (ST04)

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la [figure 26](#) pour le transect A, dans la [figure 27](#) pour le transect B et dans la [figure 28](#) pour le transect C.

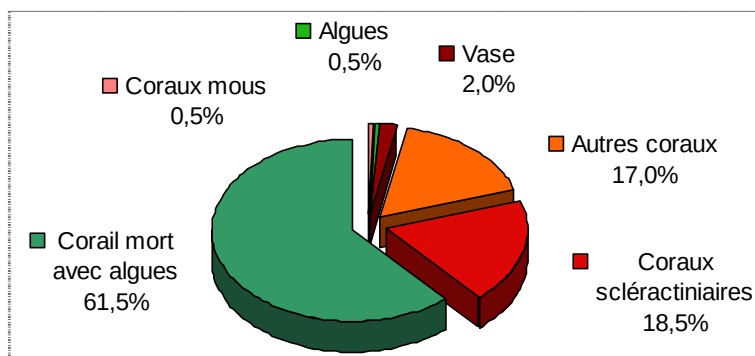


Figure n°26 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST04A

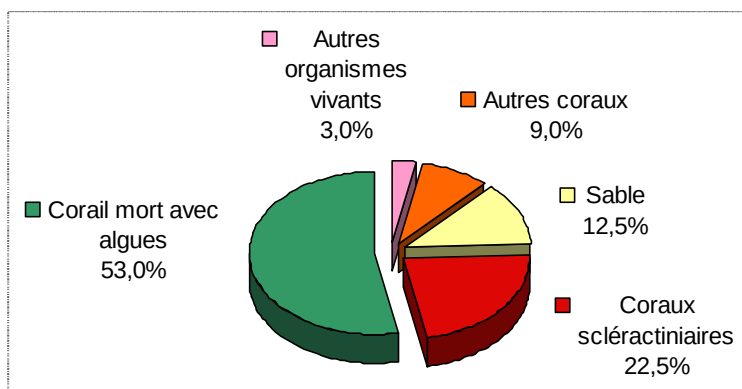


Figure n°27 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST04B

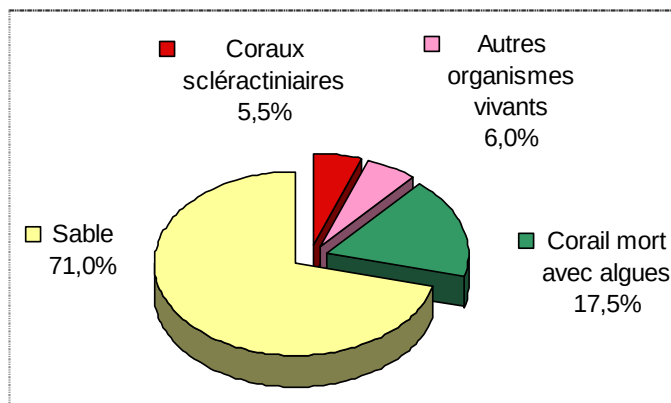


Figure n°28 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST04C

Les transects A et B ont classiquement un fort recouvrement biotique total (98% et 87.5%), dû en grande partie au « Corail mort avec algues ». En avril 2016 au transect A, un très fort blanchissement avait été observé provoquant une baisse de 23.5% du recouvrement des scléactiniaires. Il reste stable pour cette mission (18.5%), comme en B (22.5%).

Le recouvrement du substrat du transect C est majoritairement abiotique (71%) du fait de la dominance du sable. Toujours peu de coraux (5,5%).

A noter : **absence des cyanobactéries et des coraux blancs pour cette mission aux 3 transects.**

La station est globalement stable dans le temps, les fluctuations principales étant dues aux mouvements du sable qui paraissent cycliques.

Pour cette mission : les indicateurs de mauvais état de santé enregistrés lors de la mission précédente au transect A ont disparu. Il paraît à nouveau stable.

4.4.2 Le benthos (ST04)

La liste des taxons cibles (cf. § 3.2.3) échantillonnés sur cette station et la liste complète des résultats bruts sont données en [annexe 05](#).

En novembre 2016, la richesse spécifique de la station Woodin (ST04) est composée de :

- **102 espèces coralliennes** (dont 91 espèces de scléractiniaires, 4 espèces de millépores (sub massif, branchu et encroûtant), 4 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires, une espèce de stolonifère).
Les familles scléractiniaires (91 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (22 taxons), les Acroporidae (18 taxons), les Fungiidae (7 taxons), les Mussidae (7 taxons), les Agariciidae (6 taxons), les Dendrophylliidae (6 taxons), les Merulinidae (5 taxons), les Pectiniidae (5 taxons), les Siderastreidae (5 taxons), les Pocilloporidae (4 taxons), les Astrocoeniidae (2 taxons), les Oculinidae (2 taxons), les Poritidae (2 taxons).
Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Caryophylliidae, des Trachyphylliidae.
Le blanchissement corallien affecte 6/91 espèces de scléractiniaires (6,6%).
Le blanchissement visuel est de 0,43% de la surface totale observée.
- **49 espèces d'invertébrés** dont 19 espèces de mollusques ; 4 espèces de cnidaires : alcyonaires (3 taxons), zoanthaires (1 taxon) ; 12 espèces d'échinodermes : astéries (5 taxons), échinides (3 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon), holothurides (1 taxon) ; 8 espèces d'éponges ; 6 espèces d'ascidies.
- **6 espèces de macrophytes** : algues brunes (3 taxons), algues vertes (2 taxons), algues rouges (1 taxon).
- **Aucun taxon n'a été recensé dans le groupe des cyanobactéries.**

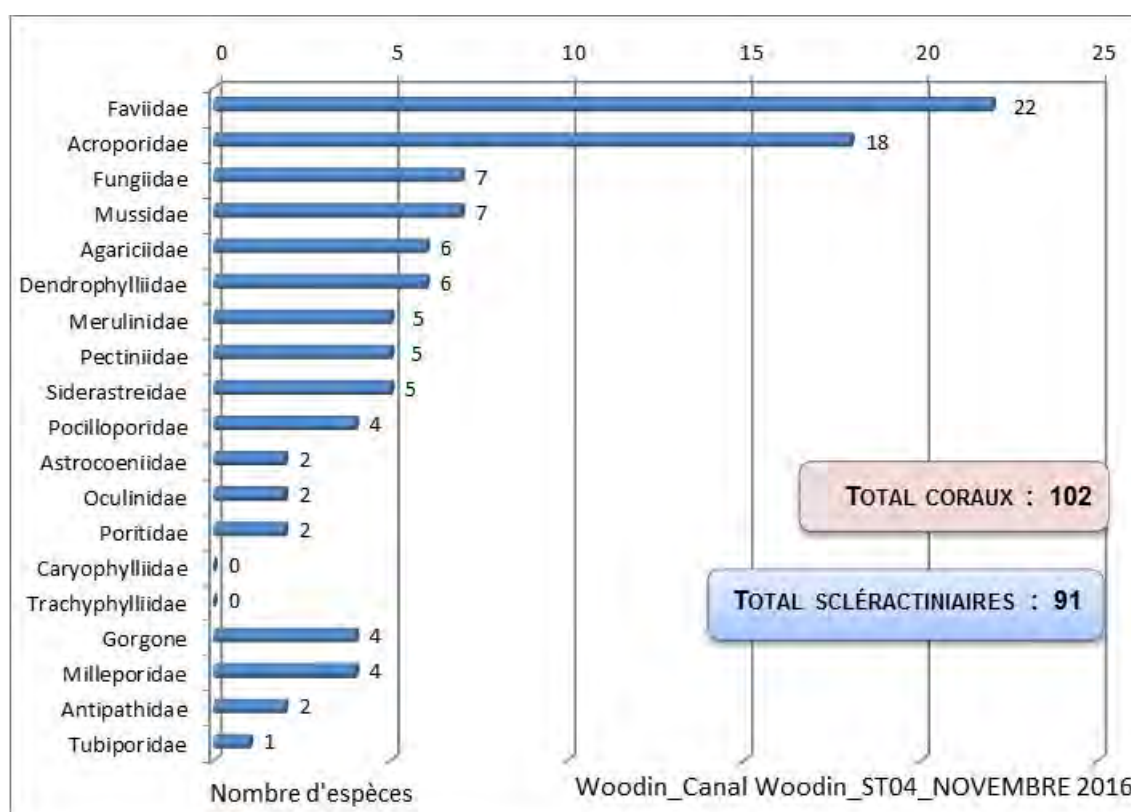


Figure n°29 : Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST04)

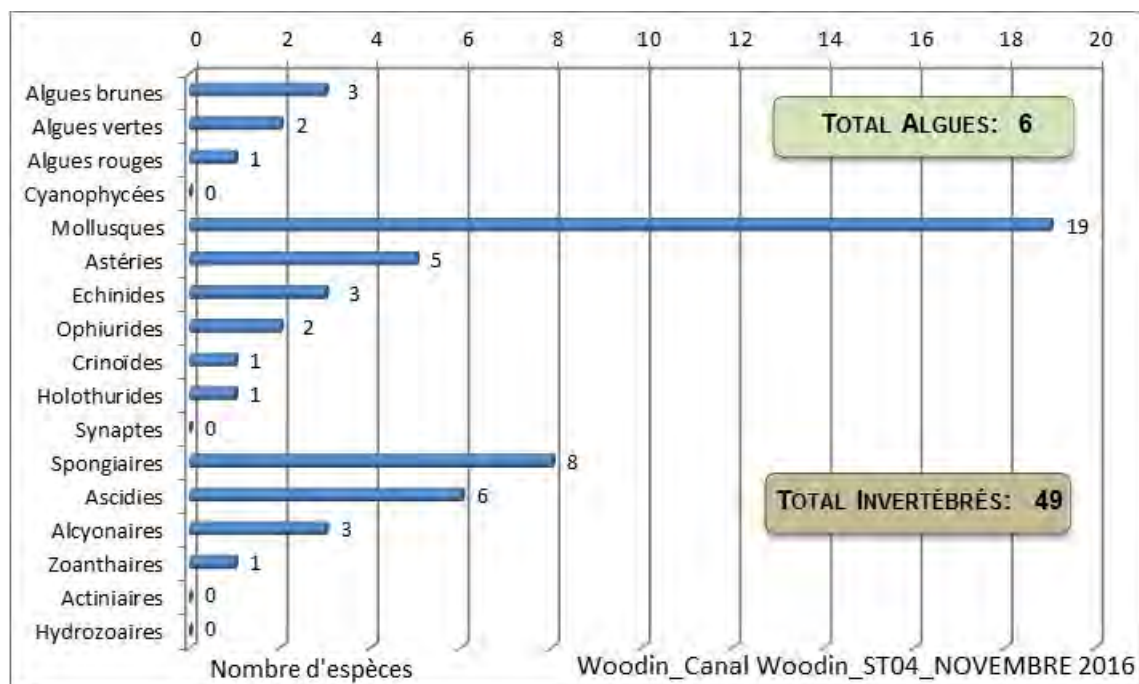


Figure n°30 : Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST04)

4.4.2.1 Benthos Transect 04 A

4.4.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST04A)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST04A est composée de 69 espèces coralliennes dont 64 espèces de scléractiniaires, 4 espèces de millépores (sub massif, branchu et encroûtant), une espèce de gorgone.

Les familles scléractiniaires (64 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (15 taxons), les Acroporidae (14 taxons), les Fungiidae (5 taxons), les Pectiniidae (5 taxons), les Siderastreidae (5 taxons), les Dendrophylliidae (4 taxons), les Pocilloporidae (4 taxons), les Agariciidae (3 taxons), les Merulinidae (3 taxons), les Mussidae (2 taxons), les Poritidae (2 taxons), les Astrocoeniidae (1 taxon), les Oculinidae (1 taxon).

Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Caryophylliidae, des Trachyphylliidae.

Le blanchissement corallien affecte 4/64 espèces de scléractiniaires (6,3%).

Le blanchissement visuel est de 0,9% de la surface du couloir.

Tableau n°43 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST04A)

Evolution de la richesse spécifique des coraux*	Evolution de l'abondance	Blanchissement corallien
Nouvelle (s) espèce (s) recensée (s)	Augmentation d'abondance	Espèce (s) blanchie (s)
Aucune espèce.	Aucune	4 espèces blanchies (6,3%) : > 4 espèces précédemment blanchies (6,3%) : • <i>Acropora</i> (tabulaire) (1spp.B*, B1), • <i>Pocillopora damicornis</i> (B2), • <i>Seriatopora hystrix</i> (B2), • <i>Stylophora pistillata</i> (B2) ; > Aucune espèce nouvellement blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
7 espèces : • <i>Cirripathes</i> sp. (A0/-2), • <i>Gorgone</i> ind.sp. (1spp./-1spp.A2/-0), • <i>Acropora</i> (branchu) (5spp./-1spp.A5/-0), • <i>Physogyra lichtensteini</i> (A0/-1), • <i>Favia</i> spp. (2spp./-1spp.A2/-0), • <i>Fungia simplex</i> (A0/-1),	6 espèces : • <i>Millepora</i> (submassif) (A1/- 1), • <i>Montipora tuberculosa</i> (A1/- 1), • <i>Turbinaria reniformis</i> (A1/- 1), • <i>Echinopora gemmacea</i> (A1/- 1), • <i>Merulina ampliata</i> (A1/- 1), • <i>Galaxea fascicularis</i> (A2/- 1).	> 12 espèces ont réintégré leurs zooxanthelles : • <i>Isopora palifera</i> (B- 1, øß), • <i>Montipora</i> spp. (-2spp.B*) (B- 2, øß), • <i>Montipora tuberculosa</i> (B- 2, øß), • <i>Tubastraea micrantha</i> (B- 1, øß), • <i>Turbinaria mesenterina</i> (B- 1, øß), • <i>Barabattoia amicornum</i> (B- 1, øß), • <i>Echinopora gemmacea</i> (B- 1, øß),

•*Fungia* spp. (2spp./-1spp.A2/-0).

***Seriatopora hystrix* et
Acropora spp. ont diminué
d'abondance mais ces espèces
sont encore supérieure au
niveau 5**

•*Favites* spp. (-1spp.B*) (B- 1, øß), •*Goniastrea australensis* (B- 2, øß), •*Mycedium elephantotus* (B- 1, øß), •*Pocillopora verrucosa* (B- 1, øß)
> aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître ;
> 3 espèces ont vu leur blanchissement se réduire : •*Pocillopora damicornis* (ΔB- 1), •*Seriatopora hystrix* (ΔB-3), •*Stylophora pistillata* (ΔB-1)

4.4.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST04A)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST04A est composée de :

- 24 espèces d'invertébrés dont 9 espèces de mollusques ; 6 espèces d'échinodermes : échinides (2 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon), holothurides (1 taxon) ; 5 espèces d'éponges ; 4 espèces d'ascidies.
- 5 espèces de macrophytes : algues brunes (2 taxons), algues vertes (2 taxons), algues rouges (1 taxon).
- Aucun taxon n'a été recensé dans le groupe des cyanobactéries, et des cnidaires.

Tableau n°44 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST04A)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
2 nouvelles espèces d'algues recensées, dont l'algue brune : • <i>Padina</i> sp. (A2) et l'algue verte : • <i>Neomeris vanbosseae</i> (A2) ; Une sp d'algue disparue, l'algue brune : • <i>Dictyota</i> sp. (A0/-2).	Aucune espèce d'algues n'augmente. Aucune espèce d'algues ne diminue.
Cyanobactéries	
Une sp de cyanobactéries disparue : • <i>Phormidium</i> sp. (A0/-2)	☒
Cnidaires	
Une espèce de cnidaires disparue : > pour les hydrozoaires (-1 espèce) : •Hydrozoaires ind. (A0/-1).	☒
Echinodermes	
4 nouvelles espèces d'échinodermes recensées : > pour les crinoïdes (1 espèce) : •Crinoïdes ind. (A2) ; > pour les échinides (2 espèces) : • <i>Diadema setosum</i> (A1), • <i>Echinometra mathaei</i> (A2) ; > pour les holothurides (1 espèce) : • <i>Holothuria edulis</i> (A1). 2 espèces d'échinodermes disparues : > pour les astéries (-2 sp) : • <i>Gomophia egyptiaca</i> (A0/-1), • <i>Nardoa gomophia</i> (A0/-2).	☒
Mollusques	
2 nouvelles espèces de mollusques recensées : > pour les gastéropodes (2 espèces) : • <i>Latirolagena smaragdula</i> (A1), • <i>Astraea rhodostoma</i> (A1). Une espèce de mollusques disparue : > pour les bivalves (-1 espèce) : • <i>Pinna</i> sp. (A0/-1).	☒
Eponges	
2 nouvelles espèces d'éponges recensées : • <i>Cymbastella cantharella</i> (A1), • <i>Dactylia delicata</i> (A1). Une espèce d'éponges disparue : • <i>Hamigera strongylata</i> (A0/-2).	Une espèce d'éponges diminue d'abondance : •Spongiaires ind. (noire) (A2/- 1).
Ascidies	
2 nouvelles espèces d'ascidies recensées : • <i>Didemnum</i> sp. (blanche) (A2), • <i>Clavelina detorta</i> (A2).	☒
Bryozoaires	
☒	☒



4.4.2.2 Benthos Transect 04 B

4.4.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST04B)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST04B est composée de 94 espèces coralliennes dont 83 espèces de scléractiniaires, 4 espèces de millépores (sub massif, branchu et encroûtant), 4 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires, une espèce de stolonifère.

Les familles scléractiniaires (83 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (21 taxons), les Acroporidae (17 taxons), les Mussidae (7 taxons), les Agariciidae (6 taxons), les Dendrophylliidae (6 taxons), les Fungiidae (5 taxons), les Merulinidae (4 taxons), les Pectiniidae (4 taxons), les Pocilloporidae (4 taxons), les Siderastreidae (3 taxons), les Astrocoeniidae (2 taxons), les Oculinidae (2 taxons), les Poritidae (2 taxons).

Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Caryophylliidae, des Trachyphylliidae.

Le blanchissement corallien affecte 6/83 espèces de scléractiniaires (7,2%).

Le blanchissement visuel est de 0,4% de la surface du couloir.

Tableau n°45 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST04B)

Evolution de la richesse spécifique des coraux*	Evolution de l'abondance	Blanchissement corallien
Nouvelle (s) espèce (s) recensée (s)	Augmentation d'abondance	Espèce (s) blanchie (s)
Une seule espèce : • <i>Sandalolitha robusta</i> (A1)	2 espèces : • <i>Astrogorgia mengalia</i> (A2/+ 1), • <i>Hydnophora exesa</i> (A2/+ 1).	6 espèces blanchies (7,2%) : > 6 espèces précédemment blanchies (7,2%) : • <i>Acropora</i> (branchu) (2spp.B*, B2), • <i>Acropora</i> (tabulaire) (1spp.B*, B2), • <i>Pocillopora damicornis</i> (B1), • <i>Seriatopora hystrix</i> (B2), • <i>Stylophora pistillata</i> (B2) ; > Aucune espèce nouvellement blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
3 espèces : • <i>Leptoseris hawaiiensis</i> (A0/-1), • <i>Leptastrea purpurea</i> (A0/-1), • <i>Cycloseris</i> sp. (A0/-1).	4 espèces : • <i>Astreopora gracilis</i> (A1/- 1), • <i>Tubastraea micrantha</i> (A2/- 1), • <i>Fungia simplex</i> (A1/- 1), • <i>Mycedium elephantotus</i> (A1/- 1).	> 8 espèces ont réintégré leurs zooxanthelles : • <i>Isopora palifera</i> (B- 1, øß), • <i>Montipora</i> spp. (- 2spp.B*) (B- 2, øß), • <i>Montipora tuberculosa</i> (B- 2, øß), • <i>Tubastraea micrantha</i> (B- 2, øß), • <i>Barabattoia amicornum</i> (B- 1, øß), • <i>Echinopora gemmacea</i> (B- 1, øß), • <i>Mycedium elephantotus</i> (B- 1, øß) ; > aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître ; > 2 espèces ont vu leur blanchissement se réduire : • <i>Pocillopora damicornis</i> (ΔB- 2), • <i>Seriatopora hystrix</i> (ΔB- 1).

4.4.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST04B)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST04B est composée de :

- 42 espèces d'invertébrés dont 17 espèces de mollusques ; 3 espèces de cnidaires : alcyonaires (2 taxons), zoanthaires (1 taxon) ; 9 espèces d'échinodermes : astéries (3 taxons), échinides (2 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon), holothurides (1 taxon) ; 8 espèces d'éponges ; 5 espèces d'ascidies.
- 4 espèces de macrophytes : algues brunes (2 taxons), algues rouges (1 taxon), algues vertes (1 taxon).
- Aucun taxon n'a été recensé dans le groupe des cyanobactéries.

Tableau n°46 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST04B)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
Aucune nouvelle espèce d'algues recensée. Aucune espèce d'algues n'a disparue.	Aucune espèce d'algues n'augmente.



	Aucune espèce d'algues ne diminue.
Cyanobactéries	
Une sp de cyanobactéries disparue : • <i>Phormidium</i> sp. (A0/-1)	☒
Cnidaires	
Une nouvelle espèce de cnidaires recensée : > pour les zoanthaires (1 espèce) : • <i>Palythoa tuberculosa</i> (A2). 2 espèces de cnidaires disparues : > pour les alcyonaires (-1 espèce) : • <i>Nephthea</i> sp. (A0/-1) ; > pour les hydrozoaires (-1 espèce) : •Hydrozoaires ind. (A0/-2).	Une espèce de cnidaires augmente d'abondance : > pour les alcyonaires (1 espèce) : • <i>Sinularia</i> sp. (A2/+ 1).
Echinodermes	
Une nouvelle espèce d'échinodermes recensée : > pour les astéries (1 espèce) : • <i>Fromia indica</i> (A1). 2 espèces d'échinodermes disparues : > pour les échinides (-1 sp) : • <i>Echinometrix diadema</i> (A0/-1) ; > pour les holothurides (-1 sp) : • <i>Holothuria flavomaculata</i> (A0/-2)	☒
Mollusques	
4 nouvelles espèces de mollusques recensées : > pour les bivalves (1 espèce) : • <i>Saccostrea</i> sp. (A2) ; > pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Lambis truncata</i> (A1) ; > pour les nudibranches (2 sp) : • <i>Cheilidonura inornata</i> (A1) • <i>Chromodoris leopardus</i> (A1). Une espèce de mollusques disparue : > pour les gastéropodes (-1 espèce) : • <i>Lambis lambis</i> (A0/-1).	Une espèce de mollusques augmente d'abondance : > pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Latirolagena smaragdula</i> (A2/+ 1). Une espèce de mollusques diminue d'abondance : > pour les bivalves (1 espèce) : • <i>Pinna</i> sp. (A1/- 1).
Eponges	
☒	Une espèce d'éponges augmente d'abondance : • <i>Dactylia delicata</i> (A2/+ 1). Une espèce d'éponges diminue d'abondance : • <i>Hamigera strongylata</i> (A2/- 2).
Ascidies	
Une nouvelle espèce d'ascidies recensée : • <i>Polycarpa clavata</i> (A1).	Une espèce d'ascidies diminue d'abondance : • <i>Polycarpa nigricans</i> (A2/- 1).
Bryozoaires	
☒	☒

4.4.2.3 Benthos Transect 04 C

4.4.2.3.1 Les Scléractiniaires (ST04C)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST04C est composée de 31 espèces coralliennes dont 27 espèces de scléractiniaires, une espèce de millépore (branchu), 2 espèces de gorgones, une espèce d'antipathaire.

Les familles scléractiniaires (27 taxons au sein de 9 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (9 taxons), les Acroporidae (7 taxons), les Agariciidae (2 taxons), les Dendrophylliidae (2 taxons), les Fungiidae (2 taxons), les Mussidae (2 taxons), les Astrocoeniidae (1 taxon), les Merulinidae (1 taxon), les Oculinidae (1 taxon).

Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Caryophylliidae, des Pectiniidae, des Pocilloporidae, des Poritidae, des Siderastreidae, des Trachyphylliidae.

Il n'y a aucune espèce blanchie, ni de blanchissement visuel.

Tableau n°47 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST04C)

Evolution de la richesse spécifique des coraux*	Evolution de l'abondance	Blanchissement corallien
Nouvelle (s) espèce (s) recensée (s)	Augmentation d'abondance	Espèce (s) blanchie (s)



Aucune espèce.	Aucune	Aucune espèce blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
3 espèces : • <i>Cirripathes</i> sp. (A0/-2), • <i>Cycloseris</i> sp. (A0/-1), • <i>Fungia simplex</i> (A0/-1).	2 espèces : • <i>Acropora</i> (tabulaire) (A1/- 1), • <i>Tubastraea</i> sp. (A3/- 1).	> une seule espèce a réintégré toutes ses zooxanthelles : • <i>Tubastraea micrantha</i> (B- 2, øß) ; > aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître ni se réduire.

4.4.2.3.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST04C)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST04C est composée de :

- 22 espèces d'invertébrés dont 4 espèces de mollusques ; 3 espèces de cnidaires : alcyonaires (2 taxons), zoanthaires (1 taxon) ; 8 espèces d'échinodermes : astéries (3 taxons), échinides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon), holothurides (1 taxon), ophiurides (1 taxon) ; 7 espèces d'éponges.
- 1 espèce d'algue.
- Aucun taxon n'a été recensé dans le groupe des cyanobactéries, et des ascidies.

Tableau n°48 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST04C)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
Aucune nouvelle espèce d'algues recensée. Une sp d'algue disparue, l'algue brune : • <i>Lobophora variegata</i> (A0/-2)	Aucune espèce d'algues n'augmente. Aucune espèce d'algues ne diminue.
Cyanobactéries	
☒	☒
Cnidaires	
Une espèce de cnidaires disparue : > pour les hydrozoaires (-1 sp) : •Hydrozoaires ind. (A0/-2)	Une espèce de cnidaires diminue d'abondance : > pour les zoanthaires (1 sp) : • <i>Palythoa tuberculosa</i> (A1/-1)
Echinodermes	
Une nouvelle espèce d'échinodermes recensée : > pour les astéries (1 espèce) : • <i>Celerina heffernani</i> (A1). Une espèce d'échinodermes disparue : > pour les ophiurides (-1 sp) : • <i>Ophiomastix caryophyllata</i> (A0/-2)	Une espèce d'échinodermes augmente d'abondance : > pour les échinides (1 sp) : • <i>Diadema setosum</i> (A2/+ 1) Une espèce d'échinodermes diminue d'abondance : > pour les crinoïdes (1 espèce) : •Crinoïdes ind. (A4/- 1).
Mollusques	
Une nouvelle espèce de mollusques recensée : > pour les nudibranches (1 espèce) : • <i>Phyllidiella pustulosa</i> (A1).	☒
Eponges	
☒	3 espèces d'éponges diminuent d'abondance : • <i>Hamigera strongylata</i> (A2/- 1), •Spongiaires ind. (noire) (A2/- 1), • <i>Spheciospongia vagabunda</i> (A1/- 1).
Ascidies	
Une espèce d'ascidies disparue : • <i>Polycarpa cryptocarpa</i> (A0/-1).	☒
Bryozoaires	
☒	Une espèce de bryozoaires diminue d'abondance : • <i>Alcyonidium</i> sp. (A3/- 1).

4.4.3 Les poissons (ST04)

La liste des espèces observées⁸ sur les transects et les résultats bruts sont fournis dans le [tableau 49](#).

Tableau n°49 : Données sur les poissons (ST04)

Canal Woodin ST04		Transect			Transect			Transect			Station		
		A			B			C			Moyenne		
Fam	Espèces	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom
Aca	<i>Acanthurus nigricauda</i>	2	0,03	5,32				3	0,02	6,70	1,67	0,02	4,01
Aca	<i>Ctenochaetus cyanocheilus</i>	4	0,05	5,83							1,33	0,02	1,94
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>				4	0,05	1,73				1,33	0,02	0,58
Aca	<i>Zebrasoma scopas</i>	5	0,06	1,25	5	0,06	0,64				3,33	0,04	0,63
Aca	<i>Zebrasoma veliferum</i>	2	0,03	0,86	1	0,01	0,69				1,00	0,01	0,52
Ble	<i>Ecsenius bicolor</i>				2	0,03	0,01				0,67	0,01	0,00
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>				2	0,03	0,01				0,67	0,01	0,00
Cae	<i>Caesio cuning</i>							100	0,42	53,33	33,33	0,14	17,78
Cae	<i>Caesio pisang</i>							15	0,06	1,73	5,00	0,02	0,58
Cha	<i>Chaetodon baronessa</i>				2	0,03	0,26				0,67	0,01	0,09
Cha	<i>Chaetodon bennetti</i>				2	0,03	0,26				0,67	0,01	0,09
Cha	<i>Chaetodon flavirostris</i>				5	0,06	1,25				1,67	0,02	0,42
Cha	<i>Chaetodon lineolatus</i>				2	0,03	2,46				0,67	0,01	0,82
Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	8	0,10	0,69	4	0,03	0,14				4,00	0,04	0,28
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	5	0,06	0,64	5	0,04	0,18				3,33	0,03	0,27
Cha	<i>Chaetodon speculum</i>				3	0,04	0,38				1,00	0,01	0,13
Cha	<i>Chaetodon ulietensis</i>				2	0,03	0,17				0,67	0,01	0,06
Cha	<i>Chaetodon unimaculatus</i>				4	0,05	0,34				1,33	0,02	0,11
Cha	<i>Heniochus acuminatus</i>				2	0,03	1,37	3	0,04	1,65	1,67	0,02	1,01
Epi	<i>Anyperodon leucogrammicus</i>				1	0,01	2,00				0,33	0,00	0,67
Epi	<i>Epinephelus maculatus</i>							1	0,01	5,40	0,33	0,00	1,80
Epi	<i>Epinephelus merra</i>	2	0,03	1,69	3	0,04	2,53				1,67	0,02	1,41
Epi	<i>Epinephelus ongus</i>				1	0,01	0,84				0,33	0,00	0,28
Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>							1	0,01	9,14	0,33	0,00	3,05
Lab	<i>Cheilinus chlorourus</i>				2	0,03	4,00	3	0,03	1,04	1,67	0,02	1,68
Lab	<i>Choerodon fasciatus</i>							1	0,01	1,33	0,33	0,00	0,44
Lab	<i>Coris aygula</i>				2	0,02	14,29				0,67	0,01	4,76
Lab	<i>Gomphosus varius</i>	1	0,01	0,43							0,33	0,00	0,14
Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>	6	0,08	0,32	2	0,03	0,11				2,67	0,03	0,14
Lab	<i>Thalassoma hardwicke</i>	10	0,13	2,50							3,33	0,04	0,83
Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	10	0,13	2,50	5	0,06	0,64				5,00	0,06	1,05
Lab	<i>Thalassoma lutescens</i>	10	0,13	2,50							3,33	0,04	0,83
Lut	<i>Aprion virescens</i>							5	0,02	11,25	1,67	0,01	3,75
Mul	<i>Parupeneus barberinus</i>	2	0,03	7,81							0,67	0,01	2,60
Mul	<i>Parupeneus indicus</i>	4	0,05	27,00	3	0,04	3,68				2,33	0,03	10,23
Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>	10	0,13	8,44	10	0,13	3,33				6,67	0,08	3,92
Poc	<i>Centropyge bicolor</i>	4	0,05	0,22							1,33	0,02	0,07
Poc	<i>Centropyge bispinosa</i>	4	0,05	0,22							1,33	0,02	0,07
Poc	<i>Centropyge flavissima</i>	2	0,03	0,11							0,67	0,01	0,04
Poc	<i>Centropyge tibicen</i>	4	0,05	0,22							1,33	0,02	0,07
Poc	<i>Pygoplites diacanthus</i>				1	0,01	0,43				0,33	0,00	0,14

⁸ Données par rapport à la liste restreinte du cahier des charges, cf. [annexe 01](#).

Pom	<i>Abudefduf septemfasciatus</i>	15	0,19	1,92						5,00	0,06	0,64	
Pom	<i>Abudefduf sexfasciatus</i>	25	0,31	3,20						8,33	0,10	1,07	
Pom	<i>Abudefduf whitleyi</i>	25	0,31	3,20	10	0,13	1,28			11,67	0,15	1,49	
Pom	<i>Amphiprion clarkii</i>	4	0,05	0,51						1,33	0,02	0,17	
Pom	<i>Chromis fumea</i>	25	0,31	1,35						8,33	0,10	0,45	
Pom	<i>Chromis viridis</i>	100	1,25	5,40						33,33	0,42	1,80	
Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>	10	0,13	0,16	10	0,13	0,07			6,67	0,08	0,08	
Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>				10	0,13	0,07			3,33	0,04	0,02	
Pom	<i>Dascyllus aruanus</i>	15	0,19	0,47	25	0,31	0,17	20	0,25	0,14	20,00	0,25	0,26
Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>	30	0,38	0,94	50	0,63	0,34	30	0,38	0,20	36,67	0,46	0,49
Pom	<i>Dascyllus trimaculatus</i>				10	0,13	0,31	25	0,31	0,17	11,67	0,15	0,16
Pom	<i>Neopomacentrus azysron</i>	5	0,06	0,16							1,67	0,02	0,05
Pom	<i>Pomacentrus aurifrons</i>	100	1,25	3,13	25	0,31	0,78				41,67	0,52	1,30
Pom	<i>Pomacentrus coelestis</i>				4	0,05	0,13				1,33	0,02	0,04
Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>	15	0,19	0,81				10	0,13	0,07	8,33	0,10	0,29
Pse	<i>Pictichromis coralensis</i>							1	0,01	0,00	0,33	0,00	0,00
Sca	<i>Chlorurus microrhinos</i>							2	0,02	14,29	0,67	0,01	4,76
Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>				4	0,03	1,15				1,33	0,01	0,38
Sca	<i>Hipposcarus longiceps</i>							5	0,05	27,00	1,67	0,02	9,00
Sca	<i>Scarus flavipectoralis</i>	8	0,10	11,66							2,67	0,03	3,89
Sca	<i>Scarus niger</i>	1	0,01	2,66	2	0,03	4,63	1	0,01	5,49	1,33	0,02	4,26
Scr	<i>Pterois radiata</i>							1	0,01	0,43	0,33	0,00	0,14
Sig	<i>Siganus corallinus</i>	2	0,03	2,46							0,67	0,01	0,82
Sig	<i>Siganus doliatus</i>	3	0,04	3,68							1,00	0,01	1,23
Sig	<i>Siganus fuscescens</i>							10	0,08	13,33	3,33	0,03	4,44
Sig	<i>Siganus vulpinus</i>	5	0,06	4,22							1,67	0,02	1,41
Zan	<i>Zanclus cornutus</i>							2	0,02	6,25	0,67	0,01	2,08
Total		483	6,04	114,5	225	2,75	50,7	239	1,88	158,9	315,7	3,56	108,0
Biodiversité		37			35			20			68		
Indice de Shannon =		4,725											
Equitabilité =		0,776											

Sur l'ensemble des transects de la station, 947 individus appartenant à 68 espèces différentes ont pu être observés. Ils représentent une densité de 3.56 poissons/m² pour une biomasse de 108 g/m².

117 espèces complémentaires (e.g. hors des transects et hors liste restreinte [en rouge]) ont été observées sur la station (cf. [tableau 50](#)).

Tableau n°50 : Liste des espèces complémentaires (ST04)

Fam	Espèces	Fam	Espèces	Fam	Espèces
Aca	<i>Acanthurus blochii</i>	Hae	<i>Plectorhinchus lessonii</i>	Pom	<i>Amblyglyphidodon aureus</i>
Aca	<i>Acanthurus dussumieri</i>	Lab	<i>Anampses caeruleopunctatus</i>	Pom	<i>Amblyglyphidodon curacao</i>
Aca	<i>Acanthurus nigricauda</i>	Lab	<i>Cheilinus chlorourus</i>	Pom	<i>Amblyglyphidodon leucogaster</i>
Aca	<i>Ctenochaetus cyanocheilus</i>	Lab	<i>Cheilinus trilobatus</i>	Pom	<i>Amblyglyphidodon orbicularis</i>
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	Lab	<i>Choerodon fasciatus</i>	Pom	<i>Amphiprion clarkii</i>
Aca	<i>Naso annulatus</i>	Lab	<i>Choerodon graphicus</i>	Pom	<i>Chromis fumea</i>
Aca	<i>Naso lopezi</i>	Lab	<i>Coris aygula</i>	Pom	<i>Chromis viridis</i>
Aca	<i>Zebrasoma scopas</i>	Lab	<i>Coris batuensis</i>	Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>
Aca	<i>Zebrasoma veliferum</i>	Lab	<i>Epibulus insidiator</i>	Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>
Bal	<i>Sufflamen fraenatus</i>	Lab	<i>Gomphosus varius</i>	Pom	<i>Dascyllus aruanus</i>
Ble	<i>Ecsenius bicolor</i>	Lab	<i>Halichoeres prosopoeion</i>	Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>



Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	Lab	<i>Hemigymnus fasciatus</i>	Pom	<i>Dascyllus trimaculatus</i>
Cae	<i>Caesio cuning</i>	Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>	Pom	<i>Neoglyphidodon melas</i>
Cae	<i>Caesio pisang</i>	Lab	<i>Labropsis australis</i>	Pom	<i>Neoglyphidodon nigroris</i>
Cae	<i>Pterocaesio digramma</i>	Lab	<i>Thalassoma hardwicke</i>	Pom	<i>Neopomacentrus azysron</i>
Car	<i>Megalapsis cordila</i>	Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	Pom	<i>Plectroglyphidodon dickii</i>
Cha	<i>Chaetodon auriga</i>	Lab	<i>Thalassoma lutescens</i>	Pom	<i>Pomacentrus aurifrons</i>
Cha	<i>Chaetodon baronessa</i>	Lab	<i>Thalassoma nigrofasciatum</i>	Pom	<i>Pomacentrus coelestis</i>
Cha	<i>Chaetodon bennetti</i>	Let	<i>Lethrinus nebulosus</i>	Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>
Cha	<i>Chaetodon ephippium</i>	Lut	<i>Aprion virescens</i>	Pom	<i>Pomacentrus nagasakiensis</i>
Cha	<i>Chaetodon flavirostris</i>	Lut	<i>Lutjanus bohar</i>	Pom	<i>Pomacentrus simsiang</i>
Cha	<i>Chaetodon lineolatus</i>	Lut	<i>Lutjanus fulvus</i>	Pom	<i>Stegastes aureus</i>
Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	Lut	<i>Lutjanus quinquelineatus</i>	Pri	<i>Priacanthus hamrur</i>
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	Mul	<i>Parupeneus barberinus</i>	Pse	<i>Pictichromis coralensis</i>
Cha	<i>Chaetodon speculum</i>	Mul	<i>Parupeneus indicus</i>	Sca	<i>Chlorurus microrhinos</i>
Cha	<i>Chaetodon ulietensis</i>	Mul	<i>Parupeneus spilurus</i>	Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>
Cha	<i>Chaetodon unimaculatus</i>	Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>	Sca	<i>Hipposcarus longiceps</i>
Cha	<i>Chaetodon vagabundus</i>	Poc	<i>Centropyge bicolor</i>	Sca	<i>Scarus flavipectoralis</i>
Cha	<i>Coradion altivelis</i>	Poc	<i>Centropyge bispinosa</i>	Sca	<i>Scarus ghobban</i>
Cha	<i>Heniochus acuminatus</i>	Poc	<i>Centropyge flavissima</i>	Sca	<i>Scarus niger</i>
Epi	<i>Anyperodon leucogrammicus</i>	Poc	<i>Centropyge tibicen</i>	Sco	<i>Euthynnus affinis</i>
Epi	<i>Cephalopholis boenak</i>	Poc	<i>Pomacanthus imperator</i>	Scr	<i>Pterois radiata</i>
Epi	<i>Epinephelus cyanopodus</i>	Poc	<i>Pomacanthus semicirculatus</i>	Sig	<i>Siganus corallinus</i>
Epi	<i>Epinephelus Howlandi</i>	Poc	<i>Pomacanthus semicirculatus</i>	Sig	<i>Siganus doliatus</i>
Epi	<i>Epinephelus maculatus</i>	Poc	<i>Pomacanthus sexstriatus</i>	Sig	<i>Siganus fuscescens</i>
Epi	<i>Epinephelus merra</i>	Poc	<i>Pygoplites diacanthus</i>	Sig	<i>Siganus vulpinus</i>
Epi	<i>Epinephelus ongus</i>	Pom	<i>Abudefduf septemfasciatus</i>	Sph	<i>Sphyræna jello</i>
Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>	Pom	<i>Abudefduf sexfasciatus</i>	Syn	<i>Synodus variegatus</i>
Hae	<i>Plectorhinchus flavomaculatus</i>	Pom	<i>Abudefduf whitleyi</i>	Zan	<i>Zanclus cornutus</i>

Le nombre d'espèces pour chaque famille depuis 2007 est donné dans le [tableau 51](#) et spécifiquement pour cette campagne sur la [figure 31](#).

Tableau n°51 : *Nombre d'espèces par famille ichthyologique par mission (ST04)*

Familles	2007	2008	2009	2010 a	2010 b	2011 a	2011 b	2012 a	2012 b	2013 a	2013 b	2014 a	2014 b	2015 a	2015 b	2016 a	2016 b
Acanthuridae	2	3	3	6	2	5	5	5	4	3	4	5	4	5	4	8	5
Anthiinae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Blenniidae	1	0	1	2	2	2	1	2	2	0	0	1	2	2	2	2	2
Caesionidae	1	1	2	1	0	1	2	1	1	2	2	1	1	1	3	3	2
Canthigasteridae	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Carangidae	1	2	1	1	0	2	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
Chaetodontidae	6	5	2	12	3	10	6	9	7	8	10	13	10	13	10	12	10
Epinephelinae	4	4	1	6	2	5	4	4	4	2	4	3	4	6	5	7	5
Haemulidae	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	1	0
Labridae	4	4	4	6	3	8	4	6	7	7	6	7	6	8	9	9	8
Lethrinidae	0	1	0	1	1	4	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0
Lutjanidae	2	4	0	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	5	6	1	1



Mullidae	1	0	1	1	0	2	1	2	1	2	2	1	1	3	2	3	2
Nemipteridae	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
Pomacanthidae	5	2	5	4	4	3	2	3	4	7	2	4	3	3	5	7	5
Pomacentridae	4	3	7	6	4	7	7	8	6	9	8	10	9	11	11	13	15
Pseudochromidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1
Scorpaenidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Scaridae	3	6	5	3	3	4	6	5	5	3	4	3	4	5	4	6	5
Siganidae	1	2	2	2	0	7	2	3	1	2	1	2	3	4	5	1	4
Zanclidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Total espèces	37	39	35	54	25	64	42	51	46	47	46	52	50	71	72	78	68
Total familles	15	14	13	16	10	16	13	14	15	12	13	13	14	16	17	18	16

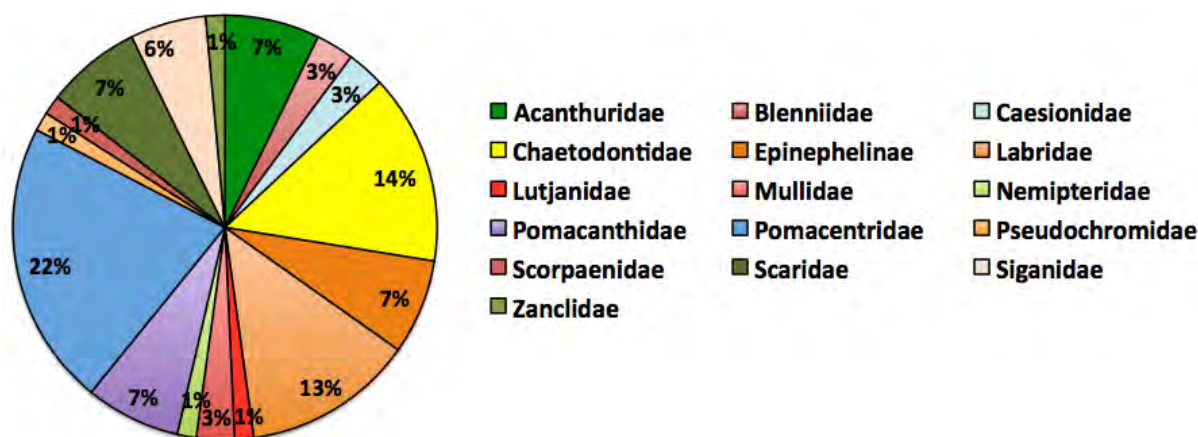


Figure n°31 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST04)

Si la comparaison du nombre d'espèces par famille entre les années 2007 – à cette campagne est effectuée (cf. [tableau 52](#)), sous l'angle de vue de ce critère toutes les campagnes sont similaires.

Tableau n°52 : Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille » depuis 2007 (ST04)

L'hypothèse nulle Ho :	Test	χ^2 obs	ddl	χ^2 à 0,95	nb de familles
« Les colonnes sont elles identiques ? »	χ^2	220	320	389	16/21

Le récapitulatif des résultats en terme de :

- d'abondance (nombre d'individus, transects/liste restreinte),
- de densité (en poisson/m², transects/liste restreinte),
- de biomasse (en g/m², transects/liste restreinte),
- de biodiversité 1 (espèces observées sur les transects et de la liste restreinte),
- de biodiversité 2 (espèces observées sur la station (transects + complémentaires) et de la liste restreinte),
- de biodiversité 3 (toutes les espèces observées sur la station (transects + complémentaires / liste non restreinte)),

pour toutes les campagnes depuis 2007 sont présentés dans le [tableau 53](#) et la [figure 32](#).

Tableau n°53 : *Synopsis des résultats et récapitulatif des années précédentes (ST04)*

Canal Woodin ST04		Liste DENV				Toutes espèces	
		Transect TLV				Station	Station
		Nb. ind.	Densité	Biom. g/m ²	Biodiv.1	Biodiv.2	Biodiv.3
2016 b	Transect A	483,00	6,04	114,47	37		
	Transect B	225,00	2,75	50,68	35		
	Transect C	239,00	1,88	158,94	20		
	Moy. ABC	315,67	3,56	108,03	68	96	117
2016 a	Moy. ABC	524,00	5,18	747,37	78	102	124
2015 b	Moy. ABC	586,67	4,64	609,65	72	90	120
2015 a	Moy. ABC	659,00	5,90	510,16	71	95	140
2014 b	Moy. ABC	177,67	2,21	392,32	50	75	115
2014 a	Moy. ABC	175,00	1,86	85,59	52	74	122
2013 b	Moy. ABC	134,57	1,32	97,56	46	72	92
2013 a	Moy. ABC	237,00	2,71	87,47	47	80	110
2012 b	Moy. ABC	99,00	1,09	105,52	46	64	90
2012 a	Moy. ABC	249,33	2,58	446,85	51	83	108
2011 b	Moy. ABC	95,33	0,95	65,36	42	68	88
2011 a	Moy. ABC	169,00	2,11	730,66	64	89	111
2010 b	Moy. ABC	81	0,84	38,60	25	70	92
2010 a	Moy. ABC	107,00	3,38	460,91	54	79	110
2009	Moy. ABC	45,00	4,07	456,26	35	55	81
2008	Moy. ABC	52,00	2,71	267,80	39	49	89
2007	Moy. ABC	95,00	5,45	408,31	37	40	54

L'écart relatif à la moyenne [$E_i = (X_i - X_m)/X_m$] pour ces paramètres biologiques peut alors être calculé : cf. [tableau 54](#) et représentation [figure 33](#).

Tableau n°54 : *Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST04)*

	Nb ind.	Densité	Biom.	Biodiv.1	Biodiv.2	Biodiv.3
Variance	36 269	3	58 325	217	287	418
Ecart type	190,44	1,62	241,51	14,75	16,96	20,46
Moyenne	223,69	2,97	330,50	51,94	75,35	103,71
Coef. de Var.	0,85	0,54	0,73	0,28	0,23	0,20

Commentaires :

- Le nombre d'espèces sur les transects revient à des valeurs habituelles.
- La biodiversité totale est encore au-dessus de la moyenne.
- Le nombre de familles sur les transects s'accroît des Scorpaenidae.
- L'ensemble Chaetodontidae, Pomacentridae et Labridae représentent 50% de la biodiversité.
- Les Pomacentridae (*Chromis viridis*, *Pomacentrus aurifrons* et *Abudefduf whitleyi*) sont toujours très bien représentés.

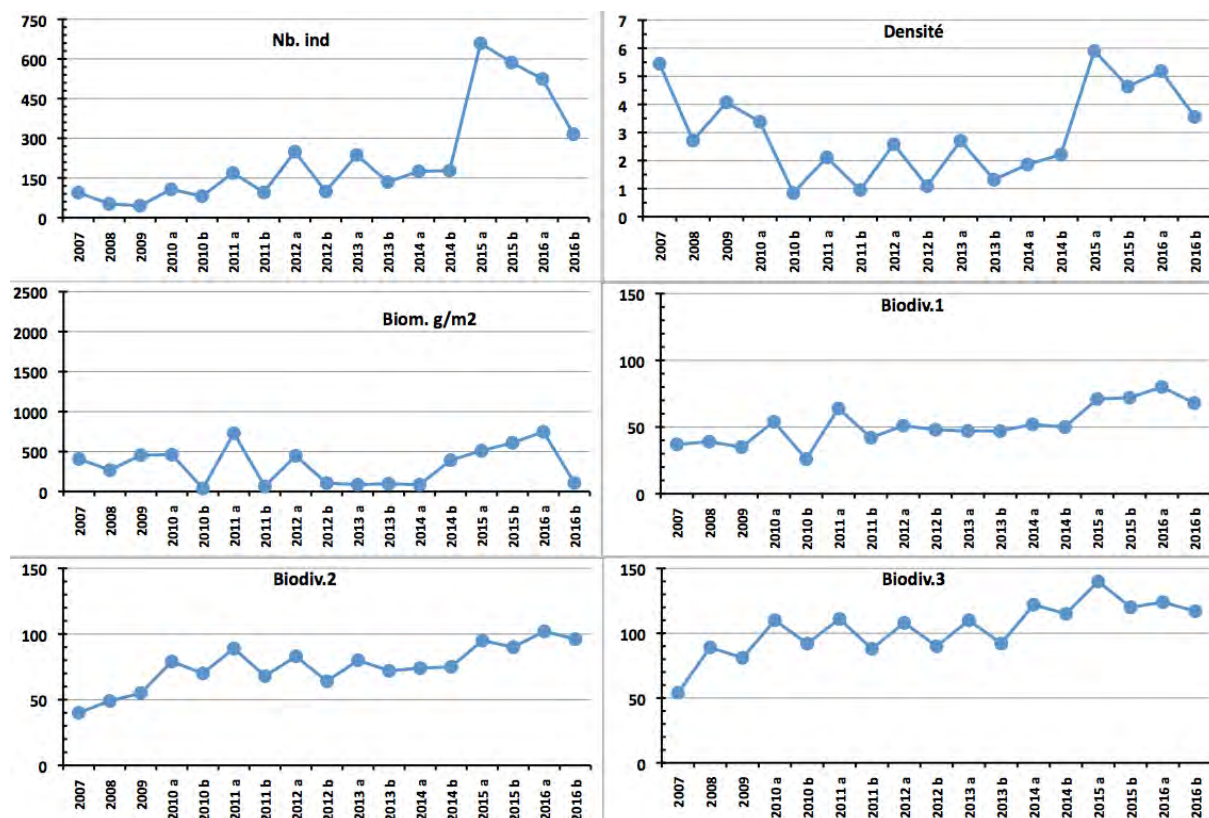


Figure n°32 : Evolution des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST04)

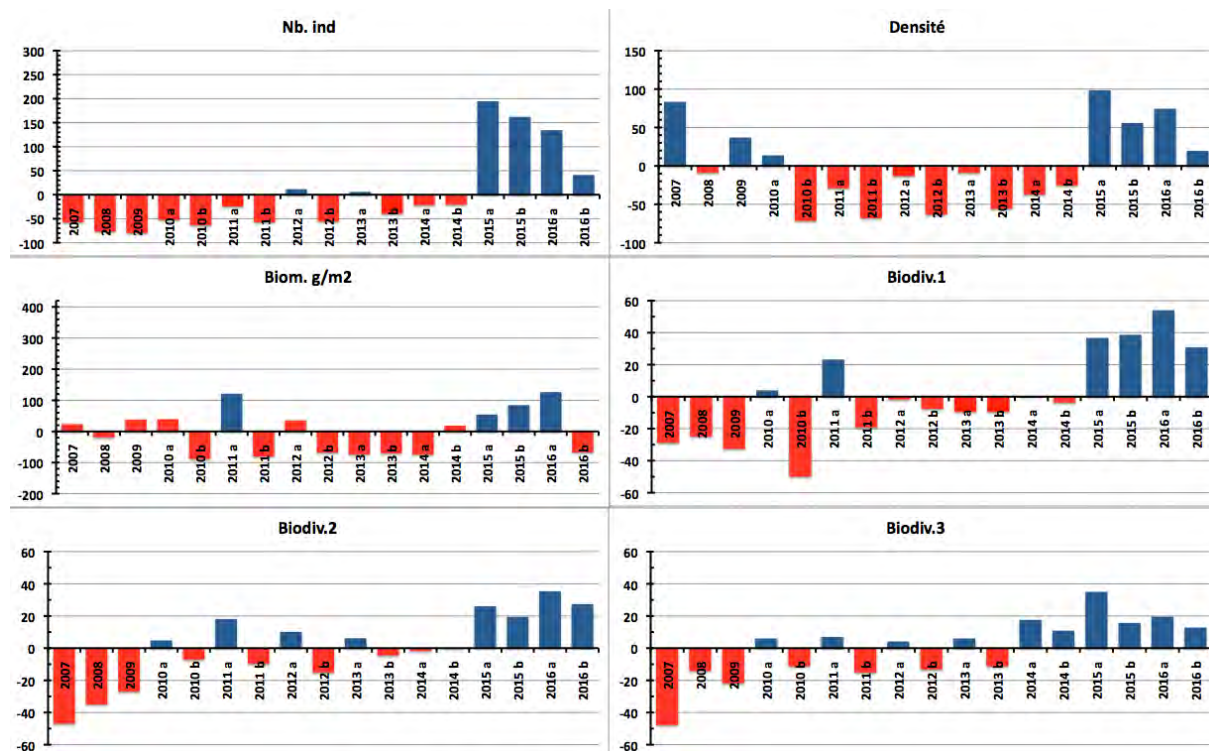


Figure n°33 : Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST04)



4.5 Station 05 = Récif Ioro

Localisation géographique	Façade nord-ouest du récif de Ioro, sous le vent, à environ 200 mètres dans le sud-ouest du feu signal de Ioro (photographie 16). Ce récif est ennoyé et soumis aux courants de marée et subit sur sa façade sud-est l'assaut des vagues dues aux alizés et à son exposition au large, alors que sa façade ouest est plus protégée.
Nombre transects	3 transects.
Description transects	Ils ont été positionnés perpendiculairement à la pente à 5, 10 et 20 mètres de profondeur et sont orientés du sud-ouest vers le nord-est.
	Le transect A est installé sur la zone sommitale du récif qui est constituée par du sable fin sur lequel sont disposés de nombreux débris, des grandes colonies massives de <i>Porites</i> et des massifs coralliens épars. Ces derniers sont recouverts principalement par des corallines et des colonies coralliennes de taille décimétrique. Des <i>Cliona</i> encroûtent quelques coraux massifs (taille métrique). Le transect B se caractérise par un recouvrement important de débris, de blocs coralliens et de colonies de <i>Porites</i> (taille métrique) sur du sable coquillé. Les massifs coralliens sont épars, encore en place mais peu colonisés. Le transect C se situe en bas de pente sédimentaire (substrat sableux).

Description générale

La façade nord-ouest du récif est composée par une pente sédimentaire détritique (sable, débris et blocs coralliens) inclinée à environ 35°.

Des massifs coralliens de forme massive se développent particulièrement de la surface jusqu'à mi-pente, laissant la place au fur et à mesure de la profondeur aux coraux branchus *Tubastrea micrantha* qui affectionnent les zones de courants.

Caractéristiques principales

- ↳ Originalité des peuplements coralliens adaptés à un milieu d'hydrodynamisme important (courant de marée et relativement protégé de la houle et du ressac)
- ↳ Présence en grand nombre de *Porites* massifs et branchus (diversité des Poritidae), *Millepora*, *Tubastraea micrantha* et d'une grande colonie pluri métrique de *Diploastrea heliophora*
- ↳ Mortalité corallienne (colonies en place) et nombreux débris
- ↳ Les spongiaires (*Cliona jullieni* et *C. orientalis*) sont relativement bien développées et colonisent les massifs coralliens vivants et les blocs coralliens
- ↳ Mobilité bathymétrique des échinodermes (astéries, holothuries, échinides) et des mollusques
- ↳ Présence occasionnelle d'*Acanthaster planci*

Variations entre avril et novembre 2016

Indicateur Corail :

- La biodiversité corallienne est importante et reste stable :

Octobre 2015 : 125 espèces coralliennes dont 117 espèces scléactiniaires

Avril 2016 : 125 espèces dont 117 espèces scléactiniaires

Novembre 2016 : 124 espèces dont 116 espèces scléactiniaires

- Le recouvrement corallien est de 23% au transect A, 24% en B et 0 % en C

- Le blanchissement a diminué du point de vue « spécifique » et « recouvrement » :

Octobre 2015 : Il n'y a aucune espèce blanchie

Avril 2016 : 3/107 espèces de scléactiniaires et 0.17% de la surface totale observée

Novembre 2016 : Il n'y a aucune espèce blanchie

- Lésions coralliennes : absence de la maladie de la bande blanche, les colonies d'*Acropora* tabulaires affectées sont mortes en place (A & B) et anomalie de croissance sur la grande colonie de *Diploastrea heliophora* (transect B)

- Perturbations mécaniques et sédimentaires : RAS pour cette mission

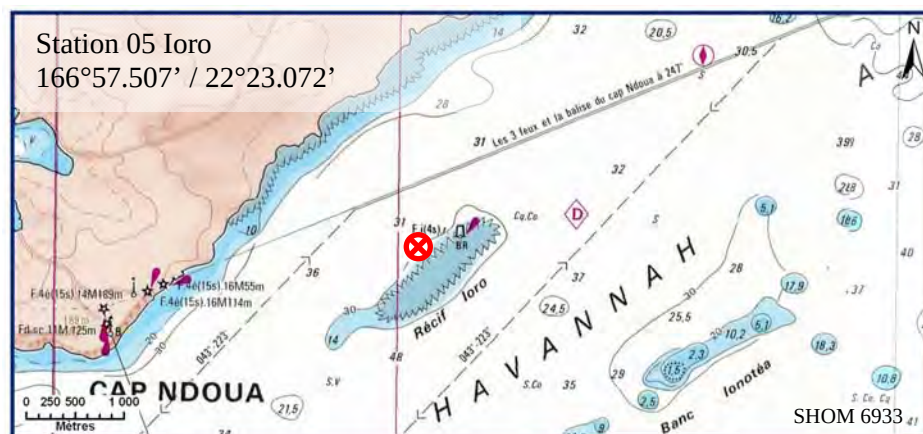


Autres indicateurs :

- Cyanobactéries : absentes (stabilité depuis les dernières missions)
- Le turf algal se développe modérément sur les débris et les colonies coralliennes mortes en place au fur et à mesure de leur dégradation.
- Algue brune *Lobophora* : le recouvrement reste stable en A (niveau2) et absent en B & C
- Algue rouge *Asparagopsis taxiformis* : absente
- *Cliona* (éponge) : recouvrement stable

Les corallivores :

- Absence d'*Acanthaster planci* et de *Culcita novaeguineae*
- Absence de *Drupella cornus*



Carte n°07 : Localisation de la station 05 (Ioro)

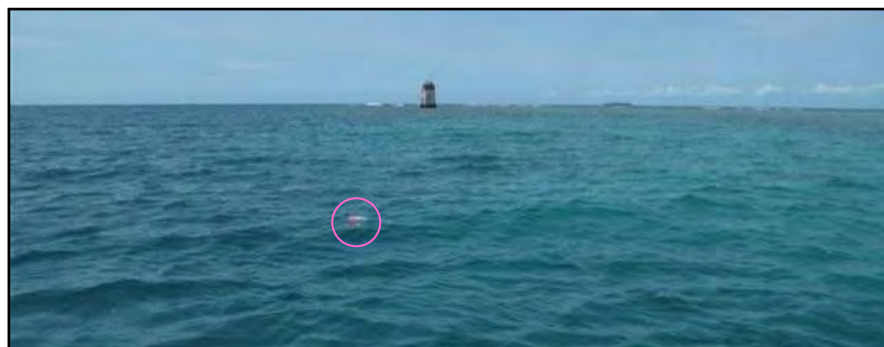
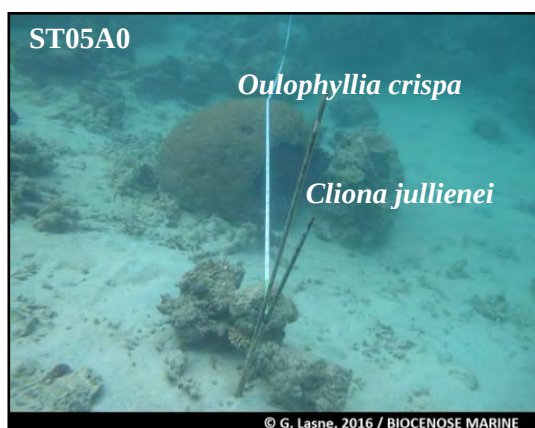
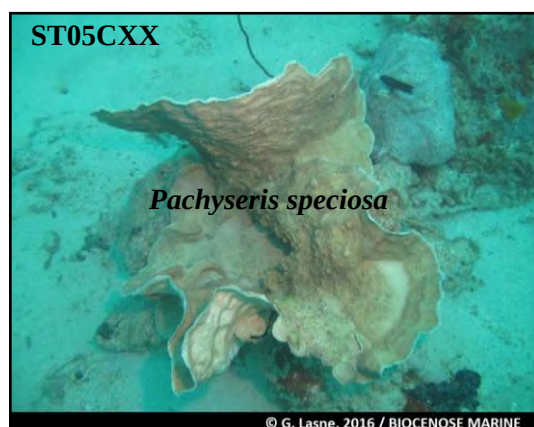
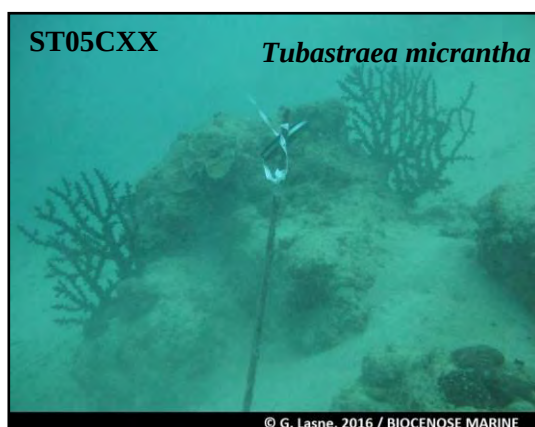
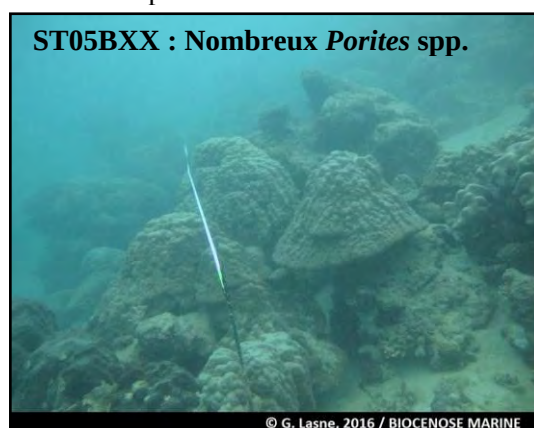


Photo n°16 : Position en surface par rapport au feu signal (ST05)



Les zones des transects ont été peu influencées par le blanchissement



Pente sédimentaire sableuse et quelques massifs coralliens métriques colonisés par colonies coralliennes décimétriques et par *Tubastraea micrantha*

Photo n°17 : Vue d'ensemble des transects (ST05)

4.5.1 Le substrat (ST05)

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la [figure 34](#) pour le transect A, dans la [figure 35](#) pour le transect B et dans la [figure 36](#) pour le transect C.

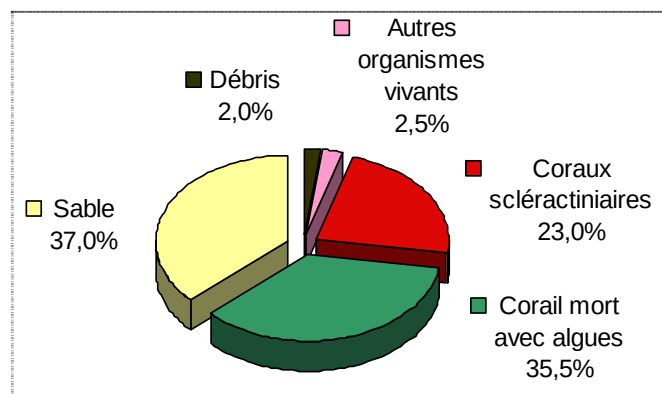


Figure n°34 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST05A

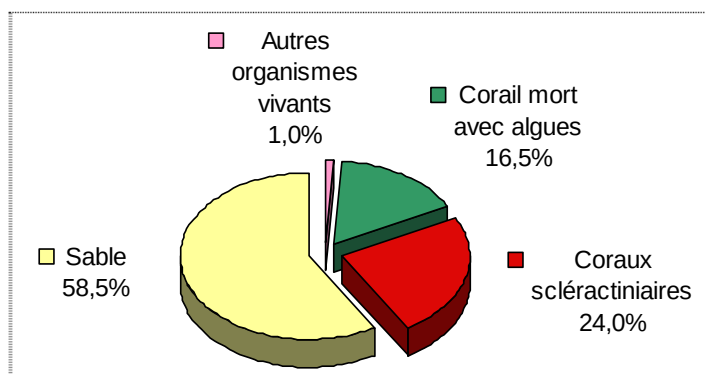


Figure n°35 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST05B

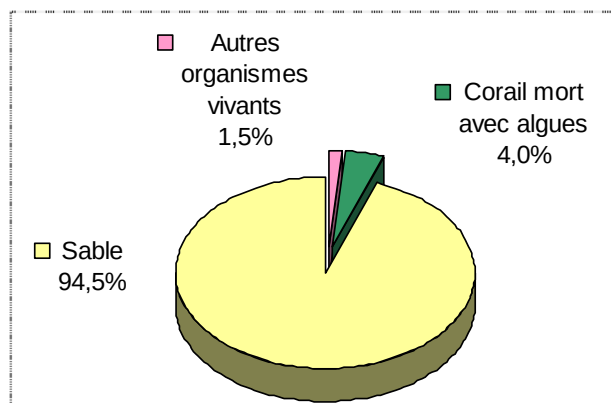


Figure n°36 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST05C

Le substrat est majoritairement abiotique à cette station, avec une proportion de sable qui augmente avec la profondeur (37%, 58.5% puis 94,5%).

Les coraux scléractiniaires ne sont correctement représentés que sur les deux premiers transects (respectivement 23% et 24%, contre que 0% au transect C).

Le transect C est remarquable par sa quasi absence de vie : il est positionné au-dessus du sable et croise seulement un massif corallien mort (avec turf algal) sur sa fin. Même si à cet étage le substrat est peu colonisé, ce transect n'est cependant pas représentatif de cette zone, où de très beaux *Tubastrea micrantha* peuvent notamment être observés.

A noter : **absence des cyanobactéries et des coraux blancs pour cette mission aux 3 transects.**

Globalement cette station est stable.

4.5.2 Le benthos (ST05)

La liste des taxons cibles (cf. § 3.2.3) échantillonnés sur cette station et la liste complète des résultats bruts sont données en [annexe 05](#).

En novembre 2016, la richesse spécifique de la station Ioro (ST05) est composée de :

- **124 espèces coralliennes** (dont 116 espèces de scléractiniaires, 2 espèces de millépores (branchu et encroûtant), 3 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires, une espèce de stolonifère).
Les familles scléractiniaires (116 taxons au sein de 14 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (35 taxons), les Acroporidae (20 taxons), les Poritidae (9 taxons), les Agariciidae (7 taxons), les Fungiidae (7 taxons), les Dendrophylliidae (6 taxons), les Mussidae (6 taxons), les Pectiniidae (6 taxons), les Siderastreidae (6 taxons), les Merulinidae (5 taxons), les Pocilloporidae (5 taxons), les Oculinidae (2 taxons), les Astrocoeniidae (1 taxon), les Caryophylliidae (1 taxon).
Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Trachyphylliidae.
Il n'y a aucune espèce blanchie, ni de blanchissement visuel.
- **57 espèces d'invertébrés** dont 21 espèces de mollusques ; 7 espèces de cnidaires : alcyonaires (3 taxons), actiniaires (2 taxons), zoanthaires (2 taxons) ; 18 espèces d'échinodermes : holothurides (7 taxons), astéries (4 taxons), échinides (4 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 6 espèces d'éponges ; 5 espèces d'ascidies.
- **6 espèces de macrophytes** : algues vertes (3 taxons), algues brunes (2 taxons), algues rouges (1 taxon).
- **Aucun taxon n'a été recensé dans le groupe des cyanobactéries.**

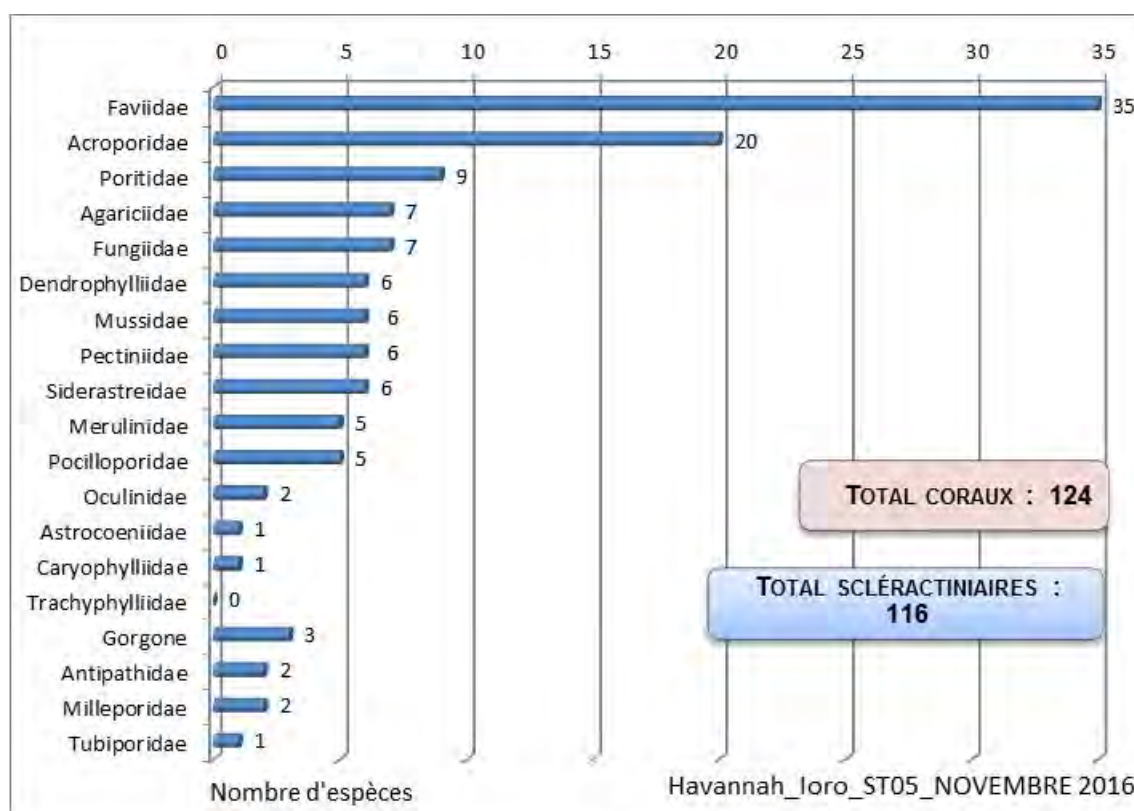


Figure n°37 : Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST05)

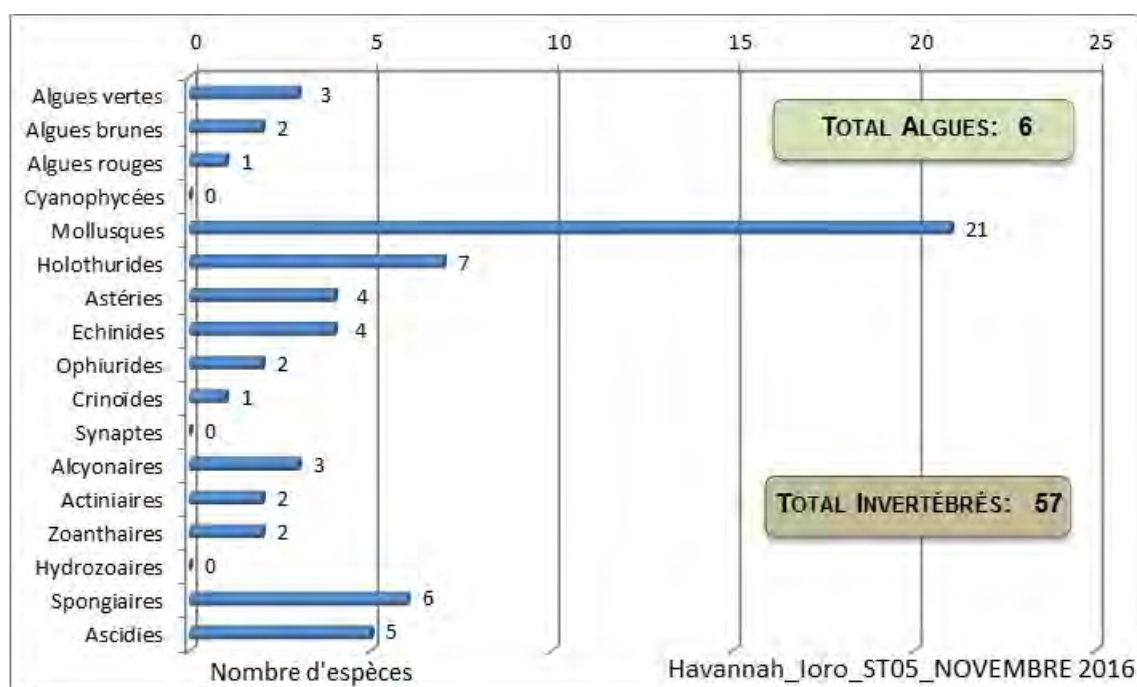


Figure n°38 : Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST05)

4.5.2.1 Benthos Transect 05 A

4.5.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST05A)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST05A est composée de 102 espèces coralliennes dont 97 espèces de scléractiniaires, 2 espèces de millépores (branchu et encroûtant), 3 espèces de gorgones.

Les familles scléractiniaires (97 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (28 taxons), les Acroporidae (18 taxons), les Fungiidae (7 taxons), les Poritidae (7 taxons), les Agariciidae (6 taxons), les Dendrophylliidae (6 taxons), les Merulinidae (5 taxons), les Mussidae (5 taxons), les Pocilloporidae (5 taxons), les Siderastreidae (5 taxons), les Pectiniidae (3 taxons), les Astrocoeniidae (1 taxon), les Oculinidae (1 taxon).

Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Caryophylliidae, des Trachyphylliidae.

Il n'y a aucune espèce blanchie, ni de blanchissement visuel.

Tableau n°55 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST05A)

Evolution de la richesse spécifique des coraux*	Evolution de l'abondance	Blanchissement corallien
Nouvelle (s) espèce (s) recensée (s)	Augmentation d'abondance	Espèce (s) blanchie (s)
6 espèces : • <i>Acropora florida</i> (A1), • <i>Montipora</i> (branchu) (A2), • <i>Leptoseris explanata</i> (A1), • <i>Tubastraea micrantha</i> (A1), • <i>Leptastrea transversa</i> (A2), • <i>Psammocora nierstraszi</i> (A1).	8 espèces : • <i>Favia</i> spp. (4spp., A3/+ 1), • <i>Cycloseris</i> sp. (A2/+ 1), • <i>Fungia simplex</i> (A2/+ 1), • <i>Lobophyllia pachysepta</i> (A2/+ 1), • <i>Seriatopora caliendrum</i> (A2/+ 1).	Aucune espèce blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
5 espèces : • <i>Cirripathes</i> sp. (A0/-1), • <i>Montipora danae</i> (A0/-2), • <i>Montipora</i> spp. (3spp./-1spp.A4/-1), • <i>Favites</i> spp. (2spp./-1spp.A2/-0), • <i>Fungia</i> spp. (2spp./-1spp.A2/-1)	8 espèces : • <i>Millepora</i> (branchu) (A2/- 1), • <i>Montipora</i> spp. (3spp., A4/- 1), • <i>Fungia</i> spp. (2spp., A2/- 1), • <i>Polyphyllia talpina</i> (A1/- 1), • <i>Pocillopora damicornis</i> (A2/- 1).	> toutes les espèces (3 taxons) ont réintégré leurs zooxanthelles : • <i>Acropora</i> spp. (tabulaire) (-1spp.B*) (B- 1, øß), • <i>Isopora palifera</i> (B- 1, øß), • <i>Platygyra sinensis</i> (B- 1, øß) ; > aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître ni se réduire.

4.5.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST05A)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST05A est composée de :

- 40 espèces d'invertébrés dont 15 espèces de mollusques ; 2 espèces de cnidaires : actiniaires (1 taxon), zoanthaires (1 taxon) ; 15 espèces d'échinodermes : holothurides (5 taxons), échinides (4 taxons), astéries (3 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 5 espèces d'éponges ; 3 espèces d'ascidies.
- 6 espèces de macrophytes : algues vertes (3 taxons), algues brunes (2 taxons), algues rouges (1 taxon).
- Aucun taxon n'a été recensé dans le groupe des cyanobactéries.

Tableau n°56 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST05A)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
2 nouvelles espèces d'algues recensées, dont l'algue brune : • <i>Turbinaria ornata</i> (A2) ; et l'algue verte : • <i>Halimeda</i> sp. (2spp./+1spp.) (A2) ; Une espèce d'algue disparue, l'algue brune : • <i>Dictyota</i> sp. (A0/-2).	Aucune espèce d'algues n'augmente. Aucune espèce d'algues ne diminue.
Cyanobactéries	
☒	☒
Cnidaires	
☒	☒
Echinodermes	
3 nouvelles espèces d'échinodermes recensées : > pour les holothurides (3 espèces) : • <i>Bohadschia argus</i> (A2), • <i>Holothuria atra</i> (A2), • <i>Thelenota ananas</i> (A1).	2 espèces d'échinodermes diminuent d'abondance : > pour les astéries (2 espèces) : • <i>Fromia indica</i> (A1/- 1), • <i>Nardoa gomophia</i> (A1/- 1).
Mollusques	
Une nouvelle espèce de mollusques recensée : > pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Lambis truncata</i> (A1). 3 espèces de mollusques disparues : > pour les gastéropodes (-2 sp) : • <i>Lambis lambis</i> (A0/-1), • <i>Lambis scorpis</i> (A0/-1) > pour les nudibranches (-1 espèce) : • <i>Risbecia tryoni</i> (A0/-2).	2 espèces de mollusques diminuent d'abondance : > pour les bivalves (1 sp) : • <i>Tridacna squamosa</i> (A1/- 1) > pour les gastéropodes (1 sp) : • <i>Turbo setosus</i> (A1/- 1).
Eponges	
Une nouvelle espèce d'éponges recensée : • <i>Clathria rugosa</i> (A2). Une espèce d'éponges disparue : •Spongiaires ind. (orange) (A0/-2).	☒
Ascidies	
☒	Une espèce d'ascidies augmente d'abondance : • <i>Polycarpa nigricans</i> (A3/+ 1).
Bryozoaires	
☒	☒

4.5.2.2 Benthos Transect 05 B

4.5.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST05B)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST05B est composée de 85 espèces coralliennes dont 80 espèces de scléractiniaires, 2 espèces de millépores (branchu et encroûtant), 2 espèces de gorgones, une espèce d'antipathaire.

Les familles scléractiniaires (80 taxons au sein de 14 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (20 taxons), les Acroporidae (14 taxons), les Poritidae (9 taxons), les Dendrophylliidae (6 taxons), les Agariciidae (5 taxons), les Fungiidae (5 taxons), les Mussidae (4 taxons), les



Pocilloporidae (4 taxons), les Siderastreidae (4 taxons), les Merulinidae (3 taxons), les Pectiniidae (3 taxons), les Astrocoeniidae (1 taxon), les Caryophylliidae (1 taxon), les Oculinidae (1 taxon).

Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Trachyphylliidae.

Il n'y a aucune espèce blanchie, ni de blanchissement visuel.

Tableau n°57 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST05B)

Evolution de la richesse spécifique des coraux*	Evolution de l'abondance	Blanchissement corallien
Nouvelle (s) espèce (s) recensée (s)	Augmentation d'abondance	Espèce (s) blanchie (s)
2 espèces : • <i>Fungia simplex</i> (A1), • <i>Alveopora spongiosa</i> (A1).	7 espèces : • <i>Astreopora gracilis</i> (A2/+ 1), • <i>Cyphastrea japonica</i> (A3/+ 1), • <i>Echinopora gemmacea</i> (A2/+ 1), • <i>Leptastrea</i> sp. (A2/+ 1), • <i>Polyphyllia talpina</i> (A2/+ 1), • <i>Sandalolitha robusta</i> (A2/+ 1), • <i>Hydnophora exesa</i> (A2/+ 1)	Aucune espèce blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
3 espèces : • <i>Turbinaria heronensis</i> (A0/-1), • <i>Fungia</i> spp. (2spp./-1spp.A2/-0), • <i>Merulina scabricula</i> (A0/-1)	5 espèces : • <i>Gorgone</i> ind.sp. (A1/- 1), • <i>Montipora</i> spp. (3spp., A3/- 1), • <i>Montipora undata</i> (A1/-1)	Pas d'espèce précédemment blanchie.

4.5.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST05B)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST05B est composée de :

- 42 espèces d'invertébrés dont 13 espèces de mollusques ; 6 espèces de cnidaires : alcyonaires (3 taxons), zoanthaires (2 taxons), actiniaires (1 taxon) ; 12 espèces d'échinodermes : holothurides (4 taxons), échinides (3 taxons), astéries (2 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 6 espèces d'éponges ; 5 espèces d'ascidies.
- 2 espèces de macrophytes : algues vertes (2 taxons).
- Aucun taxon n'a été recensé dans le groupe des cyanobactéries.

Tableau n°58 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST05B)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
Une nouvelle espèce d'algue recensée, l'algue verte : • <i>Ventricaria ventricosa</i> (A2) ; Une espèce d'algue disparue, l'algue brune : • <i>Dictyota</i> sp. (A0/-2).	Aucune espèce d'algues n'augmente. Aucune espèce d'algues ne diminue.
Cyanobactéries	
☒	☒
Cnidaires	
3 nouvelles espèces de cnidaires recensées : > pour les alcyonaires (1 espèce) : • <i>Sarcophyton</i> sp. (A1) ; > pour les actiniaires (1 espèce) : • <i>Discosoma</i> sp. (A2) ; > pour les zoanthaires (1 espèce) : • <i>Zoanthidae</i> ind.sp. (A2).	☒
Echinodermes	
5 nouvelles espèces d'échinodermes recensées : > pour les astéries (1 espèce) : • <i>Linckia multifora</i> (A1) ; > pour les holothurides (3 espèces) : • <i>Actinopyga palauensis</i> (A1), • <i>Holothuria fuscopunctata</i> (A1), • <i>Thelenota anax</i> (A1) ; > pour les ophiurides (1 espèce) : • <i>Ophiomastix caryophyllata</i> (A1). Une espèce d'échinodermes disparue : > pour les échinides (-1 espèce) : • <i>Diadema savignyi</i> (A0/-1).	2 espèces d'échinodermes augmentent d'abondance : > pour les échinides (2 espèces) : • <i>Diadema setosum</i> (A2/+ 1), • <i>Echinometra mathaei</i> (A2/+ 1).
Mollusques	

5 nouvelles espèces de mollusques recensées :	
> pour les gastéropodes (3 espèces) : • <i>Conus textile</i> (A1), • <i>Latirolagena smaragdula</i> (A2), • <i>Lambis scorpius</i> (A1) ;	2 espèces de mollusques diminuent d'abondance :
> pour les nudibranches (2 espèces) : • <i>Cheilidonura inornata</i> (A1), • <i>Phyllidiella pustulosa</i> (A1).	> pour les bivalves (1 espèce) :
Une espèce de mollusques disparue :	• <i>Septifer bilocularis</i> (A3/- 1) ;
> pour les nudibranches (-1 espèce) : • <i>Halgerda</i> sp. (A0/-1).	> pour les gastéropodes (1 espèce) :
	• <i>Astraea rhodostoma</i> (A1/- 1).
Eponges	
Une espèce d'éponges disparue : •Spongiaires ind. (orange) (A0/-2).	☒
Ascidies	
2 nouvelles espèces d'ascidies recensées :	Une espèce d'ascidies diminue d'abondance :
• <i>Polycarpa clavata</i> (A1), • <i>Polycarpa</i> sp1. (blanche) (A1).	• <i>Polycarpa cryptocarpa</i> (A1/- 1).
Bryozoaires	
☒	☒

4.5.2.3 Benthos Transect 05 C

4.5.2.3.1 Les Scléractiniaires (ST05C)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST05C est composée de 53 espèces coralliennes dont 47 espèces de scléractiniaires, 3 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires, une espèce de stolonifère. Les familles scléractiniaires (47 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (16 taxons), les Acroporidae (6 taxons), les Mussidae (5 taxons), les Agariciidae (4 taxons), les Pectiniidae (3 taxons), les Poritidae (3 taxons), les Dendrophylliidae (2 taxons), les Oculinidae (2 taxons), les Siderastreidae (2 taxons), les Astrocoeniidae (1 taxon), les Caryophylliidae (1 taxon), les Fungiidae (1 taxon), les Pocilloporidae (1 taxon).

Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Merulinidae, des Trachyphylliidae.

Il n'y a aucune espèce blanchie, ni de blanchissement visuel.

Tableau n°59 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST05C)

Evolution de la richesse spécifique des coraux*	Evolution de l'abondance	Blanchissement corallien
Nouvelle (s) espèce (s) recensée (s)	Augmentation d'abondance	Espèce (s) blanchie (s)
3 espèces : • <i>Gorgone</i> ind.sp. (2spp./+1spp.) (A2), • <i>Leptoseris yabei</i> (A1), • <i>Polyphyllia talpina</i> (A1).	2 espèces : • <i>Cyphastrea serailia</i> (A2/+ 1), • <i>Lobophyllia corymbosa</i> (A2/+ 1).	Aucune espèce blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
2 espèces : • <i>Acropora</i> (branchu) (1spp./-1spp.A2/-0), • <i>Pectinia lactuca</i> (A0/-1).	4 espèces : • <i>Montipora</i> spp. (2spp., A2/- 1), • <i>Goniastrea australensis</i> (A1/- 1), • <i>Montastrea valenciennesi</i> (A1/- 1).	Pas d'espèce précédemment blanchie.

4.5.2.3.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST05C)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST05C est composée de :

- 16 espèces d'invertébrés dont 4 espèces de mollusques ; 2 espèces de cnidaires : alcyonaires (1 taxon), zoanthaires (1 taxon) ; 3 espèces d'échinodermes : crinoïdes (1 taxon), échinides (1 taxon), ophiurides (1 taxon) ; 5 espèces d'éponges ; 2 espèces d'ascidies.
- Aucun taxon n'a été recensé dans le groupe des macrophytes
- Aucun taxon n'a été recensé dans le groupe des cyanobactéries.



Tableau n°60 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST05C)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
Aucune nouvelle espèce d'algues recensée. Aucune espèce d'algues n'a disparue.	Aucune espèce d'algues n'augmente. Aucune espèce d'algues ne diminue.
Cyanobactéries	
☒	☒
Cnidaires	
Une nouvelle espèce de cnidaires recensée : ➤ pour les zoanthaires (1 espèce) : • <i>Zoanthidae</i> ind.sp. (A2). Une espèce de cnidaires disparue : ➤ pour les hydrozoaires (-1 espèce) : • <i>Hydrozoaires</i> ind. (A0/-2).	☒
Echinodermes	
Une nouvelle espèce d'échinodermes recensée : ➤ pour les crinoïdes (1 espèce) : • <i>Crinoïdes</i> ind. (A2). 2 espèces d'échinodermes disparues : ➤ pour les astéries (-2 sp) : • <i>Celerina heffernani</i> (A0/-1), • <i>Gomophia egyptiaca</i> (A0/-1).	☒
Mollusques	
Une nouvelle espèce de mollusques recensée : ➤ pour les bivalves (1 espèce) : • <i>Pteria pequin</i> (A1). Une espèce de mollusques disparue : ➤ pour les bivalves (-1 espèce) : • <i>Isognomon isognomon</i> (A0/-2).	2 espèces de mollusques augmentent d'abondance : ➤ pour les bivalves (2 espèces) : • <i>Pteria</i> sp. (A2/+ 1), • <i>Spondylus</i> sp. (A2/+ 1).
Eponges	
☒	Une espèce d'éponges diminue d'abondance : • <i>Hamigera strongylata</i> (A2/- 1).
Ascidies	
Une nouvelle espèce d'ascidies recensée : • <i>Polycarpa clavata</i> (A1).	☒
Bryozoaires	
☒	☒

4.5.3 Les poissons (ST05)

La liste des espèces observées⁹ sur les transects et les résultats bruts sont fournis dans le [tableau 61](#).

Tableau n°61 : Données sur les poissons (ST05)

Banc Ioro ST05		Transect			Transect			Transect			Station		
		A			B			C			Moyenne		
Fam	Espèces	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom
Aca	<i>Acanthurus blochii</i>							1	0,01	0,80	0,33	0,00	0,27
Aca	<i>Acanthurus mata</i>				7	0,06	5,73				2,33	0,02	1,91
Aca	<i>Acanthurus nigricauda</i>				1	0,01	0,97	1	0,01	0,80	0,67	0,00	0,59
Aca	<i>Ctenochaetus cyanocheilus</i>	3	0,03	0,86							1,00	0,01	0,29
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	2	0,02	0,58							0,67	0,01	0,19
Aca	<i>Naso lituratus</i>	1	0,01	0,29							0,33	0,00	0,10
Aca	<i>Naso unicornis</i>	2	0,01	16,00	1	0,01	7,15				1,00	0,01	7,72
Aca	<i>Zebrasoma scopas</i>	2	0,02	0,33	2	0,02	0,33				1,33	0,01	0,22
Ble	<i>Ecsenius bicolor</i>	1	0,01	0,01							0,33	0,00	0,00
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	3	0,03	0,03							1,00	0,01	0,01
Can	<i>Canthigaster valentini</i>				1	0,01	0,02				0,33	0,00	0,01
Cha	<i>Chaetodon baronessa</i>	2	0,02	0,00							0,67	0,01	0,00
Cha	<i>Chaetodon citrinellus</i>	3	0,03	0,17							1,00	0,01	0,06
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	3	0,03	0,11							1,00	0,01	0,04
Cha	<i>Coradion altivelis</i>							1	0,00	0,18	0,33	0,00	0,06
Das	<i>Dasyatis kuhlii</i>				1	0,01	7,15				0,33	0,00	2,38
Epi	<i>Epinephelus coioides</i>							1	0,00	18,00	0,33	0,00	6,00
Epi	<i>Epinephelus maculatus</i>							1	0,00	2,25	0,33	0,00	0,75
Epi	<i>Epinephelus merra</i>	1	0,01	0,17							0,33	0,00	0,06
Epi	<i>Epinephelus ongus</i>				1	0,01	0,29				0,33	0,00	0,10
Lab	<i>Cheilinus chlorourus</i>	1	0,01	0,46	2	0,02	0,44				1,00	0,01	0,30
Lab	<i>Choerodon graphicus</i>				1	0,01	2,60				0,33	0,00	0,87
Lab	<i>Coris aygula</i>	1	0,01	0,17							0,33	0,00	0,06
Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>				1	0,01	1,33				0,33	0,00	0,44
Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>							3	0,02	0,05	1,00	0,01	0,02
Lab	<i>Thalassoma hardwicke</i>	6	0,05	0,34							2,00	0,02	0,11
Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	4	0,03	0,23	5	0,04	0,29	5	0,03	0,21	4,67	0,04	0,24
Lut	<i>Lutjanus adetii</i>							10	0,06	3,05	3,33	0,02	1,02
Lut	<i>Lutjanus ehrenbergii</i>							2	0,01	0,68	0,67	0,00	0,23
Lut	<i>Lutjanus fulvus</i>				1	0,01	0,56				0,33	0,00	0,19
Lut	<i>Symphorus nematophorus</i>							1	0,00	71,43	0,33	0,00	23,81
Mul	<i>Parupeneus cyclostomus</i>				3	0,03	1,69				1,00	0,01	0,56
Mul	<i>Parupeneus indicus</i>	3	0,03	0,67				3	0,02	3,55	2,00	0,01	1,40
Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>	5	0,04	0,83	4	0,03	0,67				3,00	0,03	0,50
Poc	<i>Centropyge bicolor</i>	4	0,03	0,04							1,33	0,01	0,01
Poc	<i>Centropyge bispinosa</i>	3	0,03	0,03							1,00	0,01	0,01
Poc	<i>Centropyge tibicen</i>	4	0,03	0,04	2	0,02	0,04	2	0,01	0,02	2,67	0,02	0,03
Pom	<i>Abudefduf whiteleyi</i>	8	0,07	0,09							2,67	0,02	0,03
Pom	<i>Amphiprion chrysopterus</i>	5	0,04	0,05							1,67	0,01	0,02
Pom	<i>Chromis viridis</i>	20	0,17	0,09	10	0,08	0,11				10,00	0,08	0,07
Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>	4	0,03	0,02							1,33	0,01	0,01
Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>	6	0,05	0,03	3	0,03	0,01				3,00	0,03	0,01
Pom	<i>Dascyllus aruanus</i>	15	0,13	0,07	15	0,13	0,07	15	0,09	0,05	15,00	0,11	0,06
Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>				15	0,13	0,07				5,00	0,04	0,02
Pom	<i>Dascyllus trimaculatus</i>	6	0,05	0,03				5	0,03	0,04	3,67	0,03	0,02
Pom	<i>Neoglyphidodon melas</i>							1	0,01	0,34	0,33	0,00	0,11
Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>	5	0,04	0,05	4	0,03	0,04				3,00	0,03	0,03
Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>	4	0,03	0,67	3	0,03	0,36				2,33	0,02	0,34

⁹ Données par rapport à la liste restreinte du cahier des charges, cf. [annexe 01](#).

Sca	<i>Scarus flavipectoralis</i>	5	0,04	0,61							1,67	0,01	0,20
Sca	<i>Scarus niger</i>	1	0,01	0,22							0,33	0,00	0,07
Sca	<i>Scarus rivulatus</i>	1	0,01	0,56							0,33	0,00	0,19
Sca	<i>Scarus schlegeli</i>				2	0,02	0,91				0,67	0,01	0,30
Sca	<i>Scarus spinus</i>	2	0,02	0,73							0,67	0,01	0,24
Total		136	1,15	25,15	85	0,71	30,84	52	0,30	101,5	91,7	0,72	52,5
Biodiversité		33			22			15			53		
Indice de Shannon =		4,883											
Equitabilité =		0,849											

Sur l'ensemble des transects de la station, 273 individus appartenant à 53 espèces différentes ont pu être observés. Ils représentent une densité de 0.72 poisson/m² pour une biomasse de 52.5 g/m².

102 espèces complémentaires (e.g. hors des transects et hors liste restreinte [en rouge]) ont été observées sur la station (cf. [tableau 62](#)).

Tableau n°62 : Liste des espèces complémentaires (ST05)

Fam	Espèces	Fam	Espèces	Fam	Espèces
Aca	<i>Acanthurus blochii</i>	Lab	<i>Anampses neoguinaicus</i>	Pom	<i>Abudefduf sexfasciatus</i>
Aca	<i>Acanthurus mata</i>	Lab	<i>Bodianus axillaris</i>	Pom	<i>Abudefduf whiteleyi</i>
Aca	<i>Acanthurus nigricauda</i>	Lab	<i>Bodianus mesothorax</i>	Pom	<i>Amblyglyphidodon orbicularis</i>
Aca	<i>Ctenochaetus cyanocheilus</i>	Lab	<i>Cheilinus chlorourus</i>	Pom	<i>Amphiprion chrysopterus</i>
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	Lab	<i>Choerodon graphicus</i>	Pom	<i>Chromis fumea</i>
Aca	<i>Naso lituratus</i>	Lab	<i>Coris aygula</i>	Pom	<i>Chromis viridis</i>
Aca	<i>Naso unicornis</i>	Lab	<i>Coris batuensis</i>	Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>
Aca	<i>Zebrasoma scopas</i>	Lab	<i>Halichoeres argus</i>	Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>
Apo	<i>Apogon aureus</i>	Lab	<i>Halichoeres prosopion</i>	Pom	<i>Chrysiptera unimaculata</i>
Apo	<i>Apogon doederleini</i>	Lab	<i>Hemigymnus fasciatus</i>	Pom	<i>Dascyllus aruanus</i>
Apo	<i>Apogon fuscus</i>	Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>	Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>
Apo	<i>Apogon indicus</i>	Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>	Pom	<i>Dascyllus trimaculatus</i>
Apo	<i>Cheilodipterus quinquelineatus</i>	Lab	<i>Labropsis australis</i>	Pom	<i>Neoglyphidodon melas</i>
Bal	<i>Sufflamen fraenatus</i>	Lab	<i>Macropharyngodon meleagris</i>	Pom	<i>Neoglyphidodon nigroris</i>
Ble	<i>Ecsenius bicolor</i>	Lab	<i>Thalassoma hardwicke</i>	Pom	<i>Plectroglyphidodon lacrymatus</i>
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>
Can	<i>Canthigaster valentini</i>	Lut	<i>Lutjanus adetii</i>	Pom	<i>Pomacentrus nagasakiensis</i>
Cha	<i>Chaetodon auriga</i>	Lut	<i>Lutjanus ehrenbergii</i>	Pri	<i>Priacanthus hamrur</i>
Cha	<i>Chaetodon baronessa</i>	Lut	<i>Lutjanus fulvus</i>	Pse	<i>Pictichromis coralensis</i>
Cha	<i>Chaetodon citrinellus</i>	Lut	<i>Symphorus nematophorus</i>	Sca	<i>Chlorurus bleekeri</i>
Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	Mon	<i>Oxymonacanthus longirostris</i>	Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	Mul	<i>Parupeneus barberinus</i>	Sca	<i>Scarus chameleon</i>
Cha	<i>Chaetodon ulietensis</i>	Mul	<i>Parupeneus cyclostomus</i>	Sca	<i>Scarus flavipectoralis</i>
Cha	<i>Coradion altivelis</i>	Mul	<i>Parupeneus indicus</i>	Sca	<i>Scarus forsteni</i>
Das	<i>Dasyatis kuhlii</i>	Mul	<i>Parupeneus spilurus</i>	Sca	<i>Scarus ghobban</i>
Epi	<i>Cephalopholis boenak</i>	Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>	Sca	<i>Scarus niger</i>
Epi	<i>Epinephelus coioides</i>	Nem	<i>Scolopsis trilineatus</i>	Sca	<i>Scarus rivulatus</i>
Epi	<i>Epinephelus fasciatus</i>	Pin	<i>Parapercis hexophtalma</i>	Sca	<i>Scarus schlegeli</i>
Epi	<i>Epinephelus maculatus</i>	Pin	<i>Parapercis multiplicata</i>	Sca	<i>Scarus spinus</i>
Epi	<i>Epinephelus merra</i>	Ple	<i>Assessor macneilli</i>	Sig	<i>Siganus canaliculatus</i>
Epi	<i>Epinephelus ongus</i>	Poc	<i>Centropyge bicolor</i>	Sig	<i>Siganus doliatus</i>
Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>	Poc	<i>Centropyge bispinosa</i>	Sig	<i>Siganus punctatus</i>





Gra	<i>Diploprion bifasciatum</i>	Poc	<i>Centropyge tibicen</i>	Syn	<i>Saurida gracilis</i>
Hol	<i>Sargocentron ensifer</i>	Poc	<i>Pomacanthus imperator</i>	Syn	<i>Synodus variegatus</i>

Le nombre d'espèces pour chaque famille depuis 2007 est donné dans le [tableau 63](#) et spécifiquement pour cette campagne sur la [figure 39](#).

Tableau n°63 : *Nombre d'espèces par famille ichthyologique par mission (ST05)*

Familles	2007	2008	2009	2010 a	2010 b	2011 a	2011 b	2012 a	2012 b	2013 a	2013 b	2014 a	2014 b	2015 a	2015 b	2016 a	2016 b
Acanthuridae	1	2	4	4	2	4	3	4	4	4	4	6	6	6	8	8	8
Anthiinae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Blenniidae	1	0	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2
Caesionidae	0	0	0	0	0	1	1	0	1	3	0	1	1	0	1	0	0
Canthigasteridae	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	2	1	1	1	1	1
Carangidae	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Chaetodontidae	3	1	3	4	1	10	4	6	6	8	4	0	0	9	8	7	4
Dasyatidae	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	6	8	1	1	1	1
Epinephelinae	1	3	4	1	1	3	2	1	3	2	4	0	0	2	3	6	4
Gobiidae	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	3	2	1	0	0	0
Haemulidae	0	0	2	1	1	1	2	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
Kyphosidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Labridae	3	5	4	8	2	6	5	6	3	5	6	0	0	9	8	7	7
Lethrinidae	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	5	7	3	0	0	0
Lutjanidae	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	3	2	2	3	0	2	4
Mullidae	0	2	2	2	2	4	5	2	2	1	3	1	1	2	2	4	2
Nemipteridae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
Pomacanthidae	2	3	5	3	3	5	2	2	3	10	3	1	1	5	3	4	3
Pomacentridae	8	7	8	9	7	7	12	8	8	1	6	1	1	9	10	11	10
Pseudochromidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	1	0	1	0
Scaridae	1	2	4	2	1	4	3	3	1	2	3	9	9	7	6	6	6
Siganidae	0	1	3	2	1	1	1	1	1	1	3	2	4	2	2	2	0
Total esp	22	30	44	42	24	55	43	36	40	43	44	45	49	63	56	62	53
Total fam	10	13	15	16	13	18	14	12	18	16	15	18	16	17	14	15	13

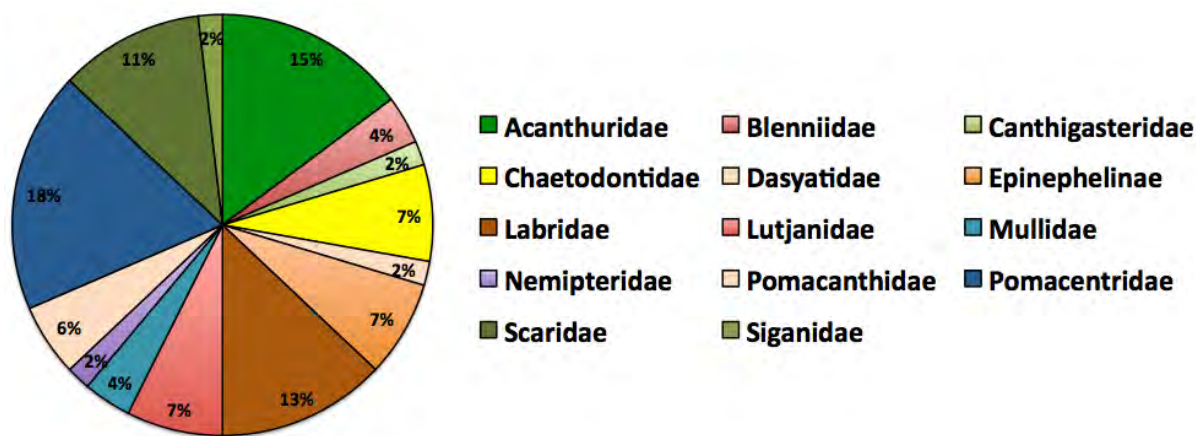


Figure n°39 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST05)

Si la comparaison du nombre d'espèces par famille entre les années 2007 – à cette campagne est effectuée (cf. [tableau 64](#)), sous l'angle de vue de ce critère toutes les campagnes sont similaires.

Tableau n°64 : Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille » depuis 2007 (ST05)

L'hypothèse nulle Ho :	Test	χ^2 obs	ddl	χ^2 à 0,95	nb de familles
« Les colonnes sont elles identiques ? »	χ^2	232	336	408	13/22

Le récapitulatif des résultats en terme de :

- d'abondance (nombre d'individus, transects/liste restreinte),
- de densité (en poisson/m², transects/liste restreinte),
- de biomasse (en g/m², transects/liste restreinte),
- de biodiversité 1 (espèces observées sur les transects et de la liste restreinte),
- de biodiversité 2 (espèces observées sur la station (transects + complémentaires) et de la liste restreinte),
- de biodiversité 3 (toutes les espèces observées sur la station (transects + complémentaires / liste non restreinte)),

pour toutes les campagnes depuis 2007 sont présentés dans le [tableau 66](#) et la [figure 40](#).

L'écart relatif à la moyenne [$Er_i = (X_i - X_m) / X_m$] pour ces paramètres biologiques peut alors être calculé : cf. [tableau 65](#) et représentation [figure 41](#).

Tableau n°65 : Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST05)

	Nb ind.	Densité	Biom.	Biodiv.1	Biodiv.2	Biodiv.3
Variance	30 76,79	0,80	27 529,07	153,94	197,93	439,32
Ecart type	55,47	0,90	165,92	12,41	14,07	20,96
Moyenne	102,24	1,59	162,13	43,76	65,94	90,24
Coef. de Var.	0,54	0,56	1,02	0,28	0,21	0,23

Tableau n°66 : Synopsis des résultats et récapitulatif des années précédentes (ST05)

Banc Ioro ST05		Liste DENV				Toutes espèces	
		Transect TLV				Station	Station
		Nb. ind.	Densité	Biom. g/m ²	Biodiv.1	Biodiv.2	Biodiv.3
2016 b	Transect A	136,00	1,15	25,15	33		
	Transect B	85,00	0,71	30,84	22		
	Transect C	52,00	0,30	101,45	15		
	Moy. ABC	91,67	0,72	52,48	53	72	102
2016 a	Moy. ABC	122,67	1,80	126,83	62	74	108
2015 b	Moy. ABC	143,00	1,53	240,79	56	80	109
2015 a	Moy. ABC	115,67	1,19	173,89	63	81	113
2014 b	Moy. ABC	275,33	3,00	415,97	49	63	91
2014 a	Moy. ABC	93,00	1,12	83,80	45	81	114
2013 b	Moy. ABC	71,76	0,94	125,51	44	72	101
2013 a	Moy. ABC	140,33	1,80	130,43	43	87	115
2012 b	Moy. ABC	107,00	1,22	99,73	40	69	96
2012 a	Moy. ABC	76,67	0,87	51,11	36	66	88
2011 b	Moy. ABC	71,00	0,81	41,01	43	59	84
2011 a	Moy. ABC	141,33	1,56	661,47	55	67	94
2010 b	Moy. ABC	100	1,23	37,89	24	50	66
2010 a	Moy. ABC	71,00	2,37	93,78	42	63	79
2009	Moy. ABC	45,50	4,09	315,96	44	56	69
2008	Moy. ABC	57,30	2,02	57,97	30	41	52
2007	Moy. ABC	26,30	0,73	47,65	22	37	50

Commentaires :

- La valeur de la densité est faible.
- La valeur de la biomasse est faible.
- La seule présence exceptionnelle et fugace d'un *Symphorus nematophorus* (Barbillon)¹⁰ relève cette faible biomasse de 45%.
- Les valeurs de biodiversité n'augmentent plus et restent élevées.

¹⁰ A l'instar du Pouatte (*Lutjanus sebae*), le Barbillon est une espèce excessivement farouche que les plongeurs ne rencontrent que très rarement. Il est très curieux que sur seulement 5 espèces retenues dans la famille des Lutjanidés, ces deux là en fassent partie

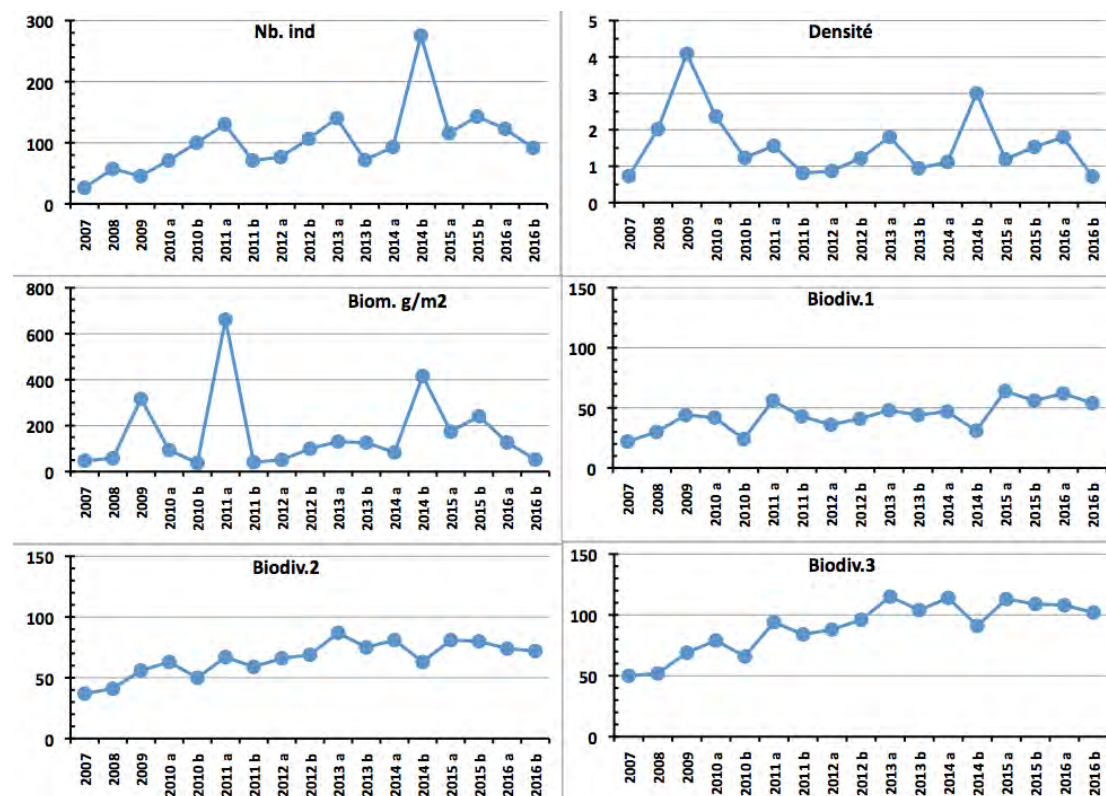


Figure n°40 : Evolution des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST05)

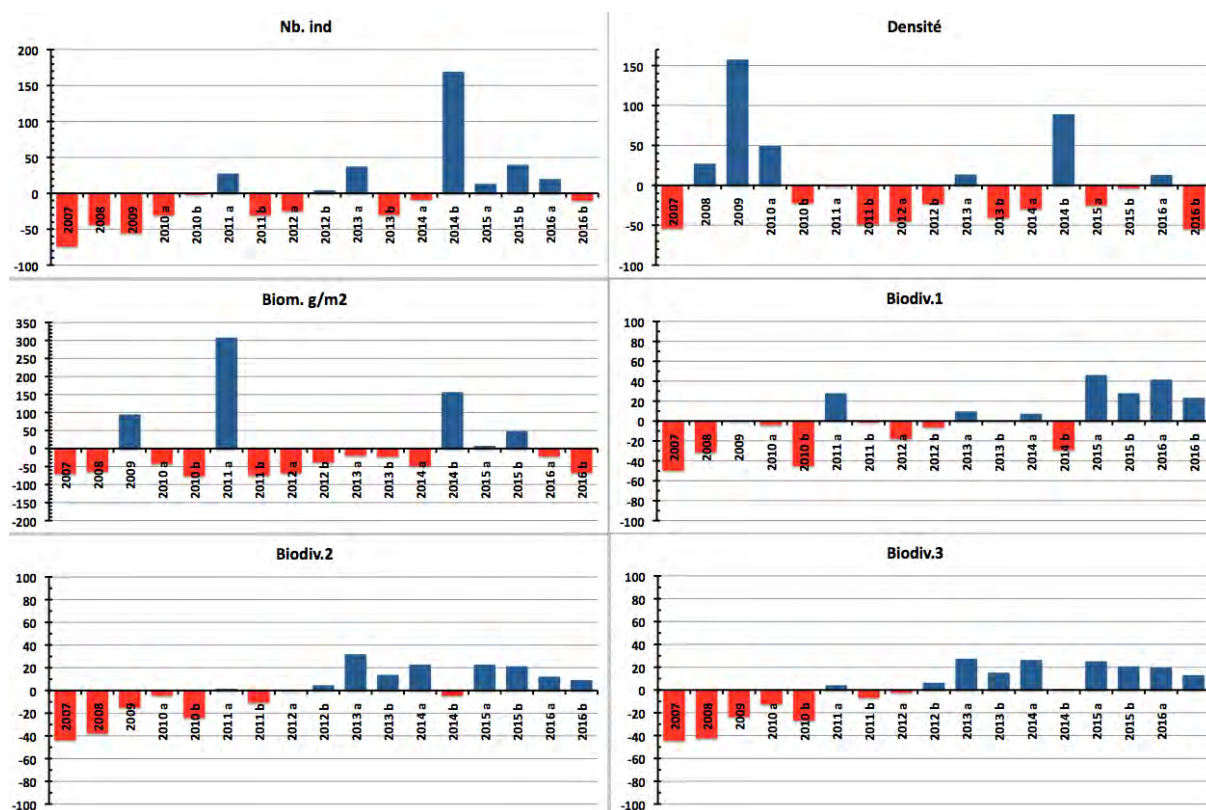


Figure n°41 : Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST05)



4.6 Station 06 = Banc Ionontea

Localisation géographique	Au nord-est du banc Ionontea. Le banc Ionontea se situe au milieu du canal de la Havannah. Ce récif est totalement immergé (cf. photographie 18) et subit les forts courants de marée, l'assaut des trains de houle et le ressac. Selon les conditions et l'heure de marée il peut même se former un mascaret. Aucun abri n'est possible.
Nombre transects	3 transects.
Description transects	Ils ont été positionnés parallèlement à la rupture de pente sous une orientation du sud-ouest vers le nord-est à 9, 15 et 21 mètres de profondeur.
	Le transect A se situe au début de la rupture de pente du récif. Le transect B se trouve au milieu de la pente qui est abrupte. Cette déclivité et les conditions hydrodynamiques intenses ont généré des effondrements de débris et de blocs coralliens (10 cm à 1 m) et retourné des <i>Acropora</i> tabulaires. Le transect C se situe en bas de pente. Au-delà, les massifs coralliens sont beaucoup plus espacés et le sable parsemé de débris, représente plus de 70 % du recouvrement.

Description générale

La station est positionnée sur une pente abrupte inclinée entre 40-50° pour les profondeurs de 6 et 20 mètres. Le banc est recouvert à son sommet principalement par des coraux du genre *Acropora* tabulaires et sub massif *Pocillopora* puis par une algue d'algues brunes des genres *Turbinaria* et *Sargassum*. Cette zone est fréquentée par de nombreuses tortues qui viennent se nourrir de ces algues. On note également la présence de deux couloirs d'avalanches avec des débris coralliens où les madrépores sont quasiment inexistantes.

Caractéristiques principales

- ↳ Originalité des peuplements coralliens adaptés à un milieu d'hydrodynamisme très important (courant de marée, houle et ressac)
- ↳ Dégradation des communautés benthiques sur l'ensemble de la station à cause de l'hydrodynamisme important : arrachement et casse des colonies coralliennes au transect A, puis remobilisation et accumulation de débris et de blocs coralliens pour les autres transects B & C (2015)
- ↳ Nombreux coraux tabulaires retournés sur l'ensemble de la station (mortalité conséquente par arrachement)
- ↳ Présence de grandes colonies de *Porites* massifs à mi pente (transect B)
- ↳ Les spongiaires (*Cliona julliinei* et *C. orientalis*) se développent relativement bien et colonisent les blocs coralliens et les massifs coralliens vivants
- ↳ Fortes compétition spatiale entre les coraux, les alcyonaires et les spongiaires
- ↳ Mobilité bathymétrique des échinodermes (astéries, holothuries, échinides) et des mollusques
- ↳ Absence de l'algue brune *Lobophora variegata*

Variations entre avril et novembre 2016

Indicateur Corail :

- La biodiversité corallienne diminue légèrement mais reste importante :
Octobre 2015 : 125 espèces coralliennes dont 119 espèces scléractiniaires
Avril 2016 : 126 espèces dont 120 espèces scléractiniaires
Novembre 2016 : 123 espèces dont 117 espèces scléractiniaires
- Le recouvrement corallien est de 27.5% au transect A, 29% en B et 11.5 % en C
- Le blanchissement a diminué du point de vue « spécifique » et « recouvrement » :
Octobre 2015 : 12/119 espèces de scléractiniaires et 0.33% de la surface totale observée
Avril 2016 : 13/120 espèces de scléractiniaires et 0.5% de la surface totale observée
Novembre 2016 : 4/117 espèces de scléractiniaires et 0.15% de la surface totale observée
- Lésions coralliennes : absence de la maladie de la bande blanche, les colonies d'*Acropora* tabulaires affectées sont mortes en place (A & B). De plus, quelques colonies sont mortes ou nécrosées suite au blanchissement et aux dégradations mécaniques dus à Winston
- Dégradations mécaniques aux 3 transects (hydrodynamisme important et remobilisation des débris par la houle et le ressac). De nombreuses colonies ne sont plus fixées sur le substrat

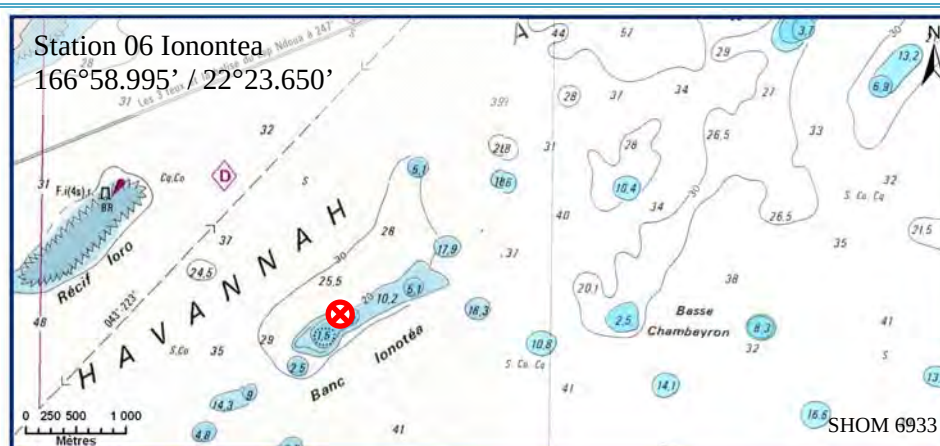


Autres indicateurs :

- Cyanobactéries : absentes
- Le turf algal se développe modérément sur les débris coralliens et les colonies coralliennes au fur et à mesure de leur dégradation (effondrement de débris)
- Algue brune *Lobophora* : absente
- Algue rouge *Asparagopsis taxiformis* : le recouvrement reste stable aux 3 transects (niveau 2) (développement saisonnier : le recouvrement peut être très important et varie énormément selon les saisons - caractère invasif de septembre à décembre)
- *Cliona* (éponge) : recouvrement stable

Les corallivores :

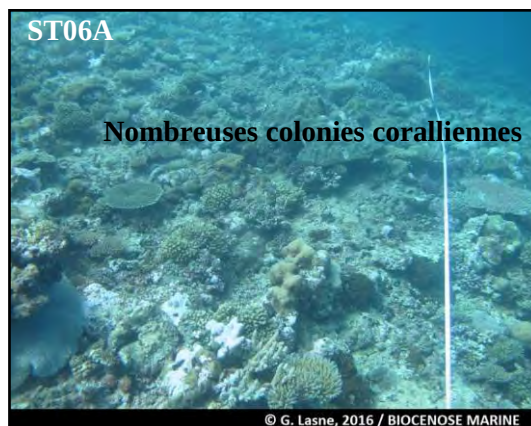
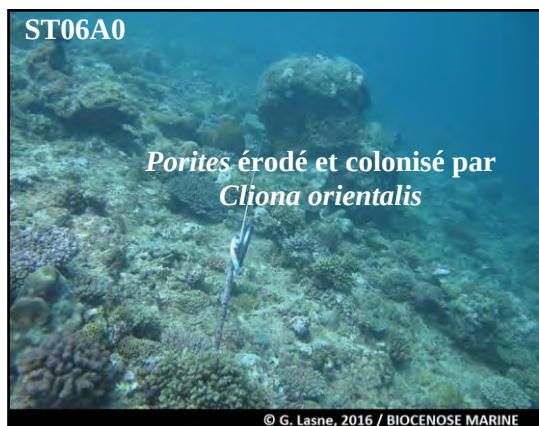
- Absence des *Acanthaster planci* et des *Culcita novaeguineae*
- Augmentation de *Drupella cornus* en A (niveau 2) et absence en B & C



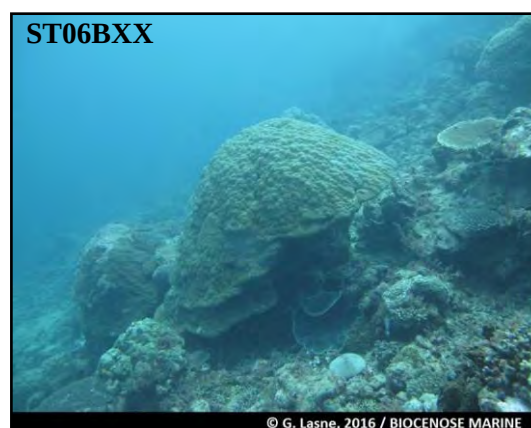
Carte n°08 : Localisation de la station 06 (Iononatea)



Photo n°18 : Position en surface (ST06)



Nombreuses colonies coralliennes arrachées et remobilisées en haut et milieu du récif



Nombreux débris corallien et colonies retournées en milieu et bas de pente récifale

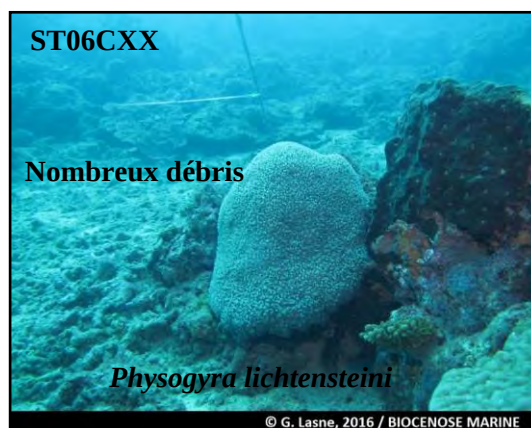
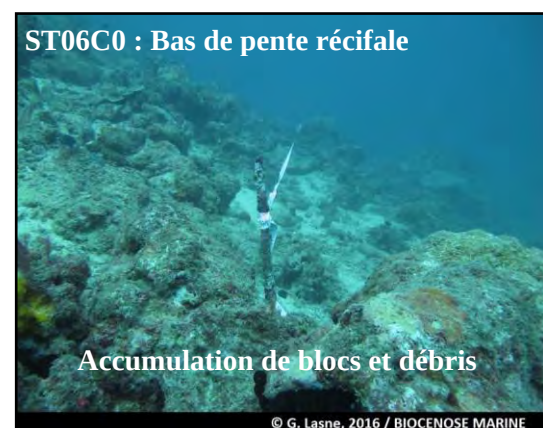


Photo n°19 : Vue d'ensemble des transects (ST06)

4.6.1 Le substrat (ST06)

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la [figure 42](#) pour le transect A, dans la [figure 43](#) pour le transect B et dans la [figure 44](#) pour le transect C.

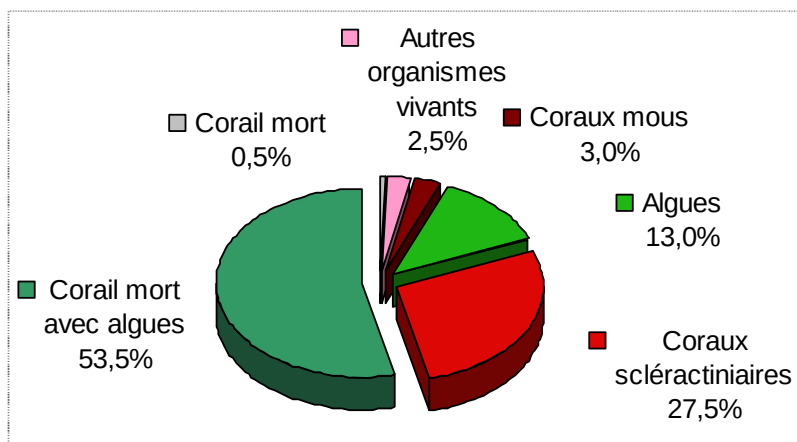


Figure n°42 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST06A

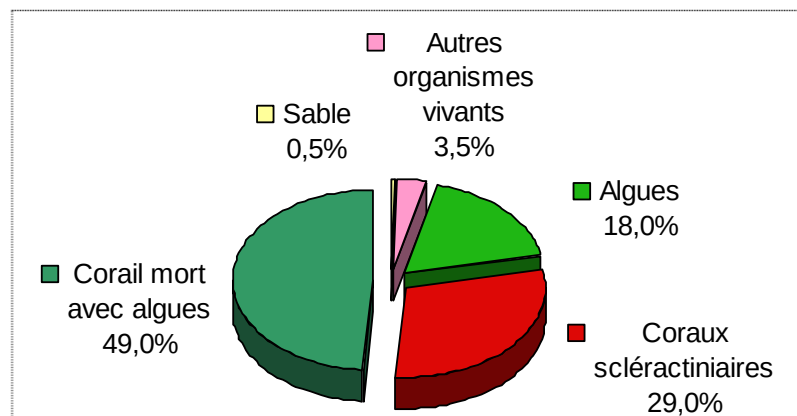


Figure n°43 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST06B

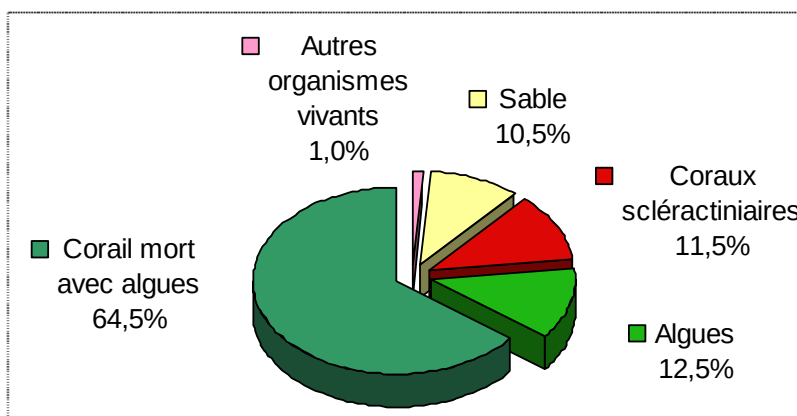


Figure n°44 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST06C

Le substrat est très recouvert à cette station, notamment de coraux morts anciennement et colonisés par des algues calcaires encroûtantes (avec ainsi 99,5% de substrat biotique au transect A et B et 89,5% en C).

Les coraux scléactiniaires sont bien représentés particulièrement sur les 2 transects haut (27,5%, 29% et 11.5%).

Les cyanobactéries sont totalement absentes pour cette mission, mais 0,5% d'*Acropora* tabulaire blanc en A.

Les trois transects sont globalement stables.

4.6.2 Le benthos (ST06)

La liste des taxons cibles (cf. § 3.2.3) échantillonnés sur cette station et la liste complète des résultats bruts sont données en [annexe 05](#).

En novembre 2016, la richesse spécifique de la station Banc Ionotea (ST06) est composée de :

- **123 espèces coralliennes** (dont 117 espèces de scléractiniaires, 2 espèces de millépores (branchu et encroûtant), 2 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires).
Les familles scléractiniaires (117 taxons au sein de 14 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (35 taxons), les Acroporidae (17 taxons), les Agariciidae (10 taxons), les Pocilloporidae (9 taxons), les Mussidae (8 taxons), les Fungiidae (7 taxons), les Dendrophylliidae (6 taxons), les Merulinidae (6 taxons), les Pectiniidae (6 taxons), les Siderastreidae (6 taxons), les Poritidae (4 taxons), les Astrocoeniidae (1 taxon), les Caryophylliidae (1 taxon), les Oculinidae (1 taxon).
Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Trachyphylliidae.
Le blanchissement corallien affecte 4/117 espèces de scléractiniaires (3,4%).
Le blanchissement visuel est de 0,15% de la surface totale observée.
- **45 espèces d'invertébrés** dont 15 espèces de mollusques ; 6 espèces de cnidaires : actiniaires (2 taxons), zoanthaires (2 taxons), alcyonaires (1 taxon), hydrozoaires (1 taxon) ; 13 espèces d'échinodermes : astéries (4 taxons), holothurides (4 taxons), échinides (3 taxons), crinoïdes (1 taxon), ophiurides (1 taxon) ; 6 espèces d'éponges ; 5 espèces d'ascidies.
- **5 espèces de macrophytes** : algues vertes (3 taxons), algues rouges (2 taxons).
- **Aucun taxon n'a été recensé dans le groupe des cyanobactéries.**

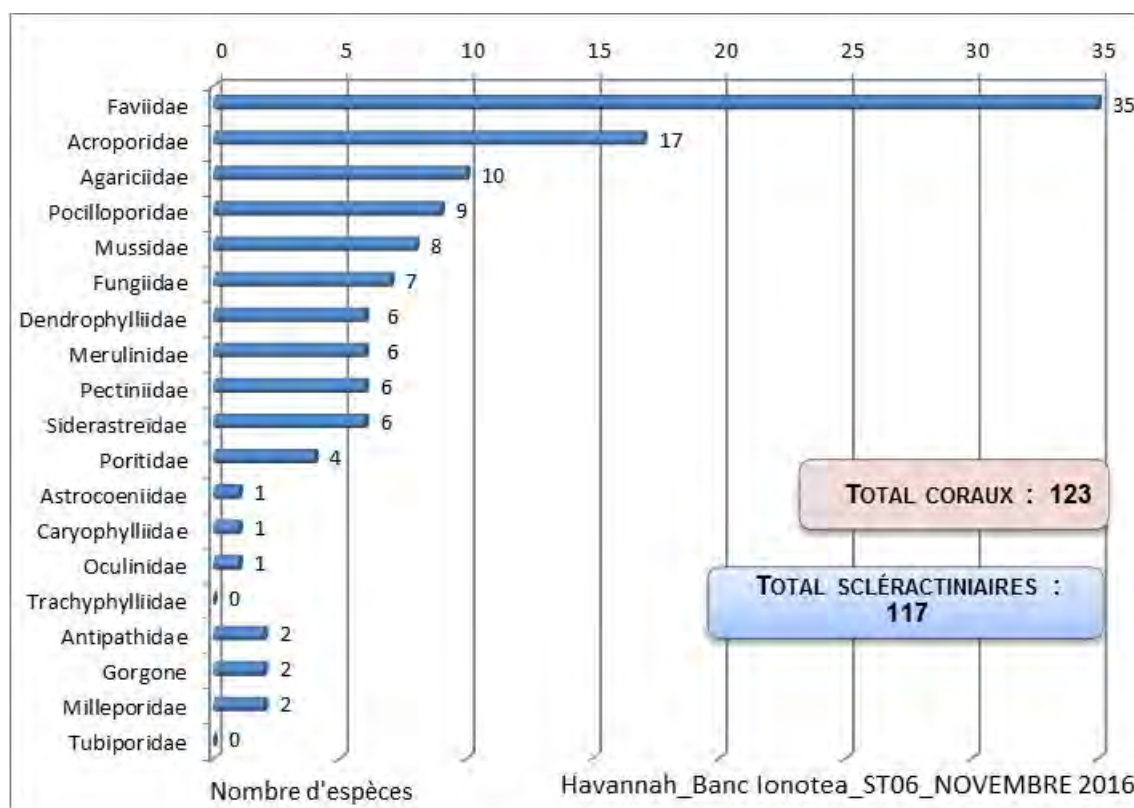


Figure n°45 : Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST06)

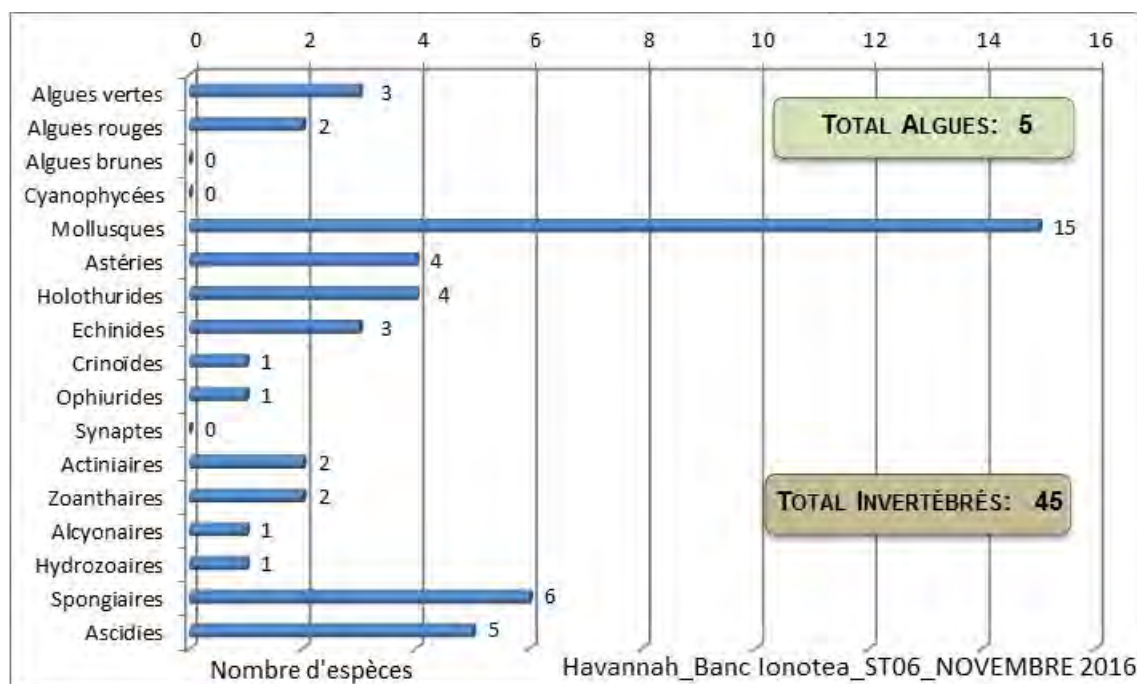


Figure n°46 : Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST06)

4.6.2.1 Benthos Transect 06 A

4.6.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST06A)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST06A est composée de 80 espèces coralliennes dont 78 espèces de scléractiniaires, une espèce de millépore (encroûtant), une espèce de gorgone.

Les familles scléractiniaires (78 taxons au sein de 11 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (25 taxons), les Acroporidae (17 taxons), les Mussidae (8 taxons), les Pocilloporidae (7 taxons), les Agariciidae (5 taxons), les Merulinidae (5 taxons), les Siderastreidae (4 taxons), les Dendrophylliidae (3 taxons), les Poritidae (2 taxons), les Oculinidae (1 taxon), les Pectiniidae (1 taxon).

Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Astrocoeniidae, des Caryophylliidae, des Fungiidae, des Trachyphylliidae.

Le blanchissement corallien affecte 2/78 espèces de scléractiniaires (2,6%).

Le blanchissement visuel est de 0,2% de la surface du couloir.

Tableau n°67 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST06A)

Evolution de la richesse spécifique des coraux*	Evolution de l'abondance	Blanchissement corallien
Nouvelle (s) espèce (s) recensée (s)	Augmentation d'abondance	Espèce (s) blanchie (s)
2 espèces : • <i>Leptastrea transversa</i> (A1), • <i>Pocillopora woodjonesi</i> (A1).	6 espèces : • <i>Favites abdita</i> (A2/+ 1), • <i>Goniastrea</i> sp. (A2/+ 1), • <i>Hydnophora microconos</i> (A4/+ 1), • <i>Scapophyllia cylindrica</i> (A2/+ 1), • <i>Acanthastrea bowerbanki</i> (A2/+ 1), • <i>Pocillopora verrucosa</i> (A4/+ 1).	2 espèces blanchies (2,6%) : > 2 espèces précédemment blanchies (2,6%) : • <i>Acropora</i> (branchu) (1spp.B*, B2), • <i>Acropora</i> (tabulaire) (1spp.B*, B1) ; > Aucune espèce nouvellement blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
4 espèces : • <i>Acropora</i> (tabulaire) (2spp./- 1spp.A5/-0), • <i>Montipora danae</i> (A0/-1), • <i>Turbinaria radicalis</i> (A0/-1), • <i>Goniastrea aspera</i> (A0/-1).	3 espèces : • <i>Acropora florida</i> (A1/- 1), • <i>Astreopora myriophthalma</i> (A1/- 1), • <i>Tubastraea</i> sp. (A2/- 1).	> toutes les espèces (5 taxons) ont réintégré leurs zooxanthelles : • <i>Montipora</i> spp. (-1spp.B*) (B- 2, øß), • <i>Merulina ampliata</i> (B- 1, øß), • <i>Pocillopora verrucosa</i> (B- 1, øß), • <i>Seriatopora hystrix</i> (B- 1, øß), • <i>Stylophora pistillata</i> (B- 1, øß) ; > aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître nise réduire.

4.6.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST06A)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST06A est composée de :

- 16 espèces d'invertébrés dont 9 espèces de mollusques ; 2 espèces d'échinodermes : crinoïdes (1 taxon), échinides (1 taxon) ; 2 espèces d'éponges ; 3 espèces d'ascidies.
- 2 espèces de macrophytes : algues rouges (2 taxons).
- Aucun taxon n'a été recensé dans le groupe des cyanobactéries, et des cnidaires.

Tableau n°68 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST06A)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
Une nouvelle espèce d'algue recensée, l'algue rouge : • <i>Asparagopsis taxiformis</i> (A2). Aucune espèce d'algues n'a disparue.	Aucune espèce d'algues n'augmente. Aucune espèce d'algues ne diminue.
Cyanobactéries	
☒	☒
Cnidaires	
☒	☒
Echinodermes	
2 espèces d'échinodermes disparues : ➢ pour les astéries (-2 sp) : • <i>Fromia indica</i> (A0/-2), • <i>Linckia multifora</i> (A0/-2)	Une espèce d'échinodermes augmente d'abondance : ➢ pour les crinoïdes (1 espèce) : •Crinoïdes ind. (A3/+ 1).
Mollusques	
3 nouvelles espèces de mollusques recensées : ➢ pour les gastéropodes (3 espèces) : • <i>Conus miles</i> (A1), • <i>Latirolagena smaragdula</i> (A2), • <i>Drupella cornus</i> (A2). Une espèce de mollusques disparue : ➢ pour les bivalves (-1 espèce) : • <i>Septifer bilocularis</i> (A0/-2).	Une espèce de mollusques augmente d'abondance : ➢ pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Turbo argyrostomus</i> (A2/+ 1).
Eponges	
☒	☒
Ascidies	
Une espèce d'ascidies disparue : •Encroûtante verte (A0/-2).	Une espèce d'ascidies augmente d'abondance : • <i>Polycarpa nigricans</i> (A3/+ 1). Une espèce d'ascidies diminue d'abondance : • <i>Didemnum</i> sp. (blanche) (A1/- 1).
Bryozoaires	
☒	☒

4.6.2.2 Benthos Transect 06 B

4.6.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST06B)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST06B est composée de 103 espèces coralliennes dont 97 espèces de scléractiniaires, 2 espèces de millépores (branchu et encroûtant), 2 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires.

Les familles scléractiniaires (97 taxons au sein de 14 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (26 taxons), les Acroporidae (12 taxons), les Agariciidae (10 taxons), les Pocilloporidae (8 taxons), les Fungiidae (7 taxons), les Dendrophylliidae (6 taxons), les Merulinidae (6 taxons), les Mussidae (6 taxons), les Pectiniidae (5 taxons), les Siderastreidae (5 taxons), les Poritidae (3 taxons), les Astrocoeniidae (1 taxon), les Caryophylliidae (1 taxon), les Oculinidae (1 taxon).

Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Trachyphylliidae.

Le blanchissement corallien affecte 2/97 espèces de scléractiniaires (2,1%).

Le blanchissement visuel est de 0,2% de la surface du couloir.



Tableau n°69 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST06B)

Evolution de la richesse spécifique des coraux*	Evolution de l'abondance	Blanchissement corallien
Nouvelle (s) espèce (s) recensée (s)	Augmentation d'abondance	Espèce (s) blanchie (s)
3 espèces : • <i>Leptoseris explanata</i> (A1), • <i>Physogyra lichtensteini</i> (A1), • <i>Herpolitha limax</i> (A1).	5 espèces : • <i>Tubastraea micrantha</i> (A2/+ 1), • <i>Favites abdita</i> (A2/+ 1), • <i>Sandalolitha robusta</i> (A2/+ 1), • <i>Hydnophora exesa</i> (A2/+ 1), • <i>Scapophyllia cylindrica</i> (A2/+ 1).	2 espèces blanchies (2,1%) : ➢ Une seule espèce précédemment blanchie • <i>Acropora</i> (tabulaire) (1spp.B*, B1, ∞) ➢ Une seule espèce nouvellement blanchie • <i>Seriatopora hystrix</i> (B2, N).
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
Une seule espèce : • <i>Fungia granulosa</i> (A0/-2)	Une seule espèce : • <i>Pavona duerdeni</i> (A1/- 1)	➢ toutes les espèces (4 taxons) ont réintégré leurs zooxanthelles : • <i>Acropora</i> spp.(branchu)(-1spp.B*) (B- 1, øß), • <i>Pachyseris speciosa</i> (B- 1, øß), • <i>Turbinaria mesenterina</i> (B- 1, øß), • <i>Seriatopora caliendrum</i> (B- 1, øß) ; ➢ aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître ni réduire.

4.6.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST06B)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST06B est composée de :

- 33 espèces d'invertébrés dont 10 espèces de mollusques ; 3 espèces de cnidaires : actiniaires (1 taxon), hydrozoaires (1 taxon), zoanthaires (1 taxon) ; 10 espèces d'échinodermes : astéries (4 taxons), échinides (3 taxons), crinoïdes (1 taxon), holothurides (1 taxon), ophiurides (1 taxon) ; 5 espèces d'éponges ; 5 espèces d'ascidies.
- 5 espèces de macrophytes : algues vertes (3 taxons), algues rouges (2 taxons).
- Aucun taxon n'a été recensé dans le groupe des cyanobactéries.

Tableau n°70 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST06B)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
Une nouvelle espèce d'algue recensée, l'algue verte : • <i>Chlorodesmis fastigiata</i> (A1) ; 2 espèces d'algues disparues, dont l'algue brune : • <i>Dictyota</i> sp. (A0/-2) ; et l'algue verte : • <i>Codium</i> sp. (A0/-2).	Aucune espèce d'algues n'augmente. Aucune espèce d'algues ne diminue.
Cyanobactéries	
☒	☒
Cnidaires	
Une nouvelle espèce de cnidaires recensée : ➢ pour les actiniaires (1 sp) : • <i>Cryptodendrum adhaesivum</i> (A1).	☒
Echinodermes	
2 nouvelles espèces d'échinodermes recensées : ➢ pour les astéries (2 espèces) : • <i>Linckia multifora</i> (A1), • <i>Neoferdina cumingi</i> (A1). 2 espèces d'échinodermes disparues : ➢ pour les astéries (-2 sp) : • <i>Fromia indica</i> (A0/-2), • <i>Nardoa gomophia</i> (A0/-1).	☒
Mollusques	
2 nouvelles espèces de mollusques recensées : ➢ pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Vasum ceramicum</i> (A1) ; ➢ pour les nudibranches (1 espèce) : • <i>Halgerda</i> sp. (A1). 5 espèces de mollusques disparues :	Une espèce de mollusques diminue d'abondance : ➢ pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Drupa ricinus</i> (A1/- 1).



➤ pour les gastéropodes (-5 espèce) : • <i>Cerithium</i> sp. (A0/-2), • <i>Conus capitaneus</i> (A0/-1), • <i>Conus miles</i> (A0/-1), • <i>Lambis lambis</i> (A0/-1), • <i>Turbo setosus</i> (A0/-1).	
Eponges	
☒	Une espèce d'éponges diminue d'abondance : •Spongiaires ind. (noire) (A2/- 1).
Ascidies	
Une espèce d'ascidies disparue : • <i>Encroûtante verte</i> (A0/-2).	☒
Bryozoaires	
☒	☒

4.6.2.3 Benthos Transect 06 C

4.6.2.3.1 Les Scléractiniaires (ST06C)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST06C est composée de 71 espèces coralliennes dont 67 espèces de scléractiniaires, une espèce de millépore (encroûtant), une espèce de gorgone, 2 espèces d'antipathaires.

Les familles scléractiniaires (67 taxons au sein de 14 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (15 taxons), les Acroporidae (8 taxons), les Agariciidae (7 taxons), les Fungiidae (7 taxons), les Mussidae (6 taxons), les Pocilloporidae (6 taxons), les Pectiniidae (5 taxons), les Dendrophylliidae (4 taxons), les Poritidae (3 taxons), les Merulinidae (2 taxons), les Astrocoeniidae (1 taxon), les Caryophylliidae (1 taxon), les Oculinidae (1 taxon), les Siderastreidae (1 taxon).

Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Trachyphylliidae.

Le blanchissement corallien affecte 1/67 espèces de scléractiniaires (1,5%).

Le blanchissement visuel est de 0,05% de la surface du couloir.

Tableau n°71 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST06C)

Evolution de la richesse spécifique des coraux*	Evolution de l'abondance	Blanchissement corallien
Nouvelle (s) espèce (s) recensée (s)	Augmentation d'abondance	Espèce (s) blanchie (s)
3 espèces : • <i>Montipora</i> spp. (4spp./+1spp.) (A3), • <i>Turbinaria reniformis</i> (A1), • <i>Favites</i> spp. (3spp./+1spp.) (A2).	3 espèces : • <i>Leptoseris explanata</i> (A2/+ 1), • <i>Fungia simplex</i> (A2/+ 1), • <i>Lobophyllia corymbosa</i> (A2/+ 1).	Une seule espèce blanchie (1,5%) : ➤ Aucune espèce précédemment blanchie. ➤ Une seule espèce nouvellement blanchie • <i>Sandalolitha robusta</i> (B1, N).
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
6 espèces : • <i>Gorgone</i> ind.sp. (1spp./-1spp.A2/-0), • <i>Acropora</i> (tabulaire) (1spp./-1spp.A2/-0), • <i>Echinopora gemmacea</i> (A0/-1), • <i>Favia</i> spp. (1spp./-1spp.A2/-0), • <i>Montastrea annuligera</i> (A0/-1), • <i>Fungia granulosa</i> (A0/-2).	2 espèces : • <i>Antipathus</i> sp. (A1/- 1), • <i>Mycedium elephantotus</i> (A1/- 1).	➤ toutes les espèces (2 taxons) ont réintégré leurs zooxanthelles : • <i>Mycedium elephantotus</i> (B- 1, øß), • <i>Porites</i> sp. (B- 1, øß) ; ➤ aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître ni se réduire.

4.6.2.3.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST06C)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST06C est composée de :

- 32 espèces d'invertébrés dont 8 espèces de mollusques ; 5 espèces de cnidaires : zoanthaires (2 taxons), alcyonaires (1 taxon), actiniaires (1 taxon), hydrozoaires (1 taxon) ; 8 espèces d'échinodermes : holothurides (4 taxons), échinides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon), ophiurides (1 taxon) ; 6 espèces d'éponges ; 5 espèces d'ascidies.

- 4 espèces de macrophytes : algues rouges (2 taxons), algues vertes (2 taxons).

- Aucun taxon n'a été recensé dans le groupe des cyanobactéries.



Tableau n°72 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST06C)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
Aucune nouvelle espèce d'algues recensée. Une espèce d'algue disparue, l'algue brune : • <i>Dictyota</i> sp. (A0/-2).	Une espèce d'algue verte recensée • <i>Ventricaria ventricosa</i> (A2/+ 1). Une espèce d'algue verte diminuée : • <i>Halimeda</i> sp. (A1/-1)
Cyanobactéries	
☒	☒
Cnidaires	
2 nouvelles espèces de cnidaires recensées : ➤ pour les alcyonaires (1 espèce) : • <i>Chironephthya</i> sp. (A1) ; ➤ pour les zoanthaires (1 espèce) : • <i>Zoanthidae</i> ind.sp. (A2).	☒
Echinodermes	
Une nouvelle espèce d'échinodermes recensée : ➤ pour les holothurides (1 espèce) : • <i>Thelenota ananas</i> (A1). 3 espèces d'échinodermes disparues : ➤ pour les astéries (-3 espèce) : • <i>Celerina heffernani</i> (A0/-2), • <i>Gomphia egyptiaca</i> (A0/-1), • <i>Nardoa gomphia</i> (A0/-1).	Une espèce d'échinodermes diminuée d'abondance : ➤ pour les crinoïdes (1 espèce) : •Crinoïdes ind. (A1/- 1).
Mollusques	
Une nouvelle espèce de mollusques recensée : ➤ pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Astraea rhodostoma</i> (A1). Une espèce de mollusques disparue : ➤ pour les gastéropodes (-1 espèce) : • <i>Lambis scorpius</i> (A0/-1).	Une espèce de mollusques diminuée d'abondance : ➤ pour les bivalves (1 espèce) : • <i>Pedum spondyloideum</i> (A2/- 1).
Eponges	
Une nouvelle espèce d'éponges recensée : • <i>Sphaciospongia vagabunda</i> (A1). Une espèce d'éponges disparue : • <i>Ptilocaulis fusiformis</i> (A0/-1).	Une espèce d'éponges augmente d'abondance : • <i>Cymbastella cantharella</i> (A2/+ 1). Une espèce d'éponges diminuée d'abondance : •Spongiaires ind. (noire) (A2/- 1).
Ascidies	
Une nouvelle espèce d'ascidies recensée : • <i>Didemnum</i> sp. (blanche) (A1).	Une espèce d'ascidies diminuée d'abondance : • <i>Polycarpa clavata</i> (A1/- 1).
Bryozoaires	
☒	☒

4.6.3 Les poissons (ST06)

La liste des espèces observées¹¹ sur les transects et les résultats bruts sont fournis dans le [tableau 73](#).

Tableau n°73 : Données sur les poissons (ST06)

Ionontea ST06		Transect			Transect			Transect			Station		
		A			B			C			Moyenne		
Fam	Espèces	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom
Aca	<i>Acanthurus blochii</i>	3	0,03	8,52	2	0,03	8,93	2	0,02	4,81	2,33	0,02	7,42
Aca	<i>Acanthurus dussumieri</i>				1	0,01	6,75				0,33	0,00	2,25
Aca	<i>Acanthurus mata</i>				6	0,09	13,71	5	0,04	6,15	3,67	0,04	6,62
Aca	<i>Ctenochaetus cyanocheilus</i>	5	0,05	2,00	3	0,04	3,51	5	0,04	4,49	4,33	0,04	3,33
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	2	0,02	0,80	3	0,04	2,35	2	0,02	1,04	2,33	0,03	1,40
Aca	<i>Naso unicornis</i>				2	0,03	62,50	3	0,02	76,24	1,67	0,01	46,25
Aca	<i>Zebrasoma scopas</i>	3	0,03	0,55	5	0,07	1,43	6	0,05	0,92	4,67	0,05	0,97
Aca	<i>Zebrasoma veliferum</i>	1	0,01	3,91	1	0,01	3,91	2	0,02	3,28	1,33	0,01	3,70
Ant	<i>Pseudanthias squamipinnis</i>							20	0,15	1,58	6,67	0,05	0,53
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>							3	0,02	0,03	1,00	0,01	0,01
Cae	<i>Pterocaesio pisang</i>				30	0,15	3,00				10,00	0,05	1,00
Can	<i>Canthigaster valentini</i>							1	0,01	0,02	0,33	0,00	0,01
Cha	<i>Chaetodon auriga</i>	2	0,02	0,27							0,67	0,01	0,09
Cha	<i>Chaetodon citrinellus</i>	4	0,04	0,25	2	0,03	0,20				2,00	0,02	0,15
Cha	<i>Chaetodon flavirostris</i>	3	0,03	0,55	3	0,04	0,86				2,00	0,02	0,47
Cha	<i>Chaetodon kleinii</i>	2	0,02	0,12				2	0,02	0,07	1,33	0,01	0,06
Cha	<i>Chaetodon lineolatus</i>	2	0,02	5,68							0,67	0,01	1,89
Cha	<i>Chaetodon pelewensis</i>	3	0,03	0,28	1	0,01	0,09				1,33	0,01	0,12
Cha	<i>Chaetodon trifascialis</i>	2	0,02	0,12				2	0,02	0,07	1,33	0,01	0,06
Cha	<i>Chaetodon unimaculatus</i>	3	0,03	0,28				1	0,01	0,15	1,33	0,01	0,14
Cha	<i>Forcipiger longirostris</i>	2	0,02	0,36							0,67	0,01	0,12
Cha	<i>Heniochus varius</i>				2	0,03	4,57				0,67	0,01	1,52
Epi	<i>Epinephelus fasciatus</i>				2	0,03	6,08				0,67	0,01	2,03
Epi	<i>Epinephelus merra</i>							2	0,02	1,04	0,67	0,01	0,35
Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>				1	0,0125	16	4	0,04	72,90	1,67	0,02	29,63
Lab	<i>Gomphosus varius</i>	2	0,02	0,19							0,67	0,01	0,06
Lab	<i>Halichoeres hortulanus</i>	1	0,01	1,23	1	0,01	1,23				0,67	0,01	0,82
Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>	1	0,01	3,91							0,33	0,00	1,30
Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>				5	0,07	0,09				1,67	0,02	0,03
Lab	<i>Thalassoma amblycephalum</i>	40	0,36	5,30							13,33	0,12	1,77
Lab	<i>Thalassoma hardwicke</i>	15	0,14	1,99							5,00	0,05	0,66
Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	10	0,09	0,93	4	0,06	0,59	5	0,04	0,39	6,33	0,06	0,64
Lab	<i>Thalassoma lutescens</i>	15	0,14	1,99	5	0,07	1,04				6,67	0,07	1,01
Lut	<i>Aprion virescens</i>							3	0,02	32,16	1,00	0,01	10,72
Lut	<i>Lutjanus adetii</i>				5	0,07	15,21	5	0,04	12,02	3,33	0,04	9,08
Mic	<i>Ptereleotris evides</i>							4	0,03	0,32	1,33	0,01	0,11
Mon	<i>Oxymonacanthus longirostris</i>	4	0,04	0,09							1,33	0,01	0,03
Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>	6	0,05	3,68	3	0,04	2,89	6	0,05	3,12	5,00	0,05	3,23
Poc	<i>Centropyge bicolor</i>	4	0,04	0,25	2	0,03	0,07				2,00	0,02	0,11
Poc	<i>Centropyge bispinosa</i>	3	0,03	0,19	3	0,04	0,11				2,00	0,02	0,10
Poc	<i>Centropyge flavissima</i>				2	0,03	0,07				0,67	0,01	0,02
Poc	<i>Centropyge tibicen</i>	3	0,03	0,12	2	0,03	0,07	2	0,02	0,11	2,33	0,02	0,10
Poc	<i>Pomacanthus imperator</i>				1	0,01	10,72				0,33	0,00	3,57
Pom	<i>Amphiprion clarkii</i>	5	0,05	0,47							1,67	0,02	0,16
Pom	<i>Chromis fumea</i>	20	0,18	0,45	30	0,43	1,07	10	0,08	0,33	20,00	0,23	0,62
Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>	10	0,09	0,05	5	0,07	0,09	5	0,04	0,05	6,67	0,07	0,06
Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>	15	0,14	0,17	10	0,14	0,18				8,33	0,09	0,12
Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>	30	0,27	0,35	30	0,43	0,55	20	0,15	0,20	26,67	0,29	0,36
Pom	<i>Dascyllus trimaculatus</i>				5	0,07	0,18	5	0,04	0,17	3,33	0,04	0,11

¹¹ Données par rapport à la liste restreinte du cahier des charges, cf. [annexe 01](#).

Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>	10	0,09	0,23	5	0,07	0,18	7	0,05	0,23	7,33	0,07	0,21
Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>	5	0,05	5,30							1,67	0,02	1,77
Sca	<i>Scarus niger</i>				1	0,01	6,10				0,33	0,00	2,03
Sig	<i>Siganus corallinus</i>				2	0,03	0,99				0,67	0,01	0,33
Total		236	2,16	50,6	185	2,35	175,3	132	1,01	221,8	184,3	1,84	149,2
Biodiversité		33			34			26			53		
Indice de Shannon =		4,840											
Equitabilité =		0,841											

Sur l'ensemble des transects de la station, 553 individus appartenant à 53 espèces différentes ont pu être observés. Ils représentent une densité de 1.84 poissons/m² pour une biomasse de 149.2 g/m².

118 espèces complémentaires (e.g. hors des transects et hors liste restreinte [en rouge]) ont été observées sur la station (cf. [tableau 74](#)).

Tableau n°74 : Liste des espèces complémentaires (ST06)

Fam	Espèces	Fam	Espèces	Fam	Espèces
Aca	<i>Acanthurus blochii</i>	Epi	<i>Plectropomus laevis</i>	Nem	<i>Pentapodus aureofasciatus</i>
Aca	<i>Acanthurus dussumieri</i>	Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>	Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>
Aca	<i>Acanthurus mata</i>	Hae	<i>Plectorhinchus chaetodonoides</i>	Pin	<i>Parapercis hexophthalma</i>
Aca	<i>Acanthurus nigricauda</i>	Hae	<i>Plectorhinchus flavomaculatus</i>	Poc	<i>Centropyge bicolor</i>
Aca	<i>Ctenochaetus cyanocheilus</i>	Hae	<i>Plectorhinchus lessonii</i>	Poc	<i>Centropyge bispinosa</i>
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	Hae	<i>Plectorhinchus picus</i>	Poc	<i>Centropyge flavissima</i>
Aca	<i>Naso brevirostris</i>	Hol	<i>Myripristis vittata</i>	Poc	<i>Centropyge tibicen</i>
Aca	<i>Naso lopezi</i>	Hol	<i>Neoniphon sammara</i>	Poc	<i>Pomacanthus imperator</i>
Aca	<i>Naso tonganus</i>	Hol	<i>Sargocentron ensifer</i>	Poc	<i>Pomacanthus sexstriatus</i>
Aca	<i>Naso unicornis</i>	Lab	<i>Anampses femininus</i>	Pom	<i>Amphiprion clarkii</i>
Aca	<i>Zebrasoma scopas</i>	Lab	<i>Anampses neoguinaicus</i>	Pom	<i>Chromis fumea</i>
Aca	<i>Zebrasoma veliferum</i>	Lab	<i>Bodianus diana</i>	Pom	<i>Chromis xanthura</i>
Ant	<i>Pseudanthias squamipinnis</i>	Lab	<i>Bodianus perditio</i>	Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>
Apo	<i>Apogon aureus</i>	Lab	<i>Gomphosus varius</i>	Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>
Apo	<i>Apogon doederleini</i>	Lab	<i>Halichoeres hortulanus</i>	Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>
Apo	<i>Apogon fucata</i>	Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>	Pom	<i>Dascyllus trimaculatus</i>
Aul	<i>Aulostomus chinensis</i>	Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>	Pom	<i>Neoglyphidodon nigroris</i>
Bal	<i>Sufflamen chrysopterus</i>	Lab	<i>Labropsis australis</i>	Pom	<i>Neopomacentrus bankieri</i>
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	Lab	<i>Labropsis xanthonota</i>	Pom	<i>Plectroglyphidodon lacrymatus</i>
Cac	<i>Triaenodon obesus</i>	Lab	<i>Oxycheilinus celebicus</i>	Pom	<i>Pomacentrus adelus</i>
Cae	<i>Pterocaesio pisang</i>	Lab	<i>Stethojulis bandanensis</i>	Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>
Can	<i>Canthigaster valentini</i>	Lab	<i>Thalassoma amblycephalum</i>	Pom	<i>Pomacentrus nagasakiensis</i>
Cha	<i>Chaetodon auriga</i>	Lab	<i>Thalassoma hardwicke</i>	Pom	<i>Pomacentrus simsiang</i>
Cha	<i>Chaetodon citrinellus</i>	Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	Pri	<i>Priacanthus hamrur</i>
Cha	<i>Chaetodon flavirostris</i>	Lab	<i>Thalassoma lutescens</i>	Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>
Cha	<i>Chaetodon kleinii</i>	Lab	<i>Thalassoma nigrofasciatum</i>	Sca	<i>Scarus forsteni</i>
Cha	<i>Chaetodon lineolatus</i>	Lut	<i>Aprion virescens</i>	Sca	<i>Scarus longipinnis</i>
Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	Lut	<i>Lutjanus adetii</i>	Sca	<i>Scarus niger</i>
Cha	<i>Chaetodon pelewensis</i>	Lut	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	Sca	<i>Scarus oviceps</i>
Cha	<i>Chaetodon trifascialis</i>	Lut	<i>Lutjanus bohar</i>	Sca	<i>Scarus psittacus</i>
Cha	<i>Chaetodon unimaculatus</i>	Lut	<i>Lutjanus fulviflamma</i>	Sca	<i>Scarus rubroviolaceus</i>
Cha	<i>Forcipiger longirostris</i>	Lut	<i>Lutjanus fulvus</i>	Sca	<i>Scarus schlegeli</i>
Cha	<i>Heniochus varius</i>	Lut	<i>Macolor niger</i>	Scom	<i>Scomberomorus commerson</i>



Cir	<i>Cirrhitichthys falco</i>	Lut	<i>Paracaesio xanthura</i>	Sig	<i>Siganus corallinus</i>
Cir	<i>Paracirrhites arcatus</i>	Mic	<i>Gunnellichthys viridescens</i>	Sig	<i>Siganus fuscescens</i>
Cir	<i>Paracirrhites forsteri</i>	Mic	<i>Ptereleotris evides</i>	Sig	<i>Siganus vulpinus</i>
Epi	<i>Anyperodon leucogrammicus</i>	Mon	<i>Oxymonacanthus longirostris</i>	Syn	<i>Synodus variegatus</i>
Epi	<i>Cephalopholis argus</i>	Mul	<i>Parupeneus barberinoides</i>	Tet	<i>Arothron stellatus</i>
Epi	<i>Epinephelus fasciatus</i>	Mul	<i>Parupeneus ciliatus</i>	Zan	<i>Zanclus cornutus</i>
Epi	<i>Epinephelus merra</i>				

Le nombre d'espèces pour chaque famille depuis 2007 est donné dans le [tableau 75](#) et spécifiquement pour cette campagne sur la [figure 47](#).

Tableau n°75 : *Nombre d'espèces par famille ichthyologique par mission (ST06)*

Familles	2007	2008	2009	2010 a	2010 b	2011 a	2011 b	2012 a	2012 b	2013 a	2013 b	2014 a	2014 b	2015 a	2015 b	2016 a	2016 b
Acanthuridae	6	8	6	5	4	8	5	7	10	9	3	4	8	6	8	8	8
Anthiinae	2	2	0	1	2	1	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1
Blenniidae	0	0	0	0	1	1	2	0	1	2	1	1	1	1	1	1	1
Caesionidae	0	0	1	1	0	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	1	1
Canthigasteridae	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
Carangidae	0	0	0	4	0	0	0	0	0	2	1	0	1	1	0	0	0
Chaetodontidae	5	3	4	3	3	4	9	7	6	9	8	5	6	6	8	10	10
Epinephelinae	5	4	5	5	2	4	4	3	3	8	5	2	3	4	1	3	3
Haemulidae	0	1	2	1	1	0	1	0	1	2	0	0	0	1	0	0	0
Labridae	5	8	1	7	7	10	7	11	9	10	10	7	8	9	9	9	8
Lethrinidae	1	0	1	1	2	4	1	0	0	2	1	0	0	1	0	0	0
Lutjanidae	2	0	3	2	0	1	1	0	2	7	2	0	0	2	5	3	2
Microdesmidae	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	1	1	1
Monacanthidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
Mullidae	1	1	0	1	3	2	2	0	1	3	3	1	1	2	1	0	0
Nemipteridae	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pomacanthidae	6	4	2	2	3	3	4	4	5	5	5	3	4	4	5	5	5
Pomacentridae	5	4	3	4	5	5	2	5	6	7	7	5	5	5	6	7	7
Pseudochromidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Scaridae	4	3	3	4	3	4	3	1	6	6	5	4	4	4	8	2	2
Siganidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Zanclidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Total espèces	44	40	31	42	37	50	44	42	53	77	55	39	46	48	58	54	53
Total familles	13	12	11	15	13	15	15	10	14	17	15	14	14	15	16	15	16

Si la comparaison du nombre d'espèces par famille entre les années 2007 – à cette campagne est effectuée (cf. [tableau 76](#)), sous l'angle de vue de ce critère toutes les campagnes sont similaires.

Tableau n°76 : *Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille » depuis 2007 (ST06)*

L'hypothèse nulle Ho :	Test	χ^2 obs	ddl	χ^2 à 0,95	nb de familles
« Les colonnes sont elles identiques ? »	χ^2	259	336	408	16/22



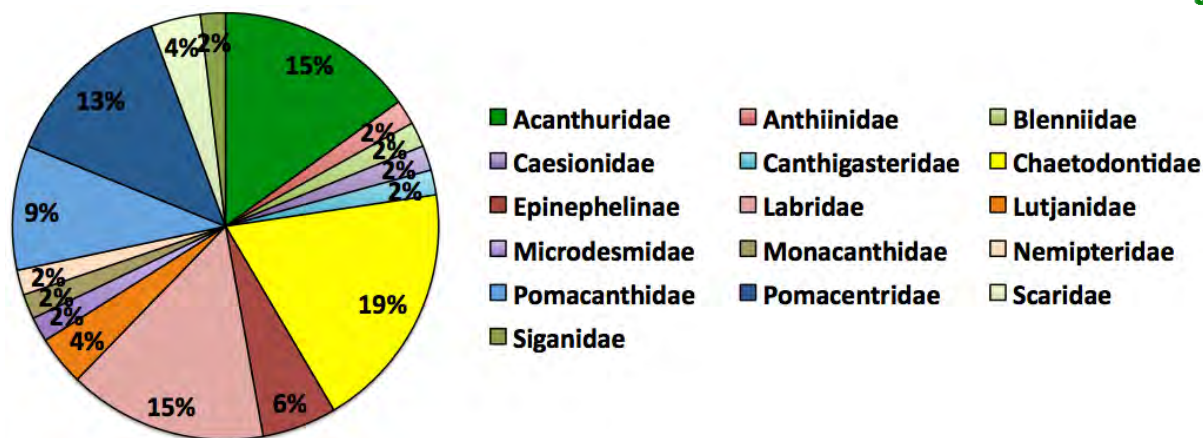


Figure n°47 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST06)

Le récapitulatif des résultats en terme de :

- d'abondance (nombre d'individus, transects/liste restreinte),
- de densité (en poisson/m², transects/liste restreinte),
- de biomasse (en g/m², transects/liste restreinte),
- de biodiversité 1 (espèces observées sur les transects et de la liste restreinte),
- de biodiversité 2 (espèces observées sur la station (transects + complémentaires) et de la liste restreinte),
- de biodiversité 3 (toutes les espèces observées sur la station (transects + complémentaires / liste non restreinte)),

pour toutes les campagnes depuis 2007 sont présentés dans le [tableau 78](#) et la [figure 48](#).

L'écart relatif à la moyenne [$Er_i = (X_i - X_m) / X_m$] pour ces paramètres biologiques peut alors être calculé : cf. [tableau 77](#) et représentation [figure 49](#).

Tableau n°77 : Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST06)

	Nb ind.	Densité	Biom.	Biodiv.1	Biodiv.2	Biodiv.3
Variance	6 763,5	0,4	11 9093,1	123,7	360,6	687,4
Ecart type	82,2	0,7	345,1	11,1	19,0	26,2
Moyenne	150,7	2,1	408,6	48,7	76,8	108,7
Coef. de Var.	0,5	0,3	0,8	0,2	0,2	0,2

Commentaires :

- La biomasse, plutôt faible, est due pour 50% aux Dawas (*Naso unicornis*), Saumonées (*Plectropomus leopardus*) et Mékouas (*Aprion virescens*) alors qu'à la mission précédente 50% étaient dus aux deux premières espèces et en 2015 b aux seuls Rougets de nuit (*Lutjanus adetii*). C'est derniers sont présents sur les transects mais leur éloignement des transects minore leur biomasse calculée.
- La densité est faible. Même remarque que précédemment : les espèces sont là, mais plus éloignées des transects.
- La biodiversité est supérieure à la moyenne et stable depuis 2011.

Tableau n°78 : Synopsis des résultats et récapitulatif des années précédentes (ST06)

Iononatea ST06		Liste DENV				Toutes espèces	
		Transect TLV				Station	Station
		Nb. ind.	Densité	Biom. g/m ²	Biodiv.1	Biodiv.2	Biodiv.3
2016 b	Transect A	236,00	2,16	50,56	33		
	Transect B	185,00	2,35	175,31	34		
	Transect C	132,00	1,01	221,86	26		
	Moy. ABC	184,33	1,84	149,24	53	85	118
2016 a	Moy. ABC	189,67	1,89	150,71	54	87	119
2015 b	Moy. ABC	187,00	2,27	210,72	58	87	112
2015 a	Moy. ABC	270,00	3,00	750,00	48	104	156
2014 b	Moy. ABC	226,00	2,87	622,19	46	81	126
2014 a	Moy. ABC	101,00	1,19	68,63	39	78	113
2013 b	Moy. ABC	190,33	1,98	191,60	55	87	117
2013 a	Moy. ABC	284,00	2,80	760,11	77	97	140
2012 b	Moy. ABC	142,33	1,64	151,8	53	93	125
2012 a	Moy. ABC	142,33	1,64	151,8	42	93	125
2011 b	Moy. ABC	62,33	0,75	76,87	44	88	124
2011 a	Moy. ABC	178,30	2,23	687,67	50	75	102
2010 b	Moy. ABC	190	1,91	92,96	37	58	81
2010 a	Moy. ABC	76,00	2,05	487,76	42	71	94
2009	Moy. ABC	27,00	1,17	226,52	31	33	81
2008	Moy. ABC	43,67	2,99	385,65	40	54	67
2007	Moy. ABC	42,67	2,45	1322,4	44	51	60

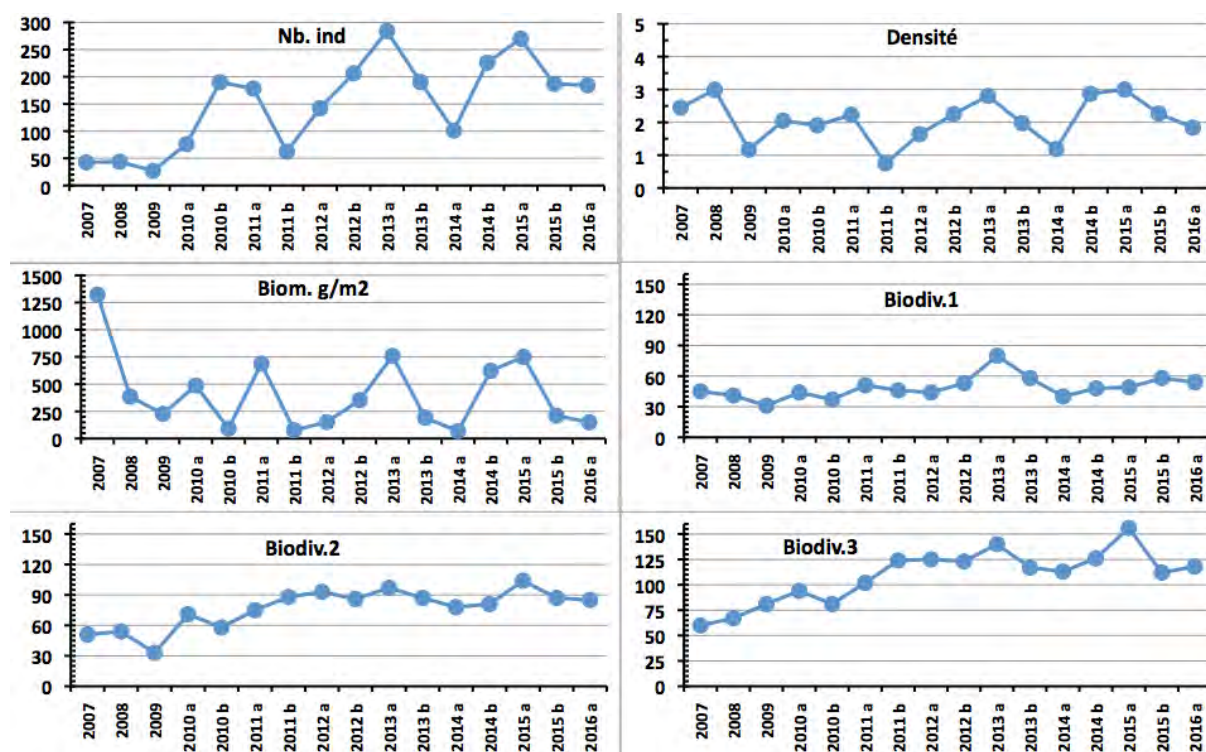


Figure n°48 : Evolution des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST06)

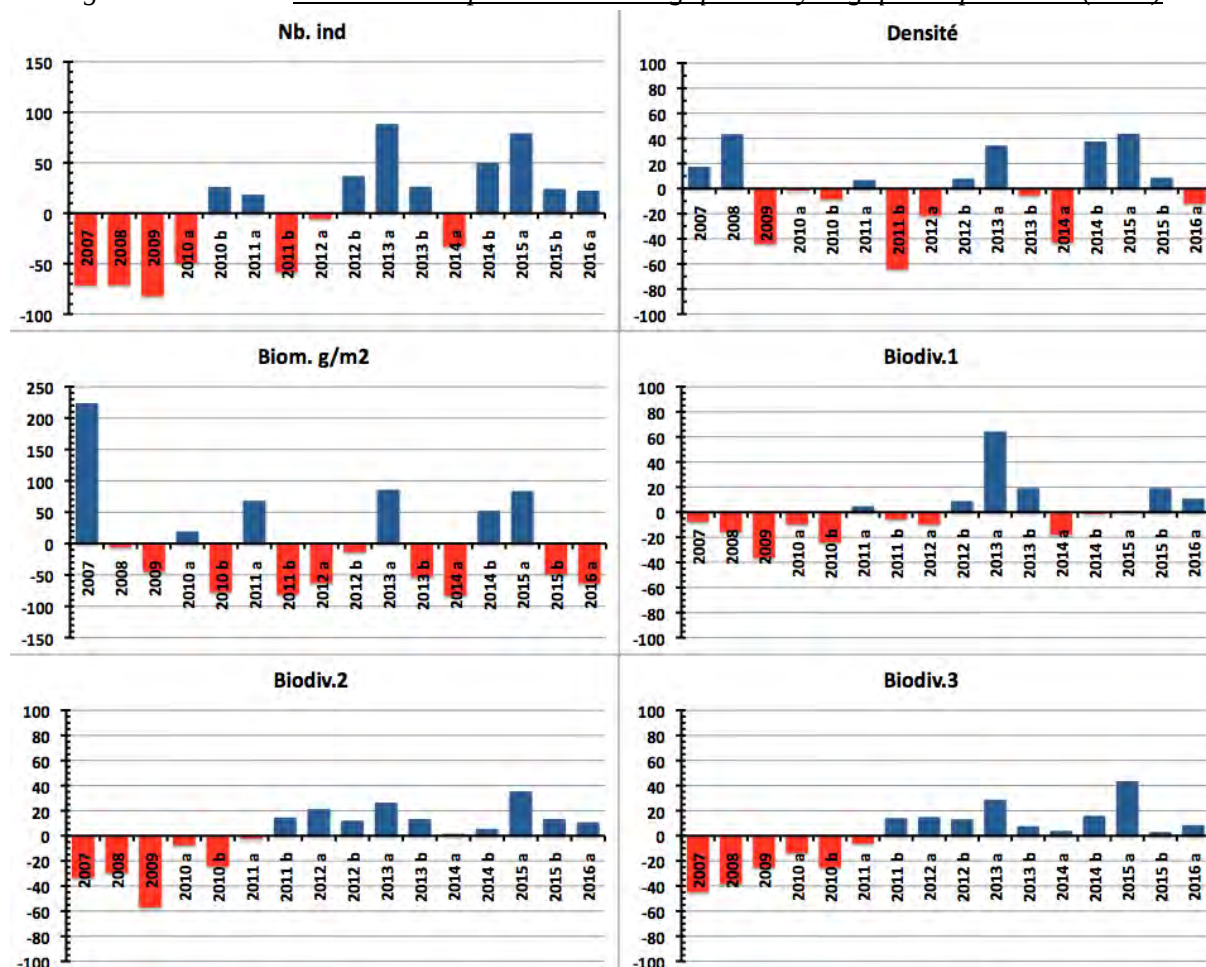


Figure n°49 : Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST06)



4.7 Station 07 = Basse Chambeyron

Localisation géographique	Dans la partie ouest du récif ennoyé de Basse Chambeyron. C'est un banc isolé, totalement ennoyé (cf. photographie 20) et qui subit les forts courants de marée, l'assaut des trains de houle et le ressac. Aucun abri n'est possible.
Nombre transects	3 transects.
Description transects	Ils ont été positionnés aux profondeurs de 7, 17 et 22 mètres, avec une orientation du nord-est vers le sud-ouest.
	Ils se placent depuis la rupture du tombant récifal jusqu'à la pente sédimentaire (zone d'accumulation de débris et de roche). Cette pente est d'environ 40°.

Description générale

Le haut du plateau est soumis à de violents ressacs et courants : la majeure partie du banc est arasée et les quelques scléractiniaires qui s'y maintiennent développent des morphoses robustes.

Sur le dessus du banc (3-5 mètres), les espèces sont adaptées au ressac et sont encore en place. Juste avant la rupture de pente (5 à 7 mètres) on trouve une zone d'*Acropora* branchu (*Acropora* cf. *formosa*) monospécifique, qui résistait paradoxalement depuis plusieurs années mais qui a été très dégradée lors des événements cycloniques du début d'année 2011. Au delà de 6-7 mètres, la pente est inclinée à 40°, la zone présente des séquelles de dégradations mécaniques (tempêtes et cyclones) comme l'atteste un nombre conséquent de roches et de débris coralliens de tailles variées. Par le phénomène d'avalanches, les grosses colonies fixées à l'origine vers 6-7 mètres (gros *Acropora* tabulaires, *Porites* massifs, ...) ont été arrachées, détruisant les organismes fixés sur leur passage.

Caractéristiques principales

- ↳ Originalité des peuplements coralliens adaptés à un milieu d'hydrodynamisme très important (courant de marée, houle et ressac) et taille relativement petite des colonies
- ↳ Dégradation des communautés benthiques sur l'ensemble de la station à cause de l'hydrodynamisme important : arrachement et casse des colonies coralliennes au transect A et accumulation de débris et blocs coralliens pour les autres transects B & C
- ↳ La station présente de nombreuses zones d'accumulation de débris et de coraux tabulaires retournés (conditions hydrodynamiques exceptionnelles). Couloirs d'effondrement de part et d'autre des transects et en bas de pente récifale (mortalité corallienne importante)
- ↳ Les spongiaires (*Cliona julliinei* et *C. orientalis*) sont relativement bien développées et colonisent les blocs coralliens et les massifs coralliens vivants
- ↳ Mobilité bathymétrique des échinodermes (astéries, holothuries, échinides) et des mollusques (diversité et abondance variables selon les missions)
- ↳ Les crinoïdes privilégient également ce type de biotope balayé par les courants de marée
- ↳ Richesse spécifique et abondance des macrophytes qui varient selon les saisons
- ↳ Absence de l'algue brune *Lobophora variegata*

Variations entre avril et novembre 2016

Indicateur Corail :

- La biodiversité corallienne est importante et a légèrement augmenté :

Octobre 2015 : 115 espèces coralliennes dont 108 espèces scléractiniaires

Avril 2016 : 115 espèces dont 108 espèces scléractiniaires

Novembre 2016 : 117 espèces dont 109 espèces scléractiniaires

- Le recouvrement corallien est de 23% au transect A, 13.5% en B et 2 % en C

- Le blanchissement a nettement diminué du point de vue « spécifique » et « recouvrement » :

Octobre 2015 : 18/108 espèces de scléractiniaires et 0.47% de la surface totale observée

Avril 2016 : 13/108 espèces de scléractiniaires et 0.67% de la surface totale observée

Novembre 2016 : 1/109 espèces de scléractiniaires et 0.03% de la surface totale observée

- Lésions coralliennes : absence de la maladie de la bande blanche. De plus, quelques colonies sont mortes ou





nécrosées suite au blanchissement et aux dégradations mécaniques dus à Winston

- Dégradations mécaniques aux 3 transects (hydrodynamisme important et remobilisation des débris). De nombreuses colonies ne sont plus fixées sur le substrat

Autres indicateurs :

- Cyanobactéries : absentes.

- Le turf algal se développe modérément sur les débris coralliens et les colonies coralliennes au fur et à mesure de leur dégradation (effondrement de débris)

- Algue brune *Lobophora* : absente

- Algue rouge *Asparagopsis taxiformis* : le recouvrement reste stable aux 3 transects (niveau 2) (développement saisonnier : le recouvrement peut être très important et varie énormément selon les saisons - caractère invasif de septembre à décembre)

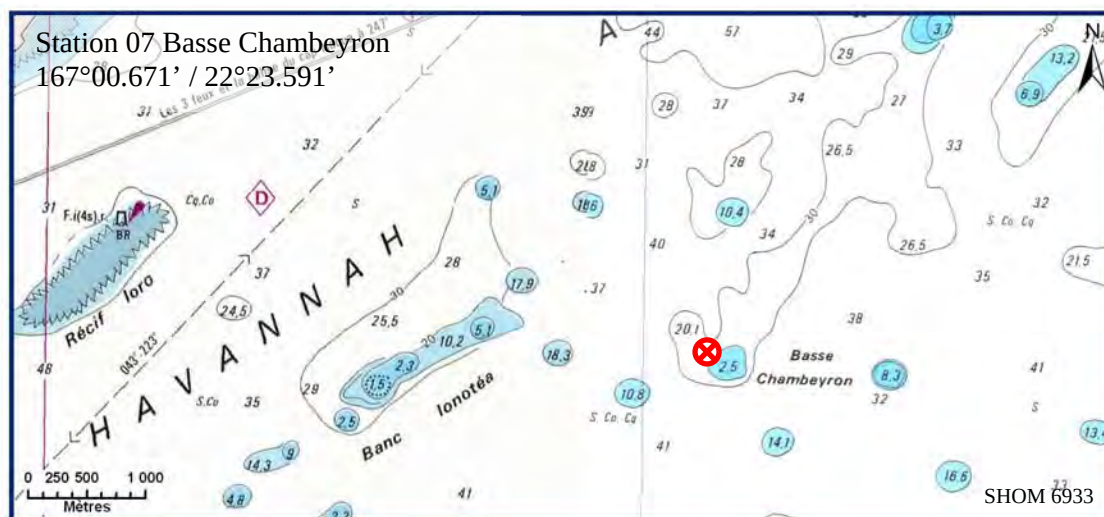
- *Cliona* (éponge) : recouvrement stable

Les corallivores :

- Absence des *Acanthaster planci* et des *Culcita novaeguineae*

- Augmentation de *Drupella cornus* en C (niveau 2), diminution en A, absence en A & B

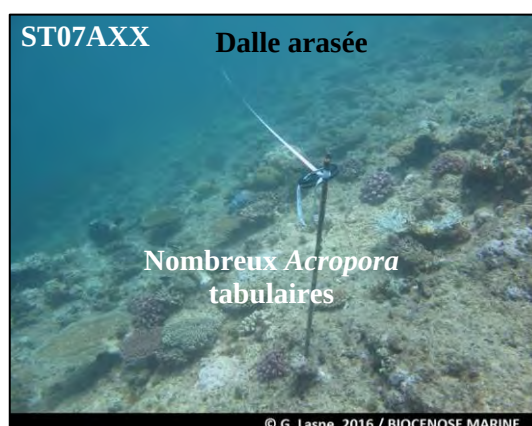
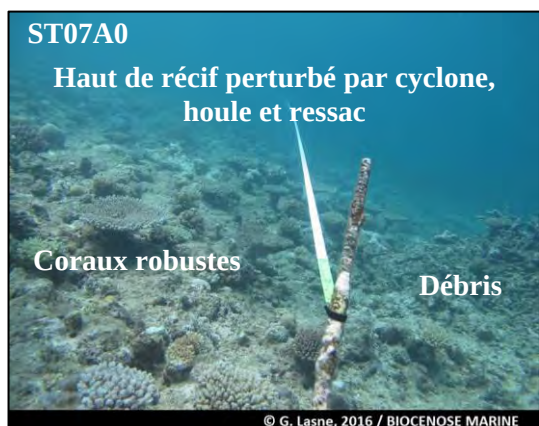




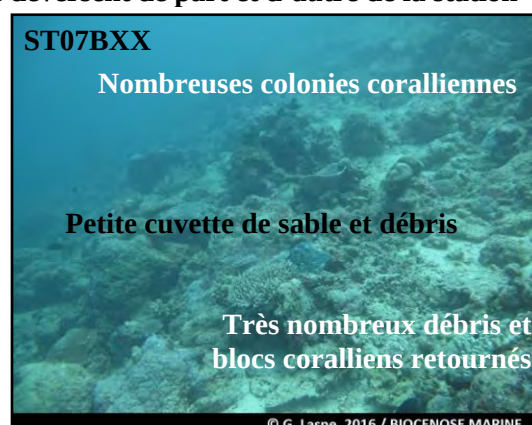
Carte n°09 : Localisation de la station 07 (Basse Chambeyron)



Photo n°20 : Position en surface (ST07)



Deux couloirs d'effondrement de débris se déversent de part et d'autre de la station



Nombreux colonies coralliennes arrachées et remobilisées sur l'ensemble de la station



Nombreux débris corallien en milieu et bas de pente récifale

Photo n°21 : Vue d'ensemble des transects (ST07)

4.7.1 Le substrat (ST07)

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la [figure 50](#) pour le transect A, dans la [figure 51](#) pour le transect B et dans la [figure 52](#) pour le transect C.

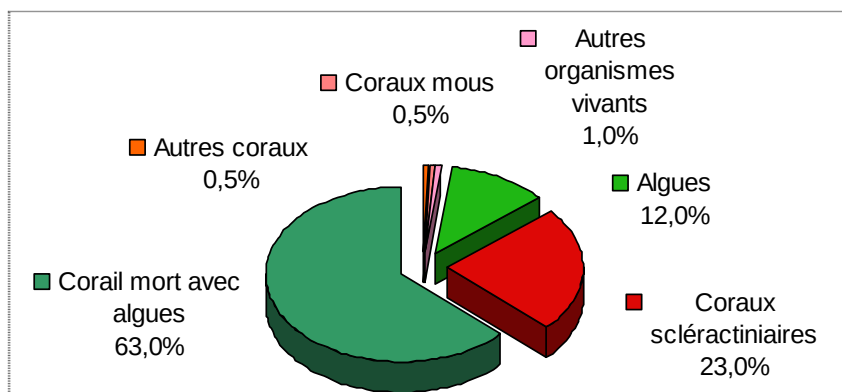


Figure n°50 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST07A

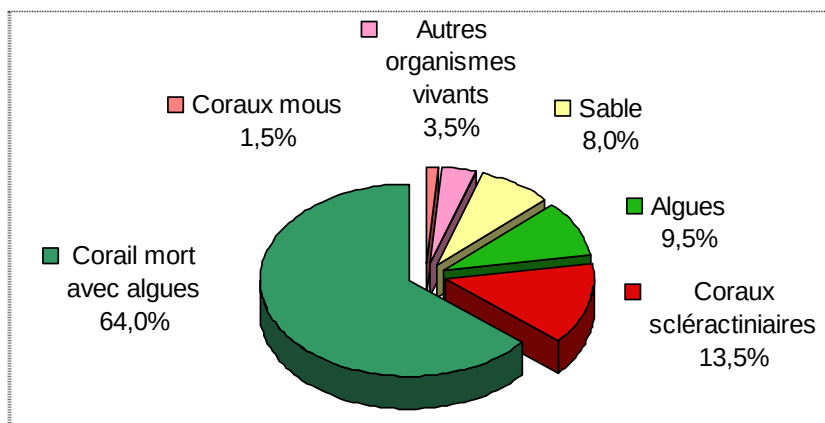


Figure n°51 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST07B

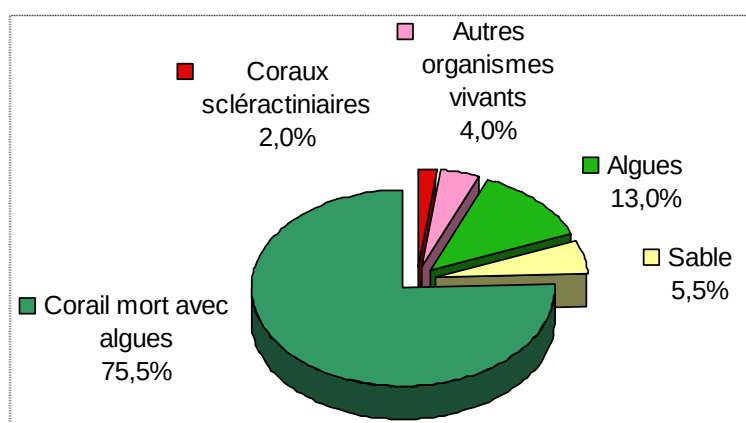


Figure n°52 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST07C

Cette station a un substrat qui est très biotique (100%, puis 92% et 94.5%). Cela est dû en partie aux coraux morts - et aux débris, classés alors dans cette catégorie - recouverts d'algues et particulièrement d'algues calcaires encroûtantes, ainsi qu'aux algues en elles-mêmes.

Les coraux scléactiniaires sont faiblement représentés (respectivement 23% -légère hausse : vs 16%- , 13.5% et 2%).

Absence des cyanobactéries et des coraux blancs pour cette mission aux 3 transects.

La station est globalement stable.

4.7.2 Le benthos (ST07)

La liste des taxons cibles (cf. § 3.2.3) échantillonnés sur cette station et la liste complète des résultats bruts sont données en [annexe 05](#).

En novembre 2016, la richesse spécifique de la station Basse Chambeyron (ST07) est composée de :

- **117 espèces coralliennes** (dont 109 espèces de scléractiniaires, 2 espèces de millépores (branchu et encroûtant), 3 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires, une espèce de stolonifère).
Les familles scléractiniaires (109 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (27 taxons), les Acroporidae (18 taxons), les Mussidae (10 taxons), les Agariciidae (9 taxons), les Fungiidae (9 taxons), les Pocilloporidae (9 taxons), les Dendrophylliidae (6 taxons), les Pectiniidae (6 taxons), les Poritidae (5 taxons), les Siderastreidae (5 taxons), les Merulinidae (3 taxons), les Astrocoeniidae (1 taxon), les Oculinidae (1 taxon).
Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Caryophylliidae, des Trachyphylliidae.
Le blanchissement corallien affecte 1/109 espèces de scléractiniaires (0,9%).
Le blanchissement visuel est de 0,03% de la surface totale observée.
- **51 espèces d'invertébrés** dont 16 espèces de mollusques ; 4 espèces de cnidaires : alcyonaires (3 taxons), zoanthaires (1 taxon) ; 19 espèces d'échinodermes : échinides (6 taxons), holothurides (6 taxons), astéries (4 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 6 espèces d'éponges ; 6 espèces d'ascidies.
- **3 espèces de macrophytes** : algues rouges (2 taxons), algues vertes (1 taxon).
- **Aucun taxon n'a été recensé dans le groupe des cyanobactéries.**

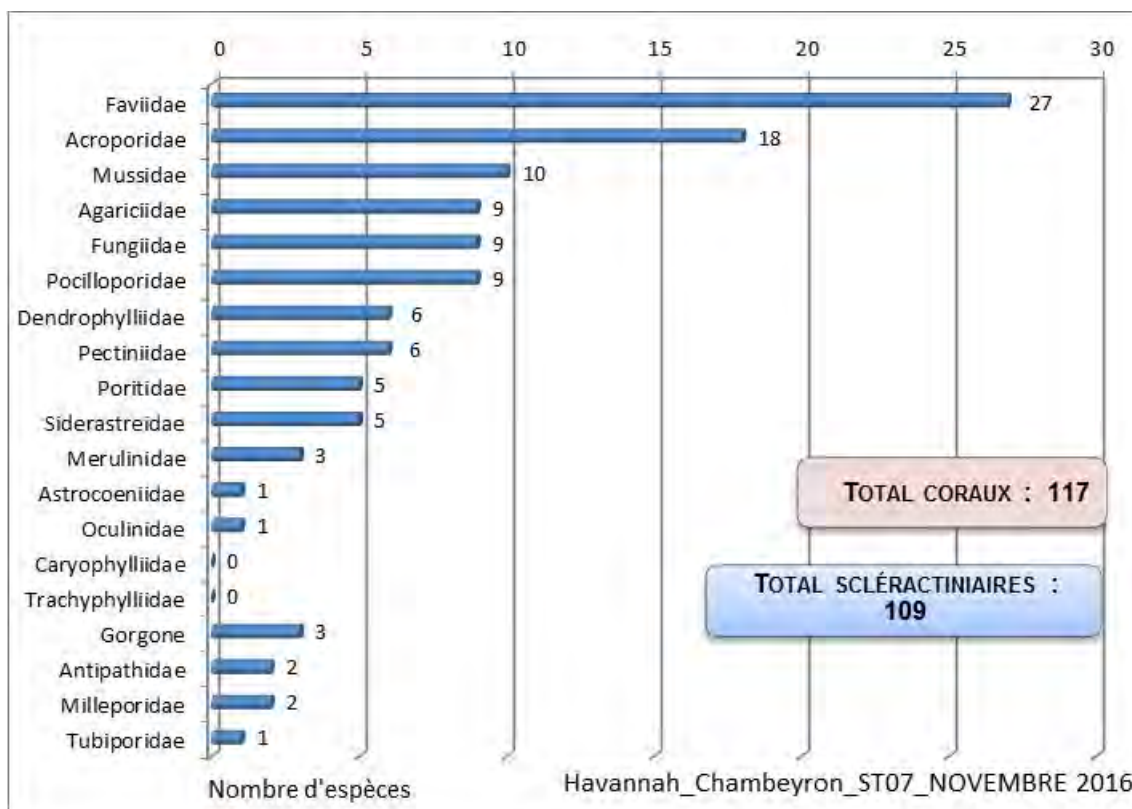


Figure n°53 : Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST07)

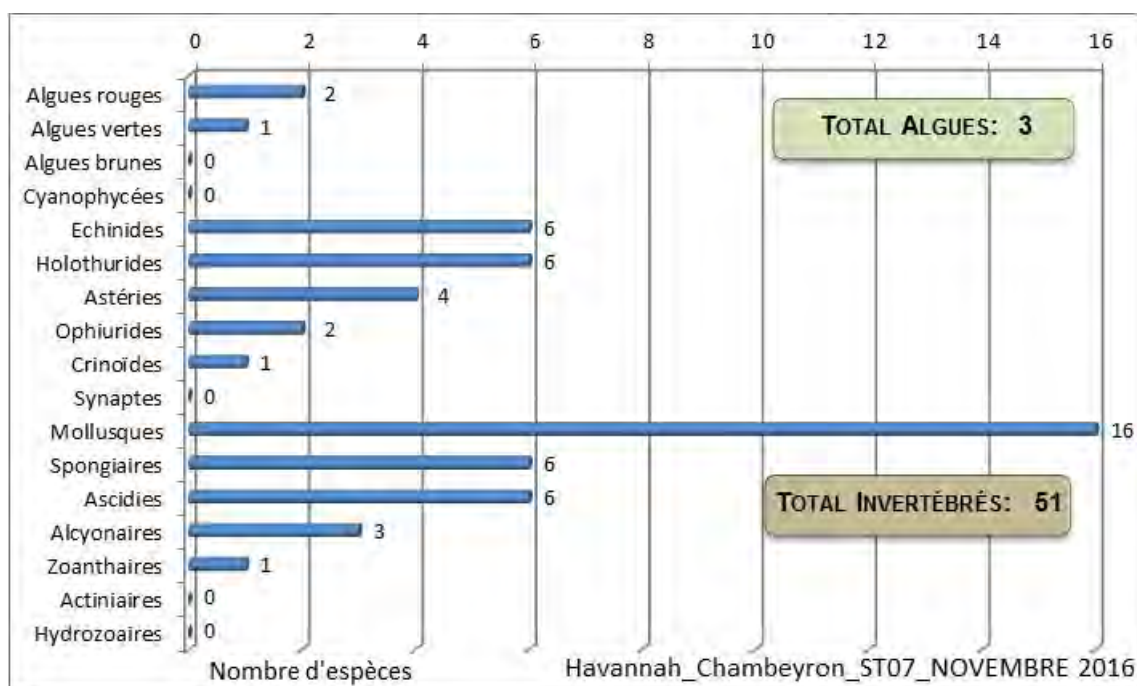


Figure n°54 : Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST07)

4.7.2.1 Benthos Transect 07 A

4.7.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST07A)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST07A est composée de 66 espèces coralliennes dont 65 espèces de scléractiniaires et une espèce de gorgone.

Les familles scléractiniaires (65 taxons au sein de 10 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (19 taxons), les Acroporidae (17 taxons), les Pocilloporidae (8 taxons), les Mussidae (5 taxons), les Poritidae (4 taxons), les Agariciidae (3 taxons), les Dendrophylliidae (3 taxons), les Merulinidae (3 taxons), les Siderastreidae (2 taxons), les Oculinidae (1 taxon).

Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Astrocoeniidae, des Caryophylliidae, des Fungiidae, des Pectiniidae, des Trachyphylliidae.

Il n'y a aucune espèce blanchie, ni de blanchissement visuel.

Tableau n°79 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST07A)

Evolution de la richesse spécifique des coraux*	Evolution de l'abondance	Blanchissement corallien
Nouvelle (s) espèce (s) recensée (s)	Augmentation d'abondance	Espèce (s) blanchie (s)
2 espèces : • <i>Symphyllia</i> sp. (A2), • <i>Pocillopora woodjonesi</i> (A1).	4 espèces : • <i>Favia</i> spp. (2spp., A3/+ 1), • <i>Lobophyllia corymbosa</i> (A2/+ 1), • <i>Pocillopora meandrina</i> (A4/+ 1).	Aucune espèce blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
2 espèces : • <i>Favia favius</i> (A0/-1), • <i>Symphyllia valenciennesii</i> (A0/-1).	Aucune	> toutes les espèces (10 taxons) ont réintégré leurs zooxanthelles : •<i>Acropora</i> spp. (branchu)(-1spp.B*) (B- 2, øß), •<i>Acropora</i> spp. (tabulaire)(-2spp.B*) (B- 2, øß), •<i>Montipora</i> spp. (-1spp.B*) (B- 1, øß), •<i>Favia</i> spp. (-1spp.B*) (B- 1, øß), •<i>Favites</i> spp. (-1spp.B*) (B- 1, øß), •<i>Merulina ampliata</i> (B- 1, øß), •<i>Pocillopora damicornis</i> (B- 2, øß), •<i>Seriatopora hystrix</i> (B- 2, øß), •<i>Stylophora pistillata</i> (B- 1, øß) ; > aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître ni se réduire.

4.7.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST07A)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST07A est composée de :

- 25 espèces d'invertébrés dont 10 espèces de mollusques ; 10 espèces d'échinodermes : astéries (3 taxons), échinides (3 taxons), holothurides (3 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 2 espèces d'éponges ; 3 espèces d'ascidies.
- 2 espèces de macrophytes : algues rouges (2 taxons).
- Aucun taxon n'a été recensé dans le groupe des cyanobactéries, et des cnidaires.

Tableau n°80 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST07A)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
Aucune nouvelle espèce d'algues recensée. Une espèce d'algue disparue, l'algue verte : • <i>Halimeda</i> sp. (A0/-2).	Aucune espèce d'algues n'augmente. Aucune espèce d'algues ne diminue.
Cyanobactéries	
☒	☒
Cnidaires	
2 espèces de cnidaires disparues : > pour les alcyonaires (-2 sp) : • <i>Sarcophyton</i> sp. (A0/-2), • <i>Sinularia</i> sp. (A0/-2).	☒
Echinodermes	
2 nouvelles espèces d'échinodermes recensées : > pour les holothurides (2 sp) : • <i>Bohadschia argus</i> (A2), • <i>Holothuria edulis</i> (A1). 3 espèces d'échinodermes disparues : > pour les astéries (-1 espèce) : • <i>Fromia milleporrella</i> (A0/-1) ; > pour les échinides (-1 espèce) : • <i>Toxopneustes gratilla</i> (A0/-1) ; > pour les ophiurides (-1 espèce) : • <i>Ophiocoma erinaceus</i> (A0/-1).	Une espèce d'échinodermes augmente d'abondance : > pour les échinides (1 espèce) : • <i>Diadema savignyi</i> (A2/+ 1). 2 espèces d'échinodermes diminuent d'abondance : > pour les astéries (2 espèces) : • <i>Gomophia egyptiaca</i> (A1/- 1), • <i>Nardoa gomophia</i> (A1/-1)
Mollusques	
2 nouvelles espèces de mollusques recensées : > pour les gastéropodes (2 sp) : • <i>Lambis truncata</i> (A1), • <i>Turbo argyrostomus</i> (A1). Une espèce de mollusques disparue : > pour les gastéropodes (-1 espèce) : • <i>Drupella cornus</i> (A0/-2).	☒
Eponges	
☒	☒
Ascidies	
2 espèces d'ascidies disparues : • <i>Didemnum</i> sp. (blanche) (A0/-2), • <i>Encroûtante verte</i> (A0/-2).	2 espèces d'ascidies augmentent d'abondance : • <i>Polycarpa aurita</i> (A3/+ 1), • <i>Polycarpa nigricans</i> (A4/+1) Une espèce d'ascidies diminue d'abondance : • <i>Polycarpa cryptocarpa</i> (A1/- 1).
Bryozoaires	
☒	☒

4.7.2.2 Benthos Transect 07 B

4.7.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST07B)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST07B est composée de 97 espèces coralliennes dont 89 espèces de scléractiniaires, 2 espèces de millépores (branchu et encroûtant), 3 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires, une espèce de stolonifère.

Les familles scléractiniaires (89 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (23 taxons), les Acroporidae (11 taxons), les Fungiidae (9 taxons), les Agariciidae (8 taxons), les Mussidae (7 taxons), les Pocilloporidae (7 taxons), les Pectiniidae (6 taxons), les Dendrophylliidae



(5 taxons), les Poritidae (4 taxons), les Siderastreidae (4 taxons), les Merulinidae (3 taxons), les Astrocoeniidae (1 taxon), les Oculinidae (1 taxon).

Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Caryophylliidae, des Trachyphylliidae.

Il n'y a aucune espèce blanchie, ni de blanchissement visuel.

Tableau n°81 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST07B)

Evolution de la richesse spécifique des coraux*	Evolution de l'abondance	Blanchissement corallien
Nouvelle (s) espèce (s) recensée (s)	Augmentation d'abondance	Espèce (s) blanchie (s)
7 espèces : • <i>Montipora</i> spp. (4spp./+1spp.) (A5), • <i>Leptoseris explanata</i> (A1), • <i>Leptoseris scabra</i> (A1), • <i>Favites abdita</i> (A1), • <i>Fungia simplex</i> (A1), • <i>Podabacia motuporensis</i> (A1), • <i>Tubipora musica</i> (A2)	3 espèces : • <i>Montipora undata</i> (A2/+ 1), • <i>Pavona duerdeni</i> (A2/+ 1), • <i>Pocillopora kelleheri</i> (A2/+ 1).	Aucune espèce blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
3 espèces : • <i>Fungia horrida</i> (A0/-1), • <i>Blastomussa wellsi</i> (A0/-1), • <i>Psammocora haimeana</i> (A0/-1).	Aucune	➢ toutes les espèces (10 taxons) ont réintégré leurs zooxanthelles : •<i>Acropora</i> spp. (branchu) (-1spp.B*) (B- 2, øß), •<i>Acropora</i> spp. (tabulaire) (-1spp.B*) (B- 2, øß), •<i>Montipora</i> spp. (-1spp.B*) (B- 2, øß), •<i>Fungia</i> spp. (-1spp.B*) (B- 1, øß), •<i>Merulina ampliata</i> (B- 1, øß), •<i>Mycedium elephantotus</i> (B- 1, øß), •<i>Pocillopora damicornis</i> (B- 1, øß), •<i>Pocillopora meandrina</i> (B- 1, øß), •<i>Seriatopora hystrix</i> (B- 1, øß), •<i>Stylophora pistillata</i> (B- 2, øß) ; ➢ aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître ni se réduire.

4.7.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST07B)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST07B est composée de :

- 35 espèces d'invertébrés dont 10 espèces de mollusques ; 3 espèces de cnidaires : alcyonaires (2 taxons), zoanthaires (1 taxon) ; 11 espèces d'échinodermes : astéries (3 taxons), holothurides (3 taxons), échinides (2 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 5 espèces d'éponges ; 6 espèces d'ascidies.
- 3 espèces de macrophytes : algues rouges (2 taxons), algues vertes (1 taxon).
- Aucun taxon n'a été recensé dans le groupe des cyanobactéries.

Tableau n°82 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST07B)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
Aucune nouvelle espèce d'algues recensée.	Aucune espèce d'algues n'augmente.
Une espèce d'algue disparue, l'algue brune : • <i>Dictyota</i> sp. (A0/-2).	Aucune espèce d'algues ne diminue.
Cyanobactéries	
☒	☒
Cnidaires	
3 espèces de cnidaires disparues : ➢ pour les alcyonaires (-2 sp) : • <i>Sinularia</i> sp. (A0/-2), • <i>Nephthea</i> sp. (A0/-2) ➢ pour les hydrozoaires (-1 espèce) : •Hydrozoaires ind. (A0/-2).	☒
Echinodermes	
Une nouvelle espèce d'échinodermes recensée : ➢ pour les astéries (1 espèce) : • <i>Gomophia egyptiaca</i> (A1).	Une espèce d'échinodermes augmente d'abondance : ➢ pour les holothurides (1 espèce) :
Une espèce d'échinodermes disparue :	• <i>Holothuria atra</i> (A2/+ 1).



> pour les holothurides (-1 sp) : • <i>Holothuria fuscopunctata</i> (A0/-1).	
Mollusques	
Une nouvelle espèce de mollusques recensée : > pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Tectus pyramis</i> (A1). 4 espèces de mollusques disparues : > pour les bivalves (-1 espèce) : • <i>Isognomon isognomon</i> (A0/-2) ; > pour les gastéropodes (-2 sp) : • <i>Cerithium</i> sp. (A0/-1), • <i>Lambis lambis</i> (A0/-1) > pour les nudibranches (-1 espèce) : • <i>Phyllidiella pustulosa</i> (A0/-1).	2 espèces de mollusques diminuent d'abondance : > pour les gastéropodes (2 espèces) : • <i>Latirolagena smaragdula</i> (A1/- 1), • <i>Astraea rhodostoma</i> (A1/- 1).
Eponges	
Une nouvelle espèce d'éponges recensée : • <i>Hamigera strongylata</i> (A2).	☒
Ascidies	
Une nouvelle espèce d'ascidies recensée : • <i>Citorclinum laboutei</i> (A1).	☒
Bryozoaires	
☒	☒

4.7.2.3 Benthos Transect 07 C

4.7.2.3.1 Les Scléractiniaires (ST07C)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST07C est composée de 65 espèces coralliennes dont 60 espèces de scléractiniaires, une espèce de millépore (encroûtant), 3 espèces de gorgones, une espèce d'antipathaire.

Les familles scléractiniaires (60 taxons au sein de 12 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (13 taxons), les Acroporidae (8 taxons), les Agariciidae (7 taxons), les Mussidae (6 taxons), les Pocilloporidae (6 taxons), les Dendrophylliidae (5 taxons), les Fungiidae (5 taxons), les Poritidae (3 taxons), les Siderastreidae (3 taxons), les Pectiniidae (2 taxons), les Astrocoeniidae (1 taxon), les Oculinidae (1 taxon).

Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Caryophylliidae, des Merulinidae, des Trachyphylliidae.

Le blanchissement corallien affecte 1/60 espèces de scléractiniaires (1,7%).

Le blanchissement visuel est de 0,1% de la surface du couloir.

Tableau n°83 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST07C)

Evolution de la richesse spécifique des coraux*	Evolution de l'abondance	Blanchissement corallien
Nouvelle (s) espèce (s) recensée (s)	Augmentation d'abondance	Espèce (s) blanchie (s)
3 espèces : • <i>Astreopora</i> sp. (A1), • <i>Favia maxima</i> (A1), • <i>Herpolitha limax</i> (A1).	2 espèces : • <i>Cycloseris</i> sp. (A2/+ 1), • <i>Acanthastrea echinata</i> (A2/+ 1).	Une seule espèce blanchie (1,7%) : > Une seule espèce précédemment blanchie • <i>Acropora</i> (tabulaire) (B1, ∞) > Aucune espèce nouvellement blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
5 espèces : • <i>Antipathus</i> sp. (A0/-2), • <i>Montastrea</i> sp. (A0/-1), • <i>Cycloseris cyclolites</i> (A0/-1), • <i>Fungia repanda</i> (A0/-2), • <i>Fungia</i> spp. (1spp./-1spp.A2/-0).	2 espèces : • <i>Cirripathes</i> sp. (A1/- 1), • <i>Turbinaria mesenterina</i> (A1/- 1).	> une seule espèce a réintégré toutes ses zooxanthelles : • <i>Acropora</i> spp. (branchu)(-1spp.B*)(B- 1, øß) ; > aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître ni se réduire.

4.7.2.3.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST07C)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST07C est composée de :



- 35 espèces d'invertébrés dont 7 espèces de mollusques ; 4 espèces de cnidaires : alcyonaires (3 taxons), zoanthaires (1 taxon) ; 13 espèces d'échinodermes : holothurides (6 taxons), échinides (3 taxons), ophiurides (2 taxons), astéries (1 taxon), crinoïdes (1 taxon) ; 6 espèces d'éponges ; 5 espèces d'ascidies.
- 2 espèces de macrophytes : algues rouges (2 taxons).
- Aucun taxon n'a été recensé dans le groupe des cyanobactéries.

Tableau n°84 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST07C)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
Aucune nouvelle espèce d'algues recensée. Une espèce d'algue disparue, l'algue brune : • <i>Dictyota</i> sp. (A0/-2)	Aucune espèce d'algues n'augmente. Aucune espèce d'algues ne diminue.
Cyanobactéries	
☒	☒
Cnidaires	
Une espèce de cnidaires disparue : > pour les hydrozoaires (-1 sp) : •Hydrozoaires ind. (A0/-2)	Une espèce de cnidaires diminue d'abondance : > pour les alcyonaires (1 sp) : • <i>Sarcophyton</i> sp. (A1/-1)
Echinodermes	
3 nouvelles espèces d'échinodermes recensées : > pour les astéries (1 espèce) : • <i>Celerina heffernani</i> (A1) ; > pour les échinides (2 sp) : • <i>Phyllacanthus imperialis</i> (A1), • <i>Salmacis belli</i> (A1). 5 espèces d'échinodermes disparues : > pour les astéries (-1 espèce) : • <i>Nardoa gomophia</i> (A0/-1) ; > pour les échinides (-2 espèce) : • <i>Diadema setosum</i> (A0/-1), • <i>Echinometrix diadema</i> (A0/-1) ; > pour les holothurides (-2 sp) : • <i>Thelenota ananas</i> (A0/-1), • <i>Thelenota anax</i> (A0/-1)	Une espèce d'échinodermes augmente d'abondance : > pour les échinides (1 espèce) : • <i>Echinostrephus aciculatus</i> (A2/+ 1). Une espèce d'échinodermes diminue d'abondance : > pour les ophiurides (1 espèce) : • <i>Ophiomastix caryophyllata</i> (A1/- 1).
Mollusques	
2 nouvelles espèces de mollusques recensées : > pour les gastéropodes (2 sp) : • <i>Drupella cornus</i> (A2), • <i>Astraea rhodostoma</i> (A1). 4 espèces de mollusques disparues : > pour les bivalves (-2 sp) : • <i>Isognomon isognomon</i> (A0/-2), • <i>Pinna</i> sp. (A0/-1) > pour les gastéropodes (-2 sp) : • <i>Cerithium</i> sp. (A0/-2), • <i>Lambis scorpius</i> (A0/-1)	☒
Eponges	
☒	Une espèce d'éponges augmente d'abondance : • <i>Cymbastella cantharella</i> (A2/+ 1).
Ascidies	
☒	Une espèce d'ascidies diminue d'abondance : • <i>Polycarpa clavata</i> (A1/- 1).
Bryozoaires	
☒	☒

4.7.3 Les poissons (ST07)

La liste des espèces observées¹² sur les transects et les résultats bruts sont fournis dans le [tableau 85](#).

Tableau n°85 : Données sur les poissons (ST07)

Basse Chambeyron ST07		Transect A			Transect B			Transect C			Station Moyenne		
Fam	Espèces	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom
Aca	<i>Acanthurus achilles</i>				1	0,02	2,33				0,33	0,01	0,78
Aca	<i>Acanthurus dussumieri</i>							2	0,03	10,98	0,67	0,01	3,66
Aca	<i>Acanthurus mata</i>				20	0,15	17,94	25	0,14	29,58	15,00	0,10	15,84
Aca	<i>Acanthurus olivaceus</i>	1	0,02	6,25	2	0,04	9,73				1,00	0,02	5,33
Aca	<i>Ctenochaetus cyanocheilus</i>	4	0,08	1,60							1,33	0,03	0,53
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	2	0,04	0,58							0,67	0,01	0,19
Aca	<i>Naso brachycentron</i>							15	0,08	65,51	5,00	0,03	21,84
Aca	<i>Naso lopezi</i>				10	0,06	47,64	10	0,07	56,15	6,67	0,04	34,60
Aca	<i>Naso unicornis</i>							3	0,04	48,00	1,00	0,01	16,00
Aca	<i>Zebрасoma scopas</i>	3	0,06	1,20	2	0,04	0,80	3	0,04	0,38	2,67	0,05	0,79
Aca	<i>Zebрасoma veliferum</i>							2	0,03	5,32	0,67	0,01	1,77
Ant	<i>Pseudanthias cooperi</i>							15	0,19	1,29	5,00	0,06	0,43
Ant	<i>Pseudanthias dispar</i>	15	0,30	1,30							5,00	0,10	0,43
Ant	<i>Pseudanthias pascalus</i>	10	0,20	1,37							3,33	0,07	0,46
Ant	<i>Pseudanthias pictilis</i>	20	0,40	1,73							6,67	0,13	0,58
Ant	<i>Pseudanthias squamipinnis</i>							40	0,50	3,43	13,33	0,17	1,14
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>				2	0,04	0,05				0,67	0,01	0,02
Cha	<i>Chaetodon baronessa</i>				2	0,04	0,27				0,67	0,01	0,09
Cha	<i>Chaetodon citrinellus</i>	2	0,04	0,10							0,67	0,01	0,03
Cha	<i>Chaetodon kleinii</i>	3	0,06	0,15							1,00	0,02	0,05
Cha	<i>Chaetodon lineolatus</i>	2	0,04	1,38							0,67	0,01	0,46
Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>				4	0,08	0,35				1,33	0,03	0,12
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	4	0,08	0,20							1,33	0,03	0,07
Cha	<i>Chaetodon ulietensis</i>	2	0,04	0,41							0,67	0,01	0,14
Cha	<i>Heniochus chrysostomus</i>	2	0,04	1,76	1	0,02	2,33				1,00	0,02	1,36
Epi	<i>Cromileptes altivelis</i>				1	0,02	17,15				0,33	0,01	5,72
Epi	<i>Epinephelus fasciatus</i>				3	0,06	16,59				1,00	0,02	5,53
Epi	<i>Epinephelus maculatus</i>							1	0,01	6,75	0,33	0,00	2,25
Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>				2	0,03	32,00	2	0,02	21,33	1,33	0,01	17,78
Hae	<i>Plectorhynchus lessonii</i>				1	0,02	4,26				0,33	0,01	1,42
Lab	<i>Bodianus perditio</i>							1	0,01	6,75	0,33	0,00	2,25
Lab	<i>Gomphosus varius</i>	3	0,06	0,61							1,00	0,02	0,20
Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>				1	0,02	2,33				0,33	0,01	0,78
Lab	<i>Thalassoma hardwicke</i>	5	0,10	0,69							1,67	0,03	0,23
Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	7	0,14	0,60	5	0,10	0,43				4,00	0,08	0,35
Lab	<i>Thalassoma lutescens</i>	6	0,12	1,23				4	0,05	0,34	3,33	0,06	0,52
Lut	<i>Aprion virescens</i>							3	0,02	34,17	1,00	0,01	11,39
Mic	<i>Ptereleotris evides</i>	6	0,12	0,52							2,00	0,04	0,17
Mul	<i>Parupeneus barberinoides</i>	3	0,06	1,60	3	0,06	2,07	5	0,06	2,16	3,67	0,06	1,94
Mul	<i>Parupeneus cyclostomus</i>				5	0,10	39,37				1,67	0,03	13,12
Mul	<i>Parupeneus multifasciatus</i>							10	0,13	10,24	3,33	0,04	3,41
Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>				7	0,14	2,80				2,33	0,05	0,93
Poc	<i>Centropyge bicolor</i>	3	0,06	0,15	3	0,06	0,15	3	0,04	0,05	3,00	0,05	0,12
Poc	<i>Centropyge bispinosa</i>	4	0,08	0,20	3	0,06	0,15	4	0,05	0,06	3,67	0,06	0,14
Poc	<i>Centropyge tibicen</i>	4	0,08	0,20	4	0,08	0,20	4	0,05	0,06	4,00	0,07	0,15
Pom	<i>Amphiprion chrysopterus</i>	5	0,10	0,25	5	0,10	0,25				3,33	0,07	0,17
Pom	<i>Chromis fumea</i>	25	0,50	0,64	40	0,44	0,24	40	0,50	0,64	35,00	0,48	0,51
Pom	<i>Chromis viridis</i>	35	0,70	0,90	40	0,44	0,24				25,00	0,38	0,38

¹² Données par rapport à la liste restreinte du cahier des charges, cf. [annexe 01](#).

Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>	8	0,16	0,09	10	0,20	0,11	15	0,19	0,24	11,00	0,18	0,14
Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>	30	0,60	0,32	20	0,40	0,22	25	0,31	0,40	25,00	0,44	0,31
Pom	<i>Neopomacentrus azysron</i>				5	0,10	0,13				1,67	0,03	0,04
Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>	10	0,20	0,11	10	0,20	0,11				6,67	0,13	0,07
Pom	<i>Stegastes aureus</i>	1	0,02	0,20	3	0,06	0,41				1,33	0,03	0,21
Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>	3	0,06	1,20	5	0,10	2,00				2,67	0,05	1,07
Sca	<i>Scarus chameleon</i>	2	0,04	2,70	1	0,02	3,20				1,00	0,02	1,97
Sca	<i>Scarus oviceps</i>	1	0,02	1,35							0,33	0,01	0,45
Sca	<i>Scarus rivulatus</i>				1	0,02	6,25				0,33	0,01	2,08
Sca	<i>Scarus schlegeli</i>							7	0,09	18,63	2,33	0,03	6,21
Sco	<i>Scomberomorus commerson</i>							1	0,01	250,	0,33	0,00	83,33
Sig	<i>Siganus fuscescens</i>							20	0,25	29,16	6,67	0,08	9,72
Total		231	4,62	31,6	222	3,32	212,1	260	2,89	601,6	237	3,61	281,8
Biodiversité		32			32			25			60		
Indice de Shannon =		4,790											
Equitabilité =		0,811											

Sur l'ensemble des transects de la station, 713 individus appartenant à 60 espèces différentes ont pu être observés. Ils représentent une densité de 3.61 poissons/m² pour une biomasse de 281.8 g/m².

115 espèces complémentaires (e.g. hors des transects et hors liste restreinte [en rouge]) ont été observées sur la station (cf. [tableau 86](#)).

Tableau n°86 : Liste des espèces complémentaires (ST07)

Fam	Espèces	Fam	Espèces	Fam	Espèces
Aca	<i>Acanthurus achilles</i>	Epi	<i>Epinephelus maculatus</i>	Mul	<i>Parupeneus ciliatus</i>
Aca	<i>Acanthurus dussumieri</i>	Epi	<i>Epinephelus merra</i>	Mul	<i>Parupeneus cyclostomus</i>
Aca	<i>Acanthurus mata</i>	Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>	Mul	<i>Parupeneus multifasciatus</i>
Aca	<i>Acanthurus nigricauda</i>	Gob	<i>Koumansetta rainfordi</i>	Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>
Aca	<i>Acanthurus olivaceus</i>	Hae	<i>Plectorhinchus chaetodonoides</i>	Pin	<i>Parapercis cylindrica</i>
Aca	<i>Acanthurus pyroferus</i>	Hae	<i>Plectorhinchus flavomaculatus</i>	Pin	<i>Parapercis millepunctata</i>
Aca	<i>Ctenochaetus cyanocheilus</i>	Hae	<i>Plectorhinchus lessonii</i>	Poc	<i>Centropyge bicolor</i>
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	Hol	<i>Myripristis kuntee</i>	Poc	<i>Centropyge bispinosa</i>
Aca	<i>Naso brachycentron</i>	Hol	<i>Sargocentron ensifer</i>	Poc	<i>Centropyge flavissima</i>
Aca	<i>Naso lopezi</i>	Lab	<i>Anampses geographicus</i>	Poc	<i>Centropyge tibicen</i>
Aca	<i>Naso maculatus</i>	Lab	<i>Anampses neoguinaicus</i>	Poc	<i>Pomacanthus semicirculatus</i>
Aca	<i>Naso unicornis</i>	Lab	<i>Bodianus axillaris</i>	Poc	<i>Pomacanthus sexstriatus</i>
Aca	<i>Naso vlamingii</i>	Lab	<i>Bodianus perditio</i>	Poc	<i>Pygoplites diacanthus</i>
Aca	<i>Zebrasoma scopas</i>	Lab	<i>Cheilinus chlorourus</i>	Pom	<i>Amblyglyphidodon curacao</i>
Aca	<i>Zebrasoma veliferum</i>	Lab	<i>Choerodon jordani</i>	Pom	<i>Amphiprion chrysopterus</i>
Ant	<i>Pseudanthias cooperi</i>	Lab	<i>Coris batuensis</i>	Pom	<i>Chromis atripes</i>
Ant	<i>Pseudanthias dispar</i>	Lab	<i>Epibulus insidiator</i>	Pom	<i>Chromis fumea</i>
Ant	<i>Pseudanthias pascalus</i>	Lab	<i>Gomphosus varius</i>	Pom	<i>Chromis iomelas</i>
Ant	<i>Pseudanthias pictilis</i>	Lab	<i>Halichoeres argus</i>	Pom	<i>Chromis viridis</i>
Ant	<i>Pseudanthias squamipinnis</i>	Lab	<i>Halichoeres hortulanus</i>	Pom	<i>Chromis xanthura</i>
Bal	<i>Balistoides viridescens</i>	Lab	<i>Halichoeres prosopion</i>	Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>
Bal	<i>Sufflamen fraenatus</i>	Lab	<i>Hemigymnus fasciatus</i>	Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>	Pom	<i>Neopomacentrus azysron</i>
Cha	<i>Chaetodon baronessa</i>	Lab	<i>Labropsis australis</i>	Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>
Cha	<i>Chaetodon citrinellus</i>	Lab	<i>Thalassoma hardwicke</i>	Pom	<i>Stegastes aureus</i>
Cha	<i>Chaetodon kleinii</i>	Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	Sca	<i>Cetoscarus ocellatus</i>
Cha	<i>Chaetodon lineolatus</i>	Lab	<i>Thalassoma lutescens</i>	Sca	<i>Chlorurus microrhinos</i>



Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	Lab	<i>Thalassoma nigrofasciatum</i>	Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	Lab	<i>Thalassoma quinquevittatum</i>	Sca	<i>Scarus chameleon</i>
Cha	<i>Chaetodon ulietensis</i>	Let	<i>Gymnocranius sp</i>	Sca	<i>Scarus ghobban</i>
Cha	<i>Heniochus acuminatus</i>	Let	<i>Lethrinus atkinsoni</i>	Sca	<i>Scarus oviceps</i>
Cha	<i>Heniochus chrysostomus</i>	Lut	<i>Aprion virescens</i>	Sca	<i>Scarus rivulatus</i>
Cir	<i>Cirrhitichthys falco</i>	Lut	<i>Lutjanus bohar</i>	Sca	<i>Scarus rubroviolaceus</i>
Cir	<i>Paracirrhites arcatus</i>	Mal	<i>Malacanthus latovittatus</i>	Sca	<i>Scarus schlegeli</i>
Cir	<i>Paracirrhites forsteri</i>	Mic	<i>Gunnellichthys curiosus</i>	Sco	<i>Scomberomorus commerson</i>
Epi	<i>Cephalopholis miniata</i>	Mic	<i>Ptereleotris evides</i>	Sig	<i>Siganus fuscescens</i>
Epi	<i>Cromileptes altivelis</i>	Mic	<i>Ptereleotris zebra</i>	Syn	<i>Synodus dermatogenys</i>
Epi	<i>Epinephelus cyanopodus</i>	Mul	<i>Parupeneus barberinoides</i>	Syn	<i>Synodus variegatus</i>
Epi	<i>Epinephelus fasciatus</i>				

Le nombre d'espèces pour chaque famille depuis 2007 est donné dans le [tableau 88](#) et spécifiquement pour cette campagne sur la [figure 55](#).

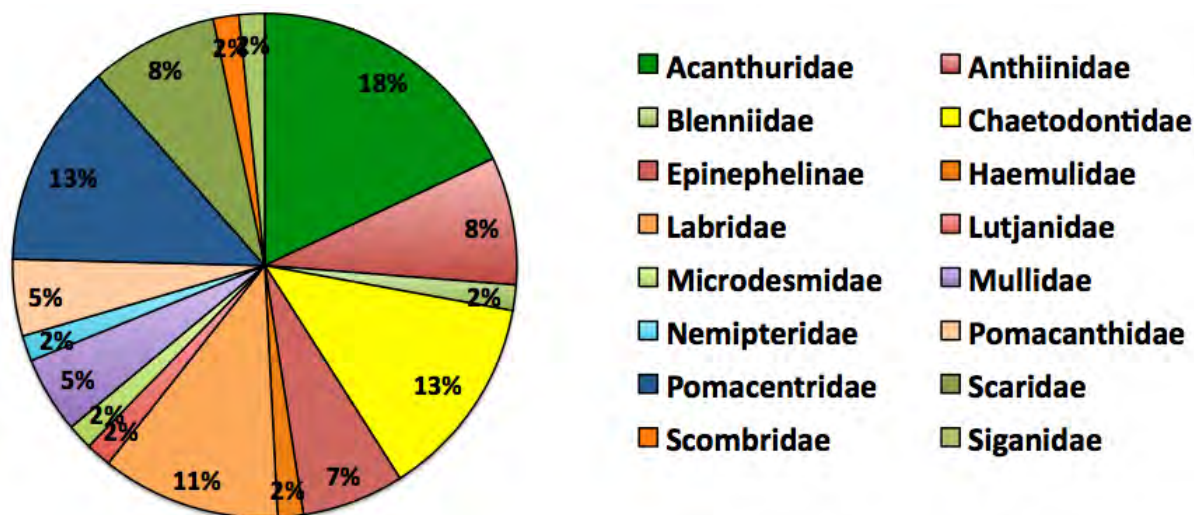


Figure n°55 : Richeur spécifique par famille de poissons (ST07)

Si la comparaison du nombre d'espèces par famille entre les années 2007 – à cette campagne est effectuée (cf. [tableau 87](#)), sous l'angle de vue de ce critère toutes les campagnes sont similaires.

Tableau n°87 : Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille » depuis 2007 (ST07)

L'hypothèse nulle Ho :	Test	χ^2 obs	ddl	$\chi^2_{\alpha 0,95}$	nb de familles
« Les colonnes sont elles identiques ? »	χ^2	303	336	408	16/22

Tableau n°88 : *Nombre d'espèces par famille ichthyologique par mission (ST07)*

Familles	2007	2008	2009	2010 a	2010 b	2011 a	2011 b	2012 a	2012 b	2013 a	2013 b	2014 a	2014 b	2015 a	2015 b	2016 a	2016 b
Acanthuridae	3	3	5	5	3	6	8	8	7	9	8	9	15	9	9	9	11
Anthiinae	0	3	1	0	1	0	0	1	0	0	0	2	3	3	4	5	5
Balistidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Blenniidae	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1
Caesionidae	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Canthigasteridae	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0
Carangidae	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Chaetodontidae	4	9	4	8	7	6	6	6	5	5	5	3	6	10	8	5	8
Epinephelinae	2	3	5	5	5	5	1	1	8	4	4	2	8	8	7	5	4
Haemulidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1
Labridae	6	6	4	7	6	11	10	11	10	10	7	5	8	10	8	9	6
Lethrinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	2	0
Lutjanidae	0	0	0	1	1	2	0	0	2	1	1	0	1	0	1	0	1
Microdesmidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
Mullidae	2	1	0	0	1	1	1	1	4	0	2	2	2	2	1	2	3
Nemipteridae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pomacanthidae	3	4	2	3	3	2	3	3	3	5	6	5	7	7	7	7	3
Pomacentridae	4	6	2	7	6	6	7	8	5	7	7	7	6	8	7	7	8
Pseudochromidae	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Scaridae	5	5	4	5	4	5	2	2	4	2	5	3	4	7	5	3	5
Scombridae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0		1	0	1
Siganidae	1	1	0	1	0	0	1	0	3	0	1	0	0	2	1	1	1
Total espèces	32	44	29	44	38	52	43	44	52	46	52	43	64	70	66	58	60
Total familles	11	13	10	11	11	13	13	12	11	11	16	14	14	14	18	14	16

Le récapitulatif des résultats en terme de :

- d'abondance (nombre d'individus, transects/liste restreinte),
- de densité (en poisson/m², transects/liste restreinte),
- de biomasse (en g/m², transects/liste restreinte),
- de biodiversité 1 (espèces observées sur les transects et de la liste restreinte),
- de biodiversité 2 (espèces observées sur la station (transects + complémentaires) et de la liste restreinte),
- de biodiversité 3 (toutes les espèces observées sur la station (transects + complémentaires / liste non restreinte)),

pour toutes les campagnes depuis 2007 sont présentés dans le [tableau 89](#) et la [figure 56](#).

Tableau n°89 : Synopsis des résultats et récapitulatif des années précédentes (ST07)

Basse Chambeyron ST07		Liste DENV				Toutes espèces	
		Transect TLV				Station	Station
		Nb. ind.	Densité	Biom. g/m ²	Biodiv.1	Biodiv.2	Biodiv.3
2016 b	Transect A	231,00	4,62	31,59	32		
	Transect B	222,00	3,32	212,11	32		
	Transect C	260,00	2,89	601,63	25		
	Moy. ABC	237,67	3,61	281,78	60	83	115
2016 a	Moy. ABC	235,00	3,51	260,25	58	89	120
2015 b	Moy. ABC	337,00	3,65	439,38	66	83	111
2015 a	Moy. ABC	317,00	3,37	358,85	70	83	117
2014 b	Moy. ABC	249,67	3,21	874,04	64	76	114
2014 a	Moy. ABC	156,67	1,82	110,62	43	71	112
2013 b	Moy. ABC	246,33	2,27	629,72	52	63	101
2013 a	Moy. ABC	290,00	2,26	175,08	46	69	114
2012 b	Moy. ABC	120,33	1,24	179,16	52	73	102
2012 a	Moy. ABC	171,30	1,70	113,90	44	77	100
2011 b	Moy. ABC	89,67	1,05	71,29	43	55	91
2011 a	Moy. ABC	203,00	1,88	3 101,07	52	58	97
2010 b	Moy. ABC	178	1,79	103,51	38	61	86
2010 a	Moy. ABC	79,67	2,66	84,96	44	73	113
2009	Moy. ABC	51,00	0,91	57,40	29	30	106
2008	Moy. ABC	85,33	2,73	146,76	44	49	82
2007	Moy. ABC	84,00	1,78	155,24	32	38	56

L'écart relatif à la moyenne [$Er_i = (X_i - X_m) / X_m$] pour ces paramètres biologiques peut alors être calculé : cf. [tableau 90](#) et représentation [figure 57](#).

Tableau n°90 : Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST07)

	Nb ind.	Densité	Biom.	Biodiv.1	Biodiv.2	Biodiv.3
Variance	8 061,27	0,84	3 776 465	133,51	270,76	265,44
Ecart type	89,78	0,92	1943	11,55	16,45	16,29
Moyenne	181,45	2,30	720,9	49,59	66,53	102,24
Coef. de Var.	0,49	0,40	2,70	0,23	0,25	0,16

Commentaires :

- La densité est toujours nettement au dessus de la moyenne (depuis septembre 2014).
- La valeur de la biomasse reste moyenne et due à quelques poissons chirurgiens (*Naso brachycentron*, *N. lopezi*, *N. unicornis* et *Acanthurus mata*) et à la conjoncture d'un thasard de passage.
- Les valeurs de biodiversité sont toujours au dessus de la moyenne.

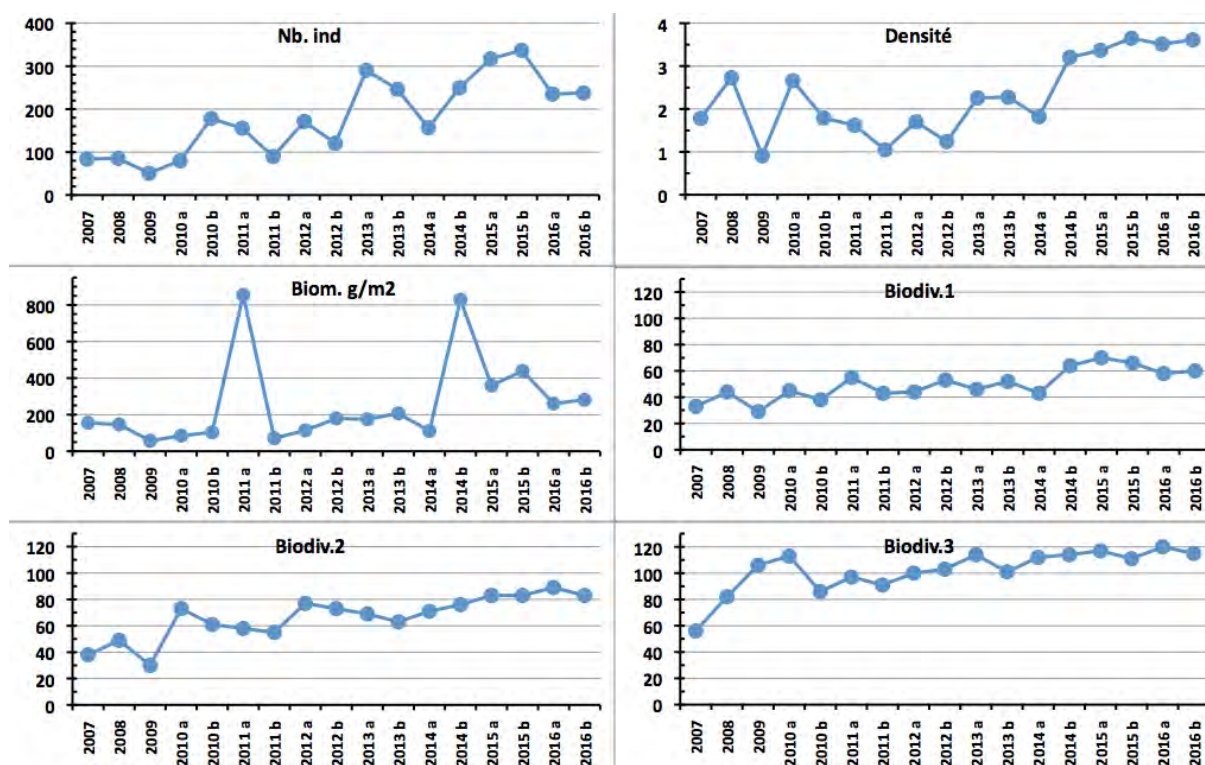


Figure n°56 : Evolution des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST07)

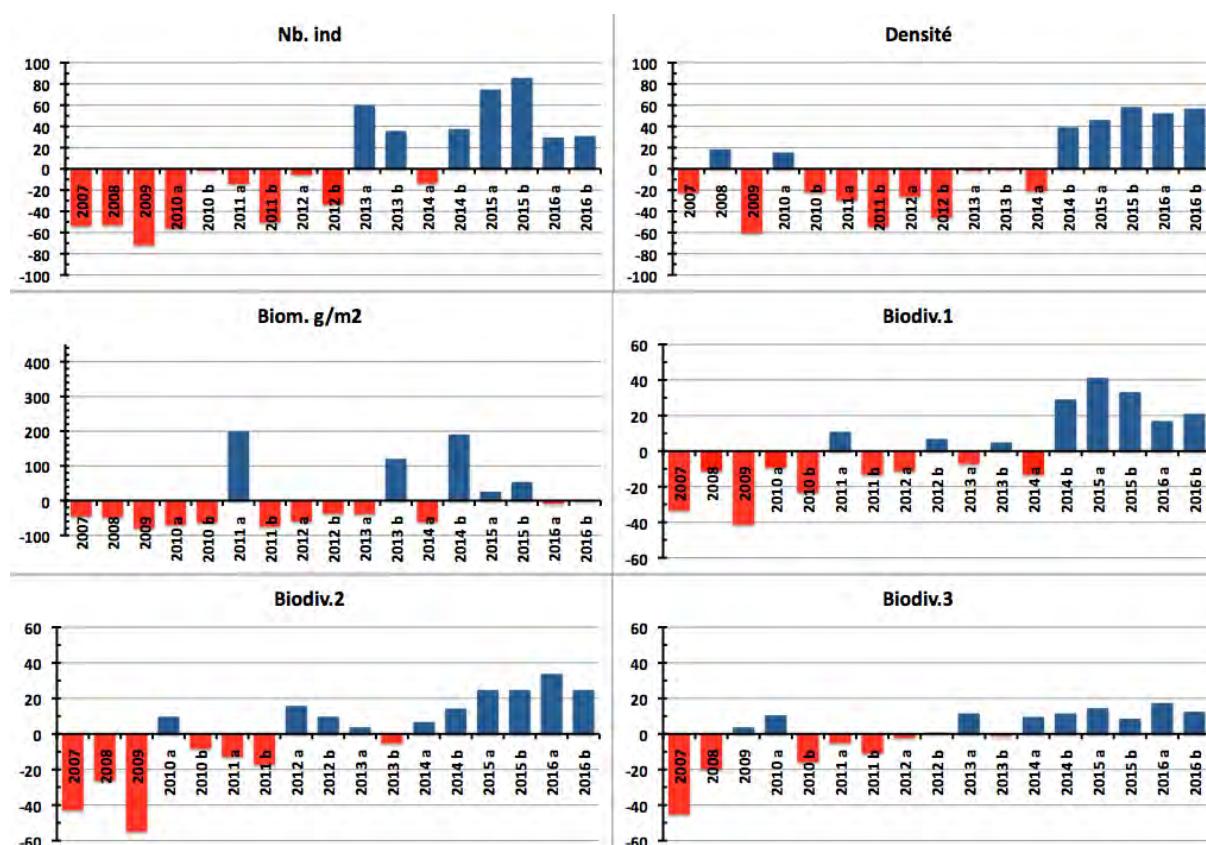


Figure n°57 : Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST07)

4.8 Station 08 = Pointe Puka

Localisation géographique	Bordure du récif frangeant de la pointe Puka, au droit d'un gros amas rocheux proéminent sur le rivage, avec une petite tâche blanche (photographie 22).
Nombre transects	2 transects.
Description transects	Ils ont été positionnés perpendiculairement à la pente du récif frangeant à 9 et 12 mètres de profondeur dans un alignement du sud-ouest vers le nord-est.
	Le transect A a été installé au pied de deux éperons et traverse un sillon. Le transect B est éloigné d'une cinquantaine de mètres vers le sud du 1 ^{er} transect. Il est positionné sur la pente sédimentaire qui est composée de sable et de débris coralliens plus importants par rapport au transect supérieur (rupture de faciès). De grandes colonies de <i>Porites lobata</i> de taille pluri métrique permettent de repérer ce transect.

Description générale

La morphologie de cette station est composée de plusieurs éperons séparés par des vallées d'une dizaine de mètres de largeur jusqu'à 9 m de profondeur. Le recouvrement le plus important des madrépores se situe sur les flancs et le dessus des éperons mais la richesse spécifique est moindre. Sur le fond des vallées le sable et les débris dominent mais une multitude d'espèces coralliennes de petites tailles s'épanouissent.

Au-delà du système éperon-sillon, la pente sédimentaire recèle une richesse spécifique corallienne importante. Les colonies sont généralement de taille décimétrique et quelques grandes colonies pluri métrique de *Porites* s'éparpillent sur cette pente douce sédimentaire.

Ensuite sous le niveau bathymétrique de 11-15 mètres de profondeur, la pente sédimentaire est toujours peu inclinée. Elle est composée de sable coquillé et de grosses patates coralliennes dispersées (*Porites lobata* et *Acropora tabulaire*) ainsi que des petites colonies coralliennes adaptées à peu de luminosité et de nombreux blocs coralliens morts, de taille décimétrique.

Cette station subit des dégradations depuis 2011. Les perturbations sont d'ordre sédimentaire, mécanique et dans une moindre mesure bactérien. Du fait de réactions en chaîne, la maladie de la bande blanche, les corallivores et les cyanobactéries ont également décimé de nombreuses colonies d'*Acropora* mortes en place.

Caractéristiques principales

- ↗ Cette station est située en bordure du récif frangeant du canal de la Havannah entre les baies de Port Boisée et de Kwé. Ainsi l'influence terrigène est très importante (dépôts de particule fines) mais l'hydrodynamisme peut être également soutenu (houle et ressac)
- ↗ Croissance de grandes colonies de *Porites lobata* (avec des tumeurs en B)
- ↗ Présence de *Tubipora musica* en B
- ↗ Les spongiaires (*Cliona orientalis* et *Cliona jullienei*) sont relativement bien développées et colonisent les débris coralliens et les colonies coralliennes vivantes
- ↗ **Dégradations importantes depuis la mission de mars 2011 :**
 - accentuées par les tempêtes tropicales (Vania, Zelia, Fréda, Pam)
 - baisse recouvrement et diversité corallienne : mortalité importante, coraux tabulaires retournés et nombreux débris coralliens
 - maladies coralliennes affectant un grand nombre d'espèce depuis mars 2011
 - développement des spongiaires (*Cliona*)
 - développement des corallivores (*Drupella cornus*)
 - développement de turf algal et de cyanobactéries

Les colonies coralliennes malades sont pour la plupart mortes en place en octobre 2014 (maladie de la bande blanche et perte de tissu)

- **Désormais la richesse corallienne augmente avec la présence de colonies juvéniles. Les nouvelles espèces sont adaptées à la turbidité**
- **Les dépôts sédimentaires peuvent être soutenus selon les missions. Ils entraînent des nécroses sur les colonies coralliennes (source particulière : baie Kwé)**



Variations entre avril et novembre 2016

Indicateur Corail :

- La biodiversité corallienne est en augmentation (résilience lente du récif dégradé) :

Octobre 2015 : 104 espèces coralliennes dont 97 espèces scléractiniaires

Avril 2016 : 103 espèces dont 96 espèces scléractiniaires

Novembre 2016 : 107 espèces dont 100 espèces scléractiniaires

- Présence de colonies coralliennes juvéniles en A & B

- Présence de nouvelles espèces coralliennes caractérisant un milieu contraint par la turbidité et les courants de marée

- Le recouvrement corallien est de 20.5% au transect A et 1.5% en B

- Le blanchissement a diminué du point de vue « spécifique » et « recouvrement » :

Octobre 2015 : 1/97 espèces de scléractiniaires et 0.13% de la surface totale observée

Avril 2016 : 14/96 espèces de scléractiniaires et 1% de la surface totale observée

Novembre 2016 : 5/100 espèces de scléractiniaires et 0.23% de la surface totale observée

- Lésions coralliennes : absence de la maladie de la bande blanche, les colonies affectées sont mortes en place (A & B). La maladie de la tâche noire (hypermycose endolithique) ne parait pas être une cause de mortalité. Cette lésion persiste sur les colonies massives et encroûtantes (A > B). Les nécroses sur les colonies coralliennes en A sont induites par les dépôts sédimentaires successifs. En B, les anomalies de croissance de la colonie de *Porites* plurimétrique sont toujours importantes mais elles évoluent peu. Enfin, suite au blanchissement corallien du début d'année 2016, quelques colonies sont mortes en place

- Perturbations sédimentaires : absence de dépôt mais des nécroses sont observées sur des colonies coralliennes

Autres indicateurs :

- Cyanobactéries : recouvrement stable (niveau 2). Elles colonisent principalement quelques colonies coralliennes mortes en place et les débris coralliens

- Le turf algal se développe abondamment sur les débris coralliens et les colonies coralliennes mortes en place

- Algue brune *Lobophora* : le recouvrement diminue en A (niveau 2) et reste stable en B (niveau 2)

- Algue rouge *Asparagopsis taxiformis* : le recouvrement augmente en A & B (respectivement niveau 3 et 2). Le développement est saisonnier, le recouvrement peut être très important et varie énormément selon les saisons - caractère invasif de septembre à décembre

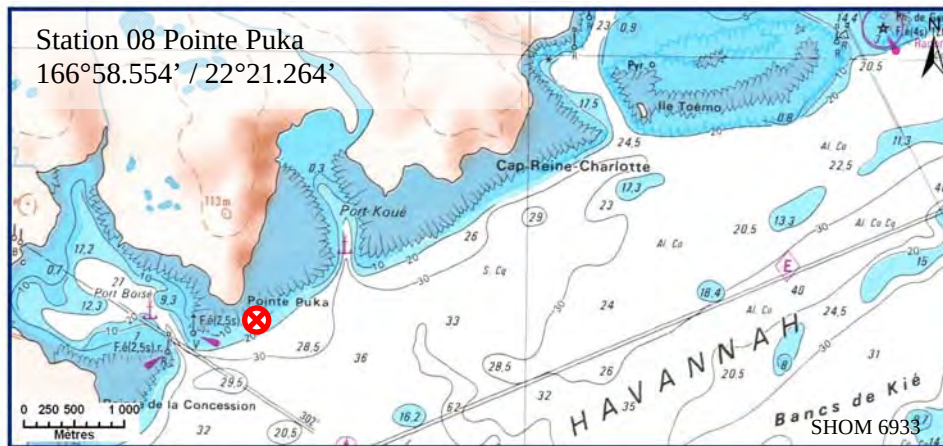
- *Cliona* (éponge) : recouvrement stable

Les corallivores :

- Absence des *Acanthaster planci* et des *Culcita novaeguineae*

- Absence de *Drupella cornus*





Carte n°10 : Localisation de la station 08 (Pointe Puka)

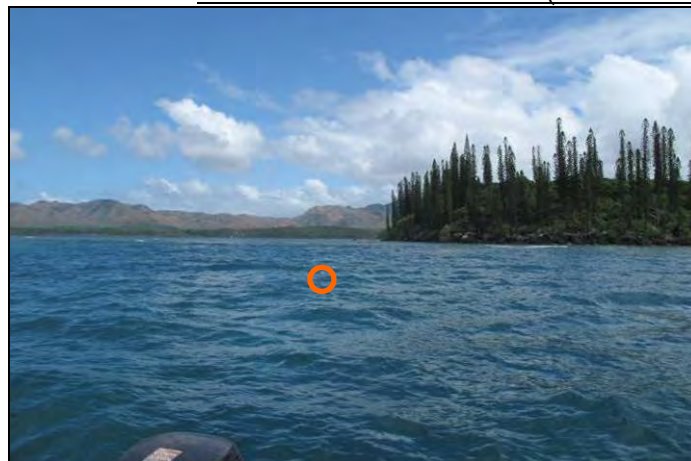
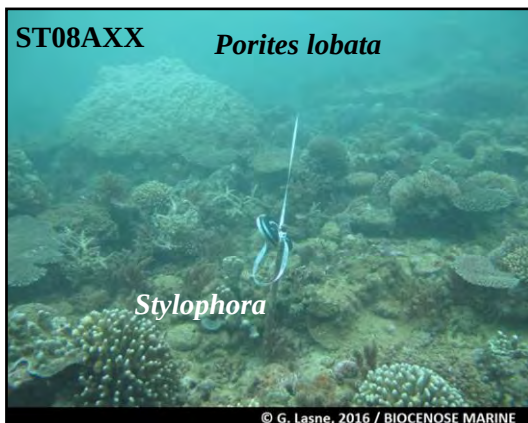


Photo n°22 : Position en surface par rapport à la côte (ST08)



Lente résilience : recrutement par des juvéniles et absence de maladie de la bande blanche

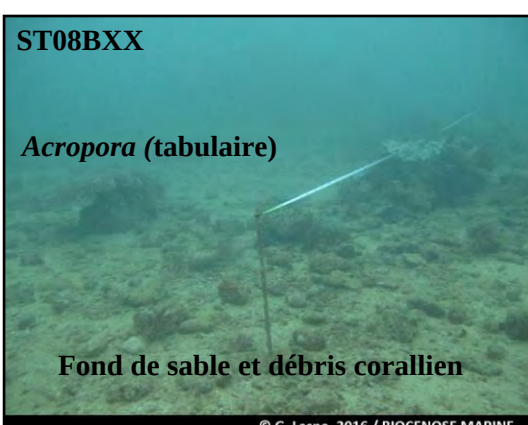
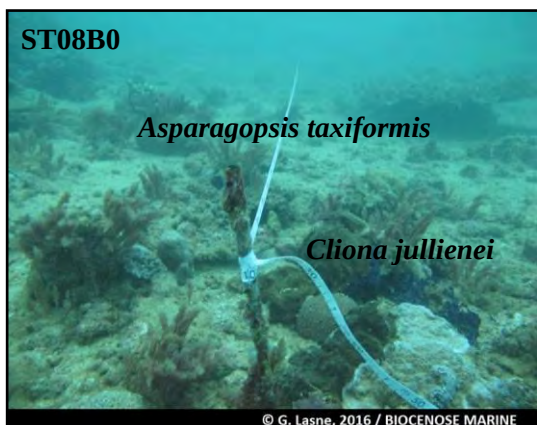


Photo n°23 : Vue d'ensemble des transects (ST08)

4.8.1 Le substrat (ST08)

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la [figure 58](#) pour le transect A et dans la [figure 59](#) pour le transect B.

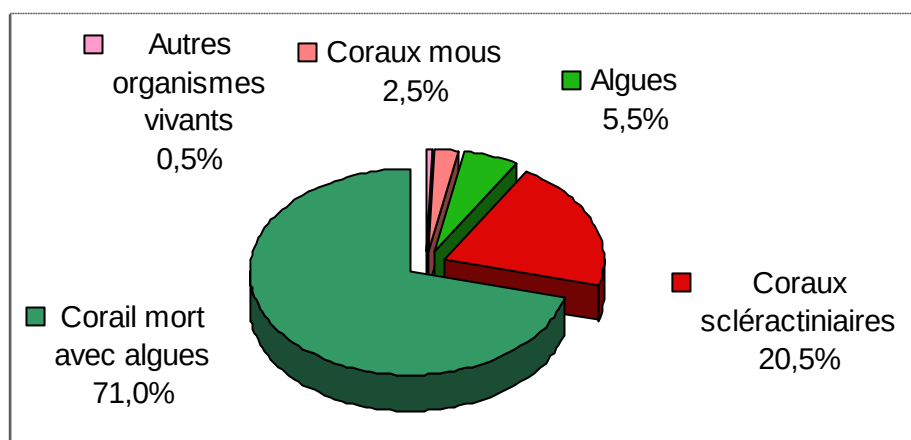


Figure n°58 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST08A

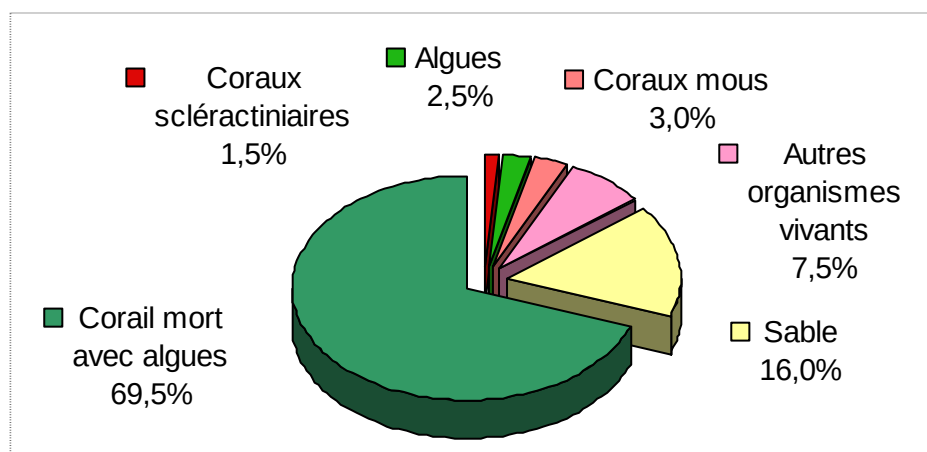


Figure n°59 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST08B

Le substrat du transect haut est composé d'une large part de coraux morts recouverts d'algues (71%) avec un taux correct, avec une légère baisse, de coraux scléactiniaires vivants (20,5% vs 28%). Il présente pour cette mission 100% de recouvrement biotique.

Sur le transect B, les taux sont stables avec la dominance des coraux morts recouverts d'algues (69,5%) suivi du sable (16%) ce qui fait que le substrat est majoritairement biotique (84%) pour cette mission. Ce transect ne possède que 1.5% de coraux scléactiniaires.

A noter : **Absence des cyanobactéries et des coraux blancs pour cette mission aux 2 transects.**

Hormis les fluctuations cycliques du sable (avec les coraux morts recouverts d'algues), globalement, la station est stable.

4.8.2 Le benthos (ST08)

La liste des taxons cibles (cf. § 3.2.3) échantillonnés sur cette station et la liste complète des résultats bruts sont données en [annexe 05](#).

En novembre 2016, la richesse spécifique de la station Puka (ST08) est composée de :

- **107 espèces coralliennes** (dont 100 espèces de scléractiniaires, 2 espèces de millépores (branchu et encroûtant), 3 espèces de gorgones, une espèce d'antipathaire, une espèce de stolonifère).
Les familles scléractiniaires (100 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (24 taxons), les Acroporidae (19 taxons), les Agariciidae (8 taxons), les Fungiidae (8 taxons), les Mussidae (7 taxons), les Dendrophylliidae (6 taxons), les Pocilloporidae (6 taxons), les Merulinidae (5 taxons), les Pectiniidae (5 taxons), les Poritidae (5 taxons), les Siderastreidae (3 taxons), les Astrocoeniidae (2 taxons), les Oculinidae (2 taxons).
Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Caryophylliidae, des Trachyphylliidae.
Le blanchissement corallien affecte 5/100 espèces de scléractiniaires (5%).
Le blanchissement visuel est de 0,23% de la surface totale observée.
- **55 espèces d'invertébrés** dont 16 espèces de mollusques ; 10 espèces de cnidaires : alcyonaires (5 taxons), actiniaires (3 taxons), hydrozoaires (1 taxon), zoanthaires (1 taxon) ; 15 espèces d'échinodermes : holothurides (6 taxons), astéries (5 taxons), échinides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon), ophiurides (1 taxon) ; 6 espèces d'éponges ; 8 espèces d'ascidies.
- **11 espèces de macrophytes** : algues brunes (4 taxons), algues vertes (4 taxons), algues rouges (3 taxons).
- **1 espèce de cyanobactéries**.

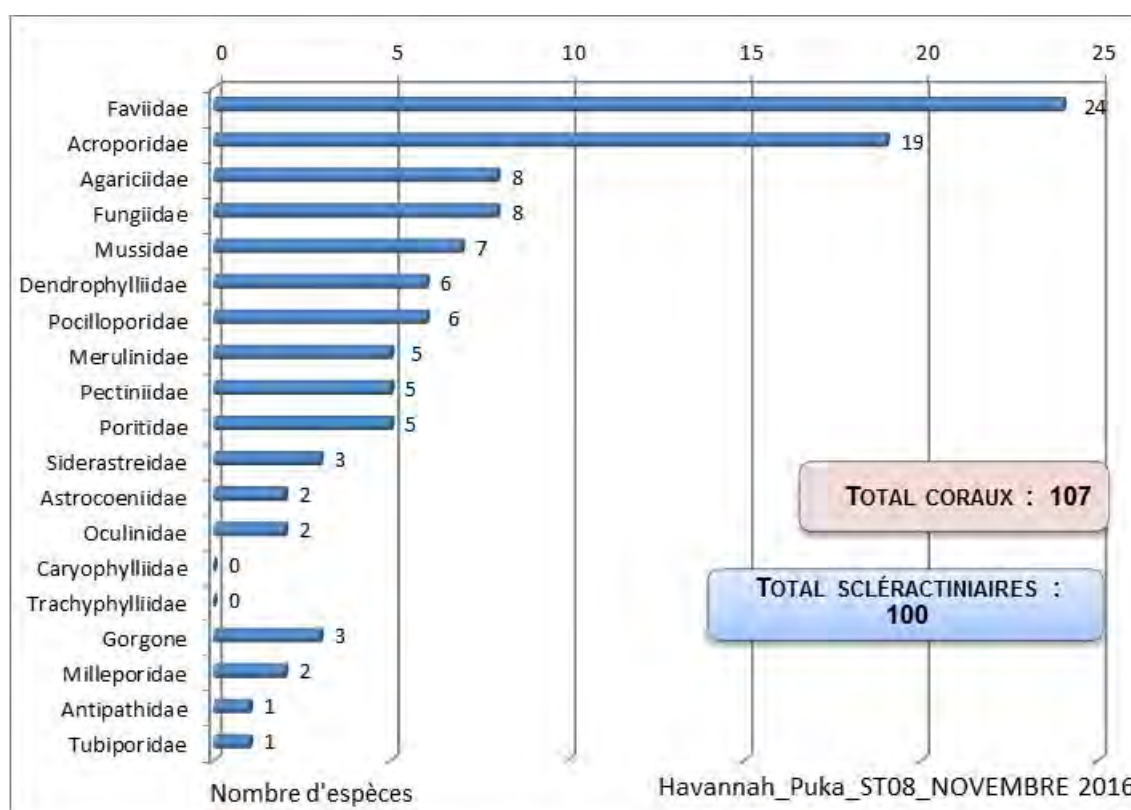


Figure n°60 : Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST08)

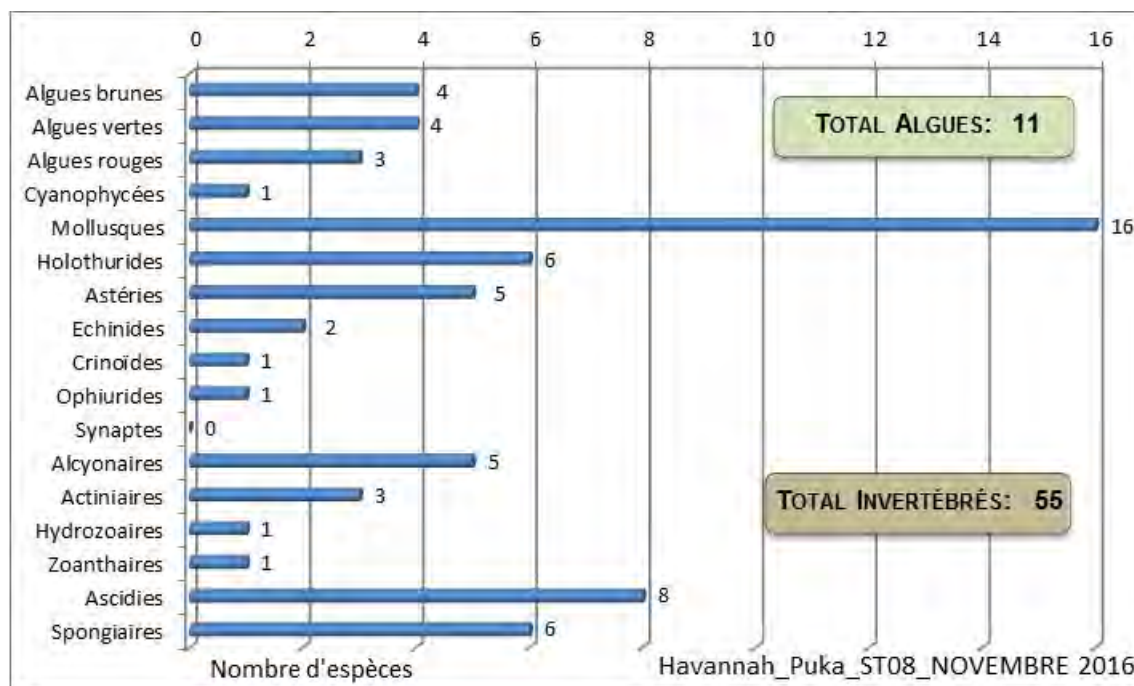


Figure n°61 : Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST08)

4.8.2.1 Benthos Transect 08 A

4.8.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST08A)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST08A est composée de 104 espèces coralliennes dont 97 espèces de scléractiniaires, 2 espèces de millépores (branchu et encroûtant), 3 espèces de gorgones, une espèce d'antipathaire, une espèce de stolonifère.

Les familles scléractiniaires (97 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (21 taxons), les Acroporidae (19 taxons), les Agariciidae (8 taxons), les Fungiidae (8 taxons), les Mussidae (7 taxons), les Dendrophylliidae (6 taxons), les Pocilloporidae (6 taxons), les Merulinidae (5 taxons), les Pectiniidae (5 taxons), les Poritidae (5 taxons), les Siderastreidae (3 taxons), les Astrocoeniidae (2 taxons), les Oculinidae (2 taxons).

Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Caryophylliidae, des Trachyphylliidae.

Le blanchissement corallien affecte 5/97 espèces de scléractiniaires (5,2%).

Le blanchissement visuel est de 0,4% de la surface du couloir.

Tableau n°91 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST08A)

Evolution de la richesse spécifique des coraux*	Evolution de l'abondance	Blanchissement corallien
Nouvelle (s) espèce (s) recensée (s)	Augmentation d'abondance	Espèce (s) blanchie (s)
5 espèces : • <i>Leptoseris explanata</i> (A1), • <i>Stylocoeniella guentheri</i> (A1), • <i>Cyphastrea japonica</i> (A1), • <i>Fungia</i> spp. (4spp./+1spp.) (A3), • <i>Galaxea paucisepta</i> (A1).	3 espèces : • <i>Astreopora expansa</i> (A2/+ 1), • <i>Astreopora moretonensis</i> (A2/+ 1), • <i>Platygyra sinensis</i> (A2/+ 1).	5 espèces blanchies (5,2%) : > 5 espèces précédemment blanchies (5,2%) : • <i>Acropora</i> (branchu) (1spp.B*, B1), • <i>Acropora</i> (tabulaire) (1spp.B*, B1), • <i>Turbinaria heronensis</i> (B1), • <i>Pocillopora damicornis</i> (B1), • <i>Seriatopora hystrix</i> (B2) ; > Aucune espèce nouvellement blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
Toutes les espèces ont été recensées	5 espèces : • <i>Acropora florida</i> (A1/- 1), • <i>Echinopora lamellosa</i> (A2/- 1), • <i>Cycloseris</i> sp. (A1/- 1),	> 6 espèces ont réintégré leurs zooxanthelles : • <i>Acropora florida</i> (B- 1, øß), • <i>Isopora palifera</i> (B- 1, øß), • <i>Montipora</i> spp. (-1spp.B*) (B- 2, øß),

	•<i>Hydnophora exesa</i> (A1/- 1), •<i>Porites lichen</i> (A2/- 1).	•<i>Pavona cactus</i> (B- 1, øß), •<i>Turbinaria reniformis</i> (B- 1, øß), •<i>Porites lichen</i> (B- 2, øß) ; > aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître ; > 3 espèces ont vu leur blanchissement se réduire : •<i>Acropora</i> spp. (branchu) (ΔB- 1), •<i>Acropora</i> spp. (tabulaire) (ΔB- 1), •<i>Seriatopora hystrix</i> (ΔB- 1).

4.8.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST08A)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST08A est composée de :

- 41 espèces d'invertébrés dont 11 espèces de mollusques ; 7 espèces de cnidaires : alcyonaires (4 taxons), actiniaires (1 taxon), hydrozoaires (1 taxon), zoanthaires (1 taxon) ; 10 espèces d'échinodermes : astéries (3 taxons), holothurides (3 taxons), échinides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon), ophiurides (1 taxon) ; 6 espèces d'éponges ; 7 espèces d'ascidies.
- 11 espèces de macrophytes : algues brunes (4 taxons), algues vertes (4 taxons), algues rouges (3 taxons).
- 1 espèce de cyanobactéries.

Tableau n°92 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST08A)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
4 nouvelles espèces d'algues recensées, dont 2 espèces d'algues brunes : • <i>Padina</i> sp. (A2), • <i>Turbinaria ornata</i> (A2) ; et 2 espèces d'algues vertes : • <i>Caulerpa</i> sp. (A2), • <i>Codium</i> sp. (A2) ; Une espèce d'algue disparue, l'algue rouge : • <i>Plocamium</i> sp. (A0/-2).	Une espèce d'algue recensée : l'algue rouge : • <i>Asparagopsis taxiformis</i> (A3/+ 1). Une espèce d'algue diminue, l'algue brune : • <i>Lobophora variegata</i> (A2/- 1)
Cyanobactéries	
☒	☒
Cnidaires	
☒	☒
Echinodermes	
3 nouvelles espèces d'échinodermes recensées : > pour les échinides (1 espèce) : • <i>Diadema setosum</i> (A1) ; > pour les holothurides (2 espèces) : • <i>Bohadschia argus</i> (A2), • <i>Holothuria atra</i> (A1).	Une espèce d'échinodermes diminue d'abondance : > pour les astéries (1 espèce) : • <i>Fromia indica</i> (A1/- 1).
Mollusques	
3 nouvelles espèces de mollusques recensées : > pour les gastéropodes (2 espèces) : • <i>Latirolagena smaragdula</i> (A2), • <i>Lambis truncata</i> (A2) ; > pour les nudibranches (1 espèce) : • <i>Cheilidonura inornata</i> (A1). 2 espèces de mollusques disparues : > pour les gastéropodes (-2 espèce) : • <i>Lambis lambis</i> (A0/-1), • <i>Astraea rhodostoma</i> (A0/-2).	2 espèces de mollusques diminuent d'abondance : > pour les bivalves (2 espèces) : • <i>Isognomon isognomon</i> (A2/- 1), • <i>Pinna</i> sp. (A1/- 1).
Eponges	
☒	☒
Ascidies	
Une nouvelle espèce d'ascidies recensée : • <i>Clavelina detorta</i> (A2).	2 espèces d'ascidies augmentent d'abondance : • <i>Polycarpa aurita</i> (A3/+ 1), • <i>Polycarpa nigricans</i> (A3/+ 1). 2 espèces d'ascidies diminuent d'abondance : • <i>Polycarpa clavata</i> (A1/- 1), • <i>Polycarpa cryptocarpa</i> (A1/- 1).
Bryozoaires	
☒	☒

4.8.2.2 Benthos Transect 08 B

4.8.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST08B)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST08B est composée de 57 espèces coralliennes dont 52 espèces de scléractiniaires, une espèce de millépore (encroûtant), 3 espèces de gorgones, une espèce de stolonifère.

Les familles scléractiniaires (52 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (16 taxons), les Acroporidae (9 taxons), les Fungiidae (6 taxons), les Mussidae (4 taxons), les Poritidae (4 taxons), les Pocilloporidae (3 taxons), les Agariciidae (2 taxons), les Dendrophylliidae (2 taxons), les Merulinidae (2 taxons), les Astrocoeniidae (1 taxon), les Oculinidae (1 taxon), les Pectiniidae (1 taxon), les Siderastreidae (1 taxon).

Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Caryophylliidae, des Trachyphylliidae.

Le blanchissement corallien affecte 1/52 espèces de scléractiniaires (1,9%).

Le blanchissement visuel est de 0,05% de la surface du couloir.

Tableau n°93 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST08B)

Evolution de la richesse spécifique des coraux*	Evolution de l'abondance	Blanchissement corallien
Nouvelle (s) espèce (s) recensée (s)	Augmentation d'abondance	Espèce (s) blanchie (s)
4 espèces : • <i>Favia</i> spp. (3spp./+1spp.) (A2), • <i>Herpolitha limax</i> (A1), • <i>Sandalolitha robusta</i> (A1), • <i>Hydnophora rigida</i> (A1).	2 espèces : • <i>Astreopora expansa</i> (A2/+ 1), • <i>Cycloseris</i> sp. (A2/+ 1).	Une seule espèce blanchie (1,9%) : ➢ Une seule espèce précédemment blanchie • <i>Seriatopora hystrix</i> (B1, ∞) ➢ Aucune espèce nouvellement blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
2 espèces : • <i>Millepora</i> (branchu) (A0/-1), • <i>Euphyllia ancora</i> (A0/-1).	2 espèces : • <i>Acropora</i> (tabulaire) (A2/- 1), • <i>Porites lichen</i> (A1/- 1).	➢ toutes les espèces (5 taxons) ont réintégré leurs zooxanthelles : • <i>Acropora</i> spp. (tabulaire) (B- 2, øß), • <i>Echinopora gemmacea</i> (B- 1, øß), • <i>Alveopora spongiosa</i> (B- 1, øß), • <i>Porites lichen</i> (B- 1, øß), • <i>Porites</i> sp. (B- 1, øß) ; ➢ aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître ni se réduire.

4.8.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST08B)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST08B est composée de :

- 43 espèces d'invertébrés dont 12 espèces de mollusques ; 7 espèces de cnidaires : alcyonaires (3 taxons), actiniaires (2 taxons), hydrozoaires (1 taxon), zoanthaires (1 taxon) ; 15 espèces d'échinodermes : holothurides (6 taxons), astéries (5 taxons), échinides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon), ophiurides (1 taxon) ; 4 espèces d'éponges ; 5 espèces d'ascidies.
- 5 espèces de macrophytes : algues brunes (2 taxons), algues rouges (2 taxons), algues vertes (1 taxon).
- 1 espèce de cyanobactéries.

Tableau n°94 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST08B)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
Une nouvelle espèce d'algue recensée, l'algue rouge : • <i>Asparagopsis taxiformis</i> (A2). Aucune espèce d'algues n'a disparue.	Aucune espèce d'algues n'augmente. Aucune espèce d'algues ne diminue.
Cyanobactéries	
☒	☒
Cnidaires	
Une nouvelle espèce de cnidaires recensée : ➢ pour les zoanthaires (1 espèce) : • <i>Palythoa tuberculosa</i> (A1).	☒





Echinodermes	
5 nouvelles espèces d'échinodermes recensées : > pour les astéries (1 espèce) : • <i>Linckia multifora</i> (A1) ; > pour les échinides (2 sp) : • <i>Diadema setosum</i> (A1), • <i>Echinostrephus aciculatus</i> (A1) ; > pour les holothurides (2 sp) : • <i>Bohadschia argus</i> (A1), • <i>Holothuria whitmaei</i> (A1). Une espèce d'échinodermes disparue : > pour les holothurides (-1 sp) : • <i>Thelenota ananas</i> (A0/-1).	2 espèces d'échinodermes augmentent d'abondance : > pour les holothurides (2 espèces) : • <i>Actinopyga palauensis</i> (A2/+ 1), • <i>Holothuria atra</i> (A2/+ 1). Une espèce d'échinodermes diminue d'abondance : > pour les astéries (1 espèce) : • <i>Nardoa gomophia</i> (A1/- 1).
Mollusques	
3 nouvelles espèces de mollusques recensées : > pour les bivalves (1 espèce) : • <i>Pinna</i> sp. (A1) ; > pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Lambis truncata</i> (A1) ; > pour les nudibranches (1 espèce) : • <i>Risbecia tryoni</i> (A2).	☒
Eponges	
2 espèces d'éponges disparues : • <i>Dysidea herbacea</i> (A0/-1), • <i>Clathria rugosa</i> (A0/-2).	☒
Ascidies	
Une nouvelle espèce d'ascidies recensée : • <i>Citorclium laboutei</i> (A1).	2 espèces d'ascidies diminuent d'abondance : • <i>Didemnum</i> sp. (blanche) (A1/- 1), • <i>Polycarpa clavata</i> (A1/-)
Bryozoaires	
☒	☒

4.8.3 Les poissons (ST08)

La liste des espèces observées¹³ sur les transects et les résultats bruts sont fournis dans le [tableau 95](#).

Tableau n°95 : Données sur les poissons (ST08)

Puka ST08		Transect			Transect			Station		
		A			B			Moyenne		
Fam	Espèces	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom
Aca	<i>Acanthurus nigricauda</i>				1	0,01	1,02	0,50	0,01	0,51
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	1	0,03	0,67	1	0,01	0,18	1,00	0,02	0,42
Can	<i>Canthigaster valentini</i>				1	0,01	0,02	0,50	0,01	0,01
Cha	<i>Chaetodon lineolatus</i>	1	0,03	0,86				0,50	0,01	0,43
Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	2	0,05	0,34				1,00	0,03	0,17
Cha	<i>Chaetodon melannotus</i>	2	0,05	0,22				1,00	0,03	0,11
Cha	<i>Chaetodon pelewensis</i>	3	0,08	0,51				1,50	0,04	0,26
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	3	0,08	0,32				1,50	0,04	0,16
Cha	<i>Chaetodon speculum</i>				2	0,03	0,11	1,00	0,01	0,05
Lab	<i>Choerodon graphicus</i>	1	0,01	3,91				0,50	0,01	1,95
Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>				4	0,05	0,06	2,00	0,03	0,03
Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	4	0,10	0,69				2,00	0,05	0,34
Lab	<i>Thalassoma lutescens</i>	5	0,13	0,86				2,50	0,06	0,43
Mul	<i>Parupeneus indicus</i>				1	0,02	1,64	0,50	0,01	0,82
Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>	3	0,08	1,50				1,50	0,04	0,75
Poc	<i>Centropyge tibicen</i>				4	0,05	0,06	2,00	0,03	0,03
Poc	<i>Pomacanthus sexstriatus</i>				1	0,01	1,71	0,50	0,01	0,86
Pom	<i>Amphiprion chrysopterus</i>	4	0,10	0,25	4	0,05	0,13	4,00	0,08	0,19
Pom	<i>Amphiprion perideraion</i>				2	0,03	0,03	1,00	0,01	0,02
Pom	<i>Chromis viridis</i>	20	0,50	0,27				10,00	0,25	0,14
Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>	5	0,13	0,07	10	0,13	0,07	7,50	0,13	0,07
Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>				12	0,15	0,08	6,00	0,08	0,04
Pom	<i>Dascyllus aruanus</i>				15	0,19	0,24	7,50	0,09	0,12
Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>	25	0,63	0,34	15	0,19	0,10	20,00	0,41	0,22
Pom	<i>Dascyllus trimaculatus</i>	7	0,18	0,22				3,50	0,09	0,11
Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>	6	0,15	0,08	4	0,05	0,06	5,00	0,10	0,07
Sca	<i>Scarus flavipectoralis</i>	3	0,04	1,30				1,50	0,02	0,65
Sca	<i>Scarus rivulatus</i>				1	0,01	0,69	0,50	0,01	0,34
Sig	<i>Siganus doliatus</i>	4	0,05	1,33				2,00	0,03	0,67
Zan	<i>Zanclus cornutus</i>				1	0,01	0,33	0,50	0,01	0,17
Total		99	2,38	13,73	79	0,99	6,54	89,00	1,68	10,14
Biodiversité		18			17			30		
Indice de Shannon =		4,054								
Equitabilité =		0,825								

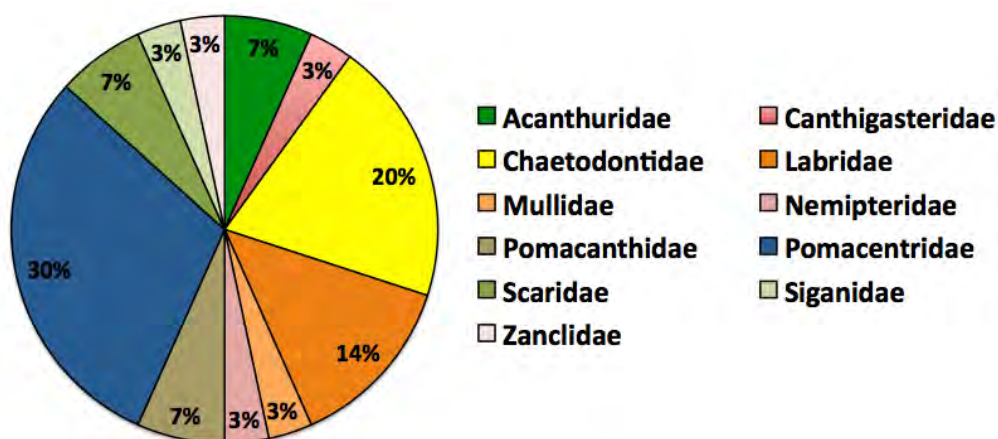
Sur l'ensemble des transects de la station, 178 individus appartenant à 30 espèces différentes ont pu être observés. Ils représentent une densité de 1.68 poissons/m² pour une biomasse de 10.14 g/m².

92 espèces complémentaires (e.g. hors des transects et hors liste restreinte [*en rouge*]) ont été observées sur la station (cf. [tableau 96](#)). L'espèce notée en bleue est une espèce nouvelle (encore non signalée dans le lagon).

¹³ Données par rapport à la liste restreinte du cahier des charges, cf. [annexe 01](#).

Tableau n°96 : Liste des espèces complémentaires (ST08)

Fam	Espèces	Fam	Espèces	Fam	Espèces
Aca	<i>Acanthurus blochii</i>	Lab	<i>Cheilinus chlorourus</i>	Poc	<i>Centropyge tibicen</i>
Aca	<i>Acanthurus nigricauda</i>	Lab	<i>Choerodon graphicus</i>	Poc	<i>Pomacanthus semicirculatus</i>
Aca	<i>Acanthurus reversus</i>	Lab	<i>Coris gaimard</i>	Poc	<i>Pomacanthus sexstriatus</i>
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	Lab	<i>Epibulus insidiator</i>	Poc	<i>Pygoplites diacanthus</i>
Apo	<i>Cheilodipterus macrodon</i>	Lab	<i>Gomphosus varius</i>	Pom	<i>Abudefduf whitleyi</i>
Apo	<i>Cheilodipterus quinquelineatus</i>	Lab	<i>Halichoeres argus</i>	Pom	<i>Amblyglyphidodon orbicularis</i>
Aul	<i>Aulostomus chinensis</i>	Lab	<i>Halichoeres hortulanus</i>	Pom	<i>Amphiprion chrysopterus</i>
Can	<i>Canthigaster valentini</i>	Lab	<i>Halichoeres prosopoeion</i>	Pom	<i>Amphiprion clarkii</i>
Cha	<i>Chaetodon bennetti</i>	Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>	Pom	<i>Amphiprion perideraion</i>
Cha	<i>Chaetodon ephippium</i>	Lab	<i>Hologymnosus doliatus</i>	Pom	<i>Chromis leucura</i>
Cha	<i>Chaetodon flavirostris</i>	Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>	Pom	<i>Chromis viridis</i>
Cha	<i>Chaetodon lineolatus</i>	Lab	<i>Labropsis australis</i>	Pom	<i>Chromis xanthura</i>
Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	Lab	<i>Oxycheilinus unifasciatus</i>	Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>
Cha	<i>Chaetodon melannotus</i>	Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>
Cha	<i>Chaetodon mertensii</i>	Lab	<i>Thalassoma lutescens</i>	Pom	<i>Dascyllus aruanus</i>
Cha	<i>Chaetodon pelewensis</i>	Let	<i>Monotaxis grandoculis</i>	Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	Lut	<i>Lutjanus bohar</i>	Pom	<i>Dascyllus trimaculatus</i>
Cha	<i>Chaetodon speculum</i>	Lut	<i>Lutjanus fulvus</i>	Pom	<i>Neoglyphidodon nigroris</i>
Cha	<i>Chaetodon ulietensis</i>	Lut	<i>Lutjanus rivulatus</i>	Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>
Cha	<i>Chaetodon vagabundus</i>	Mic	<i>Ptereleotris evides</i>	Pom	<i>Pomacentrus nagasakiensis</i>
Cha	<i>Heniochus varius</i>	Mic	<i>Ptereleotris microlepis</i>	Pri	<i>Priacanthus hamrur</i>
Epi	<i>Cromileptes altivelis</i>	Mon	<i>Oxymonacanthus longirostris</i>	Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>
Epi	<i>Plectropomus laevis</i>	Mul	<i>Parupeneus barberinoides</i>	Sca	<i>Scarus flavipectoralis</i>
Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>	Mul	<i>Parupeneus indicus</i>	Sca	<i>Scarus ghobban</i>
Gra	<i>Diploprion bifasciatum</i>	Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>	Sca	<i>Scarus rivulatus</i>
Hae	<i>Plectorhinchus chaetodonoides</i>	Ost	<i>Ostracion cubicus</i>	Sca	<i>Scarus rubroviolaceus</i>
Hol	<i>Sargocentron ensifer</i>	Pem	<i>Pempheris oualensis</i>	Sca	<i>Scarus schlegeli</i>
Lab	<i>Anampses melanurus</i>	Pin	<i>Parapercis cylindrica</i>	Sig	<i>Siganus corallinus</i>
Lab	<i>Bodianus axillaris</i>	Poc	<i>Centropyge bicolor</i>	Sig	<i>Siganus doliatus</i>
Lab	<i>Bodianus loxozonus</i>	Poc	<i>Centropyge bispinosa</i>	Sig	<i>Siganus puellus</i>
Lab	<i>Bodianus perditio</i>			Zan	<i>Zanclus cornutus</i>

Figure n°62 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST08)

Le nombre d'espèces pour chaque famille depuis 2007 est donné dans le [tableau 97](#) et spécifiquement pour cette campagne sur la [figure 62](#).

Tableau n°97 : *Nombre d'espèces par famille ichthyologique par mission (ST08)*

Familles	2007	2008	2009	2010 a	2010 b	2011 a	2011 b	2012 a	2012 b	2013 a	2013 b	2014 a	2014 b	2015 a	2015 b	2016 a	2016 b
Acanthuridae	4	3	3	3	1	1	3	2	3	2	3	2	3	3	3	2	2
Blenniidae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caesionidae	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
Canthigasteridae	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
Chaetodontidae	4	4	2	4	5	5	4	4	4	5	5	3	4	6	2	3	6
Epinephelinae	2	5	2	1	1	2	1	0	1	1	1	1	1	2	0	1	0
Haemulidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Labridae	5	7	5	7	3	4	7	6	4	6	6	8	8	6	8	7	4
Lethrinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0
Microdesmidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Mullidae	0	0	2	1	0	1	3	1	0	0	1	0	1	1	2	1	1
Nemipteridae	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	2	0	0	1
Pomacanthidae	2	2	3	2	1	0	4	3	2	1	3	3	3	0	3	3	2
Pomacentridae	7	5	5	5	3	5	4	5	5	5	6	5	7	3	8	9	9
Scaridae	1	1	2	2	0	3	3	2	1	4	2	0	1	8	2	4	2
Siganidae	0	0	1	1	0	1	2	1	1	0	0	0	0	4	0	1	1
Zanclidae	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Total espèces	28	30	28	29	15	26	33	26	23	26	28	26	29	38	31	33	30
Total familles	10	10	12	12	7	12	11	10	10	9	9	10	9	12	10	11	11

Si la comparaison du nombre d'espèces par famille entre les années 2007 – à cette campagne est effectuée (cf. [tableau 98](#)), sous l'angle de vue de ce critère toutes les campagnes sont similaires.

Tableau n°98 : *Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille » depuis 2007 (ST08)*

L'hypothèse nulle Ho :	Test	χ^2 obs	ddl	$\chi^2_{\alpha 0,95}$	nb de familles
« Les colonnes sont elles identiques ? »	χ^2	164	256	312	11/17

Le récapitulatif des résultats en terme de :

- d'abondance (nombre d'individus, transects/liste restreinte),
- de densité (en poisson/m², transects/liste restreinte),
- de biomasse (en g/m², transects/liste restreinte),
- de biodiversité 1 (espèces observées sur les transects et de la liste restreinte),
- de biodiversité 2 (espèces observées sur la station (transects + complémentaires) et de la liste restreinte),
- de biodiversité 3 (toutes les espèces observées sur la station (transects + complémentaires / liste non restreinte)),

pour toutes les campagnes depuis 2007 sont présentés dans le [tableau 99](#) et la [figure 63](#).

Tableau n°99 : Synopsis des résultats et récapitulatif des années précédentes (ST08)

Puka ST08		Liste DENV				Toutes espèces	
		Transect TLV				Station	Station
		Nb. ind.	Densité	Biom. g/m ²	Biodiv.1	Biodiv.2	Biodiv.3
2016 b	Transect A	99,00	2,38	13,73	18		
	Transect B	79,00	0,99	6,54	17		
	Moy. ABC	89,00	1,68	10,14	30	69	92
2016 a	Moy. ABC	82,00	0,94	12,41	33	71	98
2015 b	Moy. ABC	99,00	0,99	20,37	31	60	79
2015 a	Moy. ABC	109,00	1,17	27,59	38	70	101
2014 b	Moy. ABC	71,50	1,40	135,16	29	72	103
2014 a	Moy. ABC	58,00	0,47	9,29	26	58	95
2013 b	Moy. ABC	47,50	0,64	12,87	28	42	61
2013 a	Moy. ABC	78,50	0,68	27,28	26	48	76
2012 b	Moy. ABC	50,50	0,63	7,00	23	49	77
2012 a	Moy. ABC	77,00	0,70	4,93	26	64	98
2011 b	Moy. ABC	85,00	1,30	39,80	33	62	101
2011 a	Moy. ABC	87,50	0,68	28,37	26	48	76
2010 b	Moy. ABC	31	0,46	11,73	15	32	41
2010 a	Moy. ABC	91,50	3,05	57,64	29	51	80
2009	Moy. ABC	55,00	3,50	53,22	28	48	66
2008	Moy. ABC	45,00	1,84	87,54	30	41	68
2007	Moy. ABC	64,50	2,32	67,39	28	31	44

L'écart relatif à la moyenne [$Er_i = (X_i - X_m) / X_m$] pour ces paramètres biologiques peut alors être calculé : cf. [tableau 100](#) et représentation [figure 64](#).

Tableau n°100 : Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST08)

	Nb ind.	Densité	Biom.	Biodiv.1	Biodiv.2	Biodiv.3
Variance	459,84	0,82	1 223,22	25,15	175,81	371,97
Ecart type	21,44	0,90	34,97	5,02	13,26	19,29
Moyenne	71,85	1,32	36,04	28,18	53,94	79,71
Coef. de Var.	0,30	0,68	0,97	0,18	0,25	0,24

Commentaires :

- Les valeurs des paramètres de biodiversité sont supérieures à la moyenne.
- Seule la biomasse baisse en dessous de la valeur moyenne.
- Le peuplement est monotone et composé de nombreux juvénile.
- Notons un événement rarissime : la présence d'un Acanthuridae nouveau (*Acanthurus reversus*) dans le gros massif de *Porites lobata*. Ce poisson ressemble à *A. olivaceus*. Il en diffère par la couleur de sa queue (jaune) et la taille réduite de sa tache orangée. Toutefois, son aire de vie "normale" est l'archipel des Marquises soit très loin d'ici, ce qui laisse penser (1) à une erreur de détermination (peu vraisemblable), ou (2) que *reversus* n'est qu'un phénotype (rare) d'*olivaceus* (ce qui est plus que vraisemblable, mais encore à montrer).

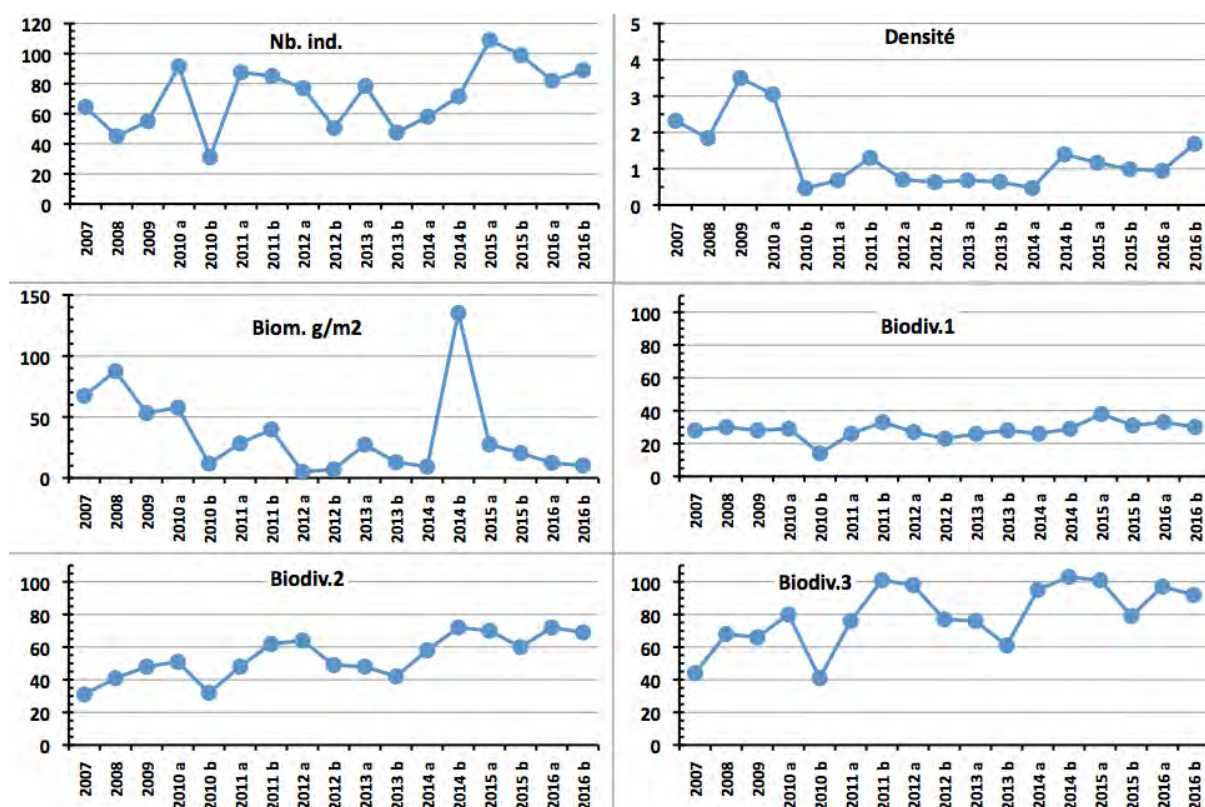


Figure n°63 : Evolution des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST08)

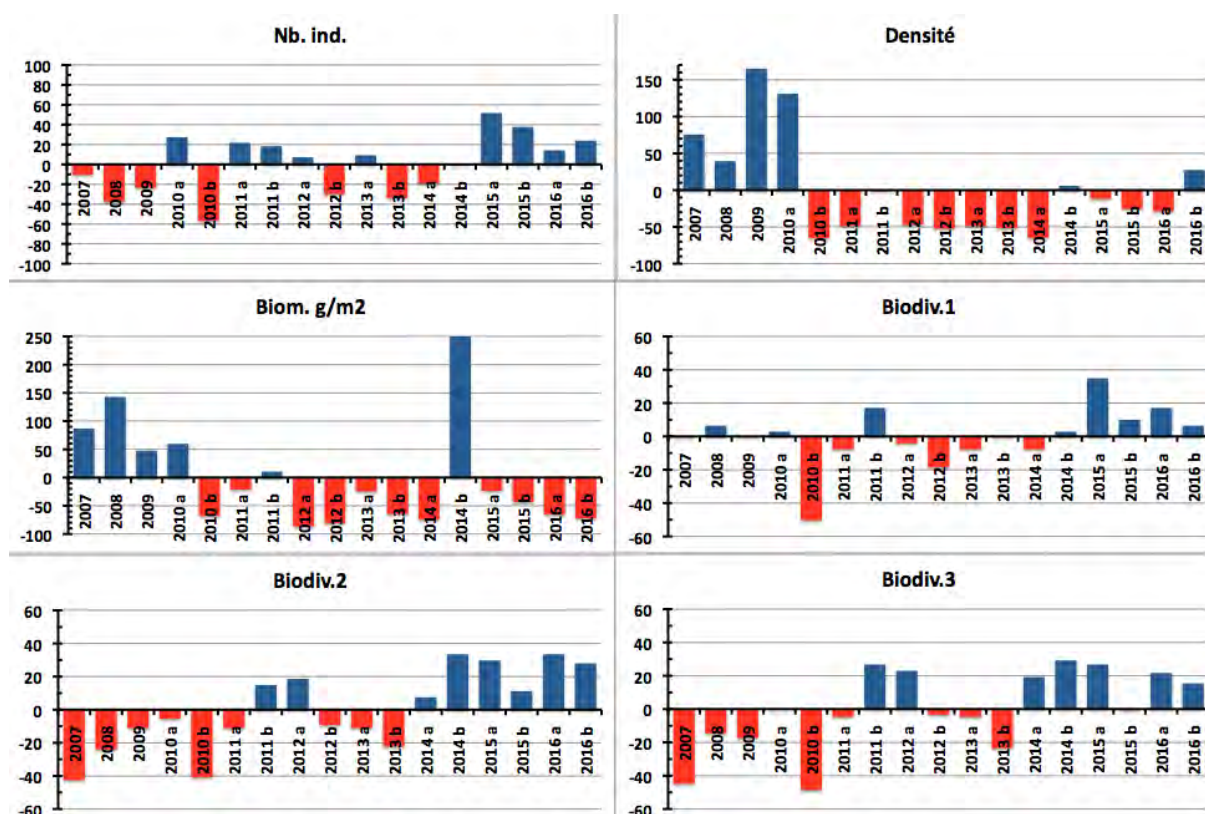


Figure n°64 : Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST08)



4.9 Station 09 = Bancs Kié

Localisation géographique	Les bancs Kié sont isolés dans la partie centrale du canal de la Havannah. La station est située au sud du banc le plus ouest, qui est totalement immergé (cf. photographie 24).
Nombre transects	3 transects.
Description transects	Ils ont été positionnés à partir de la rupture de pente du récif à 7, 17 et 20 mètres de profondeur, avec une direction quasi sud-nord.
	Le transect A est installé au pied d'un petit éperon et se termine au milieu d'un sillon. Au niveau du transect B les courants de marée sont encore conséquents mais le ressac n'a plus d'influence à cette profondeur. Le transect C est situé en bas de pente.

Description générale

La partie haute du banc est à 5 mètres de profondeur. On y retrouve de grandes superficies arasées, des colonies coralliennes robustes puis des algues résistantes au ressac et au courant comme l'espèce *Dictyosphaeria verluysii* qui est omniprésente et fixée à même la dalle puis, dans une moindre mesure, les autres genres *Asparagopsis*, *Amphiroa* et *Chlorodesmis* (caractérisant un milieu où l'hydrodynamisme est intense).

La pente est relativement abrupte (45°) et recouverte par de nombreux débris coralliens branchus. Seules les plus grosses colonies massives, branchues robustes et foliacées semblent avoir résistées au cyclone « Erica » et à la série de tempêtes et cyclones du début d'année 2011. La majorité des colonies coralliennes est de taille décimétrique.

Cette zone semble être soumise de manière quasi permanente aux très forts courants de marées auxquels se rajoutent de très violents ressacs dus aux houles fréquentes.

Caractéristiques principales

- ↳ Originalité des peuplements coralliens adaptés à un milieu d'hydrodynamisme important (courant de marée, houle et ressac) et taille majoritairement petite des colonies. Cependant présence d'une colonie de taille métrique de *Turbinaria stellulata* au transect B
- ↳ Un grand nombre de gorgones s'est développé aux pourtours de la station depuis avril 2016
- ↳ Le développement des coraux est restreint par la contrainte hydrodynamique
- ↳ La pente récifale est abrupte et la dalle est arasée par les courants de marée et la houle
- ↳ De nombreuses colonies coralliennes ont été retournées par les agents hydrodynamiques sur l'ensemble de la station lors de la dépression Fréda (début d'année 2013) et le passage plus ou moins éloigné du cyclone Pam (mars 2015). Ces colonies désolidarisées de leur substrat dévalent progressivement la pente récifale
- ↳ Abondance des alcyonaires, macrophytes et ascidies sur le sommet du récif :
 - Les alcyonaires ont un recouvrement important (*Lobophytum*) et une richesse spécifique élevée
 - Les macrophytes ont un recouvrement et une richesse spécifique élevés
 - Saisonnalité des algues rouges (*Trichogloea requienii* et d'*Asparagopsis taxiformis*)
 - La richesse spécifique des ascidies est élevée
- ↳ Mobilité bathymétrique des échinodermes (astéries, holothuries, échinides) et des mollusques (diversité et abondance)
- ↳ Les crinoïdes affectionnent ce milieu balayé par les courants de marée

Variations entre avril et novembre 2016

Indicateur Corail :

- La biodiversité corallienne est stable et reste importante :

Octobre 2015 : 119 espèces coralliennes dont 109 espèces scléactiniaires

Avril 2016 : 120 espèces dont 110 espèces scléactiniaires

Novembre 2016 : 122 espèces dont 112 espèces scléactiniaires

- Le recouvrement corallien est de 20% au transect A, 16% en B et 15.5 % en C

- Le blanchissement a légèrement augmenté du point de vue spécifique et reste stable pour le recouvrement. Il s'agit principalement de colonies déstabilisées de leur substrat

Octobre 2015 : 1/109 espèces de scléactiniaires et 0.1% de la surface totale observée

Avril 2016 : 3/111 espèces de scléactiniaires et 0.27% de la surface totale observée





Novembre 2016 : 5/112 espèces de scléactiniaires et 0.27% de la surface totale observée

- Lésions coralliennes : absence de la maladie de la bande blanche. De plus, suite aux dégradations mécaniques (Winston 2016) quelques colonies retournées et blanchies lors de la dernière mission sont mortes
- Dégradations mécaniques sur l'ensemble de la station et particulièrement en A & B en fin de transect

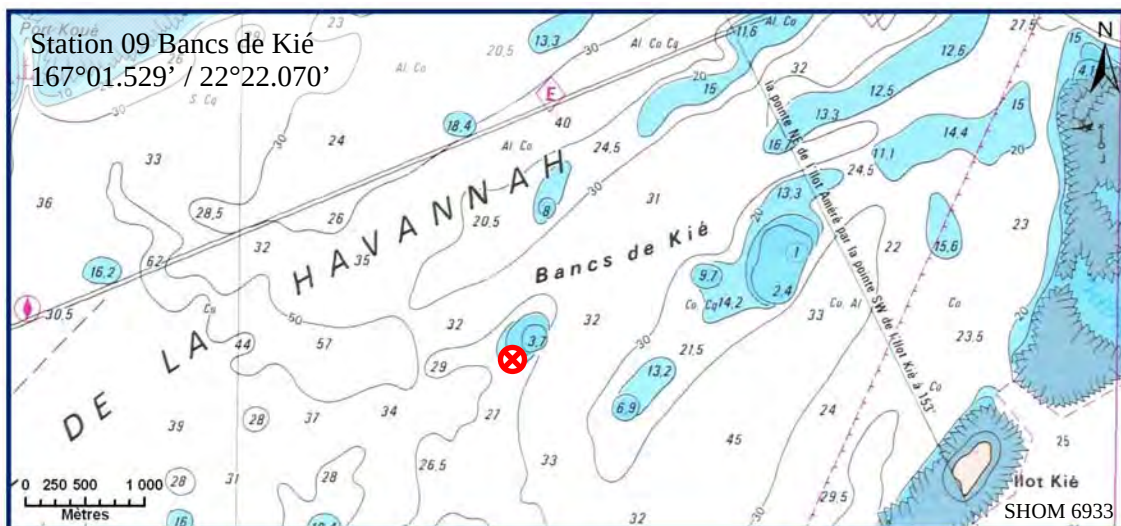
Autres indicateurs :

- Cyanobactéries : absence et stable depuis la dernière mission
- Le turf algal se développe abondamment sur les débris coralliens et la dalle
- Algue brune *Lobophora* : le recouvrement reste stable, il est absent en A et faible en B & C (niveau 2)
- Algue rouge *Asparagopsis taxiformis* : le recouvrement diminue en A (niveau 2) et reste stable en B & C (niveau 2). Le développement est saisonnier, le recouvrement peut être très important et varie énormément selon les saisons - caractère invasif de septembre à décembre
- *Cliona* (éponge) : recouvrement stable

Les corallivores :

- Absence des *Acanthaster planci* et des *Culcita novaeguineae*
- Augmentation de *Drupella cornus* en A (niveau 2) et absence en B & C

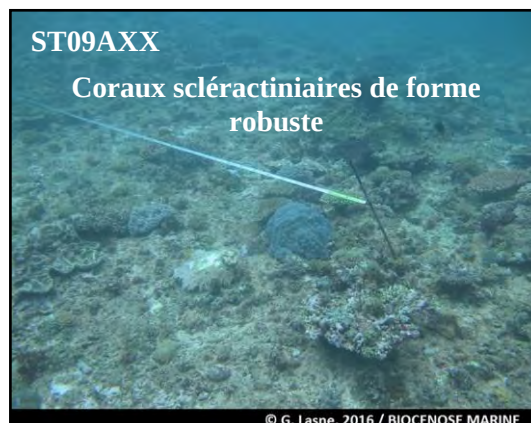
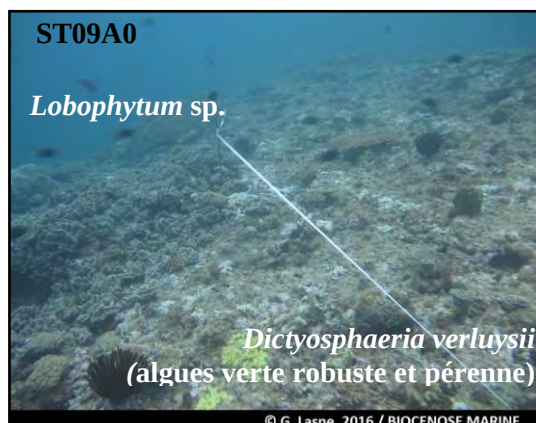




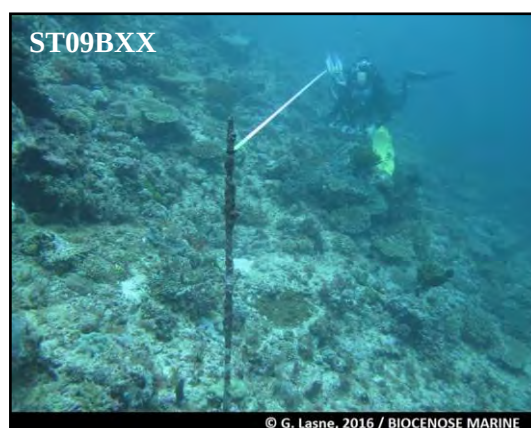
Carte n°11 : Localisation de la station 09 (Bancs Kié)



Photo n°24 : Position en surface (ST09)



Les biocénoses benthiques sont adaptées aux conditions hydrodynamiques intenses toute l'année



La partie médiane du récif a subi un effondrement de débris et de colonies plus en amont



Photo n°25 : Vue d'ensemble des transects (ST09)

4.9.1 Le substrat (ST09)

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la [figure 65](#) pour le transect A, dans la [figure 66](#) pour le transect B et dans la [figure 67](#) pour le transect C.

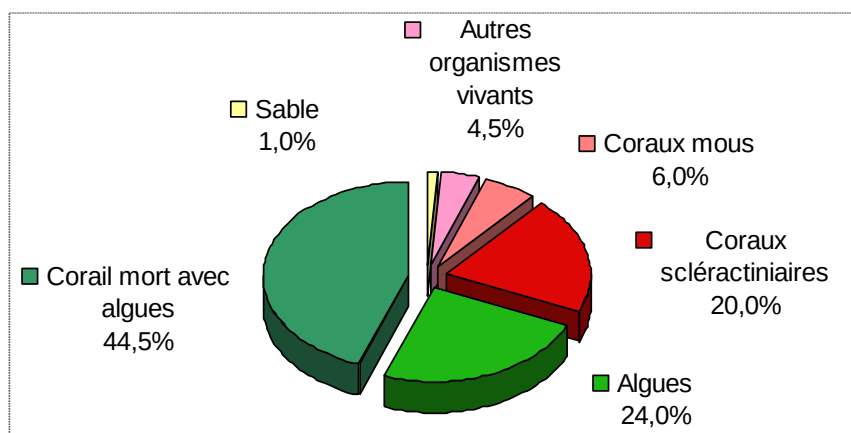


Figure n°65 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST09A

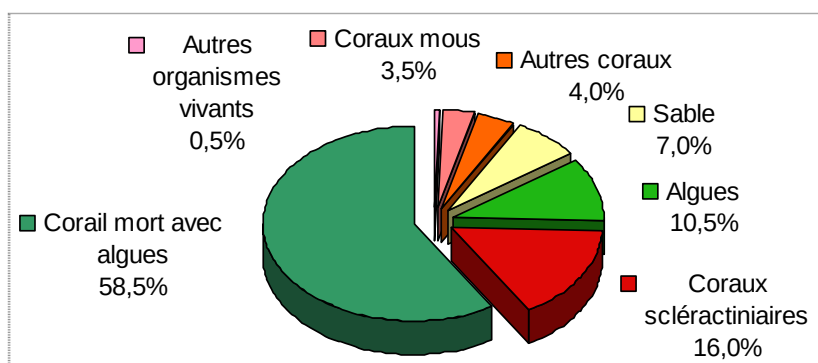


Figure n°66 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST09B

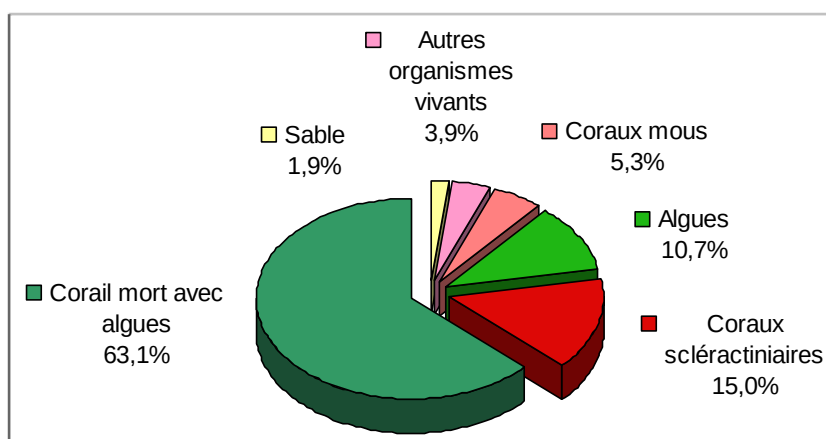


Figure n°67 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST09C

A cette station, le substrat est majoritairement composé de coraux morts encroûtés (respectivement 44,5%, 58,5%, 63,1%) par une multitude d'organismes vivants (dont des algues calcaires) : de ce fait, cette station est remarquable par sa couverture biotique, respectivement : 99%, 93% et 98%, le complément étant surtout du fait des algues.

Les coraux scléractiniaires sont moyennement représentés avec respectivement 20%, 16% et 15%.

Absence des cyanobactéries et des coraux blancs pour cette mission aux 3 transects.

Globalement, la station est stable.

4.9.2 Le benthos (ST09)

La liste des taxons cibles (cf. § 3.2.3) échantillonnés sur cette station et la liste complète des résultats bruts sont données en [annexe 05](#).

En novembre 2016, la richesse spécifique de la station Bancs Kié (ST09) est composée de :

- **122 espèces coralliennes** (dont 112 espèces de scléractiniaires, 2 espèces de millépores (branchu et encroûtant), 5 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires, une espèce de stolonifère).
Les familles scléractiniaires (112 taxons au sein de 14 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (28 taxons), les Acroporidae (18 taxons), les Mussidae (10 taxons), les Agariciidae (9 taxons), les Dendrophylliidae (8 taxons), les Pocilloporidae (8 taxons), les Pectiniidae (7 taxons), les Siderastreidae (6 taxons), les Fungiidae (5 taxons), les Merulinidae (5 taxons), les Poritidae (4 taxons), les Astrocoeniidae (2 taxons), les Caryophylliidae (1 taxon), les Oculinidae (1 taxon).
Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Trachyphylliidae.
Le blanchissement corallien affecte 5/112 espèces de scléractiniaires (4,5%).
Le blanchissement visuel est de 0,27% de la surface totale observée.
- **75 espèces d'invertébrés** dont 19 espèces de mollusques ; 17 espèces de cnidaires : alcyonaires (9 taxons), actiniaires (5 taxons), zoanthaires (2 taxons), hydrozoaires (1 taxon) ; 17 espèces d'échinodermes : échinides (6 taxons), astéries (4 taxons), holothurides (4 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 11 espèces d'éponges ; 11 espèces d'ascidies.
- **22 espèces de macrophytes** : algues vertes (12 taxons), algues rouges (6 taxons), algues brunes (4 taxons).

Aucun taxon n'a été recensé dans le groupe des cyanobactéries.

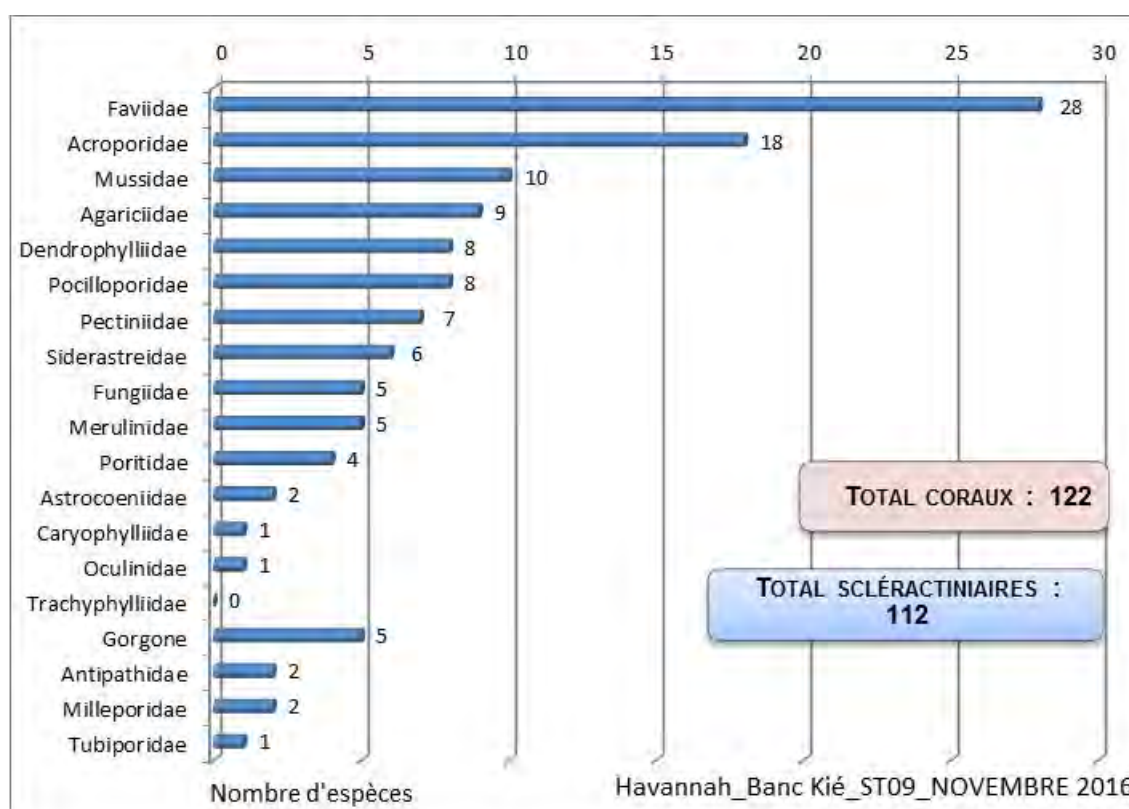


Figure n°68 : Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST09)

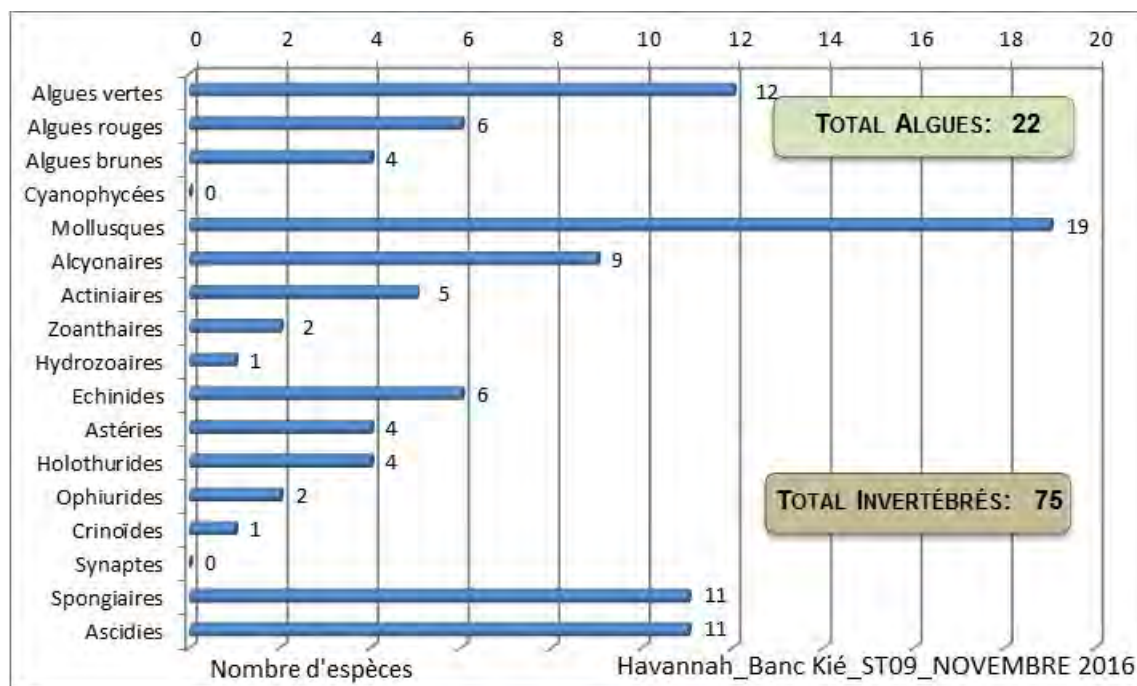


Figure n°69 : Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST09)

4.9.2.1 Benthos Transect 09 A

4.9.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST09A)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST09A est composée de 74 espèces coralliennes dont 70 espèces de scléractiniaires, une espèce de millépore (encroûtant), 2 espèces de gorgones, une espèce de stolonifère.

Les familles scléractiniaires (70 taxons au sein de 11 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (19 taxons), les Acroporidae (17 taxons), les Mussidae (7 taxons), les Pocilloporidae (7 taxons), les Merulinidae (5 taxons), les Siderastreidae (4 taxons), les Agariciidae (3 taxons), les Dendrophylliidae (3 taxons), les Poritidae (3 taxons), les Fungiidae (1 taxon), les Oculinidae (1 taxon).

Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Astrocoeniidae, des Caryophylliidae, des Pectiniidae, des Trachyphylliidae.

Le blanchissement corallien affecte 5/70 espèces de scléractiniaires (7,15%).

Le blanchissement visuel est de 0,5% de la surface du couloir.

Tableau n°101 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST09A)

Evolution de la richesse spécifique des coraux*	Evolution de l'abondance	Blanchissement corallien
Nouvelle (s) espèce (s) recensée (s)	Augmentation d'abondance	Espèce (s) blanchie (s)
Une seule espèce : • <i>Stylophora pistillata</i> (A2)	2 espèces : • <i>Leptastrea</i> sp. (A2/+ 1), • <i>Psammocora contigua</i> (A2/+ 1).	5 espèces blanchies (7,15%) : ➢ 3 espèces précédemment blanchies (4,3%) : • <i>Acropora</i> (branchu) (2spp.B*, B1), • <i>Acropora</i> (tabulaire) (1spp.B*, B1) ; ➢ 2 espèces nouvellement blanchies (2,85%) : • <i>Seriatopora caliendrum</i> (B1, N), • <i>Seriatopora hystrix</i> (B1, N).
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
3 espèces : • <i>Cycloseris</i> sp. (A0/-1), • <i>Stylophora mordax</i> (A0/-1),	Aucune	➢ une seule espèce a réintégré toutes ses zooxanthelles : • <i>Favites</i> spp. (-1spp.B*) (B- 2, 0B) ;

• <i>Goniopora</i> sp. (A0/-1).	> aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître ; > 2 espèces ont vu leur blanchissement se réduire : • <i>Acropora</i> spp. (branchu)(2spp.B* (1spp.B*)(ΔB- 1), • <i>Acropora</i> spp. (tabulaire) (ΔB-1)

4.9.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST09A)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST09A est composée de :

- 43 espèces d'invertébrés dont 12 espèces de mollusques ; 10 espèces de cnidaires : alcyonaires (8 taxons), hydrozoaires (1 taxon), zoanthaires (1 taxon) ; 7 espèces d'échinodermes : échinides (3 taxons), astéries (2 taxons), crinoïdes (1 taxon), ophiurides (1 taxon) ; 5 espèces d'éponges ; 9 espèces d'ascidies.
- 14 espèces de macrophytes : algues vertes (7 taxons), algues rouges (4 taxons), algues brunes (3 taxons).
- Aucun taxon n'a été recensé dans le groupe des cyanobactéries.

Tableau n°102 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST09A)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
4 nouvelles espèces d'algues recensées, dont 2 espèces d'algues rouges : • <i>Plocamium</i> sp. (A2), • <i>Galaxaura</i> sp. (A2) ; et 2 espèces d'algues vertes : • <i>Halimeda</i> sp. (2spp./+1spp.) (A2), • <i>Chlorodesmis fastigiata</i> (A2) ; Aucune espèce d'algues n'a disparue.	Aucune espèce d'algues n'augmente. 3 espèces d'algues diminuent, dont l'algue brune : • <i>Sargassum</i> sp. (A2/- 1) ; et l'algue rouge : • <i>Asparagopsis taxiformis</i> (A2/- 1) ; et l'algue verte : • <i>Dictyosphaeria verluysii</i> (A3/- 1).
Cyanobactéries	
☒	☒
Cnidaires	
☒	3 espèces de cnidaires diminuent d'abondance : > pour les alcyonaires (3 espèces) : • <i>klyxum</i> sp. (A2/- 1), • <i>Sinularia</i> sp. (A3/- 1), • <i>Xenia</i> sp. (A2/- 1).
Echinodermes	
Une nouvelle espèce d'échinodermes recensée : > pour les échinides (1 espèce) : • <i>Echinometra mathaei</i> (A2). 3 espèces d'échinodermes disparues : > pour les échinides (-1 espèce) : • <i>Parasalenia gratiosa</i> (A0/-2) ; > pour les holothurides (-2 sp) : • <i>Actinopyga palauensis</i> (A0/-1), • <i>Holothuria edulis</i> (A0/-1).	Une espèce d'échinodermes diminue d'abondance : > pour les astéries (1 espèce) : • <i>Fromia indica</i> (A1/- 1).
Mollusques	
3 nouvelles espèces de mollusques recensées : > pour les bivalves (1 espèce) : • <i>Hyotissa hyotis</i> (A1) ; > pour les gastéropodes (2 sp) : • <i>Drupella cornus</i> (A2), • <i>Lambis truncata</i> (A1) Une espèce de mollusques disparue : > pour les nudibranches (-1 sp) : • <i>Chromodoris elisabethina</i> (A0/-2)	☒
Eponges	
Une nouvelle espèce d'éponges recensée : • <i>Spheciospongia vagabunda</i> (A1).	☒
Ascidies	
3 nouvelles espèces d'ascidies recensées : • <i>Clavelina detorta</i> (A2), • <i>Polycarpa clavata</i> (A1), • <i>Polycarpa</i> sp1. (blanche) (A1).	2 espèces d'ascidies diminuent d'abondance : •Encroûtante verte (A3/- 1), •Encroûtante violet/blanc (A3/-1)
Bryozoaires	
☒	☒



4.9.2.2 Benthos Transect 09 B

4.9.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST09B)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST09B est composée de 108 espèces coralliennes dont 99 espèces de scléractiniaires, 2 espèces de millépores (branchu et encroûtant), 4 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires, une espèce de stolonifère.

Les familles scléractiniaires (99 taxons au sein de 14 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (25 taxons), les Acroporidae (15 taxons), les Mussidae (10 taxons), les Pocilloporidae (8 taxons), les Agariciidae (7 taxons), les Dendrophylliidae (7 taxons), les Pectiniidae (6 taxons), les Fungiidae (5 taxons), les Siderastreidae (5 taxons), les Merulinidae (4 taxons), les Poritidae (3 taxons), les Astrocoeniidae (2 taxons), les Caryophylliidae (1 taxon), les Oculinidae (1 taxon).

Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Trachyphylliidae.

Le blanchissement corallien affecte 4/99 espèces de scléractiniaires (4%).

Le blanchissement visuel est de 0,3% de la surface du couloir.

Tableau n°103 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST09B)

Evolution de la richesse spécifique des coraux*	Evolution de l'abondance	Blanchissement corallien
Nouvelle (s) espèce (s) recensée (s)	Augmentation d'abondance	Espèce (s) blanchie (s)
6 espèces : • <i>Stylocoeniella guentheri</i> (A1), • <i>Euphyllia ancora</i> (A1), • <i>Caulastrea curvata</i> (A2), • <i>Cyphastrea japonica</i> (A1), • <i>Favia</i> spp. (3spp./+1spp.) (A3), • <i>Leptastrea</i> sp. (A2).	8 espèces : • <i>Favia</i> spp. (3spp., A3/+ 1), • <i>Platygyra sinensis</i> (A2/+ 1), • <i>Scolymia australis</i> (A2/+ 1), • <i>Symphyllia</i> sp. (A2/+ 1), • <i>Pocillopora kelleheri</i> (A2/+ 1), • <i>Tubipora musica</i> (A3/+ 1).	4 espèces blanchies (4%) : ➢ 2 espèces précédemment blanchies (2%) : • <i>Acropora</i> (branchu) (1spp.B*, B1), • <i>Acropora</i> (tabulaire) (1spp.B*, B1) ; ➢ 2 espèces nouvellement blanchies (2%) : • <i>Seriatopora caliendrum</i> (B1, N), • <i>Seriatopora hystrix</i> (B1, N).
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
Une seule espèce : • <i>Fungia</i> spp. (2spp./-1spp.A2/-0)	Une seule espèce : • <i>Cirripathes</i> sp. (A1/- 1)	➢ aucune espèce n'a réintégré ses zooxanthelles ; ➢ aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître ; ➢ 2 espèces ont vu leur blanchissement se réduire : • <i>Acropora</i> spp. (branchu)) (ΔB- 1), • <i>Acropora</i> spp. (tabulaire)) (ΔB- 1).

4.9.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST09B)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST09B est composée de :

- 67 espèces d'invertébrés dont 14 espèces de mollusques ; 16 espèces de cnidaires : alcyonaires (9 taxons), actiniaires (4 taxons), zoanthaires (2 taxons), hydrozoaires (1 taxon) ; 17 espèces d'échinodermes : échinides (6 taxons), astéries (4 taxons), holothurides (4 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 9 espèces d'éponges ; 11 espèces d'ascidies.
- 22 espèces de macrophytes : algues vertes (12 taxons), algues rouges (6 taxons), algues brunes (4 taxons).
- Aucun taxon n'a été recensé dans le groupe des cyanobactéries.

Tableau n°104 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST09B)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
5 nouvelles espèces d'algues recensées, dont 2 espèces d'algues brunes : • <i>Sargassum</i> sp. (A2), • <i>Turbinaria ornata</i> (A2) ; et 3 espèces d'algues vertes : • <i>Caulerpa</i> sp. (2spp.) (A2), • <i>Halimeda</i> sp. (2spp./+1spp.) (A3) ; Aucune espèce d'algues n'a disparue.	Une espèce d'algue recensée dont l'algue verte : • <i>Chlorodesmis fastigiata</i> (A3/+ 1). Une espèce d'algue diminue : l'algue verte : • <i>Bornetella oligospora</i> (A3/- 1).
Cyanobactéries	
☒	☒



Cnidaire	
Une nouvelle espèce de cnidaires recensée : ➤ pour les actiniaires (1 sp) : • <i>Cryptodendrum adhaesivum</i> (A1)	2 espèces de cnidaires diminuent d'abondance : ➤ pour les alcyonaires : • <i>Sarcophyton</i> sp. (A2/- 1), • <i>Sinularia</i> sp. (A2/-1)
Echinodermes	
3 nouvelles espèces d'échinodermes recensées : ➤ pour les échinides (1 espèce) : • <i>Echinometra mathaei</i> (A1) ; ➤ pour les holothurides (2 sp) : • <i>Holothuria atra</i> (A1), • <i>Holothuria whitmaei</i> (A1)	Une espèce d'échinodermes augmente d'abondance : ➤ pour les astéries (1 sp) : • <i>Nardoa gomophia</i> (A2/+ 1) 3 espèces d'échinodermes diminuent d'abondance : ➤ pour les astéries (3 espèces) : • <i>Fromia indica</i> (A1/- 1), • <i>Linckia multifora</i> (A1/- 1). • <i>Gomophia egyptiaca</i> (A1/- 1),
Mollusques	
3 nouvelles espèces de mollusques recensées : ➤ pour les gastéropodes (2 sp) : • <i>Conus miles</i> (A1), • <i>Conus virgo</i> (A1) ➤ pour les nudibranches (1 sp) : • <i>Cheilidonura varians</i> (A2). 5 espèces de mollusques disparues : ➤ pour les bivalves (-2 sp) : • <i>Isognomon isognomon</i> (A0/-2), • <i>Pinna</i> sp. (A0/-1) ➤ pour les gastéropodes (-1 espèce) : • <i>Lambis scorpius</i> (A0/-1) ; ➤ pour les nudibranches (-2 sp) : • <i>Halgerda johnsonorum</i> (A0/-1), • <i>Phyllidia coelestis</i> (A0/-1).	Une espèce de mollusques augmente d'abondance : ➤ pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Latirolagena smaragdula</i> (A2/+ 1).
Eponges	
3 nouvelles espèces d'éponges recensées : • <i>Cymbastella cantharella</i> (A2), •Spongiaires ind. (orange) (A2), • <i>Leucetta chagosensis</i> (A2).	Une espèce d'éponges augmente d'abondance : • <i>Dysidea herbacea</i> (A2/+ 1).
Ascidiées	
2 nouvelles espèces d'ascidiées recensées : • <i>Citorclium laboutei</i> (A1), • <i>Clavelina detorta</i> (A2).	2 espèces d'ascidiées augmentent d'abondance : • <i>Polycarpa nigricans</i> (A4/+ 1), • <i>Polycarpa</i> sp1. (blanche) (A2/+ 1). 3 espèces d'ascidiées diminuent d'abondance : •Encroûtante verte (A2/- 1), •Encroûtante violet/blanc (A2/- 1), • <i>Polycarpa cryptocarpa</i> (A3/- 1).
Bryozoaires	
☒	☒

4.9.2.3 Benthos Transect 09 C

4.9.2.3.1 Les Scléractiniaires (ST09C)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST09C est composée de 86 espèces coralliennes dont 76 espèces de scléractiniaires, 2 espèces de millépores (branchu et encroûtant), 5 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires, une espèce de stolonifère.

Les familles scléractiniaires (76 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (18 taxons), les Acroporidae (11 taxons), les Dendrophylliidae (8 taxons), les Mussidae (7 taxons), les Pocilloporidae (6 taxons), les Agariciidae (5 taxons), les Fungiidae (5 taxons), les Pectiniidae (4 taxons), les Siderastreidae (4 taxons), les Merulinidae (3 taxons), les Poritidae (3 taxons), les Astrocoeniidae (1 taxon), les Oculinidae (1 taxon).

Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Caryophylliidae, des Trachyphylliidae.

Il n'y a aucune espèce blanchie, ni de blanchissement visuel.

Tableau n°105 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST09C)

Evolution de la richesse spécifique des coraux*	Evolution de l'abondance	Blanchissement corallien
Nouvelle (s) espèce (s) recensée (s)	Augmentation d'abondance	Espèce (s) blanchie (s)



2 espèces : • <i>Herpolitha limax</i> (A1), • <i>Polyphyllia talpina</i> (A1).	3 espèces : • <i>Platygyra sinensis</i> (A2/+ 1), • <i>Cycloseris</i> sp. (A2/+ 1), • <i>Lobophyllia pachysepta</i> (A2/+ 1).	Aucune espèce blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
Toutes les espèces ont été recensées	Aucune	Pas d'espèce précédemment blanchie.

4.9.2.3.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST09C)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST09C est composée de :

- 40 espèces d'invertébrés dont 4 espèces de mollusques ; 12 espèces de cnidaires : alcyonaires (7 taxons), actiniaires (2 taxons), zoanthaires (2 taxons), hydrozoaires (1 taxon) ; 7 espèces d'échinodermes : échinides (3 taxons), astéries (1 taxon), crinoïdes (1 taxon), holothurides (1 taxon), ophiurides (1 taxon) ; 7 espèces d'éponges ; 10 espèces d'ascidies.
- 21 espèces de macrophytes : algues vertes (12 taxons), algues rouges (6 taxons), algues brunes (3 taxons).
- Aucun taxon n'a été recensé dans le groupe des cyanobactéries.

Tableau n°106 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST09C)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
4 nouvelles espèces d'algues recensées, dont l'algue brune : • <i>Sargassum</i> sp. (A2) ; et 3 espèces d'algues vertes : • <i>Caulerpa</i> sp. (2spp.) (A2), • <i>Halimeda</i> sp. (2spp./+1spp.) (A3) ; Aucune espèce d'algues n'a disparue.	Une espèce d'algue recensée dont l'algue verte : • <i>Chlorodesmis fastigiata</i> (A3/+ 1). Aucune espèce d'algues ne diminue.
Cyanobactéries	
☒	☒
Cnidaires	
Une nouvelle espèce de cnidaires recensée : > pour les alcyonaires (1 espèce) : • <i>Xenia</i> sp. (A2).	2 espèces de cnidaires diminuent d'abondance : > pour les alcyonaires (2 sp) : • <i>Sarcophyton</i> sp. (A2/- 1), • <i>Sinularia</i> sp. (A2/- 1).
Echinodermes	
2 espèces d'échinodermes disparues : > pour les astéries (-1 espèce) : • <i>Nardoa gomophia</i> (A0/-1) ; > pour les ophiurides (-1 sp) : <i>Ophiomastix caryophyllata</i> (A0/-2)	Une espèce d'échinodermes diminue d'abondance : > pour les crinoïdes (1 espèce) : •Crinoïdes ind. (A2/- 1).
Mollusques	
Une espèce de mollusques disparue : > pour les bivalves (-1 espèce) : • <i>Isognomon isognomon</i> (A0/-2).	☒
Eponges	
3 nouvelles espèces d'éponges recensées : • <i>Hamigera strongylata</i> (A2), • <i>Dactylia delicata</i> (A1), •Spongiaires ind. (rouge) (A1). Une espèce d'éponges disparue : • <i>Leucetta chagosensis</i> (A0/-1).	☒
Ascidies	
☒	Une espèce d'ascidies augmente d'abondance : • <i>Atrium robustum</i> (A2/+ 1). 3 espèces d'ascidies diminuent d'abondance : •Encroûtante verte (A2/- 1), •Encroûtante violet/blanc (A2/- 1), • <i>Polycarpa</i> sp1. (blanche) (A1/- 1).
Bryozoaires	
☒	☒

4.9.3 Les poissons (ST09)

La liste des espèces observées¹⁴ sur les transects et les résultats bruts sont fournis dans le [tableau 107](#).

Tableau n°107 : Données sur les poissons (ST09)

Banc Kié ST09		Transect			Transect			Transect			Station		
		A			B			C			Moyenne		
Fam	Espèces	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom
Aca	<i>Acanthurus blochii</i>							2	0,03	4,00	0,67	0,01	1,33
Aca	<i>Acanthurus nigricauda</i>							3	0,04	3,68	1,00	0,01	1,23
Aca	<i>Acanthurus pyroferus</i>				1	0,01	0,55				0,33	0,00	0,18
Aca	<i>Ctenochaetus binotatus</i>	2	0,03	0,67							0,67	0,01	0,22
Aca	<i>Ctenochaetus cyanocheilus</i>	4	0,05	1,33				4	0,05	1,33	2,67	0,03	0,89
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	5	0,06	1,66				3	0,04	1,30	2,67	0,03	0,99
Aca	<i>Zebrasoma scopas</i>							2	0,03	0,36	0,67	0,01	0,12
Ant	<i>Pseudanthias dispar</i>	15	0,19	1,29				30	0,38	3,84	15,00	0,19	1,71
Ant	<i>Pseudanthias hypselosoma</i>	35	0,44	4,48	20	0,25	2,56	30	0,38	3,84	28,33	0,35	3,63
Ant	<i>Pseudanthias pictilis</i>	20	0,25	1,72							6,67	0,08	0,57
Ant	<i>Pseudanthias squamipinnis</i>	10	0,13	0,86							3,33	0,04	0,29
Cha	<i>Chaetodon citrinellus</i>	3	0,04	0,26	3	0,04	0,26				2,00	0,03	0,17
Cha	<i>Chaetodon kleinii</i>	3	0,04	0,16				3	0,04	0,16	2,00	0,03	0,11
Cha	<i>Chaetodon mertensii</i>				2	0,03	0,17				0,67	0,01	0,06
Cha	<i>Chaetodon pelewensis</i>	2	0,03	0,11	3	0,04	0,16				1,67	0,02	0,09
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>				2	0,03	0,11				0,67	0,01	0,04
Cha	<i>Chaetodon trifascialis</i>	2	0,03	0,11	1	0,01	0,05	3	0,04	0,26	2,00	0,03	0,14
Epi	<i>Cephalopholis boenak</i>							1	0,01	0,13	0,33	0,00	0,04
Epi	<i>Cephalopholis urodeta</i>	3	0,04	2,53	2	0,03	2,92				1,67	0,02	1,82
Epi	<i>Variola louti</i>	1	0,01	10,72							0,33	0,00	3,57
Lab	<i>Gomphosus varius</i>	2	0,03	0,50							0,67	0,01	0,17
Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>				5	0,06	0,16				1,67	0,02	0,05
Lab	<i>Thalassoma hardwicke</i>	20	0,25	3,65							6,67	0,08	1,22
Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	15	0,19	2,73	8	0,10	1,02	6	0,08	0,77	9,67	0,12	1,51
Lab	<i>Thalassoma lutescens</i>	25	0,31	4,56	9	0,11	1,15				11,33	0,14	1,90
Lut	<i>Lutjanus bohar</i>				1	0,01	1,23				0,33	0,00	0,41
Mul	<i>Parupeneus barberinoides</i>				3	0,04	0,75				1,00	0,01	0,25
Mul	<i>Parupeneus multifasciatus</i>							3	0,04	3,07	1,00	0,01	1,02
Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>	3	0,04	1,00	6	0,08	2,00	6	0,08	2,00	5,00	0,06	1,66
Poc	<i>Centropyge bicolor</i>	6	0,08	0,19	4	0,05	0,13	4	0,05	0,06	4,67	0,06	0,13
Poc	<i>Centropyge bispinosa</i>	4	0,05	0,13	4	0,05	0,13	3	0,04	0,05	3,67	0,05	0,10
Poc	<i>Centropyge flavissima</i>	2	0,03	0,11							0,67	0,01	0,04
Poc	<i>Centropyge tibicen</i>	3	0,04	0,09	3	0,04	0,09	3	0,04	0,05	3,00	0,04	0,08
Pom	<i>Amphiprion chrysopterus</i>	7	0,09	0,60	4	0,05	0,22				3,67	0,05	0,27
Pom	<i>Amphiprion clarkii</i>	3	0,04	0,26							1,00	0,01	0,09
Pom	<i>Amphiprion perideraion</i>				3	0,04	0,09				1,00	0,01	0,03
Pom	<i>Chromis fumea</i>				40	0,50	2,16	30	0,38	0,48	23,33	0,29	0,88
Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>				5	0,06	0,08				1,67	0,02	0,03
Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>	12	0,15	0,19	15	0,19	0,24	8	0,10	0,05	11,67	0,15	0,16
Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>	40	0,50	0,64	30	0,38	0,48	20	0,25	0,14	30,00	0,38	0,42
Pom	<i>Dascyllus trimaculatus</i>				15	0,19	0,24	10	0,13	0,07	8,33	0,10	0,10
Pom	<i>Neopomacentrus azyron</i>				15	0,19	0,47				5,00	0,06	0,16
Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>				6	0,08	1,50				2,00	0,03	0,50
Sca	<i>Scarus forsteni</i>				1	0,01	0,84				0,33	0,00	0,28
Sca	<i>Scarus schlegeli</i>				3	0,04	2,53				1,00	0,01	0,84
Sca	<i>Scarus spinus</i>	1	0,01	0,84							0,33	0,00	0,28
Total		248	3,10	41,37	214	2,68	22,28	174	2,18	25,64	212,0	2,65	29,76
Biodiversité		27			28			20			46		
Indice de Shannon =		4,432											
Equitabilité =		0,802											

¹⁴ Données par rapport à la liste restreinte du cahier des charges, cf. [annexe 01](#).

Sur l'ensemble des transects de la station, 636 individus appartenant à 46 espèces différentes ont pu être observés. Ils représentent une densité de 2.64 poissons/m² pour une biomasse de 29076 g/m².

119 espèces complémentaires (e.g. hors des transects et hors liste restreinte [en rouge]) ont été observées sur la station (cf. [tableau 108](#)).

Tableau n°108 : Liste des espèces complémentaires (ST09)

Fam	Espèces	Fam	Espèces	Fam	Espèces
Aca	<i>Acanthurus blochii</i>	Epi	<i>Cephalopholis boenak</i>	Poc	<i>Centropyge bicolor</i>
Aca	<i>Acanthurus dussumieri</i>	Epi	<i>Cephalopholis urodeta</i>	Poc	<i>Centropyge bispinosa</i>
Aca	<i>Acanthurus mata</i>	Epi	<i>Epinephelus fasciatus</i>	Poc	<i>Centropyge flavissima</i>
Aca	<i>Acanthurus nigricans</i>	Epi	<i>Epinephelus malabaricus</i>	Poc	<i>Centropyge tibicen</i>
Aca	<i>Acanthurus nigricauda</i>	Epi	<i>Plectropomus laevis</i>	Poc	<i>Pomacanthus semicirculatus</i>
Aca	<i>Acanthurus olivaceus</i>	Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>	Pom	<i>Amphiprion chrysopterus</i>
Aca	<i>Acanthurus pyroferus</i>	Epi	<i>Variola louti</i>	Pom	<i>Amphiprion clarkii</i>
Aca	<i>Ctenochaetus binotatus</i>	Fis	<i>Fistularia commersonii</i>	Pom	<i>Amphiprion perideraion</i>
Aca	<i>Ctenochaetus cyanocheilus</i>	Hol	<i>Myripristis violacea</i>	Pom	<i>Chromis amboinensis</i>
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	Hol	<i>Sargocentron rubrum</i>	Pom	<i>Chromis fumea</i>
Aca	<i>Naso brachycentron</i>	Lab	<i>Anampses femininus</i>	Pom	<i>Chromis iomelas</i>
Aca	<i>Naso tonganus</i>	Lab	<i>Anampses meleagrides</i>	Pom	<i>Chromis xanthura</i>
Aca	<i>Naso unicornis</i>	Lab	<i>Anampses neoguinaicus</i>	Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>
Aca	<i>Zebrasoma scopas</i>	Lab	<i>Bodianus axillaris</i>	Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>
Aca	<i>Zebrasoma veliferum</i>	Lab	<i>Bodianus perditio</i>	Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>
Ant	<i>Pseudanthias dispar</i>	Lab	<i>Cheilinus chlorourus</i>	Pom	<i>Dascyllus trimaculatus</i>
Ant	<i>Pseudanthias hypselosoma</i>	Lab	<i>Choerodon jordani</i>	Pom	<i>Neoglyphidodon nigroris</i>
Ant	<i>Pseudanthias pascualis</i>	Lab	<i>Cirrhitilabrus punctatus</i>	Pom	<i>Neopomacentrus azyron</i>
Ant	<i>Pseudanthias pictilis</i>	Lab	<i>Coris batuensis</i>	Pom	<i>Plectroglyphidodon johnstonianus</i>
Ant	<i>Pseudanthias pleurotaenia</i>	Lab	<i>Gomphosus varius</i>	Pom	<i>Pomacentrus bankanensis</i>
Ant	<i>Pseudanthias squamipinnis</i>	Lab	<i>Halichoeres argus</i>	Pom	<i>Pomacentrus chrysurus</i>
Bal	<i>Sufflamen fraenatus</i>	Lab	<i>Halichoeres hortulanus</i>	Pom	<i>Pomacentrus coelestis</i>
Ble	<i>Atrosalarias fuscus</i>	Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>	Pom	<i>Pomacentrus nagasakiensis</i>
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>	Pom	<i>Pomacentrus philippinus</i>
Cha	<i>Chaetodon auriga</i>	Lab	<i>Thalassoma amblycephalum</i>	Pom	<i>Pomacentrus simsiang</i>
Cha	<i>Chaetodon citrinellus</i>	Lab	<i>Thalassoma hardwicke</i>	Sca	<i>Cetoscarus ocellatus</i>
Cha	<i>Chaetodon kleinii</i>	Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	Sca	<i>Chlorurus microrhinos</i>
Cha	<i>Chaetodon melannotus</i>	Lab	<i>Thalassoma lutescens</i>	Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>
Cha	<i>Chaetodon mertensii</i>	Lab	<i>Thalassoma nigrofasciatum</i>	Sca	<i>Scarus altipinnis</i>
Cha	<i>Chaetodon pelewensis</i>	Let	<i>Lethrinus atkinsoni</i>	Sca	<i>Scarus bleekeri</i>
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	Lut	<i>Lutjanus bohar</i>	Sca	<i>Scarus chameleon</i>
Cha	<i>Chaetodon trifascialis</i>	Mic	<i>Gunnellichthys curiosus</i>	Sca	<i>Scarus forsteni</i>
Cha	<i>Chaetodon unimaculatus</i>	Mic	<i>Nemateleotris magnifica</i>	Sca	<i>Scarus ghobban</i>
Cha	<i>Chaetodon vagabundus</i>	Mon	<i>Pervagor melanocephalus</i>	Sca	<i>Scarus niger</i>
Cha	<i>Heniochus chrysostomus</i>	Mul	<i>Parupeneus barberinoides</i>	Sca	<i>Scarus oviceps</i>
Cha	<i>Heniochus varius</i>	Mul	<i>Parupeneus cyclostomus</i>	Sca	<i>Scarus rubroviolaceus</i>
Cir	<i>Cirrhitichthys falco</i>	Mul	<i>Parupeneus multifasciatus</i>	Sca	<i>Scarus schlegeli</i>
Cir	<i>Cyprinocirrhites polyactis</i>	Nem	<i>Pentapodus aureofasciatus</i>	Sca	<i>Scarus spinus</i>
Cir	<i>Paracirrhites arcatus</i>	Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>	Syn	<i>Saurida gracilis</i>
Cir	<i>Paracirrhites forsteri</i>	Pin	<i>Parapercis hexophtalma</i>		

Le nombre d'espèces pour chaque famille depuis 2007 est donné dans le [tableau 109](#) et spécifiquement pour cette campagne sur la [figure 70](#).

Tableau n°109 : *Nombre d'espèces par famille ichthyologique par mission (ST09)*

Familles	2007	2008	2009	2010 a	2010 b	2011 a	2011 b	2012 a	2012 b	2013 a	2013 b	2014 a	2014 b	2015 a	2015 b	2016 a	2016 b
Acanthuridae	6	6	6	5	1	3	6	5	3	2	6	6	8	14	7	5	7
Anthiinae	3	4	2	2	3	3	4	4	5	5	3	1	6	6	4	4	4
Bleniidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
Caesionidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0
Canthigasteridae	0	1	2	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0
Carangidae	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carcharhinidae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chaetodontidae	5	3	6	3	5	9	9	8	6	10	10	7	8	8	7	9	6
Epinephelinae	2	4	2	3	2	1	1	3	1	1	2	3	3	5	5	5	3
Labridae	6	6	6	6	6	9	11	11	8	10	8	8	10	11	7	6	5
Lethrinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Lutjanidae	1	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Mullidae	1	1	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	2	1	1	2
Nemipteridae	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pomacanthidae	6	3	3	3	4	5	3	4	5	4	5	4	4	4	5	4	4
Pomacentridae	4	3	2	3	4	3	3	7	3	7	5	4	5	6	6	6	9
Pseudochromidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Scaridae	2	1	2	3	1	2	6	0	2	0	4	2	3	4	3	5	4
Siganidae	0	0	1	2	1	0	2	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0
Total espèces	36	32	35	34	28	43	48	45	37	43	47	39	52	62	50	49	46
Total familles	10	10	13	13	10	14	11	10	11	11	12	12	12	11	14	13	11

Si la comparaison du nombre d'espèces par famille entre les années 2007 – à cette campagne est effectuée (cf. [tableau 110](#)), sous l'angle de vue de ce critère toutes les campagnes sont similaires.

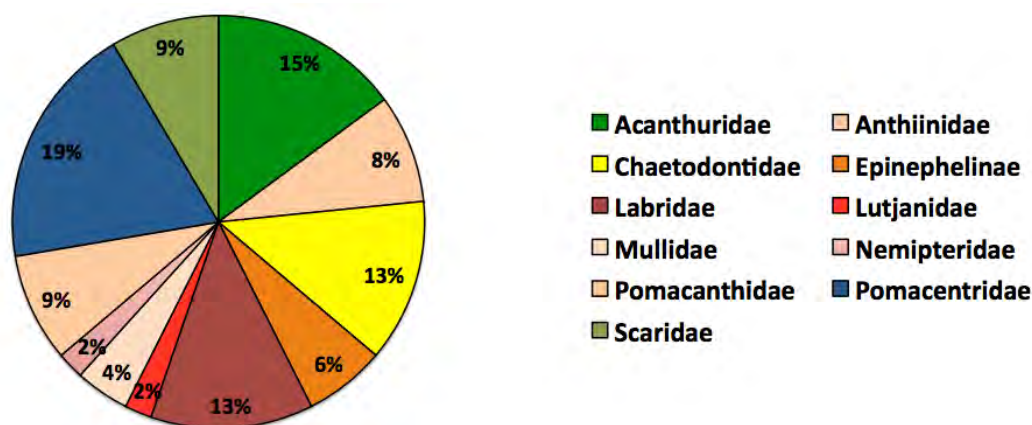
Tableau n°110 : *Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille » depuis 2007 (ST09)*

L'hypothèse nulle Ho :	Test	χ^2 obs	ddl	χ^2 à 0,95	nb de familles
« Les colonnes sont elles identiques ? »	χ^2	206	288	351	11/19

Le récapitulatif des résultats en terme de :

- d'abondance (nombre d'individus, transects/liste restreinte),
- de densité (en poisson/m², transects/liste restreinte),
- de biomasse (en g/m², transects/liste restreinte),
- de biodiversité 1 (espèces observées sur les transects et de la liste restreinte),
- de biodiversité 2 (espèces observées sur la station (transects + complémentaires) et de la liste restreinte),
- de biodiversité 3 (toutes les espèces observées sur la station (transects + complémentaires / liste non restreinte)),

pour toutes les campagnes depuis 2007 sont présentés dans le [tableau 111](#) et la [figure 71](#).

Figure n°70 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST09)Tableau n°111 : Synopsis des résultats et récapitulatif des années précédentes (ST09)

Peuplement de poissons STO9 – Banc KIE		Liste DENV				Toutes espèces	
		Transect TLV				Station	Station
		Nb. ind.	Densité	Biom. g/m ²	Biodiv.1	Biodiv.2	Biodiv.3
2016 b	Transect A	248,00	3,10	41,37	27		
	Transect B	214,00	2,68	22,28	28		
	Transect C	174,00	2,18	25,64	20		
	Moy. ABC	212,00	2,65	29,76	46	83	119
2016 a	Moy. ABC	209,00	2,64	75,42	49	82	117
2015 b	Moy. ABC	183,33	1,95	149,23	50	84	113
2015 a	Moy. ABC	230,67	1,65	158,28	62	81	118
2014 b	Moy. ABC	208,00	3,20	376,55	52	72	117
2014 a	Moy. ABC	115,33	1,44	108,69	39	68	113
2013 b	Moy. ABC	161,33	1,71	79,14	47	70	98
2013 a	Moy. ABC	244,00	3,04	40,63	43	82	98
2012 b	Moy. ABC	157,67	1,96	99,48	37	66	95
2012 a	Moy. ABC	176,67	2,18	96,25	45	75	100
2011 b	Moy. ABC	117,00	1,42	118,86	48	66	91
2011 a	Moy. ABC	154,00	1,81	593,06	43	58	89
2010 b	Moy. ABC	133	1,35	10,62	28	53	75
2010 a	Moy. ABC	61,33	1,66	303,36	34	43	66
2009	Moy. ABC	22	4,01	62,69	35	58	60
2008	Moy. ABC	208,67	4,21	273,92	32	50	62
2007	Moy. ABC	145,33	4,13	607,71	36	48	55

L'écart relatif à la moyenne [$E_{ri} = (X_i - X_m)/X_m$] pour ces paramètres biologiques peut alors être calculé : cf. [tableau 112](#) et représentation [figure 72](#).

Tableau n°112 : Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST09)

	Nb ind.	Densité	Biom.	Biodiv.1	Biodiv.2	Biodiv.3
Variance	3 643,0	1,0	33 793,2	75,8	185,9	497,2
Ecart type	60,4	1,0	183,8	8,7	13,6	22,3
Moyenne	160,8	2,4	187,2	42,8	67,2	93,1
Coef. de Var.	0,4	0,4	1,0	0,2	0,2	0,2

Commentaires :

- La biomasse est plus faible que la moyenne.
- Le nombre d'individus et la densité sont au dessus de la moyenne.
- Cette apparente contradiction est due au fait que les plus poissons se tiennent plus éloignés qu'à l'habitude comme à la mission précédente. C'est donc une variation artéfactuelle due à la méthode TLV.
- La biodiversité est toujours supérieure à la moyenne, y compris sur les transects.

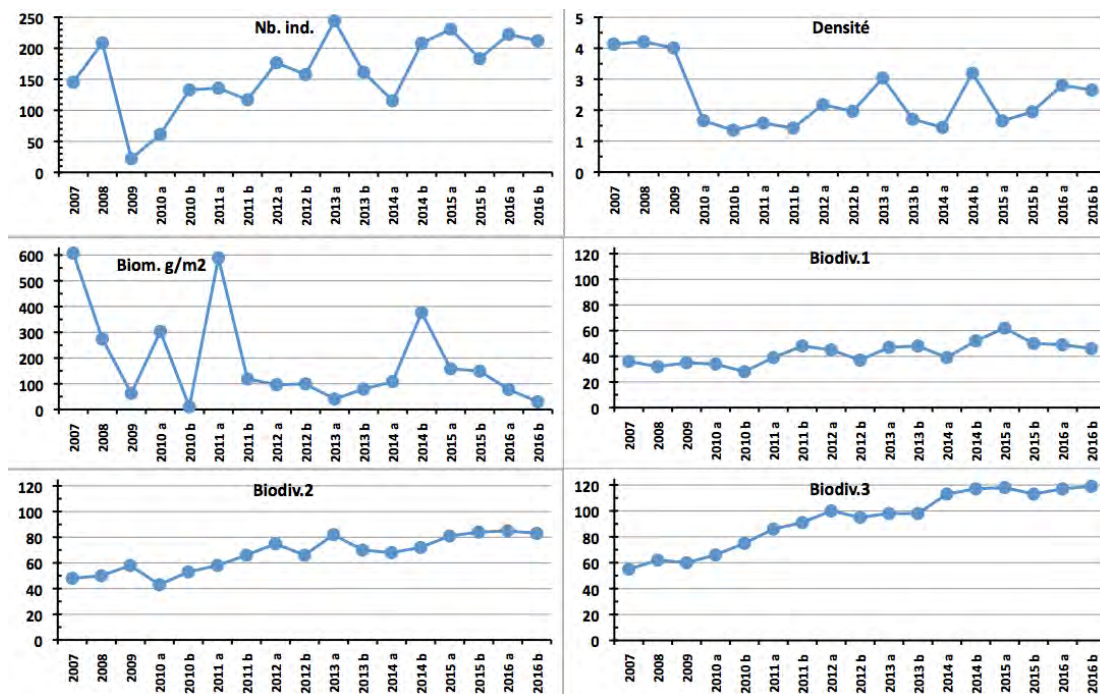


Figure n°71 : Evolution des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST09)

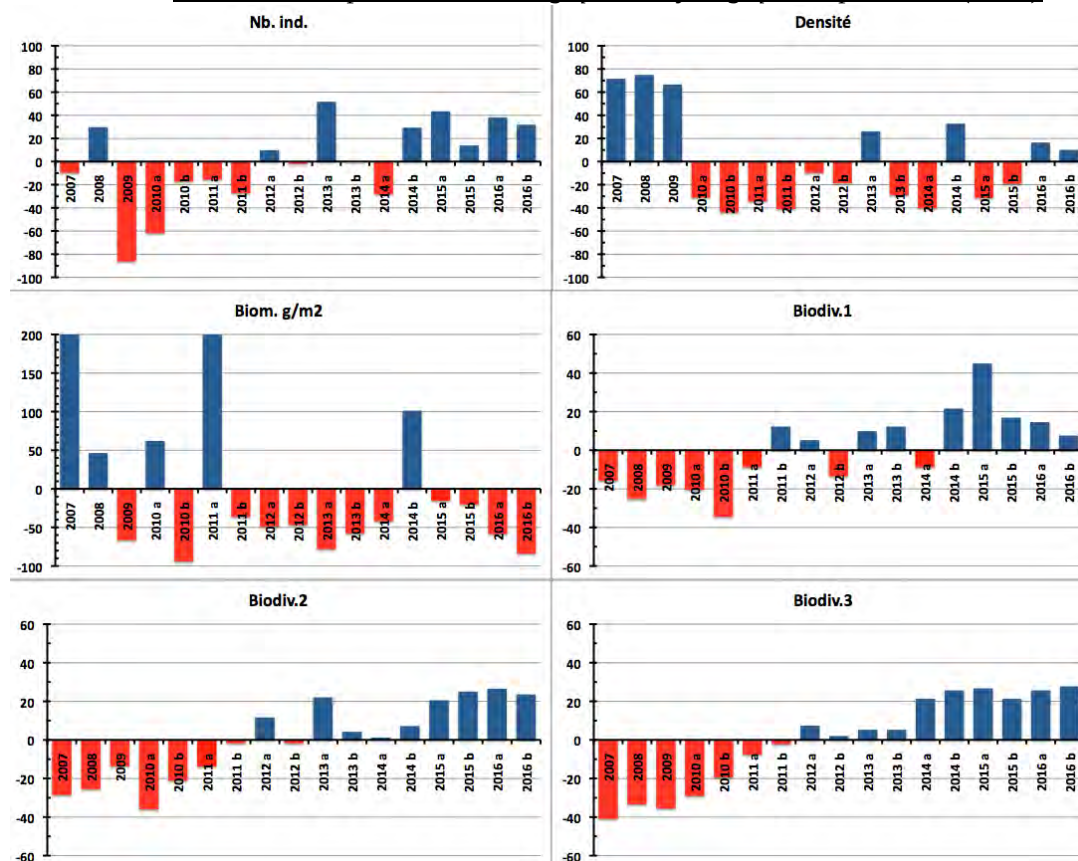


Figure n°72 : Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST09)



4.10 Station 10 = Ilot Kié

Localisation géographique	Partie nord-ouest de l'îlot Kié (photographie 26). Un piquet placé sur un éperon à 3 m de profondeur permet de la repérer facilement depuis la surface à la nage.
Nombre transects	3 transects.
Description transects	Ils ont été positionnés sur le front récifal du récif frangeant de l'îlot à 10, 16 et 21 mètres de profondeur dans un alignement du nord-est vers le sud-ouest.
	Le transect A est disposé perpendiculairement à la pente du récif frangeant au pied d'un éperon et d'un sillon. Le transect B est installé 5 ou 6 m avant la fin de la pente récifale. Il s'agit d'une pente entre 10 et 22 m de profondeur inclinée à 40-45°. Le transect C se situe à la rupture entre le bas du tombant récifal et le début de la pente sédimentaire. C'est une zone d'accumulation de débris et de blocs coralliens provenant du récif. La pente sédimentaire a une inclinaison douce. Cette dernière est composée de sable coquillé et de débris coralliens qui deviennent de moins en moins abondants en fonction de l'éloignement du récif. Quelques grands massifs se répartissent à proximité du tombant récifal mais leur recouvrement en organismes benthiques est faible.

Description générale

De nombreuses dégradations ont été constatées suite aux événements cycloniques du début d'année 2011. Cependant, la station du récif frangeant de l'îlot Kié (transects A & B) est caractérisée par la plus grande richesse spécifique corallienne et le plus important taux de recouvrement corallien des 12 stations étudiées sur la durée des études.

La zone présente une alternance d'éperons et de sillons, atteignant 8 à 10 mètres de profondeur. Les sillons sont relativement étroits (environ 5 à 6 m) et les éperons plus larges (10 à 15 m).

L'îlot Kié est situé dans le canal de la Havannah dans la réserve intégrale Yves Merlet. Il faut demander une dérogation à la Province Sud avant de pouvoir étudier cette station. Tout accès et tout passage de navire ou d'embarcation est interdit, *a fortiori* la récolte, la pêche ou la cueillette de tout minéral, animal ou végétal.

Caractéristiques principales

- ↪ La richesse spécifique des coraux du transect A est la plus importante parmi tous les transects étudiés dans le suivi biologique
- ↪ La richesse spécifique et le recouvrement des coraux sont très élevés sur les niveaux bathymétriques supérieur et médian
- ↪ Dégradation des communautés benthiques sur l'ensemble de la station lors des événements dépressionnaires du début d'année 2011, 2013 et 2015
- ↪ Perturbations importantes du corallivore *Drupella cornus* sur les colonies coralliennes depuis avril 2014
- ↪ Présence rare de *Gardineroseris planulata* et *Podabacia crustacea*
- ↪ Abondance des genres coralliens *Acropora*, *Goniopora* et *Alveopora*
- ↪ Les crinoïdes sont relativement abondantes aux transects A et B
- ↪ Lors des missions de septembre/octobre, plusieurs colonies de l'espèce *Alveopora* sp1, qui est très sensible aux variations de l'environnement, se retrouvent blanchies pour tous les transects. L'eau particulièrement froide en octobre 2015 (el Niño) n'a pas fait blanchir cette espèce
- ↪ Développement faible de l'algue brune *Lobophora variegata*. Elle colonise quelques colonies d'*Acropora* branchus
- ↪ Mobilité bathymétrique des échinodermes (astéries, holothuries, échinides) et des mollusques

Variations entre avril et novembre 2016

Indicateur Corail :

- La biodiversité corallienne est la plus importante de l'ensemble du réseau de suivi. Elle a tendance à légèrement diminuer :

Octobre 2015 : 146 espèces coralliennes dont 137 espèces scléactiniaires

Avril 2016 : 143 espèces dont 134 espèces scléactiniaires

Novembre 2016 : 142 espèces dont 133 espèces scléactiniaires

- Le recouvrement corallien est de 43% au transect A, 40% en B (les 2 taux les plus hauts pour cette campagne) et 12.5 %





en C

- Le blanchissement a diminué du point de vue « spécifique » et « recouvrement » :

Octobre 2015 : 23/137 espèces de scléractiniaires et 0.87% de la surface totale observée

Avril 2016 : 14/134 espèces de scléractiniaires et 1.2% de la surface totale observée

Novembre 2016 : 6/133 espèces de scléractiniaires et 0.53% de la surface totale observée Les colonies de l'espèce *Alveopora* sp. ont également réintégré leurs zooxanthelles, cette constatation est observée de manière saisonnière

- Lésions coralliennes : La maladie de la bande blanche affecte une colonie d'*Acropora* tabulaire en B. Les anciennes colonies malades sont mortes en place. De plus, suite au blanchissement corallien du début d'année 2016, quelques colonies sont mortes en place

- Dégradations mécaniques et sédimentaires : RAS pour cette mission

Autres indicateurs :

- Cyanobactéries : recouvrement stable. Elles colonisent les colonies coralliennes mortes en place, les *Acropora* tabulaires et surtout les débris coralliens en A & B (niveau 2) et C (niveau 1)

- Le turf algal se développe modérément sur les débris coralliens et les colonies coralliennes mortes en place au fur et à mesure de leur dégradation

- Algue brune *Lobophora* : le recouvrement est stable (A & B : niveau 2 et absence en C)

- Algue rouge *Asparagopsis taxiformis* : le recouvrement est stable (AB : niveau 2 et absence en C). Le développement est saisonnier, le recouvrement n'a jamais été très important pour cette station, cependant il varie selon les saisons

- *Cliona* (éponge) : recouvrement stable

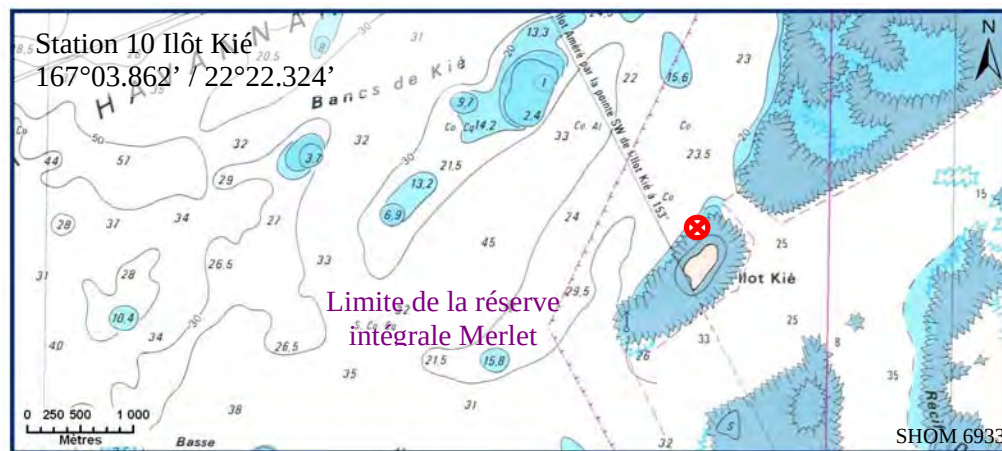
Une éponge incrustante indéterminée colonise petit à petit la grande colonie d'*Echinopora horrida* au début du transect A

Les corallivores :

- Absence des *Acanthaster planci* et des *Culcita novaeguineae*

- Diminution de *Drupella cornus* en A & B (niveau 2). Perturbations importantes de ce corallivore sur les colonies coralliennes depuis avril 2014





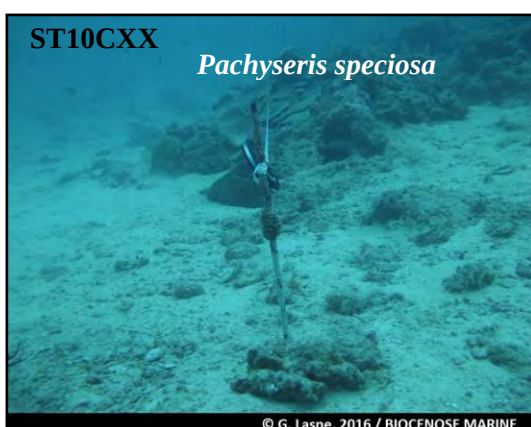
Carte n°12 : Localisation de la station 10 (Îlot Kié)



Photo n°26 : Position en surface par rapport à l'îlot Kié (ST10)



En haut et milieu du récif : quelques colonies coralliennes sont colonisées par *Drupella cornus*
La majorité des *Acropora* tabulaires affectés par la maladie de la bande blanche sont morts en place



Bas de tombant sableux avec quelques débris

Photo n°27 : Vue d'ensemble des transects (ST10)

4.10.1 Le substrat (ST10)

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la [figure 73](#) pour le transect A, dans la [figure 74](#) pour le transect B et dans la [figure 75](#) pour le transect C.

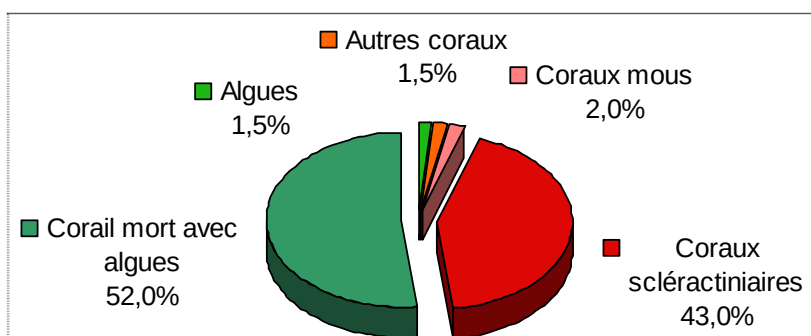


Figure n°73 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST10A

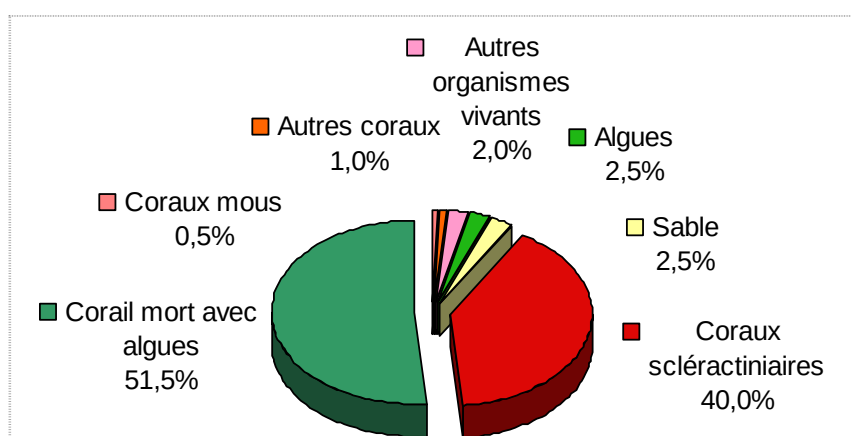


Figure n°74 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST10B

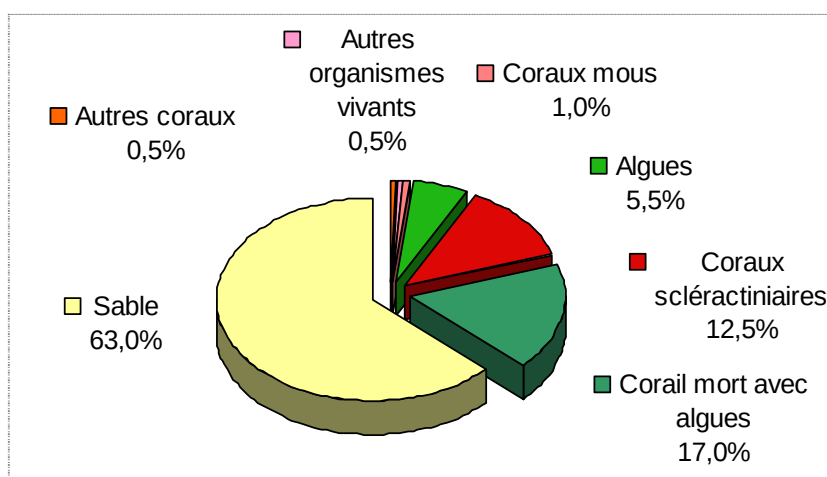


Figure n°75 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST10C

Cette station est toujours remarquable par sa couverture en coraux scléactiniaires qui représentent 43% et 40% du substrat sur les transects A et B (qui restent au 1^{er} rang du taux de recouvrement de toutes les stations pour cette mission). La catégorie « Corail mort avec algues » est bien représentée (52,5% et 51,5%) et contribue au fait que ces deux transects sont recouverts à 100% et 97,5% de substrat biotique.

Le substrat du transect C est constitué essentiellement de sable (63%) et les coraux scléactiniaires n'y sont plus présents qu'à 12,5%. 0,5% de cyanobactéries pour cette mission.

Globalement, la station est stable.

4.10.2 Le benthos (ST10)

La liste des taxons cibles (cf. § 3.2.3) échantillonnés sur cette station et la liste complète des résultats bruts sont données en [annexe 05](#).

En novembre 2016, la richesse spécifique de la station Ilot Kié (ST10) est composée de :

- **142 espèces coralliennes** (dont 133 espèces de scléractiniaires, 3 espèces de millépores (sub massif, branchu et encroûtant), 3 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires, une espèce de stolonifère). Les familles scléractiniales (133 taxons au sein de 14 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (30 taxons), les Acroporidae (25 taxons), les Agariciidae (14 taxons), les Mussidae (13 taxons), les Fungiidae (11 taxons), les Merulinidae (8 taxons), les Pectiniidae (6 taxons), les Poritidae (6 taxons), les Dendrophylliidae (5 taxons), les Pocilloporidae (5 taxons), les Siderastreidae (4 taxons), les Astrocoeniidae (2 taxons), les Caryophylliidae (2 taxons), les Oculinidae (2 taxons). Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Trachyphylliidae. Le blanchissement corallien affecte 6/133 espèces de scléractiniaires (4,5%). Le blanchissement visuel est de 0,53% de la surface totale observée.
- **62 espèces d'invertébrés** dont 22 espèces de mollusques ; 13 espèces de cnidaires : alcyonaires (7 taxons), actiniaires (3 taxons), zoanthaires (2 taxons), hydrozoaires (1 taxon) ; 15 espèces d'échinodermes : astéries (5 taxons), holothurides (5 taxons), échinides (3 taxons), crinoïdes (1 taxon), ophiurides (1 taxon) ; 8 espèces d'éponges ; 4 espèces d'ascidies.
- **9 espèces de macrophytes** : algues vertes (4 taxons), algues brunes (3 taxons), algues rouges (2 taxons).
- **1 espèce de cyanobactéries.**

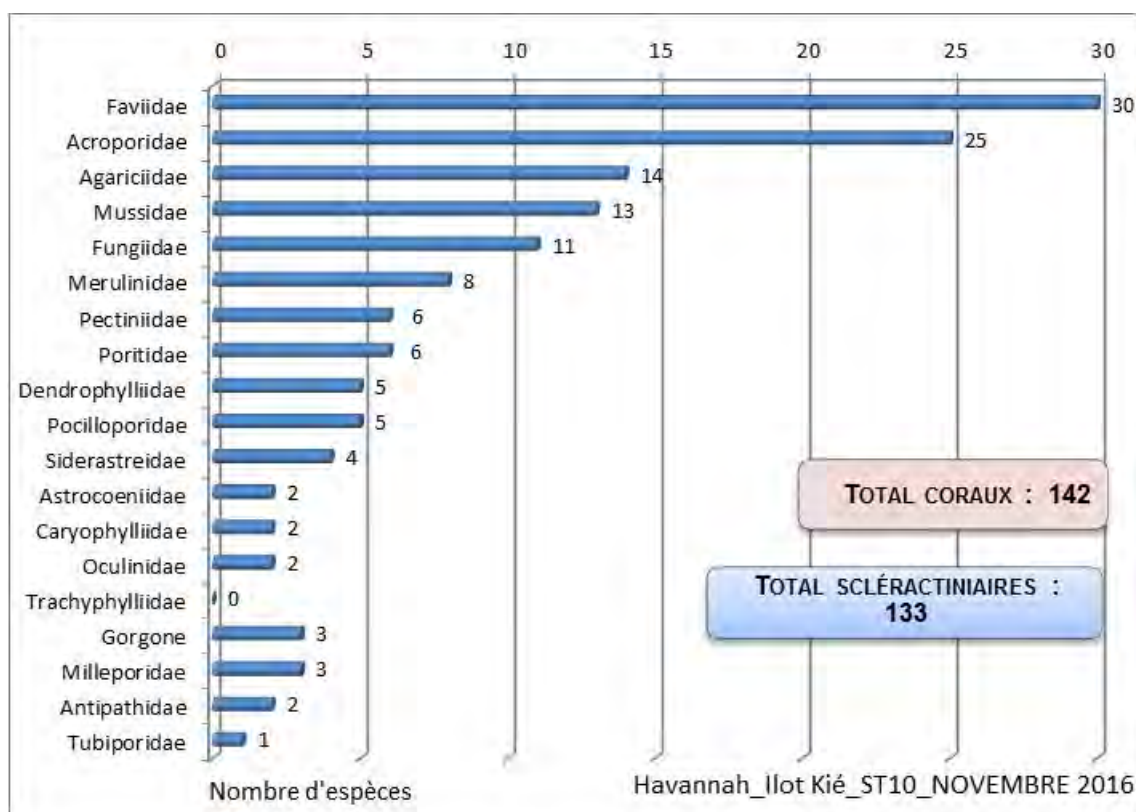


Figure n°76 : Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST10)

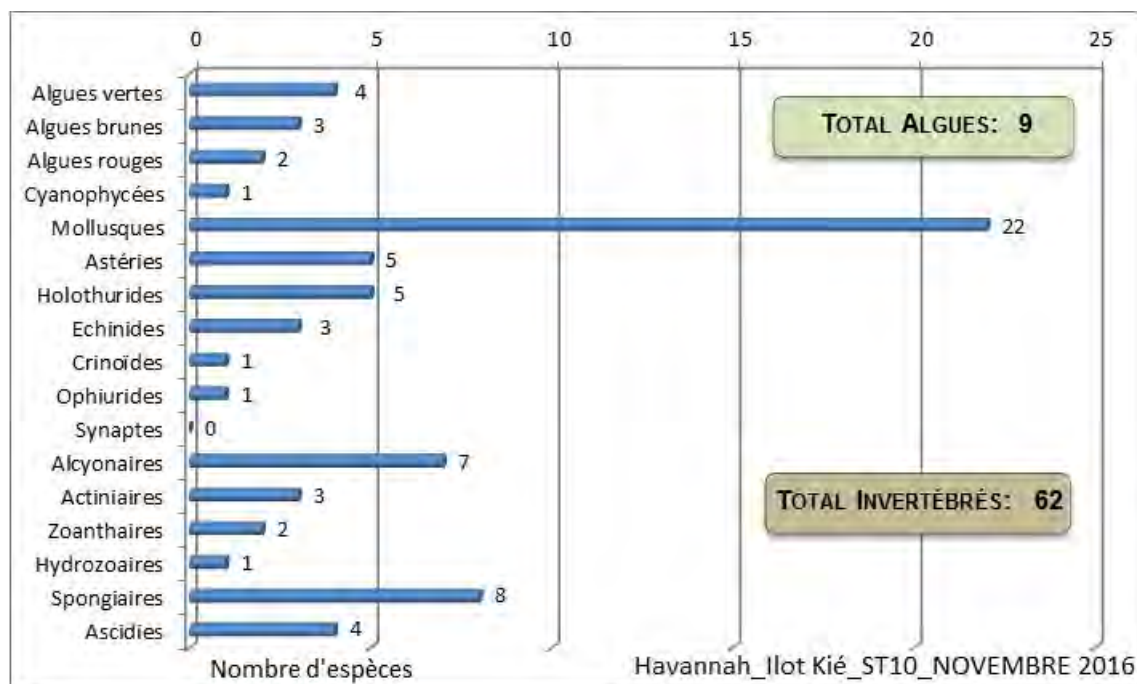


Figure n°77 : Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST10)

4.10.2.1 Benthos Transect 10 A

4.10.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST10A)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST10A est composée de 106 espèces coralliennes dont 99 espèces de scléractiniaires, 3 espèces de millépores (sub massif, branchu et encroûtant), 2 espèces de gorgones, une espèce d'antipathaire, une espèce de stolonifère.

Les familles scléractiniaires (99 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (22 taxons), les Faviidae (22 taxons), les Agariciidae (10 taxons), les Fungiidae (9 taxons), les Merulinidae (8 taxons), les Mussidae (6 taxons), les Poritidae (6 taxons), les Pocilloporidae (5 taxons), les Dendrophylliidae (3 taxons), les Astrocoeniidae (2 taxons), les Oculinidae (2 taxons), les Pectiniidae (2 taxons), les Siderastreidae (2 taxons).

Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Caryophylliidae, des Trachyphylliidae.

Le blanchissement corallien affecte 6/99 espèces de scléractiniaires (6,1%).

Le blanchissement visuel est de 0,7% de la surface du couloir.

Tableau n°113 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST10A)

Evolution de la richesse spécifique des coraux*	Evolution de l'abondance	Blanchissement corallien
Nouvelle (s) espèce (s) recensée (s)	Augmentation d'abondance	Espèce (s) blanchie (s)
Une seule espèce : • <i>Pavona cactus</i> (A1)	4 espèces : • <i>Astreopora</i> sp. (A2/+ 1), • <i>Pavona decussata</i> (A2/+ 1), • <i>Leptastrea</i> sp. (A2/+ 1), • <i>Pocillopora verrucosa</i> (A2/+ 1).	6 espèces blanchies (6,1%) : > 6 espèces précédemment blanchies (6,1%) : • <i>Acropora florida</i> (B1), • <i>Acropora</i> (branchu) (1spp.B*, B1), • <i>Acropora</i> (tabulaire) (1spp.B*, B2), • <i>Pocillopora damicornis</i> (B1), • <i>Seriatopora hystrix</i> (B2), • <i>Stylophora pistillata</i> (B1) ; > Aucune espèce nouvellement blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
2 espèces : • <i>Antipathus</i> sp. (A0/-1), • <i>Acropora robusta</i> (A0/-2).	2 espèces : • <i>Cirripathes</i> sp. (A1/- 1), • <i>Echinopora horrida</i> (A1/- 1).	> 5 espèces ont réintégré leurs zooxanthelles : • <i>Echinopora horrida</i> (B- 1, øß), • <i>Merulina ampliata</i> (B- 1, øß), • <i>Galaxea fascicularis</i> (B- 1, øß), • <i>Pocillopora verrucosa</i> (B- 1, øß), • <i>Alveopora</i> sp. (B-

2, øß) ;
 ➤ aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître ;
 ➤ 4 espèces ont vu leur blanchissement se réduire :
 • *Acropora* spp. (branchu) (ΔB- 1),
 • *Pocillopora damicornis* (ΔB- 1), • *Seriatopora hystrix* (ΔB- 1), • *Stylophora pistillata* (ΔB- 1).

4.10.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST10A)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST10A est composée de :

- 39 espèces d'invertébrés dont 17 espèces de mollusques ; 5 espèces de cnidaires : alcyonaires (4 taxons), zoanthaires (1 taxon) ; 9 espèces d'échinodermes : holothurides (3 taxons), astéries (2 taxons), échinides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon), ophiurides (1 taxon) ; 6 espèces d'éponges ; 2 espèces d'ascidies.
- 9 espèces de macrophytes : algues vertes (4 taxons), algues brunes (3 taxons), algues rouges (2 taxons).
- 1 espèce de cyanobactéries.

Tableau n°114 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST10A)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
2 nouvelles espèces d'algues recensées, dont l'algue brune : • <i>Turbinaria ornata</i> (A2) ; et l'algue verte : • <i>Caulerpa</i> sp. (A2) ; Aucune espèce d'algues n'a disparue.	Aucune espèce d'algues n'augmente. Aucune espèce d'algues ne diminue.
Cyanobactéries	
☒	☒
Cnidaires	
2 nouvelles espèces de cnidaires recensées : ➤ pour les alcyonaires (1 espèce) : • <i>Dendronephthya</i> sp. (A1) ; ➤ pour les zoanthaires (1 espèce) : • <i>Palythoa tuberculosa</i> (A2).	☒
Echinodermes	
Une nouvelle espèce d'échinodermes recensée : ➤ pour les holothurides (1 espèce) : • <i>Bohadschia argus</i> (A2). Une espèce d'échinodermes disparue : ➤ pour les astéries (-1 espèce) : • <i>Fromia indica</i> (A0/-1).	☒
Mollusques	
2 nouvelles espèces de mollusques recensées : ➤ pour les gastéropodes (2 espèces) : • <i>Latirolagena smaragdula</i> (A2), • <i>Vasum turbinellus</i> (A1). 4 espèces de mollusques disparues : ➤ pour les bivalves (-1 espèce) : • <i>Pinna</i> sp. (A0/-1) ; ➤ pour les gastéropodes (-2 espèce) : • <i>Conus marmoreus</i> (A0/-1), • <i>Tectus fenestratus</i> (A0/-1) ; ➤ pour les nudibranches (-1 sp) : • <i>Phyllidiella pustulosa</i> (A0/-1)	3 espèces de mollusques diminuent d'abondance : ➤ pour les bivalves (1 espèce) : • <i>Saccostrea</i> sp. (A2/- 1) ; ➤ pour les gastéropodes (2 espèces) : • <i>Drupella cornus</i> (A2/- 1), • <i>Astraea rhodostoma</i> (A1/- 1).
Eponges	
Une espèce d'éponges disparue : • <i>Clathria rugosa</i> (A0/-2).	2 espèces d'éponges diminuent d'abondance : • <i>Dysidea herbacea</i> (A1/- 1), • Spongiaires ind. (noire) (A2/- 1).
Ascidies	
Une espèce d'ascidies disparue : • Encroûtante violet/blanc (A0/-2).	☒
Bryozoaires	
☒	☒

4.10.2.2 Benthos Transect 10 B

4.10.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST10B)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST10B est composée de 124 espèces coralliennes dont 115 espèces de scléractiniaires, 3 espèces de millépores (sub massif, branchu et encroûtant), 3 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires, une espèce de stolonifère.

Les familles scléractiniaires (115 taxons au sein de 14 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (24 taxons), les Acroporidae (22 taxons), les Agariciidae (13 taxons), les Mussidae (11 taxons), les Fungiidae (9 taxons), les Merulinidae (7 taxons), les Pectiniidae (6 taxons), les Poritidae (6 taxons), les Dendrophylliidae (5 taxons), les Pocilloporidae (4 taxons), les Siderastreidae (4 taxons), les Caryophylliidae (2 taxons), les Astrocoeniidae (1 taxon), les Oculinidae (1 taxon).

Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Trachyphylliidae.

Le blanchissement corallien affecte 4/115 espèces de scléractiniaires (3,5%).

Le blanchissement visuel est de 0,9% de la surface du couloir.

Tableau n°115 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST10B)

Evolution de la richesse spécifique des coraux*	Evolution de l'abondance	Blanchissement corallien
Nouvelle (s) espèce (s) recensée (s)	Augmentation d'abondance	Espèce (s) blanchie (s)
3 espèces : •Gorgone ind.sp. (3spp./+1spp.) (A2), •Montipora spp. (3spp./+1spp.) (A4), •Polyphyllia talpina (A1).	6 espèces : •Montipora undata (A2/+ 1), •Pavona maldivensis (A2/+ 1), •Favia speciosa (A2/+ 1), •Leptastrea sp. (A2/+ 1), •Psammocora contigua (A2/+ 1), •Tubipora musica (A3/+ 1).	4 espèces blanchies (3,5%) : ➢ 4 espèces précédemment blanchies (3,5%) : •Acropora (branchu) (1spp.B*, B1), •Acropora (tabulaire) (1spp.B*, B1), •Pocillopora damicornis (B1), •Seriatopora hystrix (B2) ; ➢ Aucune espèce nouvellement blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
Une seule espèce : •Cycloseris cyclolites (A0/-1)	Une seule espèce : •Astreopora myriophthalma (A1/- 1)	➢ 5 espèces ont réintégré leurs zooxanthelles : •Isopora palifera (B- 1, øß), •Montipora spp. (- 1spp.B*) (B- 1, øß), •Mycedium elephantotus (B- 1, øß), •Stylophora pistillata (B- 2, øß), •Alveopora sp. (B- 2, øß) ; ➢ aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître ; ➢ 4 espèces ont vu leur blanchissement se réduire : •Acropora spp. (branchu) (ΔB- 1), •Acropora spp. (tabulaire) (ΔB- 1), •Pocillopora damicornis (ΔB- 1), •Seriatopora hystrix (ΔB- 1).

4.10.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST10B)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST10B est composée de :

- 56 espèces d'invertébrés dont 17 espèces de mollusques ; 13 espèces de cnidaires : alcyonaires (7 taxons), actiniaires (3 taxons), zoanthaires (2 taxons), hydrozoaires (1 taxon) ; 14 espèces d'échinodermes : astéries (5 taxons), holothurides (4 taxons), échinides (3 taxons), crinoïdes (1 taxon), ophiurides (1 taxon) ; 8 espèces d'éponges ; 4 espèces d'ascidies.

- 7 espèces de macrophytes : algues vertes (3 taxons), algues brunes (2 taxons), algues rouges (2 taxons).

- 1 espèce de cyanobactéries.

Tableau n°116 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST10B)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
Aucune nouvelle espèce d'algues recensée.	Aucune espèce d'algues n'augmente.
Aucune espèce d'algues n'a disparue.	Aucune espèce d'algues ne diminue.
Cyanobactéries	



Une sp de cyanobactéries disparue : • <i>Symploca hydroides</i> (A0/-2)	☒
Cnidaires	
Une nouvelle espèce de cnidaires recensée : > pour les zoanthaires (1 espèce) : • <i>Zoanthidae</i> ind.sp. (A2).	☒
Echinodermes	
Une nouvelle espèce d'échinodermes recensée : > pour les holothurides (1 espèce) : • <i>Bohadschia argus</i> (A1). 2 espèces d'échinodermes disparues : > pour les échinides (-1 espèce) : • <i>Diadema savignyi</i> (A0/-1) ; > pour les holothurides (-1 espèce) : • <i>Stichopus herrmanni</i> (A0/-1).	2 espèces d'échinodermes augmentent d'abondance : > pour les holothurides (2 espèces) : • <i>Holothuria atra</i> (A2/+ 1), • <i>Holothuria edulis</i> (A2/+ 1).
Mollusques	
2 nouvelles espèces de mollusques recensées : > pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Lambis lambis</i> (A1) ; > pour les nudibranches (1 espèce) : • <i>Cheilidonura inornata</i> (A1). 2 espèces de mollusques disparues : > pour les gastéropodes (-1 espèce) : • <i>Cerithium</i> sp. (A0/-2) ; > pour les nudibranches (-1 sp) : • <i>Phyllidiella pustulosa</i> (A0/-1)	2 espèces de mollusques diminuent d'abondance : > pour les gastéropodes (2 espèces) : • <i>Latirolagena smaragdula</i> (A1/- 1), • <i>Drupella cornus</i> (A2/- 1).
Eponges	
Une nouvelle espèce d'éponges recensée : • <i>Dactylia delicata</i> (A1).	Une espèce d'éponges diminue d'abondance : •Spongiaires ind. (noire) (A2/- 1).
Ascidies	
Une espèce d'ascidies disparue : •Encroûtante violet/blanc (A0/-2).	Une espèce d'ascidies augmente d'abondance : • <i>Polycarpa aurita</i> (A3/+ 1). Une espèce d'ascidies diminue d'abondance : • <i>Polycarpa clavata</i> (A1/- 1).
Bryozoaires	
☒	☒

4.10.2.3 Benthos Transect 10 C

4.10.2.3.1 Les Scléractiniaires (ST10C)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST10C est composée de 69 espèces coralliennes dont 62 espèces de scléractiniaires, une espèce de millépore (encroûtant), 3 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires, une espèce de stolonifère.

Les familles scléractiniaires (62 taxons au sein de 14 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (13 taxons), les Mussidae (9 taxons), les Acroporidae (8 taxons), les Agariciidae (7 taxons), les Fungiidae (5 taxons), les Pocilloporidae (4 taxons), les Poritidae (4 taxons), les Dendrophylliidae (3 taxons), les Pectiniidae (3 taxons), les Caryophylliidae (2 taxons), les Astrocoeniidae (1 taxon), les Merulinidae (1 taxon), les Oculinidae (1 taxon), les Siderastreidae (1 taxon).

Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Trachyphylliidae.

Il n'y a aucune espèce blanchie, ni de blanchissement visuel.

Tableau n°117 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST10C)

Evolution de la richesse spécifique des coraux*	Evolution de l'abondance	Blanchissement corallien
Nouvelle (s) espèce (s) recensée (s)	Augmentation d'abondance	Espèce (s) blanchie (s)
3 espèces : • <i>Turbinaria reniformis</i> (A1), • <i>Podabacia crustacea</i> (A1), • <i>Scolymia australis</i> (A2).	Une seule espèce : • <i>Polyphyllia talpina</i> (A2/+ 1)	Aucune espèce blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement



4 espèces : • <i>Montipora danae</i> (A0/-1), • <i>Cycloseris</i> sp. (A0/-1), • <i>Fungia repanda</i> (A0/-1), • <i>Mycedium elephantotus</i> (A0/-1).	Aucune	> toutes les espèces (2 taxons) ont réintégré leurs zooxanthelles : • <i>Seriatopora hystrix</i> (B- 2, øß), • <i>Alveopora</i> sp. (B- 2, øß) > aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître nise réduire.

4.10.2.3.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST10C)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST10C est composée de :

- 30 espèces d'invertébrés dont 8 espèces de mollusques ; 6 espèces de cnidaires : alcyonaires (4 taxons), zoanthaires (2 taxons) ; 7 espèces d'échinodermes : holothurides (4 taxons), astéries (1 taxon), crinoïdes (1 taxon), échinides (1 taxon) ; 5 espèces d'éponges ; 4 espèces d'ascidies.
- 2 espèces de macrophytes : algues rouges (1 taxon), algues vertes (1 taxon).
- 1 espèce de cyanobactéries.

Tableau n°118 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST10C)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
Aucune nouvelle espèce d'algues recensée. Aucune espèce d'algues n'a disparue.	Aucune espèce d'algues n'augmente. Aucune espèce d'algues ne diminue.
Cyanobactéries	
Une nouvelle espèce de cyanobactéries recensée : • <i>Phormidium</i> sp. (A1).	☒
Cnidaires	
3 nouvelles espèces de cnidaires recensées : > pour les alcyonaires (1 espèce) : • <i>Sarcophyton</i> sp. (A1) ; > pour les zoanthaires (2 sp) : • <i>Zoanthidae</i> ind.sp. (A2), • <i>Palythoa tuberculosa</i> (A1)	☒
Echinodermes	
Une nouvelle espèce d'échinodermes recensée : > pour les holothurides (1 espèce) : • <i>Actinopyga palauensis</i> (A1). Une espèce d'échinodermes disparue : > pour les astéries (-1 espèce) : • <i>Fromia milleporrella</i> (A0/-1).	☒
Mollusques	
Une nouvelle espèce de mollusques recensée : > pour les nudibranches (1 espèce) : • <i>Noumea catalai</i> (A1). 2 espèces de mollusques disparues : > pour les bivalves (-1 espèce) : • <i>Pinna</i> sp. (A0/-1) ; > pour les gastéropodes (-1 espèce) : • <i>Lambis lambis</i> (A0/-1).	☒
Eponges	
Une nouvelle espèce d'éponges recensée : • <i>Dactylia delicata</i> (A1). Une espèce d'éponges disparue : • <i>Spongiaires</i> ind. (noire) (A0/-2).	☒
Ascidies	
Une espèce d'ascidies disparue : • <i>Didemnum</i> sp. (blanche) (A0/-2).	☒
Bryozoaires	
☒	☒

4.10.3 Les poissons (ST10)

La liste des espèces observées¹⁵ sur les transects et les résultats bruts sont fournis dans le [tableau 119](#).

Tableau n°119 : Données sur les poissons (ST10)

Ilot Kié ST10		Transect			Transect			Transect			Station		
		A			B			C			Moyenne		
Fam	Espèces	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom
Aca	<i>Acanthurus albipectoralis</i>							15	0,09	9,21	5,00	0,03	3,07
Aca	<i>Acanthurus mata</i>							10	0,06	6,14	3,33	0,02	2,05
Aca	<i>Acanthurus olivaceus</i>	1	0,01	2,66							0,33	0,00	0,89
Aca	<i>Acanthurus pyroferus</i>							1	0,01	0,98	0,33	0,00	0,33
Aca	<i>Acanthurus reversus</i>							1	0,01	1,37	0,33	0,00	0,46
Aca	<i>Ctenochaetus binotatus</i>				2	0,03	0,36				0,67	0,01	0,12
Aca	<i>Ctenochaetus cyanocheilus</i>							3	0,03	0,86	1,00	0,01	0,29
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>				4	0,05	1,73	3	0,03	1,04	2,33	0,03	0,92
Aca	<i>Naso lopezi</i>							100	0,56	173,61	33,33	0,19	57,87
Aca	<i>Naso tonganus</i>							15	0,08	36,59	5,00	0,03	12,20
Aca	<i>Zebрасoma scopas</i>				3	0,04	0,75	2	0,03	0,67	1,67	0,02	0,47
Ant	<i>Pseudanthias cooperi</i>							30	0,50	3,43	10,00	0,17	1,14
Ant	<i>Pseudanthias dispar</i>	17	0,21	0,92							5,67	0,07	0,31
Ant	<i>Pseudanthias pascalus</i>				30	0,38	2,57	10	0,17	1,14	13,33	0,18	1,24
Ant	<i>Pseudanthias pleurotaenia</i>							20	0,33	2,29	6,67	0,11	0,76
Ant	<i>Pseudanthias squamipinnis</i>	15	0,19	0,81				20	0,33	2,29	11,67	0,17	1,03
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	1	0,01	0,02							0,33	0,00	0,01
Cae	<i>Pterocaesio digramma</i>	20	0,20	4,00							6,67	0,07	1,33
Cae	<i>Pterocaesio pisang</i>	20	0,20	4,00							6,67	0,07	1,33
Cha	<i>Chaetodon baronessa</i>	2	0,03	0,34							0,67	0,01	0,11
Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	3	0,05	0,22	3	0,04	0,16				2,00	0,03	0,13
Cha	<i>Chaetodon pelewensis</i>	3	0,05	0,22	4	0,05	0,22	2	0,03	0,14	3,00	0,04	0,19
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>				4	0,05	0,22				1,33	0,02	0,07
Cha	<i>Heniochus chrysostomus</i>	2	0,03	1,15							0,67	0,01	0,38
Epi	<i>Epinephelus fasciatus</i>							1	0,02	0,73	0,33	0,01	0,24
Epi	<i>Epinephelus maculatus</i>							1	0,01	2,93	0,33	0,00	0,98
Epi	<i>Epinephelus merra</i>	1	0,03	0,86							0,33	0,01	0,29
Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>	3	0,03	75,00				2	0,02	55,46	1,67	0,02	43,49
Lab	<i>Bodianus loxozonus</i>							1	0,01	1,85	0,33	0,00	0,62
Lab	<i>Bodianus perditio</i>				1	0,01	4,50				0,33	0,00	1,50
Lab	<i>Cheilinus chlorourus</i>				1	0,01	1,60				0,33	0,00	0,53
Lab	<i>Cheilinus undulatus</i>				1	0,03	0,50				0,33	0,01	0,17
Lab	<i>Coris gaimard</i>				1	0,01	0,18				0,33	0,00	0,06
Lab	<i>Halichoeres hortulanus</i>				1	0,01	0,33				0,33	0,00	0,11
Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>	1	0,03	4,00							0,33	0,01	1,33
Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>							3	0,03	0,13	1,00	0,01	0,04
Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	5	0,05	0,34				7	0,07	0,48	4,00	0,04	0,27
Lab	<i>Thalassoma lutescens</i>							5	0,05	0,34	1,67	0,02	0,11
Let	<i>Monotaxis grandoculis</i>				3	0,04	11,72				1,00	0,01	3,91
Mon	<i>Oxymonacanthus longirostris</i>	2	0,03	0,04							0,67	0,01	0,01
Mul	<i>Parupeneus indicus</i>				3	0,04	6,00				1,00	0,01	2,00
Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>				15	0,19	6,48	10	0,10	2,00	8,33	0,10	2,83
Poc	<i>Centropyge bicolor</i>	2	0,03	0,02	3	0,04	0,09	4	0,04	0,10	3,00	0,04	0,07
Poc	<i>Centropyge bispinosa</i>	3	0,05	0,03	4	0,05	0,13	4	0,04	0,10	3,67	0,05	0,08
Poc	<i>Centropyge flavissima</i>	2	0,05	0,06				2	0,02	0,05	1,33	0,02	0,04
Poc	<i>Centropyge tibicen</i>	3	0,05	0,03	2	0,03	0,06	3	0,03	0,04	2,67	0,04	0,04
Pom	<i>Abudefduf sexfasciatus</i>	10	0,13	0,86							3,33	0,04	0,29
Pom	<i>Abudefduf whitleyi</i>	10	0,13	0,54	10	0,13	0,86				6,67	0,08	0,47

¹⁵ Données par rapport à la liste restreinte du cahier des charges, cf. [annexe 01](#).

Pom	<i>Amphiprion chrysopterus</i>	5	0,06	0,16							1,67	0,02	0,05
Pom	<i>Amphiprion perideraion</i>				4	0,05	0,13				1,33	0,02	0,04
Pom	<i>Chromis fumea</i>	500	6,25	3,38							166,7	2,08	1,13
Pom	<i>Chromis viridis</i>	30	0,50	0,27	20	0,25	0,32				16,67	0,25	0,20
Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>	6	0,10	0,02	10	0,13	0,16				5,33	0,08	0,06
Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>	15	0,25	0,14				10	0,10	0,05	8,33	0,12	0,06
Pom	<i>Dascyllus aruanus</i>							10	0,10	0,05	3,33	0,03	0,02
Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>	12	0,20	0,11	30	0,38	0,48	30	0,30	0,16	24,00	0,29	0,25
Pom	<i>Dascyllus trimaculatus</i>				10	0,13	0,16				3,33	0,04	0,05
Pom	<i>Neoglyphidodon azyron</i>	10	0,17	0,09							3,33	0,06	0,03
Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>	5	0,08	0,11	5	0,06	0,08	5	0,05	0,06	5,00	0,07	0,08
Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>	3	0,05	0,73							1,00	0,02	0,24
Sca	<i>Scarus flavipectoralis</i>				5	0,06	1,66				1,67	0,02	0,55
Sca	<i>Scarus niger</i>	1	0,02	3,09				2	0,01	1,96	1,00	0,01	1,68
Sca	<i>Scarus oviceps</i>				2	0,03	5,32				0,67	0,01	1,77
Sca	<i>Scarus schlegeli</i>	2	0,03	7,10	2	0,03	2,92				1,33	0,02	3,34
Total		715	9,30	111,3	183	2,29	49,69	332	3,27	306,3	410,0	4,95	155,8
Biodiversité		32			28			31			64		
Indice de Shannon =		3,929											
Equitabilité =		0,655											

Sur l'ensemble des transects de la station, 1 230 individus appartenant à 64 espèces différentes ont pu être observés. Ils représentent une densité de 4.95poissons/m² pour une biomasse de 155.8 g/m².

152 espèces complémentaires (e.g. hors des transects et hors liste restreinte [en rouge]) ont été observées sur la station (cf. [tableau 120](#)).

Tableau n°120 : Liste des espèces complémentaires (ST10)

Fam	Espèces	Fam	Espèces	Fam	Espèces
Aca	<i>Acanthurus albipectoralis</i>	Epi	<i>Epinephelus fasciatus</i>	Poc	<i>Centropyge bicolor</i>
Aca	<i>Acanthurus mata</i>	Epi	<i>Epinephelus maculatus</i>	Poc	<i>Centropyge bispinosa</i>
Aca	<i>Acanthurus nigricans</i>	Epi	<i>Epinephelus merra</i>	Poc	<i>Centropyge flavissima</i>
Aca	<i>Acanthurus nigricauda</i>	Epi	<i>Plectropomus laevis</i>	Poc	<i>Centropyge tibicen</i>
Aca	<i>Acanthurus olivaceus</i>	Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>	Pom	<i>Abudefduf sexfasciatus</i>
Aca	<i>Acanthurus pyroferus</i>	Hae	<i>Plectorhinchus gibbosus</i>	Pom	<i>Abudefduf whitleyi</i>
Aca	<i>Acanthurus reversus</i>	Hae	<i>Plectorhinchus vittatus</i>	Pom	<i>Amblyglyphidodon aureus</i>
Aca	<i>Ctenochaetus binotatus</i>	Hol	<i>Myripristis murdjan</i>	Pom	<i>Amblyglyphidodon orbicularis</i>
Aca	<i>Ctenochaetus cyanocheilus</i>	Hol	<i>Sargocentron spiniferum</i>	Pom	<i>Amphiprion chrysopterus</i>
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	Kyp	<i>Kyphosus cinerascens</i>	Pom	<i>Amphiprion perideraion</i>
Aca	<i>Ctenochaetus strigosus</i>	Lab	<i>Anampses neoguinaicus</i>	Pom	<i>Chromis amboinensis</i>
Aca	<i>Naso annulatus</i>	Lab	<i>Bodianus loxozonus</i>	Pom	<i>Chromis atripectoralis</i>
Aca	<i>Naso brevirostris</i>	Lab	<i>Bodianus perditio</i>	Pom	<i>Chromis atripes</i>
Aca	<i>Naso lituratus</i>	Lab	<i>Cheilinus chlorourus</i>	Pom	<i>Chromis fumea</i>
Aca	<i>Naso lopezi</i>	Lab	<i>Cheilinus trilobatus</i>	Pom	<i>Chromis iomelas</i>
Aca	<i>Naso tonganus</i>	Lab	<i>Cheilinus undulatus</i>	Pom	<i>Chromis leucura</i>
Aca	<i>Naso unicornis</i>	Lab	<i>Choerodon anchorago</i>	Pom	<i>Chromis margaritifer (300)</i>
Aca	<i>Zebrasoma scopas</i>	Lab	<i>Choerodon fasciatus</i>	Pom	<i>Chromis viridis</i>
Aca	<i>Zebrasoma veliferum</i>	Lab	<i>Coris aygula</i>	Pom	<i>Chromis weberi</i>
Ant	<i>Pseudanthias cooperi</i>	Lab	<i>Coris gaimard</i>	Pom	<i>Chromis xanthura</i>
Ant	<i>Pseudanthias dispar</i>	Lab	<i>Epibulus insidiator</i>	Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>
Ant	<i>Pseudanthias pascalus</i>	Lab	<i>Gomphosus varius</i>	Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>
Ant	<i>Pseudanthias pleurotaenia</i>	Lab	<i>Halichoeres hortulanus</i>	Pom	<i>Dascyllus aruanus</i>

Ant	<i>Pseudanthias squamipinnis</i>	Lab	<i>Halichoeres prosopeion</i>	Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>
Apo	<i>Apogon doederleini</i>	Lab	<i>Hemigymnus fasciatus</i>	Pom	<i>Dascyllus trimaculatus</i>
Apo	<i>Archamia fucata</i>	Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>	Pom	<i>Neoglyphidodon azysron</i>
Apo	<i>Cheilodipterus macrodon</i>	Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>	Pom	<i>Neoglyphidodon melas</i>
Apo	<i>Cheilodipterus quinquelineatus</i>	Lab	<i>Labropsis australis</i>	Pom	<i>Neoglyphidodon nigroris</i>
Apo	<i>Ostorhinchus angustatus</i>	Lab	<i>Pseudodax moluccanus</i>	Pom	<i>Plectroglyphidodon dickii</i>
Apo	<i>Ostorhinchus aureus</i>	Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	Pom	<i>Plectroglyphidodon johnstonianus</i>
Aul	<i>Aulostomus chinensis</i>	Lab	<i>Thalassoma lutescens</i>	Pom	<i>Plectroglyphidodon lacrymatus</i>
Bal	<i>Sufflamen fraenatus</i>	Let	<i>Gymnocranius grandoculis</i>	Pom	<i>Pomacentrus lepidogenys</i>
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	Let	<i>Lethrinus atkinsoni</i>	Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>
Cae	<i>Pterocaesio digramma</i>	Let	<i>Lethrinus nebulosus</i>	Pom	<i>Pomacentrus nagasakiensis</i>
Cae	<i>Pterocaesio pisang</i>	Let	<i>Monotaxis grandoculis</i>	Pom	<i>Pomacentrus philippinus</i>
Can	<i>Canthigaster valentini</i>	Let	<i>Monotaxis heterodon</i>	Pom	<i>Pomacentrus simsiang</i>
Cha	<i>Chaetodon baronessa</i>	Lut	<i>Aprion virescens</i>	Pse	<i>Pictichromis coralensis</i>
Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	Lut	<i>Lutjanus bohar</i>	Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>
Cha	<i>Chaetodon melannotus</i>	Lut	<i>Lutjanus ehrenbergii</i>	Sca	<i>Scarus chameleon</i>
Cha	<i>Chaetodon mertensii</i>	Lut	<i>Lutjanus fulviflamma</i>	Sca	<i>Scarus flavipectoralis</i>
Cha	<i>Chaetodon pelewensis</i>	Lut	<i>Lutjanus fulvus</i>	Sca	<i>Scarus ghobban</i>
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	Lut	<i>Lutjanus gibbus</i>	Sca	<i>Scarus niger</i>
Cha	<i>Forcipiger flavissimus</i>	Lut	<i>Lutjanus kasmira</i>	Sca	<i>Scarus oviceps</i>
Cha	<i>Heniochus acuminatus</i>	Lut	<i>Lutjanus quinquelineatus</i>	Sca	<i>Scarus schlegeli</i>
Cha	<i>Heniochus chrysostomus</i>	Lut	<i>Lutjanus rivulatus</i>	Sig	<i>Siganus corallinus</i>
Cha	<i>Heniochus monoceros</i>	Lut	<i>Macolor niger</i>	Sig	<i>Siganus fuscescens</i>
Cha	<i>Heniochus varius</i>	Mon	<i>Oxymonacanthus longirostris</i>	Sph	<i>Sphyraena forsteri</i>
Epi	<i>Anyperodon leucogrammicus</i>	Mul	<i>Parupeneus barberinoides</i>	Syn	<i>Saurida gracilis</i>
Epi	<i>Cephalopholis argus</i>	Mul	<i>Parupeneus cyclostomus</i>	Tet	<i>Arothron stellatus</i>
Epi	<i>Cephalopholis miniata</i>	Mul	<i>Parupeneus indicus</i>	Zan	<i>Zanclus cornutus</i>
Epi	<i>Cephalopholis urodeta</i>	Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>		

Le nombre d'espèces pour chaque famille depuis 2007 est donné dans le [tableau 121](#) et spécifiquement pour cette campagne sur la [figure 78](#).

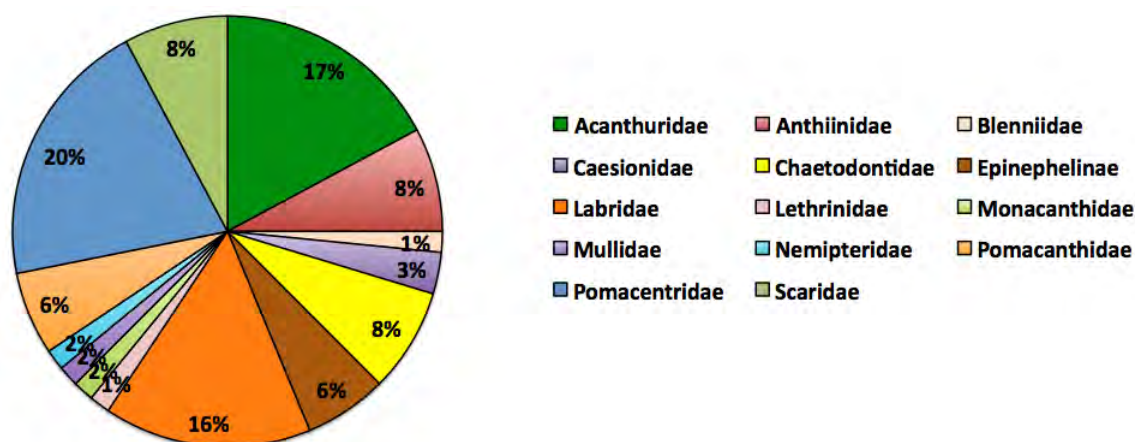


Figure n°78 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST10)

Tableau n°121 : *Nombre d'espèces par famille ichtyologique par mission (ST10)*

Familles	2007	2008	2009	2010 a	2010 b	2011 a	2011 b	2012 a	2012 b	2013 a	2013 b	2014 a	2014 b	2015 a	2015 b	2016 a	2016 b
Acanthuridae	3	6	3	4	8	8	5	8	7	6	6	4	8	9	6	9	11
Anthiinae	1	1	1	2	1	2	2	3	2	2	2	2	3	4	4	4	5
Blenniidae	0	0	1	2	1	0	1	0	2	0	2	0	1	1	1	1	1
Caesionidae	1	2	1		1	1	1	2	1	2	1	0	0	1	2	1	2
Canthigasteridae	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
Carangidae	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Chaetodontidae	6	4	8	13	9	8	8	6	7	8	7	8	6	7	5	4	5
Epinephelinae	5	6	7	7	6	4	6	4	7	4	4	8	4	7	7	6	4
Haemulidae	1	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Kyphosiidae	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Labridae	7	2	5	6	7	6	9	3	2	9	5	5	6	7	5	8	10
Lethrinidae	1	1	1	0	2	3	2	1	3	2	3	2	2	2	2	1	1
Lutjanidae	4	0	1	1	4	2	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0
Monacanthidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
Mullidae	0	0	2	1	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1
Nemipteridae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pomacanthidae	4	4	3	4	3	3	4	2	3	3	5	4	0	3	3	4	4
Pomacentridae	8	6	8	6	9	6	11	13	10	10	7	6	3	10	8	10	13
Pseudochrominae	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	9	1	1	1	0
Scaridae	3	4	5	3	8	4	2	3	3	2	3	6	1	9	3	3	5
Scombridae	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	7	0	0	0	0
Siganidae	0	0	0	1	0	1	1	2	1	2	2	1	0	1	1	1	0
Zanclidae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Total espèces	46	37	48	52	67	59	58	52	53	57	54	51	54	67	54	57	64
Total familles	14	11	15	14	18	21	18	16	17	17	19	15	15	18	18	17	14

Si la comparaison du nombre d'espèces par famille entre les années 2007 – à cette campagne est effectuée (cf. [tableau 122](#)), sous l'angle de vue de ce critère toutes les campagnes sont similaires.

Tableau n°122 : *Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille » depuis 2007 (ST10)*

L'hypothèse nulle Ho :	Test	χ^2 obs	ddl	χ^2 à 0,95	nb de familles
« Les colonnes sont elles identiques ? »	χ^2	229	352	427	14/23

Le récapitulatif des résultats en terme de :

- d'abondance (nombre d'individus, transects/liste restreinte),
- de densité (en poisson/m², transects/liste restreinte),
- de biomasse (en g/m², transects/liste restreinte),
- de biodiversité 1 (espèces observées sur les transects et de la liste restreinte),
- de biodiversité 2 (espèces observées sur la station (transects + complémentaires) et de la liste restreinte),
- de biodiversité 3 (toutes les espèces observées sur la station (transects + complémentaires / liste non restreinte)),

pour toutes les campagnes depuis 2007 sont présentés dans le [tableau 123](#) et la [figure 79](#).

Tableau n°123 : Synopsis des résultats et récapitulatif des années précédentes (ST10)

Ilot Kié ST10		Liste DENV				Toutes espèces	
		Transect TLV				Station	Station
		Nb. ind.	Densité	Biom. g/m ²	Biodiv.1	Biodiv.2	Biodiv.3
2016 b	Transect A	715,00	9,30	111,29	32		
	Transect B	183,00	2,29	49,69	28		
	Transect C	332,00	3,27	306,27	31		
	Moy. ABC	410,00	4,95	155,75	64	112	152
2016 a	Moy. ABC	198,67	3,24	219,07	57	101	147
2015 b	Moy. ABC	350,00	3,61	435,32	54	106	149
2015 a	Moy. ABC	563,67	5,44	795,17	67	101	139
2014 b	Moy. ABC	187,00	2,56	324,95	54	105	152
2014 a	Moy. ABC	165,00	2,01	213,58	51	103	155
2013 b	Moy. ABC	441,67	3,49	1794,95	54	106	148
2013 a	Moy. ABC	725,00	7,23	259,09	57	85	153
2012 b	Moy. ABC	319,70	3,90	220,10	53	90	134
2012 a	Moy. ABC	457,00	4,93	125,40	52	102	146
2011 b	Moy. ABC	289,00	3,48	357,27	58	90	145
2011 a	Moy. ABC	461,67	5,47	1014,91	59	96	131
2010 b	Moy. ABC	384	3,46	576,45	67	78	113
2010 a	Moy. ABC	109,33	2,94	298,40	52	107	167
2009	Moy. ABC	120,00	8,30	291,10	48	92	116
2008	Moy. ABC	534,33	9,37	451,97	37	64	71
2007 ¹⁶	Moy. ABC	353,00	5,57	881,82	46	65	84

L'écart relatif à la moyenne [$Er_i = (X_i - X_m) / X_m$] pour ces paramètres biologiques peut alors être calculé : cf. [tableau 124](#) et représentation [figure 80](#).

Tableau n°124 : Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST10)

	Nb ind.	Densité	Biom.	Biodiv.1	Biodiv.2	Biodiv.3
Variance	28 349,4	4,3	70 196,2	55,3	202,4	665,1
Ecart type	168,4	2,1	264,9	7,4	14,2	25,8
Moyenne	347,2	4,7	401,6	54,8	94,2	135,4
Coef. de Var.	0,5	0,4	0,7	0,1	0,2	0,2

Commentaires :

La station de l'îlot Kié est en réserve Yves Merlet. Elle est située en zone abritée des vents à la pointe NE du platier de l'îlot où le rhéodynamisme est important

- Le paramètre de biomasse est le seul à avoir des valeurs en dessous de la moyenne.
- La biomasse est marquée par 5 saumonées (*Plectropomus leopardus*) et un banc d'une centaine de petits Nasons effilés (*Naso lopezi*) dispersés sur la station.
- La biodiversité est très stable. Ce qui est d'ailleurs une caractéristique des zones protégées.

¹⁶ Les données 2007 ont été reprises en éliminant les espèces qui ne figurent pas sur cette liste car le rapport 2007 ne tient pas compte de la liste DENV sur le TLV.

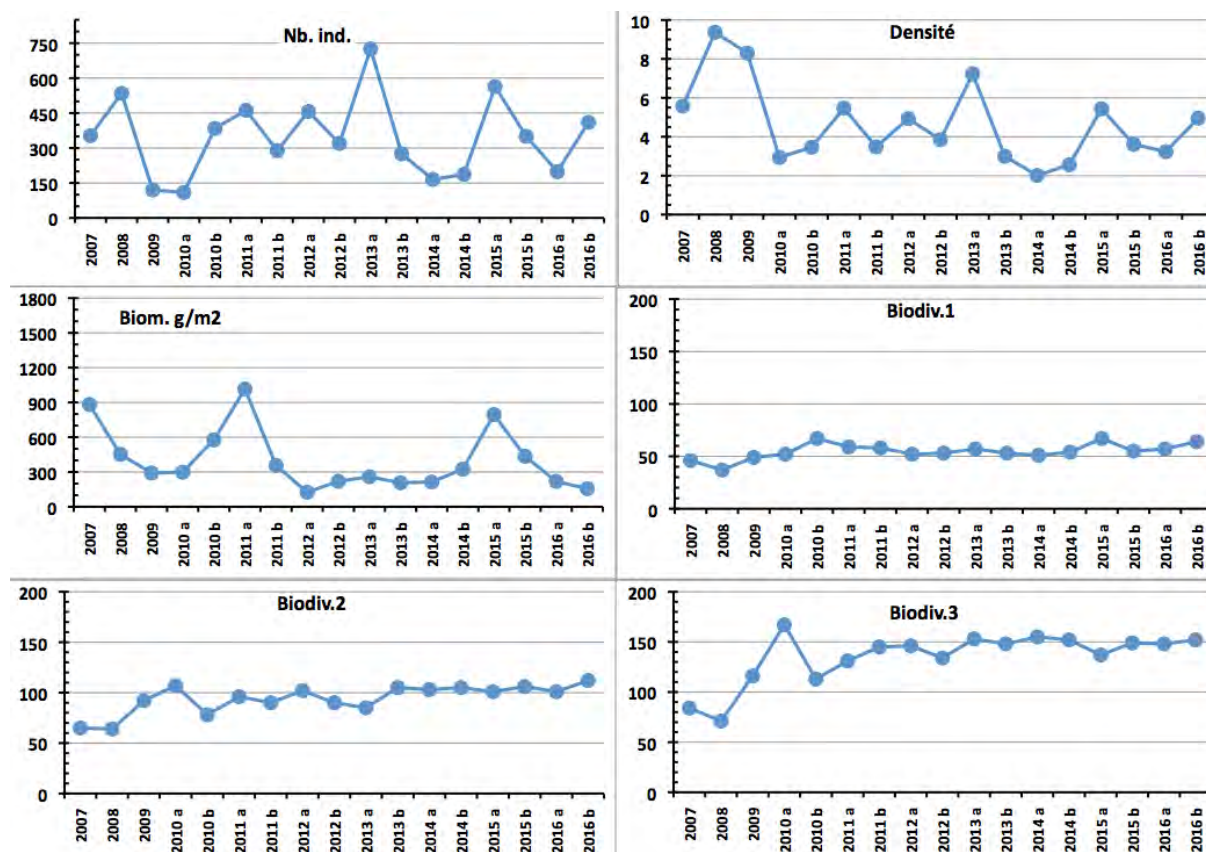


Figure n°79 : Evolution des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST10)

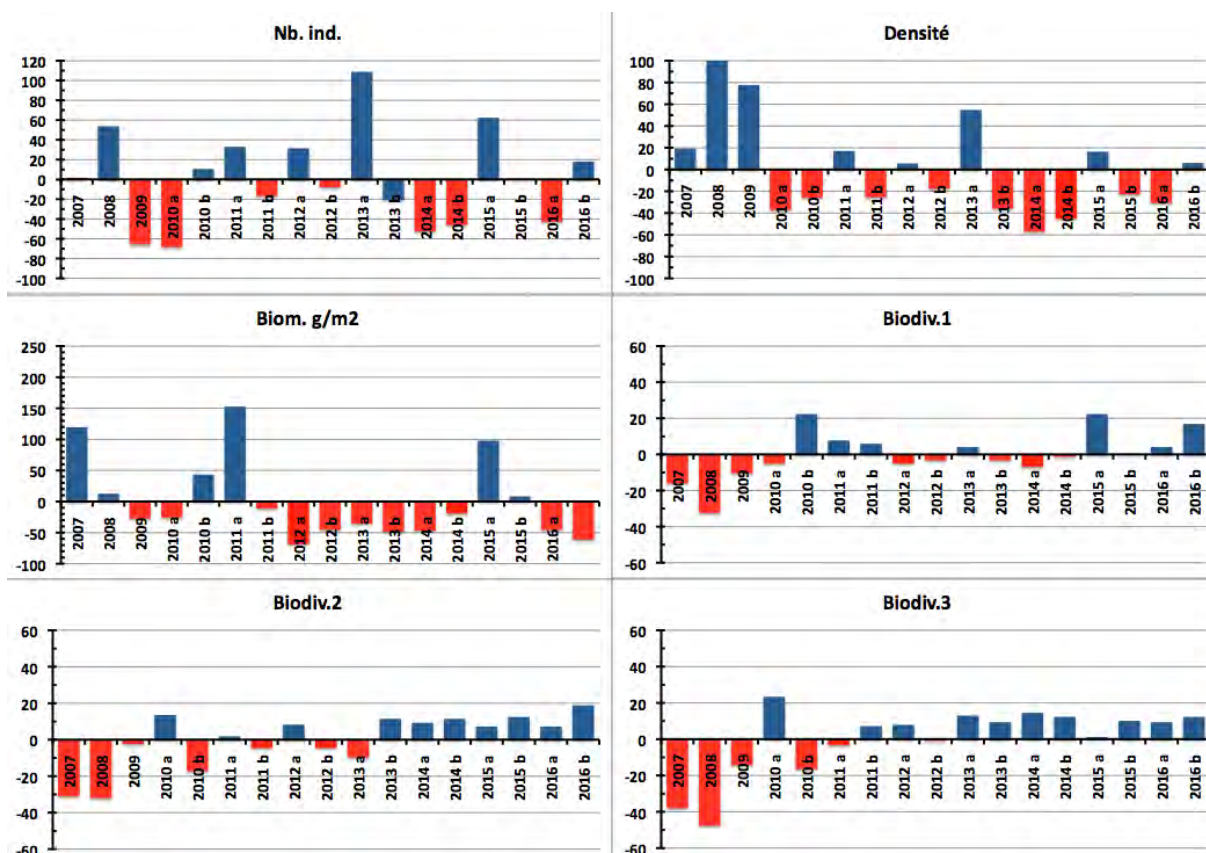


Figure n°80 : Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST10)

4.11 Station 11 = Récif Toémo

Localisation géographique	A l'ouest de la passe du récif de Toémo, parallèlement au récif. Elle est repérable de la surface grâce à l'alignement d'un talweg sur la falaise du rivage avec le pic au sommet de la colline (photographie 28).
Nombre transects	3 transects.
Description transects	Ils ont été positionnés à 6, 11 et 20 mètres de profondeur, avec un alignement du nord-est vers le sud-ouest.
	Le transect A est positionné au sommet du récif : il se situe en amont de la pente et proche du bourrelet de débris coralliens. Un <i>Platygyra daedalea</i> d'un mètre de diamètre permet de repérer la fin du transect. Le transect B est positionné sur la pente récifale. De nombreux débris et massifs coralliens ont dévalé la pente, détruisant une grande partie des communautés coralliennes. Cet événement a certainement comme origine le cyclone Erica (mars 2003). Toutefois de petites colonies coralliennes recolonisent ces débris. Le transect C se situe à la rupture entre le bas du tombant récifal et le début de la pente sédimentaire. C'est une zone d'accumulation de débris et de blocs coralliens provenant du récif (dégradation des fortes houles et des cyclones).

Description générale

Le récif de Toémo est un récif intermédiaire de lagon, situé au nord-ouest du canal de la Havannah, à proximité de la grande passe de Goro. Sa position géographique et les conditions hydrodynamiques soutenues permettent d'assimiler ce récif à une pente externe proche d'une passe.

Le sommet du récif est riche en coraux encroûtants, branchus et tabulaires (*Acropora*, *Pocillopora*, *Isopora*, *Seriatopora*, *Galaxea* et *Montipora*). Un bourrelet composé de débris coralliens se démarque juste avant la cassure de la pente. Ce dernier est assez pentu (40°) et recouvert par endroits par de nombreux éboulis et des massifs coralliens retournés (coraux tabulaires et massifs). La majorité des débris coralliens finissent leur course en bas de pente.

La pente sédimentaire à une inclinaison douce, cette dernière est composée de sable coquillé et de débris coralliens qui deviennent de moins en moins abondants en fonction de l'éloignement du récif. Quelques grands massifs se répartissent à proximité du tombant récifal mais leur recouvrement en organismes benthiques est fragmentaire.

Caractéristiques principales

- ↪ Les conditions hydrodynamiques sont soutenues durant toute l'année (courant, ressac, houle)
- ↪ Ce récif a subi des dégradations durant les événements cycloniques du début d'année 2011 (Vania, Zelia), le cyclone de janvier 2013 (Fréda) et dans une moindre mesure les cyclones Pam en mars 2015 et Winston en février 2016
 - Dégradations des communautés benthiques d'ordre mécanique sur l'ensemble de la station à cause de l'hydrodynamisme important : arrachement et casse des colonies coralliennes au transect A et accumulation de débris et de blocs coralliens pour les autres transects B & C
- ↪ Les scléractiniaires développent des morphologies robustes
- ↪ La richesse spécifique des coraux est relativement élevée pour les niveaux bathymétriques supérieurs et plus importante au transect B que en A (dégradation en sommet de récif par les agents hydrodynamiques intenses)
- ↪ Saisonnalité des macrophytes et caractère envahissant : les algues rouges (particulièrement *Asparagopsis*) présentent un développement saisonnier qui peut être très important sur l'ensemble de la station
- ↪ Les ascidies sont variées et abondantes
- ↪ Les spongiaires sont relativement abondantes (*Cliona*)
- ↪ Les alcyonaires ont un recouvrement relativement élevé
- ↪ Mobilité bathymétrique des échinodermes (astéries, holothuries, échinides) et des mollusques

Variations entre avril et novembre 2016

Indicateur Corail :

- La biodiversité corallienne est stable et importante :

Octobre 2015 : 136 espèces coralliennes dont 127 espèces scléractiniaires



Avril 2016 : 133 espèces dont 125 espèces scléactiniaires

Novembre 2016 : 133 espèces dont 124 espèces scléactiniaires

- Le recouvrement corallien est de 34% au transect A, 30% en B et 7 % en C

- Le blanchissement reste relativement stable du point de vue spécifique et diminue pour le recouvrement :

Octobre 2015 : 15/127 espèces de scléactiniaires et 0.4% de la surface totale observée

Avril 2016 : 6/125 espèces de scléactiniaires et 0.57% de la surface totale observée

Novembre 2016 : 5/124 espèces de scléactiniaires et 0.2% de la surface totale observée

Les colonies de l'espèce *Alveopora* sp. ont également réintégré leurs zooxanthelles, cette constatation est observée de manière saisonnière

- Lésions coralliennes : La maladie de la bande blanche affecte une colonie d'*Acropora* tabulaire en B. Les anciennes colonies malades sont mortes en place

- Dégradations mécaniques : RAS pour cette mission

Autres indicateurs :

- Cyanobactéries : absentes, le recouvrement a diminué en B

- Le turf algal se développe modérément sur les débris coralliens particulièrement au milieu et bas de pente récifale

- Algue brune *Lobophora* : absente

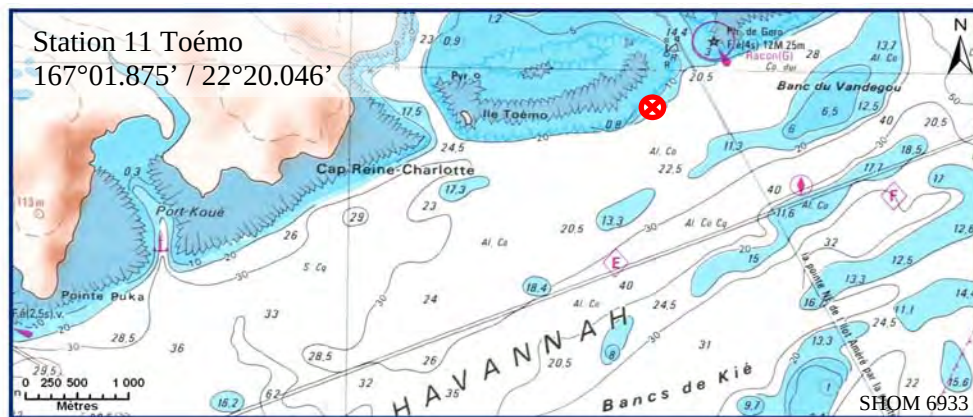
- Algue rouge *Asparagopsis taxiformis* : le recouvrement augmente aux 3 transects (respectivement niveau 2, 3 et 2). Le développement est saisonnier, le recouvrement peut être très important et varie énormément selon les saisons - caractère invasif de septembre à décembre

- *Cliona* (éponge) : recouvrement stable

Les corallivores :

- Absence des *Acanthaster planci* et des *Culcita novaeguineae*

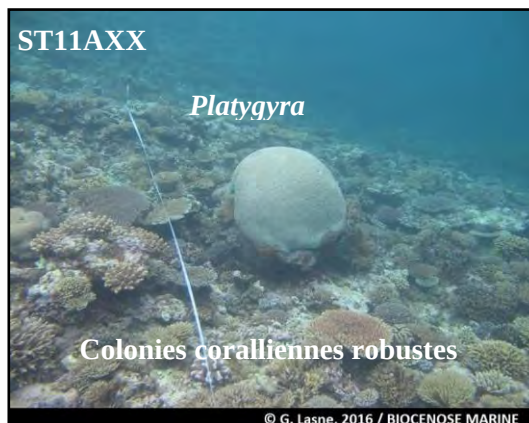
- Absence de *Drupella cornus*



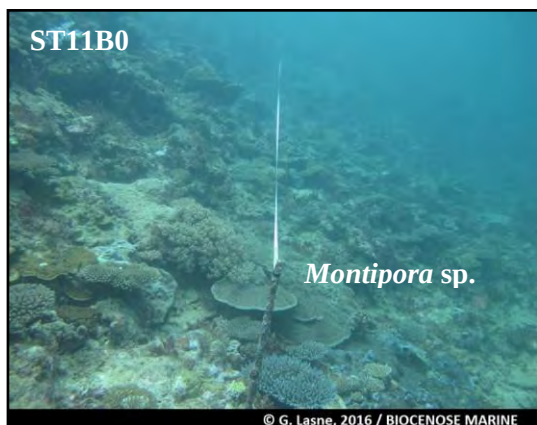
Carte n°13 : Localisation de la station 11 (Toémo)



Photo n°28 : Position en surface par rapport à la côte (ST11)



Les parties hautes et médianes du récif sont très diversifiées et composées de colonies robustes



Le turf algal se développe sur les nombreux débris



Accumulation de débris coralliens en bas de pente récifale et cuvettes sableuses

Photo n°29 : Vue d'ensemble des transects (ST011)

4.11.1 Le substrat (ST11)

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la [figure 81](#) pour le transect A, dans la [figure 82](#) pour le transect B et dans la [figure 83](#) pour le transect C.

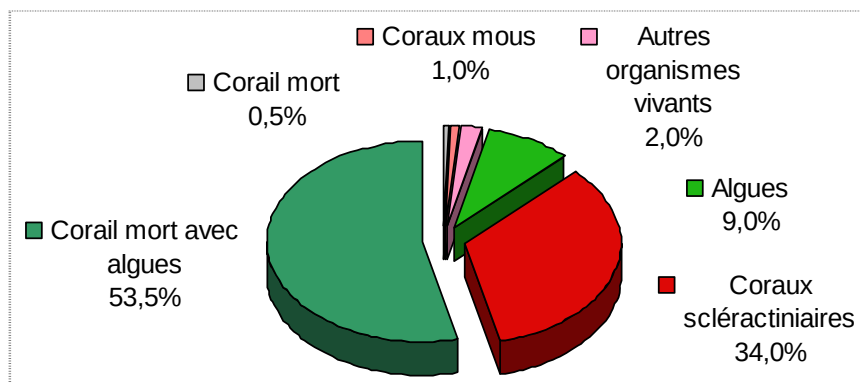


Figure n°81 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST11A

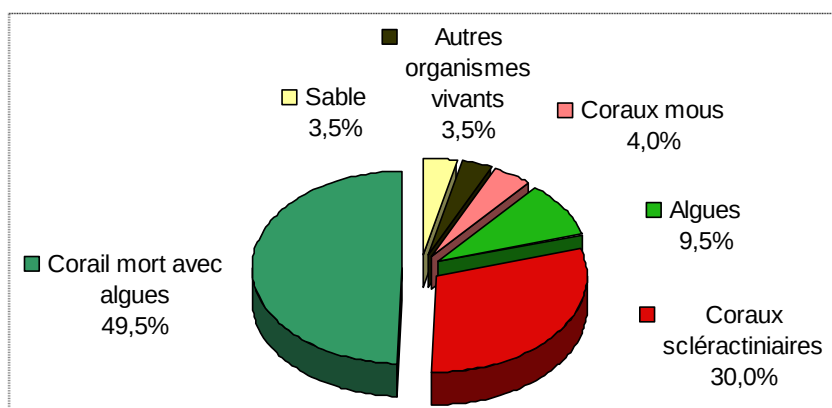


Figure n°82 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST11B

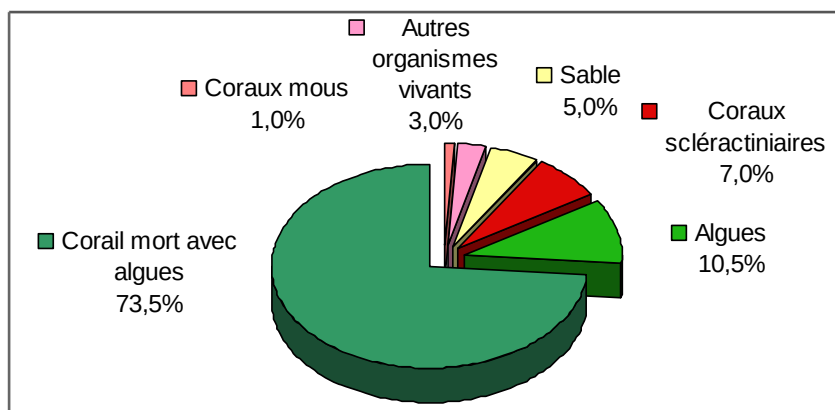


Figure n°83 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST03C

Cette station possède, parmi les plus forts recouvrements biotiques : 99,5%, 96,5% et 95% respectivement du haut vers le bas. Cela est dû essentiellement à la classe « coraux morts avec algues » qui est dominante.

Mais les coraux scléactiniaires y sont particulièrement aussi bien représentés, surtout sur les 2 premiers transects (34% et 30%), résultats parmi les plus élevés de toutes les stations (2^{ème} rang).

1% d'encroûtements blanchis au transect A et 0,5% de cyanobactéries sur le transect B.

Globalement, la station est stable.

4.11.2 Le benthos (ST11)

La liste des taxons cibles (cf. § 3.2.3) échantillonnés sur cette station et la liste complète des résultats bruts sont données en [annexe 05](#).

En novembre 2016, la richesse spécifique de la station Récif Toémo (ST11) est composée de :

- **133 espèces coralliennes** (dont 124 espèces de scléractiniaires, 3 espèces de millépores (sub massif, branchu et encroûtant), 3 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires, une espèce de stolonifère).
Les familles scléractiniaires (124 taxons au sein de 14 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (32 taxons), les Acroporidae (25 taxons), les Mussidae (10 taxons), les Agariciidae (8 taxons), les Pocilloporidae (8 taxons), les Fungiidae (7 taxons), les Merulinidae (7 taxons), les Siderastreidae (7 taxons), les Poritidae (6 taxons), les Dendrophylliidae (5 taxons), les Pectiniidae (5 taxons), les Caryophylliidae (2 taxons), les Astrocoeniidae (1 taxon), les Oculinidae (1 taxon).
Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Trachyphylliidae.
Le blanchissement corallien affecte 5/124 espèces de scléractiniaires (4%).
Le blanchissement visuel est de 0,2% de la surface totale observée.
- **55 espèces d'invertébrés** dont 16 espèces de mollusques ; 10 espèces de cnidaires : alcyonaires (7 taxons), actiniaires (1 taxon), hydrozoaires (1 taxon), zoanthaires (1 taxon) ; 14 espèces d'échinodermes : astéries (6 taxons), holothurides (3 taxons), échinides (2 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 8 espèces d'éponges ; 7 espèces d'ascidies.
- **11 espèces de macrophytes** : algues rouges (4 taxons), algues vertes (4 taxons), algues brunes (3 taxons).
- **Aucun taxon n'a été recensé dans le groupe des cyanobactéries.**

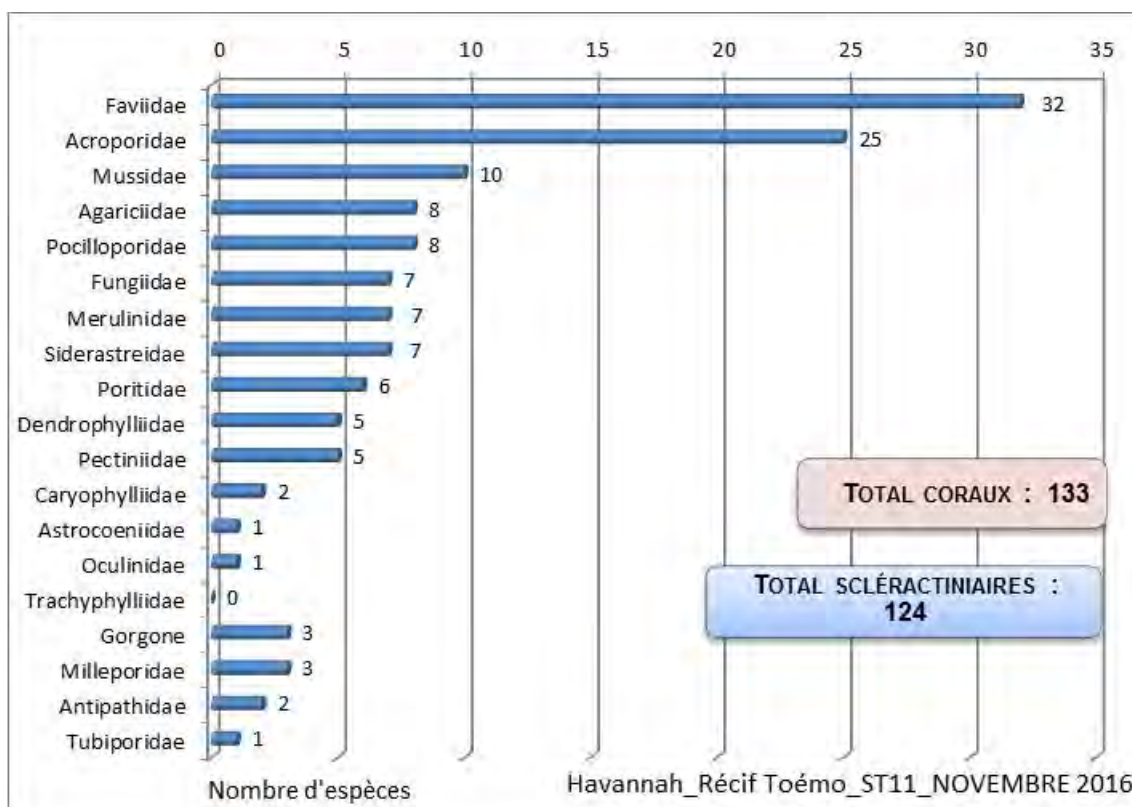


Figure n°84 : Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST11)

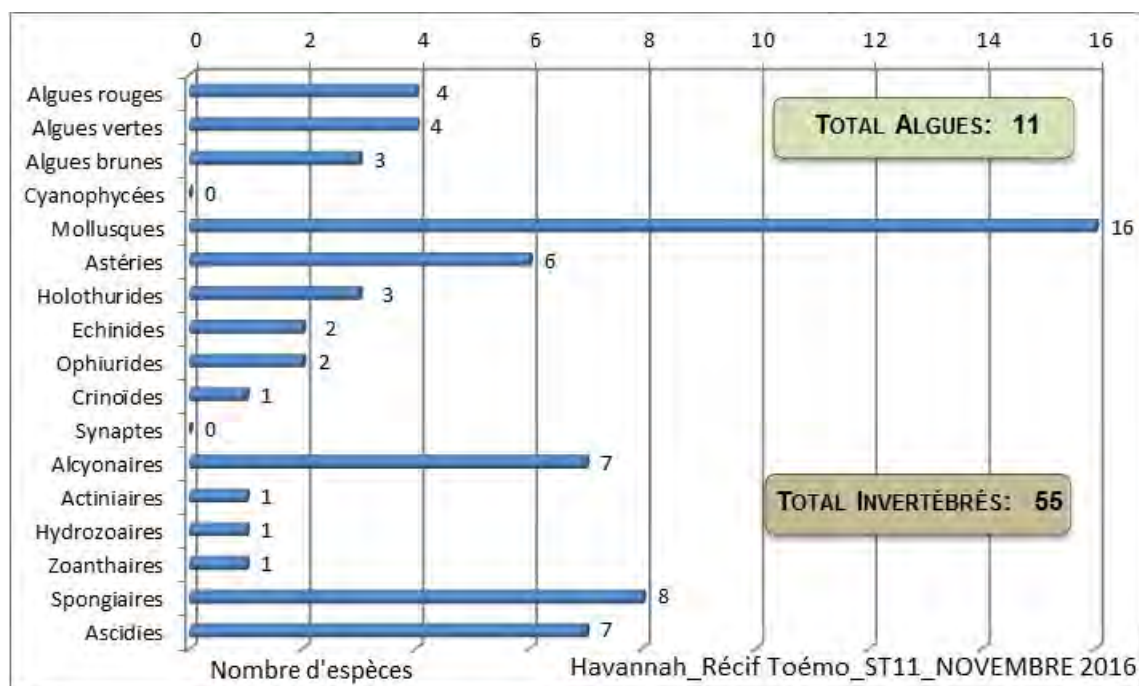


Figure n°85 : Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST11)

4.11.2.1 Benthos Transect 11 A

4.11.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST11A)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST11A est composée de 96 espèces coralliennes dont 92 espèces de scléractiniaires, 2 espèces de millépores (sub massif et encroûtant), une espèce de gorgone, une espèce de stolonifère.

Les familles scléractiniaires (92 taxons au sein de 12 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (27 taxons), les Acroporidae (24 taxons), les Merulinidae (7 taxons), les Pocilloporidae (7 taxons), les Agariciidae (6 taxons), les Mussidae (6 taxons), les Poritidae (6 taxons), les Siderastreidae (3 taxons), les Dendrophylliidae (2 taxons), les Pectiniidae (2 taxons), les Fungiidae (1 taxon), les Oculinidae (1 taxon).

Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Astrocoeniidae, des Caryophylliidae, des Trachyphylliidae.

Le blanchissement corallien affecte 5/92 espèces de scléractiniaires (5,45%).

Le blanchissement visuel est de 0,2% de la surface du couloir.

Tableau n°125 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST11A)

Evolution de la richesse spécifique des coraux*	Evolution de l'abondance	Blanchissement corallien
Nouvelle (s) espèce (s) recensée (s)	Augmentation d'abondance	Espèce (s) blanchie (s)
Aucune espèce.	2 espèces : • <i>Leptastrea</i> sp. (A2/+ 1), • <i>Scapophyllia cylindrica</i> (A2/+ 1).	5 espèces blanchies (5,45%) : ➢ 3 espèces précédemment blanchies (3,25%) : • <i>Montipora</i> spp. (1spp.B*, B1), • <i>Seriatopora caliendrum</i> (B2), • <i>Seriatopora hystrix</i> (B2) ; ➢ 2 espèces nouvellement blanchies (2,2%) : • <i>Acropora</i> (branchu) (1spp.B*, B1, N), • <i>Acropora</i> (tabulaire) (1spp.B*, B1, N).
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
Une seule espèce : • <i>Turbinaria peltata</i> (A0/-1)	Aucune	➢ une seule espèce a réintégré toutes ses zooxanthelles : • <i>Alveopora</i> sp. (B- 2, øß) ;

➤ aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître ni se réduire.

4.11.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST11A)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST11A est composée de :

- 18 espèces d'invertébrés dont 4 espèces de mollusques ; 4 espèces de cnidaires : alcyonaires (4 taxons) ; 3 espèces d'échinodermes : astéries (1 taxon), crinoïdes (1 taxon), ophiurides (1 taxon) ; 3 espèces d'éponges ; 4 espèces d'ascidies.
- 5 espèces de macrophytes : algues brunes (2 taxons), algues rouges (2 taxons), algues vertes (1 taxon).
- Aucun taxon n'a été recensé dans le groupe des cyanobactéries.

Tableau n°126 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST11A)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
4 nouvelles espèces d'algues recensées, dont 2 espèces d'algues brunes : • <i>Sargassum</i> sp. (A2), • <i>Turbinaria ornata</i> (A2) ; et l'algue rouge : • <i>Asparagopsis taxiformis</i> (A2) ; et l'algue verte : • <i>Chlorodesmis fastigiata</i> (A1) Aucune espèce d'algues n'a disparue.	Aucune espèce d'algues n'augmente. Aucune espèce d'algues ne diminue.
Cyanobactéries	
☒	☒
Cnidaires	
☒	☒
Echinodermes	
Une nouvelle espèce d'échinodermes recensée : ➤ pour les astéries (1 espèce) : • <i>Nardoa gomophia</i> (A1). 2 espèces d'échinodermes disparues : ➤ pour les astéries (-2 sp) : • <i>Fromia indica</i> (A0/-2), • <i>Fromia monilis</i> (A0/-1)	☒
Mollusques	
☒	☒
Eponges	
☒	Une espèce d'éponges augmente d'abondance : • <i>Dysidea herbacea</i> (A2/+ 1).
Ascidies	
Une nouvelle espèce d'ascidies recensée : • <i>Didemnum molle</i> (A2).	Une espèce d'ascidies augmente d'abondance : • <i>Polycarpa nigricans</i> (A3/+ 1).
Bryozoaires	
☒	☒

4.11.2.2 Benthos Transect 11 B

4.11.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST11B)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST11B est composée de 116 espèces coralliennes dont 107 espèces de scléractiniaires, 3 espèces de millépores (sub massif, branchu et encroûtant), 3 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires, une espèce de stolonifère.

Les familles scléractiniaires (107 taxons au sein de 14 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (25 taxons), les Acroporidae (17 taxons), les Mussidae (9 taxons), les Agariciidae (8 taxons), les Pocilloporidae (8 taxons), les Fungiidae (7 taxons), les Siderastreidae (7 taxons), les Merulinidae (6 taxons), les Poritidae (6 taxons), les Dendrophylliidae (5 taxons), les Pectiniidae (5 taxons), les Caryophylliidae (2 taxons), les Astrocoeniidae (1 taxon), les Oculinidae (1 taxon).



Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Trachyphylliidae.

Le blanchissement corallien affecte 4/107 espèces de scléractiniaires (3,7%).

Le blanchissement visuel est de 0,4% de la surface du couloir.

Tableau n°127 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST11B)

Evolution de la richesse spécifique des coraux*	Evolution de l'abondance	Blanchissement corallien
Nouvelle (s) espèce (s) recensée (s)	Augmentation d'abondance	Espèce (s) blanchie (s)
2 espèces : • <i>Millepora</i> (branchu) (A2), • <i>Herpolitha limax</i> (A1).	2 espèces : • <i>Antipathus</i> sp. (A2/+ 1), • <i>Leptastrea</i> sp. (A2/+ 1).	4 espèces blanchies (3,7%) : ➢ 2 espèces précédemment blanchies (1,85%) : • <i>Montipora</i> spp. (1spp.B*, B1), • <i>Seriatopora hystrix</i> (B1) ; ➢ 2 espèces nouvellement blanchies (1,85%) : • <i>Acropora</i> (branchu) (1spp.B*, B2, N), • <i>Acropora</i> (tabulaire) (1spp.B*, B1, N).
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
2 espèces : • <i>Leptoseria hawaiiensis</i> (A0/-1), • <i>Favia</i> spp. (3spp./-1spp.A3/-0).	3 espèces : • <i>Cirripathes</i> sp. (A1/- 1), • <i>Astreopora gracilis</i> (A1/- 1), • <i>Astreopora myriophthalma</i> (A1/- 1).	➢ une seule espèce a réintégré toutes ses zooxanthelles : • <i>Alveopora</i> sp. (B- 2, Øß) ; ➢ aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître ; ➢ une seule espèce a vu son blanchissement se réduire : • <i>Seriatopora hystrix</i> (ΔB- 1).

4.11.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST11B)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST11B est composée de :

- 49 espèces d'invertébrés dont 14 espèces de mollusques ; 9 espèces de cnidaires : alcyonaires (6 taxons), actiniaires (1 taxon), hydrozoaires (1 taxon), zoanthaires (1 taxon) ; 12 espèces d'échinodermes : astéries (4 taxons), holothurides (3 taxons), échinides (2 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 7 espèces d'éponges ; 7 espèces d'ascidies.
- 10 espèces de macrophytes : algues rouges (4 taxons), algues vertes (4 taxons), algues brunes (2 taxons).
- Aucun taxon n'a été recensé dans le groupe des cyanobactéries.

Tableau n°128 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST11B)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
4 nouvelles espèces d'algues recensées, dont l'algue brune : • <i>Turbinaria ornata</i> (A2) ; et 2 espèces d'algues rouges : • <i>Asparagopsis taxiformis</i> (A3), • <i>Actinotrichia</i> sp. (A2) ; et l'algue verte : • <i>Caulerpa</i> sp. (A2) ; Aucune espèce d'algues n'a disparue.	Aucune espèce d'algues n'augmente. Aucune espèce d'algues ne diminue.
Cyanobactéries	
Une espèce de cyanobactéries disparue : • <i>Phormidium</i> sp. (A0/-1).	☒
Cnidaires	
2 nouvelles espèces de cnidaires recensées : ➢ pour les alcyonaires (2 sp) : • <i>Sarcophyton</i> sp. (A2), • <i>Dendronephthya</i> sp. (A2)	☒
Echinodermes	
5 nouvelles espèces d'échinodermes recensées : ➢ pour les astéries (2 espèces) : • <i>Fromia indica</i> (A1), • <i>Fromia monilis</i> (A1) ; ➢ pour les échinides (1 espèce) : • <i>Diadema setosum</i> (A1) ; ➢ pour les holothurides (2 sp) : • <i>Actinopyga palauensis</i> (A1), • <i>Holothuria</i> sp. (A1) Une espèce d'échinodermes disparue :	Une espèce d'échinodermes augmente d'abondance : ➢ pour les astéries (1 espèce) : • <i>Nardoa gomophia</i> (A2/+ 1).



> pour les holothurides (-1 espèce) : • <i>Actinopyga lecanora</i> (A0/-1).	
Mollusques	
3 nouvelles espèces de mollusques recensées : > pour les gastéropodes (3 espèces) : • <i>Conus virgo</i> (A1), • <i>Lambis truncata</i> (A1), • <i>Trochus niloticus</i> (A1). 2 espèces de mollusques disparues : > pour les gastéropodes : • <i>Conus marmoreus</i> (A0/-1), • <i>Turbo setosus</i> (A0/-1)	Une espèce de mollusques augmente d'abondance : > pour les bivalves (1 espèce) : • <i>Pedum spondyloideum</i> (A3/+ 1).
Eponges	
☒	☒
Ascidies	
Une nouvelle espèce d'ascidies recensée : • <i>Didemnum molle</i> (A2).	Une espèce d'ascidies augmente d'abondance : • <i>Polycarpa aurita</i> (A3/+ 1).
Bryozoaires	
☒	☒

4.11.2.3 Benthos Transect 11 C

4.11.2.3.1 Les Scléractiniaires (ST11C)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST11C est composée de 63 espèces coralliennes dont 57 espèces de scléractiniaires, une espèce de millépore (encroûtant), 2 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires, une espèce de stolonifère.

Les familles scléractiniaires (57 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (14 taxons), les Mussidae (9 taxons), les Fungiidae (6 taxons), les Agariciidae (5 taxons), les Dendrophylliidae (5 taxons), les Acroporidae (4 taxons), les Pocilloporidae (4 taxons), les Poritidae (4 taxons), les Pectiniidae (2 taxons), les Astrocoeniidae (1 taxon), les Merulinidae (1 taxon), les Oculinidae (1 taxon), les Siderastreidae (1 taxon).

Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Caryophylliidae, des Trachyphylliidae.

Il n'y a aucune espèce blanchie, ni de blanchissement visuel.

Tableau n°129 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST11C)

Evolution de la richesse spécifique des coraux*	Evolution de l'abondance	Blanchissement corallien
Nouvelle (s) espèce (s) recensée (s)	Augmentation d'abondance	Espèce (s) blanchie (s)
5 espèces : • <i>Antipathus</i> sp. (A2), • <i>Gorgone ind.sp.</i> (A1), • <i>Acropora</i> (tabulaire) (A2), • <i>Scolymia australis</i> (A1), • <i>Symphyllia</i> sp. (A1).	2 espèces : • <i>Leptoria phrygia</i> (A2/+ 1), • <i>Cycloseris</i> sp. (A2/+ 1).	Aucune espèce blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
Une seule espèce : • <i>Acropora</i> (branchu) (1spp./-1spp.A2/-0)	3 espèces : • <i>Stylocoeniella armata</i> (A1/- 1), • <i>Turbinaria mesenterina</i> (A1/- 1), • <i>Polyphyllia talpina</i> (A1/- 1).	> toutes les espèces (2 taxons) ont réintégré leurs zooxanthelles : • <i>Pocillopora kelleheri</i> (B- 1, øß), • <i>Pocillopora verrucosa</i> (B- 1, øß) ; > aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître ni se réduire.

4.11.2.3.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST11C)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST11C est composée de :

- 35 espèces d'invertébrés dont 8 espèces de mollusques ; 7 espèces de cnidaires : alcyonaires (5 taxons), hydrozoaires (1 taxon), zoanthaires (1 taxon) ; 10 espèces d'échinodermes : astéries (3 taxons), échinides (2 taxons), holothurides (2 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 6 espèces d'éponges ; 4 espèces d'ascidies.



- 6 espèces de macrophytes : algues vertes (3 taxons), algues rouges (2 taxons), algues brunes (1 taxon).
- Aucun taxon n'a été recensé dans le groupe des cyanobactéries.

Tableau n°130 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST11C)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
Une nouvelle espèce d'algue recensée, l'algue rouge : • <i>Asparagopsis taxiformis</i> (A2). Une espèce d'algue disparue, l'algue rouge : • <i>Plocamium</i> sp. (A0/-2).	Aucune espèce d'algues n'augmente. Aucune espèce d'algues ne diminue.
Cyanobactéries	
☒	☒
Cnidaires	
2 nouvelles espèces de cnidaires recensées : ➢ pour les alcyonaires (2 espèces) : • <i>Lobophytum</i> sp. (A2), • <i>Chironophthya</i> sp. (A1)	☒
Echinodermes	
2 nouvelles espèces d'échinodermes recensées : ➢ pour les astéries (1 espèce) : • <i>Gomophia watsoni</i> (A1) ; ➢ pour les crinoïdes (1 espèce) : •Crinoïdes ind. (A1). 4 espèces d'échinodermes disparues : ➢ pour les astéries (-3 espèce) : • <i>Acanthaster planci</i> (A0/-1), • <i>Fromia pacifica</i> (A0/-1), • <i>Gomophia egyptiaca</i> (A0/-1) ; ➢ pour les holothurides (-1 espèce) : • <i>Holothuria</i> sp. (A0/-1).	Une espèce d'échinodermes diminue d'abondance : ➢ pour les holothurides (1 espèce) : • <i>Holothuria edulis</i> (A1/- 1).
Mollusques	
3 nouvelles espèces de mollusques recensées : ➢ pour les bivalves (1 espèce) : • <i>Spondylus</i> sp. (A2) ; ➢ pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Astraea rhodostoma</i> (A1) ; ➢ pour les nudibranches (1 espèce) : • <i>Phyllidiella pustulosa</i> (A1). 3 espèces de mollusques disparues : ➢ pour les gastéropodes (-3 espèce) : • <i>Cerithium nodulosum</i> (A0/-1), • <i>Conus arenatus</i> (A0/-1), • <i>Lambis chiragra</i> (A0/-1).	☒
Eponges	
Une nouvelle espèce d'éponges recensée : • <i>Dactylia delicata</i> (A1). Une espèce d'éponges disparue : • <i>Clathria rugosa</i> (A0/-2).	☒
Ascidies	
Une espèce d'ascidies disparue : • <i>Aplidium flavolineatum</i> (A0/-1).	☒
Bryozoaires	
☒	☒

4.11.3 Les poissons (ST11)

La liste des espèces observées¹⁷ sur les transects et les résultats bruts sont fournis dans le [tableau 131](#).

Tableau n°131 : *Données sur les poissons (ST11)*

Récif Toémo ST11		Transect			Transect			Transect			Station		
		A			B			C			Moyenne		
Fam	Espèces	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom
Aca	<i>Acanthurus lineatus</i>	7	0,05	5,44							2,33	0,02	1,81
Aca	<i>Acanthurus mata</i>				10	0,07	4,82				3,33	0,02	1,61
Aca	<i>Acanthurus nigricans</i>	1	0,01	1,23	1	0,01	0,70				0,67	0,01	0,64
Aca	<i>Acanthurus nigricauda</i>				1	0,01	0,83	1	0,01	2,13	0,67	0,01	0,99
Aca	<i>Ctenochaetus cyanocheilus</i>	2	0,01	0,35							0,67	0,00	0,12
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	4	0,03	0,53	3	0,02	0,43				2,33	0,02	0,32
Aca	<i>Zebbrasoma veliferum</i>				2	0,01	0,49				0,67	0,00	0,16
Ant	<i>Pseudanthias hypselosoma</i>				10	0,07	0,73				3,33	0,02	0,24
Ant	<i>Pseudanthias squamipinnis</i>				10	0,07	0,73				3,33	0,02	0,24
Can	<i>Canthigaster valentini</i>				1	0,01	0,02				0,33	0,00	0,01
Cha	<i>Chaetodon melannotus</i>							2	0,02	0,05	0,67	0,01	0,02
Cha	<i>Chaetodon mertensii</i>							3	0,03	0,11	1,00	0,01	0,04
Cha	<i>Chaetodon pelewensis</i>	2	0,01	0,03	2	0,01	0,10	3	0,03	0,17	2,33	0,02	0,10
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	3	0,02	0,05							1,00	0,01	0,02
Cha	<i>Chaetodon speculum</i>	1	0,05	0,22							0,33	0,02	0,07
Cha	<i>Chaetodon trifascialis</i>	3	0,02	0,05							1,00	0,01	0,02
Cha	<i>Heniochus acuminatus</i>				1	0,01	0,05				0,33	0,00	0,02
Epi	<i>Cephalopholis urodeta</i>				2	0,01	0,96				0,67	0,00	0,32
Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>				1	0,01	9,14				0,33	0,00	3,05
Lab	<i>Cheilinus chlorourus</i>							1	0,01	0,46	0,33	0,00	0,15
Lab	<i>Cheilinus trilobatus</i>	1	0,05	1,00							0,33	0,02	0,33
Lab	<i>Gomphosus varius</i>	2	0,01	0,05	2	0,01	0,06				1,33	0,01	0,04
Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>	3	0,02	0,05							1,00	0,01	0,02
Lab	<i>Thalassoma amblycephalum</i>	50	0,33	1,44							16,67	0,11	0,48
Lab	<i>Thalassoma hardwicke</i>	10	0,07	0,46							3,33	0,02	0,15
Lab	<i>Thalassoma lunare</i>							6	0,05	0,22	2,00	0,02	0,07
Lab	<i>Thalassoma lutescens</i>							10	0,08	0,36	3,33	0,03	0,12
Lut	<i>Aprion virescens</i>							5	0,03	32,00	1,67	0,01	10,67
Mic	<i>Ptereleotris evides</i>				5	0,04	0,09				1,67	0,01	0,03
Mul	<i>Parupeneus barberinoides</i>				2	0,01	0,21	2	0,02	0,33	1,33	0,01	0,18
Mul	<i>Parupeneus cyclostomus</i>							5	0,03	3,07	1,67	0,01	1,02
Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>				6	0,04	0,86	7	0,06	1,17	4,33	0,03	0,67
Poc	<i>Centropyge bicolor</i>	6	0,04	0,10	2	0,01	0,02	3	0,03	0,06	3,67	0,03	0,06
Poc	<i>Centropyge bispinosa</i>	6	0,04	0,10	3	0,02	0,03	2	0,02	0,02	3,67	0,03	0,05
Poc	<i>Centropyge flavissima</i>	5	0,03	0,14	3	0,02	0,05				2,67	0,02	0,07
Poc	<i>Centropyge tibicen</i>	6	0,04	0,10	2	0,01	0,02	1	0,01	0,01	3,00	0,02	0,04
Pom	<i>Abudefduf whitleyi</i>	15	0,10	0,25	7	0,05	0,34				7,33	0,05	0,20
Pom	<i>Chromis fumea</i>	25	0,17	0,21	30	0,21	0,27	15	0,13	0,16	23,33	0,17	0,22
Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>	4	0,03	0,01	5	0,04	0,05	6	0,05	0,03	5,00	0,04	0,03
Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>							15	0,13	0,07	5,00	0,04	0,02
Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>	25	0,17	0,09	30	0,21	0,27	25	0,21	0,11	26,67	0,20	0,16
Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>	5	0,03	0,04	5	0,04	0,05	4	0,03	0,04	4,67	0,03	0,04
Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>	5	0,03	0,67	4	0,03	0,76	4	0,03	0,67	4,33	0,03	0,70
Sca	<i>Scarus rubroviolaceus</i>	2	0,01	11,43							0,67	0,00	3,81
Sca	<i>Scarus schlegeli</i>							3	0,02	5,86	1,00	0,01	1,95
Total		193	1,37	24,05	150	1,07	22,09	123	1,00	47,09	155,33	1,15	31,08
Biodiversité		24			26			21			45		
Indice de Shannon =		4,487											
Equitabilité =		0,817											

¹⁷ Données par rapport à la liste restreinte du cahier des charges, cf. [annexe 01](#).

Sur l'ensemble des transects de la station, 466 individus appartenant à 45 espèces différentes ont pu être observés. Ils représentent une densité de 1.15 poissons/m² pour une biomasse de 31.08 g/m².

122 espèces complémentaires (e.g. hors des transects et hors liste restreinte [*en rouge*]) ont été observées sur la station (cf. [tableau 132](#)).

Tableau n°132 : Liste des espèces complémentaires (ST11)

Fam	Espèces	Fam	Espèces	Fam	Espèces
Aca	<i>Acanthurus albipectoralis</i>	Cir	<i>Cirrhitichthys falco</i>	Mul	<i>Parupeneus barberinoides</i>
Aca	<i>Acanthurus blochii</i>	Cir	<i>Paracirrhites arcatus</i>	Mul	<i>Parupeneus cyclostomus</i>
Aca	<i>Acanthurus dussumieri</i>	Cir	<i>Paracirrhites forsteri</i>	Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>
Aca	<i>Acanthurus lineatus</i>	Das	<i>Dasyatis kuhlii</i>	Pin	<i>Parapercis cylindrica</i>
Aca	<i>Acanthurus mata</i>	Ech	<i>Echeneis naucrates</i>	Pin	<i>Parapercis millepunctata</i>
Aca	<i>Acanthurus nigricans</i>	Epi	<i>Anyperodon leucogrammicus</i>	Ple	<i>Assessor macneilli</i>
Aca	<i>Acanthurus nigricauda</i>	Epi	<i>Cephalopholis argus</i>	Poc	<i>Centropyge bicolor</i>
Aca	<i>Acanthurus olivaceus</i>	Epi	<i>Cephalopholis urodeta</i>	Poc	<i>Centropyge bispinosa</i>
Aca	<i>Ctenochaetus cyanocheilus</i>	Epi	<i>Epinephelus fasciatus</i>	Poc	<i>Centropyge flavissima</i>
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	Epi	<i>Epinephelus maculatus</i>	Poc	<i>Centropyge tibicen</i>
Aca	<i>Naso brachycentron</i>	Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>	Poc	<i>Pomacanthus imperator</i>
Aca	<i>Naso hexacanthus</i>	Hae	<i>Plectorhinchus chaetodonoides</i>	Poc	<i>Pomacanthus semicirculatus</i>
Aca	<i>Naso lopezi</i>	Hae	<i>Plectorhinchus flavomaculatus</i>	Poc	<i>Pomacanthus sexstriatus</i>
Aca	<i>Naso tonganus</i>	Hol	<i>Myripristis botsche</i>	Pom	<i>Abudefduf whitleyi</i>
Aca	<i>Naso unicornis</i>	Hol	<i>Myripristis murdjan</i>	Pom	<i>Amphiprion clarkii</i>
Aca	<i>Naso vlamingii</i>	Hol	<i>Sargocentron ensiferum</i>	Pom	<i>Chromis caudalis</i>
Aca	<i>Zebрасoma veliferum</i>	Hol	<i>Sargocentron spiniferum</i>	Pom	<i>Chromis chrysurа</i>
Ant	<i>Pseudanthias hypselosoma</i>	Lab	<i>Anampses neoguinaicus</i>	Pom	<i>Chromis fumea</i>
Ant	<i>Pseudanthias squamipinnis</i>	Lab	<i>Bodianus loxozonus</i>	Pom	<i>Chromis leucura</i>
Bal	<i>Sufflamen fraenatus</i>	Lab	<i>Bodianus perditio</i>	Pom	<i>Chromis margaritifer</i>
Ble	<i>Ecsenius bicolor</i>	Lab	<i>Cheilinus chlorourus</i>	Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	Lab	<i>Cheilinus trilobatus</i>	Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>
Can	<i>Canthigaster valentini</i>	Lab	<i>Cirrhitilabrus punctatus</i>	Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>
Cha	<i>Chaetodon auriga</i>	Lab	<i>Gomphosus varius</i>	Pom	<i>Neoglyphidodon nigroris</i>
Cha	<i>Chaetodon baronessa</i>	Lab	<i>Halichoeres hortulanus</i>	Pom	<i>Plectroglyphidodon johnstonianus</i>
Cha	<i>Chaetodon bennetti</i>	Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>	Pom	<i>Pomacentrus lepidogenys</i>
Cha	<i>Chaetodon citrinellus</i>	Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>	Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>
Cha	<i>Chaetodon lineolatus</i>	Lab	<i>Novaculichthys taeniourus</i>	Pom	<i>Pomacentrus nagasakiensis</i>
Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	Lab	<i>Oxycheilinus celebicus</i>	Pom	<i>Pomacentrus simsiang</i>
Cha	<i>Chaetodon melannotus</i>	Lab	<i>Oxycheilinus diagrammus</i>	Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>
Cha	<i>Chaetodon mertensii</i>	Lab	<i>Stethojulis bandanensis</i>	Sca	<i>Scarus altipinnis</i>
Cha	<i>Chaetodon pelewensis</i>	Lab	<i>Thalassoma amblycephalum</i>	Sca	<i>Scarus dimidiatus</i>
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	Lab	<i>Thalassoma hardwicke</i>	Sca	<i>Scarus ghobban</i>
Cha	<i>Chaetodon speculum</i>	Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	Sca	<i>Scarus ghobban</i>
Cha	<i>Chaetodon trifascialis</i>	Lab	<i>Thalassoma lutescens</i>	Sca	<i>Scarus niger</i>
Cha	<i>Chaetodon unimaculatus</i>	Lab	<i>Thalassoma nigrofasciatum</i>	Sca	<i>Scarus rivulatus</i>
Cha	<i>Forcipiger flavissimus</i>	Lut	<i>Aprion virescens</i>	Sca	<i>Scarus rubroviolaceus</i>
Cha	<i>Forcipiger longirostris</i>	Mic	<i>Pervagor janthinosoma</i>	Sca	<i>Scarus schlegeli</i>
Cha	<i>Heniochus acuminatus</i>	Mic	<i>Ptereleotris evides</i>	Sig	<i>Siganus fuscescens</i>
Cha	<i>Heniochus chrysostomus</i>	Mon	<i>Aluterus scriptus</i>	Zan	<i>Zanclus cornutus</i>
Cha	<i>Heniochus monoceros</i>	Mon	<i>Oxymonacanthus longirostris</i>		

Le nombre d'espèces pour chaque famille depuis 2007 est donné dans le [tableau 133](#) et spécifiquement pour cette campagne sur la [figure 86](#).

Tableau n°133 : *Nombre d'espèces par famille ichthyologique par mission (ST11)*

Familles	2007	2008	2009	2010 a	2010 b	2011 a	2011 b	2012 a	2012 b	2013 a	2013 b	2014 a	2014 b	2015 a	2015 b	2016 a	2016 b
Acanthuridae	2	1	3	5	7	4	7	4	7	9	4	7	6	8	9	8	7
Anthiinae	1	2	0	1	0	2	1	1	1	0	0	0	0	2	2	0	2
Balistidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Blenniidae	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	2	2	1	0
Caesionidae	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1
Canthigasteridae	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	7
Chaetodontidae	6	7	5	6	8	11	12	11	8	6	7	10	11	14	10	11	2
Epinephelinae	2	3	1	3	1	1	1	2	1	1	0	3	2	2	2	5	8
Labridae	4	9	4	7	9	9	10	9	10	10	8	11	12	11	12	11	1
Microdesmidae	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Mullidae	1	2	1	2	2	3	2	1	2	1	2	1	2	2	1	1	2
Nemipteridae	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
Pomacanthidae	3	4	5	4	5	4	2	3	4	4	3	1	4	6	4	4	4
Pomacentridae	5	3	6	5	6	6	6	5	3	5	7	4	6	6	6	6	6
Pseudochromidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0
Scaridae	2	5	3	5	2	8	4	5	5	3	3	0	4	8	7	6	3
Siganidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0
Zanclidae	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0
Total espèces	28	39	31	42	44	50	48	45	43	42	37	49	51	68	59	57	45
Total familles	11	12	11	13	12	11	12	13	11	11	10	12	12	16	14	13	13

Si la comparaison du nombre d'espèces par famille entre les années 2007 – à cette campagne est effectuée (cf. [tableau 134](#)), sous l'angle de vue de ce critère toutes les campagnes sont similaires.

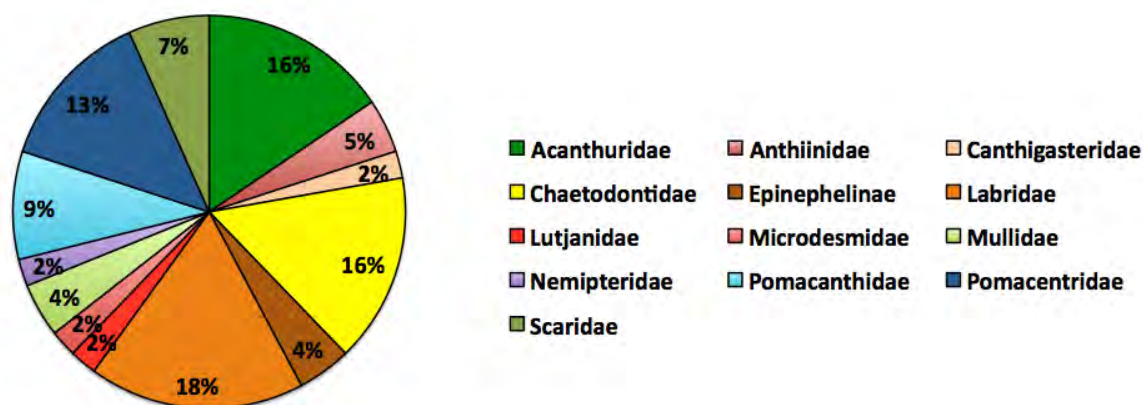
Tableau n°134 : *Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille » depuis 2007 (ST11)*

L'hypothèse nulle Ho :	Test	χ^2 obs	ddl	χ^2 à 0,95	nb de familles
« Les colonnes sont elles identiques ? »	χ^2	240	272	332	13/18

Le récapitulatif des résultats en terme de :

- d'abondance (nombre d'individus, transects/liste restreinte),
- de densité (en poisson/m², transects/liste restreinte),
- de biomasse (en g/m², transects/liste restreinte),
- de biodiversité 1 (espèces observées sur les transects et de la liste restreinte),
- de biodiversité 2 (espèces observées sur la station (transects + complémentaires) et de la liste restreinte),
- de biodiversité 3 (toutes les espèces observées sur la station (transects + complémentaires / liste non restreinte)),

pour toutes les campagnes depuis 2007 sont présentés dans le [tableau 135](#) et la [figure 87](#).

Figure n°86 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST11)Tableau n°135 : Synopsis des résultats et récapitulatif des années précédentes (ST11)

Récif Toémo ST11		Liste DENV				Toutes espèces	
		Transect TLV			Station	Station	
		Nb. ind.	Densité	Biom. g/m ²	Biodiv.1	Biodiv.2	Biodiv.3
2016 b	Transect A	193,00	1,37	24,05			
	Transect B	150,00	1,07	22,09			
	Transect C	123,00	1,00	47,09			
	Moy. ABC	155,33	1,15	31,08	45	92	122
2016 a	Moy. ABC	166,00	1,67	121,78	57	79	111
2015 b	Moy. ABC	183,00	1,78	57,17	59	81	109
2015 a	Moy. ABC	184,67	1,64	134,53	68	80	107
2014 b	Moy. ABC	100,00	1,27	73,96	51	74	105
2014 a	Moy. ABC	95,00	1,08	44,99	49	68	98
2013 b	Moy. ABC	140,33	1,64	52,11	37	54	94
2013 a	Moy. ABC	110,00	1,35	60,53	42	55	92
2012 b	Moy. ABC	97,33	1,27	108,09	43	70	110
2012 a	Moy. ABC	122,33	1,70	114,66	45	85	116
2011 b	Moy. ABC	74	0,90	38,56	48	67	109
2011 a	Moy. ABC	129,33	2,50	188,39	50	79	116
2010 b	Moy. ABC	180	1,59	75,10	44	61	88
2010 a	Moy. ABC	93,33	1,86	75,42	42	65	95
2009	Moy. ABC	74,67	3,12	79,63	31	50	74
2008	Moy. ABC	111,33	1,90	61,85	39	57	71
2007 ¹⁸	Moy. ABC	123,67	1,64	174,47	28	37	53

L'écart relatif à la moyenne [$Er_i = (X_i - X_m) / X_m$] pour ces paramètres biologiques peut alors être calculé : cf. [tableau 136](#) et représentation [figure 88](#).

¹⁸ Les données 2007 ont été reprises en éliminant les espèces qui ne figurent pas sur cette liste car le rapport 2007 ne tient pas compte de la liste DENV sur le TLV.

Tableau n°136 : Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST11)

	Nb ind.	Densité	Biom.	Biodiv.1	Biodiv.2	Biodiv.3
Variance	13 52,40	0,28	21 11,07	94,53	204,28	335,99
Ecart type	36,78	0,53	45,95	9,72	14,29	18,33
Moyenne	125,90	1,65	87,78	46,18	67,82	98,12
Coef. de Var.	0,29	0,32	0,52	0,21	0,21	0,19

Commentaires :

- L'hydrodynamisme sur la station était sensible et l'essentiel des espèces du transect A était remonté dans le déferlement en limite de visibilité et au-delà.
- La densité est faible même si le nombre de poissons observés est nettement au-dessus de la moyenne.
- La biomasse est très en dessous de la moyenne.
- La biodiversité est forte avec des valeurs au-dessus de la moyenne.
- Ces résultats apparemment contradictoires sont dus au TLV.
- Pour rappel : c'est la seule station où *Acanthurus lineatus* est présent.

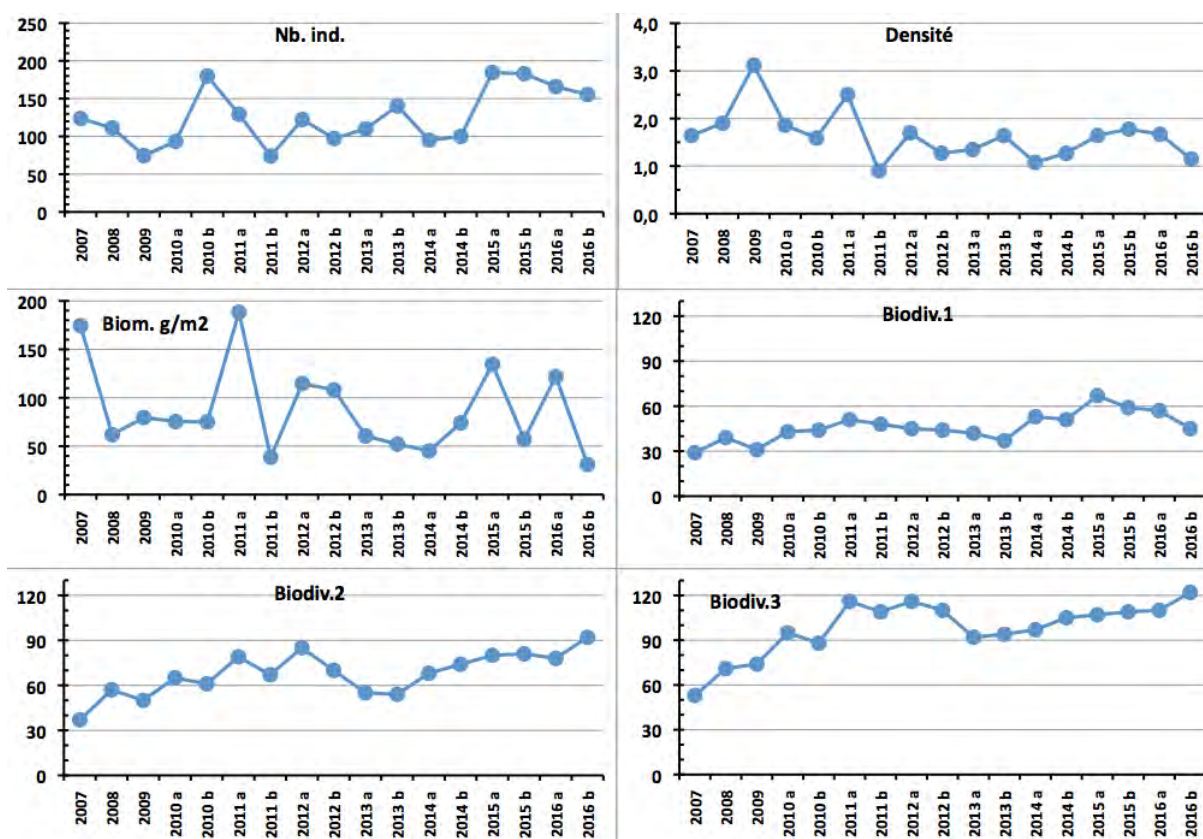


Figure n°87 : *Evolution des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST11)*

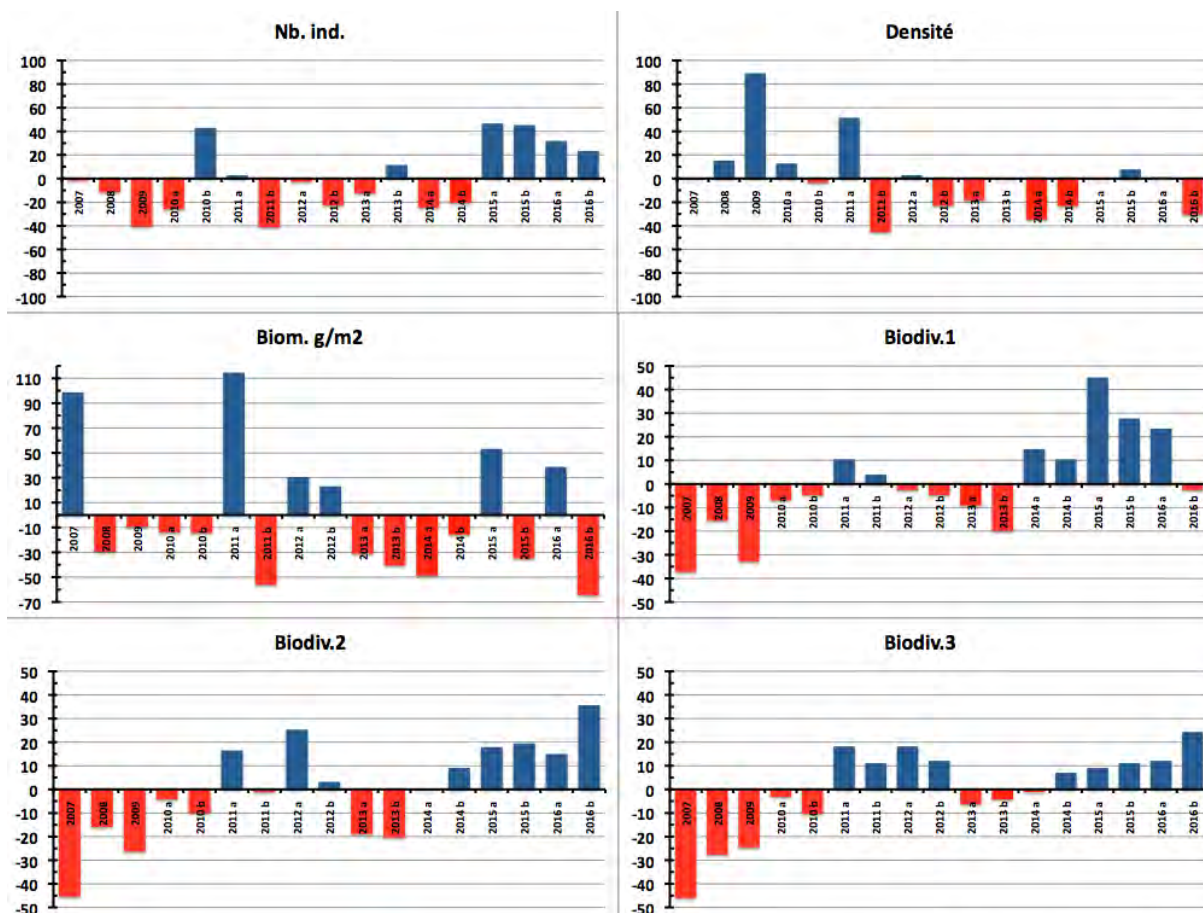


Figure n°88 : *Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST11)*



4.12 Station 12 = Ilot Ugo

Localisation géographique	Partie nord de la façade ouest du récif frangeant sous le vent de l'îlot Ugo (photographie 30).
Nombre transects	2 transects.
Description transects	Ils ont été positionnés à 5 et 13 mètres de profondeur, perpendiculairement à la pente du récif frangeant dans un alignement du nord-est vers le sud-ouest.
	Il n'y a que 2 transects car sous 14 m de profondeur, les constructions coralliennes deviennent de plus en plus restreintes (gros blocs rocheux et débris coralliens qui ont dévalés la pente). Puis, vers 17 m de profondeur, la pente sédimentaire, composée de sable et inclinée à 35°, peut être colonisée principalement par une grande variété d'holothuries (<i>Holothuria fuscopunctata</i>, <i>Bohadschia argus</i>, <i>Stichopus stichopus</i>, <i>S. variegatus</i>, <i>Thelenota ananas</i>). Ces dernières s'éparpillent à travers le substrat meuble et les quelques débris. Un transect à 20 m n'aurait donc pas été pertinent en termes de suivi (recouvrement biotique très faible et recouvrement corallien proche de nul). Le transect A est installé dans le haut du tombant récifal. Il est composé par de grandes colonies plurimétriques de <i>Porites</i>, d'<i>Acropora</i> branchus et <i>Lobophyllia corymbosa</i>. Cette dernière est disloquée et une partie s'est effondrée sur le niveau inférieur. Le reste des colonies coralliennes sont de taille décimétrique et les débris coralliens sont très nombreux. Deux grands couloirs d'effondrement traversent la pente récifale jusqu'au pied du 2^{ème} transect. Ces derniers sont parsemés par de multiples espèces de Fungiidae. Le niveau bathymétrique du transect B se caractérise par un recouvrement important de débris, de blocs coralliens sur du sable coquillé, avec un couloir d'effondrement sous le début du transect. Un massif corallien du genre <i>Goniopora</i> de taille pluri métrique s'étale sur les débris coralliens. Les autres colonies de madrépores sont de taille décimétrique et sont dispersées de manière éparse.

Description générale

Ce récif est soumis aux courants de marées et subi sur sa façade sud-est l'assaut des vagues dues aux alizés, alors que sa façade nord et nord-ouest est plus protégée.

La station est positionnée sur le front récifal du récif frangeant. Le platier récifal est large, arasé et peu colonisé par les coraux.

Le haut du tombant récifal est structuré en marches d'escalier délimitées par de grandes colonies de *Porites* sp.. Ce niveau bathymétrique est bien colonisé par les scléractiniaires de tailles hétérogènes (décimétrique à plurimétrique). Les massifs coralliens de forme massive se développent particulièrement en haut de récif jusqu'à mi pente, laissant la place au fur et à mesure aux coraux branchus. Cependant, la structure récifale présente deux couloirs d'effondrement avec par place de grandes accumulations de débris et de blocs coralliens. Ces derniers sont recouverts principalement par des corallines. De très nombreux Fungiidae (coraux libres) sont éparpillés et enchevêtrés à travers cette structure mouvante.

Caractéristiques principales

- ↗ Croissance de grandes colonies de *Porites* sp., *Lobophyllia corymbosa* et de grands massifs d'*Alveopora* sp, *Goniopora* sp. et *Acropora* spp.
- ↗ Le reste des colonies coralliennes sont de taille décimétrique (turn over important)
- ↗ Grande diversité et abondance des coraux libre (famille Fungiidae) qui affectionnent particulièrement ce substrat détritique
- ↗ Accumulation de débris importante sous le transect et en périphérie de la station (grands couloirs d'effondrement qui deviennent de plus en plus large)
- ↗ Mortalité corallienne, couloir d'effondrement et nombreux débris (lors des périodes dépressionnaires)
- ↗ Sédimentation importante de particules fines carbonatées en bas du tombant (début de pente sédimentaire)
- ↗ Recouvrement très important de *Sarcophyton* (alcyonaires)
- ↗ Recouvrement algal très faible
- ↗ Les spongiaires (*Cliona jullienei* et *C. orientalis*) sont relativement bien développées et colonisent les massifs coralliens vivants et les blocs coralliens





Variations entre avril et novembre 2016

Indicateur Corail :

- La biodiversité corallienne est stable et importante :

Octobre 2015 : 120 espèces coralliennes dont 111 espèces scléractiniaires

Avril 2016 : 119 espèces dont 110 espèces scléractiniaires

Novembre 2016 : 119 espèces dont 110 espèces scléractiniaires

- Le recouvrement corallien est de 32% au transect A et 16% en B

- Le blanchissement reste relativement stable du point de vue spécifique et a légèrement augmenté pour le recouvrement :

Octobre 2015 : 3/111 espèces de scléractiniaires et 0.5% de la surface totale observée

Avril 2016 : 11/110 espèces de scléractiniaires et 0.25% de la surface totale observée

Novembre 2016 : 11/110 espèces de scléractiniaires et 0.5% de la surface totale observée

- Lésions coralliennes : La maladie de la bande blanche affecte une colonie d'*Acropora* tabulaire en B. Les anciennes colonies malades sont mortes en place. Il y a également quelques anomalies de croissance sur des colonies de *Porites* en A. De plus, suite au blanchissement corallien du début d'année 2016 et aux dégradations mécaniques dus à Winston quelques colonies blanchies lors de la dernière mission sont mortes

- Dégradations mécaniques : les débris du couloir d'effondrement sont régulièrement remobilisés par la houle

Autres indicateurs :

- Cyanobactéries : recouvrement stable (niveau 2). Elles se développent principalement sur les débris coralliens remobilisés dans les couloirs d'effondrement

- Le turf algal se développe abondamment sur les débris coralliens et les colonies coralliennes mortes en place au fur et à mesure de leur dégradation

- Algue brune *Lobophora* : absentes, le recouvrement a diminué en A & B

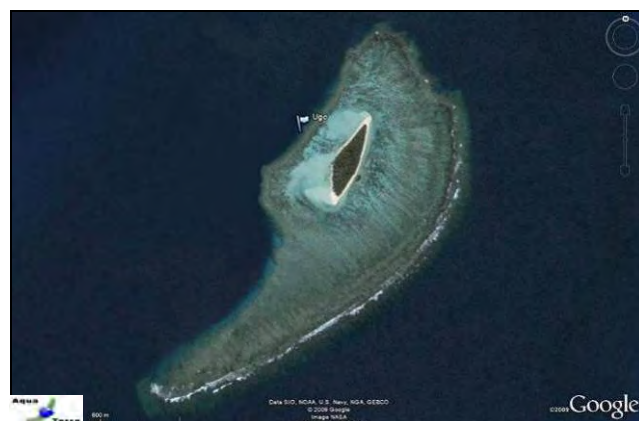
- Algue rouge *Asparagopsis taxiformis* : le recouvrement augmente en A & B (niveau 2). Le développement est saisonnier, le recouvrement peut être très important et varie énormément selon les saisons - caractère invasif de septembre à décembre

- *Cliona* (éponge) : recouvrement stable

Les corallivores :

- Absence des *Acanthaster planci* et des *Culcita novaeguineae*

- Absence de *Drupella cornus* (diminution en A)



Carte n°14 : Localisation de la station 12 (Ilot Ugo)



Photo n°30 : Position en surface par rapport à la côte (ST12)



Nombreux coraux branchus brisés et les débris coralliens qui forment des coulouirs d'effondrement de chaque côté des transects sur la pente sédimentaire



Photo n°31 : Vue d'ensemble des transects (ST12)

4.12.1 Le substrat (ST12)

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la [figure 89](#) pour le transect A et dans la [figure 90](#) pour le transect B.

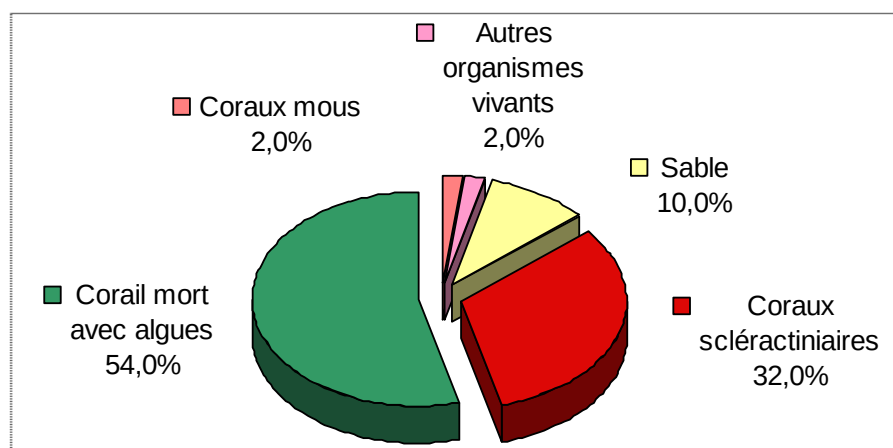


Figure n°89 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST12A

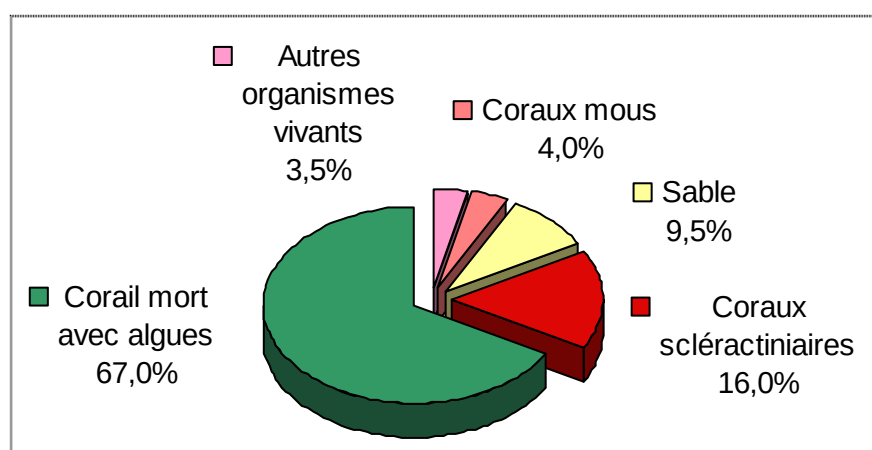


Figure n°90 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST12B

Les deux transects présentent des taux en coraux scléactiniaires vivants corrects, avec 32% et 16% respectivement chacun.

Le reste du substrat majoritaire fait une large part aux coraux morts recouverts d'algues (54% et 67%).

Le recouvrement est majoritairement biotique pour chaque transect (90% et 90,5%).

Absence des cyanobactéries et des coraux blancs aux 2 transects.

La station est globalement stable.

4.12.2 Le benthos (ST12)

La liste des taxons cibles (cf. § 3.2.3) échantillonnés sur cette station et la liste complète des résultats bruts sont données en [annexe 05](#).

En novembre 2016, la richesse spécifique de la station Ugo (ST12) est composée de :

- **119 espèces coralliennes** (dont 110 espèces de scléractiniaires, 3 espèces de millépores (sub massif, branchu et encroûtant), 3 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires, une espèce de stolonifère).
Les familles scléractiniaires (110 taxons au sein de 14 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (26 taxons), les Acroporidae (20 taxons), les Fungiidae (16 taxons), les Agariciidae (10 taxons), les Mussidae (7 taxons), les Dendrophylliidae (5 taxons), les Merulinidae (5 taxons), les Poritidae (5 taxons), les Pectiniidae (4 taxons), les Pocilloporidae (4 taxons), les Siderastreidae (3 taxons), les Astrocoeniidae (2 taxons), les Caryophylliidae (2 taxons), les Oculinidae (1 taxon).
Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Trachyphylliidae.
Le blanchissement corallien affecte 11/110 espèces de scléractiniaires (10%).
Le blanchissement visuel est de 0,5% de la surface totale observée.
- **53 espèces d'invertébrés** dont 17 espèces de mollusques ; 7 espèces de cnidaires : alcyonaires (3 taxons), zoanthaires (2 taxons), actiniaires (1 taxon), hydrozoaires (1 taxon) ; 17 espèces d'échinodermes : échinides (5 taxons), holothurides (5 taxons), astéries (4 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 7 espèces d'éponges ; 5 espèces d'ascidies.
- **8 espèces de macrophytes** : algues vertes (4 taxons), algues brunes (3 taxons), algues rouges (1 taxon).
- **1 espèce de cyanobactéries**.

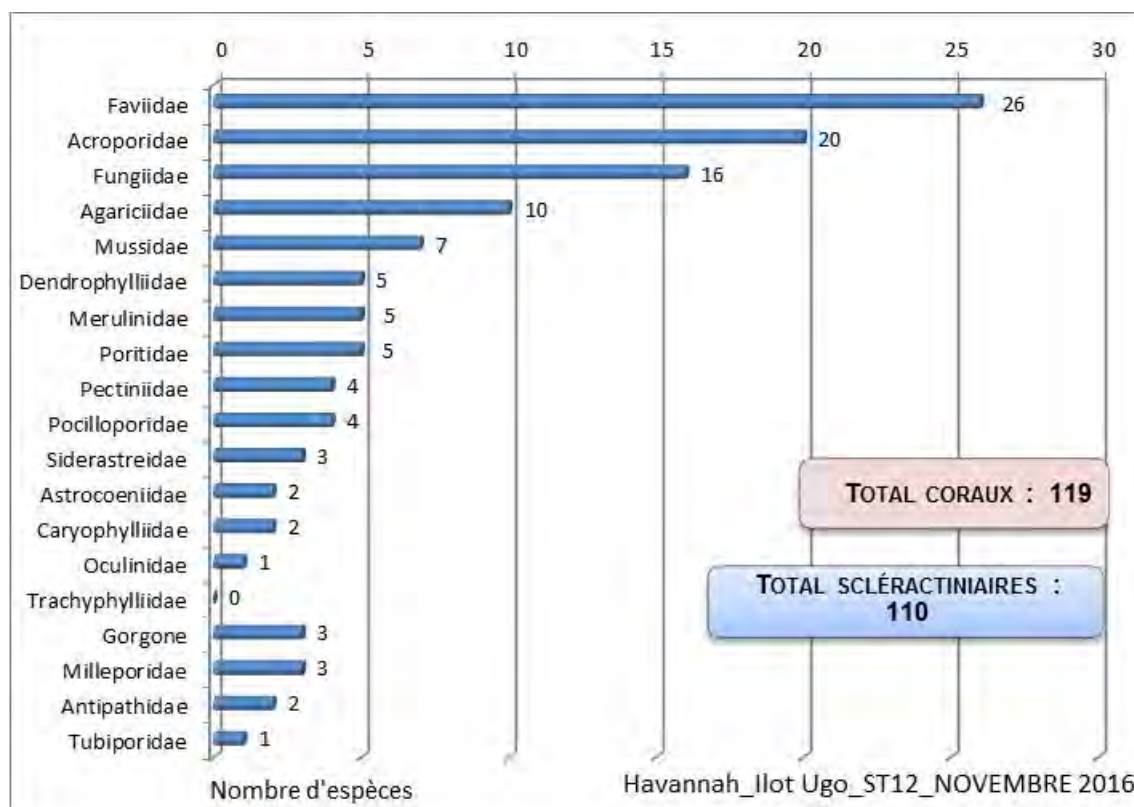


Figure n°91 : Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST12)

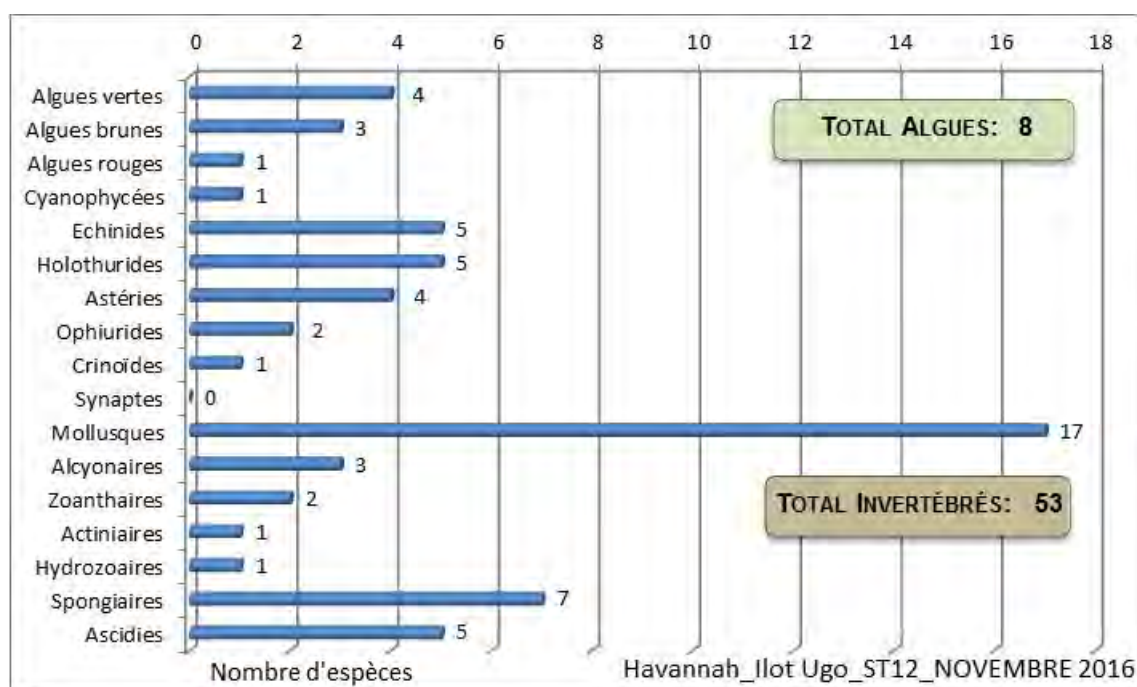


Figure n°92 : Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST12)

4.12.2.1 Benthos Transect 12 A

4.12.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST12A)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST12A est composée de 111 espèces coralliennes dont 103 espèces de scléractiniaires, 3 espèces de millépores (sub massif, branchu et encroûtant), 3 espèces de gorgones, une espèce d'antipathaire, une espèce de stolonifère.

Les familles scléractiniaires (103 taxons au sein de 14 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (26 taxons), les Acroporidae (20 taxons), les Fungiidae (15 taxons), les Agariciidae (8 taxons), les Mussidae (6 taxons), les Dendrophylliidae (5 taxons), les Merulinidae (5 taxons), les Poritidae (4 taxons), les Pectiniidae (3 taxons), les Pocilloporidae (3 taxons), les Siderastreidae (3 taxons), les Astrocoeniidae (2 taxons), les Caryophylliidae (2 taxons), les Oculinidae (1 taxon).

Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Trachyphylliidae.

Le blanchissement corallien affecte 11/103 espèces de scléractiniaires (10,7%).

Le blanchissement visuel est de 0,5% de la surface du couloir.

Tableau n°137 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST012A)

Evolution de la richesse spécifique des coraux*	Evolution de l'abondance	Blanchissement corallien
Nouvelle (s) espèce (s) recensée (s)	Augmentation d'abondance	Espèce (s) blanchie (s)
4 espèces : •Gorgone ind.sp. (2spp./+1spp.) (A2), •Caulastrea curvata (A1), •Scapophyllia cylindrica (A1), •Scolymia australis (A1).	5 espèces : •Favites halicora (A2/+ 1), •Leptastrea sp. (A2/+ 1), •Herpolitha limax (A2/+ 1), •Hydnophora rigida (A2/+ 1), •Psammocora profundacella (A2/+ 1).	11 espèces blanchies (10,7%) : ➢ 11 espèces précédemment blanchies (10,7%) : •Acropora (branchu) (2spp.B*, B2), •Acropora (tabulaire) (1spp.B*, B1), •Isopora palifera (B1), •Montipora spp. (1spp.B*, B1), •Fungia spp. (2spp.B*, B2), •Merulina ampliata (B1), •Pocillopora damicornis (B1), •Seriopora hystrix (B1), •Stylophora pistillata (B1) ; ➢ Aucune espèce nouvellement blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement

2 espèces : • <i>Leptoseris hawaiiensis</i> (A0/-1), • <i>Leptoseris yabei</i> (A0/-1).	2 espèces : • <i>Cirripathes</i> sp. (A1/- 1), • <i>Ctenactis</i> sp. (A1/- 1).	➤ une seule espèce a réintégré toutes ses zooxanthelles : • <i>Ctenactis</i> sp. (B- 1, øß) ; ➤ aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître ; ➤ une seule espèce a vu son blanchissement se réduire : • <i>Seriatopora hystrix</i> (ΔB- 1).

4.12.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST12A)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST12A est composée de :

- 44 espèces d'invertébrés dont 15 espèces de mollusques ; 6 espèces de cnidaires : alcyonaires (3 taxons), zoanthaires (2 taxons), actiniaires (1 taxon) ; 12 espèces d'échinodermes : échinides (4 taxons), holothurides (4 taxons), ophiurides (2 taxons), astéries (1 taxon), crinoïdes (1 taxon) ; 6 espèces d'éponges ; 5 espèces d'ascidies.
- 8 espèces de macrophytes : algues vertes (4 taxons), algues brunes (3 taxons), algues rouges (1 taxon).
- 1 espèce de cyanobactéries.

Tableau n°138 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST012A)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
5 nouvelles espèces d'algues recensées, dont 3 espèces d'algues brunes : • <i>Padina</i> sp. (A2), • <i>Sargassum</i> sp. (A2), • <i>Turbinaria ornata</i> (A2) ; et l'algue rouge : • <i>Asparagopsis taxiformis</i> (A2) ; et l'algue verte : • <i>Caulerpa</i> sp. (A1) ; Une espèce d'algue disparue, l'algue brune : • <i>Lobophora variegata</i> (A0/-2).	Aucune espèce d'algues n'augmente. Aucune espèce d'algues ne diminue.
Cyanobactéries	
☒	☒
Cnidaires	
4 nouvelles espèces de cnidaires recensées : ➤ pour les alcyonaires (1 espèce) : • <i>Nephthea</i> sp. (A2) ; ➤ pour les actiniaires (1 espèce) : • <i>Discosoma rhodostoma</i> (A2) ; ➤ pour les zoanthaires (2 espèces) : • <i>Zoanthidae</i> ind.sp. (A2), • <i>Palythoa tuberculosa</i> (A2).	Une espèce de cnidaires augmente d'abondance : ➤ pour les alcyonaires (1 espèce) : • <i>Sarcophyton</i> sp. (A5/+ 1).
Echinodermes	
4 nouvelles espèces d'échinodermes recensées : ➤ pour les échinides (1 espèce) : • <i>Diadema savignyi</i> (A1) ; ➤ pour les holothurides (2 espèces) : • <i>Holothuria atra</i> (A1), • <i>Holothuria fuscopunctata</i> (A1) ; ➤ pour les ophiurides (1 espèce) : • <i>Ophiomastix caryophyllata</i> (A2). Une espèce d'échinodermes disparue : ➤ pour les astéries (-1 espèce) : • <i>Fromia milleporrella</i> (A0/-1).	Une espèce d'échinodermes augmente d'abondance : ➤ pour les échinides (1 espèce) : • <i>Diadema setosum</i> (A2/+ 1).
Mollusques	
2 nouvelles espèces de mollusques recensées : ➤ pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Cerithium</i> sp. (A1) ; ➤ pour les nudibranches (1 espèce) : • <i>Phyllidiella pustulosa</i> (A1). 4 espèces de mollusques disparues : ➤ pour les gastéropodes (-4 espèce) : • <i>Conus arenatus</i> (A0/-1), • <i>Chicoreus brunneus</i> (A0/-2), • <i>Drupella cornus</i> (A0/-2), • <i>Tectus fenestratus</i> (A0/-1).	2 espèces de mollusques augmentent d'abondance : ➤ pour les bivalves (2 espèces) : • <i>Isognomon isognomon</i> (A3/+ 1), • <i>Pteria</i> sp. (A2/+ 1). 3 espèces de mollusques diminuent d'abondance : ➤ pour les bivalves (1 espèce) : • <i>Spondylus</i> sp. (A2/- 1) ; ➤ pour les gastéropodes (2 espèces) : • <i>Coralliophila violacea</i> (A2/- 1), • <i>Astraea rhodostoma</i> (A1/- 1).
Eponges	



Une nouvelle espèce d'éponges recensée : • <i>Spheciospongia vagabunda</i> (A2).	Une espèce d'éponges diminue d'abondance : • <i>Cliona orientalis</i> (A3/- 1).
Une espèce d'éponges disparue : • <i>Dysidea herbacea</i> (A0/-2).	
Ascidies	
2 nouvelles espèces d'ascidies recensées : • <i>Clavelina detorta</i> (A2), • <i>Polycarpa</i> sp1. (blanche) (A2).	Une espèce d'ascidies augmente d'abondance : • <i>Polycarpa aurita</i> (A3/+ 1).
Bryozoaires	
☒	☒

4.12.2.2 Benthos Transect 12 B

4.12.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST12B)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST12B est composée de 83 espèces coralliennes dont 76 espèces de scléractiniaires, une espèce de millépore (sub massif), 3 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires, une espèce de stolonifère.

Les familles scléractiniaires (76 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Fungiidae (16 taxons), les Faviidae (15 taxons), les Acroporidae (12 taxons), les Agariciidae (6 taxons), les Mussidae (6 taxons), les Poritidae (5 taxons), les Dendrophylliidae (4 taxons), les Pocilloporidae (4 taxons), les Pectiniidae (3 taxons), les Siderastreidae (2 taxons), les Astrocoeniidae (1 taxon), les Merulinidae (1 taxon), les Oculinidae (1 taxon).

Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Caryophylliidae, des Trachyphylliidae.

Le blanchissement corallien affecte 7/76 espèces de scléractiniaires (9,2%).

Le blanchissement visuel est de 0,5% de la surface du couloir.

Tableau n°139 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les coraux* (ST012B)

Evolution de la richesse spécifique des coraux*	Evolution de l'abondance	Blanchissement corallien
Nouvelle (s) espèce (s) recensée (s)	Augmentation d'abondance	Espèce (s) blanchie (s)
2 espèces : • <i>Lobophyllia pachysepta</i> (A1), • <i>Psammocora profundacella</i> (A1).	Une seule espèce : • <i>Montipora tuberculosa</i> (A2/+ 1)	7 espèces blanchies (9,2%) : > 2 espèces précédemment blanchies (2,6%) : • <i>Montipora</i> spp. (1spp.B*, B1), • <i>Fungia</i> spp. (1spp.B*, B2) ; > 5 espèces nouvellement blanchies (6,6%) : • <i>Acropora</i> (branchu) (2spp.B*, B1, N), • <i>Acropora</i> (tabulaire) (B1, N), • <i>Seriatopora hystrix</i> (B1, N), • <i>Stylophora pistillata</i> (B1, N).
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
2 espèces : • <i>Stylocoeniella guentheri</i> (A0/-1), • <i>Favia rotundata</i> (A0/-1).	4 espèces : • <i>Astreopora gracilis</i> (A1/- 1), • <i>Montipora danae</i> (A1/- 1), • <i>Echinopora gemmacea</i> (A1/- 1), • <i>Cycloseris cyclolites</i> (A1/- 1).	> une seule espèce a réintégré toutes ses zooxanthelles : • <i>Pocillopora verrucosa</i> (B- 1, øß) ; > une seule espèce a vu son blanchissement s'accroître : • <i>Fungia</i> spp.) (ΔB+ 1) ; > aucune espèce n'a vu son blanchissement se réduire.

4.12.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST12B)

En novembre 2016, la richesse spécifique du transect ST12B est composée de :

- 42 espèces d'invertébrés dont 11 espèces de mollusques ; 7 espèces de cnidaires : alcyonaires (3 taxons), zoanthaires (2 taxons), actiniaires (1 taxon), hydrozoaires (1 taxon) ; 13 espèces d'échinodermes : holothurides (5 taxons), astéries (3 taxons), échinides (2 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 7 espèces d'éponges ; 4 espèces d'ascidies.

- 6 espèces de macrophytes : algues vertes (3 taxons), algues brunes (2 taxons), algues rouges (1 taxon).

- 1 espèce de cyanobactéries.



Tableau n°140 : Variations entre avril et novembre 2016 : Les biocénoses* (ST012B)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
4 nouvelles espèces d'algues recensées, dont 2 espèces d'algues brunes : • <i>Padina</i> sp. (A2), • <i>Sargassum</i> sp. (A2) ; et l'algue rouge : • <i>Asparagopsis taxiformis</i> (A2) ; et l'algue verte : • <i>Chlorodesmis fastigiata</i> (A1) ; Une espèce d'algue disparue, l'algue brune : • <i>Lobophora variegata</i> (A0/-2).	Aucune espèce d'algues n'augmente. Une espèce d'algue diminue, dont l'algue verte : • <i>Codium</i> sp. (A1/- 1).
Cyanobactéries	
☒	☒
Cnidaires	
3 nouvelles espèces de cnidaires recensées : > pour les alcyonaires (1 espèce) : • <i>Nephthea</i> sp. (A2) ; > pour les actiniaires (1 sp) : • <i>Discosoma rhodostoma</i> (A2) ; > pour les zoanthaires (1 espèce) : • <i>Zoanthidae</i> ind.sp. (A2).	☒
Echinodermes	
4 nouvelles espèces d'échinodermes recensées : > pour les astéries (1 espèce) : • <i>Fromia indica</i> (A1) ; > pour les holothurides (3 espèces) : • <i>Actinopyga palauensis</i> (A1), • <i>Holothuria fuscopunctata</i> (A1), • <i>Thelenota anax</i> (A1). Une espèce d'échinodermes disparue : > pour les échinides (-1 espèce) : • <i>Diadema savignyi</i> (A0/-1).	Une espèce d'échinodermes augmente d'abondance : > pour les échinides (1 espèce) : • <i>Diadema setosum</i> (A2/+ 1). Une espèce d'échinodermes diminue d'abondance : > pour les crinoïdes (1 espèce) : • <i>Crinoïdes</i> ind. (A2/- 1).
Mollusques	
2 nouvelles espèces de mollusques recensées : > pour les bivalves (1 espèce) : • <i>Pteria</i> sp. (A2) ; > pour les nudibranches (1 sp) : • <i>Halgerda johnsonorum</i> (A1) 7 espèces de mollusques disparues : > pour les gastéropodes (-6 espèce) : • <i>Cerithium</i> sp. (A0/-1), • <i>Conus miles</i> (A0/-1), • <i>Conus textile</i> (A0/-1), • <i>Drupa morum</i> (A0/-2), • <i>Lambis lambis</i> (A0/-1), • <i>Lambis scorpius</i> (A0/-1) ; > pour les nudibranches (-1 espèce) : • <i>Risbecia tryoni</i> (A0/-2).	Une espèce de mollusques diminue d'abondance : > pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Astraea rhodostoma</i> (A1/- 1).
Éponges	
☒	Une espèce d'éponges augmente d'abondance : • <i>Cymbastella cantharella</i> (A2/+ 1). 2 espèces d'éponges diminuent d'abondance : • <i>Hamigera strongylata</i> (A1/- 1), • <i>Spongiaires</i> ind. (noire) (A2/- 1).
Ascidies	
2 nouvelles espèces d'ascidies recensées : • <i>Polycarpa cryptocarpa</i> (A2), • <i>Polycarpa</i> sp1. (blanche) (A2). Une espèce d'ascidies disparue : • <i>Polycarpa clavata</i> (A0/-1).	☒
Bryozoaires	
☒	☒

4.12.3 Les poissons (ST12)

La liste des espèces observées¹⁹ sur les transects et les résultats bruts sont fournis dans le [tableau 141](#).

Tableau n°141 : *Données sur les poissons (ST12)*

Ugo ST12		Transect			Transect			Station		
		A			B			Moyenne		
Fam	Espèces	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom
Aca	<i>Ctenochaetus cyanocheilus</i>	1	0,01	0,35				0,50	0,01	0,17
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	2	0,02	0,69	2	0,04	0,80	2,00	0,03	0,75
Aca	<i>Zebrasoma scopas</i>	1	0,01	0,20				0,50	0,01	0,10
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	2	0,02	0,09				1,00	0,01	0,04
Cha	<i>Chaetodon auriga</i>	2	0,02	0,14				1,00	0,01	0,07
Cha	<i>Chaetodon baronessa</i>	2	0,02	0,14				1,00	0,01	0,07
Cha	<i>Chaetodon bennetti</i>	1	0,01	0,07				0,50	0,01	0,03
Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	2	0,02	0,09				1,00	0,01	0,04
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	3	0,03	0,08	3	0,06	0,15	3,00	0,05	0,11
Cha	<i>Heniochus monoceros</i>	1	0,01	0,10				0,50	0,01	0,05
Cha	<i>Heniochus singularus</i>	1	0,01	0,35				0,50	0,01	0,17
Epi	<i>Cephalopholis boenak</i>	1	0,01	0,15				0,50	0,01	0,07
Lab	<i>Gomphosus varius</i>	1	0,01	0,10				0,50	0,01	0,05
Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>				1	0,02	1,10	0,50	0,01	0,55
Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>	3	0,03	0,08				1,50	0,02	0,04
Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	4	0,04	0,17	3	0,06	0,41	3,50	0,05	0,29
Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>	2	0,02	0,40	2	0,04	0,80	2,00	0,03	0,60
Poc	<i>Centropyge bicolor</i>				2	0,04	0,05	1,00	0,02	0,03
Poc	<i>Centropyge tibicen</i>				3	0,06	0,08	1,50	0,03	0,04
Poc	<i>Pygoplites diacanthus</i>	1	0,01	0,35				0,50	0,01	0,17
Pom	<i>Abudefduf sexfasciatus</i>	5	0,05	0,22				2,50	0,03	0,11
Pom	<i>Abudefduf whitleyi</i>	8	0,08	0,35				4,00	0,04	0,17
Pom	<i>Chromis fumea</i>	20	0,20	0,26				10,00	0,10	0,13
Pom	<i>Chromis viridis</i>	25	0,25	0,14				12,50	0,13	0,07
Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>	5	0,05	0,03	7	0,14	0,08	6,00	0,10	0,05
Pom	<i>Dascyllus aruanus</i>	6	0,06	0,03	10	0,20	0,11	8,00	0,13	0,07
Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>				15	0,30	0,16	7,50	0,15	0,08
Pom	<i>Pomacentrus aurifrons</i>				30	0,60	0,32	15,00	0,30	0,16
Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>	5	0,05	0,06	4	0,08	0,04	4,50	0,07	0,05
Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>	4	0,04	0,80				2,00	0,02	0,40
Sca	<i>Scarus flavipectoralis</i>	3	0,03	0,60				1,50	0,02	0,30
Sca	<i>Scarus globiceps</i>	1	0,01	0,35				0,50	0,01	0,17
Sca	<i>Scarus longipinnis</i>	1	0,01	0,68				0,50	0,01	0,34
Sca	<i>Scarus niger</i>	2	0,02	0,69	1	0,02	0,53	1,50	0,02	0,61
Scr	<i>Pterois volitans</i>				1	0,02	0,14	0,50	0,01	0,07
Sig	<i>Siganus fuscescens</i>	4	0,04	1,38				2,00	0,02	0,69
Total		119	1,19	9,09	84	1,68	4,77	101,5	1,44	6,93
Biodiversité		30			14			36		
Indice de Shannon =		4,337								
Equitabilité =		0,839								

¹⁹ Données par rapport à la liste restreinte du cahier des charges, cf. [annexe 01](#).

Sur l'ensemble des transects de la station, 203 individus appartenant à 36 espèces différentes ont pu être observés. Ils représentent une densité de 1.44 poissons/m² pour une biomasse de 6.93 g/m².

88 espèces complémentaires (e.g. hors des transects et hors liste restreinte [en rouge]) ont été observées sur la station (cf. [tableau 142](#)).

Tableau n°142 : Liste des espèces complémentaires (ST12)

Fam	Espèces	Fam	Espèces	Fam	Espèces
Aca	<i>Acanthurus nigricans</i>	Epi	<i>Cephalopholis boenak</i>	Poc	<i>Centropyge bicolor</i>
Aca	<i>Acanthurus nigricauda</i>	Epi	<i>Epinephelus merra</i>	Poc	<i>Centropyge tibicen</i>
Aca	<i>Ctenochaetus cyanocheilus</i>	Epi	<i>Plectropomus laevis</i>	Poc	<i>Pygoplites diacanthus</i>
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	Lab	<i>Cheilinus trilobatus</i>	Pom	<i>Abudefduf sexfasciatus</i>
Aca	<i>Naso unicornis</i>	Lab	<i>Cirrhitilabrus punctatus</i>	Pom	<i>Abudefduf whitleyi</i>
Aca	<i>Zebrasoma scopas</i>	Lab	<i>Coris gaimard</i>	Pom	<i>Amblyglyphidodon orbicularis</i>
Aca	<i>Zebrasoma veliferum</i>	Lab	<i>Epibulus insidiator</i>	Pom	<i>Chromis amboinensis</i>
Apo	<i>Apogon doederleini</i>	Lab	<i>Gomphosus varius</i>	Pom	<i>Chromis fumea</i>
Apo	<i>Cheilodipterus artus</i>	Lab	<i>Halichoeres argus</i>	Pom	<i>Chromis leucura</i>
Apo	<i>Cheilodipterus macrodon</i>	Lab	<i>Halichoeres prosopoeion</i>	Pom	<i>Chromis viridis</i>
Apo	<i>Cheilodipterus quinquelineatus</i>	Lab	<i>Hemigymnus fasciatus</i>	Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>
Apo	<i>Ostorhinchus aureus</i>	Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>	Pom	<i>Dascyllus aruanus</i>
Apo	<i>Ostorhinchus capricornis</i>	Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>	Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>
Apo	<i>Ostorhinchus compressus</i>	Lab	<i>Labropsis australis</i>	Pom	<i>Neoglyphidodon nigroris</i>
Aul	<i>Aulostomus chinensis</i>	Lab	<i>Pseudodax moluccanus</i>	Pom	<i>Pomacentrus aurifrons</i>
Bal	<i>Sufflamen chrysopteron</i>	Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	Let	<i>Lethrinus atkinsoni</i>	Pom	<i>Pomacentrus nagasakiensis</i>
Cac	<i>Triaenodon obesus</i>	Lut	<i>Lutjanus bohar</i>	Pom	<i>Pomacentrus philippinus</i>
Cha	<i>Chaetodon auriga</i>	Lut	<i>Lutjanus ehrenbergii</i>	Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>
Cha	<i>Chaetodon baronessa</i>	Lut	<i>Lutjanus fulvus</i>	Sca	<i>Scarus chameleon</i>
Cha	<i>Chaetodon bennetti</i>	Mon	<i>Oxymonacanthus longirostris</i>	Sca	<i>Scarus flavipectoralis</i>
Cha	<i>Chaetodon ephippium</i>	Mul	<i>Parupeneus barberinoides</i>	Sca	<i>Scarus globiceps</i>
Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	Mul	<i>Parupeneus crassilabris</i>	Sca	<i>Scarus longipinnis</i>
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	Mul	<i>Parupeneus cyclostomus</i>	Sca	<i>Scarus niger</i>
Cha	<i>Chaetodon speculum</i>	Mul	<i>Parupeneus spilurus</i>	Sca	<i>Scarus rivulatus</i>
Cha	<i>Chaetodon ulietensis</i>	Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>	Scr	<i>Pterois volitans</i>
Cha	<i>Chaetodon unimaculatus</i>	Pin	<i>Parapercis millepunctata</i>	Sig	<i>Siganus doliatus</i>
Cha	<i>Heniochus monoceros</i>	Pin	<i>Parapercis xanthozona</i>	Sig	<i>Siganus fuscescens</i>
Cha	<i>Heniochus singularus</i>	Ple	<i>Assessor macneilli</i>	Syn	<i>Saurida gracilis</i>
Das	<i>Dasyatis kuhlii</i>				

Le nombre d'espèces pour chaque famille depuis 2009 est donné dans le [tableau 143](#) et spécifiquement pour cette campagne sur la [figure 93](#).

Si la comparaison du nombre d'espèces par famille entre les années 2009 – à cette campagne est effectuée (cf. [tableau 144](#)), sous l'angle de vue de ce critère toutes les campagnes sont similaires.

Tableau n°143 : Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille » depuis 2009 (ST12)

L'hypothèse nulle Ho :	Test	χ^2 obs	ddl	χ^2 à 0,95	nb de familles
« Les colonnes sont elles identiques ? »	χ^2	194	294	358	11/22

Tableau n°144 : *Nombre d'espèces par famille ichthyologique par mission (ST12)*

Familles	2007	2008	2009	2010 a	2010 b	2011 a	2011 b	2012 a	2012 b	2013 a	2013 b	2014 a	2014 b	2015 a	2015 b	2016 a	2016 b
Acanthuridae	Pas d'échantillonnage		3	4	2	1	2	2	2	4	3	3	3	2	2	2	3
Anthiinae			0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Blenniidae			2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	0	0	1	1	1
Caesionidae			1	0	1	1	0	2	2	1	1	2	2	2	2	0	0
Canthigasteridae			1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0
Carangidae			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chaetodontidae			3	6	0	7	2	2	2	2	3	2	3	3	1	2	7
Epinephelinae			2	2	0	3	2	3	4	3	3	2	2	3	1	2	1
Gobiidae			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Haemulidae			0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Labridae			2	5	3	4	3	3	3	4	6	4	4	4	2	3	4
Lethrinidae			0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Lutjanidae			0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Microdesmidae			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Mullidae			0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0
Nemipteridae			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pomacanthidae			2	4	4	3	3	4	4	1	4	3	3	3	4	3	3
Pomacentridae			5	8	5	5	6	7	7	3	7	6	6	8	8	8	9
Pseudochromidae			0	0	0	0	0	0	1	8	1	1	0	0	0	0	0
Scaridae			1	1	1	2	2	2	2	0	3	3	2	2	2	5	5
Scorpaenidae			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Siganidae			0	2	0	0	0	2	0	3	2	0	0	0	0	0	1
Total espèces			23	41	18	30	25	32	32	35	37	28	28	30	26	28	36
Total familles			11	15	8	12	11	13	13	14	14	11	11	11	12	10	11

Le récapitulatif des résultats en terme de :

- d'abondance (nombre d'individus, transects/liste restreinte),
- de densité (en poisson/m², transects/liste restreinte),
- de biomasse (en g/m², transects/liste restreinte),
- de biodiversité 1 (espèces observées sur les transects et de la liste restreinte),
- de biodiversité 2 (espèces observées sur la station (transects + complémentaires) et de la liste restreinte),
- de biodiversité 3 (toutes les espèces observées sur la station (transects + complémentaires / liste non restreinte)),

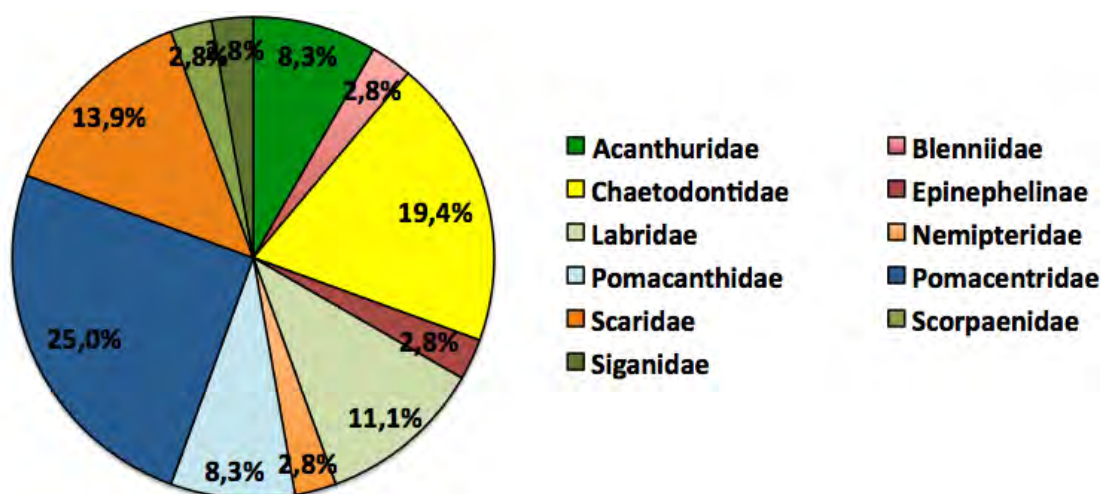
pour toutes les campagnes depuis 2007 sont présentés dans le [tableau 145](#) et la [figure 94](#).

L'écart relatif à la moyenne [$Er_i = (X_i - X_m) / X_m$] pour ces paramètres biologiques peut alors être calculé : cf. [tableau 146](#) et représentation [figure 95](#).

Tableau n°145 : *Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST12)*

	Nb ind.	Densité	Biom.	Biodiv.1	Biodiv.2	Biodiv.3
Variance	11 381,6	0,9	7 683,0	31,8	65,6	104,6
Ecart type	106,68	0,97	87,65	5,64	8,10	10,23
Moyenne	147,20	2,07	82,56	30,20	50,40	81,73
Coef. de Var.	0,72	0,47	1,06	0,19	0,16	0,13



Figure n°93 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST12)Tableau n°146 : Synopsis des résultats et récapitulatif des années précédentes (ST12)

Ugo ST12		Liste DENV				Toutes espèces	
		Transect TLV				Station	Station
		Nb. ind.	Densité	Biom. g/m ²	Biodiv.1	Biodiv.2	Biodiv.3
2016 b	Transect A	119,00	1,19	9,09	30		
	Transect B	84,00	1,68	4,77	14		
	Moy. ABC	101,50	1,44	6,93	36	59	88
2016 a	Moy. ABC	204,00	2,59	42,45	28	52	80
2015 b	Moy. ABC	269,00	2,34	191,45	26	57	87
2015 a	Moy. ABC	171,00	2,15	46,44	30	60	91
2014 b	Moy. ABC	139,00	1,54	189,24	28	52	94
2014 a	Moy. ABC	90,50	1,13	71,86	28	55	91
2013 b	Moy. ABC	147,00	2,13	94,55	37	58	82
2013 a	Moy. ABC	115,50	1,60	57,85	35	52	86
2012 b	Moy. ABC	122,50	1,46	49,33	32	48	81
2012 a	Moy. ABC	114	1,40	326,70	32	46	75
2011 b	Moy. ABC	48,00	0,60	14,42	25	48	80
2011 a	Moy. ABC	115,50	2,36	79,86	30	43	81
2010 b	Moy. ABC	108	1,44	13,93	18	28	50
2010 a	Moy. ABC	93,00	3,01	63,58	41	58	90
2009	Moy. ABC	100,50	3,49	73,03	23	40	70
2008	Moy. ABC	Pas d'échantillonnage					
2007	Moy. ABC						

Commentaires :

- La densité, la biomasse sont à des valeurs habituelles inférieures à la moyenne. Les bancs de *Caesio caerulaurea* et de *C. marri* ont disparu.
- Les paramètres de biodiversité sont inchangés et voisins de la moyenne.
- L'ichtyofaune de cette station est toujours la plus pauvre des stations du canal de la Havannah.

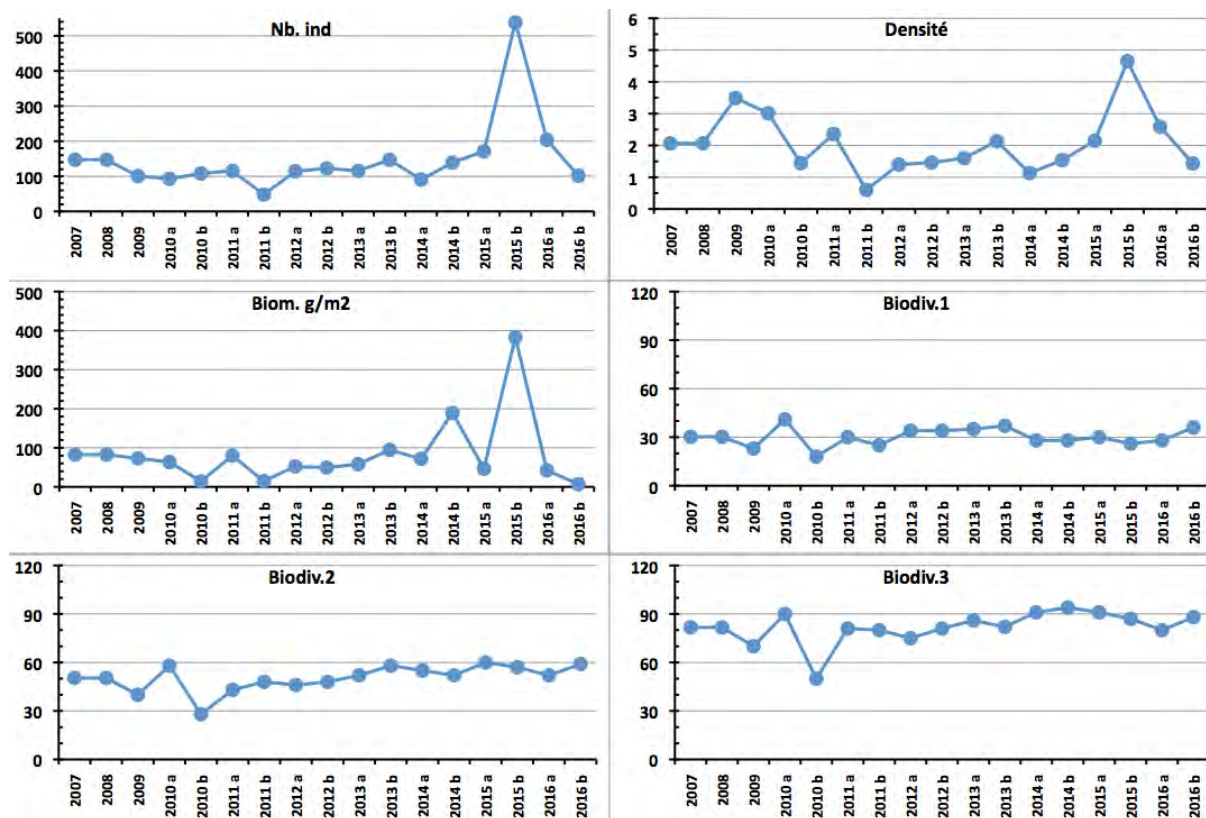


Figure n°94 : Evolution des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2009 (ST12)

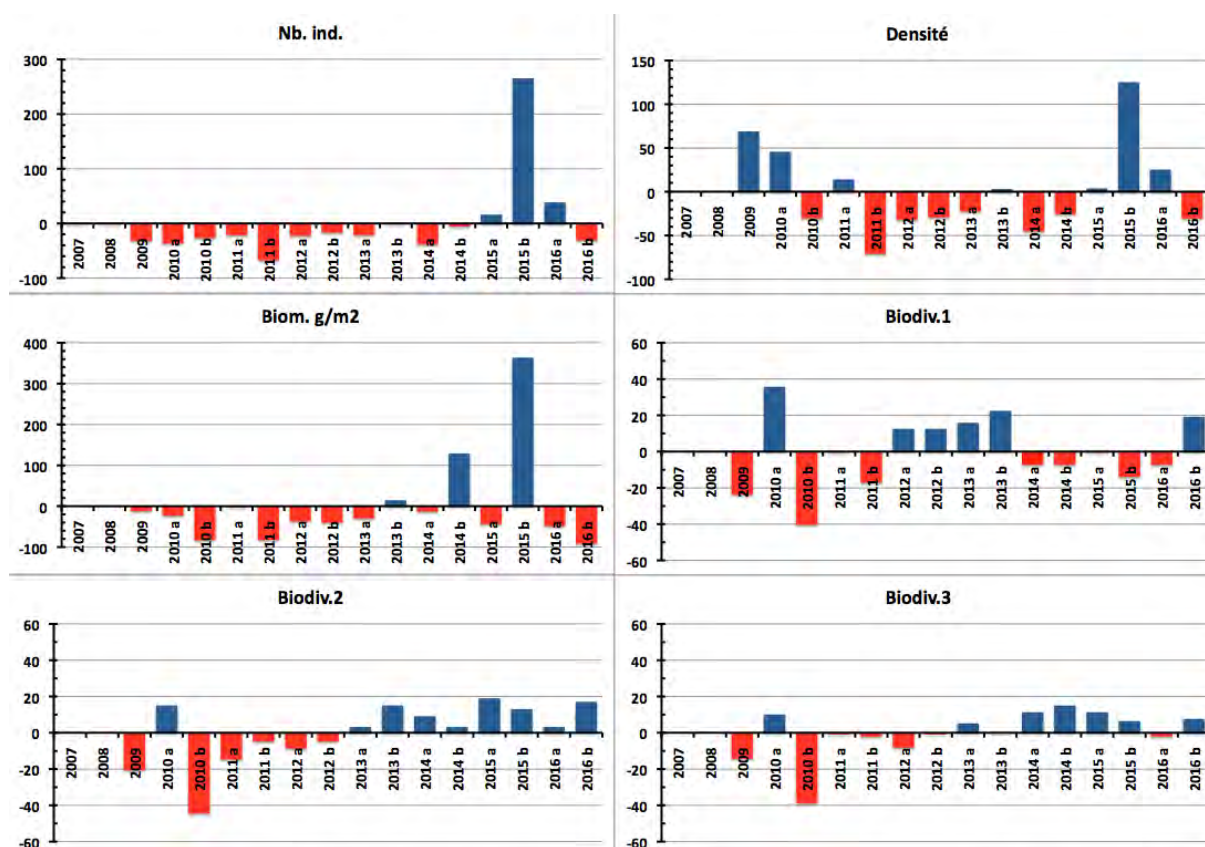


Figure n°95 : Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2009 (ST12)

5 Résultats généraux / Synthèse

Les cartes 15 et 16 présentent la synthèse des résultats bruts pour cette mission à chaque station, à savoir :

- pour le substrat : le pourcentage de recouvrement de 3 composantes clés : la partie abiotique et les coraux puis le reste (c'est-à-dire, les macrophytes, invertébrés, autres coraux, etc. regroupés sous « macrophytes & invertébrés »), ces deux groupes formant la partie biotique,
- pour les communautés benthiques : la richesse taxonomique (nombre d'espèces) des 3 groupes clés : les macrophytes et les invertébrés, les coraux scléractiniaires et les autres coraux,
- pour la faune ichtyologique : la diversité spécifique (nombre d'espèces observées, liste restreinte), la densité (nb. individus/m²) et la biomasse (g/m²).

Les résultats bruts de chaque thème sont détaillés par ailleurs ci-dessous.

5.1 Substrat

Les pourcentages de recouvrement du substrat, pour toutes les catégories, sont présentés dans le tableau a en annexe 04 (résultats par transect pour toutes les stations).

Le tableau b en annexe 04 et la figure 96 ci-dessous, récapitulent les pourcentages de couverture du substrat aux différents transects de chaque station pour :

- ↳ la partie biotique, qui est divisée en deux groupes : les coraux scléractiniaires et le reste (c'est-à-dire, les macrophytes, invertébrés, autres coraux, etc. regroupés sous « macrophytes & invertébrés »),
- ↳ la partie abiotique.

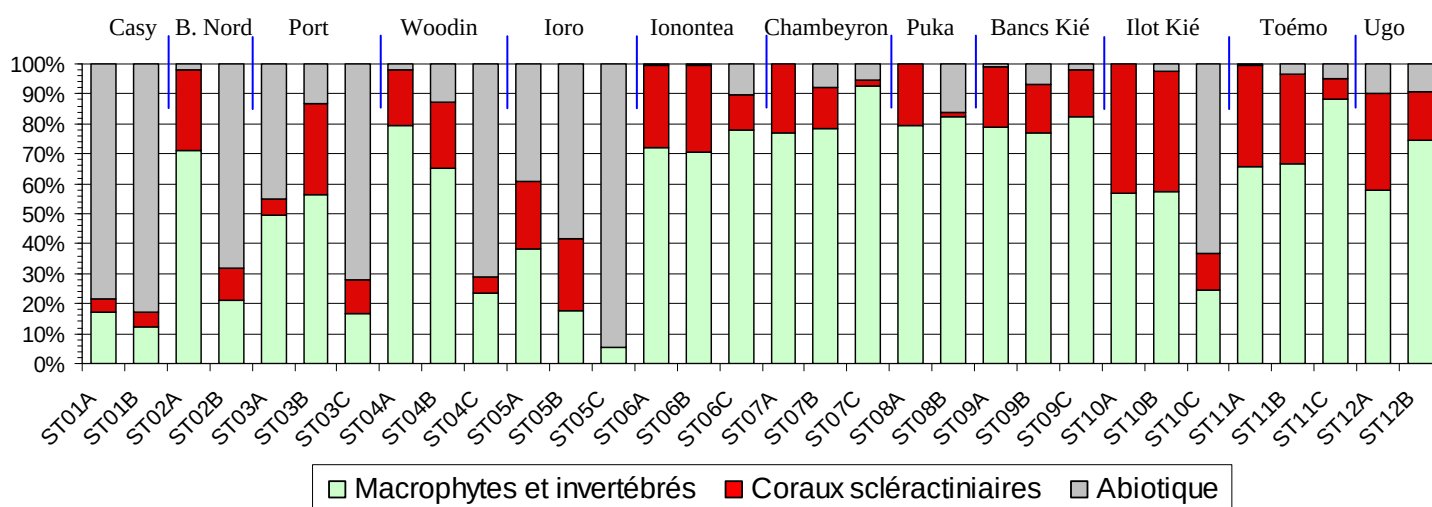


Figure n°96 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat partie biotique/abiotique

Les stations situées en baie de Prony et canal Woodin (à l'exception notable des transects ST02A, ST03B et ST04A&B) ont globalement un substrat à majorité abiotique (moyenne de plus de 69%). Ces stations avaient cependant un taux de recouvrement corallien (21.2% en octobre 2015) toujours en légère hausse par rapport aux missions antérieures (11.6% au plus bas en juin 2009). Lors de la mission précédente (avril 2016), du fait d'un blanchissement important suivi d'une mortalité conséquente sur les 2 transects hauts de la ST02 (Creek baie nord) et de la ST04 (Woodin) (respectivement -21% et -23.5%), la moyenne de la zone avait chuté à 15.6% (comme en octobre 2011). Le phénomène s'est arrêté mais quelques colonies blanches sont mortes postérieurement à la mission et la moyenne en recouvrement corallien est à 14.1% (comme entre mars et octobre 2011).

Les baisses de cette mission sont les suites à long terme du phénomène de blanchissement du début d'année 2016. L'état de santé de la majorité des stations est cependant stable voire en légère augmentation par rapport à la mission précédente (avril 2016), ce qui laisse supposer que les dégradations sont terminées et que le récif va progressivement se rétablir (résilience), en l'absence d'autre stress.

Les stations (et les transects dans chaque station) dans le canal de la Havannah sont très diversifiés. Il ressort

cependant une dominance du substrat biotique (excepté pour le transect C de la station ST05 qui est installé sur une pente sédimentaire composée principalement de sable coquillé et pour le transect ST10C qui est positionné en bas de tombant récifal sur le début de la pente sédimentaire). Ainsi, l'abiotique représente seulement 15.3% en moyenne du recouvrement. La moyenne du taux de recouvrement corallien dans le canal de la Havannah augmente très légèrement pour dépasser les 20% (20.06%).

C'était le transect A de la station ST02 (Creek baie nord) qui présentait, régulièrement, le plus fort taux de recouvrement corallien scléractiniaire. Du fait de l'épisode de blanchissement du début d'année 2016, le classement a été modifié. Pour cette mission, comme en avril 2016, c'est la station ST10 (îlot Kié, dans la réserve Merlet) (43% et 40% pour les 2 premiers transects) qui est en tête.

Les variations de recouvrement sur la globalité de la zone d'étude sont à une échelle infime en général et après les perturbations enregistrées en avril 2016, les stations retrouvent une certaine stabilité.

Tous les transects les plus profonds ont un taux de recouvrement biotique significativement plus bas que sur les transects supérieurs.

5.2 Benthos

Les résultats bruts (listing et abondance) du dénombrement du benthos, sont présentés en [annexe 05](#) (résultats par transect pour toutes les stations).

5.2.1 Biodiversité du benthos : généralités

5.2.1.1 Les contraintes en termes de potentiel « indicateur » et « réactivité »

Afin d'évaluer les dégradations éventuelles de la zone sous l'influence potentielle du projet Vale Nouvelle-Calédonie, une étude sur la biodiversité et l'abondance des biocénoses benthiques est réalisée sur 12 stations réparties en baie de Prony, canal Woodin et canal de la Havannah.

Cette étude doit permettre :

- 1) D'évaluer la variabilité naturelle et la vulnérabilité : la diversité et l'abondance renseignent sur la vulnérabilité du site et l'adaptation des espèces aux différents biotopes. L'ensemble des espèces benthiques est suivi car tous les taxons peuvent selon le contexte devenir une espèce invasive ;
- 2) D'effectuer une synthèse comparative de l'état des stations et de leur évolution dans le temps et l'espace : la comparaison des données dans le temps, permet d'évaluer la variabilité naturelle (saisonnalité, turn over, événements exceptionnels) et d'appréhender de potentielles perturbations anthropiques ;
- 3) De suivre dans le temps les effets potentiels des activités industrielles de Vale Nouvelle-Calédonie : l'objectif principal est d'évaluer les effets potentiels des activités industrielles de Vale Nouvelle-Calédonie et de tirer une sonnette d'alarme, le plus rapidement possible dans le cas de perturbations anthropiques.

Pour ce faire, l'ensemble des biocénoses benthiques (fixes et mobiles) sont inventoriées depuis 2007 et plusieurs **indicateurs** particulièrement suivis :

Certaines espèces dites « **espèces cibles** » permettent selon leur variation d'abondance d'évaluer l'état de santé du milieu. En effet, la présence des invertébrés mobiles (astéries, échinides, holothuries, mollusques...), est un indicateur du fonctionnement de l'écosystème. Cependant, l'absence ou la diminution d'abondance des invertébrés mobiles d'une mission à une autre n'est pas un indicateur de dégradation environnementale. Leur absence peut être momentanée et n'est pas synonyme de dégradation ou de mortalité car leur mobilité leur permet de migrer du couloir d'inventaire pour rechercher de la nourriture ou un abri ...

Les observations **d'organismes morts** permettent de donner une alerte mais elles sont peu fréquentes car ils sont rapidement consommés dans la chaîne alimentaire.

Les proliférations d'espèces corallivores sont bien entendu un indicateur du dérèglement de l'écosystème mais cette manifestation n'est pas forcément la source initiale des perturbations.

Les espèces exogènes et les espèces envahissantes sont également recherchées quelle que soit l'embranchement. Quelques espèces mobiles (particulièrement les corallivores pour les gastéropodes et les astéries) ont été sélectionnées comme espèces cibles et caractérisent si leur abondance est excessive des perturbations récifales (Gastéropodes : *Drupella cornus*, *Coralliophila violacea* ; Astéries : *Acanthaster planci*, *Culcita novaeguineae*, Spongiaires : *Cliona orientalis* et *C. jullieni* ; Cyanobactéries...). Mais encore une fois, tous les taxons peuvent selon le contexte devenir une espèce invasive (espèce envahissante exogène).

Ce suivi est donc un **suivi à long terme** : l'étude des biocénoses benthiques mobiles doit être appréhendée sur plusieurs périodes de suivi ou de manière complémentaire suite à une dégradation de l'habitat (étude des coraux).

Cependant, la **variabilité saisonnière des macrophytes** est importante et chaque groupe algal a un rythme de développement spécifique durant l'année. De ce fait, la périodicité d'échantillonnage semestrielle des relevés de suivi biologique n'est pas adaptée aux cycles de développement des macrophytes car les valeurs maximales et minimales de diversité et de recouvrement ne sont pas forcément prises en compte. Les proliférations de macroalgues dans les écosystèmes littoraux des zones tropicales et subtropicales sont une menace sérieuse pour la diversité biologique de ces milieux. Typiquement une croissance excessive des algues est le résultat d'une variété insuffisante d'animaux consommateurs d'algues et/ou de nutriments excessifs. L'apport important de matière en suspension peut être un facteur de perturbation.

Il est alors important de considérer, pour chaque groupe biologique, le potentiel « **indicateur** » mais également le potentiel « **réactivité** » pour émettre des conclusions de l'évaluation de l'état de santé d'un récif le plus rapidement possible.

En considérant cette notion de variabilité saisonnière des macrophytes et de mobilité de certaines espèces d'invertébrés (particulièrement les échinodermes et les mollusques), il est très important de s'attacher aux variations d'abondance et de richesse spécifique des organismes fixés et présentant des variations épisodiques relativement faibles (alcyonaires, clones et plus particulièrement les coraux scléractiniaires).

En effet, **les coraux** ont un rôle clé dans le maintien de la biodiversité du récif (habitat et source de nourriture). Par ailleurs, ils ont de nombreux avantages pour les suivis environnementaux :

- Pour les études comparatives : la majorité des coraux sont sessiles ce qui entraîne une fiabilité dans la comparaison de données ;
- Lors de suivi à court terme : ce sont des "Sentinelles avancées" car ils sont sensibles aux variations des conditions environnementales pour détecter les effets des perturbations, qu'elles soient d'origine anthropique ou naturelle (analyse du recrutement, mortalité, blanchissement, maladies coralliennes) ;
- Lors de suivi à long terme : les coraux ont une longévité particulièrement élevée, ce qui permet d'intégrer des conditions environnementales sur de longues périodes de temps

Dans ce contexte l'étude des coraux répond de manière incontestable à tous les questionnements sur l'état de santé des récifs. Et les informations sur les invertébrés, les espèces cibles et les macrophytes viennent confirmer les hypothèses.

L'étude de la diversité a été réalisée sur les espèces déterminables directement *in situ*. La richesse spécifique réelle est certainement très supérieure, mais ne peut être dénombrée en un temps aussi court pour les raisons suivantes :

- toutes les identifications ont été réalisées de manière *in situ* (sous l'eau),
- aucun prélèvement biotique n'a été réalisé lors de la mission,
- toutes les espèces de petites tailles sont difficiles ou impossibles à voir et donc à identifier,
- parmi les espèces des biocénoses benthiques observées (macrobenthos), beaucoup demeurent difficiles à identifier faute de documentation spécialisés ou fautes de spécialistes de ces groupes (alcyonaires, cyanobactéries, algues, anémones de mer, bryozoaires, crinoïdes...).

5.2.1.2 Les contraintes naturelles de la zone d'étude

Les biocénoses benthiques se sont adaptées aux conditions environnementales par la sélection d'espèces colonisant les milieux fortement agités pour le canal de la Havannah (houle, ressac et courants de marée) et le canal Woodin (principalement courants de marée) et pour les milieux calmes en baie de Prony (dessalure des eaux de surface et sédimentation importante).

Les assemblages des biocénoses marines de ces trois sites sont donc différents et chacun est en équilibre avec les paramètres physico-chimiques du milieu. Malgré l'adaptation des espèces aux paramètres environnementaux de chaque biotope, des événements exceptionnels (climatiques, dépressionnaires et activités anthropiques) font généralement dépasser les seuils de tolérance de survie pour les espèces les plus sensibles.



- ✎ **De manière générale, les récifs étudiés dans les niveaux supérieurs et médians ont une diversité élevée.** Pourtant ces niveaux bathymétriques sont perturbés par les agents hydrodynamiques, par les anomalies de salinité de surface, par les panaches turbides et les événements exceptionnels (naturel ou anthropique).
- ✎ **La biodiversité est plus faible pour les niveaux bathymétriques les plus profonds.** Cela s'expliquant entre autre par la sédimentation, l'effondrement et l'accumulation de débris par gravité et par la baisse de la pénétration de la lumière dans l'eau en fonction de la profondeur. Ce dernier phénomène entraîne une diminution de la photosynthèse, principalement pour les coraux scléractiniaires hermatypiques et les macrophytes qui représentent les habitats principaux de la faune récifale.

Dans le canal de la Havannah et le canal Woodin, les principales dégradations sont d'origine mécanique : nombreux débris, mortalité importante et blanchissement corallien induit par les effondrements. Malgré les courants de marée conséquents dans le canal Woodin, les dégradations mécaniques sont moindres que dans le canal de la Havannah car les récifs sont moins exposés au ressac et à la houle.

Dans la baie de Prony (milieu calme et protégé), les principales dégradations sont originaires d'une dessalure des eaux de surface (colonies blanchies encore en place, mortalité importante pour les niveaux bathymétriques supérieurs des récifs frangeants à proximité des embouchures des creeks et des rivières et des résurgences d'eau douce). La sédimentation influe surtout sur les niveaux bathymétriques inférieurs où les particules sédimentaires ne sont plus remobilisées.

Une synthèse des principaux événements climatiques qui ont pu influencer les biocénoses lors de cette période d'étude est présentée § 7.1.

5.2.1.3 Les contraintes anthropiques de la zone d'étude

Les activités anthropiques, dans la baie de Prony, le canal de la Havannah et le canal Woodin, sont susceptibles d'interagir sur la mobilisation des particules terrigène et sédimentaires (activités minière et portuaire ainsi que le trafic maritime).

L'exploitation des latérites nickélifères de Nouvelle-Calédonie a conduit Vale Nouvelle-Calédonie à mettre en place un procédé de solubilisation du minerai par voie acide produisant des effluents. Le rejet est réalisé à partir d'un émissaire marin d'une longueur de 21 km et composé à son extrémité d'un diffuseur de 1 km. Ce rejet se fait dans le canal de la Havannah, milieu relativement profond, où les courants semblent suffisamment importants pour assurer la dispersion des effluents industriels. Cette pression sur le milieu marin a nécessité de développer des études et un programme intégré ayant pour objectifs de définir avec précision les états de référence biologique et physico-chimique, de comprendre le comportement géochimique de l'effluent avec le milieu naturel, de prédire ses effets biologiques et de modéliser les phénomènes de dispersion.

La mise en place d'un réseau de surveillance permet actuellement de conduire un suivi environnemental du milieu marin d'un point de vue physico-chimique, écotoxicologique et biologique (l'étude des communautés récifales étant l'objet d'une partie de ce rapport).

De plus l'installation de l'usine d'acide en amont du Creek baie nord peut être une source de perturbations à l'embouchure du creek et en périphérie (accident d'acide du 1 avril 2009). L'activité de cette usine peut également augmenter le débit d'eau douce du creek et de ce fait, perturber les communautés récifales (blanchissement corallien par dessalure des eaux de surface).

Les sites potentiellement impactés par le projet minier, sont : le canal de la Havannah (rejet d'effluents et apports en particules), la baie du Prony (en Rade nord : influences des installations portuaires et industrielles), la baie Kwé (par la rivière Kwé qui capte les eaux des bassins versants sur lesquels la mine est en activité).

5.2.2 Répartition des 4 groupes biotiques par transect

Les [tableaux](#) en [annexe 04](#) et la [figure 97](#) ci-dessous, récapitulent la richesse spécifique par niveau bathymétrique (le nombre de taxa aux différents transects) de chaque station pour le benthos.

Ce dernier a été réparti en 4 grands groupes :

- ✎ les coraux scléractiniaires,
- ✎ les autres coraux durs (millépores, antipathaires, stolonifères, gorgones),
- ✎ les macrophytes,
- ✎ les invertébrés (hors coraux durs).

La biodiversité corallienne est très contrastée, notamment pour les scléractiniaires dont 27 à 115 taxons différents ont été dénombrés selon les transects. La moyenne du nombre d'espèce corallienne par transect pour l'ensemble de la zone (baie de Prony, canal Woodin et canal de la Havannah) est de 79 taxa (stable).

Le transect où la richesse spécifique est la plus importante est le ST10B (124 espèces coralliennes inventoriées dont 115 scléractiniaires) (îlot Kié, situé dans la réserve Yves Merlet), comme la plupart du temps.

D'autre part, **la richesse spécifique des invertébrés** est comprise entre 16 à 67 taxa par transect pour l'ensemble de la zone (avec une moyenne de 35.6 taxa par transect vs 34.5 : légère hausse).

Enfin, **la richesse spécifique des macrophytes** est comprise entre 0 à 22 taxa par transect pour l'ensemble de la zone (avec une moyenne de 6.3 taxa par transect vs 5.3 : légère hausse).

De manière générale, la biodiversité est plus faible pour les niveaux bathymétriques les plus profonds. Cela s'expliquant entre autres par la baisse de la pénétration de la lumière dans l'eau par rapport à la profondeur. Ce phénomène entraîne une diminution de la photosynthèse, principalement pour les coraux scléractiniaires hermatypiques et les macrophytes qui représentent les habitats principaux de la faune récifale.

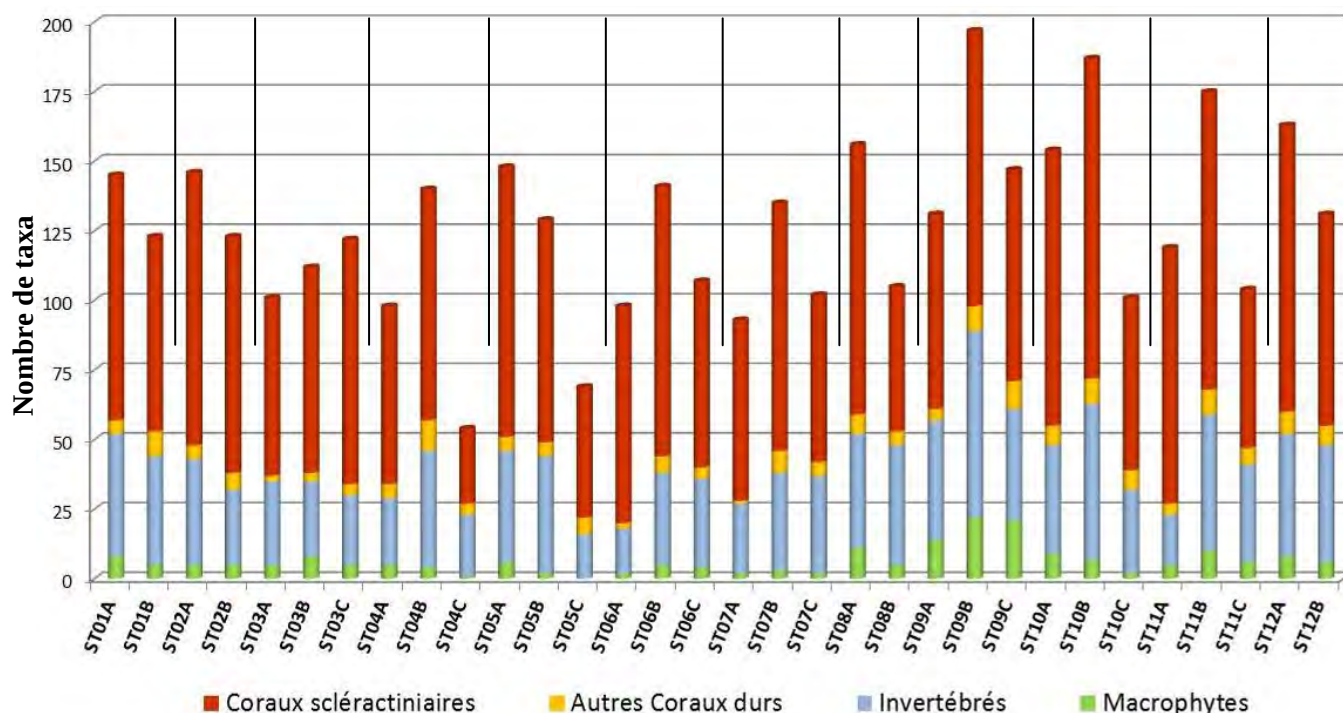


Figure n°97 : Richesse taxonomique du benthos dans les 4 groupes clés

5.2.3 Composition spécifique par site

Les biocénoses benthiques se sont adaptées aux conditions environnementales par la sélection d'espèces colonisant les milieux agités (canal de la Havannah et canal Woodin) et les milieux calmes et turbides (baie de Prony). Les macrophytes, spongiaires et alcyonaires sont en compétition spatiale avec les coraux scléractiniaires pour toutes les stations sauf en ST04 (Woodin) où le recouvrement biotique est particulièrement représenté par les coraux (les autres groupes sont très minoritaires). Ces observations rentrent dans le cycle naturel. Cependant, l'évolution de ces groupes biotiques est à surveiller au regard des perturbations potentielles dans cette zone (perturbations d'origine anthropique et/ou d'origine naturelle exceptionnelle).

Le degré d'exposition des habitats à l'hydrodynamisme conduit à distinguer les milieux de mode battu du mode calme. L'agitation de l'eau crée des forces variant en fonction de son intensité (courants de marées, de houle et ressac). De ce fait, les organismes sont sélectionnés sur les récifs du canal de la Havannah et du canal Woodin par leur capacité à résister aux forces d'arrachement. La zone de balancement des marées et de vagues constitue l'étage supérieur du système récifal.

D'autre part, la baie de Prony est un regroupement de rades (Grande Rade, Rade du Nord et Rade de l'Est), qui constitue une baie semi-fermée qui est particulièrement protégée des agents hydrodynamiques. De nombreux creeks et rivières se déversent dans cette baie charriant des particules sédimentaires (apports conséquents). Les organismes sont sélectionnés sur ces récifs par leur capacité à résister aux dépôts sédimentaires, à la diminution de la pénétration de la lumière dans la colonne d'eau et par endroit à la dessalure des eaux de surface.

5.2.3.1 Assemblage spécifique du benthos dans le canal de la Havannah

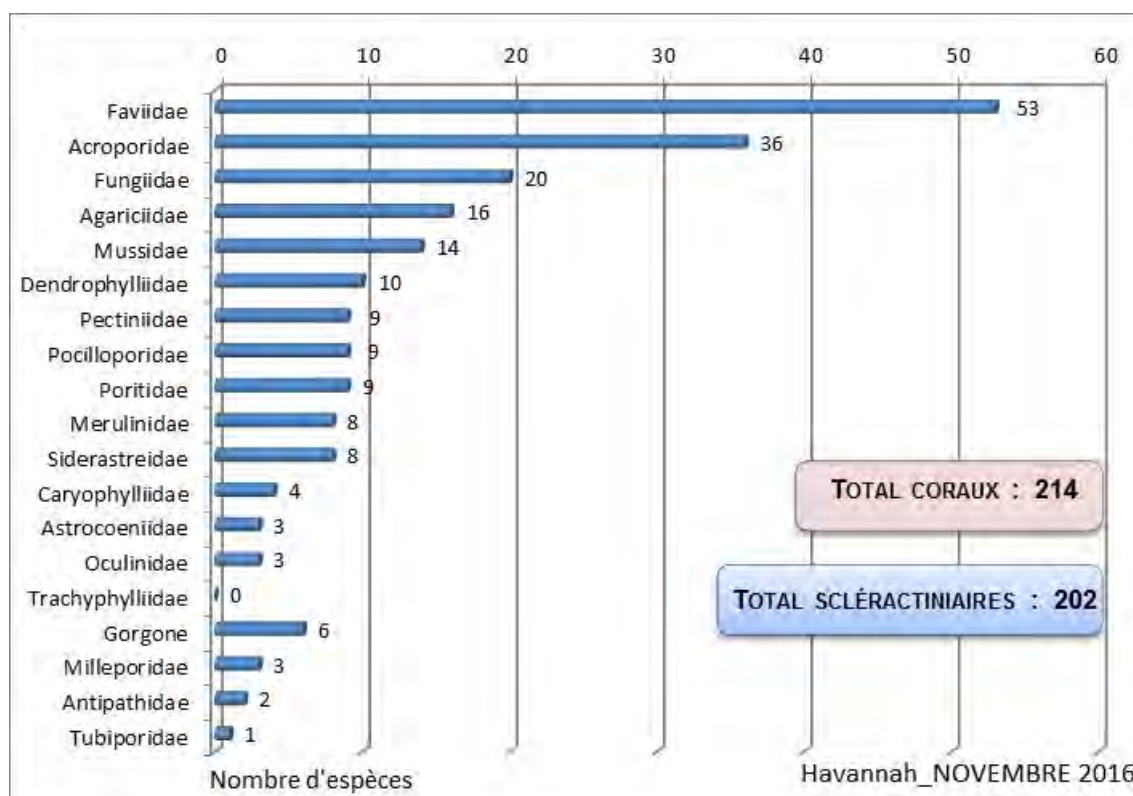


Figure n°98 : Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne pour le canal de la Havannah

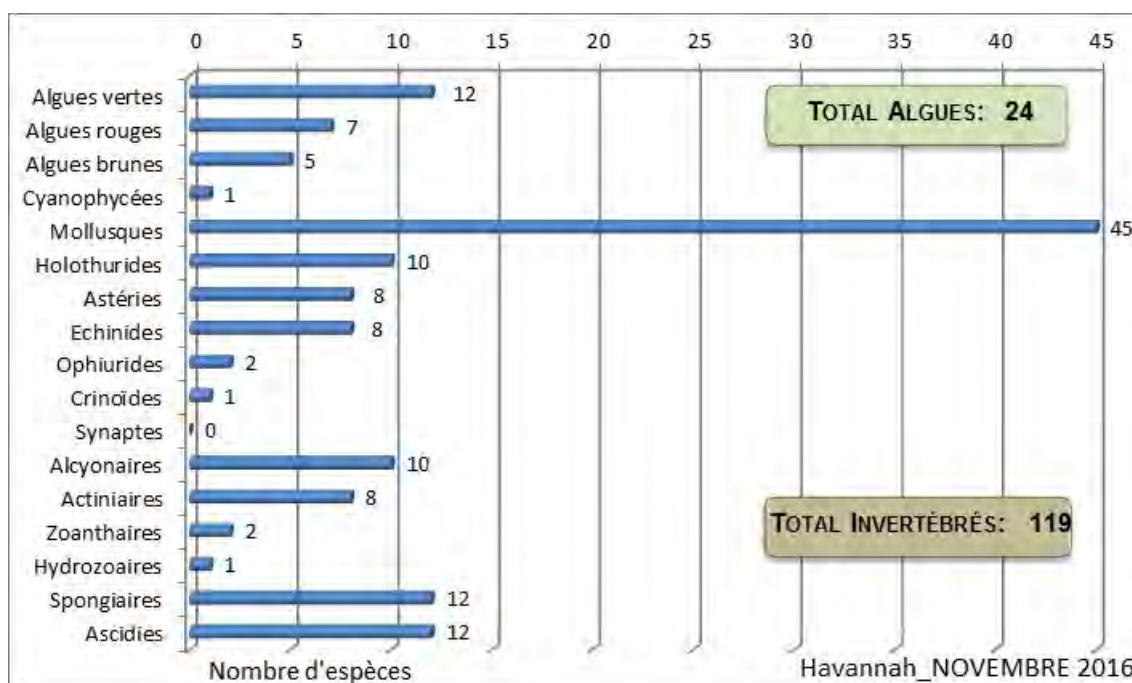


Figure n°99 : Répartition par groupe de la richesse spécifique des macrophytes et invertébrés (hors coraux durs) pour le canal de la Havannah

En novembre 2016, la richesse spécifique du site Havannah est composée de :

- **214 espèces coralliennes** (dont 202 espèces de scléactiniaires, 3 espèces de millépores (sub massif, branchu et encroûtant), 6 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires, une espèce de stolonifère).

Les familles scléractiniaires (202 taxons au sein de 14 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (53 taxons), les Acroporidae (36 taxons), les Fungiidae (20 taxons), les Agariciidae (16 taxons), les Mussidae (14 taxons), les Dendrophylliidae (10 taxons), les Pectiniidae (9 taxons), les Pocilloporidae (9 taxons), les Poritidae (9 taxons), les Merulinidae (8 taxons), les Siderastreidae (8 taxons), les Caryophylliidae (4 taxons), les Astrocoeniidae (3 taxons), les Oculinidae (3 taxons).

Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Trachyphylliidae.

Le blanchissement corallien affecte 15/202 espèces de scléractiniaires (7,4%).

Le blanchissement visuel est de 0,23% de la surface totale observée.

- **119 espèces d'invertébrés** dont 45 espèces de mollusques ; 21 espèces de cnidaires : alcyonaires (10 taxons), actiniaires (8 taxons), zoanthaires (2 taxons), hydrozoaires (1 taxon) ; 29 espèces d'échinodermes : holothurides (10 taxons), astéries (8 taxons), échinides (8 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 12 espèces d'éponges ; 12 espèces d'ascidies.
- **24 espèces de macrophytes** : algues vertes (12 taxons), algues rouges (7 taxons), algues brunes (5 taxons).
- **1 espèce de cyanobactéries.**

5.2.3.2 Assemblage spécifique du benthos dans le canal Woodin

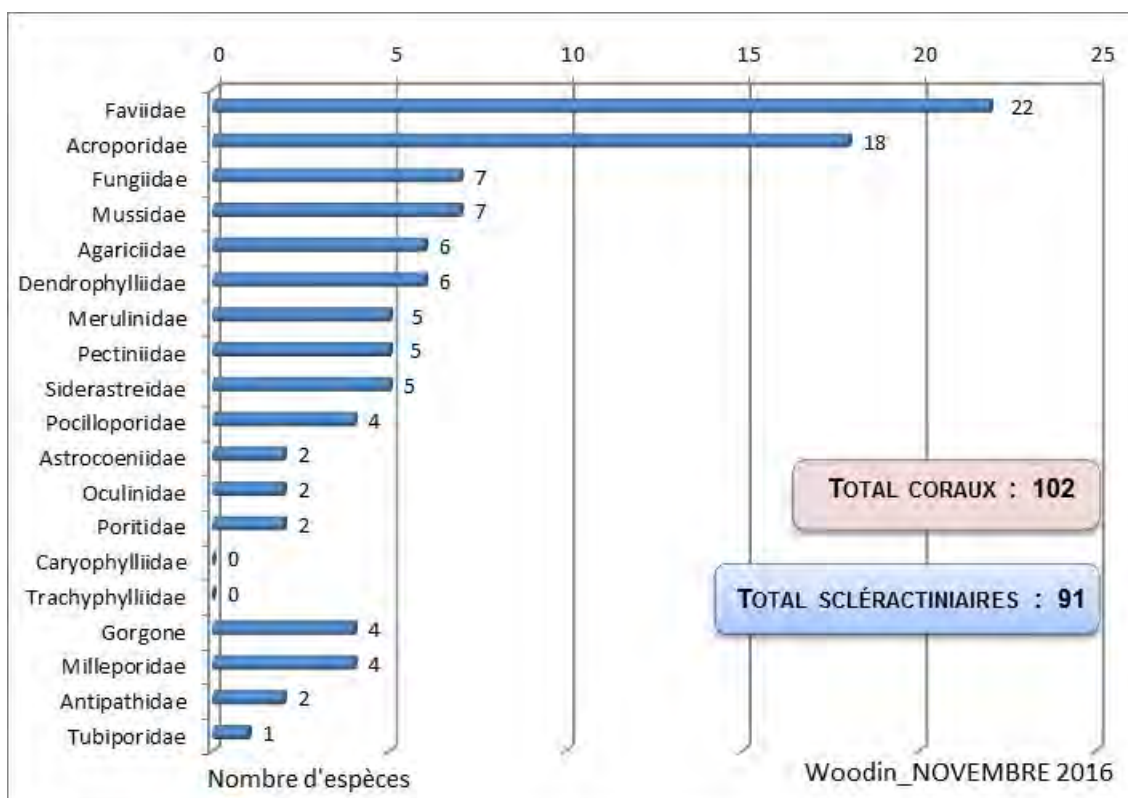


Figure n°100 : Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne pour le canal Woodin

En novembre 2016, la richesse spécifique du site Woodin est composée de :

- **102 espèces coralliennes** (dont 91 espèces de scléractiniaires, 4 espèces de millépores (sub massif, branchu et encroûtant), 4 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires, une espèce de stolonifère).

Les familles scléractiniaires (91 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (22 taxons), les Acroporidae (18 taxons), les Fungiidae (7 taxons), les Mussidae (7 taxons), les Agariciidae (6 taxons), les Dendrophylliidae (6 taxons), les Merulinidae (5 taxons), les Pectiniidae (5 taxons), les Siderastreidae (5 taxons), les Pocilloporidae (4 taxons), les Astrocoeniidae (2 taxons), les Oculinidae (2 taxons), les Poritidae (2 taxons).

Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Caryophylliidae, des Trachyphylliidae.

Le blanchissement corallien affecte 6/91 espèces de scléractiniaires (6,6%).

Le blanchissement visuel est de 0,43% de la surface totale observée.

- **49 espèces d'invertébrés** dont 19 espèces de mollusques ; 4 espèces de cnidaires : alcyonaires (3 taxons), zoanthaires (1 taxon) ; 12 espèces d'échinodermes : astéries (5 taxons), échinides (3 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon), holothurides (1 taxon) ; 8 espèces d'éponges ; 6 espèces d'ascidies.
- **6 espèces de macrophytes** : algues brunes (3 taxons), algues vertes (2 taxons), algues rouges (1 taxon).
- **Aucun taxon n'a été recensé dans le groupe des cyanobactéries.**

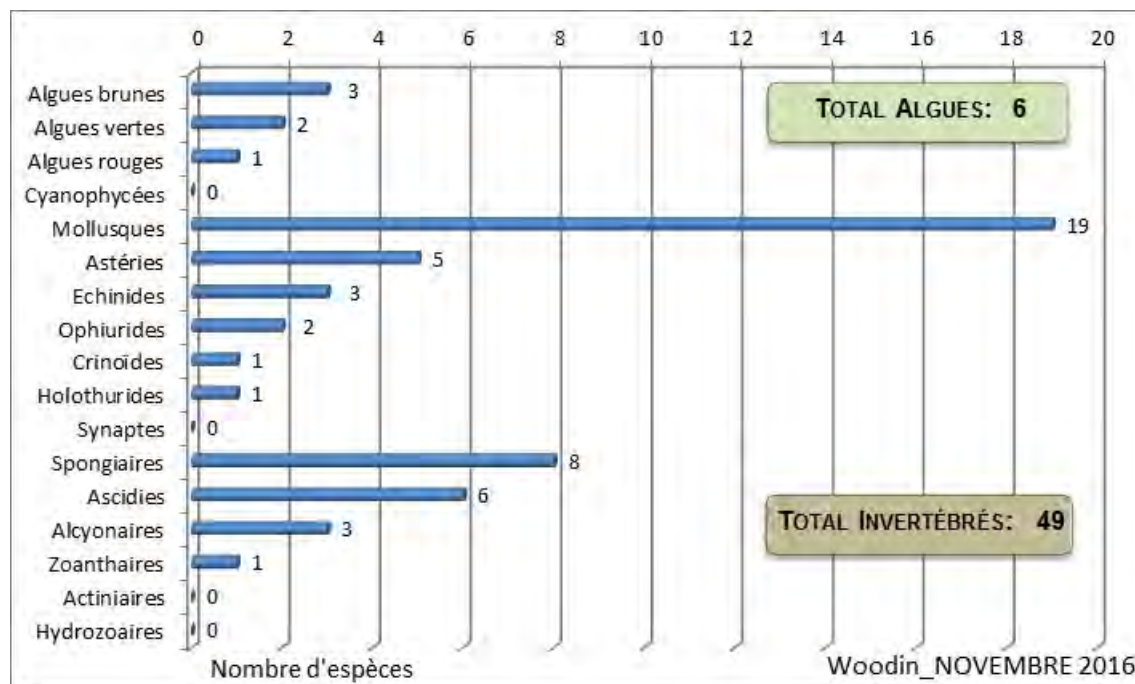


Figure n°101 : Répartition par groupe de la richesse spécifique des macrophytes et invertébrés (hors coraux durs) pour le canal Woodin

5.2.3.3 Assemblage spécifique du benthos dans la baie de Prony

En avril 2016, la richesse spécifique du site Prony est composée de :

- **161 espèces coralliennes** (dont 152 espèces de scléractiniaires, 3 espèces de millépores (sub massif, branchu et encroûtant), 3 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires, une espèce de stolonifère).
Les familles scléractiniaires (152 taxons au sein de 14 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (37 taxons), les Acroporidae (28 taxons), les Fungiidae (16 taxons), les Agariciidae (14 taxons), les Mussidae (11 taxons), les Pectiniidae (8 taxons), les Poritidae (8 taxons), les Dendrophylliidae (6 taxons), les Siderastreidae (6 taxons), les Merulinidae (5 taxons), les Pocilloporidae (5 taxons), les Astrocoeniidae (3 taxons), les Oculinidae (3 taxons), les Caryophylliidae (2 taxons).
Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Trachyphylliidae.
Le blanchissement corallien affecte 18/152 espèces de scléractiniaires (11,8%).
Le blanchissement visuel est de 0,38% de la surface totale observée.
- **78 espèces d'invertébrés** dont 24 espèces de mollusques ; 17 espèces de cnidaires : alcyonaires (12 taxons), actiniaires (2 taxons), zoanthaires (2 taxons), hydrozoaires (1 taxon) ; 25 espèces d'échinodermes : astéries (8 taxons), holothurides (7 taxons), échinides (6 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon), synaptes (1 taxon) ; 8 espèces d'éponges ; 4 espèces d'ascidies.
- **12 espèces de macrophytes** : algues vertes (6 taxons), algues brunes (5 taxons), algues rouges (1 taxon).
- **2 espèces de cyanobactéries.**

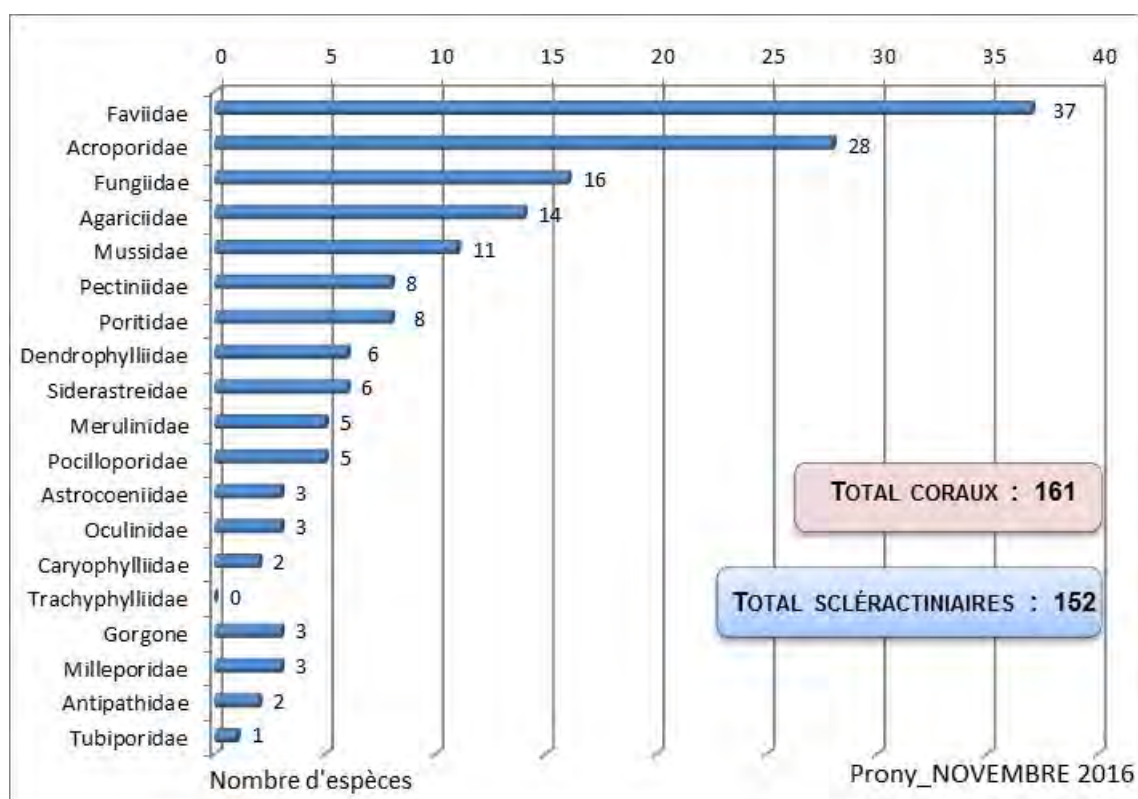


Figure n°102 : Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne pour la baie de Prony

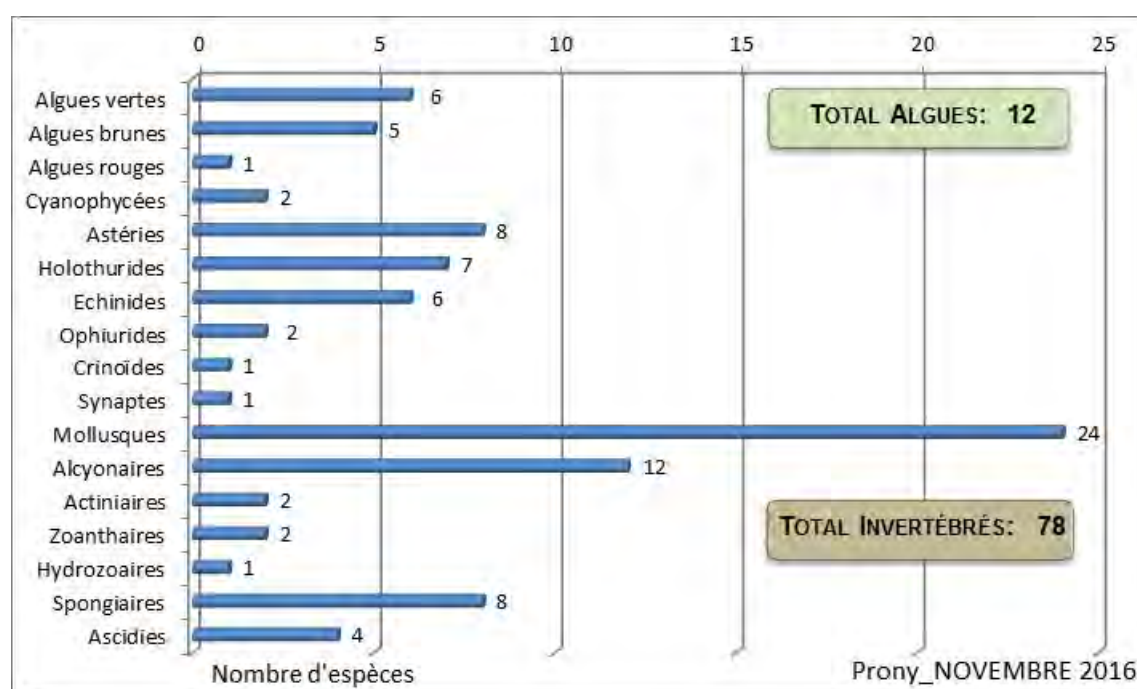


Figure n°103 : Répartition par groupe de la richesse spécifique des macrophytes et invertébrés (hors coraux durs) pour la baie de Prony

5.2.4 Répartition spatiale de la diversité benthique

La biodiversité de chaque site est dépendante des conditions du milieu mais également du nombre de stations échantillonnées car les espèces se répartissent à travers le récif (ainsi le nombre potentiel d'espèces recensées augmente généralement avec la surface prospectée).

Le plan d'échantillonnage est très disparate dans la zone d'étude car 8 stations sont étudiées dans le canal de la Havannah, 3 stations dans la baie de Prony et une station seulement dans le canal Woodin.

5.2.4.1 La biodiversité corallienne

La liste complète des coraux (exosquelette) comprend les groupes suivants : scléractiniaires, millépores, antipathaires, stolonifères et les gorgones. L'assemblage spécifique est composé principalement par les scléractiniaires.

Ces assemblages sont décrits précisément dans les § 4.x.2 précédents. **Cette diversité est très contrastée dans la zone d'étude.**

Selon les sites : **Havannah** : 214 taxons, **Prony** : 161 taxons et **Woodin** : 102 taxons (dont les scléractiniaires avec respectivement 202, 152 et 91 taxons).

Selon les stations :

Pour cette mission, la station où la richesse spécifique est la plus importante est ST10 (îlot Kié, située dans la réserve Yves Merlet) : 142 espèces coralliennes inventoriées dont 133 taxons scléractiniaires.

Les stations où la richesse spécifique est la plus faible sont ST01 et ST04 (devant l'îlot Casy et dans le canal Woodin) : 102 espèces coralliennes inventoriées dont 93 et 91 taxons scléractiniaires. Cette richesse spécifique reste tout de même importante.

La ST08 (Puka, située sur le récif frangeant du canal de la Havannah entre les baies Kwé et Port Boisé) était auparavant la station présentant la diversité corallienne la moins importante. Pour cette mission : 107 espèces coralliennes ont été inventoriées dont 100 taxons scléractiniaires. Elle présente désormais des caractéristiques de résilience.

Selon les transects :

Pour cette mission, les transects où la richesse spécifique est la plus importante sont ST10B, ST11B, ST12A : respectivement 124, 116, 111 espèces coralliennes inventoriées dont 115, 107, 103 taxons scléractiniaires.

Les transects où la richesse spécifique est la plus faible sont ST04C, ST05C et ST08B (situés tous les trois en bas de pente sédimentaire) : respectivement 31, 53, 57 espèces coralliennes inventoriées dont 27, 47 et 52 taxons scléractiniaires. De manière générale, les transects installés sur un substrat majoritairement meuble ont une diversité spécifique relativement faible car les coraux ont besoin d'un substrat dur pour se fixer.

La moyenne du nombre d'espèce scléractiniaires par transect pour l'ensemble du réseau de suivi (baie de Prony, canal Woodin et canal de la Havannah) est **de 78.9 (+/-19.6)** taxons.

D'autre part, la diversité moyenne des scléractiniaires pour les transects de chaque site sont :

- Baie de Prony (81 taxons (+/- 12)) ;
- Canal de la Havannah (81.1 taxons (+/- 19.4)) ;
- Canal Woodin (58 taxons (+/- 28.5)).

5.2.4.2 La biodiversité des invertébrés

La liste complète des invertébrés comprend les sous-groupes suivants : alcyonaires, spongiaires, mollusques, ascidies, échinodermes (astéries, crinoïdes, échinides, holothurides, ophiurides, synaptés), actiniaires, zoanthaires, hydrozoaires et bryozoaires.

L'assemblage spécifique est composé principalement par les mollusques, les alcyonaires et les spongiaires puis dans une moindre mesure par les échinodermes (astéries, holothuries, échinides). Les ascidies sont également très diversifiées dans le canal de la Havannah. Ces assemblages sont décrits précisément dans les § 4.x.2 précédents.

Cette diversité des invertébrés est contrastée dans la zone d'étude :



Selon les sites : Havannah : 119 taxons, Prony : 78 taxons et Woodin : 49.

Selon les stations : 42 à 75 espèces ont été dénombrées (respectivement ST03 et ST09).

Selon les transects : 16 à 67 espèces ont été dénombrées (respectivement ST05C, ST06A et ST09B).

Pour cette mission, la diversité moyenne sur tous les sites (baie de Prony, canal Woodin et canal de la Havannah) par transect est de **35.6 (+/- 11.2) taxons**.

Il est à noter que les organismes mobiles présents dans les pourtours des stations ne sont pas comptabilisés car ils ne sont pas localisés dans les couloirs de comptage.

5.2.4.3 La biodiversité des macrophytes

Les macrophytes ont un assemblage spécifique composé par les algues rouges, vertes et brunes.

Ces assemblages sont décrits précisément dans les § 4.x.2 précédents. **Cette diversité des macrophytes est contrastée dans la zone d'étude.**

Selon les sites : Havannah : 24 taxons, Prony : 12 taxons et Woodin : 6 taxons.

Selon les stations : 3 à 22 espèces ont été dénombrées (respectivement ST07 et ST09).

Selon les transects : 0 à 22 espèces ont été dénombrées (respectivement ST05C et ST09B).

NB : aucune espèce de macrophytes identifiable *in situ* n'a été comptabilisée pour le transect ST05C.

Pour cette mission, la moyenne du nombre d'espèce de macrophytes par transect pour l'ensemble de la zone (baie de Prony, canal Woodin et canal de la Havannah) est **de 6.3 (+/- 5) taxons**.

La station ST09 a une richesse spécifique très importante pour les macrophytes (avec 14, 22 et 21 espèces respectivement pour les transects A, B et C soit 22 espèces au total pour la station).

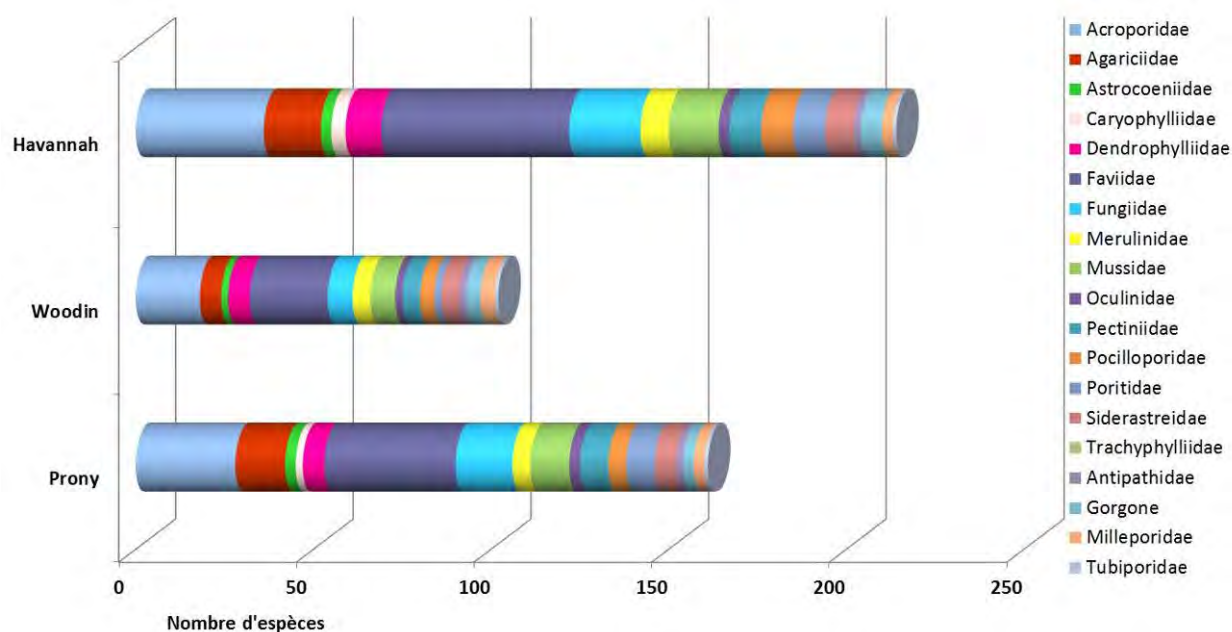


Figure n°104 : Assemblage des coraux par famille pour les trois sites

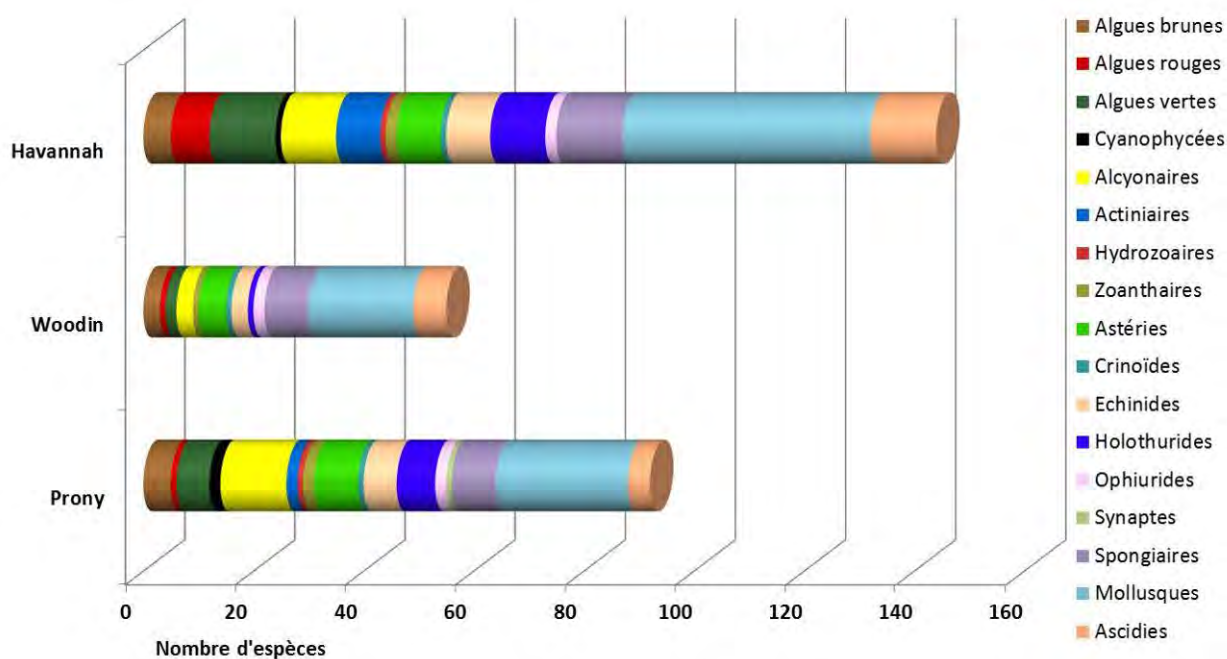


Figure n°105 : Assemblage des invertébrés (hors coraux durs) et des macrophytes par groupe pour les trois sites

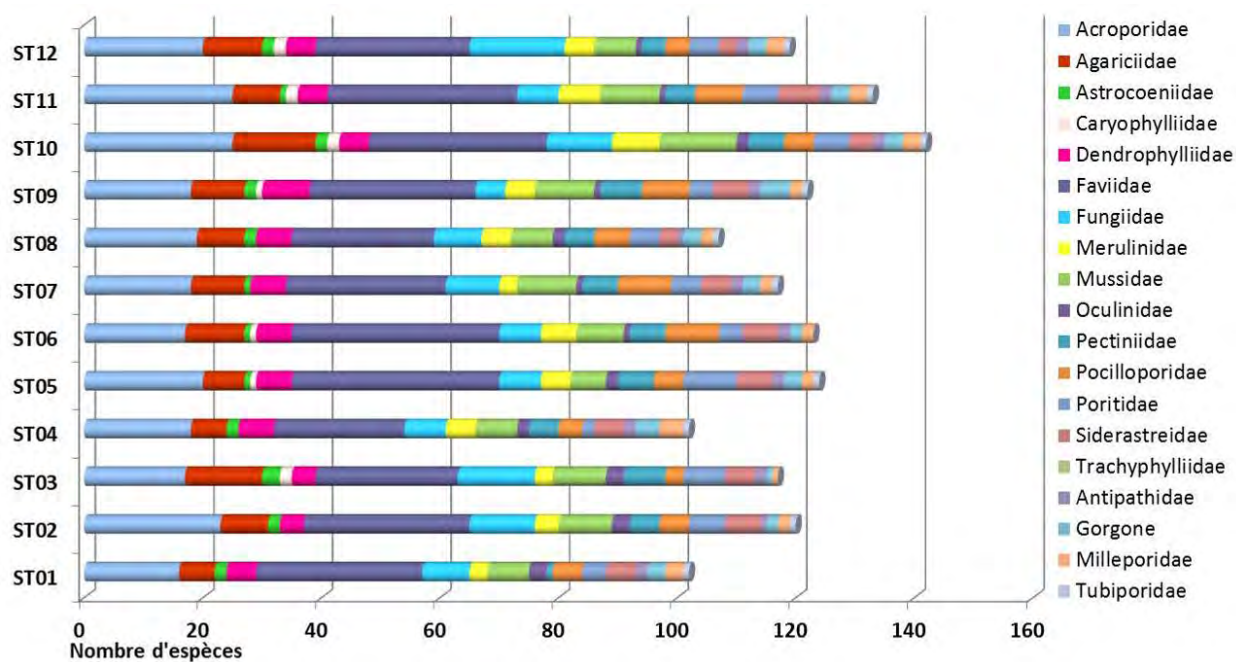


Figure n°106 : Richesse spécifique corallienne selon les familles par station

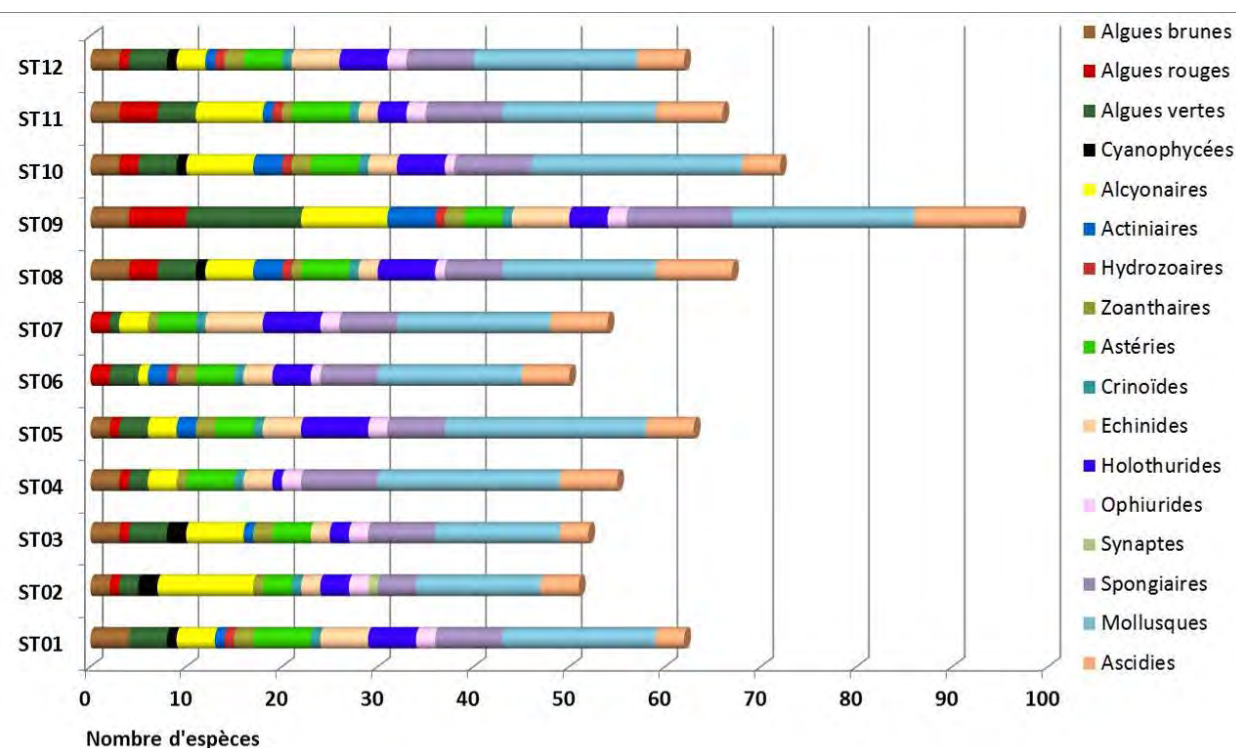


Figure n°107 : Richesse spécifique des biocénoses* benthiques selon les groupes par station

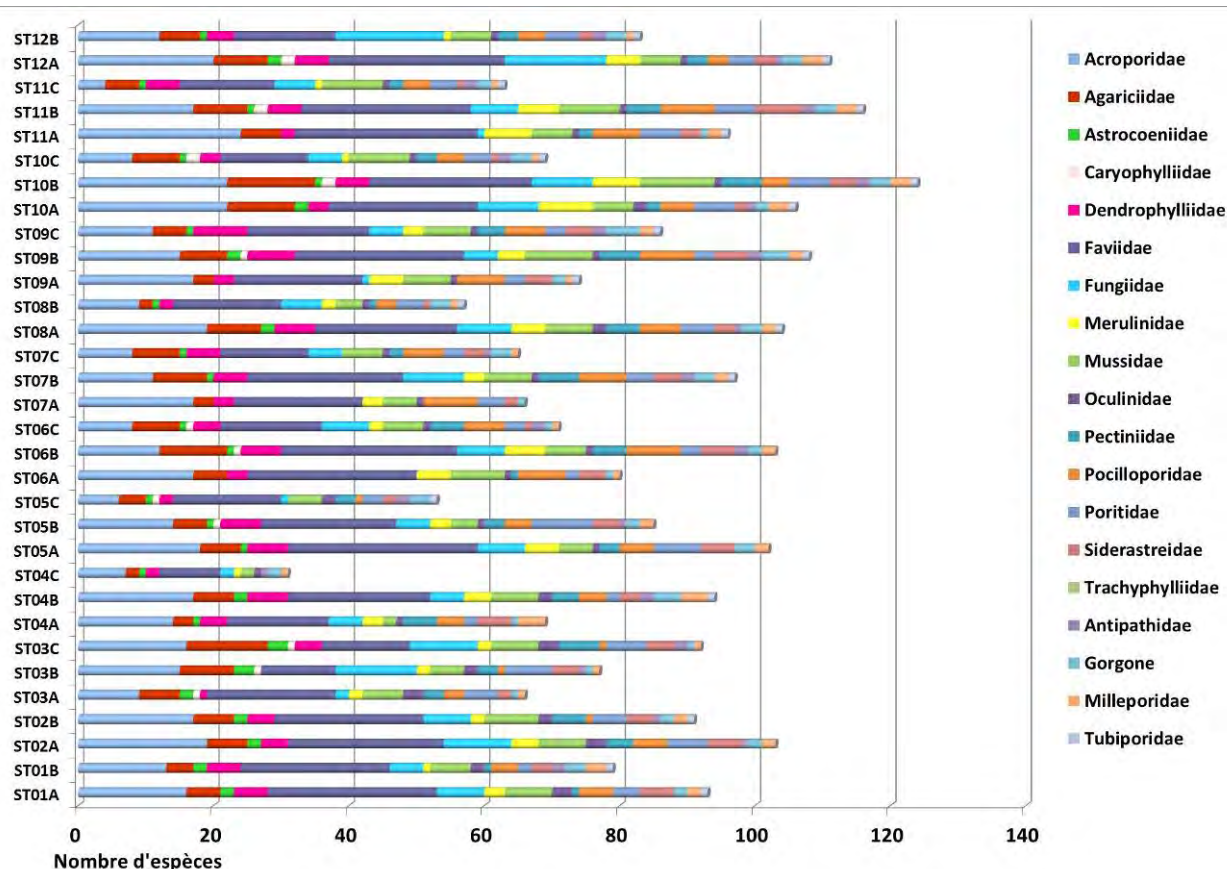


Figure n°108 : Richesse spécifique corallienne selon les familles par transect

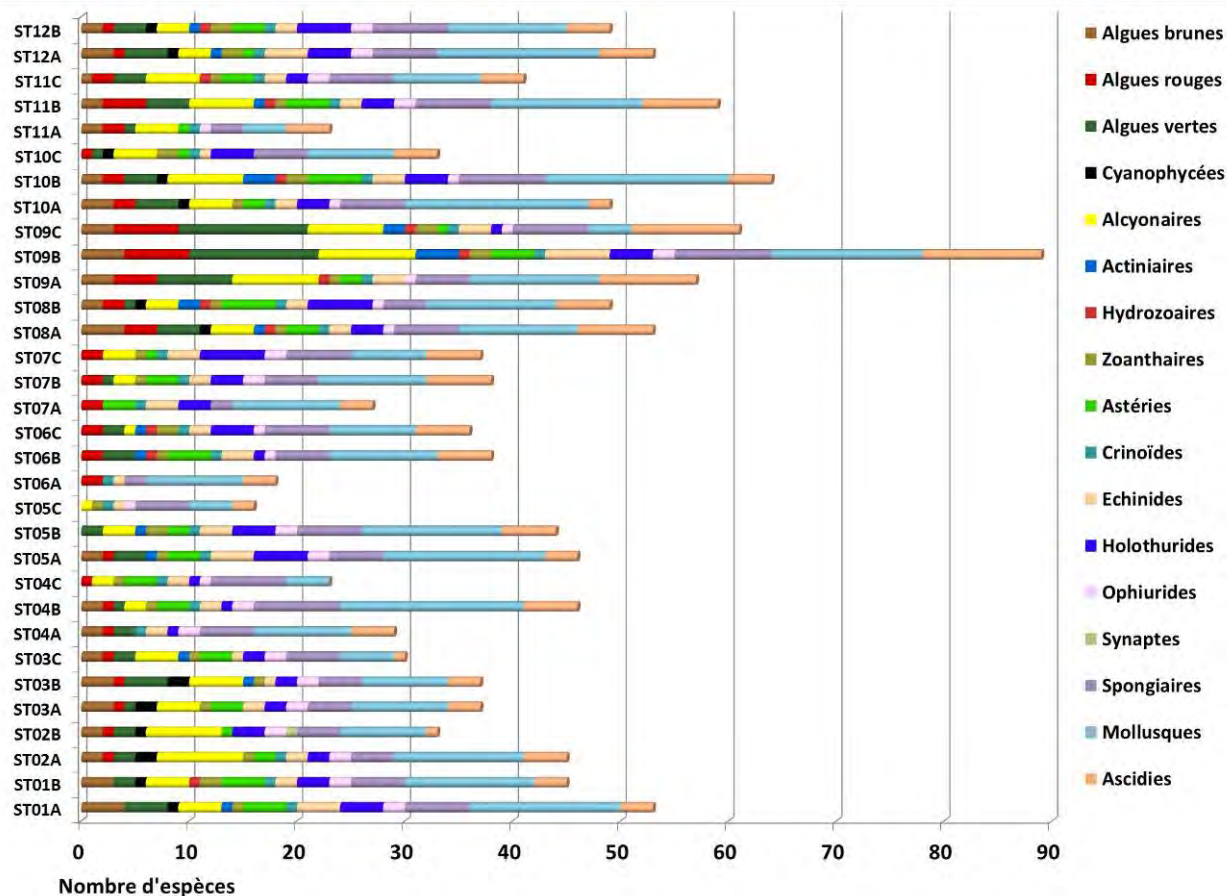


Figure n°109 : Richesse spécifique des biocénoses* benthiques selon les groupes par transect

5.3 Ichtyologie

Les paramètres biologiques globaux concernant les stations sont présentés dans le [tableau 147](#) et les [figures 110 à 112](#) (rappel : liste restreinte, cf. § 6.3).

Tableau n°147 : *Récapitulatif des paramètres biologiques pour l'ichtyofaune*

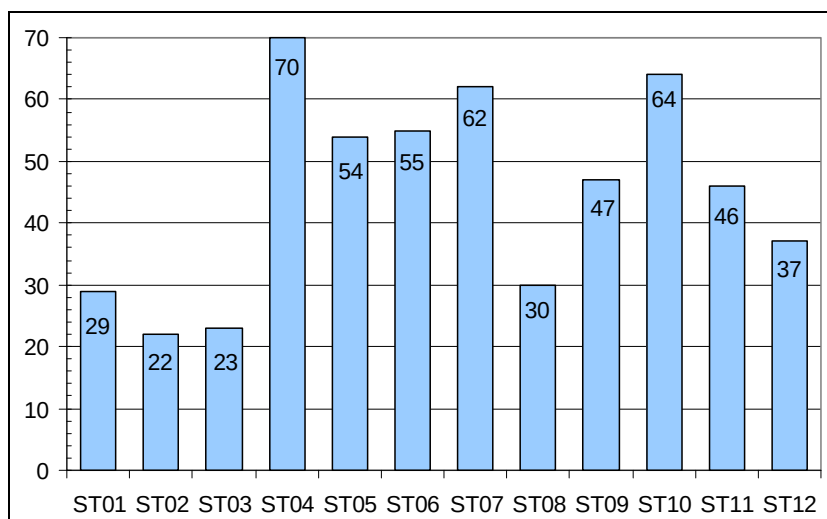
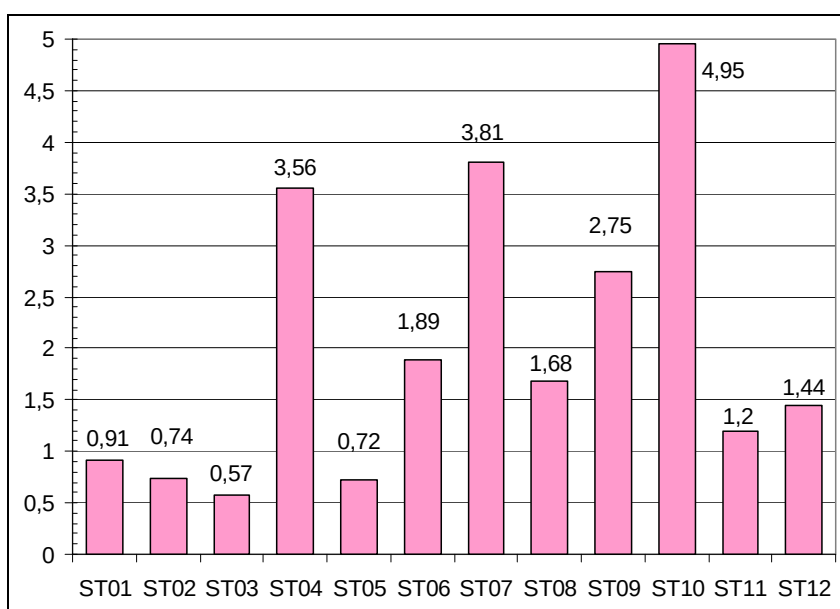
2016 b	Stations	Nb	Dens	Biom	Biod.1	Biod.2	Biod.3	Ish	Eq
Baie de PRONY	ST01 CASY	137,00	0,91	12,08	29	44	78	3,715	0,765
	ST02 CREEK BAIE NORD	84,50	0,74	6,62	22	43	66	3,121	0,700
	ST03 PORT	43,67	0,57	1,06	23	57	72	3,586	0,793
	Variances (σ^2)	2189	0,03	30,39	14,33	61,00	36,00	0,10	0,00
	Ecart types (σ)	47	0,17	5,51	3,79	7,81	6,00	0,31	0,05
	Moyennes (μ)	88	0,74	6,59	24,67	48,00	72,00	3,47	0,75
	Coef. de Var(σ/μ)	0,53	0,23	0,84	0,15	0,16	0,08	0,09	0,06
	Int. de Conf. 95%	54	0,20	6,37	4,37	9,02	6,93	0,36	0,06
Canal de la HAVANNAH	ST04 WOODIN	345,67	3,56	108,03	70	97	116	4,807	0,784
	ST05 IORO	91,67	0,72	52,48	54	72	103	4,883	0,849
	ST06 IONONTEA	189,67	1,89	150,71	55	87	119	4,898	0,847
	ST07 B. CHAMBEYRON	247,67	3,81	283,49	62	85	115	4,881	0,820
	ST08 PUKA	89,00	1,68	10,14	30	71	94	4,054	0,826
	ST09 BANC KIE	220,33	2,75	31,28	47	84	119	4,496	0,809
	ST10 ILOT KIE	410,00	4,95	155,75	64	113	152	3,929	0,655
	ST11 TOEMO	162,00	1,20	31,46	46	93	122	4,550	0,824
	ST12 UGO	102,00	1,44	6,98	37	61	89	4,360	0,837
	Variances (σ^2)	12855	1,99	8339	168,75	242,19	338,50	0,13	0,00
	Ecart types (σ)	113	1,41	91	12,99	15,56	18,40	0,37	0,06
	Moyennes (μ)	206	2,45	92	51,67	84,78	114,33	4,54	0,81
	Coef. de Var(σ/μ)	0,55	0,58	0,99	0,25	0,18	0,16	0,08	0,07
	Int. de Conf. 95%	76	0,94	61	8,66	10,38	12,27	0,24	0,04

Nb : nombre moyen de poissons sur un transect ; **Dens.** : Densité (Nb/m^2) moyenne sur la station ; **Biom.** : Biomasse (g/m^2) moyenne sur la station ; **Biod.1** : Espèces de la liste du Cahier des charges présentes sur les transects ; **Biod.2** : Espèces de la liste du Cahier des charges présentes sur la station ; **Biod.3** : Toutes espèces présentes sur la station ; **Ish** : Indice de Shannon ; **Eq** : Indice d'équitabilité ; **Int. de Conf.** : Intervalle de confiance de la moyenne au risque $\alpha = 0,025$.

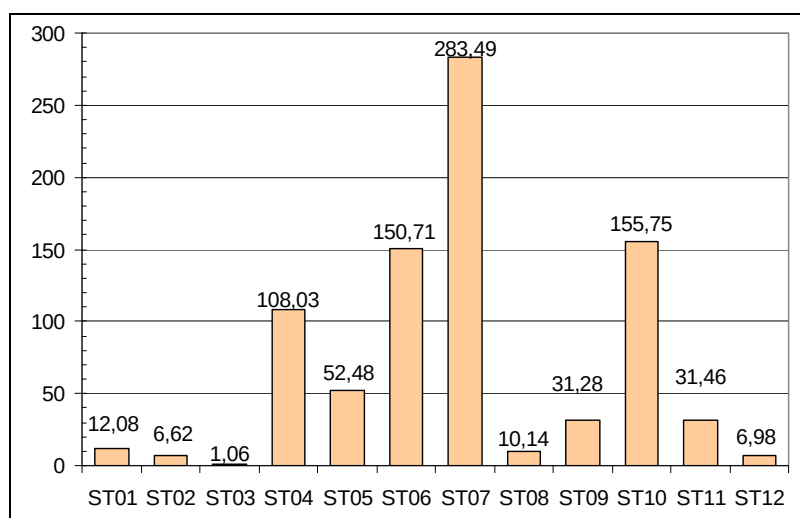
Ce sont les stations de la baie de Prony qui présentent les plus faibles chiffres pour l'abondance, la densité et la biomasse (ST03), ainsi que pour la richesse spécifique et l'indice de Shannon (ST02).

La ST05 possède l'indice d'équitabilité le plus élevé : c'est donc une station avec une structure des populations relativement homogène. Mais c'est aussi le cas de la plupart des stations (tous les indices sont $> 0,6$).

Pour cette mission c'est la station ST10 qui est particulièrement riche en abondance et densité et c'est la ST04 qui se distingue pour la richesse spécifique, et la ST07 pour la biomasse.

Figure n°110 : Richesse spécifique de l'ichtyofaune par station

ST01	Casy
ST02	Creek baie nord
ST03	Port
ST04	Woodin
ST05	Ioro
ST06	Ionontea
ST07	Chambeyron
ST08	Puka
ST09	Bancs Kié
ST10	Illet Kié
ST11	Toémo
ST12	Ugo

Figure n°111 : Densité (nb ind/m²) de l'ichtyofaune par stationFigure n°112 : Biomasse (g/m²) de l'ichtyofaune par station

5.4 Espèces exogènes / espèces invasives / envahissantes

5.4.1 Définitions

L'introduction d'espèce exogène est préoccupante car **tous les taxons peuvent selon le contexte devenir une espèce invasive** (espèce envahissante exogène). **Les espèces invasives peuvent réguler leur croissance et s'étendre dans leur nouvel habitat en causant des perturbations dans les communautés biologiques locales.**

Espèce exogène (espèce exotique ou espèce non indigène ou espèce allochtone) : Se dit d'une espèce qui provient d'un autre pays, d'une autre région du monde, qui n'est pas native de l'endroit.

Espèce indigène (ou espèce native ou espèce autochtone) : Qualifie la nature d'une espèce particulière native d'une région particulière ; se dit d'un organisme ou d'une espèce qui est naturellement originaire (indigène, autochtone) d'un environnement ou d'une région. Son contraire est espèce non indigène ou espèce exogène ou espèce allochtone.

La notion écologique d'espèce invasive et d'espèce envahissante est récente : Pour la comprendre, il faut savoir que les équilibres entre espèces au sein des écosystèmes, à l'échelle de temps humaine au moins, sont relativement bien établis. Sans intervention humaine, les phénomènes d'extension brutale de l'aire de répartition d'une espèce sont extrêmement rares. Les besoins des sociétés humaines conduisent à l'exploitation plus ou moins intense des écosystèmes et affectent la biodiversité.

Les auteurs ne sont pas encore d'accord sur l'emploi et la définition exacte des deux termes « espèce envahissante ou invasive », ce dernier mot étant en plus un anglicisme.

Cependant, pour plus de clarté, nous arrêterons dans le présent rapport les définitions suivantes :

Espèce invasive : Une espèce invasive ou espèce envahissante exogène ou espèce exotique envahissante est une espèce non native de la zone concernée (introduite) et qui devient un agent de perturbation nuisible à la biodiversité autochtone des écosystèmes naturels ou semi-naturels parmi lesquels elle s'est établie.

Les espèces invasives peuvent réguler leur croissance et s'étendre dans leur nouvel habitat en causant des perturbations dans leur communauté biologique locale. Tous les taxons peuvent selon le contexte devenir une espèce invasive.

Espèce envahissante : espèce indigène dont le potentiel de reproduction est important et qui lors d'un développement excessif (dû à des facteurs x) pourra alors déséquilibrer son milieu.

Il faut donc bien faire la différence entre une espèce invasive (exogène à la base) et envahissante (indigène), même si les 2 phénomènes sont à surveiller du fait de leurs conséquences néfastes sur l'environnement.

5.4.2 Espèces exogènes / invasives

Les activités minières et industrielles de la société Vale Nouvelle-Calédonie génèrent un haut niveau de risque d'introduction, d'installation et de diffusion d'espèces exogènes notamment par l'importance du trafic de marchandises (en particulier via le port de Prony) et par les nombreuses voies de pénétration ouvertes dans les milieux naturels.

Au vu de l'étendue de la zone géographique (baie de Prony, canal Woodin et canal de la Havannah), de la complexité et la multiplicité des habitats présents et à la diversité importante des taxons potentiels, nos observations sur les stations d'étude biologique sont mineures et seraient à préciser et renforcer avec un plan d'échantillonnage et une méthodologie plus adaptés à la problématique des espèces exogènes, si celle-ci venait à être identifiée par les administrations compétentes.

Cependant, au cours des différentes plongées, au fur et à mesure de la détermination des espèces rencontrées, quel que soit l'embranchement, nous essayons de détecter la présence d'espèces exogènes, invasives ou non.

A ce jour aucune espèce exogène n'a été répertoriée dans les stations de suivi biologique de la zone d'étude. Il n'y a donc pas, au vu de la taille de notre échantillon, de phénomène d'invasion actuellement.

5.4.3 Espèces envahissantes

Par rapport aux taxons (indigènes) qui sont observés durant ces suivis :

- L'abondance des espèces indigènes et les variations de leur recouvrement durant l'année (depuis le suivi d'août 2007), ne présentent pas, de manière permanente, d'anomalie caractéristique d'espèce envahissante qui pourrait nuire à l'environnement.
- Cependant, une attention particulière doit être portée sur l'évolution du recouvrement de deux genres de macrophytes (*Asparagopsis* et *Lobophora*). Des investigations complémentaires seraient à mettre en place avec un pas de temps plus court (trimestriel) et une méthodologie adaptée (quadras) afin d'évaluer leur potentielle nuisance sur l'environnement ainsi que leur développement dans le temps et dans l'espace.

Les proliférations de macro-algues dans les écosystèmes littoraux des zones tropicales et subtropicales sont une menace sérieuse pour la diversité biologique de ces milieux. Typiquement, une croissance excessive des algues est le résultat d'une variété insuffisante d'animaux consommateurs d'algues et/ou de nutriments excessifs. L'apport important de matière en suspension peut être un facteur de perturbation.

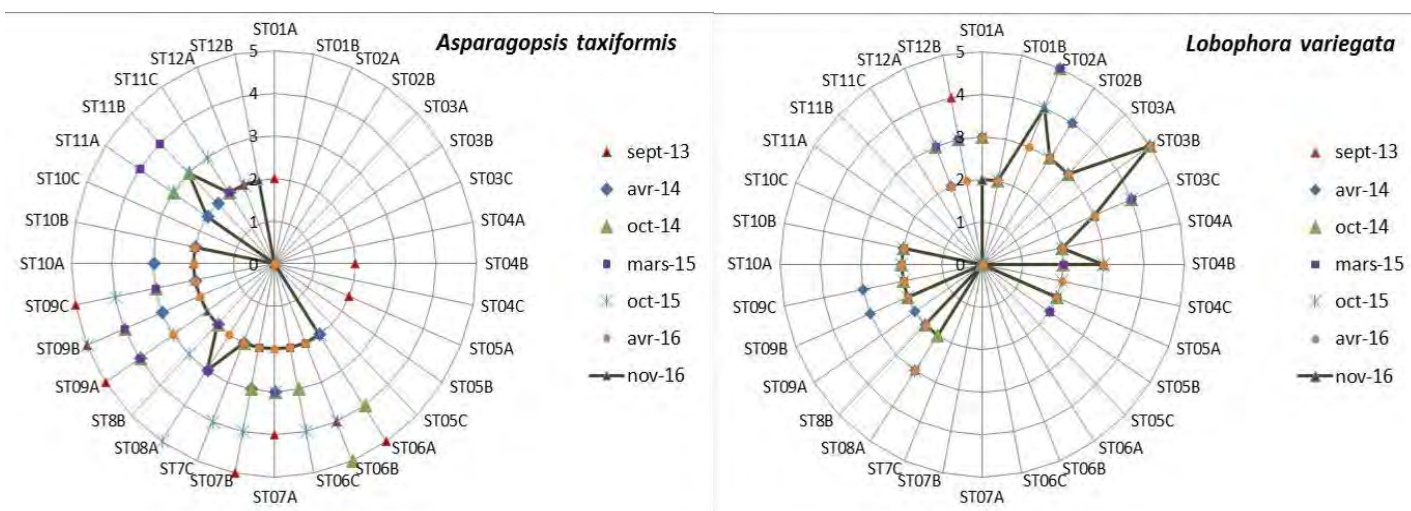


Figure n°113 : Abondance semi quantitative (1 à 5) d'*Asparagopsis taxiformis* et de *Lobophora variegata* entre septembre 2013 et novembre 2016

5.4.3.1 *Asparagopsis taxiformis*

L'algue rouge du genre *Asparagopsis* présente un développement saisonnier très important (particulièrement durant la fin de l'hiver austral et le début de l'été austral : mission septembre/octobre), dans les zones caractérisées par un hydrodynamisme intense du canal de la Havannah comme le banc Ionontea (ST06), le banc de Chambeyron (ST07), les bancs Kié (ST09) et le récif Toémo (ST11). Son développement peut également être très important durant les mois de novembre/décembre sur la station de Puka (ST08). Du fait de sa prolifération, cette algue rouge pourrait entraîner des perturbations non négligeables sur les coraux durant cette période (compétition spatiale non négligeable).

Il faut noter qu'à contrario, cette algue ne se développe presque pas en baie de Prony et dans le canal Woodin.

En novembre 2016 l'algue rouge *Asparagopsis* est toujours absente dans la baie de Prony et le canal Woodin (milieux non adaptés au développement de cette algue). Elle se développe de manière modérée (abondance < 3) dans le canal de la Havannah (particulièrement en ST08B et ST11B).

5.4.3.2 *Lobophora variegata*

L'algue brune du genre *Lobophora* est également à surveiller avec une grande attention car elle constitue un compétiteur spatial important pour les coraux.

En effet, il s'avère que le genre *Lobophora* se développe abondamment et de manière permanente **en baie de Prony**. Pour l'instant son développement est régulier et non prolifique mais si les conditions environnementales venaient à évoluer (principalement augmentation de la turbidité), ce genre pourrait ainsi se développer à la

défaveur des coraux puis étouffer une grande partie des récifs. A ce stade, le genre *Lobophora*, pourrait avoir des caractéristiques d'une espèce envahissante.

Les zones à risque sont la station du Port (ST03) et l'embouchure du creek de la baie Nord (ST02). Cette dernière station (ST02) présente une très bonne résilience du récif car les coraux branchus (*Acropora* et *Anacropora*) ont eu une croissance particulièrement importante durant l'année 2015 et ce développement a fait régresser la surface recouverte par *Lobophora*.

Dans le canal de la Havannah, le développement de cette algue reste très localisé. Son développement a augmenté lors de la mission de septembre 2013 pour les stations Puka (ST08) et Ugo (ST12) et la mission d'avril 2014 pour le banc Kié (ST09). Cependant, une grande partie du recouvrement algale peut être balayé lors de la sénescence des thalles pour les stations soumises régulièrement à des agents hydrodynamiques importants du canal de la Havannah. Cette algue est absente des stations ST06, ST07, ST11.

Dans le canal Woodin, le développement de cette algue était jusqu'à présent restreint. Cependant, le récif a subi un effondrement de débris occasionné par la houle résiduelle de Pam (cyclone) en mars 2015. De fait, il y a depuis un développement modéré et pérenne de l'algue *Lobophora* sur les débris (particulièrement en ST04B).

En novembre 2016, le recouvrement de *Lobophora* est stable par rapport à la mission précédente. Ce genre est le plus abondant en ST03B (niveau 5) ; il augmente d'abondance pour le transect ST02A (niveau 4) ; il diminue d'abondance pour les transects ST04C et ST12AB (niveau 0) et ST08A (niveau 2).

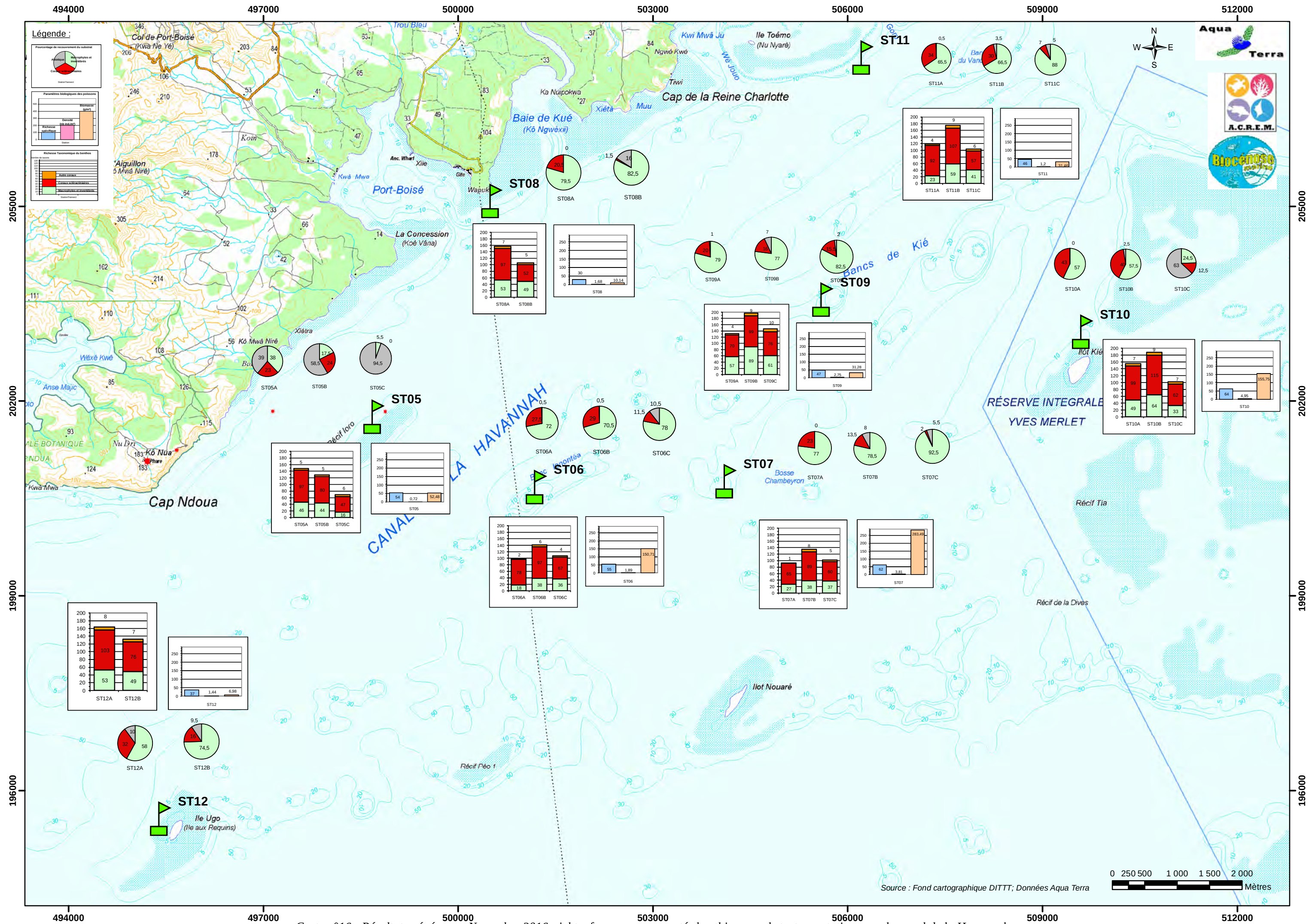
La station du Creek baie nord (ST02) présente des thalles de *Lobophora* qui se développent à la base et à travers les coraux branchus (vivants et morts). Cependant, la croissance des coraux branchus (*Acropora*, *Anacropora* et *Seriatopora*) est telle que les branches coralliennes s'accroissent par-dessus et plus vite que les algues brunes (de même pour le genre d'algue verte *Halimeda*).

→ Cette constatation caractérise un bon état de santé du récif, les paramètres environnementaux sont favorables à une croissance importante des coraux.

La station du port (ST03) ne présente pas une croissance des coraux branchus aussi importante. Les thalles de *Lobophora* sont très abondants et se développent abondamment sur les débris coralliens, les colonies mortes en place et à la base des coraux dégradées par la sédimentation.

La compétition spatiale est soutenue entre les coraux et les algues brunes (surtout en ST03B) L'apport de particules terrigènes paraît être le facteur perturbant à la croissance corallienne pour la station ST03. Cependant, il apparaît une certaine stagnation pour cette dernière mission de novembre 2016.

Ces deux genres sont actuellement suivis avec attention à chaque campagne.



Carte n°16 : Résultats généraux - Novembre 2016 : ichtyofaune, communautés benthiques, substrat par station pour le canal de la Havannah



6 Comparaison avec les données historiques

6.1 Substrat

Pour suivre une évolution globale, les résultats (en pourcentage de recouvrement) du biotique (en deux groupes : les coraux scléractiniaires et les autres organismes vivants, rangés sous le terme de « macrophytes et invertébrés ») et des fonds abiotiques ont été comparés ([tableau 164](#)).

Selon plusieurs études [[11](#), [12](#)], le LIT est une méthode présentant des variations moyennes de l'ordre de 20%, y compris pour un même opérateur.

Par ailleurs, pour les études à des fins de gestion (et non de recherche), les résultats d'enquête ne nécessitent qu'une précision de 20% et les efforts pour parvenir à une plus grande précision sont considérés par certains auteurs/chercheurs comme « une perte de temps et d'argent » [[13](#)].

Pour ces raisons et les différences dans les conditions d'exécution des différentes campagnes, nous n'avons donc gardé que la marge supérieure à 20% de fluctuation.

Rappel des résultats de la mission précédente (avril 2016) :

Hormis pour les transects supérieurs des stations ST02 et ST04, globalement, il y avait très peu de variations générales : les stations apparaissaient stables notamment en ce qui concerne le pourcentage de recouvrement en coraux scléractiniaires, comme les missions précédentes.

Au niveau individuel, les variations qui ressortaient étaient peu nombreuses puisque seuls 2 transects étaient concernés, avec des mouvements dans le recouvrement par les sédiments fins.

Pour les transects supérieurs des stations ST02 (Creek baie nord) et ST04 (Woodin) : il y avait en avril 2016 une baisse significative dans le recouvrement par les coraux scléractiniaires : - 21% et - 23.5%.

Le phénomène de blanchissement qui a touché la Nouvelle-Calédonie en début d'année 2016 avait été particulièrement enregistré ici.

Résultats pour cette mission (novembre 2016) :

De façon globale les stations sont stables.

Au niveau des transects, seul le transect bas (B) de la ST12 (Ugo) enregistre une variation importante : - 25.5% dans le recouvrement abiotique dû à la disparition du sable au profit de la classe « corail mort avec algues ». Cette variation est antagoniste de celle notée en avril 2016 et ramène le recouvrement des différents substrats dans des répartitions notées historiquement.

Pour ce qui est du recouvrement en scléractiniaires, les 2 transects particulièrement touchés en début d'année (ST02A et ST04A) sont stables pour cette mission (+1% pour chacun).

Par contre le transect B de la ST02 voit son recouvrement en coraux diminuer de 14.5%. Il faut aussi noter -7.5% pour le transect haut (A) de ST08 (Puka). A contrario, le recouvrement corallien en ST07A (Basse Chambeyron) augmente de 7%.

Les baisses de cette mission sont les suites à long terme du phénomène de blanchissement du début d'année 2016 (conséquence d'une anomalie positive de température de l'eau, cf. [§ 7.1.7](#)). L'état de santé de la majorité des stations est cependant stable voire en légère augmentation par rapport à la mission précédente (avril 2016), ce qui laisse supposer que les dégradations sont terminées et que le récif va progressivement se rétablir (résilience), en l'absence d'un autre stress.

6.2 Benthos

Afin d'évaluer les dégradations éventuelles de la zone sous l'influence potentielle du projet, une étude sur la biodiversité des biocénoses benthiques a été réalisée. Pour ce faire, les biocénoses benthiques cibles (fixes et mobiles) ont été inventoriées. **La présence des espèces mobiles est un indicateur du fonctionnement de l'écosystème ; La diversité et l'abondance renseignent sur la vulnérabilité du site.** Il est important de noter que **l'absence ou la diminution d'abondance des espèces mobiles d'une mission à une autre n'est pas un indicateur de dégradation environnementale.** Leur absence peut être momentanée et n'est pas synonyme de mortalité car leur mobilité leur permet de migrer du couloir d'inventaire pour rechercher de la nourriture ou un





abri... .

En considérant cette notion de variabilité saisonnière des macrophytes et de mobilité de certaines espèces (particulièrement les échinodermes et les mollusques), **il est très important de s'attacher aux variations d'abondance et de richesse spécifique des organismes fixés et présentant des variations épisodiques relativement faibles (scléractiniaire, alcyonaire et spongiaire).**

Par exemple, si les données de richesse spécifique et d'abondance concernant les groupes des scléractiniaires, des alcyonaires et des spongiaires sont en diminution, c'est qu'il y a eu inévitablement une dégradation du milieu (anthropique ou naturelle). Après avoir fait ce constat, il faut par la suite chercher les causes de ces dégradations (mécanique, chimique, variations des paramètres environnementaux : augmentation de température de l'eau, apport d'eau douce, apport de particules...).

Les biocénoses benthiques se sont adaptées aux conditions environnementales par la sélection d'espèces colonisant les milieux agités (canal de la Havannah et canal Woodin) et les milieux calmes et turbides (baie de Prony). Les macrophytes, spongiaires et alcyonaires sont en compétition spatiale avec les coraux scléractiniaires pour toutes les stations sauf en station 04 (Woodin) où le recouvrement biotique est particulièrement représenté par les coraux (les autres groupes sont très minoritaires). Ces observations rentrent dans le cycle naturel. Cependant, l'évolution de ces groupes biotiques est à surveiller au regard des perturbations potentielles dans cette zone (perturbations d'origine anthropique et/ou d'origine naturelle exceptionnelle).

Le degré d'exposition des habitats à l'hydrodynamisme conduit à distinguer les milieux de mode battu du mode calme. L'agitation de l'eau crée des forces variant en fonction de son intensité (courants de marées, de houle et ressac). De ce fait, les organismes sont sélectionnés sur les récifs du canal de la Havannah et du canal Woodin par leur capacité à résister aux forces d'arrachement. La zone de balancement des marées et de vagues constitue l'étage supérieur du système récifal.

D'autre part, la baie de Prony est un regroupement de rades (Grande Rade, Rade du Nord et Rade de l'Est), qui constitue une baie semi-fermée qui est particulièrement protégée des agents hydrodynamiques. De plus de nombreux creeks et rivières se déversent dans cette baie charriant des particules sédimentaires (apports conséquents). Les organismes sont sélectionnés sur ces récifs par leur capacité à résister aux dépôts sédimentaires, à la diminution de la pénétration de la lumière dans la colonne d'eau et par endroit à la dessalure des eaux de surface.

Il faut également appréhender les variations sur plusieurs années afin d'enregistrer les variations naturelles de l'environnement. Par ailleurs, les protocoles évoluent et les inventaires se sont affinés au fur et à mesure des missions. Les résultats de richesse spécifique varient avec ces améliorations de protocole, c'est pourquoi il ne faut pas changer de méthodologie trop fréquemment.

La méthode d'analyse de suivis de la richesse spécifique s'appuyant sur l'inventaire des coraux, des macrophytes et des invertébrés est un très bon indicateur d'évaluation de la santé des récifs. Désormais, une liste d'inventaire très détaillée des biocénoses benthiques avec de nombreuses espèces cibles a été complétée et la méthodologie utilisée n'a plus de raison d'évoluer.

6.2.1 Variation de la biodiversité α dans le temps

La biodiversité α est étudiée car c'est un paramètre biologique fort qui caractérise une station.

Les résultats obtenus de biodiversité α sur le peuplement benthique (coraux scléractiniaires, invertébrés hors coraux durs et macrophytes) sont présentés pour chaque groupe en deux temps :

- 1/ les données de cette présente mission sont comparées directement avec les données de la mission précédente,
- 2/ l'ensemble des résultats comparables des 14 missions précédentes (à savoir celles de 2010 à 2016) est soumis à deux tests statistiques.

Les deux analyses statistiques proposées sont : Anovar et le test de Friedman.

ANOVAR (comparaisons temporelles) : La prise en considération de l'ensemble des transects et stations de la zone donne une série statistique exploitable permet une analyse temporelle. Toutefois, la puissance de cette analyse est lourdement entravée 1) par l'amélioration du protocole au fur et à mesure des missions et 2) par un choix de stations très hétérogènes : baie de Prony contre canal Woodin et canal de la Havannah, et même au sein



du canal de la Havannah, des stations sur des bancs à fort courant, des stations exposées aux alizés et d'autres au contraire protégées et donc à plus faible hydrodynamisme.

Test de Friedman : Le test de Friedman a sans doute dans le cas présent plus d'intérêt que celui de Kruskal & Wallis. Ce test, appelé «*test en blocs aléatoires complets*», a pour préalable d'ordonner les résultats des différents traitements à l'intérieur de chaque bloc préétablis.

Ici, sera considéré que les « traitements » sont les conditions environnementales propres à chacune des années de la série historique et que les « blocs » sont les stations qui sont chaque année réévaluée, et dans ce cas, ce sera une analyse en colonnes,

$$\chi^2_{ddl} = 12 / pq(p+1) \cdot \sum Y_i^2 - 3q(p+1)$$

p et *q* désignant respectivement le nombre d'années (donc de colonnes) et le nombre de transects (donc de lignes). Le degré de liberté *ddl* = *p*-1

L'hypothèse (H_0) du test est de s'assurer que les variations observées d'année en année au niveau de chacune des stations sont bien aléatoires et donc pour chacune, le fruit du hasard et non qu'il existerait au cours du temps, une tendance globale à la hausse ou à la baisse des valeurs des paramètres choisis pour caractériser ces stations.

Les données quantitatives sont obtenues sans réplicat et sont donc sans intervalle de confiance. Les stations ne peuvent donc être comparées individuellement, ni entre elles, ni d'une année sur l'autre.

Seule la considération de l'ensemble des stations de la zone comme une série statistique permet le calcul d'un intervalle de confiance. Avec ce subterfuge la comparaison temporelle de la zone (et uniquement temporelle) peut alors être faite. Toutefois, la puissance de cette analyse est lourdement entravée par l'hétérogénéité des stations et les fortes variances que cette hétérogénéité entraîne.

Nota Bene :

- La **station Ugo** (ST12) n'a pas été échantillonnée pour les missions de 2007 et 2008. Lorsque les résultats de Biodiversité α des missions de 2007 et 2008 sont introduits dans les tests, ces valeurs correspondent à la moyenne des missions suivantes.
- Par ailleurs, les premières années (2007 et 2008), l'augmentation de diversité des **coraux** est corrélée à la régénération du récif (résilience) mais aussi à une amélioration du protocole (jusqu'en juin 2009). Par la suite, le protocole n'a plus évolué, l'enregistrement indique seulement la croissance naturelle du récif.
- De même, pour les **invertébrés** : au fur et à mesure des missions le protocole d'échantillonnage des biocénoses benthiques a été amélioré :
 - En octobre 2008 avec l'inventaire supplémentaire des actiniaires et des ascidies ;
 - En septembre 2011 avec l'inventaire plus détaillé des mollusques (gastéropodes, bivalves et nudibranches) et des ophiures (présence/absence). Le protocole d'échantillonnage est inchangé depuis le suivi d'octobre 2011.
- A contrario, le protocole n'a jamais évolué pour les **macrophytes** : les valeurs des biodiversités α des macrophytes sont donc comparables entre toutes les missions.

6.2.1.1 Pour les coraux scléractiniaires, depuis la dernière mission

L'étude des coraux (diversité et abondance) n'est pas demandée dans le cahier des charges mais cette source d'information est capitale pour l'évaluation de la vulnérabilité et de l'évolution de l'état de santé des récifs.

De avril à novembre 2016, la richesse spécifique absolue corallienne a évolué de +/-5 espèces selon les transects.

Cette évolution n'est pas homogène sur l'ensemble des récifs car ces derniers subissent des contraintes spécifiques selon leur géolocalisation (baie / canaux) et selon la bathymétrie. Mais cette évolution spécifique va dépendre également des contraintes environnementales (historique et nature des perturbations, degrés d'exposition), et aussi de la répartition des espèces et de leur morphologie.

Par exemple, si un récif présente différents assemblages spécifiques selon la bathymétrie et que les colonies dans les niveaux supérieurs sont vouées à se briser ou se désolidariser de leur substrat (cas des bancs du canal de la Havannah), les assemblages spécifiques de l'ensemble du récif peuvent évoluer dans le temps à la suite d'événements exceptionnels (dépression, cyclone, forte houle ...).





- Les transects présentant une **baisse de diversité absolue** (comprise entre -3 et -5 espèces) sont localisés particulièrement pour les niveaux bathymétriques supérieurs des stations ST01, ST02, ST03 et ST04. Dans la baie de Prony et le canal Woodin, les coraux ont blanchi sur les niveaux bathymétriques supérieurs lors du phénomène El Niño puis les espèces coralliennes les plus sensibles sont mortes en place et ont été recolonisées par du turf algal.

- Les transects présentant une **augmentation de diversité absolue** (comprise entre +3 et +5 espèces) sont localisés principalement sur les stations ST07, ST08 et ST09. Dans le canal de la Havannah, les coraux ont peu blanchi à cause de la forte circulation des masses d'eau. Cependant, les coraux ont été arrachés et/ou remobilisés par les agents hydrodynamiques (passage éloigné des cyclones Pam et Winston en 2015 et début 2016). Ces transects présentent également du recrutement et du bouturage corallien (colonies se formant à partir de petits fragments de coraux ayant été brisés puis remobilisés sur les niveaux supérieurs des récifs lors des événements exceptionnels).

- **Les récifs de la baie de Prony** ont une richesse spécifique corallienne qui est perturbée principalement selon les épisodes pluvieux (eau douce de surface, matière en suspension et sédimentation). Ainsi les perturbations sont majoritairement d'ordre de la dessalure et sédimentaire. Cependant, la majorité des transects est implantée plus en profondeur et ils sont influencés principalement par la sédimentation lors des précipitations importantes. En effet, en cas de forte pluviométrie, l'érosion des sols peut être aggravée si les terrains sont dénudés (sans couvert végétal) dans le bassin versant en amont. Les particules terrigènes sont alors charriées par les creeks et rivières dans la baie. Ce phénomène est d'autant plus important si la direction du vent pousse la pellicule d'eau de surface vers le fond de la baie (formation d'une couche d'eau saumâtre et turbide d'une épaisseur importante pouvant atteindre plus de 5 m). D'autre part, la remobilisation des sédiments par les hélices et les chaînes de bateaux dans la zone portuaire de Goro ne doit pas être négligée et devrait faire l'objet d'une étude complémentaire plus détaillée.

- Concernant **les récifs du canal de la Havannah et dans une moindre mesure du canal Woodin**, les perturbations sont majoritairement d'ordre mécanique. Les agents hydrodynamiques (particulièrement houle et ressac pour le canal de la Havannah et courant de marée pour le canal Woodin) peuvent arracher, retourner et casser les colonies (particulièrement aux niveaux bathymétriques supérieurs des récifs).

Ainsi, les récifs les plus exposés aux agents hydrodynamiques peuvent enregistrer des dégradations conséquentes particulièrement lors d'événements exceptionnels tels que les dépressions/cyclones.

Suite à ces événements exceptionnels, la houle et le ressac générés toute l'année, peuvent également remobiliser les débris, les colonies fragilisées et les blocs coralliens jusqu'à la formation de couloir d'effondrement. Ce matériel corallien dévale peu à peu le long de la pente récifale et engendre des dégradations supplémentaires jusqu'à ce qu'ils s'accumulent en bas de pente.

Rappel sur les perturbations naturelles en 2015-2016 :

Le cyclone Pam est passé non loin de la zone d'étude le 14 mars 2015. Il a engendré une forte houle, du ressac, des vents atteignant 89.6 km/h et des précipitations importantes (72.2 mm) (cf. § 7.1.4).

Le cyclone Winston est passé non loin de la zone d'étude le 25 février 2016. Il a engendré une forte houle, du ressac, des rafales de vent (pression en son centre de 993 hPa, des vents moyens de 75 km/h près du centre) (cf. § 7.1.5).

El Niño s'est officiellement déclaré et a continué de se développer au premier semestre 2015 dans l'Océan Pacifique équatorial. En Nouvelle-Calédonie, El Niño s'accompagne généralement d'un déficit de précipitations (cf. § 7.1.6.3).

ENSO est la principale source de variabilité interannuelle des précipitations et des températures observées en Nouvelle-Calédonie [14] (cf. § 7.1.6).

Entre le 11 février et le début du mois d'avril, une conjonction de facteurs encore non expliquée a entraîné une **masse d'eau chaude exceptionnelle** sur l'ensemble du territoire de la Nouvelle-Calédonie. Ce phénomène a entraîné un blanchissement massif des récifs coralliens en Nouvelle-Calédonie (cf. § 7.1.7).

6.2.1.2 Pour les coraux scléractiniaires, depuis le début

Les valeurs des biodiversités α des **coraux scléractiniaires** des différents transects pour les 13 dernières missions sont résumées dans le [tableau 148](#).



Tableau n°148 : *Richesse spécifique des coraux scléractiniaires pour tous les transects depuis 2010*

Biodiversité α Coraux	11/16	04/16*	10/15	03/15*	10/14	04/14	09/13	04/13*	10/12	03/12	10/11	03/11*	09/10
ST01A	88	92	93	94	94	90	93	73	70	53	52	52	52
ST01B	70	71	77	72	68	68	67	52	49	43	41	43	41
ST02A	98	102	106	109	107	105	104	96	91	84	83	79	81
ST02B	85	85	92	92	90	89	85	76	77	74	66	68	66
ST03A	64	67	71	72	71	70	66	53	60	49	47	46	44
ST03B	74	75	80	80	74	73	74	65	60	60	52	49	49
ST03C	88	86	88	86	85	83	79	68	65	65	56	54	51
ST04A	64	69	73	71	72	68	60	56	52	56	51	48	41
ST04B	83	85	91	88	82	81	74	61	59	52	47	43	40
ST04C	27	29	28	25	23	23	23	17	21	17	17	14	14
ST05A	97	95	94	93	98	98	93	77	69	64	57	57	59
ST05B	80	81	82	82	79	81	76	68	69	63	55	58	57
ST05C	47	47	47	48	47	41	41	37	36	45	42	42	41
ST06A	78	80	76	72	75	76	75	69	73	67	65	64	77
ST06B	97	95	97	91	91	89	82	77	82	84	74	66	65
ST06C	67	69	65	62	60	59	61	52	71	79	79	76	71
ST07A	65	65	67	68	65	60	59	53	55	50	50	50	53
ST07B	89	86	83	81	82	81	74	66	66	71	65	63	64
ST07C	60	61	58	54	52	54	38	39	48	39	40	41	40
ST08A	97	92	94	92	90	93	91	90	102	95	90	91	95
ST08B	52	49	46	41	34	34	32	30	43	47	48	49	54
ST09A	70	72	72	70	73	71	69	64	66	61	55	52	56
ST09B	99	94	93	96	95	92	84	75	65	59	56	51	50
ST09C	76	74	77	78	75	74	68	61	53	50	48	41	41
ST10A	99	99	103	103	108	106	104	104	103	104	97	93	100
ST10B	115	114	115	115	112	106	103	90	92	95	90	90	93
ST10C	62	63	63	67	68	68	64	58	58	56	53	55	56
ST11A	92	93	95	88	87	86	86	84	84	83	77	74	77
ST11B	107	108	109	108	106	100	97	91	91	93	90	88	88
ST11C	57	55	56	48	49	41	42	40	44	54	57	53	53
ST12A	103	102	104	104	103	100	98	93	95	91	89	87	85
ST12B	76	76	75	76	79	76	76	75	81	73	68	67	68

L'augmentation de diversité est corrélée à la régénération du récif (résilience) mais aussi à une amélioration du protocole en juin 2009 puis une distinction du nombre d'espèce scléractiniaires au sein des familles Fungiidae et Faviidae et des espèces de Gorgones à partir de octobre 2012. Par la suite, le protocole n'a plus évolué, l'enregistrement indique seulement la croissance naturelle du récif.

6.2.1.2.1 Analyse par Anovar

Une ANOVAR sur ce tableau de biodiversité α des coraux scléractiniaires est donnée [tableau 149](#) pour les 14 dernières missions et [tableau 150](#) pour les 9 dernières missions.

L'analyse des variances de la richesse spécifique des coraux scléractiniaires pour les 14 dernières campagnes ne montre pas de similarité, même pour une valeur de F à 99%. Sous un regard quantitatif, l'ensemble des transects n'apparaissent pas homogènes selon les différentes missions et l'hypothèse d'identité H_0 est rejetée.

Tableau n°149 : *Analyse de la Variance de la biodiversité α des coraux scléractiniaires depuis 2010*

k1=p-1	13	F obs.	5.9
K2=n-p	434	F95%	1.74
		F99%	2.17

Si l'on considère les séries de données depuis que le protocole n'a plus évolué (octobre 2012) : l'analyse des variances de la richesse spécifique des coraux scléractiniaires pour les 9 dernières campagnes ne montre pas de similarité pour F95%, mais seulement pour F97.5%. Sous un regard quantitatif, l'ensemble des

transects n'apparaissent pas homogènes selon les différentes missions et l'hypothèse d'identité H_0 est rejetée.

Tableau n°150 : *Analyse de la Variance de la biodiversité α des coraux scléractiniaires depuis 2012*

$k1=p-1$	8	F obs.	2.26
$K2=n-p$	279	F95%	1.97
		F97.5%	2.24
		F99%	2.58

Tableau n°151 : *Analyse de la Variance de la richesse spécifique (RSp.) des coraux scléractiniaires pour tous les transects depuis 2010*

	11/16	04/16*	10/15	03/15*	10/14	04/14	09/13	04/13*	10/12	03/12	10/11	03/11*	09/10	03/10
RSp. moyenne	78,94	79,09	80,31	78,94	77,94	76,13	73,06	65,94	67,19	64,88	61,16	59,50	60,06	57,81
Ecart type	19,56	19,05	19,98	20,80	21,36	21,17	21,12	20,19	19,38	19,49	18,33	18,14	19,48	19,81
Intervalle de confiance (IC:0,95)	6,78	6,60	6,92	7,21	7,40	7,34	7,32	7,00	6,72	6,75	6,35	6,28	6,75	6,86
Coefficient de Variation	0,25	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,31	0,29	0,30	0,30	0,30	0,32	0,34

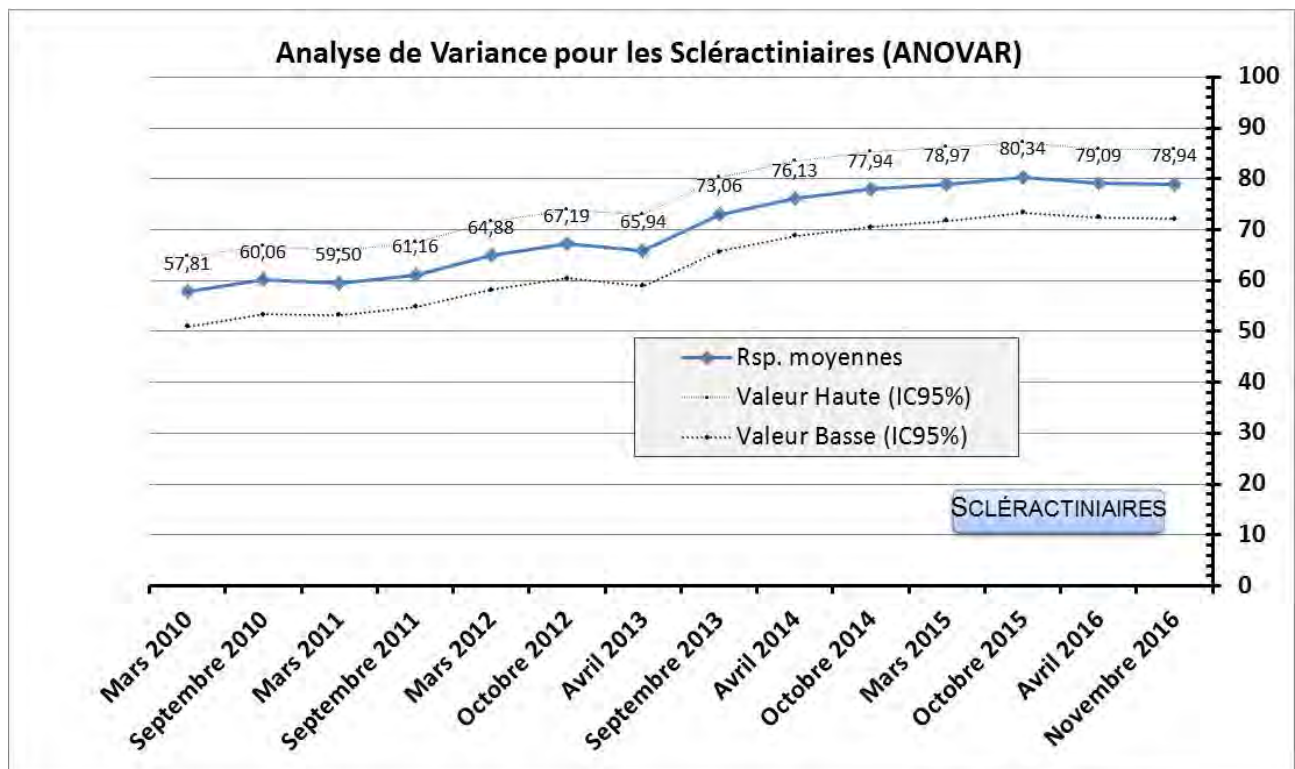


Figure n°114 : *Valeur de la richesse spécifique moyenne des coraux scléractiniaires depuis 2010*
Les valeurs hautes et basses représentent l'intervalle de confiance

Les phases de dégradation par les dépressions et les phases de résilience font que les inventaires ne sont plus homogènes sur une aussi longue période (même depuis que le protocole n'a plus évolué). Malgré les intervalles de confiance importants, les récifs coralliens ont tendance à se diversifier dans le temps. Les petites baisses de diversité en mars 2011, avril 2013 et avril 2016 sont corrélées aux dépressions Vania-Zelia, Fréda et Winston, ainsi que le phénomène El Nino (2016), qui se sont déroulées respectivement en début d'années 2011, 2013 et 2016.

Le cyclone Pam en mars 2015 est passé relativement loin de la zone d'étude et il n'a pas eu d'incidence majeure sur la biodiversité des récifs, cependant ce cyclone de catégorie 5 a engendré une houle et du ressac conséquents. Ces conditions exceptionnelles ont entraîné des dégradations mécaniques comme l'attestent de nombreux débris,



des colonies arrachées de leur substrat et des couloirs d'effondrement principalement sur les niveaux bathymétriques supérieurs et médians des récifs les plus exposés aux conditions hydrodynamiques (canal de la Havannah et canal Woodin).

6.2.1.2.2 Analyse par le test de Friedman

Il devient alors intéressant de voir s'il y a un classement des séries au cours du temps (analyse en colonne) et le test de Friedman permet de répondre à ce questionnement (tableau 152). Pour répondre à cette question le tableau 148 est considéré en classant les valeurs en ligne (de 1 à 14).

Tableau n°152 : *Analyses non paramétriques Friedman (analyse en colonne) de la richesse spécifique des coraux scléractiniaires depuis 2010*

KHI 2 obs.	200.1			
Ddl = 11	Khi² 95%	Khi² 95%	Khi² 95%	Khi² 95%
Valeur Khi²	22,362	24,736	27,688	29,819

L'Ho d'identité de colonnes n'est pas vérifiée. Le rejet est total et le test de Friedman permet de classer les missions les unes par rapport aux autres.

La diversité corallienne montre des évolutions dans le temps et il se trouve que ce classement général est presque chronologique depuis 2010 avec trois exceptions pour mars 2011, avril 2013 et avril 2016.

Le cyclone Pam (mission mars 2015) n'a pas eu beaucoup d'incidence sur la diversité spécifique totale et il n'a perturbé que les récifs les plus exposés aux agents hydrodynamiques. Ainsi une diminution de classe de rang est remarquable pour ces récifs exposés mais pas pour le classement général.

Les récifs ont subi des dégradations induites par les événements dépressionnaires Vania et Zelia (début d'année 2011), Fréda (début d'année 2013) et dans une moindre mesure Pam (mars 2015) et Winston ainsi que le phénomène El Niño (2016). Puis, des phases de résilience sont constatées suite à ces événements dépressionnaires.

La croissance apparente depuis 2010 est donc bien réelle avec les perturbations enregistrées d'ordre cyclonique en début d'années 2011, 2013, mars 2015 et avril 2016.

Toutefois le protocole a été amélioré jusqu'en octobre 2012, l'inventaire a été de plus en plus détaillé au fur et à mesure des missions. La résilience du récif est présente mais avec une moindre amplitude.

De plus, si l'on regarde le classement pour chaque transect :

En baie de Prony, les événements d'une grande intensité (cyclones, précipitation importante) ont peu de conséquences sur le classement des missions. Par contre, la dessalure des eaux de surface a énormément d'impact sur les récifs et la composition des communautés benthiques à faible profondeur (notamment en baie de Prony). Seulement les transects étudiés ne sont pas installés dans les zones sous influence de ces paramètres (eaux de surface).

→ **Aucun transect du suivi n'a été installé entre 0 et 3 m de profondeur.**

Il faut faire très attention aux résultats statistiques et au plan d'échantillonnage et tenir également compte des descriptions écologiques des stations et de leurs pourtours.

Seule l'augmentation de température importante des masses d'eau en début d'année 2016 (phénomène exceptionnel lié à El Niño) a eu une influence sur les transects puisqu'elle a touché la colonne d'eau jusqu'à une quinzaine de mètres de profondeur.

Par contre dans le canal de la Havannah et canal Woodin, les perturbations d'événements exceptionnels (dépression/cyclone) sont mieux enregistrées car lorsque les agents hydrodynamiques sont amplifiés, les perturbations sont constatées sous 5 m de profondeur et ainsi les transects les plus exposées aux agents hydrodynamiques marquent les plus grandes diminutions de diversité lors d'événements dépressionnaires (ST04, ST06, ST07, ST08, ST09, ST10, ST11 et ST12).

Les dégradations sont d'ordre mécanique : de nombreuses colonies coralliennes sont désolidarisées, arrachées de leur substrat dans les niveaux bathymétriques supérieurs. Il apparaît également que les niveaux inférieurs (transects B & C) sont perturbés lors d'une deuxième phase, les débris et blocs coralliens remobilisés par la houle



durant l'année, dévalant par gravité les pentes récifales au fur et à mesure du temps. Ce matériel corallien va parfois constituer des couloirs d'effondrement (ST04, ST06, ST07 et ST12).

Tableau n°153 : *Classement par rang en colonne pour l'analyse non paramétrique Friedman de la richesse spécifique des coraux scléractiniaires depuis 2010*

Rang Coraux	Nov. 2016	Avril 2016*	Oct. 2015	Mars 2015*	Oct. 2014	Avril 2014	Sept. 2013	Avril 2013*	Oct. 2012	Mars 2012	Sept. 2011	Mars 2011*	Sept. 2010	Mars 2010
ST01A	11	11	11	11	11	11	11	6,5	6,5	3,5	3,5	3,5	3,5	1
ST01B	12	12	14	12	9	9	9	7	6	4,5	2,5	4,5	2,5	1
ST02A	8	9	12,5	12,5	12,5	12,5	10	7	6	5	3	3	3	1
ST02B	9	9	13,5	13,5	11,5	11,5	9	6	6	6	2,5	2,5	2,5	2,5
ST03A	8	10,5	13	13	13	10,5	9	6	7	4,5	4,5	3	2	1
ST03B	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	8	11,5	6	6	6	4	2,5	2,5	1
ST03C	13,5	10,5	13,5	10,5	10,5	10,5	8	6	6	6	4	2,5	2,5	1
ST04A	9	10,5	13	13	13	10,5	8	6,5	4,5	6,5	4,5	3	1,5	1,5
ST04B	10	13	13	13	10	10	8	6,5	6,5	5	3,5	3,5	1,5	1,5
ST04C	12	13,5	13,5	11	8,5	8,5	8,5	5	8,5	5	5	2	2	2
ST05A	11	11	11	11	11	11	11	7	6	5	2,5	2,5	2,5	2,5
ST05B	10,5	10,5	13,5	13,5	10,5	10,5	8	6	7	5	2	4	2	2
ST05C	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	5,5	5,5	1,5	1,5	11,5	5,5	5,5	5,5	5,5
ST06A	13	14	10,5	5,5	7,5	10,5	7,5	4	5,5	3	1,5	1,5	10,5	10,5
ST06B	13,5	11	13,5	11	11	9	6,5	5	6,5	8	4	2	2	2
ST06C	7,5	7,5	6	3,5	3,5	3,5	3,5	1	10	13	13	13	10	10
ST07A	12	12	12	12	12	8,5	8,5	5,5	7	2,5	2,5	2,5	5,5	2,5
ST07B	14	13	10,5	10,5	10,5	10,5	8	5,5	5,5	7	3	3	3	1
ST07C	13,5	13,5	12	10,5	9	10,5	4	4	8	4	4	4	4	4
ST08A	13	6,5	10	6,5	2	8,5	4,5	2	14	11,5	2	4,5	11,5	8,5
ST08B	12,5	10	7,5	5	2,5	2,5	2,5	2,5	6	7,5	10	10	14	12,5
ST09A	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	8	6	7	5	2	2	4	2
ST09B	13	10	10	13	13	10	8	7	6	4,5	4,5	2	2	2
ST09C	13	10	13	13	10	10	8	7	5,5	5,5	4	2	2	2
ST10A	4,5	4,5	9,5	9,5	14	13	9,5	9,5	9,5	9,5	2	1	4,5	4,5
ST10B	12	12	12	12	12	8,5	8,5	4	4	4	4	4	4	4
ST10C	9,5	9,5	9,5	13	13	13	9,5	5	5	5	1	2	5	5
ST11A	13	13	13	11	10	7	7	7	7	7	2,5	2,5	2,5	2,5
ST11B	12	12	12	12	12	9	8	5	5	7	5	2	2	2
ST11C	13,5	11	11	5,5	5,5	3	3	1	3	11	13,5	8	8	8
ST12A	12,5	9,5	12,5	12,5	12,5	9,5	8	6	7	5	4	3	2	1
ST12B	10	10	6,5	10	13,5	10	10	6,5	13,5	5	3,5	2	3,5	1
(ΣRg)	360,5	344	367	344,5	328,5	297	249	170,5	212,5	198,5	133	113	133,5	108,5
Ordonnement	13	11	14	12	10	9	8	5	7	6	3	2	4	1

Les étoiles rouges indiquent que les missions succèdent à une phase dépressionnaire

Les stations ST09 et ST11 sont également très exposées aux agents hydrodynamiques mais durant toute l'année. De ce fait, les communautés coralliennes des niveaux supérieurs sont mieux adaptées à des conditions hydrodynamiques intenses. Et c'est pourquoi des événements cycloniques induisent moins de perturbations que pour les autres stations du canal de la Havannah.

Les stations ST06, ST07, ST10 et ST12 peuvent être exposées à la houle et au ressac (voir au mascaret pour ST06) mais ce mode hydrodynamique n'est pas pérenne tout au long de l'année et les biocénoses benthiques, dont les coraux, se trouvent perturbées lorsque ces conditions deviennent intenses. S'ensuivent également des réactions en chaîne comme le développement de couloirs d'effondrement (ST06 et ST12), de lésions et la prolifération de prédateurs coralliens (ST10).

La station 08 (Puka) a une courbe de diversité corallienne en dent de scie depuis mars 2011. L'augmentation de la sédimentation provenant de la baie Kwé couplée aux phases dépressionnaires freinent le processus de résilience des coraux et entraîne des réactions en chaîne : développement de maladies et lésions (bande blanche, hyper mycose endolithique et croissance anormale), développement important de cyanobactéries, de turf algal et la présence accrue de prédateurs comme les *Drupella cornus*. Désormais cette station présente les caractéristiques de résilience des récifs.

Pour les scléractiniaires, en novembre 2016, des anomalies de rang constatées au mois d'avril 2016 perdurent pour les stations de la baie de Prony (ST02 et ST03A). L'augmentation de température des masses d'eau en



février 2016 a eu un impact sur le niveau supérieur des récifs dans la baie (biodiversité, colonies mortes en place, développement de turf algal...).

Dans le **canal Woodin**, les récifs ont également bien blanchi en février 2016 sur les niveaux supérieurs et intermédiaires. Les dégradations de biodiversité sont seulement constatées pour cette dernière mission en ST04AB.

Dans le **canal de la Havannah**, les transects enregistrent une petite augmentation de diversité en ST06B, ST08AB, ST09BC, ST11C, ST12A. Les conditions hydrodynamiques ont entraîné la remobilisation de quelques colonies et le bouturage naturel.

Le transect ST10A qui a été dégradé lors de la dernière mission d'avril 2016 ne montre pas de grand changement de diversité.

6.2.1.3 Pour les invertébrés, depuis la dernière mission

La liste des invertébrés demandée dans le cahier des charges ne concerne que les échinodermes (astéries, crinoïdes, échinides, holothurides), les cliones, les bénitiers et les trocas. Cela n'est pas suffisant pour une bonne appréciation de la qualité des biocénoses.

De ce fait, **la liste des invertébrés traités dans cette étude** est bien plus complète et comprend les sous-groupes qui contribuent le plus à la composition caractéristique et unique de chaque récif, soient : alcyonaires, spongiaires, mollusques, ascidies, échinodermes (astéries, crinoïdes, échinides, holothurides, ophiurides, synaptés), actiniaires, zoanthaires et hydrozoaires. Elle **ne comprend pas évidemment les coraux durs** (cf. § précédents).

Par ailleurs, dans les données de richesses spécifiques, depuis octobre 2012 (compris), les décapodes et les crustacés ne sont plus pris en compte (impossibilité sur le terrain d'échantillonner tous ces organismes, donc leur biodiversité était obligatoirement largement sous-estimée). Les moyennes pour les années précédentes ont été reprises aussi de fait.

De avril à novembre 2016, la richesse spécifique absolue des invertébrés a évoluée de -5 à +12 espèces selon les transects. Cette évolution n'est bien sûr pas homogène sur l'ensemble des récifs car ces derniers subissent des contraintes particulières selon leur géolocalisation (mode de perturbation, degrés d'exposition, nature du substrat et la bathymétrie).

- Les transects présentant la plus grande **baisse de diversité absolue** (comprise entre -3 et -5 espèces) sont ST02B, ST03, ST06B, ST07.

- Les transects présentant la plus grande **augmentation de diversité absolue** (comprise entre +4 et +12 espèces) sont ST01B, ST02A, ST04A, ST05B, ST08, ST09, ST11B, ST12A.

Ce n'est pas parce que la diversité des invertébrés augmente que le récif ne subit pas de perturbation. Bien au contraire, lorsque l'habitat (représenté principalement par les coraux) subit des dégradations (ici mécaniques), les échinodermes (astéries, échinides, ophiures et holothuries) et les mollusques (gastéropodes et nudibranches) viennent rapidement coloniser la zone afin de se nourrir dans les débris fraîchement mobilisés. **Généralement, suite à un évènement tel qu'une dépression / cyclone ou un coup d'ouest, les inventaires spécifiques montrent que la recolonisation est établie lors de la mission suivante (périodicité semestrielle des missions de suivi biologique).**

D'autres espèces comme les ascidies et quelques éponges ont une capacité restreinte à se fixer sur le substrat dur, elles subissent les forces d'arrachement et elles peuvent être balayées des niveaux supérieurs et médians.

Les courbes de richesse spécifique des invertébrés sont également un indicateur pour évaluer l'état de santé des récifs mais les informations sont à interpréter sur une échelle de temps plus grande que celles acquises pour les coraux scléractiniaires (indicateur le plus performant). De plus, contrairement aux coraux, les mêmes individus sont très rarement observés d'une mission à l'autre (grande mobilité et turn over des invertébrés).

En effet, les variations de mobilités des invertébrés (particulièrement : échinides, astéries, holothurie, gastéropodes) sont très importantes naturellement. Les espèces mobiles sont constamment à la recherche de nourriture et lorsque les conditions environnementales sont défavorables, elles ont la possibilité de se déplacer vers un milieu moins perturbé. De ce fait, leur absence n'est pas forcément un indicateur de perturbation et leur abondance ou présence n'est pas non plus un indicateur de bon état de santé.

Il faut généralement que les perturbations soient majeures pour que le signal soit perceptible ou alors retrouver des tests ou individus morts pour déterminer une perturbation.



Les évènements hydrodynamiques et climatiques (El Niño), la prédation, la disponibilité en nourriture et la grande mobilité des organismes benthiques sont principalement à l'origine des variations de diversité et d'abondance d'une mission à l'autre, surtout lorsque ces évènements deviennent extrêmes.

Lors des évènements dépressionnaires, les invertébrés sont balayés, arrachés du substrat et/ou ils se déplacent vers des zones moins perturbées. Ces perturbations subies par les récifs génèrent aussi une remobilisation de matériel corallien et sédimentaire (colonies, débris, sédiments) et par la suite le développement de cyanobactéries et de turf algal. Ces éléments remobilisés et mis à disposition sont une source de nourriture non négligeable pour les invertébrés. C'est pourquoi peu de temps après un évènement d'une ampleur exceptionnelle, une recrudescence d'espèces mobiles (échinodermes, mollusques...) en constante recherche de nourriture peut être constatée.

D'autre part, il apparaît également qu'un nombre important d'invertébrés mobiles se protègent et se cachent sous les débris, des anfractuosités ou dans le sédiment (mollusques, astéries, ophiures, crustacés...) ainsi ils ne peuvent pas être comptabilisés dans les inventaires.

6.2.1.4 Pour les invertébrés, depuis le début

Les valeurs des biodiversités α des invertébrés selon les différentes transects pour toutes les missions sont résumées dans le [tableau 154](#).

Les courbes de la richesse spécifique des invertébrés ont une tendance à la hausse au fur et à mesure des missions. L'amélioration du protocole n'est pas la seule raison de l'évolution de la richesse spécifique des invertébrés. La prédation et surtout la grande mobilité des organismes benthiques sont à l'origine de variations de diversité d'une mission à l'autre.

Tableau n°154 : *Valeur de la richesse spécifique des invertébrés (hors coraux durs) pour tous les transects depuis 2010*

Biodiversité α Invertébrés	Nov. 2016	Avril 2016*	Oct. 2015	Mars 2015*	Oct. 2014	Avril 2014	Sept. 2013	Avril 2013*	Oct. 2012	Mars 2012	Sept. 2011	Mars 2011*	Sept. 2010	Mars 2010
ST01A	44	44	51	44	47	48	48	39	42	32	27	24	23	23
ST01B	39	35	42	46	39	37	41	29	33	28	23	18	17	18
ST02A	38	34	40	40	38	38	37	33	27	25	21	20	15	17
ST02B	27	30	32	29	28	31	28	26	30	26	24	19	17	19
ST03A	30	34	32	33	35	38	31	25	32	20	20	16	17	15
ST03B	27	30	35	29	28	35	33	26	26	22	15	9	7	5
ST03C	25	29	25	22	24	28	24	18	30	23	19	17	15	13
ST04A	24	19	30	23	28	31	24	19	22	21	22	16	18	17
ST04B	42	40	44	44	43	47	45	35	32	28	26	20	21	20
ST04C	22	23	28	24	22	28	20	18	20	24	26	24	21	19
ST05A	40	39	45	42	39	42	42	27	28	24	23	15	17	16
ST05B	42	30	32	36	34	35	40	30	33	30	31	23	22	23
ST05C	16	16	16	20	20	21	21	20	19	20	21	21	19	20
ST06A	16	17	17	13	20	26	15	19	16	20	20	7	11	15
ST06B	33	36	42	39	45	38	41	36	34	26	28	16	14	17
ST06C	32	31	28	21	28	29	38	27	26	25	25	13	14	16
ST07A	25	29	20	25	20	18	15	26	14	17	14	8	17	17
ST07B	35	39	44	36	40	38	39	31	25	27	27	20	19	19
ST07C	35	40	33	28	31	27	32	24	18	25	28	18	19	21
ST08A	41	36	39	42	42	39	34	35	50	39	34	23	24	26
ST08B	43	36	31	36	34	36	29	23	29	30	27	24	24	27
ST09A	43	39	37	44	49	46	43	39	34	32	31	20	22	26
ST09B	67	60	66	71	78	80	64	63	49	44	38	25	26	26
ST09C	40	40	47	56	57	53	54	45	44	37	36	24	25	26
ST10A	39	41	48	41	45	30	30	21	31	31	25	20	19	19
ST10B	56	56	62	67	68	57	47	42	36	35	31	25	26	26
ST10C	30	29	34	40	43	41	38	36	31	36	35	26	28	27
ST11A	18	18	29	23	31	30	33	27	30	42	43	18	15	19
ST11B	49	41	47	53	53	50	48	45	37	45	39	22	20	24
ST11C	35	36	38	38	39	39	29	35	31	35	34	24	25	25
ST12A	44	37	46	53	41	39	40	37	38	30	20	14	19	19
ST12B	42	40	39	47	40	37	34	37	36	22	23	21	18	19

Les étoiles rouges indiquent que les missions succèdent à une phase dépressionnaire

6.2.1.4.1 Analyse par Anovar

Une ANOVAR sur ce tableau de biodiversité α des invertébrés est donnée [tableau 155](#).

L'analyse des variances de la richesse spécifique des invertébrés pour les 14 dernières campagnes ne montre pas de similarité, même pour une valeur de F à 99%. Le rejet est total et l'ANOVAR n'accrédite pas l'hypothèse d'identité H_0 . Les 14 séries ont des variances différentes.

Tableau n°155 : *Analyse de la Variance de la biodiversité α des invertébrés (hors coraux durs), depuis 2010*

k1=p-1	13	F obs.	17,68
K2=n-p	434	F95%	1.74
		F99%	2.17

Tableau n°156 : *Analyse de la Variance de la richesse spécifique des invertébrés (hors coraux durs) pour tous les transects depuis 2010*

	11/16	04/16*	10/15	03/15*	10/14	04/14	09/13	04/13*	10/12	03/12	10/11	03/11*	09/10	03/10
Richesse spécifique moyenne	35.59	34.50	37.47	37.66	38,38	37,88	35,53	31,03	30,72	28,78	26,75	19,06	19,19	19,97
Ecart type	11.22	9.74	11,33	13,45	13,21	11,71	10,97	9,78	8,58	7,33	6,96	5,00	4,65	4,89
Intervalle de confiance (IC:0,95)	3.97	3.44	4	4,76	4,67	4,14	3,88	3,46	3,03	2,59	2,46	1,77	1,64	1,73
Coefficient de Variation	0.32	0.28	0.3	0,36	0,34	0,31	0,31	0,32	0,28	0,25	0,26	0,26	0,24	0,24

Les récifs ont subi des dégradations induites par les événements dépressionnaires Vania- Zelia (début d'année 2011), Fréda (début d'année 2013), Pam (début d'année 2015) et Winston (début d'année 2016) et climatique (ENSO 2015/2016). Selon l'intensité du phénomène et la période écoulée entre la perturbation et la mission faisant suite au phénomène, des variations (soit une baisse soit une hausse de diversité) sont constatées selon les zones. En effet les invertébrés peuvent être arrachés, remobilisés (capacités réduites de fixation au substrat), se déplacer ou mourir lors du phénomène perturbateur mais ils peuvent aussi recoloniser très vite les sites dégradés pour les espèces mobiles (recherche de nourriture).

Ainsi, les assemblages d'espèces par transect au sein des différents groupes d'invertébrés peuvent être très fluctuants.

Malgré ces contraintes il peut être constaté que :

- Entre juin 2009 et mars 2011, la richesse spécifique des invertébrés (hors coraux durs) paraît stable.
- Puis la diversité augmente de manière très importante pour la mission de septembre 2011 et septembre 2013 car les invertébrés recolonisent les récifs suite aux événements dépressionnaires de ces débuts d'années. Il faut noter que cette augmentation est accentuée également par l'amélioration du protocole en 2011 avec l'inventaire plus détaillé des mollusques.
- Entre septembre 2013 et octobre 2014, la diversité absolue des invertébrés reste relativement stable (légère augmentation de diversité).
- Entre mars 2015 et avril 2016, la diversité absolue des invertébrés tend vers une légère diminution.

Entre avril et novembre 2016, **la diversité absolue des invertébrés tend à se stabiliser (légère hausse)**, ce qui ne signifie pas qu'il n'y est pas de changement dans l'assemblage des espèces (grande mobilité des échinodermes et des gastéropodes ...).

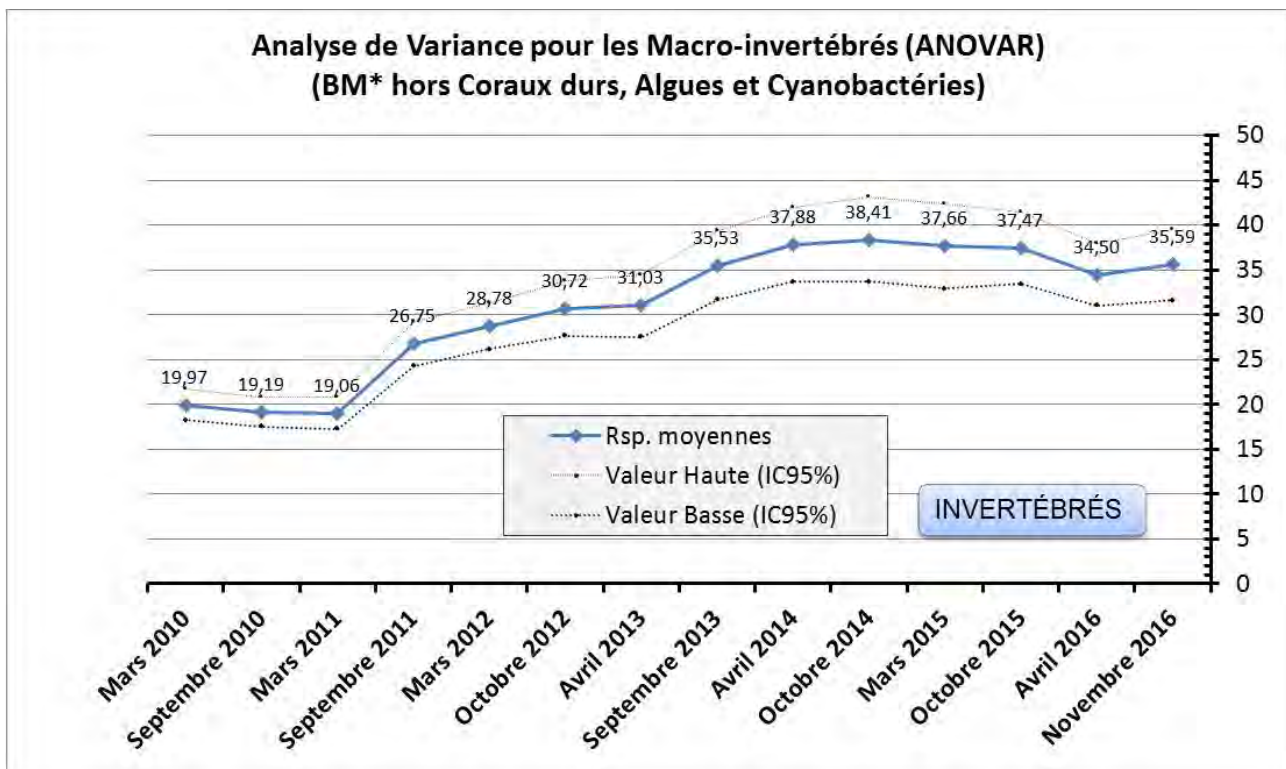


Figure n°115 : *Valeur de la richesse spécifique moyenne des invertébrés (hors coraux durs) depuis 2010*
Les valeurs hautes et basses représentent l'intervalle de confiance

6.2.1.4.2 Analyse par le test de Friedman

Il devient alors intéressant de voir s'il y a un classement des séries au cours du temps et le test de Friedman permet de répondre à ce questionnement. Pour cela, le [tableau 154](#) est considéré en classant les valeurs en ligne (de 1 à 14).

Tableau n°157 : *Analyses non paramétriques Friedman (analyse en colonne) de la richesse spécifique des invertébrés (hors coraux durs) depuis 2010*

KHI 2 obs.	240,5			
ddl= 11	Khi² 95%	Khi² 97,5%	Khi² 99%	Khi² 99,5%
Valeur Khi²	22,362	24,736	27,688	29,819

Le rejet est total et le résultat s'accorde avec celui de l'ANOVAR. La diversité des invertébrés montre des évolutions dans le temps. Le test de Friedman permet de classer les années les unes par rapport aux autres.

Ce classement général est quasi chronologique entre 2009 et 2016 :

- Les récifs ont subi des dégradations induites par les événements dépressionnaires Vania- Zelia (début d'année 2011), Fréda (début d'année 2013), Pam (début d'année 2015), Winston (début d'année 2016). Mais des phases de résilience sont constatées suite à ces événements.
- La diversité totale augmente par la recolonisation des invertébrés suite aux événements dépressionnaires du début d'année 2011 et 2013. Cette augmentation est accentuée par l'amélioration du protocole.
- En effet, l'amélioration du protocole en septembre 2011 (inventaire détaillé des mollusques) fait passer les missions suivantes en biodiversité maximale.
- Les invertébrés recolonisent les récifs dans le semestre suivant les événements dépressionnaires du début d'année 2011 et 2013. La remobilisation des débris et le développement du turf algal (suite à ces perturbations mécaniques) font certainement revenir de nombreux échinodermes et mollusques à la recherche de nourriture.
- En général, les assemblages d'espèces au sein des différents groupes d'invertébrés sont très fluctuants car de nombreuses espèces sont mobiles et à la recherche constante de nourriture. De plus, les espèces hors des couloirs d'inventaire ne sont pas comptabilisées.

- L'anomalie positive de température de début d'année 2016 a eu une influence aussi sur les populations d'invertébrés, certains transects subissant un net recul, ce qui fait baisser le classement total de la mission d'avril (8^{ème} rang). Cette mission de novembre est juste au dessus (9^{ème} rang).

Tableau n°158 : *Classement par rang en colonne pour l'analyse non paramétrique Friedman de la richesse spécifique des invertébrés (hors coraux durs) depuis 2010*

Rang Invertébrés	Nov. 2016	Avril 2016*	Oct. 2015	Mars 2015*	Oct. 2014	Avril 2014	Sept. 2013	Avril 2013*	Oct. 2012	Mars 2012	Sept. 2011	Mars 2011*	Sept. 2010	Mars 2010
ST01A	9	9	14	9	11	12,5	12,5	6,5	6,5	5	4	2	2	2
ST01B	10,5	8	12,5	14	10,5	9	12,5	6	7	5	4	2,5	1	2,5
ST02A	11	8	13,5	13,5	11	11	9	7	6	5	4	3	1	2
ST02B	6	12	14	10	8,5	12	8,5	6	12	6	4	2	2	2
ST03A	9	12	9	9	13	14	9	6	9	3,5	3,5	3,5	1	1
ST03B	7	11	13,5	9,5	9,5	13,5	12	7	7	5	4	2	2	2
ST03C	9	13	9	6	9	13	9	4,5	13	9	4,5	3	2	1
ST04A	9	4,5	13	9	12	14	9	4,5	9	6	9	1	2,5	2,5
ST04B	11,5	8	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	7	6	5	4	1,5	3	1,5
ST04C	6,5	8	13,5	10	6,5	13,5	3,5	1,5	3,5	10	12	10	5	1,5
ST05A	10,5	10,5	14	10,5	10,5	10,5	10,5	5,5	5,5	5,5	5,5	2	2	2
ST05B	13,5	5,5	8,5	12	10,5	10,5	13,5	5,5	8,5	5,5	5,5	2	2	2
ST05C	2	2	2	8	8	12,5	12,5	8	4,5	8	12,5	12,5	4,5	8
ST06A	6,5	6,5	6,5	3	12	14	6,5	10	6,5	12	12	1	2	6,5
ST06B	6	9	13	11	14	9	12	9	7	4	5	2	2	2
ST06C	13	12	7,5	4	7,5	11	14	7,5	7,5	7,5	7,5	2	2	2
ST07A	12	14	9,5	12	9,5	8	4	12	2,5	6	2,5	1	6	6
ST07B	8	10,5	14	10,5	13	10,5	10,5	7	4	5,5	5,5	2	2	2
ST07C	12	14	12	8,5	10	6,5	12	5	2	6,5	8,5	2	2	4
ST08A	10,5	7	10,5	10,5	10,5	10,5	5	5	14	10,5	5	2	2	2
ST08B	14	12	9	12	10	12	7	1	7	7	4,5	2,5	2,5	4,5
ST09A	10,5	8,5	7	12	14	13	10,5	8,5	6	4,5	4,5	1	2	3
ST09B	9,5	7	9,5	12	13,5	13,5	9,5	9,5	6	5	4	2	2	2
ST09C	6,5	6,5	10	12,5	12,5	12,5	12,5	8,5	8,5	4,5	4,5	2	2	2
ST10A	10	11,5	14	11,5	13	6,5	6,5	3,5	8,5	8,5	5	3,5	1,5	1,5
ST10B	10	10	12	13,5	13,5	10	8	7	5,5	5,5	4	2	2	2
ST10C	5,5	4	7,5	12	14	13	11	9,5	5,5	9,5	7,5	1	2,5	2,5
ST11A	2,5	2,5	9,5	6	9,5	9,5	12	7	9,5	13,5	13,5	2,5	2,5	5
ST11B	11	6	9	13,5	13,5	11	11	7,5	4,5	7,5	4,5	2	2	2
ST11C	7,5	10	11,5	11,5	13,5	13,5	4,5	7,5	4,5	7,5	7,5	2	2	2
ST12A	12	7,5	13	14	10,5	7,5	10,5	7,5	7,5	5	2,5	2,5	2,5	2,5
ST12B	13	11,5	8,5	14	11,5	8,5	6	8,5	8,5	3	3	3	3	3
(ΣRg)	294,5	281,5	341,5	336	357	357,5	306	216	222,5	211,5	187,5	85	77	86,5
Ordonnement	9	8	12	11	13	14	10	6	7	5	4	2	1	3

Les étoiles rouges indiquent que les missions succèdent à une phase dépressionnaire

6.2.1.5 Pour les macrophytes, généralités

La richesse spécifique et l'abondance des algues sont très variables dans l'année et dans le temps et dépendent : 1) du cycle de développement des espèces ; 2) des variations des paramètres environnementaux (saisonnalité) ; 3) du degré d'exposition des récifs par rapport aux agents hydrodynamiques, ainsi que 4) des facteurs environnementaux exceptionnels tels que les événements dépressionnaires et les phénomènes climatiques.

De manière générale, la **biodiversité** est plus faible pour les niveaux bathymétriques les plus profonds. Cela s'expliquant entre autre par la baisse de la pénétration de la lumière dans l'eau par rapport à la profondeur. Les niveaux supérieur et médian sont généralement très similaires selon chaque site et le recouvrement des macrophytes dépendra de leur degré d'exposition aux agents hydrodynamiques, de la sédimentation et de la dessalure des eaux de surface.

Certaines espèces vont être typiques pour un biotope considéré et selon la saisonnalité, elles vont plus ou moins dominer (l'hydrodynamisme et la température de l'eau vont influencer leur développement et/ou la sénescence).

L'abondance des macrophytes se répartie de la manière suivante :

- Les algues rouges sont très abondantes durant l'été austral (particulièrement *Asparagopsis* et *Trichogloea*)



mais disparaissent quasiment durant la période hivernal.

Asparagopsis taxiformis montrent les plus grandes variations saisonnières de diversité et de recouvrement. Cette espèce aurait un caractère envahissant (cf. § 5.4) durant l'été austral sur les récifs du canal de la Havannah et elle pourrait entraîner des perturbations sérieuses sur les coraux durant cette période (compétition spatiale non négligeable).

- Les algues brunes sont plus pérennes mais augmentent d'abondance au début l'été austral (septembre, octobre et novembre) par le développement des genres *Sargassum*, *Turbinaria*, *Padina*.
Le genre *Lobophora* se développe abondamment et de manière permanente en baie de Prony. Ce genre pourrait également avoir des caractéristiques d'une espèce envahissante (cf. § 5.4) si les conditions environnementales venaient à affaiblir les coraux.
- Les algues vertes sont présentes toutes l'année avec cependant une majorité durant la période estivale (développement des genres *Halimeda*, *Caulerpa*, *Codium*).

La transition entre les saisons n'est pas toujours évidente à déterminer en Nouvelle-Calédonie car les saisons chaudes et fraîche vs les saisons humide et sèche se recourent.

Le nombre d'espèces de macrophytes d'un milieu variera peu car il reste souvent quelques thalles, c'est plutôt leur abondance ou recouvrement qui va évoluer selon les saisons (été/hiver/période el Niño).

La périodicité d'échantillonnage semestrielle des relevés de suivi biologique n'est pas adaptée aux cycles de développement des macrophytes. Les missions semestrielles septembre/octobre et de mars/avril ne permettent pas d'appréhender les valeurs maximales et minimales de diversité et de recouvrement.

Un suivi des macrophytes sur une période trimestrielle serait plus adéquat pour identifier l'ensemble des variations et surtout les amplitudes maximales et minimales de diversité et d'abondance.

Cependant, ces relevés permettent d'appréhender dans le temps, si certains genres ou espèces deviennent envahissants ou invasifs par rapport au reste des communautés coralliennes.

Ainsi, le recouvrement des macrophytes est particulièrement important pour deux genres *Asparagopsis* et *Lobophora* (cf. § 5.4) respectivement dans le canal de la Havannah et la baie de Prony.

6.2.1.6 Pour les macrophytes, depuis le début

Les valeurs des biodiversités α des **macrophytes** selon des différents transects pour toutes les missions sont résumées dans le [tableau 159](#).

Tableau n°159 : *Valeur de la richesse spécifique des macrophytes pour tous les transects depuis 2010*

Biodiversité α Macrophytes	Nov. 2016	Avril 2016*	Oct. 2015	Mars 2015*	Oct. 2014	Avril 2014	Sept. 2013	Avril 2013*	Oct. 2012	Mars 2012	Sept. 2011	Mars 2011*	Sept. 2010	Mars 2010
ST01A	8	5	6	7	8	6	8	5	9	7	8	7	7	6
ST01B	5	5	6	7	8	7	8	7	8	7	9	7	8	6
ST02A	5	6	6	7	6	5	5	6	8	5	5	5	5	5
ST02B	5	5	6	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5
ST03A	5	7	8	7	6	6	6	8	10	8	7	6	8	8
ST03B	8	6	8	5	5	6	5	6	6	6	5	5	5	5
ST03C	5	6	6	5	4	4	3	4	5	5	5	5	5	5
ST04A	5	4	4	5	5	5	7	4	8	7	5	4	4	5
ST04B	4	4	6	5	4	6	7	4	5	4	3	3	3	3
ST04C	1	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
ST05A	6	5	7	5	7	7	9	6	8	6	4	4	5	5
ST05B	2	2	2	4	5	5	5	3	4	3	2	2	1	4
ST05C	0	0	0	1	1	1	3	1	1	1	1	2	2	2
ST06A	2	1	3	3	4	2	2	2	5	3	5	2	6	6
ST06B	5	6	7	8	8	7	7	4	8	5	7	4	7	5
ST06C	4	5	4	7	6	6	5	3	7	5	7	3	4	3
ST07A	2	3	4	4	4	3	3	1	3	4	3	2	4	7
ST07B	3	4	6	5	8	7	5	3	6	4	2	0	2	4
ST07C	2	3	4	4	6	6	2	2	4	3	4	0	0	0
ST08A	11	8	8	9	8	10	8	6	13	8	9	6	5	5

ST08B	5	4	5	6	6	7	4	4	8	6	10	4	4	4
ST09A	14	10	11	12	17	18	11	10	13	10	7	5	4	6
ST09B	22	17	21	22	24	20	14	15	16	13	9	8	9	9
ST09C	21	17	19	19	20	17	12	9	16	12	9	9	7	11
ST10A	9	7	9	6	7	7	7	7	10	7	8	6	7	7
ST10B	7	7	9	6	7	6	6	4	3	3	4	4	4	4
ST10C	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1
ST11A	5	1	9	4	9	6	8	4	6	6	7	3	3	7
ST11B	10	6	9	8	11	7	7	8	9	9	8	6	6	4
ST11C	6	6	5	4	4	4	4	7	8	3	6	3	1	2
ST12A	8	4	10	9	9	6	5	3	7	4	3	4	4	3
ST12B	6	3	6	7	7	4	2	2	3	3	0	3	2	2

Les étoiles rouges indiquent que les missions succèdent à une phase dépressionnaire

6.2.1.6.1 Analyse par Anovar

Une ANOVAR sur ce tableau de biodiversité α des macrophytes est donnée [tableau 160](#).

L'analyse des variances de la richesse spécifique des macrophytes pour les 14 dernières campagnes ne montre pas de similarité, même pour une valeur de F à 99%. Le rejet est total et l'ANOVAR n'accrédite pas l'hypothèse d'identité Ho. Les 14 séries ont des variances différentes.

Tableau n°160 : *Analyse de la Variance de la biodiversité α des macrophytes depuis 2010*

k1=p-1	13	F obs.	2.55
K2=n-p	434	F95%	1.74
		F99%	2.17

Tableau n°161 : *Analyse de la Variance de la richesse spécifique des macrophytes pour tous les transects depuis 2010*

	11/16	04/16*	10/15	03/15*	10/14	04/14	09/13	04/13*	10/12	03/12	10/11	03/11*	09/10	03/10
Richesse spécifique moyenne	6.34	5.34	6.81	6.53	7.25	6.5	5,75	4,84	7,00	5,44	5,31	4,06	4,34	4,69
Ecart type	4.99	3.76	4.31	4.35	4.91	4.35	3,09	3,05	3,85	2,91	2,74	2,17	2,34	2,38
Intervalle de confiance (IC. 0,95)	1.73	1.3	1.49	1.51	1.70	1.51	1,07	1,06	1,33	1,01	0,95	0,75	0,81	0,82
Coefficient de Variation	0.79	0.7	0.63	0.67	0.68	0.67	0,54	0,63	0,55	0,53	0,52	0,53	0,54	0,51

Il y a des différences entre les missions, du point de vue quantitatif puisque les structures sont les mêmes. Le protocole n'ayant jamais évolué pour les macrophytes, se sont les variations saisonnières ou induites par une dépression qui peuvent être enregistrées.

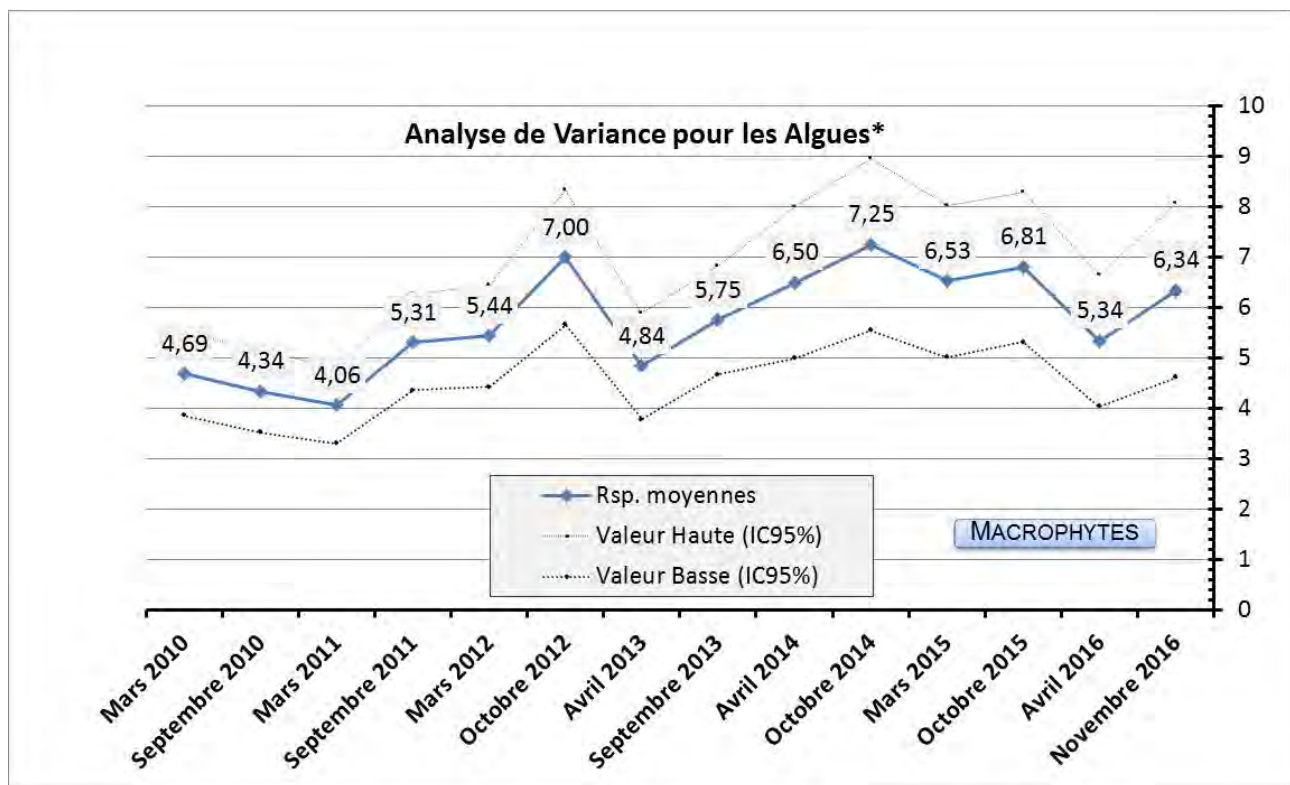


Figure n°116 : Valeur de la richesse spécifique moyenne des macrophytes depuis 2010
Les valeurs hautes et basses représentent l'intervalle de confiance

6.2.1.6.2 Analyse par le test de Friedman

Il devient alors intéressant de voir s'il y a un classement des séries au cours du temps et le test de Friedman permet de répondre à ce questionnement. Pour cela, le [tableau 162](#) sera considéré en classant les valeurs en ligne (de 1 à 14).

Tableau n°162 : Analyses non paramétriques Friedman (analyse en colonne) de la richesse spécifique des macrophytes depuis 2010

KHI 2 obs.	81.5			
ddl= 11	Khi² 95%	Khi² 95%	Khi² 95%	Khi² 95%
Valeur Khi²	22,362	24,736	27,688	29,819

L'Ho d'identité de colonnes n'est pas vérifiée. Le rejet est important et ce test montre que des variations de biodiversité existent entre les missions. La diversité des macrophytes subie des évolutions dans le temps (saisonnalité, événements dépressionnaires et climatiques).

Le test de Friedman permet de classer les années les unes par rapport aux autres et il apparaît que ces résultats confirment que :

- Le classement des missions n'est pas chronologique.
- Les valeurs de biodiversité des macrophytes sont faibles durant la saison hivernale en août 2007 (saison fraîche et sèche) et mars 2010, mars 2011, avril 2013, mars 2015 et avril 2016 (saison humide et fin de saison chaude).
- Cependant, en avril 2014 la diversité a tendance à rester stable (phase el Niño avortée). La sénescence des macrophytes paraît être légèrement décalée de quelques mois.
- Les valeurs les plus basses de diversité coïncident avec les phases dépressionnaires (mars 2011, avril 2013, avril 2016 et dans une moindre mesure mars 2015). Les algues sont balayées des récifs exposés, particulièrement pour les niveaux supérieurs et médians, durant les événements hydrodynamiques intenses.

- Les valeurs de biodiversité sont les plus fortes en saison estivale octobre 2008, septembre 2011, octobre 2012, septembre 2013, octobre 2014, octobre 2015 et novembre 2015. Les algues rouges se développent durant cette période.
- **La diversité dépend des paramètres environnementaux et elle est contrainte par la saisonnalité et les événements exceptionnels (naturels ou anthropiques).**

Tableau n°163 : *Classement par rang en colonne pour l'analyse non paramétrique Friedman de la richesse spécifique des macrophytes depuis 2010*

Rang Macrophytes	Nov. 2016	Avril 2016*	Oct. 2015	Mars 2015*	Oct. 2014	Avril 2014	Sept. 2013	Avril 2013*	Oct. 2012	Mars 2012	Sept. 2011	Mars 2011*	Sept. 2010	Mars 2010
ST01A	11,5	1,5	4	7,5	11,5	4	11,5	1,5	14	7,5	11,5	7,5	7,5	4
ST01B	1,5	1,5	3,5	7	11,5	7	11,5	7	11,5	7	14	7	11,5	3,5
ST02A	4,5	10,5	10,5	13	10,5	4,5	4,5	10,5	14	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
ST02B	8	8	14	8	8	1,5	1,5	8	8	8	8	8	8	8
ST03A	1	7	11	7	3,5	3,5	3,5	11	14	11	7	3,5	11	11
ST03B	13,5	10	13,5	4	4	10	4	10	10	10	4	4	4	4
ST03C	8,5	13,5	13,5	8,5	3	3	1	3	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
ST04A	8,5	3	3	8,5	8,5	8,5	12,5	3	14	12,5	8,5	3	3	8,5
ST04B	7	7	12,5	10,5	7	12,5	14	7	10,5	7	2,5	2,5	2,5	2,5
ST04C	6	13	13	6	6	13	6	6	6	6	6	6	6	6
ST05A	8	4,5	11	4,5	11	11	14	8	13	8	1,5	1,5	4,5	4,5
ST05B	4	4	4	10	13	13	13	7,5	10	7,5	4	4	1	10
ST05C	2	2	2	7	7	7	14	7	7	7	7	12	12	12
ST06A	4	1	8	8	10	4	4	4	11,5	8	11,5	4	13,5	13,5
ST06B	4	6	9	13	13	9	9	1,5	13	4	9	1,5	9	4
ST06C	5	8	5	13	10,5	10,5	8	2	13	8	13	2	5	2
ST07A	2,5	6	11	11	11	6	6	1	6	11	6	2,5	11	14
ST07B	3,5	7	11,5	9,5	14	13	9,5	3,5	11,5	7	3,5	1	3,5	7
ST07C	5	7,5	10,5	10,5	13,5	13,5	5	5	10,5	7,5	10,5	2	2	2
ST08A	13	7	7	10,5	7	12	7	2,5	14	7	10,5	2,5	2,5	2,5
ST08B	7,5	3,5	7,5	10	10	12	3,5	3,5	13	10	14	3,5	3,5	3,5
ST09A	12	7,5	7,5	7,5	13,5	13,5	7,5	7,5	11	7,5	3	3	1	3
ST09B	12,5	8,5	10,5	12,5	14	10,5	6,5	6,5	8,5	5	2,5	2,5	2,5	2,5
ST09C	13,5	9,5	11,5	11,5	13,5	9,5	6,5	2,5	8	6,5	2,5	2,5	2,5	5
ST10A	12,5	6,5	12,5	1,5	6,5	6,5	6,5	6,5	14	6,5	11	1,5	6,5	6,5
ST10B	12	12	14	9	12	9	9	5	1,5	1,5	5	5	5	5
ST10C	11	11	11	11	11	4	4	4	4	4	11	11	4	4
ST11A	6	1	13,5	3,5	13,5	8	12	3,5	8	8	10,5	3,5	3,5	10,5
ST11B	13	3	11	8	14	5,5	5,5	8	11	11	8	3	3	1
ST11C	11	11	9	6,5	6,5	6,5	6,5	13	14	3,5	11	3,5	1,5	1,5
ST12A	11	4	13	13	13	9	8	4	10	4	4	4	4	4
ST12B	12,5	6	12,5	12,5	12,5	6	6	6	6	6	1	6	6	6
(ΣRg)	255,5	211,5	311	283,5	323,5	266,5	241	179	329	230,5	234,5	136,5	173,5	184,5
Ordonnancement	9	5	12	11	13	10	8	3	14	6	7	1	2	4

Les étoiles rouges indiquent que les missions succèdent à une phase dépressionnaire



6.2.2 Indicateurs de l'état de santé des récifs de la zone d'étude

Après avoir réalisé l'étude de la richesse spécifique globale pour chaque transect il est intéressant d'étudier plus précisément le fonctionnement de stabilisation et de régénération des récifs.

Différents indicateurs de l'état de santé des récifs ont donc été retenus (figures 118 à 120) :

- le recrutement corallien,
- la mortalité des coraux,
- le blanchissement corallien,
- les maladies coralliennes,
- les principales espèces concurrentes.

Pour chacun, le nombre d'espèces (occurrence) concernées a été comptabilisé.

L'étude comparative d'occurrence (abondance et diversité) des espèces coralliennes, permet d'appréhender la résilience et les dégradations à travers le recrutement, la mortalité et le blanchissement.

6.2.2.1 Le recrutement corallien

Le recrutement corallien caractérise l'état de santé des récifs. Les colonies juvéniles assurent le maintien des populations à l'échelle décennale (capacité de recolonisation et de résilience).

Ce recrutement est classiquement pensé comme le résultat de ponte. Mais, il peut être dû à un autre phénomène : suite à des conditions hydrodynamiques importantes de nombreuses colonies peuvent être désolidarisées de leur substrat ou également être fragmentées. Ces colonies et fragments peuvent survivre ou mourir. Dans le cas où ils survivent, ils peuvent être remobilisés, puis se refixer sur le substrat. Ainsi le récif peut se régénérer par bouturage et les nouvelles espèces recensées dans les couloirs ne seront pas issues de la ponte mais de colonies préexistantes dans les niveaux bathymétriques supérieurs. Ce cas est particulièrement observé suite à des phénomènes météorologiques exceptionnels (dépression/cyclone).

Le recrutement corallien est estimé à deux niveaux.

Les nouvelles espèces dans le couloir

Baie de Prony : le recrutement de nouvelles espèces est modéré pour l'ensemble des récifs (< 5 espèces par transect). Ces espèces sont adaptées à la sédimentation (*Turbinaria bifrons*, *Psammocora contigua*, *Galaxea paucisepta*, *Scolymia vitiensis*, *Cycloseris sinensis*, *Caulastrea furcata*, *Cyphastrea chalcidicum*, *Euphyllia ancora*...). Les récifs de la baie de Prony enregistrent peu de perturbations mécaniques induites par les agents hydrodynamiques.

Canal Woodin : la colonisation de nouvelles espèces est très faible (1 espèce pour le transect ST04B). Cette nouvelle espèce (*Sandalolitha robusta*) est mobile et issue du niveau bathymétrique supérieur.

Canal de la Havannah : le recrutement de nouvelles espèces est modéré (< 7 espèces par transect). Ces nouvelles espèces sont issues 1) pour la majorité de colonies désolidarisées, fragmentées, 2) de colonies juvéniles et 3) de colonies mobiles. Le transect ST07B présente 7 nouvelles espèces.

Depuis mars 2015, la station ST08 présente un recrutement relativement conséquent.

- Au transect A : 3 espèces en avril 2016 et 5 espèces en novembre 2016.

- Au transect B : 7 espèces en avril 2016 et 4 espèces en novembre 2016.

La plupart des nouvelles espèces recensées sont caractéristiques d'un milieu contraint par la turbidité, les courants de marée (*Galaxea paucisepta*, *Cyphastrea japonica*, *Stylocoeniella guentheri*, *Turbinaria heronensis*, *Hydnophora rigida*, *Leptoseris explanata*, *Euphyllia ancora*, *Alveopora spongiosa*, *Echinophyllia* sp., *Porites* sp., *Favia* sp.) ou alors elles sont mobiles (*Herpolitha limax*, *Sandalolitha robusta* et *Fungia* spp.).

→ **Si les conditions environnementales d'un milieu évoluent, l'assemblage des espèces va également suivre cette évolution.** Dans ce contexte, il est possible que le paramètre turbidité augmente au court du temps dans le secteur de Puka (ST08) et modifie peu à peu l'assemblage corallien.

Le recrutement de colonies d'espèces déjà présentes

C'est l'augmentation de l'abondance d'une espèce déjà présente lors du dernier recensement. Le recrutement corallien caractérise l'état de santé des récifs. Les colonies juvéniles (taille inférieure à 5 cm) assurent le maintien des populations à l'échelle décennale (capacité de recolonisation et de résilience).

L'augmentation de l'abondance « recrutement de colonies » est interprétée comme étant du recrutement ou colonisation mais les espèces ont déjà été recensées lors du dernier inventaire.





Deux cas de figure sont envisagés pour cette augmentation d'abondance :

- les colonies des pontes précédentes sont désormais identifiables *in situ* ;
- les récifs perturbés mécaniquement lors d'événements dépressionnaires se régénèrent relativement rapidement par le bouturage naturel. Si les conditions environnementales reviennent à la normale en peu de temps, de nombreux débris coralliens se réimplantent en petites colonies (principalement dans canal de la Havannah et canal Woodin).

Pour cette mission de novembre 2016, la présence de juvénile (1 à 2 cm) est importante et le bouturage naturel est encore bien représenté.

- Dans le canal Woodin, ces variations positives sont très faibles (entre 0 et 2 espèces).
- Dans la baie de Prony les espèces les plus concernées par ces augmentations d'abondance sont adaptées à un milieu contraint par la turbidité et la sédimentation. Ces variations positives sont modérées voir importantes plus en profondeur (jusqu'à 9 espèces pour ST03C).
- Dans le canal de la Havannah, les espèces les plus concernées par ces augmentations d'abondance sont généralement de forme branchue (fragmentation), mais des colonies entières peuvent également être remobilisées sur les pentes coralliennes de plus en plus instables. Ces variations positives sont modérées voir importantes (jusqu'à 8 espèces en ST05A et ST09B ; 7 espèces en ST05B ; 6 espèces en ST06A et ST10B...).

6.2.2.2 La mortalité des coraux

La mortalité des coraux est estimée à deux niveaux.

La mortalité totale des colonies d'une espèce

Lorsque cette catégorie varie c'est l'intégralité des colonies d'une espèce qui disparaît du couloir, généralement les espèces concernées sont en faible abondance.

La mortalité corallienne (5 à 8 espèces non recensées) concerne les transects ST02A, ST03AB, ST04A, ST05A, ST06C, ST07C.

Les récifs de la baie de Prony et du canal Woodin ont été perturbés par les anomalies de température et de dessalure (espèces précédemment blanchies) dans les niveaux bathymétriques peu profonds, en début d'année. Concernant le canal de la Havannah, la mortalité est plus faible et concerne surtout les récifs exposés avec des effondrements coralliens.

La diminution d'abondance d'une espèce

La diminution de l'abondance « mortalité de colonies » est interprétée comme étant de la mortalité au sein d'une espèce mais il reste toujours une ou plusieurs colonies dans le couloir.

La diminution d'abondance des colonies coralliennes est importante en **baie de Prony et canal Woodin** pour l'ensemble des transects supérieurs et médians (entre -4 et -11 espèces selon les transects). Les transects les plus concernés sont situés dans le niveau supérieur des récifs (ST01A, ST02A, ST03A, ST04A).

Concernant le **canal de la Havannah**, la diminution d'abondance est plus modérée (-8 espèces pour ST05A) et inférieure à 5 espèces pour le reste des transects.

6.2.2.3 Le blanchissement des coraux

Le blanchissement corallien donne des indications de l'état de santé et de l'affaiblissement des récifs **sur le court terme** car cet état est transitoire et ne peut pas durer plus de deux ou trois mois sur la même colonie. Soit la colonie réintègre ces zooxanthelles (polypes encore présents bien sûr) soit elle meurt puis est recouverte par du sédiment, du gazon algal (turf) ou des cyanobactéries puis par les algues calcaires.

Les colonies blanchies ne sont pas vouées à mourir si les polypes sont encore présents (donc hors maladie de la bande blanche et hors prédation) car la résilience de nombreuses espèces est importante. Elles peuvent réintégrées rapidement des zooxanthelles si les conditions environnementales redeviennent « normales ». Les espèces coralliennes ne vont pas avoir la même résilience face aux variations de l'environnement et leur résilience sera également dépendante de leur physiologie et de leur métabolisme : certaines espèces sont donc plus résistantes et avec également une résilience plus rapide. Cependant, si les espèces subissent un stress durant une période relativement longue, elles auront généralement peu de chance de survie.

Le blanchissement des coraux peut être la conséquence de perturbations multiples et variées (anomalies de un ou plusieurs paramètres de l'environnement, fragmentation, lésions, maladies, prédateurs). Chacune de ces perturbations a des caractéristiques propres sur le terrain qui sont observées par les spécialistes.



L'augmentation de l'intensité lumineuse ou de la température entraîne une augmentation de la photosynthèse des algues symbiotiques qui se mettent à produire de nombreuses molécules oxygénées toxiques. Ce sont ces molécules qui seraient à l'origine de l'expulsion et de la mort des zooxanthelles. Cela se traduit par le blanchissement des colonies coralliennes (avec maintien des polypes).

Bien sûr si les colonies sont dépourvues de polypes (maladie de la bande blanche, étouffement par les dépôts sédimentaire et/ou prédation), elles meurent en place.

D'autre part, les paramètres de l'environnement vont le plus varier dans les niveaux bathymétriques supérieurs (hydrodynamisme, température, dessalure, ...). Certaines espèces coralliennes sont plus sensibles que d'autres aux variations de ces paramètres (*Seriatopora hystrix*, *Pocillopora damicornis*, *Stylophora pistillata*, *Acropora* branchu et tabulaire, *Isopora palifera*...). Mais paradoxalement ces espèces vont coloniser ces niveaux bathymétriques supérieurs car elles ont besoins de lumière pour se développer. Elles sont donc vouées à être perturbées.

Ainsi le blanchissement corallien va dépendre des variations des paramètres de l'environnement, du recouvrement corallien disponible mais aussi de l'assemblage des espèces, de leur abondance et de leur répartition sur un récif.

La mission d'avril 2016 marque le phénomène de blanchissement corallien le plus important observé autour de la Nouvelle-Calédonie depuis 1996.

Le recouvrement des colonies coralliennes blanchies

En avril 2016, le recouvrement de coraux blanchis est très important sur les platiers de la baie de Prony et du canal Woodin jusqu'à 5 m de profondeur (anomalies de température et dessalure de février 2016 durant le phénomène El Niño).

Le canal de la Havannah est beaucoup moins influencé par ce phénomène car les masses d'eaux sont beaucoup plus brassées et leur circulation est importante. Par contre, le passage de la dépression Winston a d'avantage perturbé les communautés récifales dans cette zone : les colonies blanchies sont la plupart du temps désolidarisées du substrat et plus dispersées.

Il n'y a pas de transect positionné sur les platiers permettant l'évaluation quantitative de ces perturbations. Cependant, ils sont volontairement prospectés à chaque mission, ce qui nous permet de récolter des données qualitatives du phénomène (photographies *in situ* et observations d'espèces).

En novembre 2016, le blanchissement a considérablement diminué. Les colonies blanchies de la mission précédentes ont pour la plupart réintégrées une partie (voir l'intégralité) de leurs zooxanthelles ou alors elles sont mortes (cf. § mortalité corallienne).

La couverture de coraux blanchis est désormais très faible : la plus importante se situe en ST03A (1.3 m²) et ST01A, ST04A, ST10B (0.9 m²).

Nombre d'espèces coralliennes blanchies

Les espèces coralliennes ne vont pas avoir la même résistante face aux variations de l'environnement et leur résilience sera également dépendante de leur physiologie et de leur métabolisme. Cependant, si les espèces subissent un stress intense durant une période relativement longue (2 à 3 mois), elles auront généralement peu de chance de survie.

En novembre 2016, désormais les espèces ne sont plus vraiment blanchies mais très pâles. Les transects présentant le plus d'espèces pâles sont ST03A (16 espèces) et ST12A (11 espèces).

L'approche spécifique s'avère être une source d'information complémentaire pour décrire au mieux l'état de santé des récifs car le nombre d'espèces blanchies n'est pas forcément en relation avec la couverture de coraux blanchis.

6.2.2.4 Les maladies et les lésions coralliennes

Les coraux, comme tous les animaux, sont susceptibles d'être malades. Les maladies se manifestent par des lésions caractéristiques et semblent imputables à divers facteurs (naturels et/ou anthropiques). Ces lésions peuvent avoir des causes infectieuses (parasites, virus, bactéries, champignon, algues cellulaires, protozoaires) ou non infectieuses (blanchissement dû à l'élévation de la température, prédateurs, hyper sédimentation). Les maladies des coraux ont parfois des conséquences importantes sur l'état de santé des récifs car elles affectent le cycle de la vie, l'abondance, la reproduction, la performance et la tolérance du métabolisme au stress naturel ou anthropique [15, 16].

Ainsi, elles peuvent entraîner la dégradation de larges surfaces coralliennes et faire diminuer la biodiversité et le recouvrement biotique.

Le problème des maladies coralliennes a également émergé dans l'océan Indo-Pacifique. L'explosion de certaines maladies (comme la maladie de la bande blanche) est maintenant connue et augmente en fréquence à travers l'Indo-Pacifique à cause de l'intensification des perturbations anthropiques (liées aux activités humaines) sur le littoral, la surpêche et les conditions environnementales associées au changement climatique global. Aucun traitement n'est connu pour enrayer ces maladies, seule la réduction des agents pathogènes peut recourir à la résilience des récifs.

Les récifs de la zone d'étude ne sont pas épargnés par ces stigmates. Les maladies coralliennes (bandes blanches, tâches noires, tâches roses et anomalies de croissance) ont été relevées dans les couloirs de prospection du macrobenthos.

6.2.2.4.1 Les maladies ou lésions les plus fréquemment rencontrées dans la zone d'étude

Les lésions liées aux anomalies positives de température et UV (et dans une moindre mesure de dessalure)

Elles étaient les plus fréquemment rencontrées lors de la mission d'avril 2016. De nombreuses colonies coralliennes avaient expulsé leurs zooxanthelles mais pour la majorité des colonies les polypes étaient toujours vivants.

Le phénomène de blanchissement était important sur les platiers récifaux de la baie de Prony et du canal Woodin, le recouvrement en coraux blanchis diminuant avec la profondeur.

L'anomalie de température a été moins importante pour les récifs du canal de la Havannah car les masses d'eaux sont beaucoup plus brassées.

Désormais, **en novembre 2016**, la majorité des colonies blanchies ont réintégré leurs zooxanthelles. Cependant, de nombreuses colonies coralliennes sont mortes en place (particulièrement en ST04A et ST03A -hors couloir pour cette dernière station).

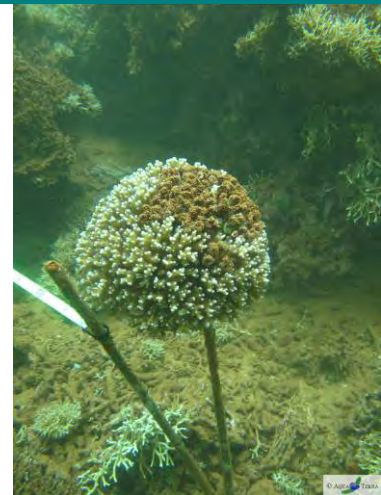
Entre avril et novembre 2016, le recouvrement corallien de ST04A est passé de 72 à 56% de coraux vivants dans le couloir d'observation (diminution de 16% soit 16 m² de corail mort). La mortalité concerne principalement les colonies *Seriatopora hystrix*, *Acropora* spp., *Stylophora pistillata* et *Pocillopora damicornis*.



Octobre 2015
Bon état de santé



Avril 2016
Blanchissement très important : perte des zooxanthelles



Novembre 2016
Certaines colonies ont réintégré leurs zooxanthelles, mais développement de lésions coralliennes ou moratilité. Cette colonie de *Pocillopora damicornis* sur le piquet est en partie morte au milieu

Photo n°32 : Evolution du blanchissement sur les 3 dernières missions (ST04A)

Les lésions liées à l'hydrodynamisme

Elles sont susceptibles d'affecter toutes les espèces. Les dégradations sont en relation avec le degré d'exposition mais aussi la morphologie des colonies (tabulaire, branchu). Les phénomènes les plus intenses

(dépressionnaires/cycloniques) vont déstabiliser les récifs puis les agents hydrodynamiques (houle, ressac) vont remobiliser petits à petit le matériel corallien. Les colonies coralliennes peuvent être retournées, arrachées de leur substrat, fragmentées puis des blocs et débris coralliens vont descendre la pente récifale et/ou former des couloirs d'effondrement pour les récifs les plus exposés (ST06, ST07, ST12). Le blanchissement ne sera pas important en recouvrement mais le nombre d'espèces influencées peut être conséquent selon l'intensité du phénomène.

Ces dégradations sont enregistrées principalement dans le canal de la Havannah (houle, ressac et courants de marée) et dans une moindre mesure dans le canal Woodin (courants de marée).

NB : la station ST09 (banc Kié) est aussi très exposée à la houle et aux courants de marée. Ces conditions sont régulières durant toute l'année, ainsi les espèces colonisant ce milieu sont adaptées et très robustes.

Les lésions liées à la sédimentation

Elles sont susceptibles d'affecter toutes les espèces. Chaque espèce a ses propres caractéristiques face à cette perturbation (sécrétion de mucus, croissance rapide, long polypes). Mais lorsque le dépôt sédimentaire est important et que la colonie ne peut s'en extraire, cette dernière présentera une perte de tissu partielle ou totale. Dans ce dernier cas on parlera de colonies mortes en place. Ces dégradations sont enregistrées principalement dans les baies à l'embouchure des creeks et rivières et dans les récifs alentours (ST02, ST03, ST04A et ST08).

La prédation des corallivores

Le gastéropode *Drupella cornus* et les astéries *Acanthaster planci* et *Culcita novaeguineae* sont les trois principales espèces pouvant causer des perturbations majeures sur les récifs dans la zone d'étude. Les polypes des colonies coralliennes sont dévorés progressivement puis elles meurent en place (aucune chance de résilience).

→ La répartition et l'abondance de ces corallivores sont détaillées au § 6.2.2.5.

L'inventaire des invertébrés recense également les gastéropodes corallivores *Coralliophila violacea* et *Ovula ovum* mais contrairement aux espèces citées précédemment, ces espèces ont peu d'incidence dans la zone d'étude. Les gastéropodes *Coralliophila* privilégient les colonies de *Porites* et les *Ovula ovum* sont très peu abondantes et privilégient les colonies d'alcyonaires du genre *Sinularia*, *Lobophytum* et *Sarcophyton*.

La maladie de la bande blanche (white band disease)

Elle affecte de nombreuses espèces mais les colonies d'*Acropora* tabulaire et branchu sont les plus perturbées par cette maladie. Les colonies coralliennes manifestent une perte de tissu progressive puis elles meurent en place.

Lors des missions précédentes de nombreuses stations possédaient des colonies atteintes par cette lésion (surtout *Acropora* tabulaire) :

- mission mars 2015 : ST06AB, ST07AB, ST08AB, ST09AB, ST10AB et ST11AB
- mission d'octobre 2015 : ST10AB et dans une moindre mesure ST07A, ST10C et ST11AB
- mission avril 2016 : ST01A et ST04B

Désormais en novembre 2016, la proportion de colonies affectées reste très faible (une colonie en ST10B, ST11B et ST12B). Les colonies malades des missions précédentes sont mortes en place et recouvertes par du turf, des corallines et/ou quelques cyanobactéries.

Ces transects coïncident avec les niveaux dégradés régulièrement par les agents hydrodynamiques et le développement de cyanobactéries. Les genres perturbés par la bande blanche sont généralement *Acropora* tabulaire et branchu, *Seriatopora*, *Pocillopora* et *Montipora*.

6.2.2.4.2 Les lésions rencontrées de manière épisodique dans la zone d'étude

La tâche noire (dark spot ou hypermycose endolithique)

Elle est généralement associée avec des champignons (endolithic fungal infiltrates) : elle touche de nombreuses espèces encroûtantes, massives et libres, généralement dans les niveaux bathymétriques moyens et les plus profonds. Les colonies affectées par ce type de lésion ne meurent pas.

→ Cette lésion est principalement recensée pour la station ST08 (récif frangeant à la côte du canal de la Havannah, qui serait de plus en plus influencée par l'apport sédimentaire de la baie Kwé).

L'anomalie de croissance (growth anomaly)

Ces lésions sont observées généralement sur les colonies de *Porites* et de *Diploastrea heliophora* mais d'autres genres peuvent être perturbés comme *Acropora*, *Pectinia*, *Leptoria*, *Platygyra* et les *Fungia* mais aussi des

alcyonaires comme *Sarcophyton* et *Lobophytum*. Les colonies affectées par ces anomalies de croissance ne meurent pas.

Dans la zone d'étude les colonies affectées par ces anomalies de croissance se localisent préférentiellement en ST05B (*Diploastrea heliopora*), ST08B et ST12A (*Porites* sp.). La taille des lésions sur ces colonies peut atteindre plus de 30 cm de diamètre. Les tumeurs sont formées par des groupes de polypes avec des taux de croissance plus élevés.

La perte de tissu (white syndrom)

Elle se manifeste chez plusieurs espèces par des tâches blanches (perte de zooxanthelles ou de tissu). La cause est inconnue mais si la colonie perd ces tissus alors la partie affectée ne peut pas se régénérer, voire la colonie meurt en place.

→ Cette lésion n'a pas été recensée lors des deux dernières missions.

La tâche rose (pink spot)

C'est une réaction inflammatoire due à une irritation des tissus. Les causes peuvent être la sédimentation ou la colonisation de larves de vers. Cette inflammation peut entraîner l'expulsion des zooxanthelles et/ou une perte de tissu et ainsi la colonie meurt en place.

→ Cette lésion n'a pas été recensée lors des deux dernières missions.

6.2.2.5 Les principales espèces concurrentes

Aucun phénomène de prolifération permanente n'a été constaté (figure 117).

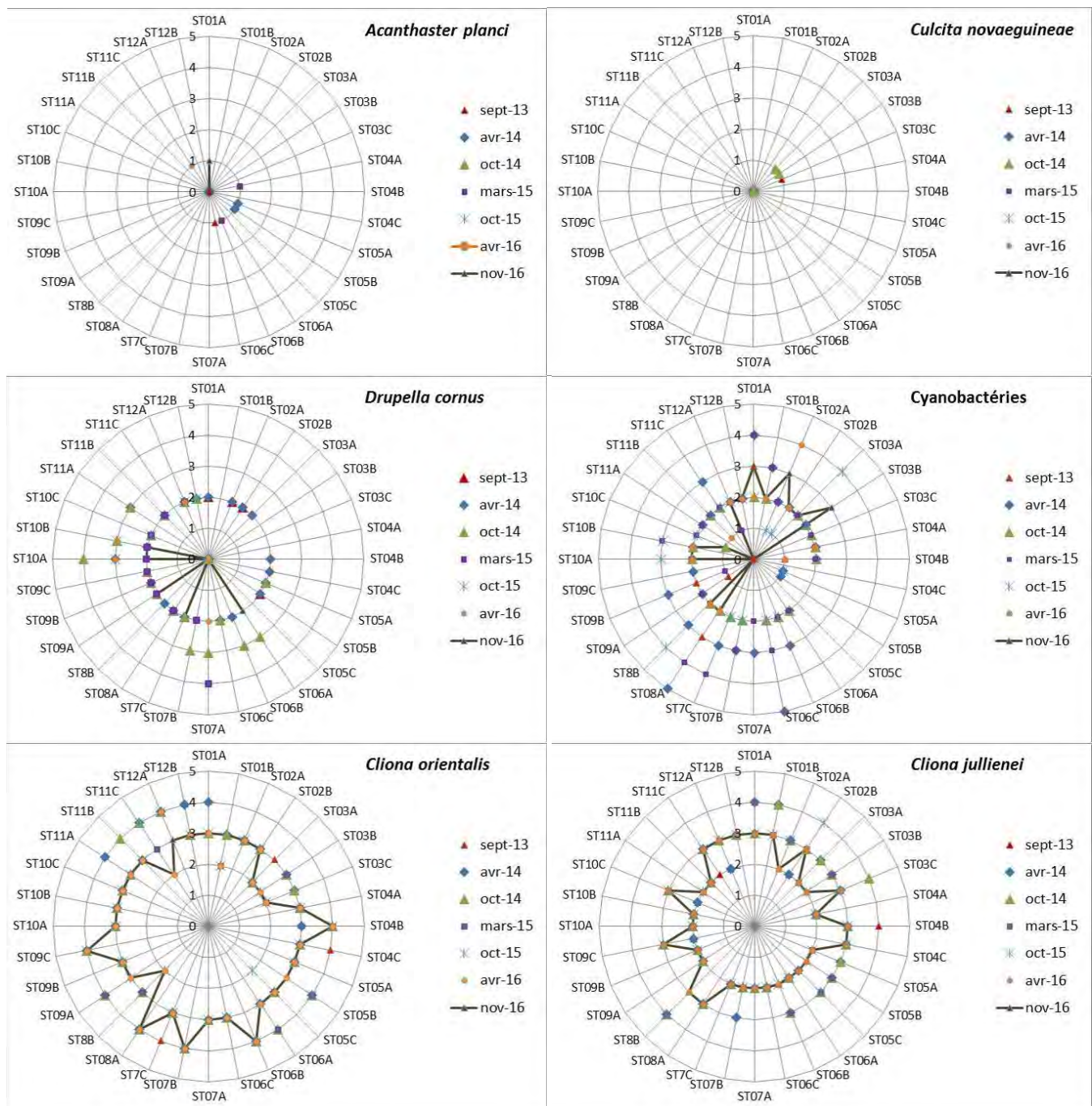


Figure n°117 : Abondance semi-quantitative (1 à 5) des principales espèces cibles depuis septembre 2013

Les cyanobactéries

Les proliférations de cyanobactéries apparaissent de manière épisodique ou régulière dans de nombreux milieux marins. Généralement, ces proliférations sont le signe d'une eutrophisation du milieu (milieu riche en composés organiques, teneurs excessives en azote et phosphore).

Des dégradations importantes d'origine naturelle ou anthropique sur les communautés coralliennes entraînent également un développement de cyanobactéries.

D'autre part, de nombreuses espèces de cyanobactéries n'apparaissent qu'en été lorsque la température des eaux superficielles augmente. Ainsi, pendant la saison froide, leur disparition n'est qu'apparente car les cellules



végétatives subissent diverses différenciations conduisant à des formes de repos ou de résistance. À cet égard, les vases et sédiments constituent une banque de semences qui favorise de nouvelles proliférations dès que les conditions climatiques redeviennent favorables.

Leurs effets sur les récifs coralliens peuvent être désastreux et justifient que leur recouvrement et leur évolution dans le temps soient étudiés.

En faible proportion, les cyanobactéries ne sont pas particulièrement gênantes pour la faune, cependant si leur concentration augmente, les toxines (cyanotoxines) libérées dans l'environnement peuvent avoir des répercussions sur l'ensemble des communautés coralliennes (mortalité des espèces benthiques, diminution de la croissance des coraux, diminution du recouvrement corallien, ciguatera like...)

Une abondance semi-quantitative inférieure ou égale au second niveau (échelle : 2) reste acceptable. Au-dessus de ce niveau, on peut considérer que le récif subit ou a subi des perturbations non négligeables (naturelles ou anthropiques).

Depuis la dépression Fréda, les cyanobactéries sont principalement observées sur les stations ST01, ST03, ST06, ST07 et ST08, ayant subi de grandes perturbations en début d'année 2013.

En avril 2013, elles se développent, sur les nouveaux débris coralliens et les colonies coralliennes retournées (grandes surfaces plurimétriques).

En septembre 2013, les conditions environnementales se stabilisent et leur développement régresse dans des proportions plus raisonnables (niveau 2). Toutefois, elles sont à surveiller avec une grande attention en ST01 et ST08 (niveau 3).

En avril 2014, le recouvrement des stations ST01 et ST08 a encore augmenté (respectivement niveau 4 et 5). Ces deux stations présentent également des maladies coralliennes en quantité non négligeable.

La station ST06 voit également son recouvrement augmenté (niveau 5) mais les dégradations sont mécaniques (agent hydrodynamique important).

En octobre 2014, le recouvrement des cyanobactéries a fortement régressé pour l'ensemble du réseau de suivi. Toutes les transects enregistrent un niveau inférieur ou égal au niveau 2.

En mars 2015, le recouvrement des cyanobactéries a augmenté pour la plupart des transects couloirs suite aux perturbations d'origine dépressionnaire (cyclone Pam). L'évolution de leur développement est à surveiller avec une grande attention en ST01B, ST06C, ST07AC et ST10B (niveau 3) et particulièrement en ST01A, ST07C, ST08A (niveau 4). Les cyanobactéries se développent principalement sur les débris coralliens récents et sur les colonies d'*Acropora* tabulaire affectées par la maladie de la bande blanche.

En octobre 2015, le recouvrement des cyanobactéries est important pour les transects couloirs ST03A et ST08B (niveau 4) puis ST10A&B (niveau 3). Elles se développent par de grandes plaques plurimétriques sur le sédiment (ST03A, ST08B) et sur des colonies affectées par la maladie de la bande blanche (ST10). Les autres transects les plus perturbés en début d'année 2015 montrent une diminution du recouvrement. Bien que le recouvrement des cyanobactéries soit important pour ces stations, les dégradations occasionnées sont mineures pour le moment.

En avril 2016, les cyanobactéries ont bien diminué pour les stations qui présentaient un recouvrement important en octobre 2015 (ST03A, ST08B, ST10A&B). Par contre, le transect ST02A présente un développement relativement conséquent (niveau 4) sur les algues vertes du genre *Halimeda* qui sont entremêlées à la base des colonies d'*Acropora* branchu. Le blanchissement des coraux pourraient être la cause de ce développement important.

En novembre 2016, le recouvrement des cyanobactéries a augmenté pour les transects ST01A (niveau 3), ST03AB (respectivement niveau 2 et 3) et dans une moindre mesure en ST10C (niveau 1). La forme de cyanobactéries en pompon (*Symploca hydroides*) se développe particulièrement sur les débris coralliens.

Le recouvrement des cyanobactéries a diminué mais reste encore important pour les transects ST02A (niveau 3), ST04AB et ST11B (absence).

Il faut noter qu'il n'a jamais été constaté une prolifération de cyanobactérie qui perdure dans le temps. Leur recouvrement peut-être important mais jusqu'à ce jour, leur développement n'a jamais été pérenne.

 Les astéries corallivores (prédatrices de corail)

L'accroissement important et/ou la prolifération des astéries corallivores (*Acanthaster planci* et *Culcita novaeguineae*) caractérisent l'affaiblissement des récifs et un dérèglement antérieur de l'écosystème. En effet, leur présence en abondance est généralement révélatrice que le récif a subi auparavant une perturbation non négligeable (naturelle ou anthropique). Ces espèces carnassières sont ainsi connues pour être localement invasive





avec un fort potentiel de destruction sur les récifs coralliens. Leurs dégradations sont irréversibles car elles dévorent les polypes des colonies coralliennes sur de très grande surface et en peu de temps.

L'espèce *Culcita novaeguineae* est plutôt rencontrée dans les milieux turbides (baies) et l'espèce *Acanthaster planci* plutôt sur les récifs frangeants, intermédiaires du lagon ou externes.

Depuis le début du suivi biologique, ces espèces sont présentes de manière très occasionnelle.

En avril 2014, seul un spécimen a été observé en ST05A et ST05B (niveau 1). Cependant, la station ST10 présente régulièrement des stigmates de blanchissement corallien induit par les *Acanthaster* mais aucun spécimen n'a été observé depuis octobre 2012.

En octobre 2014, aucun spécimen d'*Acanthaster planci* n'a été observé. Concernant les *Culcita novaeguineae*, seul un spécimen par transect a été recensé pour ST03A et ST03B (Port). Les perturbations engendrées sont très mineures.

En mars 2015, seul un spécimen juvénile d'*Acanthaster planci* a été observé en ST06B et 3 bras fraîchement mangés en ST04A. Aucun spécimen de *Culcita novaeguineae* n'a été observé.

→ Aucune colonie corallienne n'a été observée blanchie suite au passage d'une astérie corallivore.

En octobre 2015, aucun spécimen d'*Acanthaster planci*, ni de *Culcita novaeguineae* n'a été observé.

→ Aucune colonie corallienne n'a été observée blanchie suite au passage d'une astérie corallivore.

En avril 2016, aucun spécimen de *Culcita novaeguineae* n'a été observé et seul un juvénile d'*Acanthaster planci* a été recensé en ST11C.

→ Aucune colonie corallienne n'a été observée blanchie suite au passage d'une astérie corallivore.

En novembre 2016, aucun spécimen de *Culcita novaeguineae* n'a été observé et un seul spécimen d'*Acanthaster planci* a été recensé en ST01A (1^{ère} fois en baie de Prony).

→ Aucune colonie corallienne n'a été observée blanchie suite au passage d'une astérie corallivore.

Les mollusques corallivores

L'espèce *Drupella cornus* est un gastéropode corallivore dont la présence en abondance sur un récif est également un indicateur de perturbation du milieu. Ainsi lorsque le récif subi une perturbation d'origine naturelle ou anthropique, il est constaté quelques semaines à quelques mois plus tard (par réaction en chaîne), la présence de *Drupella cornus* (et potentiellement d'autres corallivores).

Une abondance supérieure au niveau 3 de l'échelle d'abondance peut être un signe de perturbation. Les individus se rassemblent sur une ou plusieurs colonies (généralement *Acropora* tabulaire/ branchu) et dévorent au fur et à mesure tous les polypes pour laisser derrière leur passage une colonie morte en place. Ces rassemblements peuvent atteindre une dizaine d'individus par colonie.

En avril 2013, les gastéropodes *Drupella cornus* étaient absents.

En septembre 2013, ils profitent de la phase de dégradation corallienne post dépression pour se développer sur les colonies perturbées (ST01, ST02, ST05, ST07, ST08 et ST11). Leur abondance est relativement modérée mais leur développement doit particulièrement être surveillé en ST08 et ST11 (niveau 3).

En avril 2014, leur abondance est modérée sur l'ensemble des stations mais et ils se développent en ST10A et ST11A (niveau 3).

En octobre 2014, leur développement augmente de manière importante pour les niveaux bathymétriques hauts et médians des récifs du canal de la Havannah (ST06AB, ST07AB, ST10AB et ST11A). Les perturbations engendrées sont relativement conséquentes, de nombreuses colonies coralliennes (majoritairement les Acroporidae) sont dévorées puis mortes en place.

Les corallivores *Drupella cornus* sont plus susceptibles de perturber les niveaux hauts et médians des récifs car les espèces d'Acroporidae se développent préférentiellement où la pénétration de la lumière est importante. A ce titre, les *Drupella* sont absents en baie de Prony et dans le canal Woodin pour cette mission d'octobre 2014.

En mars 2015, aucun *Drupella* n'a été observé en baie de Prony ni dans le canal Woodin. Par contre, leur développement est modéré (niveau 2) pour les récifs du canal de la Havannah et se concentre principalement sur les colonies d'*Acropora* tabulaire en ST07A (niveau 4).

En octobre 2015, seules deux stations présentent des perturbations dues à la prédation de *Drupella cornus*. Leur développement est modéré en ST12A&B (niveau 2) et important en ST10ABC (respectivement niveau 3, 3 et 2).

En avril 2016, seules trois stations présentent des perturbations dues à la prédation de *Drupella cornus* (ST07A, ST10A&B et ST12A). Les récifs des stations ST10 et ST12 étaient déjà influencés par ce gastéropode lors de la dernière mission. Leur développement est modéré en ST07A et ST12A (niveau 2) et important en ST10A&B (niveau 3).





En novembre 2016, l'espèce *Drupella cornus* n'a pas été observée avec une abondance supérieure au niveau 2 (ST06A, ST07C, ST09A et ST10AB). La station ST10 présente des dégradations constantes de *Drupella cornus* depuis avril 2014 (nombreuses colonies mortes en place, particulièrement le genre *Acropora*).

Les éponges encroûtante

Les éponges incrustantes *Cliona orientalis* et *Cliona jullienei* sont susceptibles de bénéficier des phases de dégradation corallienne pour se développer (plaques décimétriques à plurimétriques). Elles se déploient naturellement sur tous les substrats durs comme des débris et la dalle, mais une lutte chimique se réalise avec les coraux scléractiniaires pour le développement spatial.

Le développement des Cliones est à surveiller avec une grande attention car ces éponges sont en forte compétition spatiale avec les coraux. En effet, elles peuvent profiter de l'affaiblissement des coraux pour se développer.

De manière générale, l'espèce *Cliona orientalis* se développe plus facilement dans le niveau bathymétrique supérieur et l'espèce *C. jullienei* a un développement plus en profondeur (influence possible de la pénétration de la lumière).

Ces éponges sont abondantes dans toute la zone d'étude. Leur développement reste relativement stable mais il peut légèrement varier suite à des perturbations (mécanique ou sédimentaire).

Comme les coraux, suite aux événements dépressionnaires, le recouvrement diminue légèrement dans les zones très exposées et turbide.

En octobre 2014, leur développement varie peu par rapport aux missions précédentes. Cependant, quelques plaques décimétriques supplémentaires de *Cliona jullienei* ont été recensées pour les niveaux ST02B, ST03C, ST05C, ST09C, ST10C et ST12A ; et *Cliona orientalis* en ST04B, ST05A et ST11B.

En mars 2015, leur développement tend à une légère diminution par rapport aux missions précédentes.

- *Cliona jullienei* : les transects couloirs ayant légèrement diminué d'abondance sont ST01B, ST03A, ST03C, ST05A et une très légère augmentation pour ST11A.

- *Cliona orientalis* : les transects couloirs ayant légèrement diminué d'abondance sont ST01B, ST03C, ST011B&C, ST05A.

En octobre 2015, le recouvrement des Cliones tend à se stabiliser, avec une légère diminution.

- *Cliona orientalis* : le recouvrement tend à se stabiliser, avec une légèrement diminution pour les niveaux bathymétriques supérieurs et médians (ST03B, ST05C, ST06A, ST08B, ST09A). Seule la station ST11C a augmenté d'abondance.

- *Cliona jullienei* : le recouvrement se stabilise également, avec une légèrement diminution pour les niveaux bathymétriques médians (ST03B, ST05B, ST06B). Seule la station ST02B a augmenté d'abondance.

En avril 2016, le recouvrement des Cliones est relativement stable sur l'ensemble du réseau de suivi.

- *Cliona orientalis* : diminue d'abondance pour ST05B et surtout ST11C et augmente d'abondance pour ST05C.

- *Cliona jullienei* : diminue d'abondance pour ST02A, ST02B, ST05C et ST08B.

En novembre 2016, le recouvrement des Cliones est stable sur l'ensemble du réseau de suivi.

6.2.3 Evolution globale des stations par rapport à avril 2016

Les particularités de chaque station de suivi environnemental et les variations entre la mission d'avril 2016 et celle-ci (novembre 2016) sont présentées dans le [tableau 166](#).

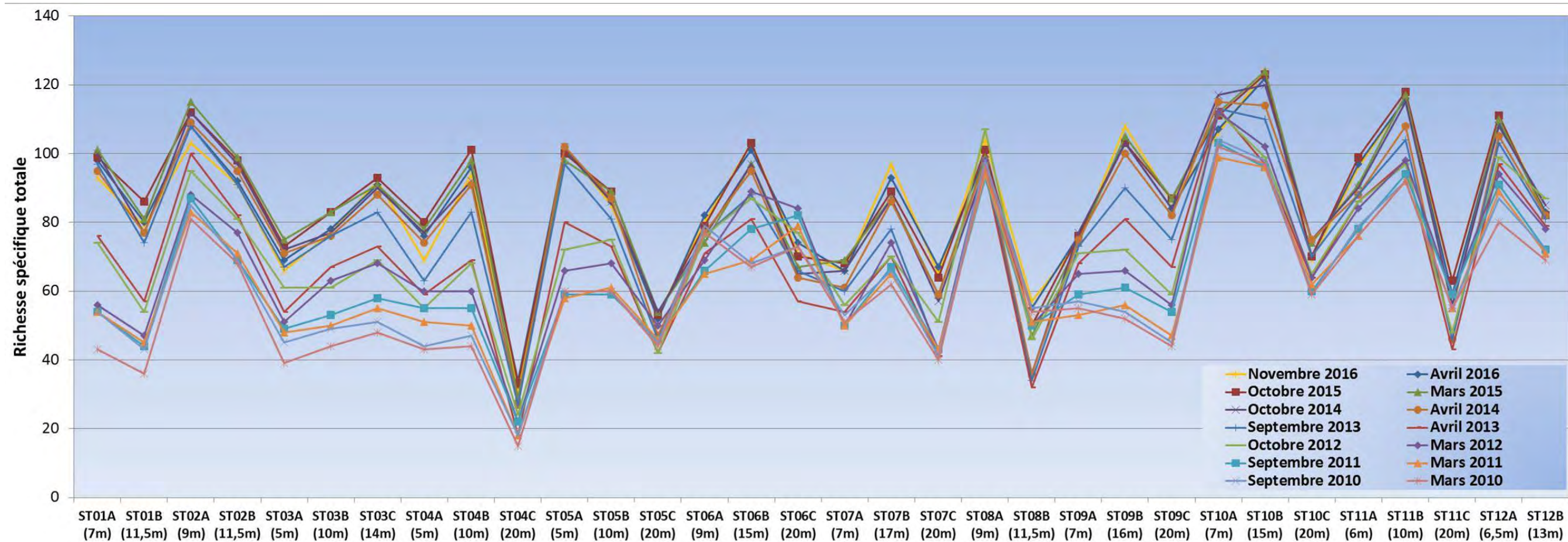


Figure n°118 : Comparaison des richesses spécifiques (coraux durs), par transect, depuis 2010

Les baisses de diversité importantes sont liées aux événements météorologiques exceptionnels : en avril 2013 (dépression Fréda) et en avril 2016 (El Niño et cyclone Winston).
NB : Le protocole a plusieurs fois évolué depuis mars 2010 (cf. § 6.2.1).

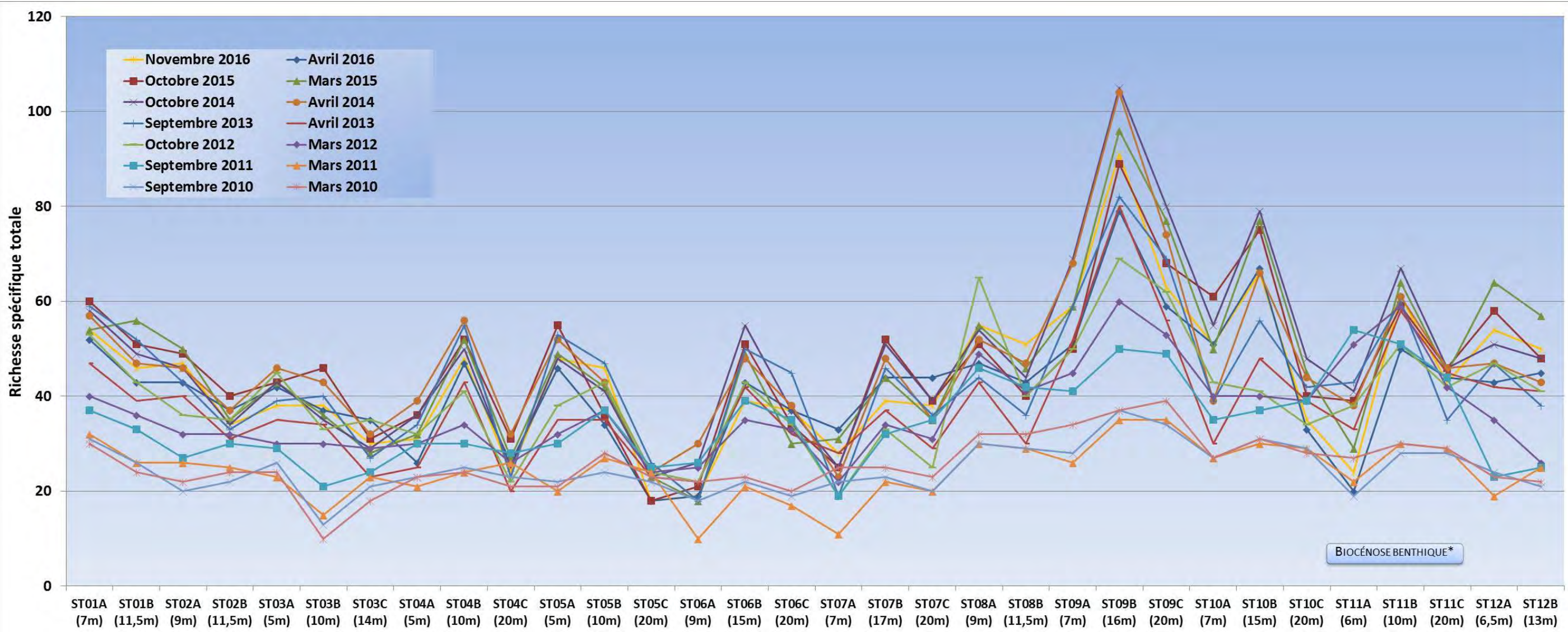


Figure n°119 : Comparaison des richesses spécifiques (invertébrés, hors coraux durs), par transect, depuis 2010

NB : Le protocole a plusieurs fois évolué depuis mars 2010 (cf. § 6.2.1).

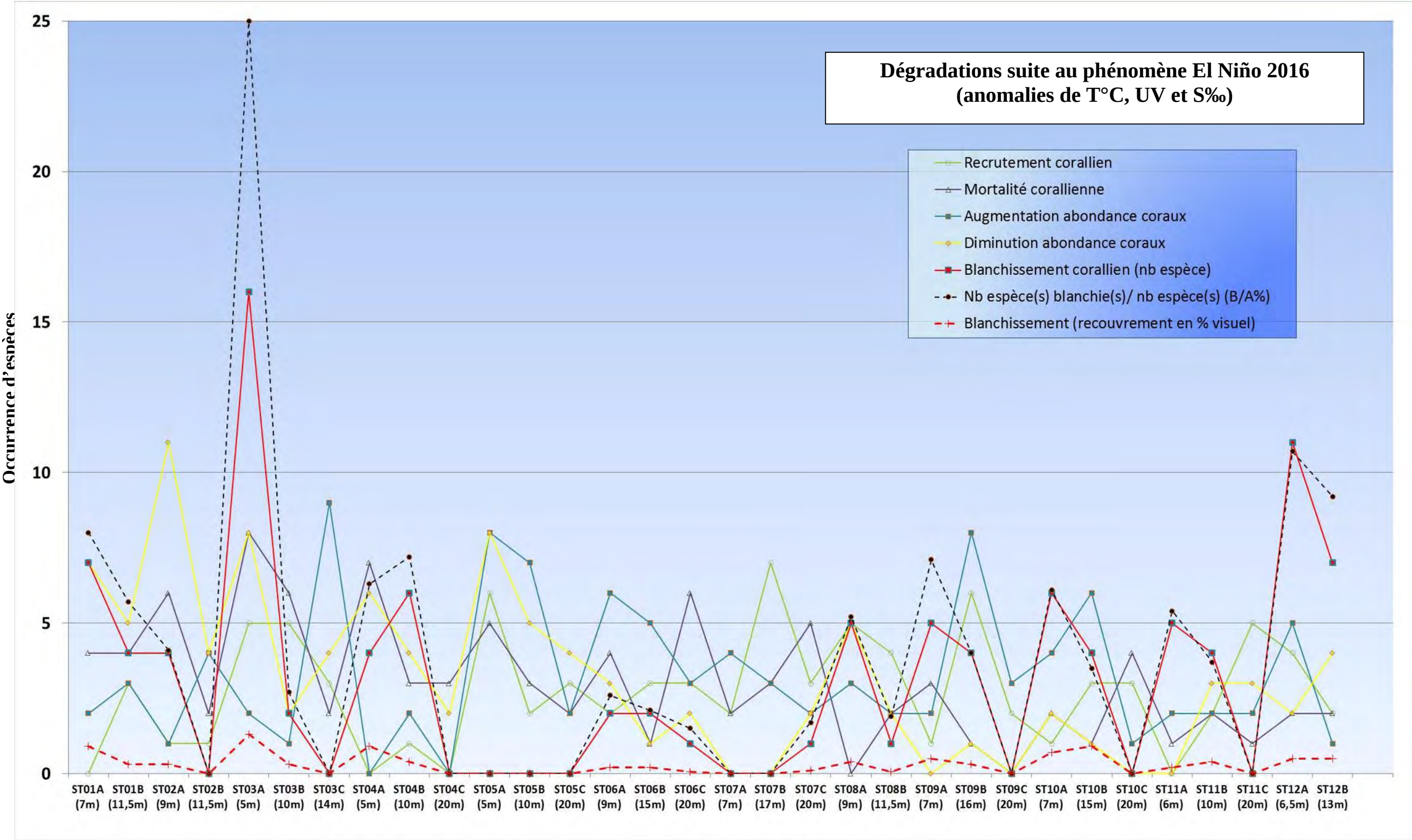


Figure n°120 : Indicateurs de l'état de santé des coraux (occurrence du nombre d'espèces concernées) entre avril et novembre 2016

Tableau n°164 : Evolution du taux de recouvrement du substrat entre octobre 2015 et avril 2016 (différence en %)

	ST01		ST02		ST03			ST04			ST05			ST06			ST07			ST08		ST09			ST10			ST11			ST12	
	A	B	A	B	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B
Macrophytes et invertébrés	-4	-1,5	6	-10	5	-4,5	1	16	0	0	-1,5	1	0,5	1	3	-3,5	-7	0	12	11,5	2	1	1	0,5	1	1,5	6	-1	1	1	5	30
Coraux scléractiniaires	-8	-1	1	-14,5	-1,5	6	1,5	1	0	0,5	1,5	0	-1,5	-1,5	-1	2,5	7	1	0,5	-7,5	-2	-1	-1	-0,5	0,5	2,5	3,5	0,5	1	0,5	-4	-4,5
Abiotique	12	2,5	-7	24,5	-3,5	-1,5	-2,5	-17	0	-0,5	0	-1	1	0,5	-2	1	0	-1	-12,5	-4	0	0	0	0	-1,5	-4	-9,5	0,5	-2	-1,5	-1	-25,5

Code couleur :

- Le taux de recouvrement a augmenté en novembre 2016 par rapport à avril 2016
- Le taux de recouvrement est équivalent (à +/- 20%) entre avril et novembre 2016
- Le taux de recouvrement a diminué en novembre 2016 par rapport à avril 2016

ST01	ST02	ST03	ST04	ST05	ST06	ST07	ST08	ST09	ST10	ST11	ST12
Casy	B. Nord	Port	Woodin	Ioro	Ionontea	Chambeyron	Puka	Bancs Kié	Ilot Kié	Toémo	Ugo

Tableau n°165 : Evolution de la richesse spécifique du benthos entre octobre 2015 et avril 2016 (gain/perte en taxa)

	ST01		ST02		ST03			ST04			ST05			ST06			ST07			ST08		ST09			ST10			ST11			ST12	
	A	B	A	B	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B
Macrophytes	3	0	-1	0	-2	2	-1	1	0	-1	1	0	0	1	-1	-1	-1	-1	-1	3	1	4	5	4	2	0	0	4	4	0	4	3
Cyanobactéries	-1	-1	1	0	2	2	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	0	-1	0	0	0	
Invertébrés	0	4	4	-3	-4	-3	-4	5	2	-1	1	12	0	-1	-3	1	-4	-4	-5	5	7	4	7	0	-2	0	1	0	8	-1	7	2
Coraux scléractiniaires	-4	-1	-4	0	-3	-1	2	-5	-2	-2	2	-1	0	-2	2	-2	0	3	-1	5	3	-2	5	2	0	1	-1	-1	-1	2	1	0
Autres coraux	-1	0	-1	-1	0	0	-1	-2	0	-1	-1	0	1	0	0	-1	0	1	-1	0	-1	0	0	0	-1	1	0	0	1	2	1	0
Richesse taxonomique totale	-3	2	-1	-4	-7	0	-4	-2	-1	-5	3	11	1	-2	-2	-3	-5	-1	-8	13	10	6	17	6	-1	1	1	3	11	3	13	5

Code couleur :

- La richesse taxonomique a augmenté en novembre 2016 par rapport à avril 2016
- La richesse taxonomique est équivalente (à +/-2 taxa prêt) entre avril et novembre 2016
- La richesse taxonomique a diminué en novembre 2016 par rapport à avril 2016

NB : La richesse taxonomique est la somme totale des espèces (ou taxa) pour un groupe d’organisme donné. Si cette dernière n’évolue pas, cela ne veut pas dire qu’il n’y a pas d’évolution au sein de l’assemblage spécifique. Il peut aussi y avoir une compensation des espèces non recensées par les espèces apparues (mortalité, recrutement ou tout simplement mobilité).

Attention : les évolutions de la richesse spécifique et du taux de recouvrement ne sont pas forcément liées : dans le cas des cyanobactéries par exemple : peu d’espèces sont normalement présentes. Donc, en cas de bloom, le recouvrement va augmenter, sans que cela soit noté dans les variations de richesse taxonomique, car ce sera du fait d’une espèce déjà présente.

Tableau n°166 : Particularités de chaque station et évolution entre avril et novembre 2016

Localisation	Station		Particularités des stations	Variations des biocénoses entre avril et novembre 2016
Baie de Prony	ST01	Casy	↵ Etude de croissance de 7 colonies de <i>Pocillopora damicornis</i> colonisant les piquets du transect A depuis octobre 2008. En novembre 2016, il reste 5 colonies (colonies B et G mortes suite aux anomalies de températures du début d'année 2016 ↵ Régression de la maladie de la bande blanche qui affectait de nombreuses colonies d'<i>Acropora</i> tabulaire au transect A ↵ Recouvrement corallien faible au transect B ↵ Hyper sédimentation (la faune et flore sont adaptées à cette contrainte) ↵ Les colonies coralliennes sont majoritairement de petites tailles (hyper sédimentation et turn over important) ↵ Recouvrement des alcyonaires très important (particulièrement le genre <i>Sarcophyton</i>) ↵ Compétition spatiale entre les alcyonaires, les éponges encroûtantes et les coraux ↵ Recouvrement modéré des éponges encroûtantes (<i>Cliona</i>) ↵ Richesse spécifique importante des macrophytes et des alcyonaires ↵ Présence des algues brunes <i>Sargassum</i> spp. (selon les saisons)	Indicateur Corail : - La biodiversité corallienne a tendance à diminuer mais elle reste importante : <i>Octobre 2015 : 110 espèces coralliennes dont 101 espèces scléractiniaires</i> <i>Avril 2016 : 108 espèces dont 99 espèces scléractiniaires</i> Novembre 2016 : 102 espèces dont 93 espèces scléractiniaires - Le recouvrement corallien est de 4.5% au transect A et 4.5% en B - Le blanchissement a nettement diminué du point de vue « spécifique » et « recouvrement » : <i>Octobre 2015 : 3/101 espèces de scléractiniaires et 0.15% de la surface totale observée</i> <i>Avril 2016 : 21/99 espèces de scléractiniaires et 2.6% de la surface totale observée</i> Novembre 2016 : 7/93 espèces de scléractiniaires et 0.6% de la surface totale observée - Croissance des <i>Pocillopora damicornis</i> : l'ensemble des colonies de <i>Pocillopora damicornis</i> s'édifiant sur les 3 piquets du transect A ont une croissance moyenne estimée à 3.06 cm / 8 mois (taux d'accroissement moyen 7.43%). Les colonies B et G sont mortes suite aux anomalies de températures du début d'année 2016 (el Niño) - Lésions coralliennes : absence de la maladie de la bande blanche. Les colonies anciennement affectées sont mortes en place. De plus, suite au blanchissement corallien du début d'année 2016, quelques colonies sont mortes en place - Perturbations sédimentaires : RAS pour cette mission, absence de dépôt sédimentaire sur les colonies coralliennes Autres indicateurs : - Cyanobactéries : recouvrement en augmentation en A (niveau 3). Elles colonisent des colonies coralliennes mortes en place, les débris coralliens et les <i>Acropora</i> tabulaires - Le turf algal se développe modérément sur les débris coralliens et les colonies coralliennes mortes en place au fur et à mesure de leur dégradation - Algue brune <i>Lobophora</i> : le recouvrement est modéré (niveau 2) et stable - Algue rouge <i>Asparagopsis taxiformis</i> : absente - <i>Cliona</i> (éponge) : recouvrement stable Les corallivores : - Absence de <i>Culcita novaeguineae</i> et présence d'un spécimen d'<i>Acanthaster planci</i> en A - Absence de <i>Drupella cornus</i>
	ST02	Creek baie nord	↵ Richesse spécifique importante des coraux (la plus importante de toutes les stations de suivi environnemental de la baie de Prony) ↵ Le recouvrement corallien du transect A est particulièrement représenté par des grands massifs de coraux branchus et celui du transect B est plutôt constitué de petites colonies éparpillées sur les blocs coralliens ↵ Les colonies d'<i>Acropora</i> et <i>Anacropora</i> au transect A forment de grands massifs plurimétriques de plus en plus denses (croissance importante) ↵ Recouvrement important des alcyonaires sur l'ensemble de la zone (<i>Sarcophyton</i>) ↵ Hyper sédimentation : les petites colonies corallienne ont tendance à s'envaser mais les espèces sont adaptées à ce milieu ↵ Originalité des espèces coralliennes adaptées à un milieu turbide et à la faible pénétration de la lumière dans l'eau par une croissance rapide, la sécrétion de mucus et/ou de grands polypes pour se dégager de la sédimentation ↵ Compétition spatiale importante entre les alcyonaires, les algues vertes/brunes et les coraux	Indicateur Corail : - Cette station a la richesse spécifique corallienne la plus importante des stations en B : <i>Octobre 2015 : 124 espèces coralliennes dont 117 espèces scléractiniaires</i> <i>Avril 2016 : 124 espèces dont 116 espèces scléractiniaires</i> Novembre 2016 : 120 espèces dont 114 espèces scléractiniaires - Le recouvrement corallien est de 27% au transect A et 11% en B - Le blanchissement a nettement diminué du point de vue « spécifique » et « recouvrement » : <i>Octobre 2015 : 2/117 espèces de scléractiniaires et 0.23% de la surface totale observée</i> <i>Avril 2016 : 34/116 espèces de scléractiniaires et 3.35% de la surface totale observée</i> Novembre 2016 : 4/114 espèces de scléractiniaires et 0.15% de la surface totale observée - Lésions coralliennes : absence de la maladie de la bande blanche, quelques tâches noires (hypermycose endolithique) induites par la sédimentation. De plus, suite au blanchissement corallien du début d'année 2016, quelques colonies sont mortes en place - Perturbations sédimentaires : RAS pour cette mission, absence de dépôt sédimentaire sur les colonies coralliennes Autres indicateurs : - Cyanobactéries : recouvrement en diminution pour A (niveau 3). Elles se développent sur les algues vertes <i>Halimeda</i> qui sont entremêlées dans les colonies d'<i>Acropora</i> branchus

Localisation	Station		Particularités des stations	Variations des biocénoses entre avril et novembre 2016
				- Le turf algal se développe modérément sur les débris coralliens -Algue brune <i>Lobophora</i> : le recouvrement augmente en A (niveau 4) et reste stable en B (niveau 3) → caractère envahissant potentiel - Algue rouge <i>Asparagopsis taxiformis</i> : absente - <i>Cliona</i> (éponge) : recouvrement stable Les corallivores : - Absence des <i>Acanthaster planci</i> et des <i>Culcita novaeguineae</i> - Absence de <i>Drupella cornus</i>
	ST03	Port	↪ Originalité des espèces coralliennes adaptées à un milieu turbide - Présence de <i>Heliofungia actiniformis</i> aux transects A & B - Présence d’une colonie métrique de <i>Blastomussa merleti</i> au transect C (rare) ↪ La mortalité corallienne est induite par l’apport d’eau douce au niveau bathymétrique supérieur et par l’hyper sédimentation en profondeur ↪ Le turn over corallien est conséquent (surtout en C). Malgré les conditions turbides importantes, les colonies juvéniles remplacent progressivement les colonies envasées ↪ Présence en grand nombre d’espèces à longs polypes <i>Alveopora</i> spp., <i>Alveopora catalai</i>, <i>Goniopora</i> spp. et d’espèces à croissance rapide <i>Acropora</i> spp. à mi pente ↪ Le recouvrement en algues brunes (<i>Lobophora variegata</i>) est toujours aussi important ↪ Les alcyonaires (<i>Sarcophyton</i>) sont nombreux ↪ Le <i>Tridacna squamosa</i> au transect A est mort en octobre 2014 ↪ Présence occasionnelle de <i>Culcita novaeguineae</i>	Indicateur Corail : - La biodiversité corallienne reste relativement stable. Elle augmente avec la profondeur : <i>Octobre 2015 : 120 espèces dont 115 espèces scléactiniaires</i> <i>Avril 2016 : 116 espèces dont 111 espèces scléactiniaires</i> <i>Novembre 2016 : 117 espèces dont 113 espèces scléactiniaires</i> - Le recouvrement corallien est de 5.5% au transect A, 30.5% en B et 11.5 % en C - Le blanchissement a nettement diminué du point de vue « spécifique » et « recouvrement » : <i>Octobre 2015 : aucune espèce blanchie, toutes les espèces ont réintégré leurs zooxanthelles</i> <i>Avril 2016 : 45/111 espèces de scléactiniaires et 1.33% de la surface totale observée</i> <i>Novembre 2016 : 3/113 espèces de scléactiniaires et 0.53% de la surface totale observée</i> - Lésions coralliennes : pas de maladie observée. Par contre suite au blanchissement corallien du début d’année 2016, des colonies d’<i>Acropora</i> tabulaires et branchues sont mortes en place dans les pourtours du transect A. De plus, la sédimentation et les algues brunes entraînent des lésions irréversibles à la base des colonies branchues (surtout en B). - Perturbations sédimentaires : légers dépôts sédimentaires sur des colonies coralliennes aux 3 transects Autres indicateurs : - Cyanobactéries : recouvrement en augmentation pour A & B (respectivement niveau 2 et 3). Elles se développent sur les débris coralliens et à la base des <i>Acropora</i> branchus - Le turf algal se développe modérément sur les débris coralliens et les colonies mortes en place - Algue brune <i>Lobophora</i> : le recouvrement est stable ; modéré en A & C (niveau 3) et important en B (niveau 5) → caractère envahissant potentiel - Algue rouge <i>Asparagopsis taxiformis</i> : absente - <i>Cliona</i> (éponge) : recouvrement stable Les corallivores : - Absence des <i>Acanthaster planci</i> et <i>Culcita novaeguineae</i> - Absence de <i>Drupella cornus</i>

Localisation	Station		Particularités des stations	Variations des biocénoses entre avril et novembre 2016
Canal Woodin	ST04	Woodin	↗ Le recouvrement corallien au transect A est particulièrement composé par les colonies de <i>Millepora</i> sp., <i>Seriatopora hystrix</i> et <i>Acropora</i> spp. (branchu)	<u>Indicateur Corail :</u> - La biodiversité corallienne diminue légèrement mais elle reste importante : <i>Octobre 2015 : 109 espèces coralliennes dont 99 espèces scléractiniaires</i> <i>Avril 2016 : 109 espèces dont 98 espèces scléractiniaires</i> Novembre 2016 : 102 espèces dont 91 espèces scléractiniaires - Le recouvrement corallien est de 18.5% au transect A, 22.5% en B et 5.5 % en C Le recouvrement corallien en A a diminué de moitié en 2 missions dans le couloir d’observation - Le blanchissement a nettement diminué du point de vue « spécifique » et « recouvrement » : <i>Octobre 2015 : 5/99 espèces de scléractiniaires et 0.37% de la surface totale observée</i> <i>Avril 2016 : 21/98 espèces de scléractiniaires et 11.57% de la surface totale observée</i> Novembre 2016 : 6/91 espèces de scléractiniaires et 0.43% de la surface totale observée - Lésions coralliennes : absence de la maladie de la bande blanche. Les colonies anciennement affectées sont mortes en place. De plus, suite au blanchissement corallien du début d’année 2016, de nombreuses colonies sont mortes en place. La mortalité concerne principalement les colonies de <i>Seriatopora hystrix</i> , <i>Pocillopora damicornis</i> et d’ <i>Acropora</i> spp. - Perturbations sédimentaires : selon les précipitations un petit creek se déverse sur le platier au-dessus de la station. Les transects A & B sont perturbés par les particules sédimentaires (colonies mortes en place ou nécrosées) <u>Autres indicateurs :</u> - Cyanobactéries : absentes, le recouvrement a diminué depuis la dernière mission - Le turf algal se développe en A & B sur les colonies anciennement blanchies (<i>Seriatopora hystrix</i> , <i>Pocillopora damicornis</i> , <i>Stylophora pistillata</i> ...). Son développement est modéré sur les débris coralliens et les colonies coralliennes mortes en place (au niveau médian de la pente récifale) - Algue brune <i>Lobophora</i> : le recouvrement reste stable en A & B (respectivement niveau 2 et 3) et il diminue en C (absent) - Algue rouge <i>Asparagopsis taxiformis</i> : absente - <i>Cliona</i> (éponge) : recouvrement stable <u>Les corallivores :</u> - Absence des <i>Acanthaster planci</i> et des <i>Culcita novaeguineae</i> - Absence de <i>Drupella cornus</i>
			↗ Les colonies coralliennes de la famille des Pocilloporidae ont une croissance importante (<i>Seriatopora hystrix</i> et <i>Pocillopora damicornis</i> , <i>Stylophora pistillata</i>)	
			↗ Présence en grand nombre de <i>Millepora</i> et <i>Tubastraea micrantha</i> (taille plurimétrique). Les autres espèces sont de taille décimétrique	
			↗ La richesse spécifique des coraux diminue nettement avec la profondeur	
			↗ Originalité des espèces benthiques adaptées à un milieu d’hydrodynamisme important (courant de marée) avec une turbidité soutenue	
			↗ Mortalité corallienne et nombreux débris (hydrodynamisme important)	
			↗ Recouvrement important en B des éponges encroûtantes (<i>Cliona</i>)	
			↗ Les macrophytes ont une faible couverture	
			↗ Les crinoïdes sont nombreuses et installées sur les promontoires ou les colonies de <i>Tubastraea</i> exposées aux courants de marée	
			↗ Dégradations mécaniques depuis mars 2015 (cyclone Pam) : formation d’un petit couloir d’effondrement aux transects A & B et quelques grandes colonies de <i>Tubastraea micrantha</i> se sont effondrées au C mais elles continuent de s’édifier	

Localisation	Station		Particularités des stations	Variations des biocénoses entre avril et novembre 2016
Canal Havannah	ST05	Ioro	- Originalité des peuplements coralliens adaptés à un milieu d’hydrodynamisme important (courant de marée et relativement protégé de la houle et du ressac) - Présence en grand nombre de <i>Porites</i> massifs et branchus (diversité des Poritidae), <i>Millepora</i>, <i>Tubastraea micrantha</i> et d’une grande colonie pluri métrique de <i>Diploastrea heliopora</i> - Mortalité corallienne (colonies en place) et nombreux débris - Les spongiaires (<i>Cliona julliinei</i> et <i>C. orientalis</i>) sont relativement bien développées et colonisent les massifs coralliens vivants et les blocs coralliens - Mobilité bathymétrique des échinodermes (astéries, holothuries, échinides) et des mollusques - Présence occasionnelle d’<i>Acanthaster planci</i>	Indicateur Corail : - La biodiversité corallienne est importante et reste stable : <i>Octobre 2015 : 125 espèces coralliennes dont 117 espèces scléractiniaires</i> <i>Avril 2016 : 125 espèces dont 117 espèces scléractiniaires</i> - Novembre 2016 : 124 espèces dont 116 espèces scléractiniaires - Le recouvrement corallien est de 23% au transect A, 24% en B et 0 % en C - Le blanchissement a diminué du point de vue « spécifique » et « recouvrement » : <i>Octobre 2015 : Il n'y a aucune espèce blanchie</i> <i>Avril 2016 : 3/107 espèces de scléractiniaires et 0.17% de la surface totale observée</i> - Novembre 2016 : <i>Il n'y a aucune espèce blanchie</i> - Lésions coralliennes : absence de la maladie de la bande blanche, les colonies d’<i>Acropora</i> tabulaires affectées sont mortes en place (A & B) et anomalie de croissance sur la grande colonie de <i>Diploastrea heliopora</i> (transect B) - Perturbations mécaniques et sédimentaires : RAS pour cette mission Autres indicateurs : - Cyanobactéries : absentes (stabilité depuis les dernières missions) - Le turf algal se développe modérément sur les débris et les colonies coralliennes mortes en place au fur et à mesure de leur dégradation. - Algue brune <i>Lobophora</i> : le recouvrement reste stable en A (niveau2) et absent en B & C - Algue rouge <i>Asparagopsis taxiformis</i> : absente - <i>Cliona</i> (éponge) : recouvrement stable Les corallivores : - Absence d’<i>Acanthaster planci</i> et de <i>Culcita novaeguineae</i> - Absence de <i>Drupella cornus</i>
	ST06	Ionontea	- Originalité des peuplements coralliens adaptés à un milieu d’hydrodynamisme très important (courant de marée, houle et ressac) - Dégradation des communautés benthiques sur l’ensemble de la station à cause de l’hydrodynamisme important : arrachement et casse des colonies coralliennes au transect A, puis remobilisation et accumulation de débris et de blocs coralliens pour les autres transects B & C (2015) - Nombreux coraux tabulaires retournés sur l’ensemble de la station (mortalité conséquente par arrachement) - Présence de grandes colonies de <i>Porites</i> massifs à mi pente (transect B) - Les spongiaires (<i>Cliona julliinei</i> et <i>C. orientalis</i>) se développent relativement bien et colonisent les blocs coralliens et les massifs coralliens vivants - Fortes compétition spatiale entre les coraux, les alcyonaires et les spongiaires - Mobilité bathymétrique des échinodermes (astéries, holothuries, échinides) et des mollusques - Absence de l’algue brune <i>Lobophora variegata</i>	Indicateur Corail : - La biodiversité corallienne diminue légèrement mais reste importante : <i>Octobre 2015 : 125 espèces coralliennes dont 119 espèces scléractiniaires</i> <i>Avril 2016 : 126 espèces dont 120 espèces scléractiniaires</i> - Novembre 2016 : 123 espèces dont 117 espèces scléractiniaires - Le recouvrement corallien est de 27.5% au transect A, 29% en B et 11.5 % en C - Le blanchissement a diminué du point de vue « spécifique » et « recouvrement » : <i>Octobre 2015 : 12/119 espèces de scléractiniaires et 0.33% de la surface totale observée</i> <i>Avril 2016 : 13/120 espèces de scléractiniaires et 0.5% de la surface totale observée</i> - Novembre 2016 : 4/117 espèces de scléractiniaires et 0.15% de la surface totale observée - Lésions coralliennes : absence de la maladie de la bande blanche, les colonies d’<i>Acropora</i> tabulaires affectées sont mortes en place (A & B). De plus, quelques colonies sont mortes ou nécrosées suite au blanchissement et aux dégradations mécaniques dus à Winston - Dégradations mécaniques aux 3 transects (hydrodynamisme important et remobilisation des débris par la houle et le ressac). De nombreuses colonies ne sont plus fixées sur le substrat Autres indicateurs : - Cyanobactéries : absentes - Le turf algal se développe modérément sur les débris coralliens et les colonies coralliennes au fur et à mesure de leur dégradation (effondrement de débris) - Algue brune <i>Lobophora</i> : absente - Algue rouge <i>Asparagopsis taxiformis</i> : le recouvrement reste stable aux 3 transects (niveau 2) (développement saisonnier : le recouvrement peut être très important et varie énormément selon les saisons - caractère invasif de septembre à décembre) - <i>Cliona</i> (éponge) : recouvrement stable

Localisation	Station		Particularités des stations	Variations des biocénoses entre avril et novembre 2016
				Les corallivores : - Absence des <i>Acanthaster planci</i> et des <i>Culcita novaeguineae</i> - Augmentation de <i>Drupella cornus</i> en A (niveau 2) et absence en B & C
	ST07	Basse Chambeyron	↺ Originalité des peuplements coralliens adaptés à un milieu d'hydrodynamisme très important (courant de marée, houle et ressac) et taille relativement petite des colonies ↺ Dégradation des communautés benthiques sur l'ensemble de la station à cause de l'hydrodynamisme important : arrachement et casse des colonies coralliennes au transect A et accumulation de débris et blocs coralliens pour les autres transects B & C ↺ La station présente de nombreuses zones d'accumulation de débris et de coraux tabulaires retournés (conditions hydrodynamiques exceptionnelles). Couloirs d'effondrement de part et d'autre des transects et en bas de pente récifale (mortalité corallienne importante) ↺ Les spongiaires (<i>Cliona jullienei</i> et <i>C. orientalis</i>) sont relativement bien développées et colonisent les blocs coralliens et les massifs coralliens vivants ↺ Mobilité bathymétrique des échinodermes (astéries, holothuries, échinides) et des mollusques (diversité et abondance variables selon les missions) ↺ Les crinoïdes privilégient également ce type de biotope balayé par les courants de marée ↺ Richesse spécifique et abondance des macrophytes qui varient selon les saisons ↺ Absence de l'algue brune <i>Lobophora variegata</i>	Indicateur Corail : - La biodiversité corallienne est importante et a légèrement augmenté : <i>Octobre 2015 : 115 espèces coralliennes dont 108 espèces scléactiniaires</i> <i>Avril 2016 : 115 espèces dont 108 espèces scléactiniaires</i> Novembre 2016 : 117 espèces dont 109 espèces scléactiniaires - Le recouvrement corallien est de 23% au transect A, 13.5% en B et 2 % en C - Le blanchissement a nettement diminué du point de vue « spécifique » et « recouvrement » : <i>Octobre 2015 : 18/108 espèces de scléactiniaires et 0.47% de la surface totale observée</i> <i>Avril 2016 : 13/108 espèces de scléactiniaires et 0.67% de la surface totale observée</i> Novembre 2016 : 1/109 espèces de scléactiniaires et 0.03% de la surface totale observée - Lésions coralliennes : absence de la maladie de la bande blanche. De plus, quelques colonies sont mortes ou nécrosées suite au blanchissement et aux dégradations mécaniques dus à Winston - Dégradations mécaniques aux 3 transects (hydrodynamisme important et remobilisation des débris). De nombreuses colonies ne sont plus fixées sur le substrat Autres indicateurs : - Cyanobactéries : absentes. - Le turf algal se développe modérément sur les débris coralliens et les colonies coralliennes au fur et à mesure de leur dégradation (effondrement de débris) - Algue brune <i>Lobophora</i> : absente - Algue rouge <i>Asparagopsis taxiformis</i> : le recouvrement reste stable aux 3 transects (niveau 2) (développement saisonnier : le recouvrement peut être très important et varie énormément selon les saisons - caractère invasif de septembre à décembre) - <i>Cliona</i> (éponge) : recouvrement stable Les corallivores : - Absence des <i>Acanthaster planci</i> et des <i>Culcita novaeguineae</i> - Augmentation de <i>Drupella cornus</i> en C (niveau 2), diminution en A, absence en A & B
	ST08	Puka	↺ Cette station est située en bordure du récif frangeant du canal de la Havannah entre les baies de Port Boisée et de Kwé. Ainsi l'influence terrigène est très importante (dépôts de particule fines) mais l'hydrodynamisme peut être également soutenu (houle et ressac) ↺ Croissance de grandes colonies de <i>Porites lobata</i> (avec des tumeurs en B) ↺ Présence de <i>Tubipora musica</i> en B ↺ Les spongiaires (<i>Cliona orientalis</i> et <i>Cliona jullienei</i>) sont relativement bien développées et colonisent les débris coralliens et les colonies coralliennes vivantes ↺ Dégradations importantes depuis la mission de mars 2011 : → accentuées par les tempêtes tropicales (Vania, Zelia, Fréda, Pam) - baisse recouvrement et diversité corallienne : mortalité importante, coraux tabulaires retournés et nombreux débris coralliens - maladies coralliennes affectant un grand nombre d'espèce depuis mars 2011 - développement des spongiaires (<i>Cliona</i>) - développement des corallivores (<i>Drupella cornus</i>) - développement de turf algal et de cyanobactéries Les colonies coralliennes malades sont pour la plupart mortes en place en octobre 2014 (maladie de la bande blanche et perte de tissu) → Désormais la richesse corallienne augmente avec la présence de colonies juvéniles. Les nouvelles espèces sont adaptées à la turbidité → Les dépôts sédimentaires peuvent être soutenus selon les missions. Ils entraînent des nécroses sur les colonies coralliennes (source particulière : baie Kwé)	Indicateur Corail : - La biodiversité corallienne est en augmentation (résilience <u>lente</u> du récif dégradé) : <i>Octobre 2015 : 104 espèces coralliennes dont 97 espèces scléactiniaires</i> <i>Avril 2016 : 103 espèces dont 96 espèces scléactiniaires</i> Novembre 2016 : 107 espèces dont 100 espèces scléactiniaires - Présence de colonies coralliennes juvéniles en A & B - Présence de nouvelles espèces coralliennes caractérisant un milieu contraint par la turbidité et les courants de marée - Le recouvrement corallien est de 20.5% au transect A et 1.5% en B - Le blanchissement a diminué du point de vue « spécifique » et « recouvrement » : <i>Octobre 2015 : 1/97 espèces de scléactiniaires et 0.13% de la surface totale observée</i> <i>Avril 2016 : 14/96 espèces de scléactiniaires et 1% de la surface totale observée</i> Novembre 2016 : 5/100 espèces de scléactiniaires et 0.23% de la surface totale observée - Lésions coralliennes : absence de la maladie de la bande blanche, les colonies affectées sont mortes en place (A & B). La maladie de la tâche noire (hypermycose endolithique) ne parait pas être une cause de mortalité. Cette lésion persiste sur les colonies massives et encroûtantes (A > B). Les nécroses sur les colonies coralliennes en A sont induites par les dépôts sédimentaires successifs. En B, les anomalies de croissance de la colonie de <i>Porites</i> plurimétrique sont toujours importantes mais elles évoluent peu. Enfin, suite au blanchissement corallien du début d'année 2016, quelques colonies sont mortes en place - Perturbations sédimentaires : absence de dépôt mais des nécroses sont observées sur des colonies coralliennes

Localisation	Station		Particularités des stations	Variations des biocénoses entre avril et novembre 2016
				Autres indicateurs : - Cyanobactéries : recouvrement stable (niveau 2). Elles colonisent principalement quelques colonies coralliennes mortes en place et les débris coralliens - Le turf algal se développe abondamment sur les débris coralliens et les colonies coralliennes mortes en place - Algue brune <i>Lobophora</i> : le recouvrement diminue en A (niveau 2) et reste stable en B (niveau 2) - Algue rouge <i>Asparagopsis taxiformis</i> : le recouvrement augmente en A & B (respectivement niveau 3 et 2). Le développement est saisonnier, le recouvrement peut être très important et varie énormément selon les saisons - caractère invasif de septembre à décembre - <i>Cliona</i> (éponge) : recouvrement stable Les corallivores : - Absence des <i>Acanthaster planci</i> et des <i>Culcita novaeguineae</i> - Absence de <i>Drupella cornus</i>
	ST09	Bancs Kié	↻ Originalité des peuplements coralliens adaptés à un milieu d'hydrodynamisme important (courant de marée, houle et ressac) et taille majoritairement petite des colonies. Cependant présence d'une colonie de taille métrique de <i>Turbinaria stellulata</i> au transect B ↻ Un grand nombre de gorgones s'est développé aux pourtours de la station depuis avril 2016 ↻ Le développement des coraux est restreint par la contrainte hydrodynamique ↻ La pente récifale est abrupte et la dalle est arasée par les courants de marée et la houle ↻ De nombreuses colonies coralliennes ont été retournées par les agents hydrodynamiques sur l'ensemble de la station lors de la dépression Fréda (début d'année 2013) et le passage plus ou moins éloigné du cyclone Pam (mars 2015). Ces colonies désolidarisées de leur substrat dévalent progressivement la pente récifale ↻ Abondance des alcyonaires, macrophytes et ascidies sur le sommet du récif : - Les alcyonaires ont un recouvrement important (<i>Lobophytum</i>) et une richesse spécifique élevée - Les macrophytes ont un recouvrement et une richesse spécifique élevés → Saisonnalité des algues rouges (<i>Trichogloea requienii</i> et d'<i>Asparagopsis taxiformis</i>) - La richesse spécifique des ascidies est élevée ↻ Mobilité bathymétrique des échinodermes (astéries, holothuries, échinides) et des mollusques (diversité et abondance) ↻ Les crinoïdes affectionnent ce milieu balayé par les courants de marée	Indicateur Corail : - La biodiversité corallienne est stable et reste importante : <i>Octobre 2015 : 119 espèces coralliennes dont 109 espèces scléactiniaires</i> <i>Avril 2016 : 120 espèces dont 110 espèces scléactiniaires</i> Novembre 2016 : 122 espèces dont 112 espèces scléactiniaires - Le recouvrement corallien est de 20% au transect A, 16% en B et 15.5 % en C - Le blanchissement a légèrement augmenté du point de vue spécifique et reste stable pour le recouvrement. Il s'agit principalement de colonies déstabilisées de leur substrat <i>Octobre 2015 : 1/109 espèces de scléactiniaires et 0.1% de la surface totale observée</i> <i>Avril 2016 : 3/111 espèces de scléactiniaires et 0.27% de la surface totale observée</i> Novembre 2016 : 5/112 espèces de scléactiniaires et 0.27% de la surface totale observée - Lésions coralliennes : absence de la maladie de la bande blanche. De plus, suite aux dégradations mécaniques (Winston 2016) quelques colonies retournées et blanchies lors de la dernière mission sont mortes - Dégradations mécaniques sur l'ensemble de la station et particulièrement en A & B en fin de transect Autres indicateurs : - Cyanobactéries : absence et stable depuis la dernière mission - Le turf algal se développe abondamment sur les débris coralliens et la dalle - Algue brune <i>Lobophora</i> : le recouvrement reste stable, il est absent en A et faible en B & C (niveau 2) - Algue rouge <i>Asparagopsis taxiformis</i> : le recouvrement diminue en A (niveau 2) et reste stable en B & C (niveau 2). Le développement est saisonnier, le recouvrement peut être très important et varie énormément selon les saisons - caractère invasif de septembre à décembre - <i>Cliona</i> (éponge) : recouvrement stable Les corallivores : - Absence des <i>Acanthaster planci</i> et des <i>Culcita novaeguineae</i> - Augmentation de <i>Drupella cornus</i> en A (niveau 2) et absence en B & C
	ST10	Ilot Kié	↻ La richesse spécifique des coraux du transect A est la plus importante parmi tous les transects étudiés dans le suivi biologique ↻ La richesse spécifique et le recouvrement des coraux sont très élevés sur les niveaux bathymétriques supérieur et médian ↻ Dégradation des communautés benthiques sur l'ensemble de la station lors des événements dépressionnaires du début d'année 2011, 2013 et 2015 ↻ Perturbations importantes du corallivore <i>Drupella cornus</i> sur les colonies coralliennes depuis avril 2014 ↻ Présence rare de <i>Gardineroseris planulata</i> et <i>Podabacia crustacea</i> ↻ Abondance des genres coralliens <i>Acropora</i>, <i>Goniopora</i> et <i>Alveopora</i>	Indicateur Corail : - La biodiversité corallienne est la plus importante de l'ensemble du réseau de suivi. Elle a tendance à légèrement diminuer : <i>Octobre 2015 : 146 espèces coralliennes dont 137 espèces scléactiniaires</i> <i>Avril 2016 : 143 espèces dont 134 espèces scléactiniaires</i> Novembre 2016 : 142 espèces dont 133 espèces scléactiniaires - Le recouvrement corallien est de 43% au transect A, 40% en B (les 2 taux les plus hauts pour cette campagne) et 12.5 % en C - Le blanchissement a diminué du point de vue « spécifique » et « recouvrement » : <i>Octobre 2015 : 23/137 espèces de scléactiniaires et 0.87% de la surface totale observée</i>

Localisation	Station		Particularités des stations	Variations des biocénoses entre avril et novembre 2016
			Les crinoïdes sont relativement abondantes aux transects A et B Lors des missions de septembre/octobre, plusieurs colonies de l'espèce <i>Alveopora</i> sp1, qui est très sensible aux variations de l'environnement, se retrouvent blanchies pour tous les transects. L'eau particulièrement froide en octobre 2015 (el Niño) n'a pas fait blanchir cette espèce Développement faible de l'algue brune <i>Lobophora variegata</i>. Elle colonise quelques colonies d'<i>Acropora</i> branchus Mobilité bathymétrique des échinodermes (astéries, holothuries, échinides) et des mollusques	<i>Avril 2016 : 14/134 espèces de scléractiniaires et 1.2% de la surface totale observée</i> Novembre 2016 : 6/133 espèces de scléractiniaires et 0.53% de la surface totale observée Les colonies de l'espèce <i>Alveopora</i> sp. ont également réintégré leurs zooxanthelles, cette constatation est observée de manière saisonnière - Lésions coralliennes : La maladie de la bande blanche affecte une colonie d'<i>Acropora</i> tabulaire en B. Les anciennes colonies malades sont mortes en place. De plus, suite au blanchissement corallien du début d'année 2016, quelques colonies sont mortes en place - Dégradations mécaniques et sédimentaires : RAS pour cette mission Autres indicateurs : - Cyanobactéries : recouvrement stable. Elles colonisent les colonies coralliennes mortes en place, les <i>Acropora</i> tabulaires et surtout les débris coralliens en A & B (niveau 2) et C (niveau 1) - Le turf algal se développe modérément sur les débris coralliens et les colonies coralliennes mortes en place au fur et à mesure de leur dégradation - Algue brune <i>Lobophora</i> : le recouvrement est stable (A & B : niveau 2 et absence en C) - Algue rouge <i>Asparagopsis taxiformis</i> : le recouvrement est stable (AB : niveau 2 et absence en C). Le développement est saisonnier, le recouvrement n'a jamais été très important pour cette station, cependant il varie selon les saisons - <i>Cliona</i> (éponge) : recouvrement stable Une éponge incrustante indéterminée colonise petit à petit la grande colonie d'<i>Echinopora horrida</i> au début du transect A Les corallivores : - Absence des <i>Acanthaster planci</i> et des <i>Culcita novaeguineae</i> - Diminution de <i>Drupella cornus</i> en A & B (niveau 2). Perturbations importantes de ce corallivore sur les colonies coralliennes depuis avril 2014
	ST11	Toémo	Les conditions hydrodynamiques sont soutenues durant toute l'année (courant, ressac, houle) Ce récif a subi des dégradations durant les évènements cycloniques du début d'année 2011 (Vania, Zelia), le cyclone de janvier 2013 (Fréda) et dans une moindre mesure les cyclones Pam en mars 2015 et Winston en février 2016 → Dégradations des communautés benthiques d'ordre mécanique sur l'ensemble de la station à cause de l'hydrodynamisme important : arrachement et casse des colonies coralliennes au transect A et accumulation de débris et de blocs coralliens pour les autres transects B & C Les scléractiniaires développent des morphologies robustes La richesse spécifique des coraux est relativement élevée pour les niveaux bathymétriques supérieurs et plus importante au transect B que en A (dégradation en sommet de récif par les agents hydrodynamiques intenses) Saisonnalité des macrophytes et caractère envahissant : les algues rouges (particulièrement <i>Asparagopsis</i>) présentent un développement saisonnier qui peut être très important sur l'ensemble de la station Les ascidies sont variées et abondantes Les spongiaires sont relativement abondantes (<i>Cliona</i>) Les alcyonaires ont un recouvrement relativement élevé Mobilité bathymétrique des échinodermes (astéries, holothuries, échinides) et des mollusques	Indicateur Corail : - La biodiversité corallienne est stable et importante : <i>Octobre 2015 : 136 espèces coralliennes dont 127 espèces scléractiniaires</i> <i>Avril 2016 : 133 espèces dont 125 espèces scléractiniaires</i> Novembre 2016 : 133 espèces dont 124 espèces scléractiniaires - Le recouvrement corallien est de 34% au transect A, 30% en B et 7 % en C - Le blanchissement reste relativement stable du point de vue spécifique et diminue pour le recouvrement : <i>Octobre 2015 : 15/127 espèces de scléractiniaires et 0.4% de la surface totale observée</i> <i>Avril 2016 : 6/125 espèces de scléractiniaires et 0.57% de la surface totale observée</i> Novembre 2016 : 5/124 espèces de scléractiniaires et 0.2% de la surface totale observée Les colonies de l'espèce <i>Alveopora</i> sp. ont également réintégré leurs zooxanthelles, cette constatation est observée de manière saisonnière - Lésions coralliennes : La maladie de la bande blanche affecte une colonie d'<i>Acropora</i> tabulaire en B. Les anciennes colonies malades sont mortes en place - Dégradations mécaniques : RAS pour cette mission Autres indicateurs : - Cyanobactéries : absentes, le recouvrement a diminué en B - Le turf algal se développe modérément sur les débris coralliens particulièrement au milieu et bas de pente récifale - Algue brune <i>Lobophora</i> : absente - Algue rouge <i>Asparagopsis taxiformis</i> : le recouvrement augmente aux 3 transects (respectivement niveau 2, 3 et 2). Le développement est saisonnier, le recouvrement peut être très important et varie énormément selon les saisons - caractère invasif de septembre à décembre - <i>Cliona</i> (éponge) : recouvrement stable



Localisation	Station		Particularités des stations	Variations des biocénoses entre avril et novembre 2016
				Les corallivores : - Absence des <i>Acanthaster planci</i> et des <i>Culcita novaeguineae</i> - Absence de <i>Drupella cornus</i>
	ST12	Ugo	↺ Croissance de grandes colonies de <i>Porites</i> sp., <i>Lobophyllia corymbosa</i> et de grands massifs d'<i>Alveopora</i> sp, <i>Goniopora</i> sp. et <i>Acropora</i> spp. ↺ Le reste des colonies coralliennes sont de taille décimétrique (turn over important) ↺ Grande diversité et abondance des coraux libre (famille Fungiidae) qui affectionnent particulièrement ce substrat détritique ↺ Accumulation de débris importante sous le transect et en périphérie de la station (grands couloirs d'effondrement qui deviennent de plus en plus large) ↺ Mortalité corallienne, couloir d'effondrement et nombreux débris (lors des périodes dépressionnaires) ↺ Sédimentation importante de particules fines carbonatées en bas du tombant (début de pente sédimentaire) ↺ Recouvrement très important de <i>Sarcophyton</i> (alcyonaires) ↺ Recouvrement algal très faible ↺ Les spongiaires (<i>Cliona julliinei</i> et <i>C. orientalis</i>) sont relativement bien développées et colonisent les massifs coralliens vivants et les blocs coralliens	Indicateur Corail : - La biodiversité corallienne est stable et importante : <i>Octobre 2015 : 120 espèces coralliennes dont 111 espèces scléractiniaires</i> <i>Avril 2016 : 119 espèces dont 110 espèces scléractiniaires</i> <i>Novembre 2016 : 119 espèces dont 110 espèces scléractiniaires</i> - Le recouvrement corallien est de 32% au transect A et 16% en B - Le blanchissement reste relativement stable du point de vue spécifique et a légèrement augmenté pour le recouvrement : <i>Octobre 2015 : 3/111 espèces de scléractiniaires et 0.5% de la surface totale observée</i> <i>Avril 2016 : 11/110 espèces de scléractiniaires et 0.25% de la surface totale observée</i> <i>Novembre 2016 : 11/110 espèces de scléractiniaires et 0.5% de la surface totale observée</i> - Lésions coralliennes : La maladie de la bande blanche affecte une colonie d' <i>Acropora</i> tabulaire en B. Les anciennes colonies malades sont mortes en place. Il y a également quelques anomalies de croissance sur des colonies de <i>Porites</i> en A. De plus, suite au blanchissement corallien du début d'année 2016 et aux dégradations mécaniques dus à Winston quelques colonies blanchies lors de la dernière mission sont mortes - Dégradations mécaniques : les débris du couloir d'effondrement sont régulièrement remobilisés par la houle Autres indicateurs : - Cyanobactéries : recouvrement stable (niveau 2). Elles se développent principalement sur les débris coralliens remobilisés dans les couloirs d'effondrement - Le turf algal se développe abondamment sur les débris coralliens et les colonies coralliennes mortes en place au fur et à mesure de leur dégradation - Algue brune <i>Lobophora</i> : absentes, le recouvrement a diminué en A & B - Algue rouge <i>Asparagopsis taxiformis</i> : le recouvrement augmente en A & B (niveau 2). Le développement est saisonnier, le recouvrement peut être très important et varie énormément selon les saisons - caractère invasif de septembre à décembre - <i>Cliona</i> (éponge) : recouvrement stable Les corallivores : - Absence des <i>Acanthaster planci</i> et des <i>Culcita novaeguineae</i> - Absence de <i>Drupella cornus</i> (diminution en A)

6.3 Ichtyologie

Ce chapitre présente les résultats obtenus en novembre 2016 sur le peuplement de poissons et les comparent aux résultats des missions précédentes qui lui sont comparables à savoir celles de 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015 et 2016.

Les données 2005 ne sont pas reprises ici, mais elles sont disponibles toutefois dans un des rapports précédents (de 2008 [17]).

Dans tous les tests suivants la station Ugo (ST12) est incluse en donnant aux missions 2007 et 2008, alors qu'elle n'était pas encore échantillonnée, la valeur moyenne des missions suivantes.

La méthode est celle demandée par le Cahier des Charges (rédigé par la DENV). C'est-à-dire :

- la méthode des Transects à Largeur Variable (TLV) ;
- mais surtout, attention : le Cahier des Charges impose le repérage que de quelques espèces (cf. [tableau b annexe 01](#)). Sur le terrain, il a été procédé à un repérage exhaustif et ensuite, lors de la saisie, les espèces qui ne sont pas dans la liste ont été retirées.

Cette contrainte a un impact fort sur le paramètre de biodiversité. En effet, on distingue scientifiquement 3 niveaux de biodiversité :

- La biodiversité dite α ($B\alpha$) est le nombre d'espèces n présentes sur une station i : $B\alpha_i = n_i$
- La biodiversité β ($B\beta$) est la diversité des valeurs de diversités α ; soit en d'autres termes la diversité des stations qui caractérisent la zone étudiée
- La biodiversité γ ($B\gamma$) est la biodiversité totale de la zone, en d'autres termes, la réunion des biodiversités α obtenues sur l'ensemble p des stations choisies pour caractériser la zone : $B\gamma = \cup B\alpha_i$

Du fait des limites imposées par le Cahier des Charges, les biodiversités β et γ ne peuvent être calculées et la biodiversité α est donc tronquée. Cependant, pour certains calculs et comparaisons, la liste « totale » est parfois reprise :

- Biodiversité 1 : ne prend en compte que les espèces de la liste du CdC et présentes sur les transects (ce qui est demandé)
- Biodiversité 2 : ne prend en compte que les espèces de la liste du CdC, mais sur toute la station
- Biodiversité 3 : considère toutes les espèces sur toute la station (c'est la vraie $B\alpha$).

Dans tous les § qui suivent, sauf mention contraire, ce sont les poissons de la liste restreinte et présents sur les transects (biodiversité 1) qui ont été pris en compte.

Les données quantitatives par station de la partie précédente sont des données conjoncturelles uniques, donc non statistiques et de plus affectées d'une forte variabilité et de nombreux biais, dus aux comportements des poissons. Cela obère toute comparaison spatiale annuelle significative.

En revanche, la prise en considération de l'ensemble des stations de la zone donne une série statistique exploitable permettant une analyse temporelle. Toutefois, la puissance de cette analyse est lourdement entravée par un choix de stations très hétérogènes : baie de Prony contre canal de la Havannah, et même au sein du canal de la Havannah, des stations sur des bancs à fort courant, des stations exposées aux alizés et d'autres au contraire protégées et donc à plus faible hydrodynamisme.

6.3.1 Test paramétrique par analyse des variances (ANOVAR)

Les tableaux de données se présentent avec les stations en lignes et les années (missions) en colonnes. L'ANOVAR est un test paramétrique qui vérifie l'homogénéité d'un tel tableau, en effet, c'est un test sur les moyennes qui confronte la variance globale du tableau dite « variance factorielle » à la variance entre les colonnes dudit tableau, dite « variance résiduelle ».

L'ANOVAR des tableaux de densité, de biomasse et de biodiversité peut être réalisée en confrontant la variance du tableau aux variances annuelles, donc en colonnes : c'est alors l'homogénéité temporelle qui est testée, ou en confrontant la variance globale aux variances des stations, donc en lignes : c'est alors l'homogénéité spatiale qui est testée.

Pour l'ensemble des tests, l'hypothèse H_0 testée est « l'homogénéité (ou égalité) des variances ». Si l'hypothèse nulle est vérifiée, cela correspond à une probabilité forte de « similarité des colonnes ».

Rappel sur le cadre d'utilisation de l'ANOVA.

Lors du passage des membres de la mission INERIS, ils nous ont fait la remarque que l'utilisation de

l'ANOVA sur nos données n'était pas pertinente, compte tenu du fait que « l'hypothèse de normalité » n'était pas respectée et que l'homoscédasticité des données n'était pas vérifiée.

En théorie, une ANOVA est performante si les données analysées sont normales²⁰ et si la prise de données est conforme aux règles d'homoscédasticité²¹. En pratique cela dépend du protocole de collecte et du type d'ANOVA réalisé. Dans notre contexte ces deux règles, de normalité et d'homoscédasticité peuvent être transgressées. En effet, les ANOVA se classent en deux types : ANOVA de type aléatoire et ANOVA de type fixe. Cela dépend du mode opératoire, c'est-à-dire du protocole d'échantillonnage. Le prélèvement de la donnée étant dans les deux cas aléatoire, l'ANOVA sera de type aléatoire si les stations sont également choisies à chaque mission selon un processus aléatoire et l'ANOVA sera de type fixe si les stations sont toujours les mêmes. En d'autres termes, selon qu'il y ait un ou deux niveaux aléatoires.

Nous sommes donc ici dans le cas d'un modèle fixe puisque nos stations sont définies a priori et pour tout le temps que durera le suivi. De nombreuses études relatives au modèle fixe montrent que l'analyse de la variance est peu sensible à la non-normalité tant en ce qui concerne le niveau de signification qu'en ce qui concerne la puissance du test [18 à 24]. De plus, ces études montrent aussi que l'hypothèse d'homoscédasticité est très secondaire dans le modèle fixe lorsque les effectifs sont égaux. Or, c'est également le cas de nos données puisque le nombre de stations est toujours le même et que le nombre de visites aux stations est le même pour toutes les stations depuis le début du suivi en 2007.

Par ailleurs, compte tenu de la nature des données poissons, la vérification de l'homoscédasticité du tirage des données serait sans doute d'un coût prohibitif et de plus probablement infructueuse.

Des explications plus complètes sont développées en annexe 03.

6.3.1.1 Comparaison entre années

Ho : Homogénéité des missions. En d'autres termes : Pour un même paramètre, trouve-t-on lors de chaque mission un schéma spatial (dispersion des valeurs du paramètre) similaire à celui de la période d'étude toute entière ?

6.3.1.1.1 La densité

Tableau n°167 : Analyse de la Variance des densités moyennes ichtyologiques (ind./m²) par campagne

Densité		2007	2008	2009	2010 a	2010 b	2011 a	2011 b	2012 a	2012 b	2013 a	2013 b	2014 a	2014 b	2015 a	2015 b	2016 a	2016 b
Prony	ST01	2,63	0,87	3,50	0,93	0,33	0,30	0,36	0,33	0,78	1,09	0,56	0,60	0,85	1,75	1,50	1,47	0,91
	ST02	1,12	1,76	1,49	1,68	1,41	0,61	1,18	1,10	1,36	1,91	1,14	0,71	6,17	1,06	1,03	0,88	0,74
	ST03	1,59	0,92	3,03	1,95	0,31	0,86	0,22	0,24	0,41	0,28	0,51	0,52	1,12	1,58	0,99	1,02	0,57
	μ	1,78	1,18	2,67	1,52	0,68	0,59	0,59	0,33	0,85	1,09	0,74	0,61	2,71	1,46	1,17	1,13	0,74
	σ	0,77	0,50	1,05	0,53	0,63	0,28	0,52	1,10	0,48	0,82	0,35	0,09	3,00	0,36	0,28	0,31	0,17
	IC $\pm$	0,89	0,58	1,21	0,61	0,73	0,32	0,60	0,24	0,55	0,94	0,40	0,11	3,46	0,42	0,32	0,35	0,20
	CV.	0,43	0,42	0,39	0,35	0,92	0,48	0,88	0,85	0,57	0,75	0,48	0,15	1,10	0,25	0,24	0,27	0,23
Havannah	ST04	5,45	2,71	4,07	3,38	0,84	2,11	0,95	3,20	1,09	2,71	1,32	1,86	2,21	5,90	4,64	5,18	3,56
	ST05	0,73	2,02	4,09	2,37	1,23	1,56	0,81	0,87	1,22	1,80	0,94	1,12	3,00	1,19	1,53	1,80	0,72
	ST06	2,45	2,99	1,17	2,05	1,91	2,23	0,75	1,64	2,25	2,80	1,98	1,19	2,87	3,00	2,27	1,89	1,89
	ST07	1,78	2,73	0,91	2,66	1,79	1,62	1,05	1,70	1,24	2,26	1,18	1,82	3,21	3,37	3,65	3,51	3,81
	ST08	2,32	1,84	3,50	3,05	0,46	0,68	1,30	0,70	0,63	0,68	0,64	0,47	1,40	1,17	0,99	0,94	1,68
	ST09	4,13	4,21	4,01	1,66	1,35	1,81	1,42	2,18	1,96	3,04	1,71	1,44	3,20	1,65	1,95	2,64	2,75
	ST10	5,57	9,37	8,30	2,94	3,46	5,47	3,48	4,93	3,85	7,23	3,49	2,01	2,56	5,44	3,61	3,24	4,95
	ST11	1,64	1,9	3,12	1,86	1,59	2,50	0,90	1,70	1,27	1,35	1,64	1,08	1,27	1,64	1,78	1,67	1,20
	ST12	2,18	2,18	3,49	3,01	1,44	2,36	0,60	1,40	1,46	1,60	2,13	1,13	1,54	2,15	4,65	2,59	1,44
	μ	1,78	1,18	2,67	1,52	0,68	0,59	0,59	0,33	0,85	1,09	0,74	0,61	2,71	1,46	1,17	2,61	2,47
	σ	0,77	0,50	1,05	0,53	0,63	0,28	0,52	1,10	0,48	0,82	0,35	0,09	3,00	0,36	0,28	1,26	1,43
	IC $\pm$	0,89	0,58	1,21	0,61	0,73	0,32	0,60	0,24	0,55	0,94	0,40	0,11	3,46	0,42	0,32	0,84	0,96
	CV.	0,43	0,42	0,39	0,35	0,92	0,48	0,88	0,85	0,57	0,75	0,48	0,15	1,10	0,25	0,24	0,48	0,58

μ = moyenne ; σ = écart type ; IC $\pm$ = intervalle de confiance ; CV. = coefficient de variation

²⁰ Distribuées selon une loi de Gauss, dite « normale »

²¹ homoscédasticité : qui a une dispersion identique. (i.e. les variances sur les erreurs pour chaque collecte de données doivent être identiques)

ANOVA	k1	k2	F _{obs}	F _{0,95}	Ho
Prony	16	34	1,72	1,96	Acc
Havannah.	16	136	2,05	1,75	Ref

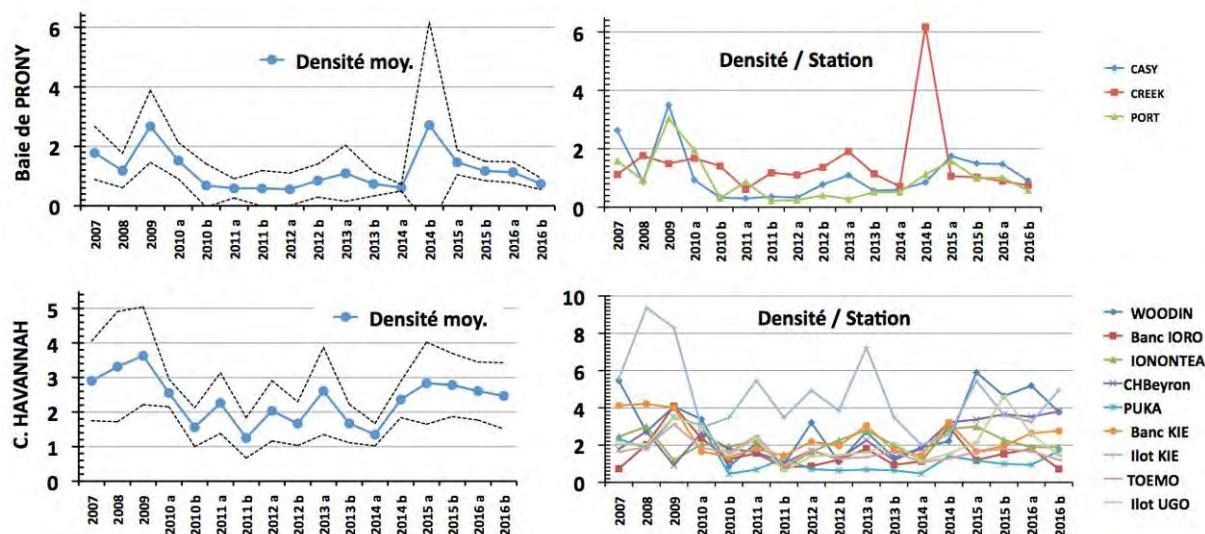


Figure n°121 : Evolution des densités ichtyologiques moyennes depuis 2007, par campagne

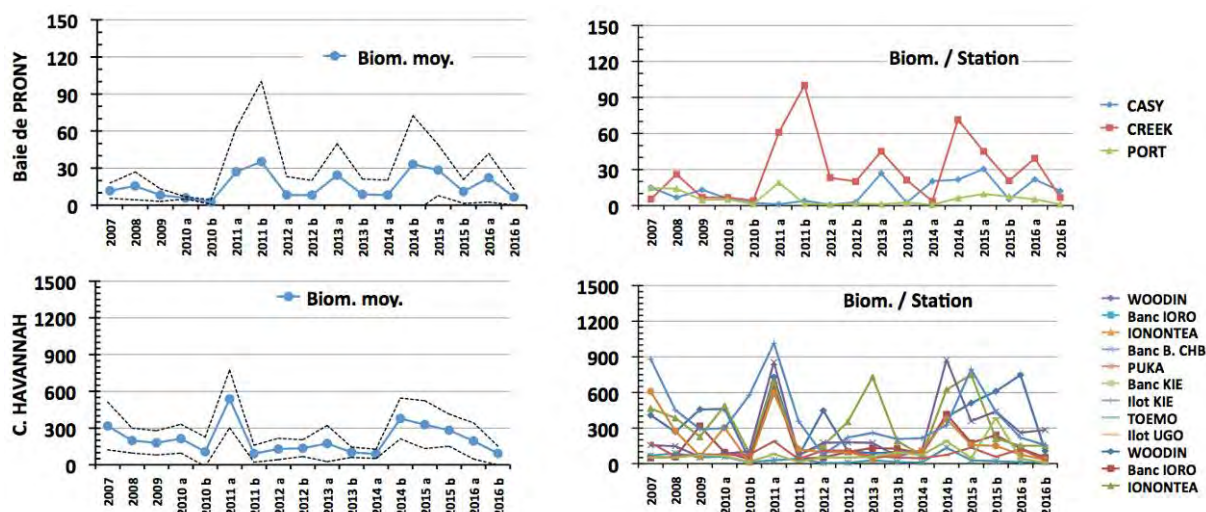
L'analyse des variances de la densité pour les différentes campagnes (cf. [tableau 167](#)) montre une **homogénéité** pour les 3 stations de la **baie de Prony** et une **hétérogénéité** pour les 9 stations du **canal de la Havannah**.

6.3.1.1.2 La biomasse

Tableau n°168 : Analyse de la Variance des biomasses ichtyologiques (g/m²) moyennes par campagne

Biomasse		2007	2008	2009	2010 a	2010 b	2011 a	2011 b	2012 a	2012 b	2013 a	2013 b	2014 a	2014 b	2015 a	2015 b	2016 a	2016 b
Prony	ST01	14,9	6,7	13,1	5,8	2,3	1,0	4,0	0,8	2,7	26,8	2,4	20,2	21,6	30,4	5,17	22	12
	ST02	5,5	26,1	6,7	6,7	4,2	61,0	100,2	23,2	20,1	45,1	21,2	3,6	71,5	45,1	20,7	39	6,6
	ST03	14,7	14,1	4,6	5,1	1,3	19,1	1,5	0,8	1,6	1,1	2,5	0,6	6,2	9,8	7,5	5	1,0
	μ	11,7	15,6	8,1	5,9	2,6	27,0	35,2	8,3	8,1	24,3	8,7	8,1	33,1	28,4	11,1	22,1	6,6
	σ	5,4	9,8	4,4	0,8	1,5	30,7	56,3	12,9	10,4	22,1	10,8	10,6	34,1	17,8	8,3	17,0	5,5
	IC ±	6,2	11,3	5,1	0,9	1,7	35,5	65,0	14,9	12,0	25,5	12,5	12,2	39,4	20,6	9,6	19,7	6,4
	CV.	0,46	0,63	0,55	0,14	0,58	1,14	1,60	1,56	1,27	0,91	1,24	1,30	1,03	0,63	0,75	0,77	0,84
Havannah	ST04	408	268	456	461	39	731	65	447	106	87	98	86	392	510	610	747	108
	ST05	48	58	316	94	38	661	41	51	100	130	126	84	416	174	241	127	52
	ST06	1322	386	227	488	93	688	77	152	353	760	192	69	622	750	211	151	151
	ST07	155	147	57	85	104	855	71	176	179	175	62	111	874	359	439	260	283
	ST08	67	88	53	58	12	28	40	5	7	27	13	9	135	28	20	12	10
	ST09	608	274	63	303	11	593	119	96	99	41	79	109	377	158	149	75	31
	ST10	882	452	291	298	576	1015	357	73	220	259	1795	214	325	795	435	219	156
	ST11	174	62	80	75	75	188	39	111	108	61	52	45	74	135	57	122	31
	ST12	50	50	73	64	14	80	14	52	49	58	95	72	189	46	383	42	7
	μ	413	198	180	214	107	537	91	129	136	178	279	89	378	328	283	195	92
	σ	446	152	148	176	180	353	104	130	103	231	571	56	249	294	197	222	92
	IC ±	297	101	99	117	120	235	69	87	69	154	380	38	166	196	131	148	61
	CV.	1,08	0,77	0,83	0,82	1,68	0,66	1,14	1,01	0,76	1,3	2,05	0,64	0,66	0,89	0,70	1,14	0,99

μ = moyenne ; σ = écart type ; IC ± = intervalle de confiance ; CV. = coefficient de variation



ANOVA	k1	k2	F _{obs}	F _{0,95}	Ho
Prony	16	34	1,27	1,96	Acc
Havannah.	16	136	3,58	1,75	Ref

Figure n°122 : Evolution des biomasses ichthyologiques moyennes depuis 2007, par campagne

L'analyse des variances de la biomasse pour les différentes campagnes (cf. [tableau 168](#)) montre une **homogénéité** pour les 3 stations de la **baie de Prony** et une **hétérogénéité** pour les 9 stations du **canal de la Havannah**.

6.3.1.1.3 La biodiversité

Rappel : Nous ne considérons ici toujours que les espèces repérées figurant dans la liste restrictive du cahier des charges. La portée informative de cette liste volontairement tronquée est bien sûr très limitée et ne représente pas une réelle biodiversité (d'où son appellation de biodiversité 1). Cependant, pour une vision globale, les calculs sont ensuite refaits dans un 2^{ème} temps sur la biodiversité 3.

6.3.1.1.3.1 La biodiversité 1

La biodiversité 1 correspond aux espèces de la liste restreinte rencontrées sur les transects.

L'analyse des variances de la biodiversité 1 pour les différentes campagnes (cf. [tableau 169](#)) montre une **hétérogénéité pour toutes les stations**.

Tableau n°169 : Analyse de la Variance des biodiversités 1 ichthyologiques par campagne

Biodiversité 1		2007	2008	2009	2010 a	2010 b	2011 a	2011 b	2012 a	2012 b	2013 a	2013 b	2014 a	2014 b	2015 a	2015 b	2016 a	2016 b
Prony	ST01	16	9	11	13	11	12	13	9	12	18	9	20	21	30	19	20	29
	ST02	6	12	9	10	8	13	16	14	16	8	29	10	27	30	17	20	22
	ST03	15	14	9	10	11	16	13	14	18	13	23	22	20	27	30	23	23
	μ	12,3	11,7	9,7	11,0	10,0	13,7	14,0	12,3	15,3	13,0	20,3	17,3	22,7	29,0	22,0	21,0	24,7
	σ	5,5	2,52	1,15	1,73	1,73	2,08	1,73	2,89	3,06	5,00	10,26	6,4	3,8	1,7	7,0	1,7	3,8
	IC ±	6,4	2,9	1,3	2,0	2,0	2,4	2,0	3,3	3,5	5,8	11,9	7,4	4,4	2,0	8,1	2,0	4,4
	CV.	0,45	0,22	0,12	0,16	0,17	0,15	0,12	0,23	0,20	0,38	0,50	0,37	0,17	0,06	0,32	0,08	0,15
Havannah	ST04	37	39	35	54	26	64	42	51	48	47	47	52	50	71	72	80	70
	ST05	22	30	44	42	24	56	43	36	41	48	44	47	51	64	56	62	54
	ST06	45	41	31	44	37	51	46	44	53	80	58	40	49	80	58	55	55
	ST07	33	44	29	45	38	46	43	44	53	46	52	43	64	70	66	58	62
	ST08	28	30	28	29	14	26	33	27	23	26	28	26	29	38	31	33	30
	ST09	36	32	35	34	28	39	48	45	37	43	48	39	52	62	50	49	47
	ST10	46	37	49	52	67	59	58	52	53	57	54	51	54	67	55	55	64

ST11	29	39	31	43	44	51	48	45	44	42	37	53	51	67	59	57	46
ST12	28	28	23	41	18	30	25	34	34	35	37	28	28	30	26	28	37
μ	33,8	35,6	33,9	42,7	32,9	46,9	42,9	42,0	42,9	47,1	45,0	42,1	47,6	61,0	52,6	53,0	51,7
σ	8,1	5,7	8,1	7,8	16,0	12,9	9,4	8,2	10,3	15,1	9,6	9,9	11,7	16,3	15,1	15,4	13,0
IC $\pm$	5,37	3,79	5,41	5,21	10,69	8,63	6,28	5,44	6,86	10,05	6,37	6,64	7,8	10,8	10,1	10,3	8,7
CV.	0,23	0,15	0,24	0,18	0,49	0,28	0,22	0,19	0,24	0,32	0,21	0,24	0,25	0,27	0,29	0,29	0,25

μ = moyenne ; σ = écart type ; IC $\pm$ = intervalle de confiance ; CV. = coefficient de variation

ANOVA	k1	k2	F _{obs}	F _{0,95}	Ho	F _{0,999}
Prony	16	34	5,23	1,96	Ref	3,69
Havannah.	16	136	3,80	1,75	Ref	2,78

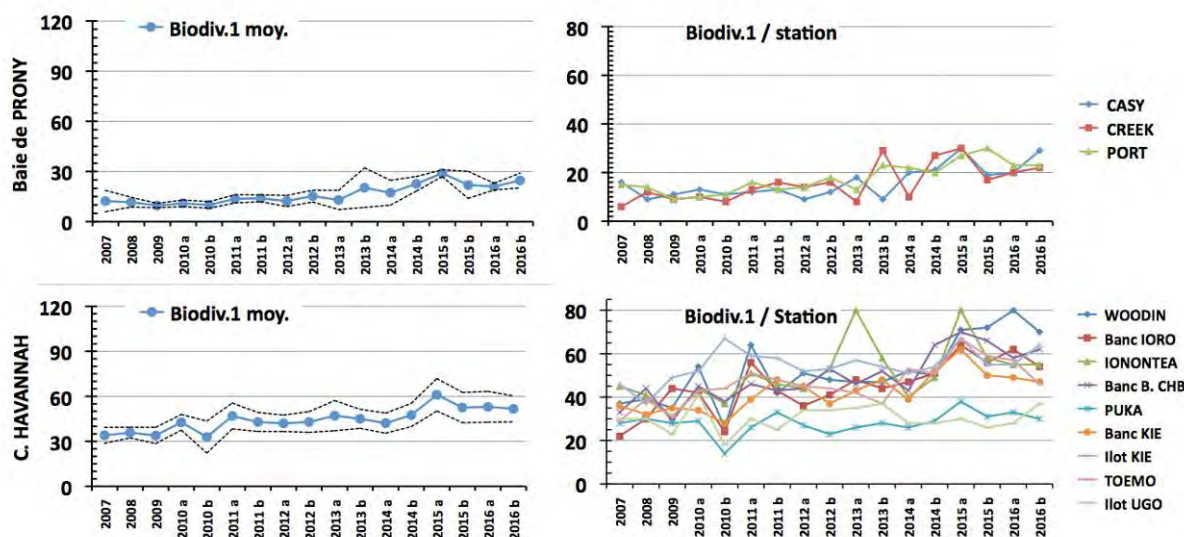


Figure n°123 : Evolution des biodiversités 1 ichtyologiques moyennes depuis 2007, par campagne

6.3.1.1.3.2 La biodiversité 3

La biodiversité 3 correspond à toutes les espèces rencontrées sur toute la station.

L'analyse des variances de la biodiversité 3 pour les différentes campagnes (cf. [tableau 170](#)) montre une **hétérogénéité pour toutes les stations.**

Tableau n°170 : Analyse de la Variance des biodiversités 3 ichtyologiques par campagne

Biodiversité 3		2007	2008	2009	2010 a	2010 b	2011 a	2011 b	2012 a	2012 b	2013 a	2013 b	2014 a	2014 b	2015 a	2015 b	2016 a	2016 b
Prony	ST01	34	47	56	66	55	37	37	56	49	58	39	72	75	76	73	44	78
	ST02	33	30	34	47	55	35	54	52	51	68	61	54	69	69	70	41	66
	ST03	34	47	39	50	64	64	66	59	55	62	53	53	66	74	74	41	72
	μ	34	41	43	54	58	45	52	56	52	63	51	60	70	73,0	72,3	42,0	72,0
	σ	0,9	9,8	11,5	10,2	5,2	16,2	14,6	3,5	3,1	5,0	11,1	10,7	4,6	3,6	2,1	1,7	6,0
	IC $\pm$	0,7	11,3	13,3	11,8	6,0	18,7	16,8	4,1	3,5	5,8	12,9	12,4	5,3	4,2	2,4	2,0	6,9
	CV.	0,02	0,24	0,27	0,19	0,09	0,36	0,28	0,06	0,06	0,08	0,22	0,18	0,07	0,05	0,03	0,04	0,08
Havannah	ST04	54	89	81	110	92	111	88	108	90	110	92	122	115	140	120	124	114
	ST05	50	52	69	79	66	94	84	88	96	115	104	114	91	113	109	108	103
	ST06	60	67	81	94	81	102	124	125	123	140	117	113	126	156	112	119	119
	ST07	56	82	106	113	86	97	91	100	102	114	101	112	114	116	111	120	115
	ST08	44	68	66	80	41	76	101	98	77	76	61	95	103	101	79	98	94
	ST09	55	62	60	66	75	86	91	100	95	98	98	113	117	118	113	117	119
	ST10	84	71	116	167	113	131	145	146	134	153	148	155	152	139	149	147	152

ST11	53	71	74	95	88	116	109	116	110	92	94	98	105	107	109	111	122
ST12	77	77	70	92	50	81	80	75	81	86	82	91	94	91	87	80	89
μ	59	71	80	100	77	99	101	106	101	109	100	113	113	120	110	114	114
σ	13	11	19	29	22	18	21	21	19	25	24	19	18	21	20	18	18
IC $\pm$	9	7	13	20	15	12	14	14	13	17	16	13	12	14	13	12	12
CV.	0,22	0,15	0,23	0,29	0,29	0,18	0,21	0,20	0,19	0,23	0,24	0,17	0,16	0,17	0,18	0,16	0,16

μ = moyenne ; σ = écart type ; IC $\pm$ = intervalle de confiance ; CV. = coefficient de variation

ANOVA	k1	k2	F _{obs}	F _{0,95}	Ho	F _{0,999}
Prony	16	34	6,15	1,96	Ref	3,69
Havannah.	16	136	6,57	1,75	Ref	2,78

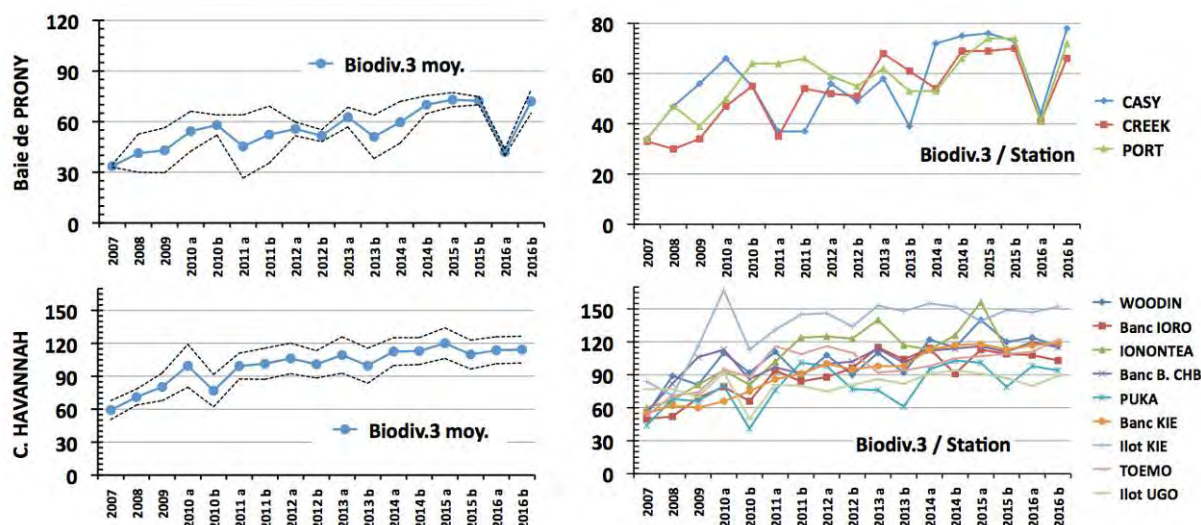


Figure n°124 : Evolution des biodiversités 3 ichtyologiques moyennes depuis 2007, par campagne

6.3.1.2 Comparaison entre stations

Ho : Homogénéité des stations. En d'autres termes : Pour un même paramètre, trouve t-on lors d'une mission un schéma temporel (dispersion des valeurs du paramètre) similaire entre toutes les stations ?

6.3.1.2.1 La densité

L'analyse des variances de la densité pour les différentes stations (cf. [tableau 171](#)) montre une **homogénéité** des campagnes pour les 3 stations de la **baie de Prony** et une **hétérogénéité** des campagnes pour les 9 stations du **canal de la Havannah**.

Tableau n°171 : Analyse de la Variance des densités moyennes ichtyologiques (ind./m²) par station

Années	Casy ST01	Creek ST02	Port ST03	Woodin ST04	Ioro ST05	Ionon. ST06	CHB ST07	Puka ST08	B. Kie ST09	I. Kie ST10	Toémo ST11	Ugo ST12
2007	2,63	1,12	1,59	5,45	0,73	2,45	1,78	2,32	4,13	5,57	1,64	1,92
2008	0,87	1,76	0,92	2,71	2,02	2,99	2,73	1,84	4,21	9,37	1,90	1,92
2009	3,50	1,49	3,03	4,07	4,09	1,17	0,91	3,50	4,01	8,30	3,12	3,49
2010 a	0,93	1,68	1,95	3,38	2,37	2,05	2,66	3,05	1,66	2,94	1,86	3,01
2010 b	0,33	1,41	0,31	0,84	1,23	1,91	1,79	0,46	1,35	3,46	1,59	1,44
2011 a	0,30	0,61	0,86	2,11	1,56	2,23	1,62	0,68	1,81	5,47	2,50	2,36
2011 b	0,36	1,18	0,22	0,95	0,81	0,75	1,05	1,30	1,42	3,48	0,90	0,60
2012 a	0,33	1,10	0,24	3,20	0,87	1,64	1,70	0,70	2,18	4,93	1,70	1,40
2012 b	0,78	1,36	0,41	1,09	1,22	2,25	1,24	0,63	1,96	3,85	1,27	1,46
2013 a	1,09	1,91	0,28	2,71	1,80	2,80	2,26	0,68	3,04	7,23	1,35	1,60
2013 b	0,56	1,14	0,51	1,32	0,94	1,98	1,18	0,64	1,71	3,49	1,64	2,13

2014 a	0,60	0,71	0,52	1,86	1,12	1,19	1,82	0,47	1,44	2,01	1,08	1,13
2014 b	0,85	6,17	1,12	2,21	3,00	2,87	3,21	1,40	3,20	2,56	1,27	1,54
2015 a	1,75	1,06	1,58	5,90	1,19	3,00	3,37	1,17	1,65	5,44	1,64	2,15
2015 b	1,50	1,03	0,99	4,64	1,53	2,27	3,65	0,99	1,95	3,61	1,78	4,65
2016 a	1,47	0,89	1,02	5,18	1,80	1,89	3,51	0,94	2,64	3,24	1,67	2,59
2016 b	0,91	0,74	0,57	3,77	0,72	1,89	3,81	1,68	2,75	4,95	1,20	1,44
μ σ Int. de C. Coef. de Var.	1,10	1,49	0,95	3,02	1,59	2,08	2,25	1,32	2,42	4,70	1,65	2,06
	0,87	1,26	0,75	1,6	0,9	0,6	1,0	0,9	1,0	2,0	0,5	1,0
	0,42	0,61	0,36	0,8	0,4	0,3	0,5	0,4	0,5	1,0	0,3	0,5
	0,79	0,84	0,79	0,5	0,6	0,3	0,4	0,7	0,4	0,4	0,3	0,5
ANOVA	Ho = « Egalité des moyennes en colonnes »											
	Degrés de liberté				Paramètre de Fisher-Snédecor							Ho
Zones	k ₁ =p-1		k ₂ =n-p		F _{obs}				F _{0,95} (F _{0,9995})			
PRONY	2		48		1,38				3,21 (9,21)			
C. HAVANNAH	8		144		13,21				2,00 (3,79)			

n : nombre de missions depuis 2007 ; μ : moyennes ; σ : écart type ; **Int. de C.** : intervalle de confiance

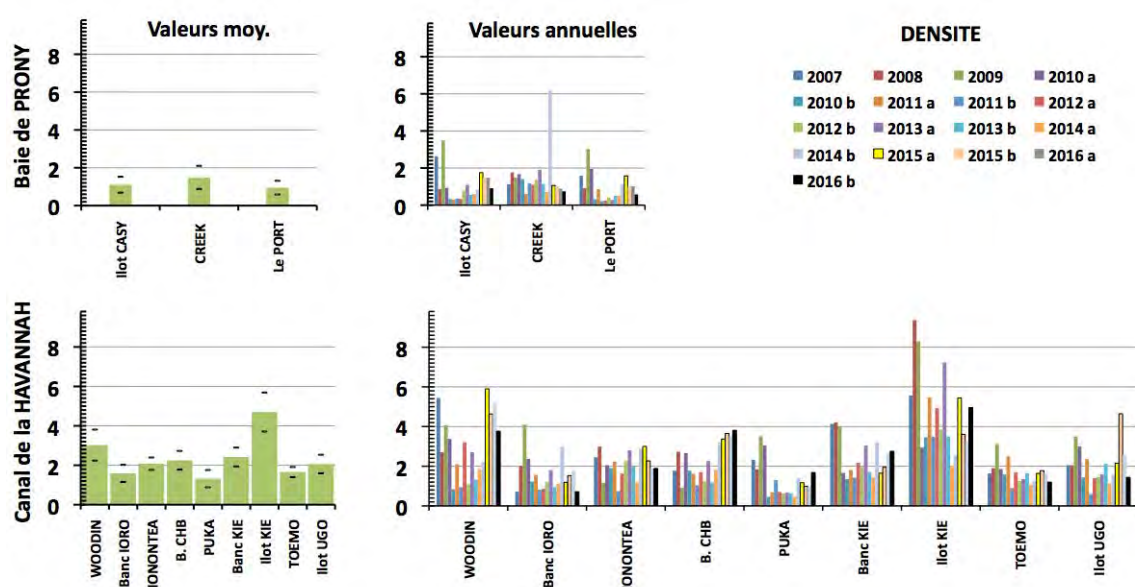


Figure n°125 : Evolution des densités ichtyologiques moyennes depuis 2007, par station

6.3.1.2.2 La biomasse

L'analyse des variances de la biomasse pour les différentes stations (cf. [tableau 172](#)) montre une **hétérogénéité pour toutes les campagnes**, quelque soit le site.

Tableau n°172 : Analyse de la Variance des biomasses moyennes ichtyologiques (ind./m²) par station

Années	Casy ST01	Creek ST02	Port ST03	Woodin ST04	Ioro ST05	Ionon. ST06	CHB ST07	Puka ST08	B. Kie ST09	I. Kie ST10	Toémo ST11	Ugo ST12
2007	14,9	5,5	14,7	408	48	1322	155	67	608	882	174	49
2008	6,7	26,1	14,1	268	58	386	147	88	274	452	62	49
2009	13,1	6,7	4,6	456	316	227	57	53	63	291	80	73
2010 a	5,8	6,7	5,1	461	94	488	85	58	303	298	75	64
2010 b	2,3	4,2	1,3	39	38	93	104	12	11	576	75	14
2011 a	1,0	61,0	19,1	731	661	688	855	28	593	1015	188	80
2011 b	4,0	100,2	1,5	65	41	77	71	40	119	357	39	14
2012 a	0,8	23,2	0,8	447	51	152	176	5	96	73	111	52
2012 b	2,7	20,1	1,6	106	100	353	179	7	99	220	108	49
2013 a	26,8	45,1	1,1	87	130	760	175	27	41	259	61	58

2013 b	2,4	21,2	2,5	98	126	192	62	13	79	1795	52	95
2014 a	20,2	3,6	0,6	86	84	69	111	9	109	214	45	72
2014 b	21,6	71,5	6,2	392	416	622	874	135	377	325	74	189
2015 a	30,4	45,1	9,6	510	174	750	359	28	158	795	135	46
2015 b	5,2	20,7	7,5	610	241	211	439	20	149	435	57	383
2016 a	21,8	39,3	5,2	747	126	150	260	12	75	219	121	42
2016 b	12,1	6,6	1,1	108	52	151	283	10	31	156	31	7
μ σ Int. de C. Coef. de Var.	11,3	29,8	5,7	330,5	162,1	341,3	255,8	36,0	187,4	398,5	87,6	78,6
	9,7	27,5	5,6	241,5	165,9	240,3	244,7	35,0	184,4	268,6	45,8	88,4
	4,7	13,3	2,7	117,2	80,5	116,5	118,7	17,0	89,5	130,3	22,2	42,9
	0,9	0,9	1,0	0,7	1,0	0,7	1,0	1,0	1,0	0,7	0,5	1,1
ANOVA	Ho = « Egalité des moyennes en colonnes»											
	Degrés de liberté			Paramètre de Fisher-Snédecor							Ho	
Zones	k ₁ =p-1		k ₂ =n-p	F _{obs}				F _{0,95} (F _{0,9995})				
PRONY	2		48	7,68				3,21 (9,21)				
C. HAVANNAH	8		144	7,62				2,00 (3,79)				

n : nombre de missions depuis 2007 ; μ : moyennes ; σ : écart type ; Int. de C. : intervalle de confiance

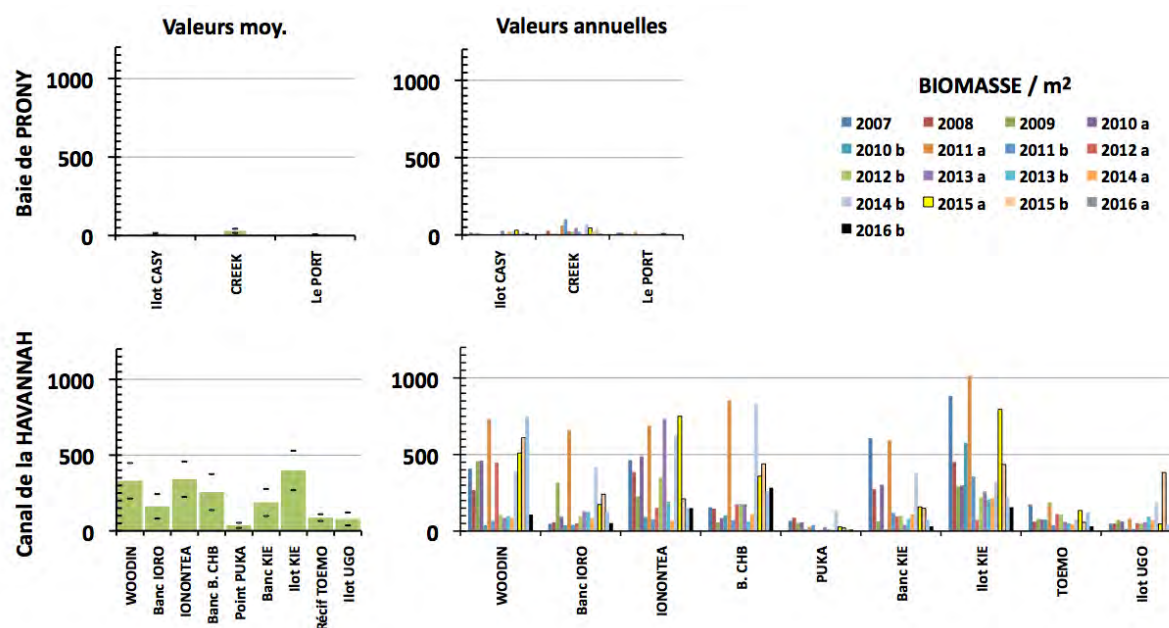


Figure n°126 : Evolution des biomasses ichthyologiques moyennes depuis 2007, par station

6.3.1.2.3 La biodiversité

Rappel : Nous ne considérons ici toujours que les espèces repérées figurant dans la liste restrictive du cahier des charges. La portée informative de cette liste volontairement tronquée est bien sûr très limitée et ne représente pas une réelle biodiversité (d'où son appellation de biodiversité 1). Cependant, pour une vision globale, les calculs sont ensuite refaits dans un 2^{ème} temps sur la biodiversité 3.

6.3.1.2.3.1 La biodiversité 1

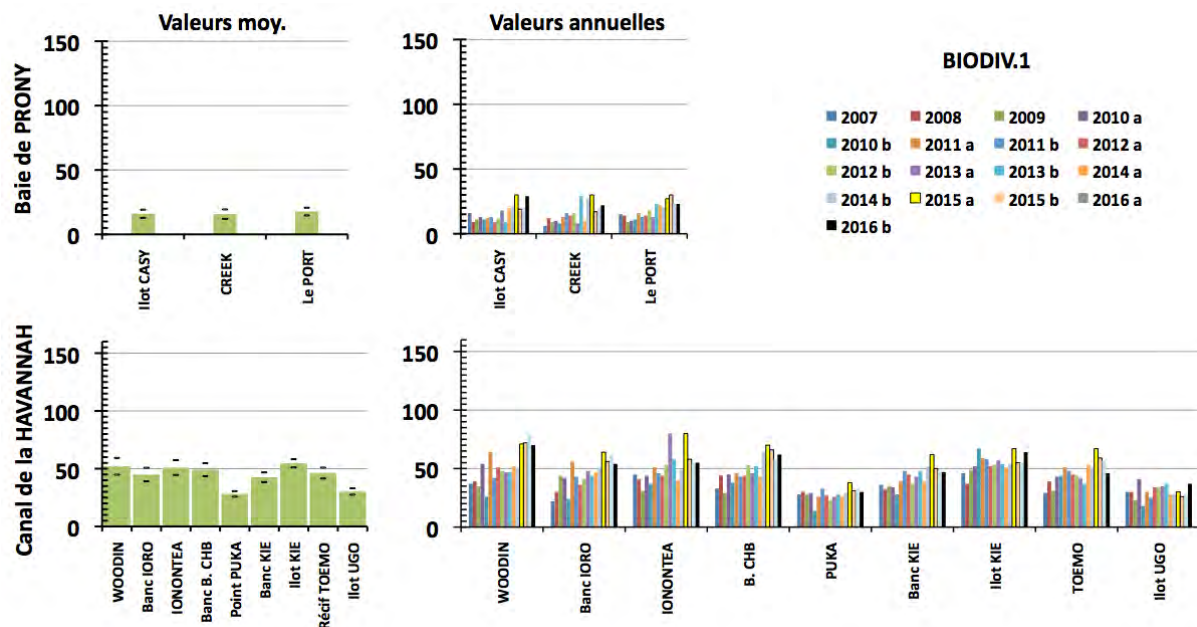
La biodiversité 1 correspond aux espèces de la liste restreinte rencontrées sur les transects.

L'analyse des variances de la biodiversité 1 pour les différentes stations (cf. [tableau 173](#)) montre une **homogénéité** des campagnes pour les 3 stations de la **baie de Prony** et une **hétérogénéité** des campagnes pour les 9 stations du **canal de la Havannah**.

Tableau n°173 : Analyse de la Variance des biodiversités 1 moyennes ichtyologiques (ind./m²) par station

Années	Casy ST01	Creek ST02	Port ST03	Woodin ST04	Ioro ST05	Ionon. ST06	CHB ST07	Puka ST08	B. Kie ST09	I. Kie ST10	Toémo ST11	Ugo ST12
2007	16	6	15	37	22	45	33	28	36	46	29	28
2008	9	12	14	39	30	41	44	30	32	37	39	28
2009	11	9	9	35	44	31	29	28	35	49	31	23
2010 a	13	10	10	54	42	44	45	29	34	52	43	41
2010 b	11	8	11	26	24	37	38	14	28	67	44	18
2011 a	12	13	16	64	56	51	46	26	39	59	51	30
2011 b	13	16	13	42	43	46	43	33	48	58	48	25
2012 a	9	14	14	51	36	44	44	27	45	52	45	34
2012 b	12	16	18	48	41	53	53	23	37	53	44	34
2013 a	18	8	13	47	48	80	46	26	43	57	42	35
2013 b	9	29	23	47	44	58	52	28	48	54	37	37
2014 a	20	10	22	52	47	40	43	26	39	51	53	28
2014 b	21	27	20	50	51	49	64	29	52	54	51	28
2015 a	30	30	27	71	64	80	70	38	62	67	67	30
2015 b	19	17	30	72	56	58	66	31	50	55	59	26
2016 a	20	20	23	80	62	55	58	33	49	55	57	28
2016 b	29	22	23	70	54	55	62	30	47	64	46	37
μ	16,0	15,7	17,7	52,1	44,9	51,0	49,2	28,2	42,6	54,7	46,2	30,2
σ	6,5	7,6	6,2	14,9	12,1	13,2	11,6	5,0	8,7	7,4	9,7	5,7
Int. de C.	3,2	3,7	3,0	7,2	5,9	6,4	5,6	2,4	4,2	3,6	4,7	2,8
Coef. de Var.	0,41	0,48	0,35	0,29	0,27	0,26	0,24	0,18	0,20	0,14	0,21	0,19
ANOVAR	Ho = « Egalité des moyennes en colonnes»											
	Degrés de liberté			Paramètre de Fisher-Snédecor							Ho	
Zones	k ₁ =p-1		k ₂ =n-p	F _{obs}				F _{0,95} (F _{0,9995})				
PRONY	2		48	2,32				3,21 (9,21)		Acceptée		
C. HAVANNAH	8		144	14,00				2,00 (3,79)		Refusée		

n : nombre de missions depuis 2007 ; μ : moyennes ; σ : écart type ; Int. de C. : intervalle de confiance

Figure n°127 : Evolution des biodiversités 1 ichtyologiques moyennes depuis 2007, par station

6.3.1.2.3.2 La biodiversité 3

La biodiversité 3 correspond à toutes les espèces rencontrées sur toute la station.

L'analyse des variances de la biodiversité 3 pour les différentes stations (cf. [tableau 174](#)) montre une **homogénéité** des campagnes pour les 3 stations de la **baie de Prony** et une **hétérogénéité** des campagnes pour les 9 stations du **canal de la Havannah**.

Tableau n°174 : *Analyse de la Variance des biodiversités 3 moyennes ichtyologiques (ind./m²) par station*

Années	Casy ST01	Creek ST02	Port ST03	Woodin ST04	Ioro ST05	Ionon. ST06	CHB ST07	Puka ST08	B. Kie ST09	I. Kie ST10	Toémo ST11	Ugo ST12
2007	34	33	34	54	50	60	56	44	55	84	53	76
2008	47	30	47	89	52	67	82	68	62	71	71	76
2009	56	34	39	81	69	81	106	66	60	116	74	70
2010 a	66	47	50	110	79	94	113	80	66	167	95	92
2010 b	55	55	64	92	66	81	86	41	75	113	88	50
2011 a	37	35	64	111	94	102	97	76	86	131	116	81
2011 b	37	54	66	88	84	124	91	101	91	145	109	80
2012 a	56	52	59	108	88	125	100	98	100	146	116	75
2012 b	49	51	55	90	96	123	102	77	95	134	110	81
2013 a	58	68	62	110	115	140	114	76	98	153	92	86
2013 b	39	61	53	92	104	117	101	61	98	148	94	82
2014 a	72	54	53	122	114	113	112	95	113	155	98	91
2014 b	75	69	66	115	91	126	114	103	117	152	105	94
2015 a	76	69	74	140	113	156	116	101	118	139	107	91
2015 b	73	70	74	120	109	112	111	79	113	149	109	87
2016 a	76	63	63	124	108	119	120	98	117	147	111	80
2016 b	78	66	72	116	103	119	115	94	119	152	122	89
μ	57,9	53,6	58,5	103,6	90,3	109,4	102,1	79,9	93,1	135,4	98,2	81,4
σ	15,5	13,7	11,5	20,4	21,0	25,5	16,2	19,4	22,3	25,8	18,4	10,5
Int. de C.	7,5	6,7	5,6	9,9	10,2	12,4	7,9	9,4	10,8	12,5	8,9	5,1
Coef. de Var.	0,27	0,26	0,20	0,20	0,23	0,23	0,16	0,24	0,24	0,19	0,19	0,13
Ho = « Egalité des moyennes en colonnes »												
ANOVAR	Degrés de liberté				Paramètre de Fisher-Snédecor						Ho	
Zones	k ₁ =p-1		k ₂ =n-p		F _{obs}				F _{0,95} (F _{0,9995})			
PRONY	2		48		1,53				3,21 (9,21)		Acceptée	
HAVANNAH	8		144		11,45				2,00 (3,79)		Refusée	

n : nombre de missions depuis 2007 ; μ : moyennes ; σ : écart type ; Int. de C. : intervalle de confiance

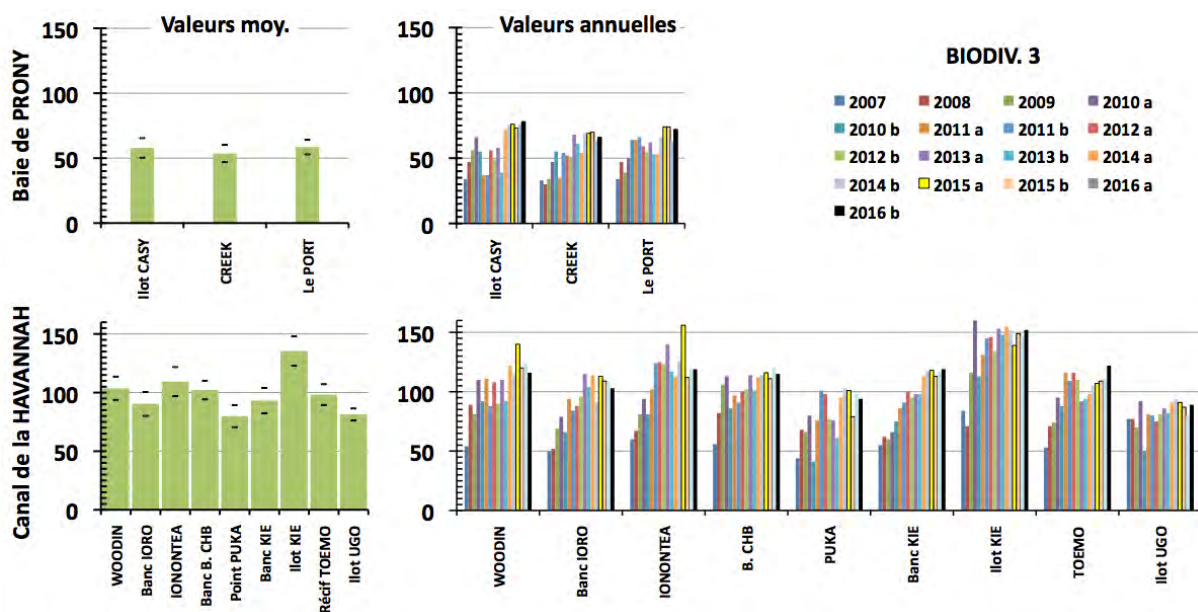


Figure n°128 : *Evolution des biodiversités 3 ichtyologiques moyennes depuis 2007, par station*

6.3.1.3 Synthèse

6.3.1.3.1 Commentaires

Relatifs au retour de l'ŒIL

Lors de la lecture du rapport d'avril 2016 (16^{ème} mission avec le même protocole), l'ŒIL a fait remarquer que certaines espèces (quelques cas < 5 espèces en tout) étaient prises en compte dans la 1^{ère} partie d'analyse (« méthodologie DENV ») alors qu'elles n'étaient pas incluses dans la liste du cahier des charges.

Les [tableaux 167 à 174](#) ont été vérifiés pour toute la série historique et corrigés en retirant ces espèces des listes servant aux calculs de la densité, de la biomasse et de la biodiversité 1. Les figures afférentes ont donc été modifiées en conséquence aussi.

Toutefois, il appert qu'après cette rectification, seule la valeur de la biomasse de l'Ilot Kié pour la mission de septembre 2013 change sensiblement. Cette valeur incluait un banc de l'espèce *Sphyræna jello*, alors que la famille des Sphyræidae (barracudas) ne figure pas sur la liste du CDC. Cette rectification modifie la valeur de F de l'analyse de variance, mais pas assez pour en changer les conclusions. Cette valeur reste encore très élevée et l'Ho d'égalité des biomasses entre stations et entre missions est toujours rejetée.

Nous avons profité de ce retour sur le passé, pour rectifier la valeur de la biomasse de 2011a (bien qu'elle cadre avec le CDC) en retirant les requins qui étaient, avec de nombreuses loches et de nombreuses carangues, en frénésie alimentaire sur la station. Il n'y avait pas de raison de les y inscrire bien qu'ils figurent dans la liste du CDC, puisque nous avons toujours mis les requins en exergue au cours des autres missions, et cela, bien qu'ils soient fréquents sur la plupart des stations : sur les bancs notamment avec *Carcharhinus albimarginatus*, *C. plumbeus* et *C. amblyrhynchos*, ou à l'Ilot Ugo et à Woodin avec *Triaenodon obesus* et même un Grand Blanc, *Carcharodon carcharias*, de près de 2 tonnes, à la mission de 2008 à l'Ilot Kié.

Relatifs à l'audit de INERIS

Le rapport d'audit de l'INERIS pour l'optimisation du plan de suivi environnemental du milieu marin [25] pose la question quant à l'emploi des Anovas en analyse statistique.

Bien qu'elles ne rentrent pas dans le cadre théorique « de normalité » et « d'homoscédasticité », rappelons que les données sont malgré tout analysées par une ANOVA. Pour expliquer cette utilisation les justificatifs sont présentés en [annexe 03](#).

6.3.1.3.2 Résultats

Les [tableaux 175 et 176](#) récapitulent les résultats quant aux tests d'homogénéités des résultats selon les années et selon les stations.

Tableau n°175 : Récapitulatif de la comparaison temporelle

Ho = Hypothèse d'égalité des variances : homogénéité des missions (17)					
Paramètres testés		Densité	Biomasse g/m ²	Biodiv 1	Biodiv 3
pour	les stations de Prony	Accep. **	Accep. **	Rejet **	Rejet **
	les stations du Canal	Rejet *	Rejet *	Rejet **	Rejet **

Tableau n°176 : Récapitulatif de la comparaison spatiale

Ho = Hypothèse d'égalité des variances : homogénéité des stations (12)					
Paramètres testés		Densité	Biomasse g/m ²	Biodiv 1	Biodiv 3
pour	les stations de Prony	Accep. *	Rejet ***	Accep. *	Accep. *
	les stations du Canal	Rejet ***	Rejet ***	Rejet ***	Rejet ***

Les seules Ho acceptées sont à Prony, c'est-à-dire pour un groupe de 3 stations donc peu nombreuses et d'autre part très pauvres. Soulignons que le rejet de l'Ho pour la biomasse à Prony est dû à la seule station du Creek baie nord (ST02). Les écarts de valeurs sur cette station sont en fait, de conjoncture. Ils correspondent aux aléas des différents positionnements des poissons de quelques grosses espèces par rapport aux transects

et vivant dans les massifs coralliens alentours. La part que prennent ces grosses espèces par rapport au « bruit de fond » constitué par les petites et rares espèces résidentes, est très importante et cela, quel que soit le positionnement de ces dernières sur ces transects.

Cela revient à dire que les fluctuations des données de biomasse et de densité sont dues à la méthode du TLV. Cette méthode est très sensible à la visibilité qui non seulement change l'acuité visuelle du plongeur mais également le comportement des poissons. Ce travers est particulièrement amplifié dans les 3 stations de la baie de Prony et à un moindre degré, dans les stations côtières de la Havannah et de Woodin du fait des eaux plus ou moins chargées en apports terrigènes.

Les paramètres de biodiversité montrent une progression temporelle depuis 10 ans, notamment la biodiversité 3. Si les variations inter missions traduisent de réelles différences entre elles, en revanche, la tendance globale à la hausse est due à l'opérateur. D'une part, du fait, qu'avec le temps, l'opérateur connait de mieux en mieux l'ichtyofaune de la région et d'autre part du fait qu'il connaît également, de mieux en mieux chacune des stations - notamment les habitudes et positionnements des espèces résidentes habituelles sur les transects. Ces deux faits se traduisent par une efficacité du temps de plongée sans cesse améliorée. Ainsi, le temps de plongée imparti étant constant et limité, l'opérateur, en s'habituant à la faune et aux stations, a de plus en plus de temps à consacrer à la recherche des espèces occasionnelles.

Les ANOVA indiquent de grandes disparités entre les stations et entre les missions, même si, malgré tout, quelques groupages de stations et de missions peuvent être faits. Mais, la question première étant de savoir si le milieu évolue dans le temps, il paraît intéressant de ce faire une idée globale comparative de la variance des missions par rapport à la variance des stations.

Dans le [tableau 177](#) les variances entre stations (n_1) et les variances entre missions (n_2) sont comparées pour les 4 paramètres, par un test F ayant pour degré de liberté $k_1 = n_1$ et $k_2 = n_2$.

Tableau n°177 : Comparaisons des variances ichtyologiques entre missions vs entre stations

	Paramètres	ddl	$F_{0,95}$	Variances Stations vs Missions	F_{obs}
Baie de Prony	Densité	$k_1=2$ $k_2=16$	3,63	Stations < Missions	5,82
	Biomasse			Stations = Missions	1,45
	Biodiv 1			Stations < Missions	28,51
	Biodiv 3			Stations > Missions	21,84
Canal de la Havannah	Densité	$k_1=8$ $k_2=16$	2,59	Stations = Missions	2,20
	Biomasse			Stations = Missions	1,09
	Biodiv 1			Stations = Missions	1,50
	Biodiv 3			Stations = Missions	1,06

Cette comparaison montre que dans le canal de la Havannah, pour les 4 paramètres, les variations entre missions sont du même ordre de grandeur que les variations entre stations.

En revanche, en baie de Prony, les écarts entre stations sont plus faibles pour la densité que les écarts entre missions - la baie de Prony est une zone refuge dont le peuplement dépend de la qualité de ses eaux et les stations réagissent unanimement – et plus faibles également pour la biodiversité 1 qui est, rappelons le, encadrée par le CDC. Cet encadrement ne permet pas de mettre en évidence son rôle de nursery, rôle qui en revanche peut être mis en valeur par la biodiversité 3.

Quant à la biomasse, elle est toujours faible en baie de Prony quelles que soient la mission et la station.

Rappelons une nouvelle fois que la Baie de Prony est peuplée de nombreux juvéniles - *au niveau de ses transects, la station du Port (ST03) ne présente d'ailleurs que des juvéniles* – qui se renouvellent dans l'année au rythme des pontes des différentes espèces. Ce caractère s'ajoute aux différences entre les stations de Prony et celles du canal de la Havannah.

6.3.2 Test non paramétrique

Les résultats des ANOVA montrent que la nature des variances qui sont associées aux mesures des paramètres choisis (densité, biomasse et biodiversité limitée) obère la description des liens dynamiques qui animent le milieu marin du sud. L'importance des variances spatiales, c'est-à-dire entre stations et l'importance des variances temporelles, c'est-à-dire entre missions, ne permettent pas d'avoir une vision informative satisfaisante sur ce qui se passe réellement dans cet environnement marin.

Le problème peut être abordé autrement, en suivant la stabilité d'un classement par rangs des 12 stations, mission après mission ainsi que celle des 17 missions.

Nous proposons donc :

- de classer les stations les unes par rapport aux autres, lors de cette mission (cas 1) et de comparer ce classement aux classements faits lors des missions précédentes ;
- de classer également les missions les unes par rapport aux autres (cas 2) et de positionner la présente mission dans la série historique. Ceci, bien sûr, dans la mesure où les valeurs obtenues à chaque station et chaque mission soient classables.

Et enfin,

- de donner une note aux stations et une note à cette mission par rapport aux missions précédentes. Ces notes étant construites à l'aide des valeurs des paramètres mesurés (densité, biomasse et biodiversité).

Le classement spatial (des stations) et temporel (des missions) est fait par un « Test de Rangs ».

Le but est :

- de classer les 12 stations les unes par rapport aux autres, lors de cette mission ;
- de classer les 17 missions les unes par rapport aux autres.

C'est un test de rangs dérivés de Wilcoxon [26], qui est utilisé ici : le test de Friedman.

Le **test de Friedman** suppose *a priori* une structure en lignes ou en colonnes des données. Pour le tester on procède au classement des valeurs en colonnes ou en lignes et les sommes faites en lignes ou en colonnes sont testées.

Le choix du test est étayé par le fait qu'il doit respecter le positionnement des valeurs dans les lignes ou les colonnes du tableau. Dans notre problématique celles-ci ne sont pas interchangeables²². Le test de Friedman est donc particulièrement adapté.

Le test de Friedman [27] est un χ^2 adapté aux cas de plusieurs échantillons non-indépendants.

- On peut considérer en effet, que les échantillons « stations » (test sur les lignes des tableaux) ne sont pas indépendants, dans la mesure où ils sont issus d'un dispositif expérimental faisant un choix aléatoire incomplet (i.e. les stations de la Havannah ont été positionnées autour de l'exutoire de l'émissaire et pas de manière indépendante).
- On peut également considérer que les échantillons « missions » (test sur les colonnes de ces mêmes tableaux) ne sont pas indépendants puisque le climat et les facteurs écologiques qui définissent l'environnement s'appliquent sur toute la zone de la même manière.

Ce test, appelé «*test en blocs aléatoires complets* », a pour préalable d'ordonner les résultats des différents traitements à l'intérieur de chaque bloc préétablis. Dans notre cas, nous considérerons :

1. **L'approche spatiale** qui suppose que les « traitements » sont les conditions propres à chaque année de la série temporelle et que les « blocs » sont les stations visitées chaque année. Dans ce cas, ce sera une analyse en colonnes. Le classement des années par stations gomme les différences quantitatives entre stations puisque le classement va de 1 à 12, si bien que la somme en colonne correspond à un classement des années. Ce classement sera pertinent si l' H_0 est rejetée. Sinon les différences observées sont fortuites, le tableau est homogène.

²² Dans une ANOVA ou dans un test de Kruskal & Wallis les valeurs à l'intérieur d'une même série peuvent être interchangées sans que cela modifie le résultat du test.

2. **L'approche temporelle** prend le tableau dans l'autre sens : les « traitements » sont les stations et les « blocs » sont les années. Le classement des stations par année gomme les différences entre années puisque le classement va de 1 à 17, si bien que la somme en ligne correspond à un classement des stations. Ce classement sera pertinent si l' H_0 est rejetée. Sinon les différences observées sont fortuites.

Ce traitement sera appliqué à chaque paramètre.

Formule du χ^2 de Friedman :

$$\chi^2_{\text{obs}} = \frac{12}{pq(p+1)} \cdot \sum Y_i^2 - 3q(p+1)$$

Où :

Y est la somme des rangs en colonne (1) ou en ligne (2) ;

En (1), p désigne le nombre de stations et q est le nombre de missions ;

En (2), p désigne le nombre de missions et q est le nombre de stations.

L'hypothèse H_0 : « les variations observées entre stations (cas 1) ou entre missions (cas 2) sont fortuites » = « les stations ou les missions sont similaires ».

Tableau n°178 : *Test de Friedman (analyses spatiales et temporelles, ichtyologie)*

(A) Toutes STATIONS (ddl = 11) (12 stations)					(D) Toutes MISSIONS depuis 2007 (ddl = 16) 2007—2016b				
	Densité	Biomasse	Biodiv. 1	Biodiv. 3		Densité	Biomasse	Biodiv. 1	Biodiv. 3
χ^2_{obs}	101,1	144,4	149,1	150,4	χ^2_{obs}	71,35	63,03	69,37	110,38
	$\chi^2_{\text{tab } 0,95} = 19,7$		$\chi^2_{\text{tab } 0,999} = 33,$			$\chi^2_{\text{tab } 0,95} = 26,3.$		$\chi^2_{\text{tab } 0,999} = 41,3$	
(B) STATIONS de la baie de Prony (ddl = 2) (3 stations)					(C) STATIONS du canal de la Havannah (ddl = 8) (9 stations)				
	Densité	Biomasse	Biodiv. 1	Biodiv. 3		Densité	Biomasse	Biodiv. 1	Biodiv. 3
χ^2_{obs}	0,82	9,6	1,26	5,7	χ^2_{obs}	57,7	80,2	79,5	81,8
	$\chi^2_{\text{tab } 0,95} = 5,99$		$\chi^2_{\text{tab } 0,999} = 15,2$			$\chi^2_{\text{tab } 0,95} = 15,5$		$\chi^2_{\text{tab } 0,999} = 27,9$	
<i>Le degre de liberte (ddl) = p-1</i>									

Le degré de liberté (ddl) = p-1

Le tableau 178 montre que toutes les valeurs des parties A, C et D rejettent l' H_0 bien au-delà de la probabilité P(0,999) voire même P(0,9995). En B en revanche, l' H_0 est acceptée à une probabilité bien inférieure à 0,95 (en rouge) sauf la biomasse qui n'est acceptée qu'à la P(0,99). Il n'y a donc pas lieu de faire un classement des stations de Prony. Elles sont réputées similaires sauf pour leur biomasse.

En d'autres termes, sous l'angle de vue des paramètres de densité, biomasse et diversité α , chaque station et chaque mission sont originales et peuvent donc être classées (tableau 179).

Tableau n°179 : *Classement des stations (A) et des missions (B) (ichtyologie)*

A - Stations	Classement des Stations					
	D	B	Bα1	note	Rangs	
					2016b	2016a
CASY	4	5	3,5	4,00	10	11
CREEK	2,5	2,5	1,5	2,00	11	12
PORT	1	1	1,5	1,25	12	10
WOODIN	10	9	12	10,75	3	1
IORO	2,5	8	8,5	6,88	6	4
IONONTEA	8	10,5	8,5	8,88	4	5
B. CHBEY	11	12	10,5	11,00	1	2
PUKA	7	4	3,5	4,50	9	9
Banc KIE	9	6,5	6,5	7,13	5	7
Ilot KIE	12	10,5	10,5	10,88	2	3
TOEMO	5	6,5	6,5	6,13	7	6
UGO	6	2,5	5	4,63	8	8
Rappel : Note = (Densité + Biomasse + 2 * Bα.1)/4.						

B - Missions	Classement des Missions					
	D	B	Bα1	note	Rangs	
					2016b	2016a
2007	3,0	2,0	16	5,00	9	15
2008	2,0	7,5	14	6,25	8	12
2009	1,0	9,5	16	10,50	7	4
2010 a	7,0	6,0	11	4,00	10	16
2010 b	15,0	13,0	16	15,00	1	1
2011 a	11,0	1,0	7	6,50	13	11
2011 b	17,0	14,5	11	14,75	3	2
2012 a	12,0	12,0	11	8,00	5	8
2012 b	13,0	11,0	11	8,00	4	7
2013 a	8,5	9,5	7	6,75	12	10
2013 b	14,0	14,5	7	5,75	6	14
2014 a	16,0	17,0	11	13,25	2	3
2014 b	5,0	3,0	5	7,50	15	9
2015 a	4,0	4,0	1	5,75	17	13
2015 b	6,0	5,0	3	9,25	16	6
2016 a	8,5	7,5	3	9,75	14	5
2016 b	10,0	16,0	3	8,00	11	

Le rang du classement global est obtenu en faisant la moyenne des rangs de la Densité, de la Biomasse et 2 fois la Biodiversité



Les classements diffèrent très sensiblement des précédents.

Le tableau 179A relatif au classement des stations présente toujours 4 groupes²³, mais les stations y sont très nettement remaniées, avec une tendance globale à la bonification.

Deux points sont à mettre en exergue :

- l'Ilot Kié (ST10) reste dans le 4^{ème} groupe mais Chambeyron (ST07) est en tête du groupe,
- le groupe de queue n'est plus composé que des stations de Prony.

Groupe	Station	Note	Remarque
1	Creek ; Casy ; Port	de 0 à 4,0	Pratiquement inchangées
2	Puka ; Ugo ; Toémo ; Ioro	> 4,0 à 7,0	Promotion de Puka et descente de Ioro
3	Banc Kié ; Ionontea	> 7,0 à 10,0	Promotion du banc Kié
4	Woodin ; Ilot Kié ; Chambeyron	> 10,0 à 12	Promotion de l'Ilot Kié et de Basse Chambeyron

6.3.3 Indice Global Annuel (IGA) et Indice Annuel par Station (IAS)

Pour permettre une communication simple et rapide des résultats, des indices synoptiques ont été imaginés. Ils servent à apprécier la « qualité », et sans avoir recours à la comparaison, d'une année par rapport aux autres ou celle d'une station durant l'année écoulée.

L'Indice Annuel d'une Station (**IAS**) est la moyenne des valeurs de Densité, Biomasse et de Biodiversité 1.

L'Indice Global Annuel (**IGA**) est la moyenne des valeurs moyennes de Densité, Biomasse et Biodiversité 1. Dans les deux cas la Biodiversité est pondérée par 2 :

$$I = (\text{Densité} + \text{Biomasse} + 2 * \text{Biodiversité}) / 4$$

Ils sont ensuite associés à une échelle de cotation allant de 1 à 4 à laquelle est associé un code couleur (tableau 180).

Mais il faut deux grilles. L'une sera propre aux stations de la baie de Prony et l'autre propre aux stations du canal de la Havannah.

En effet, par nature, les valeurs des 3 paramètres ne peuvent atteindre en baie de Prony, l'ordre de grandeur des valeurs atteintes dans le canal de la Havannah. Si l'on appliquait la même grille, les stations de la baie de Prony seraient toujours en rouge et cette grille ne serait pas informative.

Tableau n°180 : Clé de cotation des Indices ichtyologiques

Cotations pour la baie de Prony	1	2	3	4
Densité (ind./m ²)	0,00 - 0,49	0,50-1,09	1,10-1,69	≥ 1,70
Biomasse (g/m ²)	0 - 10	11-20	21-40	≥ 40
Biodiv. (1)	0-7	8-15	16-24	≥ 25
Indice moyen	1 à 1,50	1,75 à 2,25	2,50 à 3,00	≥ 3,25
Codes couleurs				
Cotations pour le canal de la Havannah	1	2	3	4
Densité (ind./m ²)	< 1,00	1,00-1,99	2,00-3,00	> 3,00
Biomasse (g/m ²)	< 100	100-199	200-400	> 400
Biodiv.(1)	< 20	20-29	30-55	> 55
Indice moyen	1 à 1,50	1,75 à 2,25	2,50 à 3,00	≥ 3,25
Codes couleurs				

²³ Le test *a posteriori* de comparaisons, de Student–Newman–Keuls ou SNK (Newman 1939 [A] ; Keuls 1952 [B]) montre qu'il existe quelques groupages de moyennes possibles. Le groupage des stations de la baie de Prony avec les stations Ugo et Puka, puis Toémo et Ioro et enfin, les quatre autres de la Havannah avec celle de Woodin. Ce dernier groupage est limite. En effet, la station du banc Kié change de groupe d'une mission à l'autre et Woodin ou l'Ilot Kié peuvent également s'isoler du 3^e groupe comme Woodin en 2016a

Une appréciation synthétique globale de qualité peut être donnée par la prise en compte des 12 stations de la zone dans une cotation comparative à 4 niveaux :

1° niveau :	Rouge	Qualité inquiétante
2° niveau :	Orange	Qualité moyenne basse
3° niveau :	Verte	Qualité moyenne haute
4° niveau :	Bleue	Qualité bonne

Cette note ou cotation est un multiple de 0,25 où chaque niveau englobe trois valeurs. Chacun peut donc être divisé en 3 degrés : X -, X, X + soit douze degrés au total.

CODES 1		CODES 2		CODES 3		CODES 4	
Valeur d'Indice	Notes	Valeur d'Indice	Notes	Valeur d'Indice	Notes	Valeur d'Indice	Notes
1,00	1	1,75	4	2,50	7	3,25	10
1,25	2	2,00	5	2,75	8	3,50	11
1,50	3	2,25	6	3,00	9	≥ 3,75	12

Les cotations obtenues pour la présente mission, avec un rappel des missions précédentes sont présentées : pour les stations [tableau 181](#) et pour les missions [tableau 182](#).

Tableau n°181 : Cotation des stations depuis 2007 : IAS (ichtyologie)

Stations	Cotations			IAS	Rappels des IAS précédents								
	Dens.	Biom.	Bα.1	2016b	2016a	2015b	2015a	2014b	2014a	2013b	2013a	2012b	2012a
CASY	2	2	4	3,00	3,50	2,50	3,75	2,75	3,25	1,75	3,25	1,75	1,50
CREEK	2	1	3	2,25	3,50	2,25	3,50	3,50	1,25	3,50	3,00	2,75	3,00
PORT	2	1	3	2,25	3,00	2,25	3,00	2,50	2,75	2,75	2,00	2,50	1,95
WOODIN	4	2	4	3,50	4,00	4,00	4,00	3,50	2,75	3,50	3,00	3,50	3,50
IORO	1	1	3	2,00	3,00	3,25	3,00	4,00	2,75	2,75	3,00	2,50	2,50
IONONTEA	2	2	4	3,00	3,00	3,50	4,00	3,75	2,75	3,00	3,75	3,50	3,50
B. CHB	4	3	4	3,75	4,00	4,00	3,75	4,00	3,00	3,75	3,25	3,25	3,00
PUKA	2	1	3	2,25	2,00	2,00	2,25	3,00	1,50	1,50	1,50	1,75	1,75
Banc KIE	3	1	3	2,50	3,00	3,00	3,00	3,75	2,50	2,75	3,25	3,00	3,00
Ilot KIE	4	2	4	3,50	3,75	4,00	4,00	3,50	3,50	4,00	3,75	4,00	4,00
TOEMO	2	1	3	2,25	3,00	2,75	3,00	2,75	2,75	2,25	2,75	3,00	3,00
UGO	2	1	3	2,25	2,00	2,75	2,00	2,00	1,75	2,50	2,25	1,75	2,00

Tableau n°182 : Cotation des missions depuis 2007 : IGA (ichtyologie)

Indices par mission				
	Dens.	Biom.	Biodiv.(1)	IGA
2007	3	3	2	2,50
2008	3	2	2	2,25
2009	3	2	2	2,25
2010 a	3	2	3	2,75
2010 b	2	1	2	1,75
2011 a	2	4	3	3,00
2011 b	2	1	3	2,25
2012 a	2	1	3	2,25
2012 b	2	2	3	2,50
2013 a	3	2	3	2,75
2013 b	2	3	3	2,75
2014 a	2	1	3	2,25
2014 b	3	3	3	3,00
2015 a	3	3	4	3,50
2015 b	3	3	3	3,00
2016 a	2	2	4	3,00
2016 b	3	2	3	2,75

En novembre 2016, la densité a légèrement baissé, la biomasse est stable et la biodiversité 1 a légèrement baissé.

Au total la note baisse un peu mais la qualité du milieu jugé à travers de ces trois paramètres relatifs au peuplement de poissons est toujours bonne.

6.3.4 Résumé

6.3.4.1 Synopsis des résultats par station

Les moyennes des paramètres ichtyologiques étudiés (calculées sur l'ensemble des missions) par station sont présentées [tableau 183](#).

La **Densité** est 2 à 5 fois plus forte dans le canal de la Havannah qu'en baie de Prony.

Les **Biomasses** entre les stations du canal varient d'un facteur 1 à 12 et de 1 à 4 dans la baie. Entre ces deux zones le rapport moyen est de 1 à 15 et de 1 à 70 entre les valeurs extrêmes.

La **Biodiversité** moyenne à Prony est 3 fois plus faible que dans le canal de la Havannah...

Un même contraste existe entre certaines stations du canal, comme Ugo vs îlot Kié ou Woodin.

Les stations de Prony sont homogènes (biomasse exceptée) ; celles du Canal sont très hétérogènes sur les 3 paramètres.

Tableau n°183 : *Moyennes des paramètres ichtyologiques étudiés (calculées sur l'ensemble des missions) par station*

Stations	Densité		Biomasse		Biodiversité 1		Biodiversité 3	
	Moy.	± (95%)	Moy.	± (95%)	Moy.	± (95%)	Moy.	± (95%)
Ilot CASY	1,1	0,5	11	5	16,0	3,6	56,0	8,4
CREEK	1,5	0,7	30	15	15,7	4,2	52,3	7,7
Le PORT	0,9	0,4	6	3	17,7	3,4	57,2	6,8
WOODIN	3,0	0,9	460	295	52,1	8,3	103,6	11,3
Banc IORO	1,6	0,5	162	92	44,9	6,7	90,3	11,6
IONONTEA	2,1	0,4	393	189	51,0	7,3	109,4	14,2
Banc B. CHB	2,3	0,5	258	139	49,2	6,4	102,1	9,0
Pointe PUKA	1,3	0,5	36	19	28,2	2,8	79,9	10,8
Banc KIE	2,4	0,5	187	102	42,6	4,8	93,1	12,4
Ilot KIE	4,7	1,1	492	237	54,7	4,1	135,4	14,3
Récif TOEMO	1,7	0,3	88	25	46,2	5,4	98,2	10,2
Ilot UGO	2,0	0,5	79	49	30,0	3,2	81,2	5,9
moy. 2016 b	2,0	0,4	164	55	37,4	3,9	88,2	8,5

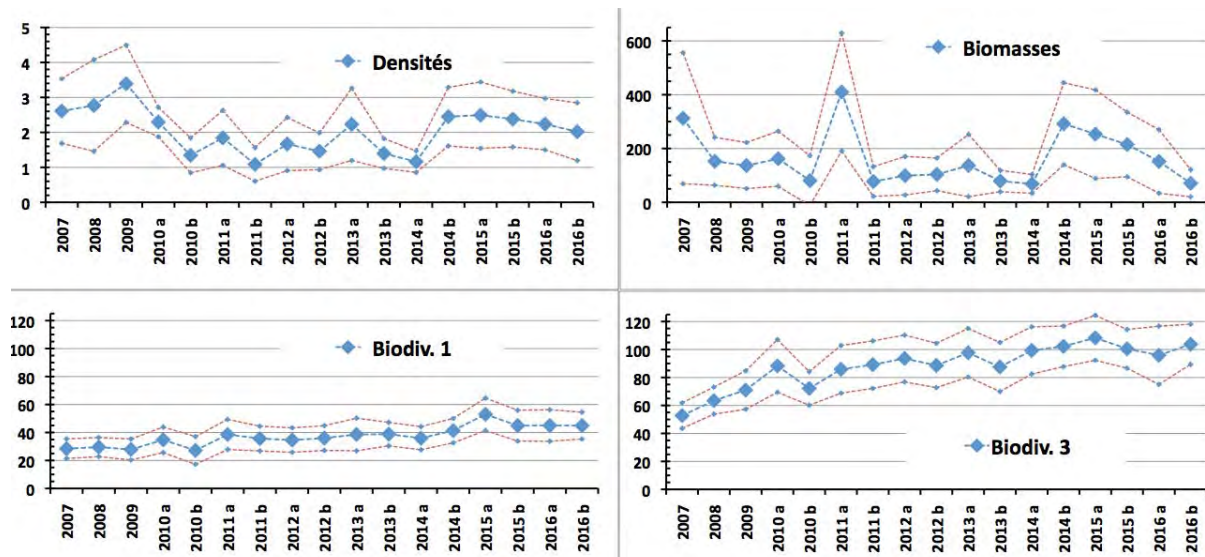
6.3.4.2 Synopsis des résultats par mission

Les moyennes des paramètres ichtyologiques étudiés (calculées sur l'ensemble des stations), par mission sont présentées [tableau 184](#).

Tableau n°184 : *Moyennes des paramètres ichtyologiques étudiés (calculées sur l'ensemble des stations), par mission*

Missions	2007	2008	2009	2010 a	2010 b	2011 a	2011 b	2012 a	2012 b
Densité	2,67 ± 1,1	2,85 ± 1,5	3,39 ± 1,2	2,30 ± 0,4	1,80 ± 0,9	1,84 ± 1,4	1,09 ± 0,5	1,67 ± 0,8	1,46 ± 0,5
Biom (g/m2)	336 ± 274	161 ± 100	137 ± 89	162 ± 107	87 ± 91	410 ± 219	77 ± 55	99 ± 72	104 ± 67
Biodiv. CDC	28,5 ± 08,0	29,7 ± 07,9	27,8 ± 07,8	34,8 ± 09,5	27,9 ± 10,3	38,6 ± 10,8	35,7 ± 08,9	34,6 ± 08,8	36,0 ± 08,8
Biodiv. Totale	53 ± 10	64 ± 10	71 ± 14	88 ± 19	72 ± 12	86 ± 17	89 ± 17	93 ± 17	89 ± 16

Missions	2013 a	2013 b	2014 a	2014 b	2015 a	2015 b	2016 a	2016 b	
Densité	2,23 ± 1,0	1,44 ± 0,5	1,16 ± 0,3	2,36 ± 0,5	2,49 ± 1,0	2,38 ± 0,80	2,24 ± 0,73	2,0 ± 04	
Biom (g/m2)	140 ± 121	211 ± 290	68 ± 35	378 ± 166	253 ± 165	242 ± 120	152 ± 118	164 ± 55	
Biodiv. CDC	38,6 ± 11,7	38,8 ± 08,4	35,9 ± 08,3	47,6 ± 07,8	53,0 ± 11,6	44,9 ± 07,8	45,0 ± 11,3	37,4 ± 3,9	
Biodiv. Totale	98 ± 17	88 ± 18	99 ± 17	113 ± 12	108 ± 16	100 ± 14	95,8 ± 20,8	88,2 ± 8,5	



La **Densité** entre mission fluctue dans un rapport de 1 à 3 : maximum en 2009, minimum en 2011b.

La **Biomasse** moyenne fluctue dans un rapport de 1 à 6 (maximum 2011a, minimum 2014a).

Les biomasses d'exception sont dues à la présence de bancs de Sprats (*Spratelloides gracilis*) comme à Basse Chambeyron (ST07) en 2011a. Par ailleurs, le positionnement conjectural des gros poissons sur les transects ou d'un banc sédentaire comme un banc de *Caesio*, explique la grande variabilité observée de ce paramètre.

La **Biodiversité**, a baissé unanimement sur l'ensemble de la zone.

6.3.4.3 Le peuplement de poissons

Structure

Quantitativement, le nombre d'espèces / famille / station change peu d'une mission à l'autre.

Mais **qualitativement**, les espèces présentes changent, se relayant d'une mission à l'autre sur une même station. Ceci, notamment pour les familles très diversifiées comme les Labridés, Scaridés, Acanthuridés, etc.

L'examen des listes d'espèces montre que :

- L'ubiquité²⁴ spatiale des espèces entre stations est faible. Moins de 10% des espèces se retrouvent aux différentes stations au cours d'une même mission.
- L'ubiquité temporelle des espèces entre missions est également faible. Seules 14% des espèces peuvent être qualifiées de sédentaires, c'est-à-dire qu'elles sont vues au moins lors de 10 missions sur les 17 réalisées, alors que plus de 50% des espèces ont été vues au plus 4 fois. Certaines peuvent disparaître d'une station durant plusieurs années et revenir ensuite.

Classement

Le peuplement de poissons peut être considéré comme stable depuis 2007. Sa note (sur 12) a fluctué entre 6 et 9 depuis cette date, avec une exceptionnelle valeur basse de 4 en octobre 2010 et une exceptionnelle valeur haute de 11 en mars 2015.

Selon le calcul de l'IGA, le peuplement de poissons de novembre 2016 a la note de 3=, ce qui place la qualité du peuplement lors de cette mission au niveau 8 sur 12.

Pour cette mission, la qualité du milieu marin, jugée à travers le peuplement de poissons, est bonne.

Tableau n°185 : Cotation des missions depuis 2007 par rapport à l'IGA (Ichtyologie)

2007	3 -	2011 a	3+	2013 b	3=	2016 a	3+
2008	2+	2011 b	2+	2014 a	3=	2016 b	3=
2009	2+	2012 a	2+	2014 b	3+		
2010 a	3=	2012 b	3-	2015 a	4=		
2010 b	2-	2013 a	3=	2015 b	3+		

²⁴ L'Ubiquité est la faculté pour une espèce d'être vue en plusieurs endroits lors d'une même mission (ubiquité spatiale) ou d'être retrouvée d'une mission à l'autre (ubiquité temporelle)

7 Synthèse bibliographique

Lors du rapport de la mission d'octobre 2008 [17], une synthèse bibliographique avait été réalisée sur ces sujets :

- ↳ la biogéographie et les complexes récifaux de la zone,
- ↳ les particularités des baies calédoniennes,
- ↳ les causes de dégradations de ces récifs,
- ↳ le recrutement et les taux de croissance corallien,
- ↳ les proliférations de cyanobactéries.

Pour le suivi de la fuite d'acide dans le Creek baie nord, plusieurs missions ont été réalisées, et à cette occasion, une synthèse bibliographique a été réalisée sur ces sujets :

Pour la 1ère mission (avril 2009, rapport [28]) :

- ↳ l'acide sulfurique et ses principales caractéristiques,
- ↳ les accidents historiques liés à de l'acide sulfurique, avec des simulations de scénarios d'accident et les résultats de l'étude environnementales du « Bahamas »,
- ↳ le blanchissement corallien : les zooxanthelles, la physiologie corallienne et les paramètres influant sur le blanchissement.

Puis, pour la 2^{ème} mission (juin 2009, rapport [29]) :

- ↳ des explications sur deux phénomènes pouvant influencer sur la couverture corallienne, que nous avons observés lors de la mission : les cyanobactéries et les étoiles de mer *Culcita*,
- ↳ un relevé des données pluviométriques de la zone.

Et enfin, lors des 3^{ème} et 4^{ème} missions (décembre 2009 et avril 2010, rapports [30, 31]) :

- ↳ réactualisation des données météorologiques,
- ↳ impacts potentiels des conditions météorologiques sur l'état de santé des communautés marines.

Lors des différentes missions de « suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés », les rapports ont présenté à chaque fois une synthèse bibliographique.

En juin 2009 [32], la synthèse bibliographique avait été réalisée sur ces sujets :

- ↳ les causes de dégradations des récifs de la zone étudiée,
- ↳ les proliférations de cyanobactéries,
- ↳ les algues et leurs variabilités,
- ↳ le recrutement et les taux de croissance coralliens.

En mars-avril 2010 [33], la synthèse bibliographique avait été réalisée sur ces sujets :

- ↳ pourquoi étudier les biocénoses benthiques,
- ↳ les particularités de la baie de Prony,
- ↳ le recrutement et les taux de croissance coralliens : Pocilloporidae.

En septembre 2010 [34] puis en mars 2011 [35], la synthèse bibliographique avait été réalisée sur ces sujets :

- ↳ le recrutement et les taux de croissance coralliens : exemple des Pocilloporidae sur les transects de la station 01,
- ↳ les algues et leurs variabilités depuis 2008,
- ↳ les proliférations de cyanobactéries et leurs fluctuations observées depuis 2008.

Depuis la mission d'octobre 2008, tous les rapports [17, 32 à 45] présentent le point de suivi sur le recrutement et les taux de croissance coralliens : exemple des Pocilloporidae sur le transect A de la station 01 (Casy).

Le suivi de cette croissance est de nouveau présenté ci-dessous, § 7.2.

Depuis octobre 2014 [42], deux nouveaux paragraphes ont été ajoutés :

- Une synthèse des grands événements climatiques qui ont pu marquer la période étudiée (§ 7.1) ;
- Le contexte réglementaire (§ 7.3).

7.1 Synthèse des événements climatologiques sur la période d'étude

7.1.1 Vania, Zelia

Les évènements dépressionnaires du début d'année 2011 se sont superposés au phénomène climatique « La Niña » (cf. § 7.1.6.2).

C'étaient principalement la dépression tropicale forte **Vania** qui a touché le sud du Territoire le 14 et 15 janvier 2011, puis dans une moindre mesure la dépression **Zelia**.

Les vents violents ont généré dans le canal de la Havannah, une forte houle, un ressac très important et des courants de marée supérieurs à la normale. Ces agents hydrodynamiques exceptionnels ont entraîné une dégradation mécanique sans conteste sur le sommet des récifs, arasant les biocénoses benthiques les plus fragiles, arrachant des colonies coralliennes et créant des effondrements de blocs et de débris le long des pentes récifales et du blanchissement corallien sur les colonies dégradées et/ou perturbées.

D'autre part, les précipitations induites par les dépressions étaient également bien au dessus des normales saisonnières et très abondantes sur une courte période. Ceci a généré une dessalure importante des eaux de surface à proximité des creeks et des rivières en baie de Prony (milieu par ailleurs très protégé des vents et des agents hydrodynamiques).

7.1.2 Fréda

L'évènement dépressionnaire du début d'année 2013 : le cyclone tropical Fréda a touché le Territoire entre le 1 et le 4 janvier 2013, impliquant des vents violents et des précipitations très importantes. De plus, le régime des vents est demeuré majoritairement ESE. Ainsi sur certaines parties de la côte, ce régime particulier a ralenti le mélange des eaux douces sur la verticale (issues des pluies et cours d'eau) et a augmenté leur temps de résidence dans le fond de la baie de Prony, d'où une lame d'eau douce plus durable que d'habitude.

Les dégradations mécaniques ont été importantes dans le canal de la Havannah (arrachement, effondrement de débris). La dessalure des eaux de surface couplée aux panaches turbides ont entraîné un blanchissement corallien massif et une mortalité des mollusques et échinodermes sur toute la bordure littorale de la baie de Prony (et ailleurs : [46]). Cependant, les observations induites par la dessalure des eaux de surface ne sont pas enregistrées pour les stations de ce réseau car les transects sont implantés plus profonds. Seules les perturbations sédimentaires ont été enregistrées.

7.1.3 Pluviométrie de juillet 2013

En juillet 2013 de fortes pluies ont touché le Territoire. En parallèle, des mortalités importantes d'organismes marins (poissons, échinodermes, mollusques) ont été observées dans les baies du Grand Sud (baie Kwé, Port Boisé, Pointe de l'abattoir).

Un rapport a été émis [47] afin de compiler les différentes sources d'informations et d'émettre un avis pour expliquer ce phénomène :

« Les conditions météorologiques et pluviométriques observées les 2 et 3 juillet 2013 d'une intensité rare [48] ont engendrées un déferlement massif d'eaux douces chargées sur l'ensemble des bassins versants de la zone. Cela s'est traduit par la présence de nombreux panaches turbides d'eaux dessalées (9‰ en baie du Prony le 5 juillet) au droit des exutoires naturels (Baie des Anglais, Baie de la Somme, Baie de Carénage, Rade Nord, Bonne Anse, Port Boisé, Baie Kwé, Baie N'GO). Les observations réalisées par Vale NC et par l'CEIL montrent que ce phénomène de dessalure était persistant dans la couche d'eau superficielle une semaine après les pluies [49]. Ce phénomène de dessalure intense associé à des panaches turbides avait déjà été observé en 2013 à l'issue du passage du cyclone tropical Fréda avec un impact mesuré principalement sur les communautés coralliennes peu profondes de la baie du Carénage, de la baie de la Somme, de la baie des Anglais et du nord de la rade Nord en baie de Prony [C. com. pers., 46, 50].

A la différence de Fréda, ce phénomène de mortalité a touché un spectre plus large influençant à la fois l'ichtyofaune et certains taxons des communautés macro benthiques avec des mortalités d'holothuries, de crabes et de poulpes. Il apparait que le phénomène a aussi bien touché des espèces mobiles que sédentaires et semble avoir touché uniquement des espèces côtières présentes à proximité des embouchures. »

7.1.4 Pam

Le cyclone tropical très intense Pam est passé non loin de la zone d'étude le 14 mars 2015. Il a engendré une forte houle, du ressac et sur le site de l'usine : des vents atteignant 89.6km/h et des précipitations importantes (72.2 mm).

Le cyclone Pam a été baptisé le lundi 9 mars 2015 dans le Pacifique sud-ouest à près de 1 000 km à l'est/nord-est des îles Salomon. Cette tempête tropicale s'est renforcée rapidement pour atteindre le stade de cyclone tropical dès mardi 10 mars 2015.

Puis le jeudi 12 mars, ce cyclone a été classé en 5e catégorie sur l'échelle d'intensité cyclonique australienne²⁵. Selon le centre météorologique régional de Nandi (Fidji), responsable de la prévision cyclonique dans le Pacifique sud-ouest, la pression en son centre était estimée à 920 hPa et les vents moyens à 220 km/h (rafales à 320 km/h).

Le cyclone Pam s'est ensuite déplacé vers le sud sud-ouest puis vers le sud. Sa trajectoire a touché directement les îles du sud de l'archipel du Vanuatu vendredi 13 mars après-midi avant de passer à environ 170 km à l'est de Maré dans la matinée de samedi 14 mars.

Les dégâts au Vanuatu ont été considérables. L'Unicef Nouvelle-Zélande a évoqué ce qui pourrait être « l'une des pires (catastrophes naturelles) de l'histoire du Pacifique ».

Les zones de Nouvelle-Calédonie qui ont été les plus exposées sont les îles Loyautés (particulièrement Maré et Lifou) et l'île des Pins où ont sévi de violentes rafales de vent et de fortes précipitations. La gendarmerie de Maré a indiqué qu'une houle avec des creux de 5 à 7 mètres, des trombes d'eau et des rafales de vent à plus de 100 km/h avaient été observés. Cependant, selon la sécurité civile de l'archipel, le puissant cyclone Pam n'a pas engendré de dégâts majeurs.

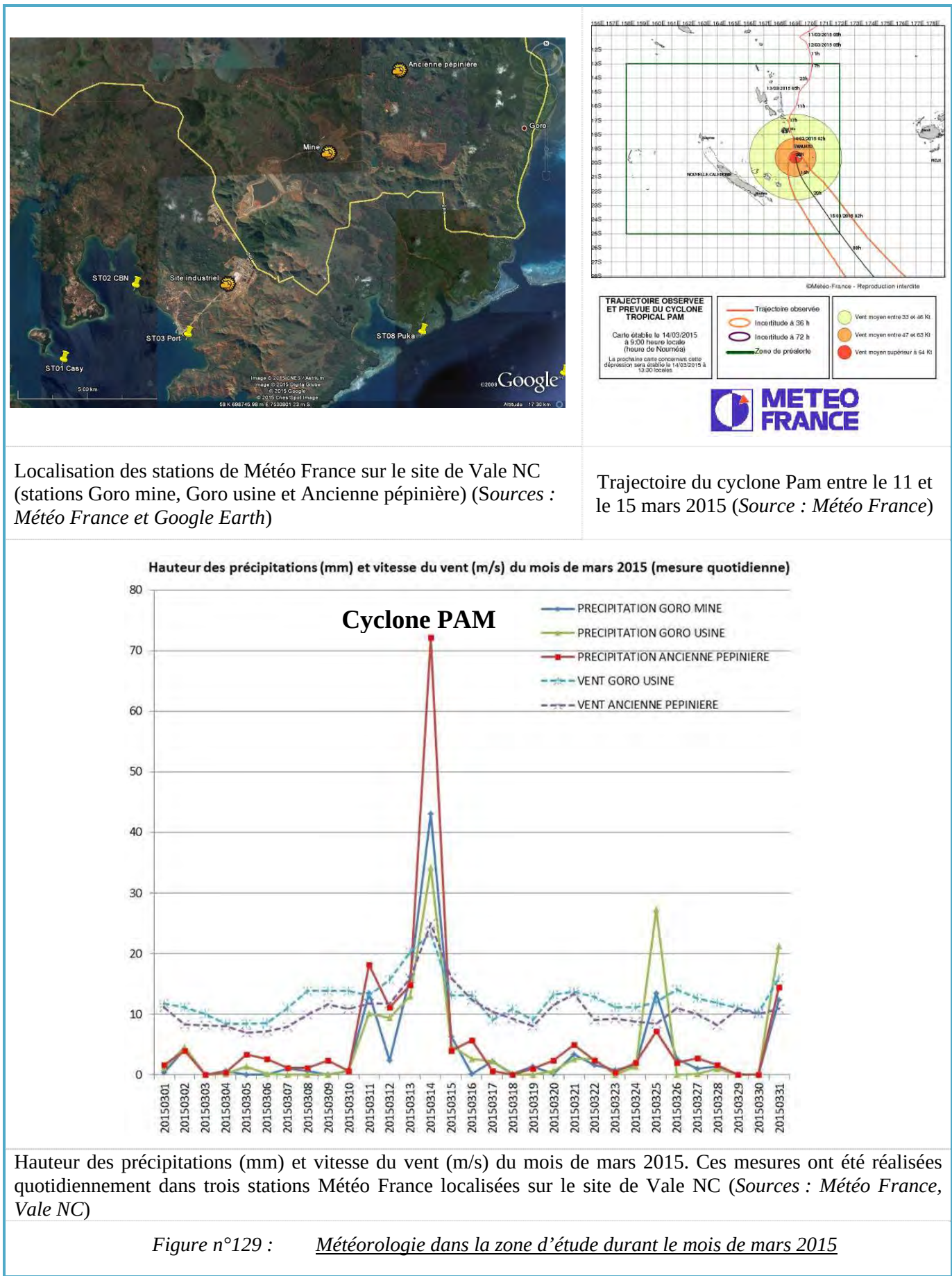
Les stations météorologiques situées sur le site de Vale NC (cf. [figure 129](#)) ont enregistré un maximum d'intensité de vent et de précipitation le samedi 14 mars (selon les 3 stations : le maximum des précipitations était compris entre 34.2 et 72.2 mm et le maximum de vent entre 23.3 et 24.9 m/s soit entre 83.9 et 89.6 km/h).

La hauteur de houle n'est pas enregistrée dans la zone d'étude cependant un vent de cette intensité engendre de forte houle et du ressac sur les récifs exposés.

Bien que la trajectoire du cyclone Pam soit éloignée de la partie sud de la Nouvelle-Calédonie, cet évènement cyclonique extrême a engendré des perturbations mécaniques (houle et ressac) ainsi qu'une dessalure des eaux de surface sur les récifs situés dans la zone d'étude le 14 mars 2015.

Les perturbations les plus importantes sont mécaniques et elles concernent particulièrement les récifs du canal de la Havannah et du canal Woodin puis dans une moindre mesure les perturbations liées à la dessalure des eaux de surface sont localisées préférentiellement dans les baies et à l'embouchure des creeks et rivières.

²⁵ Il existe plusieurs échelles selon les pays / zones géographiques, mais Pam était au niveau maximum quelle que soit l'échelle retenue (équivalent par exemple d'un ouragan pour le système US ou d'un typhon pour le système NW Pacific)



7.1.5 Winston

Le cyclone tropical très intense Winston est d'abord passé près de la Nouvelle-Calédonie en se dirigeant vers le sud, puis il est remonté vers les Samoa, avant de faire demi-tour et de repartir vers Fidji. Une fois situé au large du Vanuatu il a refait un virage en direction du sud sud-est pour continuer sa progression lente vers l'ouest, en commençant à s'affaiblir en dépression tropicale et s'éloigner progressivement du Vanuatu et de la Nouvelle-Calédonie.

Le lundi 22 février 2016, il se situait par 17.5 sud et 172.8 est, soit à environ 500 km dans l'est de Port-Vila (Vanuatu). Sa pression au centre était estimée à 945 hPa. Il générait des vents moyens proches de 180 km/h près de son centre, avec des rafales de l'ordre de 250 km/h.

Puis il s'est affaibli en dépression tropicale forte en passant par le sud de la Nouvelle-Calédonie le 25 et 26 février 2016. L'état de vigilance orange a été appliqué pour fortes pluies sur le sud de la Grande Terre (192 mm de pluie à Goro, 135 mm à La Coulée, entre 80 et 90 mm sur Nouméa). Le vent aussi s'est manifesté avec une certaine violence. Les rafales sont montées à 80 km/h à Magenta et à l'île des Pins, à 70-80 km/h à Goro [51].

En mer, il a engendré une forte houle et du ressac.

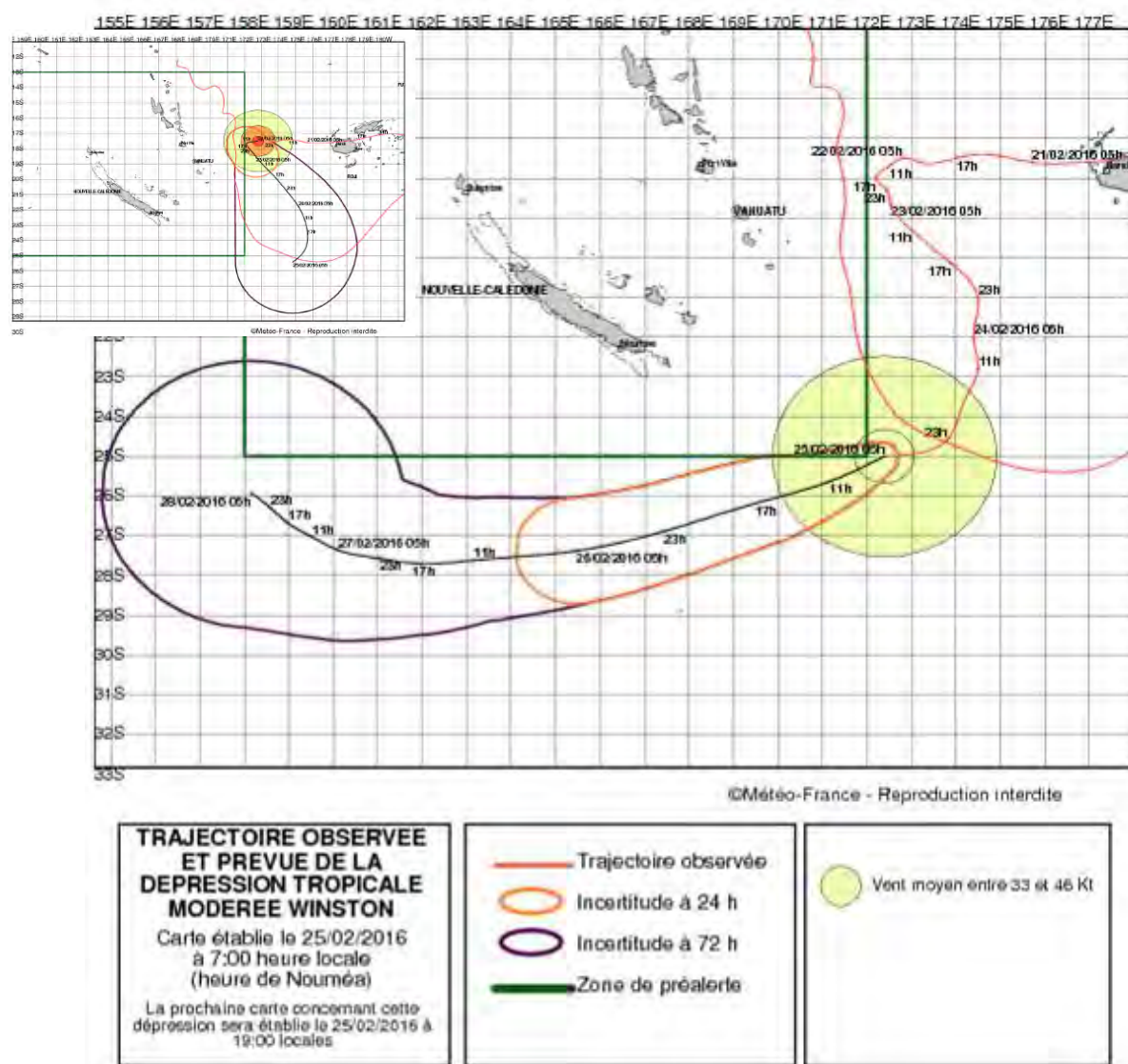


Figure n°130 : Trajectoire du cyclone Winston entre le 22 et le 26 février 2016 (Source : Météo France)

7.1.6 Le phénomène ENSO

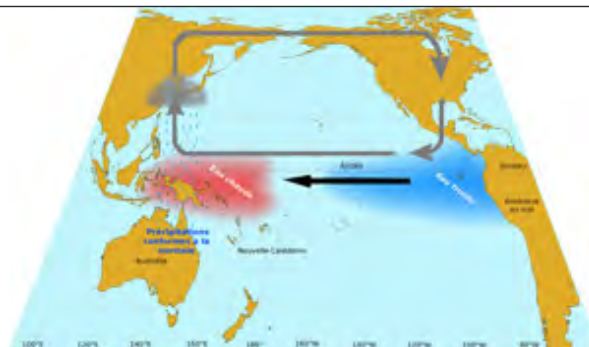
7.1.6.1 Généralités

Ces données sont issues du site de Météo France et Météo nc [51].

Le terme ENSO (El Niño Southern Oscillation) désigne les modifications de la circulation atmosphérique dans le Pacifique équatorial ainsi que les anomalies de température de l'océan qui y sont associées.

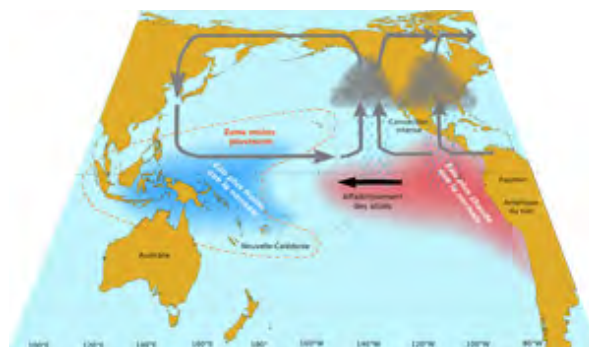
Trois phases peuvent être distinguées :

La **phase neutre** (ni El Niño, ni La Niña) : les alizés soufflent d'est en ouest sur l'océan Pacifique tropical. Ils provoquent une remontée d'eau des profondeurs au centre et à l'est de l'océan Pacifique équatorial, ce qui se matérialise par une langue d'eau froide. Ils entraînent également une accumulation d'eau « chaude » à l'ouest du bassin



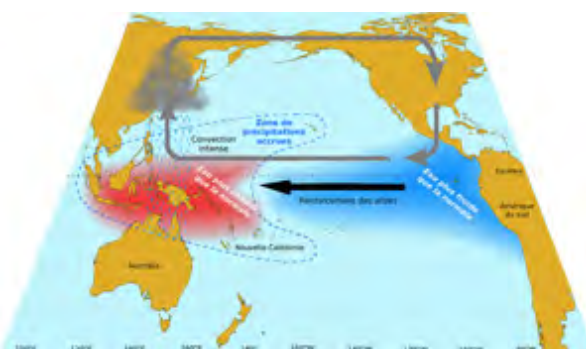
Circulations et principales caractéristiques climatiques dans le Pacifique en phase neutre pendant l'été austral (adaptée de [52]).

La **phase El Niño** : au niveau de l'équateur, les alizés s'affaiblissent si bien que la langue d'eau froide équatoriale laisse place à des eaux de surface plus chaudes que la normale. El Niño se caractérise ainsi par des températures de surface de la mer plus élevées que la normale (écarts supérieurs à +0,5 °C) dans le Pacifique central équatorial. En été, les bouleversements atmosphériques induits par ce réchauffement consistent en un déplacement des fortes précipitations de l'Indonésie vers le centre du Pacifique tropical. On constate notamment une réduction du flux de la MPO, une intensification et une migration vers l'équateur de la ZCIT, ainsi qu'un déplacement vers le nord-est de la ZCPS.



Principales manifestations de la phase El Niño dans le Pacifique pendant l'été austral (adaptée de [52]).

La **phase La Niña** : le long de l'équateur, les alizés s'intensifient. La remontée d'eau froide sur le bord est de l'océan Pacifique est alors accrue, tandis que des eaux plus chaudes que la normale sont observées à l'ouest du Pacifique. La Niña se caractérise ainsi par des températures de surface de la mer plus basses que la normale (écarts inférieurs à -0,5 °C) dans le Pacifique central équatorial. En été, les bouleversements atmosphériques induits par ce refroidissement consistent en une accentuation des précipitations sur l'Indonésie et un assèchement de l'atmosphère tropicale au centre du Pacifique. On constate notamment un renforcement du flux de la MPO, un affaiblissement et un retrait vers le nord de la ZCIT, ainsi qu'un déplacement vers le sud-ouest de la ZCPS.



Principales manifestations de la phase La Niña dans le Pacifique pendant l'été austral (adaptée de [52]).

7.1.6.2 La Niña

L'évènement climatique « La Niña » a pour conséquence une anomalie positive de températures des eaux de surface et une anomalie négative de salinité (abondance des précipitations) sur une longue période de 3 ou 4 mois.

En début d'année 2011, ces anomalies ont influencé toute la zone d'étude dans les petites profondeurs et l'anomalie de salinité était d'autant plus importante aux embouchures des creeks et des rivières. Les colonies coralliennes les plus sensibles s'édifiant aux sommets des récifs ont ainsi expulsé leurs zooxanthelles (phénomène de blanchissement très important).

7.1.6.3 El Niño

Ces données sont issues du site de Météo France et Météo nc [51].

« Après 5 ans d'absence et une alerte lancée début 2014, c'est finalement à la **toute fin de l'année 2014** qu'El Niño s'est officiellement déclaré et a continué de se développer au premier semestre 2015 dans l'océan Pacifique équatorial. En mai, l'intensité est déjà prononcée, notamment près des côtes d'Amérique du Sud et les dernières observations montrent qu'il se renforce encore. Ces éléments et les récentes prévisions conduisent les experts calédoniens de Météo-France et de l'IRD à sensibiliser la population calédonienne quant aux conséquences possibles d'El Niño sur le pays.

En Nouvelle-Calédonie, El Niño s'accompagne généralement d'un déficit de précipitations, particulièrement remarquable pendant la saison chaude, sur le nord de la Grande Terre et aux îles Loyauté. Sur les 15 événements qui se sont produits depuis 1961, on en dénombre 11 (soit presque 3 sur 4) qui se sont accompagnés d'un temps moins pluvieux que la normale de décembre à février. Si El Niño se confirme cette année, le scénario le plus probable est donc que les pluies soient moins fréquentes et moins abondantes pour **l'été 2015/2016**, ce qui rendrait le temps en moyenne plus propice aux feux de forêt et défavorable aux activités agricoles. Par ailleurs, les températures minimales pourraient être anormalement basses et les régimes d'alizés forts plus fréquents en été.

ENSO est la principale source de variabilité interannuelle des précipitations et des températures observées en Nouvelle-Calédonie [14] :

- Les précipitations sont fortement affectées par ENSO, surtout en saison chaude et particulièrement dans le nord de la Grande Terre et sur les îles Loyauté.
- Les périodes El Niño sont caractérisées par un risque accru de sécheresse et les périodes La Niña, par un risque accru de fortes pluies.
- Les températures minimales ont tendance à être anormalement basses en période El Niño ; c'est l'opposé en période La Niña.

La relation entre ENSO et les températures maximales est moins marquée. Elle varie suivant la saison et la région considérée. L'influence d'ENSO sur les températures maximales est faible en saison chaude. »

Pour 2017 : El Niño pourrait céder sa place à La Niña, plus rare et moins dangereuse (23 épisodes El Niño pour 14 épisodes La Niña depuis 1950).

7.1.7 Anomalies de début 2016

Contrairement à toutes les attentes et le scénario annoncé (du fait d'être en phase El Niño), de février 2016 à fin mars 2016, de fortes chaleurs se sont abattues sur la Nouvelle-Calédonie (cf. [figure 131](#)). Ces anomalies de température positives étaient accompagnées par une masse d'eau chaude et un indice UV très élevé par rapport à la normale ainsi que des phases de dessalure ponctuelles relatives aux précipitations. Ce phénomène encore inexpliqué (relatif à la conjugaison de multiples paramètres de l'environnement) n'a pas encore été lié directement au phénomène ENSO.

Les conséquences sur l'environnement marin ont été très importantes : la hausse de la température des eaux et des UV associée à une baisse de la salinité a entraîné un phénomène de blanchissement massif des récifs autour de la Nouvelle-Calédonie.

De nombreuses perturbations en chaîne sont à prévoir dans le milieu marin (mortalité des coraux scléractiniaires, des alcyonaires, développement d'algues, cyanobactéries et de turf sur les colonies

coralliennes...).

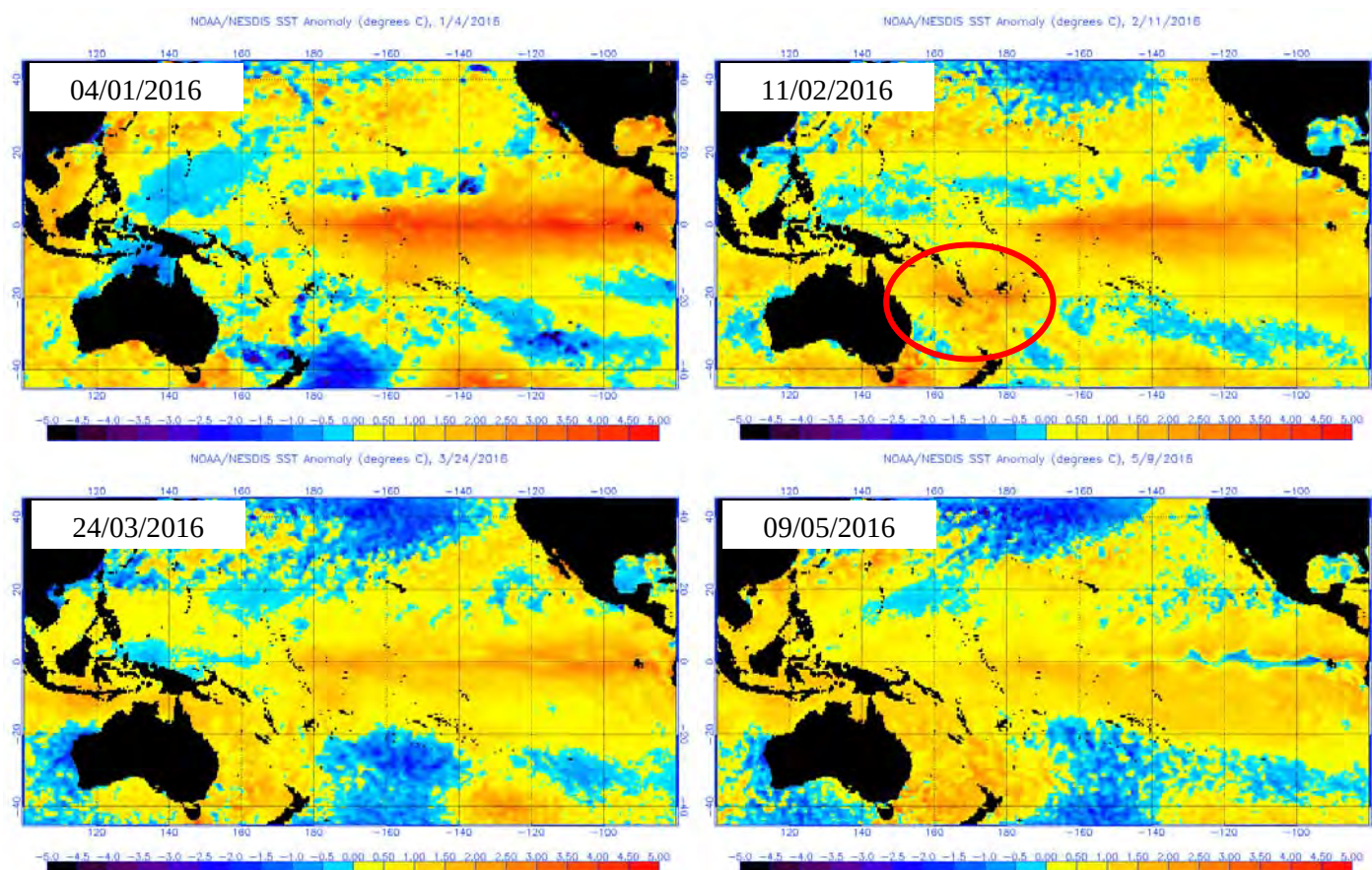


Figure n°131 : Cartes des anomalies de SST (température de surface de la mer) dans le Pacifique

7.2 Recrutement et taux de croissance corallien : Pocilloporidae

7.2.1 Généralités

Sur plusieurs stations étudiées, des taux de recrutement corallien important et des taux de croissance assez élevés ont pu observés.

L'exemple le plus frappant est la station 01 (Casy) où de jeunes colonies se sont fixées sur des piquets de transects depuis la mission de 2007 (pose des piquets le 31/08/07), permettant ainsi de bien mesurer leur accroissement à chaque campagne.

Dans ce cas, ces juvéniles sont des *Pocillopora damicornis* de la famille des Pocilloporidae (cf. [tableau 186](#)). Les Pocilloporidae sont des coraux abondants sur les récifs néo-calédoniens. Ils s'adaptent très bien aux variations de lumière et aux divers mouvements de l'eau (hydrodynamisme).

Tableau n°186 : Systématique / Description de *Pocillopora damicornis*

Classe	Anthozoa Ehrenberg, 1819
Sous classe	Hexacorallia
Ordre	Scleractinia Bourne, 1900
Genre	<i>Pocillopora</i> Lamarck, 1816
Espèce	<i>damicornis</i>
1 ^{ère} Description	Linné 1758
Distribution	Indo-Pacifique, de la côte est de l'Afrique à la côte ouest de l'Amérique Centrale,

	au nord du Japon et d'Hawaii, sud de Durban, vers les îles de Lord et Howe et les îles de Pâques. Entre 1 et 38 mètres.
Description	Petites colonies de taille moyenne. Coloration : brun, vert ou rose.
Caractéristiques	Corail qui vit du produit de ses zooxanthelles. Intensité lumineuse importante requise.
Maintenance	Espèce à croissance rapide mais attention aux algues filamenteuses.
Remarques	Se subdivise en 4 écomorphes (Veron & Pichon, 1976).

La morphologie de ce corail est très variable et est étroitement lié à l'hydrodynamisme et à la lumière reçue (pénétration de la lumière dans l'eau liée au taux de sédimentation). Des branches fines et largement espacées sont un signe d'eau moyennement brassée. Tandis que des branches compactes et épaisses témoignent d'un environnement intensément brassé.

Une étude en laboratoire montre que les jeunes *Pocillopora damicornis* survivent mieux dans des microhabitats, non affectés par la sédimentation directe, non exposés au broutage direct et non occupés par des algues filamenteuses à croissance rapide [53].

7.2.2 Cas de la station 01

Des planulas²⁶ de *Pocillopora damicornis* ont réussi à se fixer sur les piquets (posés lors de la mission du 31/08/07) du transect supérieur de la station 01 (Casy), et, de ce fait, aucune autre espèce ne les a perturbées dans leur édification. Elles se sont développées dans de bonnes conditions environnementales avec un apport en nutriment important (apport des rivières) et une pénétration de la lumière suffisante pour la photosynthèse de leurs symbiotes (zooxanthelles). Lors de chaque mission de suivi les colonies sont mesurées ce qui permet d'appréhender leur croissance.

Cette colonisation des 3 piquets du transect A par *Pocillopora damicornis* est observée depuis :

- octobre 2008 pour les colonies E, F, G (piquet 0),
- juin 2009 pour les colonies B et C (piquet XX),
- avril 2010 pour les colonies A et D (piquets XX et X).

Désormais les trois piquets du transect A sont donc colonisés par 7 colonies de *Pocillopora damicornis* dont les tailles en cm sont indiquées dans le [tableau 187](#).

La ponte des coraux en Nouvelle-Calédonie se déroule en début de la saison estivale (généralement le mois d'octobre / novembre ou décembre selon la localisation des récifs).

D'une manière générale le taux de croissance diminue au fur et à mesure du temps. La vitesse de croissance des colonies scléractiniales est toujours plus importante les premiers mois (stade juvénile) voir les premières années, puis elle diminue au fur et à mesure du temps. Les taux de croissance peuvent également varier selon les conditions environnementales, la saisonnalité et le régime dépressionnaire ([tableau 187](#) et [figure 132](#)).

Cependant, d'un point de vue général, **les courbes de croissance ont relativement les mêmes tendances entre les différentes colonies.**

Quelques exemples sont décrits ci-dessous.

Les colonies E, F et G ont la même date de ponte et sont suivies sur la plus longue période de temps :

→ **Des ralentissements de croissance** importants sont marqués pour 7 principales périodes : de juin 2009 à mars 2010, de septembre 2010 à mars 2011, d'octobre 2011 à mars 2012, d'octobre 2012 à avril 2013, septembre 2013 à avril 2014, d'octobre 2014 à mars 2015 et d'octobre 2015 à avril 2016.

Ce ralentissement de croissance est liée à la saison estivale (saison humide et saison chaude) et pourrait être corrélée à un dérèglement de l'environnement lié aux pluies abondantes et renforcée par les événements dépressionnaires et climatiques du mois de février 2010 (dépression Jasper) puis du mois de janvier 2011 (dépression Vania et Zelia ainsi que le phénomène la Niña), de janvier 2013 (cyclone Fréda), de mars 2015 (passage éloigné du cyclone Pam), ainsi que du mois de février 2016 (passage éloigné du cyclone Winston). Ces perturbations environnementales ont une influence directe sur l'apport d'eau douce et de matières en

²⁶ Planula : larve ciliée résultant de la fécondation d'un gamète femelle par un gamète male chez les éponges et les cnidaires.

suspension à l'embouchure des rivières dans la baie de Prony. Les conséquences sont une anomalie négative de salinité, une anomalie positive de températures et une anomalie positive de turbidité. Ces trois facteurs peuvent être en partie à l'origine d'un affaiblissement des coraux (blanchissement, diminution de la croissance corallien, stress).

→ **Des augmentations de croissance** sont enregistrées lors de la mission du deuxième semestre (croissance la plus importante entre avril à octobre) : en septembre 2010, octobre 2011, octobre 2012, septembre 2013, octobre 2014 et octobre 2015. Les colonies affaiblies depuis plusieurs mois enregistrent une augmentation du taux de croissance durant l'hiver austral (saison sèche et saison fraîche).

De la même manière, **les dernières recrues (colonies A et D)** ont une croissance très importante durant leur première phase de croissance (à partir de novembre 2009) mais à la suite de la dépression Jasper de février 2010, la colonie D subit un fort ralentissement de croissance.

D'autre part, le taux de croissance des colonies augmente à la suite du rétablissement dit « normal » des paramètres environnementaux.

La croissance n'est donc pas linéaire durant l'année et les périodes hivernales sont plus favorables au développement de l'exosquelette des colonies de *Pocillopora damicornis*.

D'un point de vue général, les courbes de croissance (cf. figure 132) ont relativement les mêmes tendances entre les différentes colonies. **Cependant l'emplacement des colonies sur les piquets va jouer un rôle déterminant dans leur édification.** Cette différence peut être mise en évidence par le positionnement des colonies les unes par rapport aux autres sur les piquets :

- Les colonies A et E sont les plus développées, elles sont positionnées aux sommets des 3^{ème} et 1^{er} piquets où elles ont le plus de place pour s'édifier et reçoivent également le plus de lumière. Bien que la colonie A soit issue de la dernière ponte (parmi les plus jeunes colonies) sa position privilégiée au sommet du piquet lui a permis de croître plus rapidement que les autres colonies.
- La colonie G et F sont à proximité sur le 1^{er} piquet : les deux colonies s'édifient l'une à côté de l'autre donc elles vont se gêner mutuellement dans leur développement (lutte chimique et variabilité du développement intra spécifique). Elles sont issues de la 1^{ère} phase de ponte (2007) : pourtant elles sont de taille égale ou inférieure par rapport aux colonies issues des pontes précédentes (ces dernières ayant la place pour s'édifier).
- La colonie D s'édifie toute seule sur le piquet X : sa croissance a été très rapide le premier semestre puis elle a été perturbée *a priori* par le cyclone Jasper en février 2010 et par Pam en mars 2015 (comme l'ensemble des colonies).

En mars 2015, la majorité des colonies ont un taux de croissance en diminution par rapport à la dernière mission (saison estivale : saison humide et saison chaude).

En octobre 2015, la majorité des colonies ont une croissance en augmentation par rapport à la dernière mission (saison hivernale : saison sèche et saison fraîche).

En avril 2016, la croissance des colonies est très faible voire nulle par rapport à la mission précédente.

Les colonies sont de taille relativement importante et la période estivale (saison humide et saison chaude) est peu propice à leur croissance. De plus, lors de ce dernier semestre, le phénomène el Niño s'est intensifié entraînant des anomalies positives de température de l'eau.

En novembre 2016, les colonies B et G sont mortes et la colonie E ne présente pas de croissance. Cette dernière colonie était blanchie lors de la mission précédente (avril 2016).

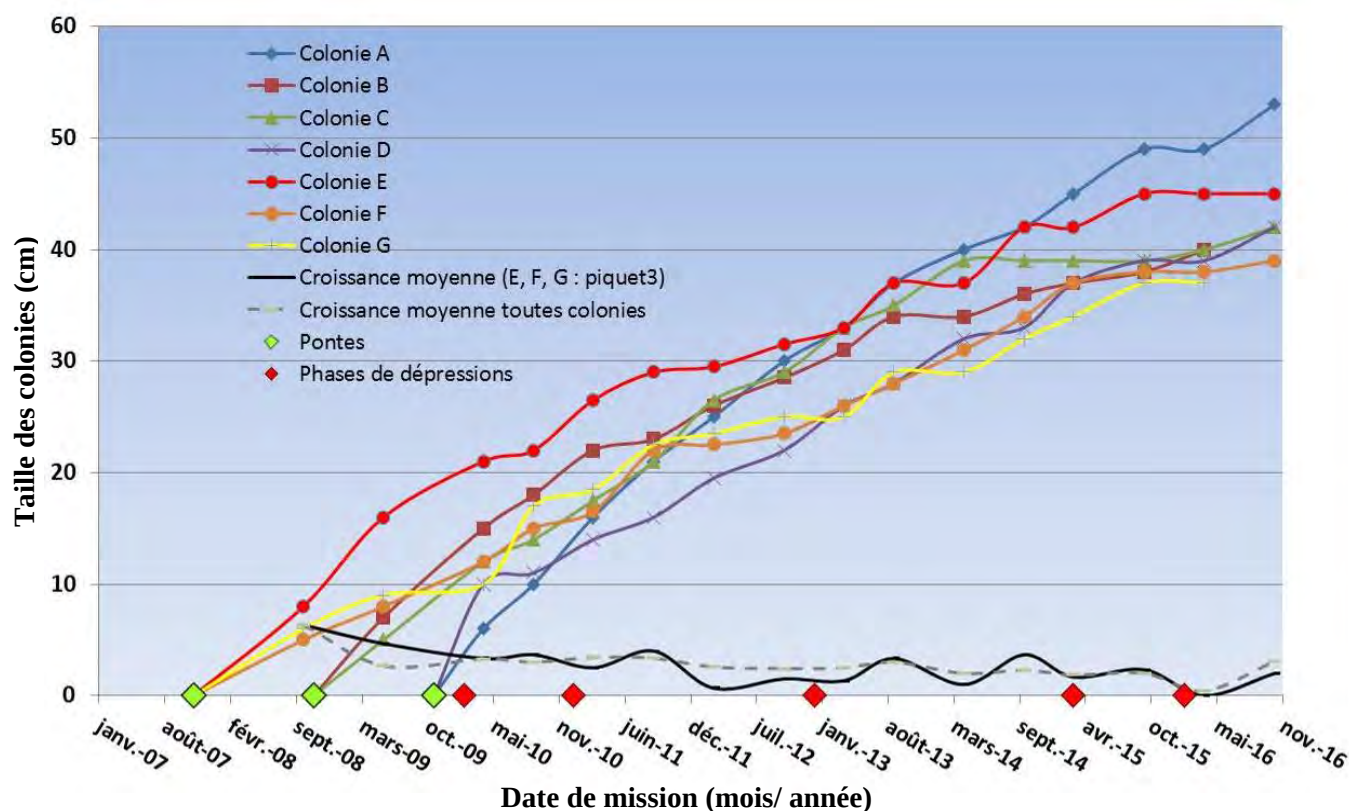


Figure n°132 : Courbes de croissance des colonies coralliennes fixées sur les piquets du transect A de la station 01

Les trois losanges verts indiquent les phases de ponte de novembre 2007, novembre 2008 et novembre 2009.

Les losanges rouges indiquent les grandes phases dépressionnaires de Jasper (février 2010), Vania, Zelia et La Niña (janvier 2011), Fréda (janvier 2013), Pam (mars 2015) et Winston (février 2016).

L'édification corallienne va être la plus importante durant le stade juvénile, puis va diminuer progressivement au fur et à mesure du temps avec des fluctuations saisonnières.

Durant l'année la croissance de *Pocillopora damicornis* n'est pas linéaire, la période hivernale (saison sèche et saison fraîche) a l'air plus favorable à la construction de l'exosquelette carbonaté. Puis la période estivale (saisons humide et chaude) induit des anomalies de salinité, températures et turbidité dans l'environnement ce qui va stresser les colonies coralliennes dites adultes. De plus, ces anomalies sont encore plus accentuées lors des phénomènes dépressionnaires ou climatiques durant l'été austral.

Cependant, au début de la saison estivale se produit le phénomène de ponte corallienne (généralement le mois de octobre à décembre selon le positionnement des récifs) et la croissance des colonies juvéniles va être très rapide (1^{ère} phase de croissance). Mais, le positionnement des colonies sur leur substrat va être déterminant pour leur édification.

Les variations de croissance entre individu sont également bien remarquables, elles vont être induites par :

- le positionnement propre de chaque colonie,
- la compétition spatiale (le positionnement des colonies les unes par rapport aux autres ou à d'autres organismes -tels les alcyonnaires ici-),
- la sensibilité propre de chaque colonie aux conditions environnementales (état de santé).

Tableau n°187 : Taille des colonies coralliennes fixées sur les piquets de la ST01A

	(cm)	Oct. 08	Juin 09	Mars 10	Sept. 10	Mars 11	Oct. 11	Mars 12	Oct. 12	Avr. 13	Sept. 13	Avr. 14	Oct.1 4	Mars 15	Oct. 15	Avr. 16	Nov. 16
Piquet XX	Colonie A	/	/	6	10	16	21	25	30	33	37	40	42	45	49	49	53
	Colonie B	/	7	15	18	22	23	26	28.5	31	34	34	36	37	38	40	Morte
	Colonie C	/	5	12	14	17.5	21	26.5	29	33	35	39	39	39	39	40	42
Piquet X	Colonie D	/	/	10	11	14	16	19.5	22	26	28	32	33	37	39	39	42
Piquet 0	Colonie E	8	16	21	22	26.5	29	29.5	31.5	33	37	37	42	42	45	45	45
	Colonie F	5	8	12	15	16.5	22	22.5	23.5	26	28	31	34	37	38	38	39
	Colonie G	6	9	10	17	18.5	22.5	23.5	25	25	29	29	32	34	37	37	Morte
Nb mois entre les missions		11	7.5	9.5	6	6	6	6	7	6	6	6	6	5.5	6.5	6	8
Date supposée de la ponte		11/07	11/08	11/09	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Croissance moyenne	Colonies E, F, G	6.33	4.67	3.33	3.67	2.5	4	0.66	1.5	1.33	3.33	1	3.66	1.67	2.33	0	2
Taux accroissement moyen (%)		100	73.68	30.30	25.58	13.89	19.51	2.72	5.96	5	11.9	3.19	11.34	4.63	6.19	0	5
Croissance moyenne	Colonies A à G	6.33	2.67	3.29	3	3.43	3.36	2.57	2.42	2.5	3	2	2.28	1.86	2	0.43	3.06
Taux accroissement moyen (%)		100	42.11	36.51	24.42	22.43	17.94	11.65	9.85	9.23	10.15	6.14	6.61	5.04	5.17	1.05	7.43

Tableau n°188 : *Nombre d'espèces coralliennes échantillonnées inscrites sur la liste UICN, par transect*

UICN / ST	01 A	01 B	02 A	02 B	03 A	03 B	03 C	04 A	04 B	04 C	05 A	05 B	05 C	06 A	06 B	06 C	07 A	07 B	07 C	08 A	08 B	09 A	09 B	09 C	10 A	10 B	10 C	11 A	11 B	11 C	12 A	12 B	TOTAL
EX	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	
CR	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	
EN	0	0	0	1	1	1	1	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	
VU	6	4	7	7	4	5	8	3	7	0	6	7	1	4	7	6	1	5	5	10	1	2	9	8	7	9	3	2	7	6	10	6	19
LR-cd	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	
LR-nt	23	16	16	15	14	8	8	8	12	3	20	18	9	22	15	10	16	18	12	21	11	17	18	14	19	25	11	21	21	12	20	9	50
LR-lc	40	34	48	40	30	36	45	32	43	13	42	32	22	32	49	30	27	43	29	40	24	28	48	35	45	52	32	38	50	25	42	37	96
DD	1	1	2	1	2	3	2	1	4	1	3	3	2	0	3	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	2	2	8
/	23	24	30	27	15	24	28	25	28	14	31	25	19	22	29	23	21	29	18	31	20	26	31	28	34	36	22	34	37	19	37	29	≥ 59
TOTAL	93	79	103	91	66	77	92	69	94	31	102	85	53	80	103	71	66	97	65	104	57	74	108	86	106	124	69	96	116	63	111	83	≥ 233

CR	En danger critique d'extinction
EN	En danger
VU	Vulnérable
LR	Risques mineurs
CD	→ Dépendant de la conservation
NT	→ Quasi menacé
LC	→ Préoccupation mineure
DD	Données insuffisantes
/	Nombre de taxons dont l'identification a été réalisée au genre . Ils ne peuvent donc pas être comptabilisés dans la liste UICN des espèces menacées

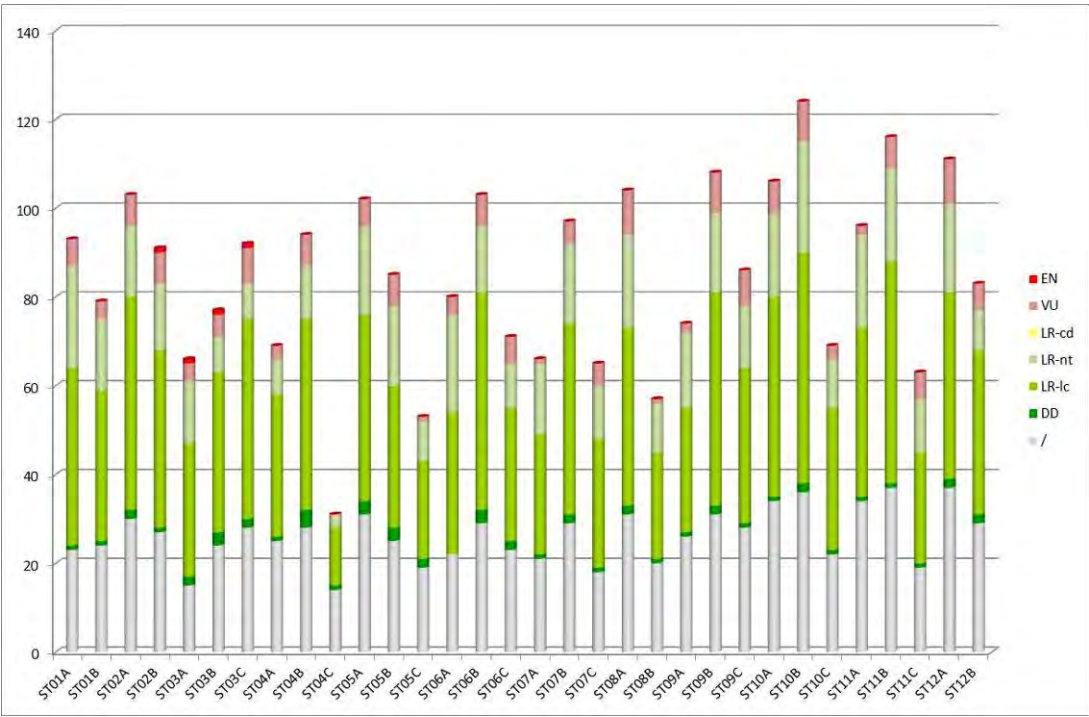


Figure n°133 : *Nombre d'espèces coralliennes échantillonnées inscrites sur la liste UICN, par transect*



7.3 Contexte réglementaire

7.3.1 Liste rouge UICN

La liste rouge de l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature) est un système simple et compréhensible par tous pour classer les espèces selon leur risque d'extinction à l'échelle mondiale (les principes et les catégories sont présentés en [annexe 06](#)).

Précautions d'application :

- Cette liste est en constante réactualisation ;
- Elle est établie à un niveau mondial : cela ne reflète pas la situation de la Nouvelle-Calédonie, ni même au niveau mondial : en milieu marin, le recensement des espèces d'invertébrés enregistre de nombreuses lacunes à travers le monde. Les coraux scléractiniaires et les bénitiers sont les mieux référencés mais le reste des invertébrés est le plus souvent enregistré comme « données insuffisantes » (data deficient).

Les coraux scléractiniaires

Lors de cette mission, parmi les 233 taxons scléractiniaires échantillonnés, un certain nombre d'espèces est inscrit sur cette liste rouge ([tableau 188](#) et [figure 133](#) ; [tableaux a, c](#) en [annexe 05](#)) : 1 espèce classée « en danger », 19 espèces « vulnérable », 50 espèces « quasi menacé » et 96 espèces « préoccupation mineure ». Tous les transects sont concernés.

Les autres invertébrés

Concernant les autres invertébrés (hors coraux durs), les données recueillies par l'UICN ne sont pas assez détaillées et représentatives pour juger le risque d'extinction des espèces à l'échelle mondiale.

Dans la zone d'étude, auparavant, seuls les bénitiers du genre *Tridacna* étaient référencés et le **reste des espèces** était classé en **données insuffisantes** « DD : data déficient ».

Depuis 2016, de nouvelles espèces ont été renseignées, dont certaines ont été échantillonnées, comme détaillé dans le [tableau 189](#) et [tableaux b, d](#) en [annexe 05](#).

Ainsi, 13 espèces sont classées, réparties dans 2 groupes : les holothuries et les bénitiers : 2 espèces « en danger », 2 espèces « vulnérable », 2 espèces « dépendant de la conservation » et 7 espèces « préoccupation mineure ».

Tous les transects sont concernés à l'exception de celui bas de la station 05 (ST05C).

Tableau n°189 : Invertébrés inscrits sur la liste UICN et échantillonnés en novembre 2016

EMBRANCHEMENT	DIVISION	FAMILLE	GENRE	ESPECE	STATUT
Echinoderme	Holothuride	Holothuriidae	<i>Actinopyga</i>	<i>palauensis</i>	LR-lc
			<i>Bohadschia</i>	<i>argus</i>	LR-lc
			<i>Holothuria</i>	<i>atra</i>	LR-lc
			<i>Holothuria</i>	<i>edulis</i>	LR-lc
			<i>Holothuria</i>	<i>flavomaculata</i>	LR-lc
			<i>Holothuria</i>	<i>fuscopunctata</i>	LR-lc
			<i>Holothuria</i>	<i>whitmaei</i>	EN
		Stichopodidae	<i>Stichopus</i>	<i>herrmanni</i>	VU
			<i>Thelenota</i>	<i>ananas</i>	EN
Mollusque	Bivalve	Tridacnidae	<i>Tridacna</i>	<i>crocea</i>	LR-lc
			<i>Tridacna</i>	<i>derasa</i>	VU
			<i>Tridacna</i>	<i>maxima</i>	LR-cd
			<i>Tridacna</i>	<i>squamosa</i>	LR-cd

Les macrophytes

Pour les espèces actuellement observées, elles sont enregistrées comme « données insuffisantes » (DD).

7.3.2 Code de l'Environnement de la Province Sud²⁷

7.3.2.1 Ecosystèmes patrimoniaux

Rappel de la réglementation :

TITRE III : PROTECTION DES ÉCOSYSTÈMES D'INTÉRÊT PATRIMONIAL

Chapitre I

PRINCIPE ET OBJECTIFS

Article 231-1

(article 1er de la délibération 03-2009 du 18 février 2009 relative à la protection des écosystèmes d'intérêt patrimonial, modifié par délib n° 17-2015/APS du 26/06/2015, art.8)

I. - Le présent titre a pour objet de contribuer à la préservation et à l'amélioration de l'état de conservation de la biodiversité par des mesures visant à assurer le maintien ou la restauration d'écosystèmes qui sont d'intérêt patrimonial, tels que les forêts denses humides sempervirentes, les forêts sclérophylles, les mangroves, les herbiers et les récifs coralliens.

Ces mesures ont pour objet de préserver la capacité globale d'évolution des écosystèmes dans le but d'assurer les équilibres naturels et la préservation des processus naturels garants de ces équilibres.

Elles tiennent compte des exigences économiques, sociales et culturelles ainsi que des particularités locales et sont compatibles avec les activités humaines qui n'ont pas un impact environnemental de nature à compromettre les équilibres, ni à altérer les processus naturels.

Dès lors qu'il est susceptible d'avoir un effet significatif sur un écosystème d'intérêt patrimonial, tout programme ou projet de travaux, d'installations, d'ouvrages ou d'aménagements est soumis à autorisation dans les conditions fixées par le présent titre.

II. - Ne sont pas soumises à autorisation au titre du présent titre :

1° La pêche, la chasse et les autres activités cynégétiques pratiquées dans les conditions et sur les territoires autorisés par la réglementation ;

2° La collecte ou le prélèvement de faune, de flore ou de minéraux à des fins scientifiques ou de régulation d'espèces envahissantes ;

3° L'introduction d'espèces indigènes ou endémiques à des fins de restauration de sites dégradés ou de conservation d'espèces rares et menacées.

III. - Au sens du présent titre, on entend par « écosystème », un complexe dynamique formé de communautés de plantes, animaux, champignons et micro-organismes et de leur environnement non vivant qui, par leurs interactions, forment une unité fonctionnelle.

Chapitre II

IDENTIFICATION DES ÉCOSYSTÈMES D'INTÉRÊT PATRIMONIAL

Article 232-1

(article 2 de la délibération 03-2009 du 18 février 2009 relative à la protection des écosystèmes d'intérêt patrimonial, modifié par délib n° 17-2015/APS du 26/06/2015, art.8)

Les écosystèmes d'intérêt patrimonial soumis aux dispositions du présent titre sont :

1° Les forêts denses humides sempervirentes ;

2° Les forêts sclérophylles ou forêts sèches ;

3° Les mangroves ;

4° Les herbiers dont la surface est supérieure à cent mètres carrés ;

5° Les récifs coralliens dont la surface est supérieure à cent mètres carrés.

La liste des écosystèmes d'intérêt patrimonial soumis aux dispositions du présent titre et leur caractérisation peuvent être complétées par délibération du bureau de l'Assemblée de Province après avis de la commission intérieure en charge de l'environnement.

²⁷ 2^{ème} édition, avril 2016

Les écosystèmes d'intérêt patrimonial soumis aux dispositions du présent titre sont considérés indépendamment de leur situation géographique.

La délimitation géographique des écosystèmes présentant un intérêt patrimonial soumis aux dispositions du présent titre est établie à titre indicatif par une cartographie consultable auprès des services compétents. Cette cartographie est actualisée en tant que de besoin pour tenir compte du caractère évolutif et mobile des écosystèmes.

Article 232-5

(article 6 de la délibération 03-2009 du 18 février 2009 relative à la protection des écosystèmes d'intérêt patrimonial)

L'herbier est une formation végétale située dans une zone marine de profondeur inférieure à 60 mètres. Il est composé de phanérogames marines appartenant à l'une des espèces listées ci-dessous :

FAMILLE	GENRE	ESPECE
Cymodoceaceae	<i>Cymodocea</i>	<i>serrulata</i>
	<i>Cymodocea</i>	<i>rotundata</i>
	<i>Halodule</i>	<i>uninervis</i>
	<i>Halodule</i>	<i>pinifolia</i>
	<i>Syringodium</i>	<i>isoetifolium</i>
Hydrocharitaceae	<i>Enhalus</i>	<i>acoroides</i>
	<i>Halophila</i>	<i>ovalis</i>
	<i>Halophila</i>	<i>minor</i>
	<i>Halophila</i>	<i>decipiens</i>
	<i>Halophila</i>	<i>capricorni</i>
	<i>Thalassia</i>	<i>hemprichii</i>

Article 232-6

(article 7 de la délibération 03-2009 du 18 février 2009 relative à la protection des écosystèmes d'intérêt patrimonial)

Le récif corallien est une structure marine bioconstruite. Il est constitué de coraux Scléractiniaires Hermatypiques et d'algues rouges calcaires encroûtantes (famille des *Corallinaceae*).

En milieu marin, 2 écosystèmes patrimoniaux sont susceptibles d'être présents : les récifs coralliens et les herbiers.

→ **Toutes les stations de suivi marin sont positionnées sur des récifs coralliens dont la surface est supérieure à 100 m² : ces zones sont donc des « Ecosystèmes d'intérêt patrimonial »** selon l'article 232-1 du Code de l'Environnement de la Province Sud.

→ **Aucune phanérogame marine n'a été observée sur les stations de la zone d'étude : il n'y a donc pas lieu de considérer ces zones comme des herbiers** (classés comme Ecosystème d'intérêt patrimonial selon l'article 232-1 du Code de l'Environnement de la Province Sud).

7.3.2.2 Espèces endémiques, rares ou menacées

Rappel de la réglementation :

TITRE IV : PROTECTION DES ESPÈCES ENDÉMIQUES, RARES OU MENACÉES

Article 240-1

(article 1er de la délibération n° 04-2009 du 18 février 2009 relative aux espèces protégées modifié par délibération 8-2010/APS du 25 mars 2010 portant modifications diverses de dispositions du code de l'environnement art.11 modifié par délibération 193-2010/BAPS/DENV du 1er avril 2010 relative à la modification de la liste des espèces protégées par le code de l'environnement de la province Sud modifié par la délibération n° 933-2013/BAPS/DENV portant caractérisation de l'écosystème d'intérêt patrimonial forêt sèche et modifiant la liste des espèces protégées figurant à l'article 240-1 du code de l'environnement modifié par délib n° 17-2015/APS du 26/06/2015, art.8).

Le présent titre a pour objet de préserver la biodiversité néocalédonienne en déterminant les espèces animales ou végétales endémiques, rares ou menacées qui doivent être protégées et en réglementant les conditions dans lesquelles il peut être dérogé aux interdictions fixées dans le cadre de cette protection.

Les interdictions qu'il fixe ne concernent pas les actions d'entretien des spécimens d'espèces végétales ou de secours aux spécimens d'espèces animales.

Les listes des espèces animales et végétales protégées sont indiquées dans les tableaux ci-dessous.

Ces listes peuvent être modifiées par délibération du bureau de l'Assemblée de Province après avis du comité pour la protection de l'environnement et de la commission intérieure en charge de l'environnement.

Des modalités particulières de protection peuvent être adoptées pour toute espèce, par délibération du bureau de l'Assemblée de Province.

NB : Les espèces concernées, en avril 2014, sont le bulime, la tortue verte et les fougères arborescentes.

Les espèces inscrites à la liste des espèces endémiques, rares ou menacées selon l'article 240-1 du Code de l'Environnement de la Province Sud et potentiellement présentes dans la zone d'étude sont présentées [tableau 190](#).

Un organisme appartenant à cette liste (le triton *Charonia tritonis*) avait été observé dans le couloir du transect A de la ST07 (Basse Chambeyron) en mars 2015, mais non depuis lors.

Par ailleurs, il arrive qu'aux alentours des stations, certains de ces organismes listés puissent être observés. Cela a été le cas encore cette fois ci :

- Pour le napoléon (*Cheilinus undulatus*). Cette espèce emblématique est habituellement présente en ST10 (Ilot Kié) où il est un habitué qui fréquente un gros massif corallien situé à une vingtaine de mètres du transect bas. Pour cette mission, il a été aussi observé sur le transect B.
- ST11 (Toémo) : une tortue grosse tête (*Caretta caretta*) qui vient régulièrement nous « surveiller » sur le transect haut ou médian, voire de la surface ;
- En mer, de l'embarcation : des tortues vertes (*Chelonia mydas*) sont régulièrement aperçues lorsqu'elles viennent respirer en surface.

Tableau n°190 : Extrait de la liste des espèces endémiques, rares ou menacées en Province Sud, potentiellement présentes sur la zone d'étude

Règne	Groupe	Taxon	Genre	Espèce	Nom commun
A	Mammifères	Cétacés	Tous genres	spp.	Baleine, Orque, Cachalot, Globicéphale, Dauphin
A		Siréniens	<i>Dugong</i>	<i>dugon</i>	Vache marine
A	Reptiles	Cheloniidae	<i>Chelonia</i>	<i>mydas</i>	Tortue verte
A			<i>Lepidochelys</i>	<i>olivacea</i>	Tortue olivâtre
A			<i>Eretmochelys</i>	<i>imbricata</i>	Tortue imbriquée
A			<i>Caretta</i>	<i>caretta</i>	Tortue caouanne (grosse-tête)
A			<i>Natator</i>	<i>depressus</i>	Tortue à dos plat
A		Dermochelyidae	<i>Dermochelys</i>	<i>coriacea</i>	Tortue luth
A	Poissons marins	Labridae	<i>Cheilinus</i>	<i>undulatus</i>	Napoléon
A	Mollusques	Ranellidae	<i>Charonia</i>	<i>tritonis</i>	Toutoute (conque)
A		Volutidae	<i>Cymbolia</i>	spp.	Volutes
		Cassidae	<i>Cassis</i>	<i>cornuta</i>	Casque
A		Céphalopodes	<i>Nautilus</i>	<i>macromphalus</i>	Nautile

7.3.2.3 Espèces protégées

Notion existante en Province Nord, elles n'ont pas été définies en Province Sud. Se référer au § précédent, qui est similaire.

7.3.2.4 Espèces exotiques envahissantes

Rappel de la réglementation :

Titre V : LUTTE CONTRE LES ESPECES EXOTIQUES ENVAHISSANTES

Article 250-1

(article 1er de la délibération n° 05-2009 du 18 février 2009 relative à la lutte contre les espèces exotiques envahissantes)



Le présent titre a pour objet de préserver la biodiversité néocalédonienne et de prévenir l'introduction d'espèces exotiques envahissantes dans le milieu naturel, de lutter contre leur dissémination ou de les éradiquer.

On entend par :

1° « espèce exotique », toute espèce dont l'aire de répartition naturelle est extérieure à la Nouvelle-Calédonie.

2° « espèce exotique envahissante », toute espèce exotique dont l'introduction par l'homme, volontaire ou fortuite, l'implantation et la propagation menacent les écosystèmes, les habitats ou les espèces indigènes avec des conséquences écologiques, économiques ou sanitaires négatives.

Article 250-2

(article 2 de la délibération n° 05-2009 du 18 février 2009 relative à la lutte contre les espèces exotiques envahissantes modifié par la délibération n° 47-2013/APS du 9 décembre 2013 portant diverses modifications du code de l'environnement, modifié par délib N° 17-2015 du 26/06/2015, art. 11)

I. - Afin de ne porter préjudice ni au patrimoine biologique, ni aux milieux naturels, ni aux usages qui leur sont associés, ni à la faune et à la flore sauvages, sont interdits :

1° L'introduction dans le milieu naturel, volontaire, par négligence ou par imprudence, la production, la détention, le transport, l'utilisation, la cession à titre gratuit ou onéreux, la mise en vente, la vente ou l'achat de tout ou partie d'un spécimen vivant d'une espèce animale exotique envahissante listée dans le tableau prévu au IV, ainsi que de ses produits;

2° L'introduction dans le milieu naturel, volontaire, par négligence ou par imprudence, la production, le transport, l'utilisation, le colportage, la cession à titre gratuit ou onéreux, la mise en vente, la vente ou l'achat de tout ou partie d'un spécimen vivant d'une espèce végétale exotique envahissante listée dans le tableau prévu au V ainsi que de ses semences.

Ces listes peuvent être modifiées par délibération du bureau de l'Assemblée de Province.

Des modalités de prévention, de lutte ou d'éradication particulières peuvent être adoptées pour une espèce exotique envahissante par délibération du bureau de l'Assemblée de Province.

NB : Les espèces concernées sont, en avril 2014, le black bass, le poisson-million, le porte-épée et la tortue de Floride.

II. - La destruction de tout spécimen doit être réalisée selon les méthodes préconisées par le président de l'Assemblée de Province. Dès que la présence dans le milieu naturel d'une des espèces listées au I est constatée, le président de l'Assemblée de Province peut procéder ou faire procéder à la capture, au prélèvement, à la garde ou à la destruction des spécimens de l'espèce.

III. - Lorsqu'une personne est condamnée pour infraction aux dispositions du présent article, le tribunal peut mettre à sa charge les frais exposés pour la capture, les prélèvements, la garde ou la destruction rendus nécessaires.

IV. - Liste des espèces animales exotiques envahissantes : [...].

Il n'y a qu'une seule espèce exotique envahissante en milieu marin selon le § IV de l'article 250-2 du Code de l'Environnement de la Province Sud : l'étoile de mer japonaise, *Asterias amurensis*.

→ Aucune espèce listée comme « exotique envahissante » au § IV de l'article 250-2 du Code de l'Environnement de la Province Sud n'a été observée lors de cette étude.

8 Conclusion

La zone d'étude est large et comprend des stations dans la baie de Prony, le canal de la Havannah et le canal Woodin. Elle est composée par de multiples biotopes bien diversifiés (récifs coralliens variés et pentes sédimentaires à massifs coralliens) qui sont sous l'influence potentielle de l'usine Vale Nouvelle-Calédonie (facteurs anthropiques). Le suivi environnemental de la faune et de la flore récifale depuis 2007 montre que l'ensemble de la zone est très diversifié et est également sous influence de facteurs perturbateurs naturels (houle, ressac, courant de marée, turbidité, dessalure) ainsi que des événements climatiques (El Niño/la Niña) et dépressionnaires exceptionnels (Erika, Vania, Zelia, Fréda, Pam et Winston).

Les événements climatiques et météorologiques exceptionnels durant l'année 2016 sont :

- **Le cyclone Winston** est passé relativement loin de la zone d'étude entre le 22 et le 26 février 2016 mais il a tout de même engendré à Goro une forte houle, des vents atteignant les 70 à 80 km/h et des précipitations importantes atteignant 192 mm [source Météo France] (cf. § 7.1.5), ce qui a entraîné en mer une forte houle et du ressac.
- **El Niño** s'est officiellement déclaré à la toute fin de l'année 2014, puis il s'est intensifié en mai 2015 et s'est renforcé encore au fur et à mesure de l'année 2015. Ce phénomène climatique devait s'accompagner en Nouvelle-Calédonie d'un déficit de précipitations et d'une anomalie négative modérée de la température des eaux de surface, remarquable pendant la saison chaude (cf. § 7.1.6.3).
- Cependant, **de fortes chaleurs** se sont abattues sur la Nouvelle-Calédonie de février 2016 à fin mars 2016. Ces anomalies de températures positives étaient accompagnées par une masse d'eau chaude et un indice UV très élevé par rapport à la normale. Ce phénomène a entraîné un blanchissement massif des récifs coralliens en Nouvelle-Calédonie (cf. § 7.1.7). De plus des précipitations ponctuelles mais intenses ont engendré une dessalure des eaux de surface sur de nombreux platiers récifaux.

De manière générale, en novembre 2016, les observations sur le substrat, les indicateurs coralliens et les espèces cibles, l'ichtyofaune s'orientent sur un état de santé jugé bon pour l'ensemble des récifs.

Cependant, cette constatation ne veut pas dire que ces récifs ne sont pas perturbés, ni dégradés. Depuis le début du suivi, les dégradations sont nombreuses mais localisées et la résilience est plus ou moins rapide et en relation avec le type de perturbations ainsi que la durée et l'intensité d'exposition aux agents perturbateurs. La position géographique des récifs est déterminante dans ces processus (dégradations/résilience).

8.1 Le substrat

L'étude des substrats par le LIT a montré que leur composition est très variée d'une station à l'autre (ce qui est normal par rapport à la géomorphologie du récif qui diffère selon les localisations géographiques) mais aussi au sein même d'une station, avec notamment une influence certaine de la profondeur (diminution du recouvrement par les scléractiniaires et les groupes biotiques en général).

Aucune grande variation temporelle n'est relevable : **les pourcentages des différentes composantes sont globalement stables par rapport à la mission précédente.** Les variations, quand il y en a, sont dues à des fluctuations du recouvrement par le sable qui a diminué pour cette mission au profit du « corail mort avec algues » (ST12B, exact inverse de l'observation de la mission précédente). Ces mouvements des sédiments (sable, vase) sont cycliques et opposés d'une mission à l'autre.

Cependant, il faut noter :

- Le taux de recouvrement des coraux scléractiniaires est stationnaire (18.20% vs 18.75% en moyenne pour l'ensemble des 32 transects à ;
- Pour cette mission le recouvrement en cyanobactéries est à des niveaux qui ne sont pas alarmants et même est le plus bas depuis le début du suivi (2007) :
 - ↳ seuls 3 transects sont concernés
 - ↳ les taux varient entre 0.5% et 1% au maximum.

Malgré tout, cet indicateur reste à surveiller précisément.



Lors de la mission précédente (avril 2016), le transect supérieur des stations ST02 (Creek baie nord) et ST04 (Woodin) avait été particulièrement touché par le phénomène d'anomalies positives de températures (et de dessalure dans une moindre mesure) du début d'année, qui avait provoqué un blanchissement important. Une partie des coraux étaient déjà morts et ceux blancs encore vivants étaient rares. La résilience était donc ici peu probable à envisager, d'autant que cyanobactéries et turf y étaient particulièrement développés.

Pour cette mission, les indicateurs de mauvais états de santé ont disparu et le taux de recouvrement (qui a évidemment chuté par rapport à octobre 2015 : de l'ordre de 50%) s'est stabilisé.

Il faut cependant noter une baisse du recouvrement en scléractiniaires au transect médian (B) en ST02 de 14.5% ainsi que de 7.5% pour le transect haut (A) de ST08 (Puka). A contrario, le recouvrement corallien en ST07A (Basse Chambeyron) augmente de 7%.

Les baisses de cette mission sont les suites à long terme du phénomène de blanchissement du début d'année 2016 (conséquence d'une anomalie positive de température de l'eau, cf. § 7.1.7). L'état de santé de la majorité des stations est cependant stable voire en légère augmentation par rapport à la mission précédente (avril 2016), ce qui laisse supposer que les dégradations sont terminées et que le récif va progressivement se rétablir (résilience), en l'absence d'un autre stress.

8.2 Les communautés benthiques

8.2.1 Etat général

Les coraux

Les assemblages d'espèces coralliennes sont très diversifiés (≥ 233 espèces sur l'ensemble de la zone). Ils sont définis par les paramètres environnementaux les plus dominants et se répartissent selon trois grands ensembles (baie de Prony, canal Woodin et canal de la Havannah). Il existe, bien entendu, des sous-ensembles au sein de ces zones.

La biodiversité corallienne a augmenté depuis le début du suivi (amélioration du protocole et résilience des récifs coralliens) et elle tend désormais à se stabiliser.

Toutefois un récif ne cessant d'évoluer, des diminutions de richesse spécifique ont été observées suite aux événements exceptionnels (dépressions/cyclones et ENSO 2016) mais aussi localement lors de variations des conditions environnementales naturelles et de l'activité anthropique (remobilisation des sédiments et augmentation d'apport de matériel terrigène respectivement en ST03 (Port) et ST08 (Puka)). Les récifs coralliens de la zone d'étude sont bien adaptés aux conditions de l'environnement (hydrodynamisme, turbidité). Ainsi de multiples dégradations sont observées mais les récifs s'adaptent et se régénèrent progressivement. L'assemblage corallien de la ST08 augmente depuis mars 2015 et semble se spécifier d'avantage vers des espèces adaptées à la turbidité.

Ces assemblages coralliens sont composés en partie d'espèces scléractiniaires ubiquistes en Nouvelle-Calédonie (*Galaxea fascicularis*, *Pocillopora damicornis*, *Stylophora pistillata*, *Seriatopora hystrix*, *Turbinaria reniformis*...) mais également par des espèces peu communes (*Blastomussa merleti*, *B. wellsi*, *Heliofungia actiniformis*, *Physogyra lichtensteini*, *Polyphyllia novaehiberniae*, *Podabacia crustacea*, *Palauastrea ramosa*, *Turbinaria bifrons*...).

La rareté et l'ubiquité des espèces coralliennes en Nouvelle-Calédonie sont difficilement comparables au reste du monde car les conditions environnementales sont très favorables à l'édification corallienne et la diversité écosystémique du Territoire offre de multiples possibilités d'adaptation aux espèces marines.

Selon la **liste rouge UICN** des espèces menacées dans le monde, la zone d'étude présente en novembre 2016 : 1 espèce classée « en danger », 19 espèces « vulnérable », 50 espèces « quasi menacé » et 96 espèces « préoccupation mineure » (cf. § 7.3.1).

Bien que ces espèces soit répertoriées comme espèces menacées dans le monde, la plupart d'entre elles sont fréquemment recensées et abondantes en Nouvelle-Calédonie (ex de *Cantharellus noumeae* classée en danger ou *Turbinaria reniformis* et *Turbinaria mesenterina* classées vulnérables...).

Ainsi les récifs de la Nouvelle-Calédonie et plus particulièrement les récifs répartis dans la zone d'influence de Vale NC, sont diversifiés et peuvent héberger communément de nombreuses espèces menacées dans le reste du monde.



Les récifs coralliens de la zone d'étude sont bien adaptés aux conditions de l'environnement (hydrodynamisme, turbidité). De multiples dégradations sont observées au fil des missions, mais les récifs se régénèrent progressivement.

La résilience des coraux et d'un récif en général va dépendre de l'intensité du phénomène perturbateur mais surtout de la durée d'exposition aux perturbations :

i) La résilience peut être très rapide, si le phénomène perturbateur ne dure pas dans le temps. En effet, si le phénomène est court et d'une grande intensité comme les cyclones (perturbations mécanique et/ou sédimentaire), il y aura de nombreuses dégradations mais le récif se régénérera en peu de temps (réintégration des zooxanthelles, bouturage naturel, croissance, recrutement et diversité en augmentation) ;

ii) La résilience peut être plus lente voir en régression, si le phénomène est continu ou fréquent, même avec une intensité moindre. Alors les dégradations seront constatées au fur et à mesure du temps, puis les réactions en chaîne se développeront et s'accumuleront (cyanobactéries, turf algal, lésions coralliennes, baisse de la diversité et de l'abondance coralliennes, prédation des corallivores et/ou changement d'assemblage d'espèces).

Les invertébrés / macrophytes

L'assemblage des espèces d'invertébrés reste également très diversifié : il ne présente pas de lacune, ni de prolifération d'espèce invasive. Toutefois, cette diversité d'organismes et l'abondance des espèces qui la composent sont relativement plus variables dans le temps que pour les coraux. En effet, de nombreux organismes benthiques sont mobiles, pour la plupart nocturnes et en constante recherche de nourriture (échinodermes, mollusques), et d'autres espèces ont une capacité de fixation au récif réduite (comme les ascidies, bryozoaires et certaines éponges).

Ce n'est pas parce que la diversité et/ou l'abondance des invertébrés (hors coraux durs) varient de manière positive entre deux missions, que les récifs n'ont pas subi de perturbation.

En effet, il faut généralement que les perturbations soient majeures (hydrodynamique et/ou sédimentaire) pour que le signal soit perceptible sur ce groupe. Des individus ou des tests morts peuvent être retrouvés et donc témoins d'une perturbation mais ces observations sont rares car les organismes sont très rapidement consommés en milieu marin.

Par ailleurs, les mollusques et les échinodermes, toujours en recherche de nourriture, peuvent se déplacer sur des zones récifales qui viennent d'être perturbées et où la nourriture est devenue disponible. Ainsi, des dégradations sur les récifs peuvent au contraire attirer ces organismes et donc les échantillonnages voient leur abondance et leur diversité augmenter (cf. § plus bas sur les perturbations d'ordre mécanique).

→ Il est donc nécessaire d'étudier la diversité et l'abondance des coraux pour détecter des perturbations et ainsi caractériser l'état de santé des récifs à court/moyen et long termes.

Aucune espèce exogène n'a été répertoriée dans les stations de suivi biologique de la zone d'étude. L'abondance des espèces indigènes et les variations de leur recouvrement durant l'année (suivi depuis août 2007), ne présentent pas, de manière permanente, d'anomalie caractéristique d'espèce envahissante qui pourrait nuire à l'environnement.

Néanmoins, une attention particulière doit être portée sur l'évolution du recouvrement de deux genres de macrophytes (*Asparagopsis* dans le canal de la Havannah et *Lobophora* en baie de Prony). La compétition spatiale entre ces algues et les coraux est très importante (cf. § 5.4)

Asparagopsis taxiformis est une algue rouge recensée dans le canal de la Havannah (milieux exposés aux agents hydrodynamiques). Son développement est saisonnier (très important durant la saison estivale) car elle peut recouvrir de très grande surface récifale (ST06, ST07, ST08 ST09 et ST11) et parfois entraîner des lésions sur les colonies coralliennes.

→ Lors de cette dernière mission son recouvrement est relativement faible (développement normal).

***Lobophora* sp.** est une algue brune, particulièrement recensée dans la baie de Prony (milieu calme et turbide). Son développement est pérenne durant l'année : elle colonise au fur et à mesure les parties récifales affaiblies et/ou à nue (dalle, débris, base des coraux). Cela implique qu'elle peut profiter que les coraux soient affaiblis ou perturbés par la sédimentation pour conquérir de nouvelles surfaces.

→ Son développement est conséquent en ST02 (Creek baie nord) et particulièrement important en ST03 (Port).

De manière générale, la zone d'étude est composée par de multiples biotopes dont les récifs sont diversifiés. Ils présentent un bon état de santé avec une résilience plus ou moins rapide selon la durée d'exposition aux perturbations.

8.2.2 Les perturbations

Le réseau de surveillance biologique permet de détecter des anomalies.

En effet, la zone d'étude enregistre, pour les 12 stations des trois sites (Prony, Woodin et Havannah), des dégradations qui sont en relation avec l'intensité, l'exposition aux agents hydrodynamiques et aux agents météorologiques et l'activité anthropique.

Les résultats des tests ANOVAR et Friedman montrent que la diversité absolue des communautés benthiques n'est pas homogène sur la période de 2010 à 2016 (pour les 3 groupes : coraux, autres invertébrés et macrophytes).

Bien que le protocole ait été amélioré au fur et à mesure des missions jusqu'à octobre 2012, les inventaires des différentes missions ont mis en valeur :

- des phases de dégradation, principalement liées aux perturbations climatiques et météorologiques (principalement d'ordre cyclonique en 2011, 2013 et 2015-2016) et aux perturbations liées aux activités anthropiques (ordre sédimentaire depuis 2011)
- suivies par des réactions en chaîne liées (localisées) du type : développement de turf algal, cyanobactéries, lésions coralliennes et prédation des corallivores)
- mais aussi par des phases de résilience des récifs, comprenant : recrutement, réintégration des zooxanthelles, croissance des coraux, diversification biologique.

Les perturbations liées aux anomalies de températures (hausse) et salinité (dessalure)

Les anomalies de température et de salinité peuvent entraîner le blanchissement total ou partiel des colonies coralliennes et des alcyonaires (expulsion des zooxanthelles), le déplacement des organismes mobiles et/ou la mort de colonies et d'organismes benthiques ne pouvant pas se déplacer (coraux, bivalves, ascidies...). Les platiers sont les zones récifales où ces anomalies sont les plus importantes puis leur influence va diminuer avec la profondeur.

En période estivale et surtout La Niña, les anomalies positives de température influencent particulièrement les platiers récifaux (0 à 5 m) puis dans une moindre mesure les niveaux inférieurs (jusqu'à 15 m). Les biotopes les plus vulnérables sont généralement caractérisés par une faible circulation des masses d'eau.

En période humide, les fortes précipitations peuvent engendrer la dessalure des eaux de surface sur les platiers récifaux (0 à 3 m). Les zones les plus vulnérables sont généralement situées à l'embouchure des creeks et rivières, les platiers récifaux dans les baies. L'épaisseur de la couche d'eau saumâtre va dépendre de plusieurs facteurs dont l'intensité des précipitations et la direction du vent qui peut concentrer les masses d'eau saumâtre au fond des baies (0 à 5 m).

Concernant le suivi biologique, ces perturbations ne peuvent pas être mises en valeur de manière quantitative car aucun transect n'est installé entre 0 et 3 m de profondeur. Cependant, lors de chaque suivi biologique, des observations qualitatives sont tout de même réalisées sur les stations, leurs pourtours et les platiers récifaux.

La période de février/mars 2016 marque le phénomène de blanchissement corallien le plus important observé autour de la Nouvelle-Calédonie depuis 1996. Les récifs ont été perturbés par des anomalies positives de température, UV et/ou de dessalure particulièrement dans les niveaux bathymétriques supérieurs. Cet événement exceptionnel s'est produit durant une phase El Niño.

Ainsi lors de la **mission précédente (avril 2016)**, les récifs peu profonds du réseau d'observation, particulièrement de la baie de Prony et du canal Woodin, ont été perturbés par cet événement exceptionnel. Les récifs du canal de la Havannah ont été beaucoup moins touchés par ces anomalies car la circulation des masses d'eaux est importante dans ce secteur.

- Les coraux les plus sensibles à ces variations de paramètres de l'environnement ont expulsé leurs zooxanthelles (*Seriatopora hystrix*, *Pocillopora damicornis*, *Stylophora pistillata*, *Isopora palifera*, *Acropora* spp., etc.). Ces anomalies ont perduré plusieurs semaines et certaines espèces coralliennes, moins

sensibles, ont expulsé dans un second temps, leurs hôtes (zooxanthelles). La résilience des premières espèces blanchies n'était toujours pas d'actualité lors de la mission d'avril 2016, et certaines stations (ST01, ST04) présentaient même déjà des colonies qui allaient probablement mourir (début de colonisation par le turf algal).

- Les invertébrés (hors coraux durs) étaient également perturbés (diminution de diversité et d'abondance). De nombreux spécimens d'échinodermes (astéries, holothuries...), de gastéropodes (espèces mobiles), mais aussi d'alcyonaires (symbiose avec les zooxanthelles) n'ont pas été recensés lors de la mission d'avril 2016.

En novembre 2016, le blanchissement a considérablement diminué (d'un point de vue spécifique et recouvrement) par rapport à la mission précédente. De nombreuses colonies coralliennes ont réintégré leurs zooxanthelles.

Cependant, les récifs des niveaux bathymétriques supérieurs en baie de Prony et surtout dans le canal Woodin ont subi un affaiblissement notable. La mortalité corallienne est non négligeable (diminution de diversité et d'abondance).

Tous les transects supérieurs de la baie de Prony et Woodin présente une diminution d'abondance des coraux relativement conséquente. Les stations les plus dégradées sont ST02A, ST03A et surtout ST04A (cette dernière station présente un recouvrement corallien en diminution passant de 72 à 56% de coraux vivants dans le couloir d'observation (soit 16m² de coraux morts).

Les espèces coralliennes les plus dégradées sont de forme branchue et tabulaire (*Seriatopora hystrix*, *Acropora* spp., *Stylophora pistillata* et *Pocillopora damicornis*).

Les invertébrés recolonisent peu à peu les milieux perturbés mais la présence/absence des espèces mobiles dépend principalement de l'apport de nourriture. Les alcyonaires ont été perturbés en baie de Prony pour les genres *Cladiella*, *Lobophytum*, *Sinularia*, *Rhytisma* et *Xenia*. Et les cyanobactéries sont importantes (niveau 3) pour les transects ST01A, ST02A, ST03B.

Les perturbations d'ordre mécanique

Les perturbations d'ordre mécanique sont enregistrées dans le canal de la Havannah (houle, ressac et courants de marée) et dans une moindre mesure dans le canal Woodin (courants de marée).

Les phénomènes les plus intenses sont les phases dépressionnaires qui perturbent principalement les niveaux bathymétriques supérieur et médian des récifs les plus exposés : des colonies coralliennes sont retournées et arrachées de leur substrat, des accumulations de blocs et débris coralliens se forment, allant jusqu'à constituer des couloirs d'effondrement. Le recouvrement de coraux blanchis ne représente pas forcément une surface très importante mais le nombre d'espèces influencées par ce blanchissement peut être conséquent.

De plus, lorsque les récifs sont perturbés mécaniquement, les invertébrés benthiques subissent, bien évidemment, les forces d'arrachement, ils peuvent être balayés et arrachés des niveaux supérieurs et médians. Mais la recolonisation des espèces d'invertébrés mobiles peut se faire très rapidement. Les échinodermes (astéries, échinides, ophiures et holothuries) et les mollusques (gastéropodes et nudibranches) reviennent rapidement coloniser la zone dégradée afin de se nourrir dans les débris fraîchement mobilisés.

Ainsi, ce n'est pas parce que la diversité et l'abondance des invertébrés mobiles augmentent que le récif ne subit pas de perturbation de son habitat (les coraux scléractiniaires constructeurs de récifs).

Dans un second temps, suite à ces perturbations d'intensité extrême, au fur et à mesure du temps, les agents hydrodynamiques remobilisent les débris et les blocs sur les pentes récifales (effondrement de débris). Il s'ensuit une phase de dégradations secondaires liées à la remobilisation des débris au cours de l'année et à des réactions en chaîne sur les parties médianes et basses des tombant récifaux. Les cyanobactéries (et le turf) peuvent alors se développer (mais leur présence n'est pas obligatoirement pérenne dans le temps).

La dépression Winston du début d'année 2016 et les événements dépressionnaires précédents déstabilisent de plus en plus les récifs exposés du canal de la Havannah.

En avril 2016, les perturbations mécaniques étaient observées dans le canal de la Havannah : des débris, colonies fragmentées, retournées et blanchies ainsi que des cuvettes de sable étaient dispersés sur les pentes récifales des stations les plus exposées. Des colonies coralliennes et autres invertébrés ont été arrachés de leur substrat, puis des espèces mobiles (gastéropodes, échinodermes) sont venues coloniser les récifs pour

s'alimenter des fruits de la remobilisation des sédiments et matériels coralliens.

En novembre 2016, le recrutement corallien est notable (bouturage par fragmentation, nouvelles recrues et mobilisation des colonies) pour les récifs exposés aux agents hydrodynamiques. Concernant les invertébrés mobiles, les astéries sont moins abondantes et diversifiées alors que les holothuries sont bien mieux représentées. Cette constatation est une photographie de la mission mais la diversité et l'abondance de ces espèces est en perpétuelle évolution car elles sont en constante recherche de nourriture. Aucun développement de cyanobactéries important ou de prolifération de corallivores n'a été observé durant cette mission.

Les perturbations d'ordre sédimentaire

Une attention particulière doit être portée à l'augmentation de particules sédimentaires charriées ou remobilisées dans les baies (Prony et particulièrement la baie Kwé) ainsi que sur leurs récifs avoisinants respectifs.

Dans la baie de Prony, des épisodes sédimentaires relativement conséquents peuvent être observés en période humide pour les ST02 (Creek baie nord) et ST03 (Port). Ces observations sont amplifiées 1) durant les fortes précipitations et les phases dépressionnaires et 2) tout au long de l'année par la circulation des bateaux pour la station à proximité du Port (hélices et ancrages des bateaux).

En baie Kwé et de Port Boisé, l'apport de particules terrigènes proviendrait principalement de la baie Kwé et dans une moindre mesure de la baie de Port Boisée. Cette matière en suspension serait drainée par la rivière Kwé, transportée par les courants de marée puis par la dérive littorale à travers le récif frangeant côtier du canal de la Havannah.

Dans le réseau de suivi général, la station la plus proche de la baie Kwé est ST08 (Puka).

La station ST08 est à l'interface entre les conditions hydrodynamiques intenses du canal de la Havannah, les conditions hyper sédimentaires et les phénomènes de dessalure des eaux de surface des baies (Port Boisé et Kwé) et des pollutions liées aux eaux usées (Port Boisé). Ces paramètres de l'environnement ont été accentués par les phases dépressionnaires de 2011, 2013 et 2015 ainsi que les événements pluviométriques du 2 au 4 juillet 2013 (cf. § 7.1).

De mars 2011 à 2015, les bio indicateurs s'orientaient vers un état de santé biologique relativement mauvais (maladie de la bande blanche, anomalies de croissance, hypermycose endolithique, lésions coralliennes liées à l'apport particulaire, cyanobactéries, turf algal, gastéropodes corallivores, variation de richesse spécifique en dent de scie). Depuis mars 2015, les indicateurs biologiques se stabilisent et l'assemblage des espèces coralliennes se diversifie et tend à évoluer vers des espèces adaptées à la turbidité.

Cette station a donc été perturbée et dégradée de mars 2011 à 2015 et tend à se rétablir depuis, mais elle présente une résilience relativement lente par rapport à l'ensemble des récifs composant le réseau de suivi biologique.

En avril et novembre 2016, les récifs habituellement perturbés par la sédimentation (ST02, ST03 et ST08) ne présentaient pas de dégradation notable ou en relation avec un apport excédentaire de Matière En Suspension (aucun dépôt de sédiment sur les colonies). Bien que l'inventaire ST08 présente de nouvelles espèces coralliennes, ces dernières pourraient toujours mettre en avant une perturbation sédimentaire car elles sont caractéristiques de milieux contraints par la turbidité. Ces changements lents dans l'assemblage spécifique corallien et les réactions en chaîne observées depuis plusieurs années peuvent être induits par un apport régulier de particules terrigènes.

Hypothèse : la source de particules sédimentaires perturbant les récifs de Puka et les alentours proviendrait de la baie Kwé. Cet apport de MES ne paraît pas être soutenu, ni continu mais serait tout de même assez important pour perturber les organismes benthiques depuis le début d'année 2011.

Remarque :

- Si les conditions environnementales d'un milieu évoluent de manière modérée, l'assemblage des espèces va également suivre cette évolution. Les espèces les mieux adaptées résisteront et se développeront, les espèces non adaptées diminueront peu à peu d'abondance et elles seront potentiellement remplacées par d'autres.
- Si les variations d'un ou plusieurs paramètres de l'environnement sont importantes sur une période prolongée alors le seuil critique létal des colonies peut rapidement être dépassé et elles meurent en place.
- Le réseau de suivi biologique n'a pas de station biologique d'observation en baie de Kwé et en baie de Port Boisé.

8.3 Les populations ichthyologiques

Cette nouvelle mission ne présente pas de valeur exceptionnelle, toutes sont proches des moyennes. Les stations sont toujours très dissemblables. Toutefois, l'analyse distingue toujours 4 niveaux de groupage très distincts de stations, même si certaines d'entre elles, de mission en mission, changent de groupe dans le classement (cf. [tableau 191](#), où les stations stables sont en noir et celles changeant de groupe en rouge).

Tableau n°191 : Classement par groupes des stations (ichthyologie)

Groupe	2016 b	2016 a	2015 b	2015 a
1	Creek, Casy, Port	Creek, Casy, Port, Puka	Casy, Creek, Port, Puka	Casy, Creek, Port, Puka
2	Puka , Ugo, Toémo , Ioro	Bancs Kié , Toémo , Ugo	Ugo, Ioro , Bancs Kié	Ugo, Ioro , Ionontea , Bancs Kié
3	Bancs Kié , Ionontea	Ioro , Chambeyron , Ionontea , Ilot Kié	Toémo , Ionontea , Ilot Kié	Toémo , Chambeyron
4	Woodin, Ilot Kié , Chambeyron	Woodin	Chambeyron , Woodin	Woodin, Ilot Kié

Comparaison de la mission de novembre 2016 à la moyenne des précédentes, par station

Les quatre graphiques de la [figure 134](#) présentent station par station, l'écart relatif de la valeur de novembre 2016 à la moyenne de la station sur la période du suivi :

$$\Delta = (X_{2016\ b} - X_{moy}) / X_{moy}$$

La **Densité** est très proche de la moyenne. Base Chambeyron se distingue légèrement à la hausse.

La **Biomasse** est partout plus faible mais proche de la moyenne.

La **Biodiversité 1** est partout plus forte, notamment à Casy où elle atteint presque le double.

La **Biodiversité 3** (totale) est partout un peu supérieure à la moyenne.

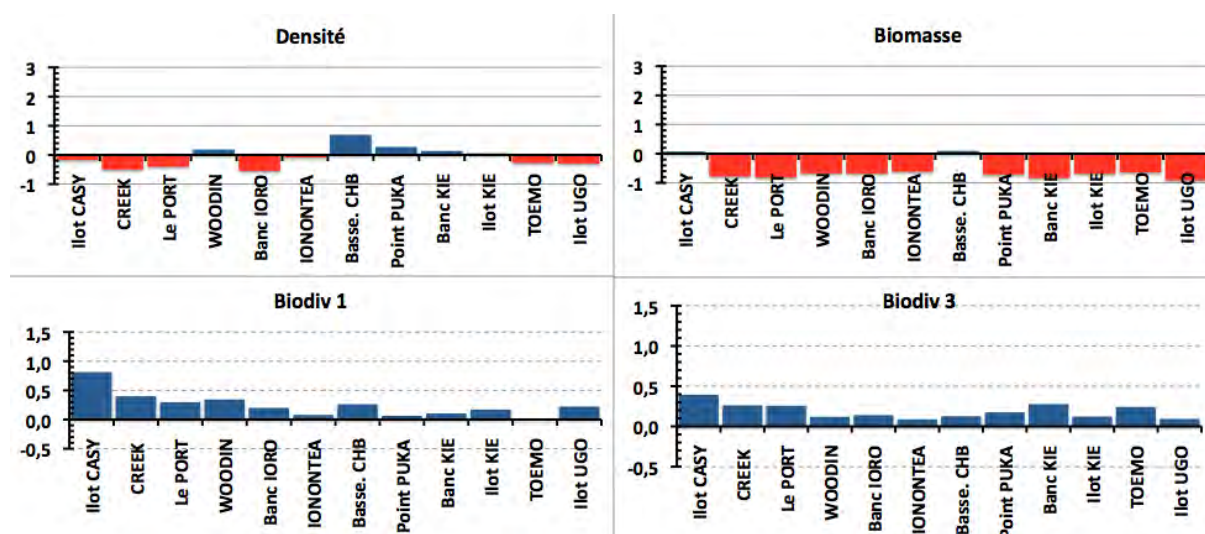


Figure n°134 : Écarts des valeurs obtenues en novembre 2016 à chaque station, avec la moyenne sur 2007-2016 (Ichthyologie)

Comparaison de la mission de novembre 2016 à la moyenne globale des stations, par mission

Les quatre graphiques de la [figure 137](#) présentent mission par mission, l'écart relatif de la valeur moyenne X_i (pour les 4 paramètres) calculée sur ladite mission à la moyenne des moyennes établie sur la période du suivi :

$$\Delta = (X_{2016\ b} - X_{moy}) / X_{moy}$$

Les écarts à la moyenne des valeurs de novembre 2016 sont à la hausse pour tous les paramètres, sauf la biomasse (pour la 2^{ème} mission consécutive).

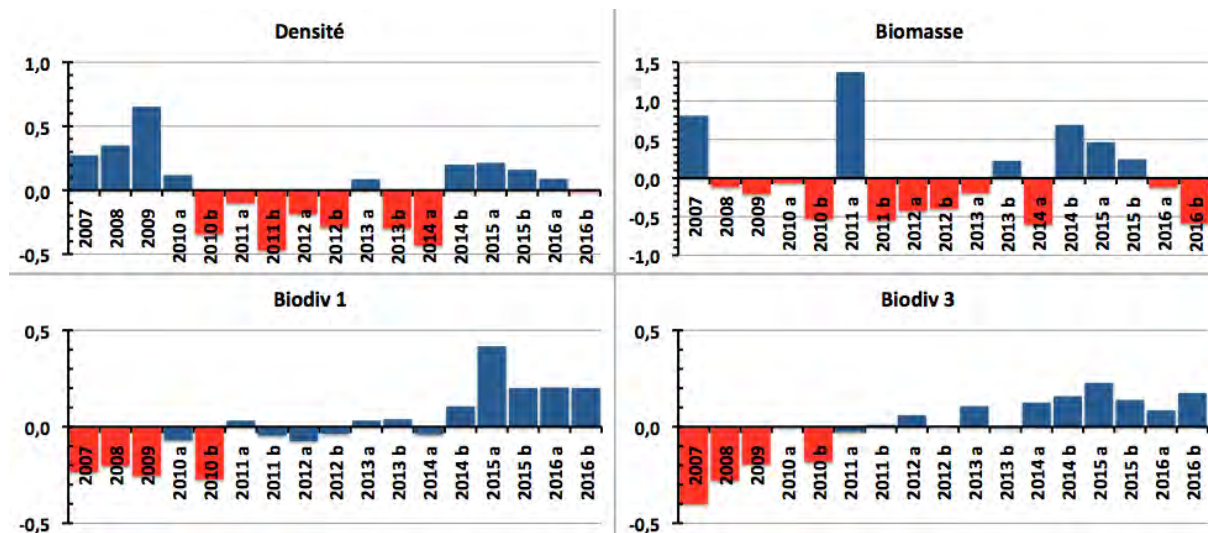


Figure n°135 : Ecarts par mission des résultats ichthyologiques en novembre 2016 de l'ensemble des stations, avec la moyenne sur 2007-2016 (Ichtyologie)

Indices Globaux Annuels sur la zone depuis 2007

Une appréciation synthétique globale de qualité peut être donnée par la prise en compte des 12 stations de la zone dans une cotation comparative à 4 niveaux et douze degrés au total (cf. § 6.3.3).

L'application aux 17 dernières missions est donnée dans le [tableau 192](#).

Tableau n°192 : Classement des missions (IGA) depuis 2007

2007	7	2010 b	4	2012 b	7	2014 b	9
2008	6	2011 a	9	2013 a	8	2015 a	11
2009	6	2011 b	6	2013 b	8	2015 b	9
2010 a	8	2012 a	6	2014 a	8	2016 a	8
						2016 b	8

Ces Indices Globaux Annuels intègrent les paramètres de Densité, de Biomasse et de Biodiversité α en donnant un poids double à ce dernier.

Sous cet angle de vue, l'état du peuplement de poissons lors de cette mission est toujours à un bon niveau.

9 Discussion

L'objectif de cette étude est d'effectuer un suivi de l'état des communautés coralliennes sur un ensemble de stations de mesures afin d'alimenter une base de données qui permettra de :

- Evaluer la variabilité naturelle des stations et d'optimiser l'effort d'échantillonnage par une étude de puissance ;
- Suivre dans le temps les effets potentiels des activités industrielles du projet Goro Nickel (Vale Nouvelle-Calédonie).

Pour ce faire, le choix des stations et des transects est primordial.

Choix efficient des stations

Ce suivi se fait à travers l'échantillonnage de 3 thèmes (le substrat, le benthos et les poissons), de taxons cibles et de paramètres biologiques clés.

L'un de ces paramètres est le recouvrement et l'abondance/biodiversité en scléractiniaires. En effet ces coraux sont :

- les constructeurs des récifs et donc à la base de l'écosystème corallien (habitat, nourriture, ...),
- sensibles aux perturbations du milieu.

Or, pour pouvoir suivre l'évolution des colonies de coraux (par le LIT ou la méthode du couloir), les stations doivent donc « naturellement » (c'est-à-dire pendant la phase de référence), posséder des taux moyens de recouvrement corallien (pouvant varier, dans les deux sens).

En effet, une station possédant un taux de recouvrement proche de « 0 » ne pourra voir ses pourcentages qu'augmenter, et ne pourra pas servir de marqueur si une dégradation se produit. A l'inverse, des taux trop élevés ne pourront que diminuer.

Il est donc recommandé de choisir pour ce type d'étude des stations possédant entre 30 et 60% de recouvrement corallien.

Pour la mission de novembre 2016, la moyenne de recouvrement des scléractiniaires est de 18.20% ([tableaux a et b annexe 04](#)).

Cela varie de 0% (ST05C) pour la plus faible à 43% (ST10A) pour les plus fortes.

Le déplacement / ajout de certaines stations ou transects est à étudier.

Choix efficient des transects et répliquats

Les transects fixes existants (trois théoriquement pour chaque station) permettent, sous réserve d'être échantillonnés exactement au même endroit chaque année, de quantifier la stabilité ou non de la zone, **mais considérée globalement**.

C'est un suivi global, dans le temps, car c'est la « différence annuelle » qui sert de variable aléatoire. La variable statistique sera donc l'ensemble des différences « année n-1/année n » obtenues à chaque station, chacune des stations donnant donc une valeur et une seule, à cette variable.

Pour permettre un suivi statistique temporel station par station, il faut une variable aléatoire par station. Pour ce faire, l'échantillonnage de transects en répliquats aléatoires - en plus des transects existants - est nécessaire.

La mise en œuvre de ces répliquats est donc à étudier, car ils permettront d'une part d'affiner la probabilité de l'avis donné pour l'ensemble de la zone (dans le temps), et d'autre part de préciser (dans l'espace) s'il y a des différences spatiales et donc juger de ces différences le long d'un gradient d'éloignement des sources potentielles de pollution de manière à préciser si, dans le cas où l'on détecterait des variations, ces variations sont dues ou non à l'usine.

10 Recommandations / Améliorations

L'équipe qui a effectué ce travail possède de solides connaissances dans le domaine de l'échantillonnage et en particulier sur la résolution des problèmes sur le terrain, qui peuvent entacher les résultats finaux.

Pour faciliter tant le travail terrain qu'ensuite le traitement des données, un certain nombre de recommandations est donné dans ce paragraphe.

10.1 Améliorations propres à ce suivi

Marquage des piquets

La méthode de suivi temporel statistique retenue par Vale Nouvelle-Calédonie, exige que les échantillonnages soient toujours réalisés sur les mêmes zones.

Cette précision implique la matérialisation physique de la station sous l'eau.

Or, les conditions en mer ne sont pas toujours favorables et de plus, de nombreuses études ont été réalisées dans la zone, ce qui laisse plusieurs autres piquets de marquage, en sus de ceux devant être trouvés (exemple : [photographie 33](#)).

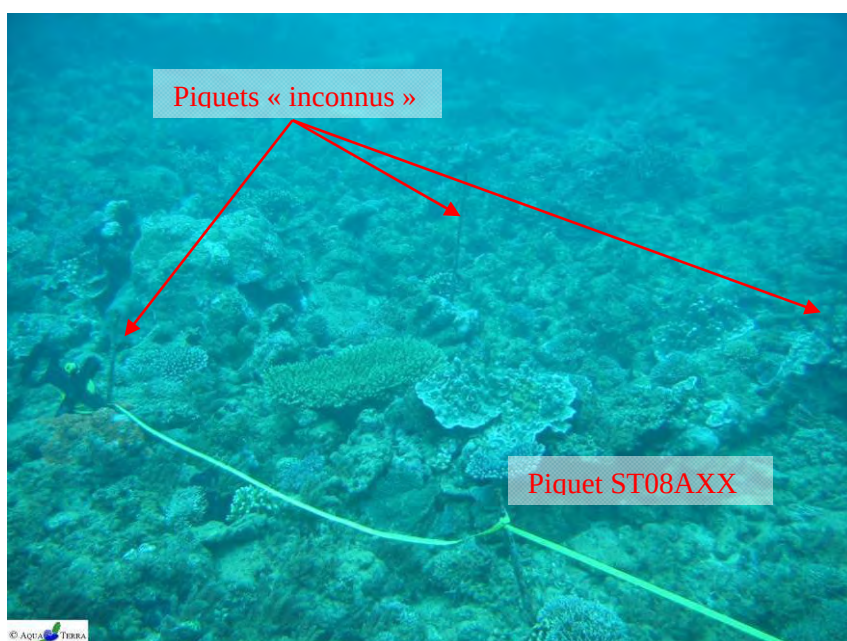


Photo n°33 : Station 08 : fin de transect A : 3 autres piquets formant un quadrat

Pour mieux retrouver les stations devant être étudiées et donc les bons piquets (pour éviter notamment la perte de temps et diminuer les risques de dérouler le ruban sur un mauvais piquet), nous proposons de faire marquer les piquets à la prochaine campagne.

Cette identification pourrait être une étiquette (métallique, plastique) poinçonnée, avec un code correspondant à chaque piquet, du type : numéro de la station, lettre du transect, mètre sur le transect (en lettre romaine pour éviter de confondre avec la profondeur)

Exemple comme pour la [photographie 33](#) : c'est le piquet de fin du transect le plus haut station Puka = ST08AXX.

Positionnement et description des stations

Toujours pour permettre de mieux retrouver les stations et de s'orienter dans l'eau, nous proposons depuis plusieurs années de faire réaliser un schéma - horizontal - descriptif de chaque station (exemple succinct [figure 136](#)).

En effet, ce type d'outil permet, une fois arrivés sur zone avec le GPS et qu'un 1^{er} piquet est trouvé (surtout

s'il est identifié), de savoir exactement où on se positionne sur la station et d'aller alors directement à la bonne profondeur et dans la bonne direction pour dérouler les rubans métres.

Ce type de schéma doit comporter : la disposition des transects, des piquets, des points remarquables du paysage, le sens de déroulement des rubans, les profondeurs, etc. avec un mètre le plus précis possible et les orientations.

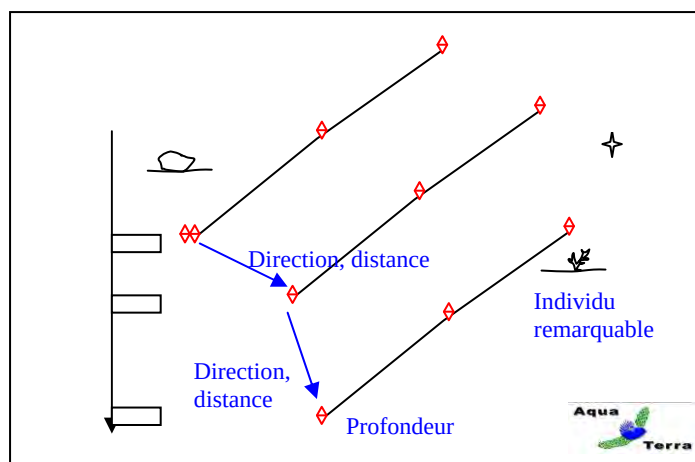


Figure n°136 : Exemple de schéma descriptif d'une station

Cet outil (associé au marquage des piquets) serait particulièrement utile pour permettre à d'autres équipes de retrouver les sites. Car à l'heure actuelle pour des intervenants nouveaux, il est quasiment impossible de retrouver tous les transects avec la seule indication du point GPS surface.

Cela conférerait à Vale Nouvelle-Calédonie une autonomie certaine pour les missions terrain.

Pour faciliter notre travail et augmenter sa qualité, nous avons commencé à réaliser, bénévolement, ce travail. Ces différents schémas sont améliorés/enrichis au fur et à mesure des missions.

10.2 Améliorations au cahier des charges

Avec le recul de plusieurs campagnes (avec celles de suivis et les autres, une quinzaine en tout), le cahier des charges, qui date de 2006, devrait être revu.

Des améliorations pourraient être apportées, sur la méthodologie, dont :

Plan d'échantillonnage

Le nombre de station n'est pas suffisant dans le réseau de suivi biologique : La biodiversité de chaque site est dépendante des conditions du milieu mais également du nombre de stations que l'on échantillonne car les espèces se répartissent à travers le récif (ainsi le nombre potentiel d'espèces recensées augmente généralement avec la surface prospectée).

La diversité entre les trois sites est très contrastée mais le plan d'échantillonnage est également très disparate dans la zone d'étude car 8 stations sont étudiées dans le canal de la Havannah, 3 stations dans la baie de Prony et une station seulement dans le canal Woodin.

Par ailleurs, la baie de Prony et le canal Woodin renferme une multitude de biotopes très vulnérables qui ne sont pas explorés dans le cadre de cette étude. Il faudrait donc compléter l'échantillonnage en positionnant des stations supplémentaires dans ces deux sites.

Il faudrait donc élargir le réseau de suivi biologique, en installant des stations :

- en Rade nord (augmenter le poids de la baie de Prony et mieux suivre cette zone où les risques sont élevés (embouchure du Creek baie nord, port)),
- autour et dans les baies de Port Boisé et Kwé (pour mieux cibler les impacts de ces baies révélés par la station actuelle Puka),
- en Grande Rade (Bonne Anse, Carénage : comme témoins).

Les récifs littoraux de la baie de Prony ne sont pas considérés dans le réseau de suivi : il apparaît un autre problème dans le plan l'échantillonnage de la baie de Prony. Les récifs de cette baie sont régulièrement influencés/dégradés par la dessalure des eaux de surface et les panaches turbides sur des gradients d'éloignement des embouchures, des creeks, des rivières et des résurgences.

Lors de cyclones, ces anomalies sont d'autant plus accentuées. Le cyclone Fréda a entraîné une grande anomalie négative de dessalure des eaux de surface en début d'année 2013. Les précipitations ont été très abondantes et le vent a concentré les masses d'eau douce au fond des différentes rades. Ainsi l'ensemble des récifs littoraux compris dans les petites profondeurs (0 à 3 m) de la baie de Prony ont été gravement perturbés par le phénomène de blanchissement corallien et de mortalité des invertébrés [46]. Il en a été de même lors des anomalies climatiques du début d'année 2016, qui ont entraîné un phénomène de blanchissement massif.

Malheureusement ces données ne sont pas enregistrées par le réseau de suivi biologique car les transects sont tous implantés sous 5 m de profondeur (en dehors de la zone d'influence de l'eau douce de surface 0 à 3 m). A ce jour, les quelques colonies concernées par le blanchissement dans les stations de suivi général de la baie de Prony sont perturbées par la sédimentation ou la prédation des corallivores.

Cas particulier de la station Puka (ST08) : Compte tenu des dégradations relevées sur cette station en 2011 / 2013 liées aux apports particuliers provenant de la baie Kwé et de la pollution organiques de la baie de Port boisé [54], la mise en place d'un suivi périodique de cette zone semble être primordiale. Le réseau de 14 stations mis en place en décembre 2013 devrait faire l'objet d'un suivi régulier.

La périodicité d'échantillonnage des macrophytes

Les relevés semestriels de suivi biologique ne sont pas adaptés aux cycles de développement des macrophytes. Les missions semestrielles septembre/octobre et de mars/avril ne permettent pas d'appréhender les valeurs maximales et minimales de diversité et de recouvrement des macrophytes. Un suivi des macrophytes sur une période trimestrielle serait plus adéquat pour identifier l'ensemble des variations et surtout les amplitudes maximales et minimales de diversité et d'abondance.

De plus, une étude plus détaillée du genre *Asparagopsis* (dans le canal de la Havannah) et du genre *Lobophora* (dans la baie de Prony) serait pertinente pour une meilleure surveillance des risques potentiels d'envahissement, d'invasion, de prolifération et de dégradations sur les communautés coralliennes. Ces investigations complémentaires seraient à mettre en place avec un pas de temps plus court (trimestriel) et une méthodologie adaptée (quadrats) afin d'évaluer leur potentielle nuisance sur l'environnement ainsi que leur développement dans le temps et dans l'espace.

Taxons cibles

Dans le cahier des charges, un certain nombre de taxons cibles ont été listés, car ils sont identifiés comme indicateurs biologiques de l'état du milieu naturel.

Ils doivent donc être échantillonnés.

Nous proposons de rajouter :

- Les **scléractiniaires** qui constituent l'habitat essentiel d'un écosystème récifal et regroupe la majorité des ressources marine tropical. Ils constituent une information capitale en terme de suivi car ils sont très sensibles aux variations de l'environnement marin et sont sessiles (fixes). On peut ainsi aisément réaliser une étude comparative en prenant en compte la richesse spécifique, l'abondance, le recrutement, la mortalité et le blanchissement (**sentinelle avancée semestrielle**) ;
- Les **alcyonaires** qui représentent un recouvrement biotique conséquent dans les stations d'études et qui sont en compétition territoriale constante avec les macrophytes et les scléractiniaires ;
- Les **cyanobactéries**, qui sont les marqueurs d'un déséquilibre du milieu (eutrophisation) et qui sont directement alors en compétition avec les coraux ;
- Les espèces particulières qui sont **prédatrices du corail** : *Acanthaster*, *Culcita*, *Drupella*, etc. ;
- Les **espèces exogènes**.

Désormais nous avons réalisé une liste d'inventaire très détaillée des biocénoses benthiques avec de nombreuses espèces cibles.

Ce travail sur ces taxons, même s'ils ne sont pas inscrits au cahier des charges imposé par le suivi réglementaire, est réalisé de façon volontaire de notre part ainsi que de celle de VALE Nouvelle-Calédonie depuis 2008.

Prises de photographie de spécimens remarquables

Le cahier des charges ne prévoit pas la surveillance des stations par un suivi photographique, comme cela est possible par différentes méthodes.

Cependant, certains spécimens, à certaines stations étant remarquables (par leur taille, leur emplacement, leur espèce, etc.), leur identification est facilitée et leur évolution temporelle peut donc être envisagée facilement par photographie.

Nous proposons de faire établir une liste (avec leur position, et notamment sur les schémas descriptifs des stations) de ces spécimens, pour ensuite les photographier à chaque mission.

10.3 Suggestions au niveau provincial ou territorial

Guide d'échantillonnage

L'étude de 2008 avait permis de montrer que les chiffres globaux biotiques/abiotiques de certaines stations avaient beaucoup évolué par rapport à la campagne précédente de 2007.

Cependant, cette évolution n'était pas du fait d'un changement dans la structure des fonds des stations étudiées, mais plutôt de la différence d'appréciation et d'interprétation du substrat par les opérateurs sous l'eau lors de l'échantillonnage LIT.

C'est pourquoi nous suggérons la réalisation d'un « Guide de l'interprétation des catégories pour le LIT », qui comprendrait le listing des classes, leur description précise et surtout des photos prises *in situ*, sur les stations concernées. Ce travail pourrait être entrepris au niveau de toute la Nouvelle-Calédonie (ou au moins la Province Sud) et par exemple sous pilotage de l'ÆIL.

Cela permettrait ainsi à Vale Nouvelle-Calédonie mais aussi à tous les autres intervenants (autres miniers, décideurs, etc.) de limiter les risques d'interprétations différentes selon les échantillonneurs et d'obtenir une base de données générale et comparable.

Ces outils seraient d'une aide précieuse dans le bon déroulement des futures missions, tant sur le plan de la sécurité des opérateurs, que sur la qualité des données récoltées.

Toutes les observations et photographies de ce document ont été réalisées en novembre 2016. Un réseau de suivi environnemental (piquets permanents) a été installé et permettra de revenir sur les mêmes sites. Les données recueillies lors de cette campagne ne peuvent en aucun cas être considérées comme pérennes. Ceci implique le renouvellement de cette étude, à six mois d'intervalle, afin de percevoir les changements éventuels.

11 Sources

Les différentes sources ayant servi à la rédaction du rapport sont présentées ci-dessous, avec, le cas échéant, les numéros qui rappellent les références citées dans le texte de cette étude.

	Adjeroud M. et Lasne G., 2011. Fiche n° 19 : Abondance des colonies coralliennes. In Beliaeff B., Bouvet G., Fernandez J.-M., David C., Laugier T. Guide pour le suivi de la qualité du milieu marin en Nouvelle-Calédonie. Programme ZONECO et programme CNRT Nikel et son environnement, pages 152-153
	Adjeroud M. et Lasne G., 2011. Fiche 20 : Recouvrement corallien. In Beliaeff B., Bouvet G., Fernandez J.-M., David C., Laugier T. Guide pour le suivi de la qualité du milieu marin en Nouvelle-Calédonie. Programme ZONECO et programme CNRT Nikel et son environnement, pages 154-155
49	AEL / LEA, 2013. Rapport d'analyses du 16/07/13, 2p
	Andréfouët S., Torres-Pulliza D., 2004. Atlas des récifs coralliens de Nouvelle-Calédonie, IFRECOR Nouvelle-Calédonie, IRD, Nouméa, Avril 2004, 26p + 22 planches
	Aqua Terra, 2007. Suivi de l'état biologique du milieu marin, avant à la pose de l'émissaire de l'effluent liquide, Projet Goro Nickel. Septembre 2007 Affaire 012-07 C1499-StationPlatier-Ver E (23 p) & Doc C1499-Stations00à05-Ver D (53 p)
17	Aqua Terra, 2008. Rapport final pour « Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et canal de la Havannah » Projet Goro Nickel, Vale Inco NC. Mission Octobre 2008. Contrat 1996. Document : AquaTerra_Rap_047-08_V02. 222p
	Aqua Terra, 2008. Atlas photographique pour « Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et canal de la Havannah » Projet Goro Nickel, Vale Inco NC. Mission Octobre 2008. Contrat 1996. Document : AquaTerra_AtlasPho_047-08_V01. 96p
	Aqua Terra, 2009. Suivi de l'état biologique du milieu marin, suite à la pose de l'émissaire de l'effluent liquide, Projet Goro Nickel. Mars 2009 Affaire 005-09C1499-Ppt présentation ver 03 Ile Ouen 25 mars 27 diapos
28	Aqua Terra, 2009. Rapport final pour « Evaluation de l'impact d'une fuite acide sur le milieu marin » Projet Goro Nickel, Vale Inco NC. Mission 1, avril 2009. PO E13690. Document : AquaTerra_Rap_009-09_V02. 176p
	Aqua Terra, 2009. Atlas photographique pour « Evaluation de l'impact d'une fuite acide sur le milieu marin » Projet Goro Nickel, Vale Inco NC. Mission avril 2009. PO E13690. Document : AquaTerra_AtlasPho_009-09_V01. 104p
29	Aqua Terra, 2009. Rapport final pour « Evaluation de l'impact d'une fuite acide sur le milieu marin » Projet Goro Nickel, Vale Inco NC. Mission 2, juin 2009. PO E15217. Document : AquaTerra_Rap_018-09_V03. 182p
	Aqua Terra, 2009. Atlas photographique pour « Evaluation de l'impact d'une fuite acide sur le milieu marin » Projet Goro Nickel, Vale Inco NC. Mission juin 2009. PO E15217. Document : AquaTerra_AtlasPho_018-09_V01. 96p
32	Aqua Terra, 2009. Rapport final pour « Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et canal de la Havannah » Projet Goro Nickel, Vale Inco NC. Mission juin 2009. Contrat 1996 av1. Document : AquaTerra_Rap_006-09_V01. 256p
	Aqua Terra, 2009. Atlas photographique pour « Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et canal de la Havannah » Projet Goro Nickel, Vale Inco NC. Mission juin 2009. Contrat 1996 av1. Document : AquaTerra_AtlasPho_006-09_V01. 190p
30	Aqua Terra, 2010. Rapport final pour « Evaluation de l'impact d'une fuite acide sur le milieu marin » Projet Goro Nickel, Vale Inco NC. Mission 3, décembre 2009. PO E18597. Document : AquaTerra_Rap_048-09_V02. 205p
	Aqua Terra, 2010. Atlas photographique pour « Evaluation de l'impact d'une fuite acide sur le milieu marin » Projet Goro Nickel, Vale Inco NC. Mission décembre 2009. PO E18597. Document : AquaTerra_AtlasPho_048-09_V01. 98p
33	Aqua Terra, 2010. Rapport final pour « Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et canal de la Havannah » Projet Goro Nickel, Vale Inco NC. Mission mars-avril 2010. Contrat C2415. Document : AquaTerra_Rap_064-09_V01. 271p
	Aqua Terra, 2010. Atlas photographique pour « Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et canal de la Havannah » Projet Goro Nickel, Vale Inco NC. Mission mars-avril 2010. Contrat C2415. Document : AquaTerra_AtlasPho_064-09_V01. 180p
31	Aqua Terra, 2010. Rapport final pour « Suivi de l'impact d'une fuite acide sur le milieu marin » Projet Goro Nickel, Vale NC. Mission 4, avril 2010. PO E29830. Document : AquaTerra_Rap_019-10_V01. 205p
	Aqua Terra, 2010. Atlas photographique pour « Suivi de l'impact d'une fuite acide sur le milieu marin » Projet Goro Nickel, Vale Inco NC. Mission avril 2010. PO E29830. Document : AquaTerra_AtlasPho_019-10_V01. 96p
34	Aqua Terra, 2010. Rapport final pour « Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et canal de la Havannah » Projet Goro Nickel, Vale Inco NC. Mission septembre 2010. Contrat C2415. Document : AquaTerra_Rap_058-10_V01. 276p
	Aqua Terra, 2010. Atlas photographique pour « Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et canal de la Havannah » Projet Goro Nickel, Vale Inco NC. Mission septembre 2010. Contrat C2415. Document : AquaTerra_AtlasPho_058-10_V01. 200p
	Aqua Terra, 2011. Etude d'impact environnementale sur la zone P1 pour le dossier de demande de régularisation. Massif minier de Cap Bocage, SMCB : Rapport 046-10 A Ver04 : 286p
	Aqua Terra, 2011. Etude d'impact environnementale sur les zones P2-P3 pour le dossier de demande de régularisation. Massif minier de Cap Bocage, SMCB : Rapport 046-10 B Ver02 : 298p
	Aqua Terra, 2011. Suivi du milieu marin, Demande de Régularisation de travaux miniers, Compléments de l'état initial. Centre minier



	de Tiebaghi, mine Alpha et projet Dôme (SLN). Mission décembre 2010. Rap 060-10 Ver02 Partie A. 153 p
	Aqua Terra, 2011. Suivi du milieu marin, Demande de Régularisation de travaux miniers, Recommandations. Centre minier de Tiebaghi, mine Alpha et projet Dôme (SLN). Rap 060-10 Ver02 Partie B (Recommandations). 47 p
35	Aqua Terra, 2011. Rapport final pour « Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et canal de la Havannah » Projet Goro Nickel, Vale NC. Mission mars 2011. Contrat C2415. Document : AquaTerra_Rap_001-11_V01. 320p
	Aqua Terra, 2011. Atlas photographique pour « Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et canal de la Havannah » Projet Goro Nickel, Vale NC. Mission mars 2011. Contrat C2415. Document : AquaTerra_AtlasPho_001-11_V01. 210p
	Aqua Terra, 2011. Suivi de l'état biologique du milieu marin, autour de l'émissaire de l'effluent liquide, Projet Goro Nickel. Juin 2011 CR 011-11 Ver 01 (16 p)
36	Aqua Terra, 2011. Rapport final pour « Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et canal de la Havannah » Projet Goro Nickel, Vale NC. Mission octobre 2011. Contrat C2415. Document : AquaTerra_Rap_040-11_V01. 342p
	Aqua Terra, 2011. Atlas photographique pour « Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et canal de la Havannah » Projet Goro Nickel, Vale NC. Mission octobre 2011. Contrat C2415. Document : AquaTerra_AtlasPho_040-11_V01. 211p
	Aqua Terra, 2012. Programme de suivi biologique des eaux douces et du milieu marin. Massif minier de Cap Bocage, SMCB : Campagne décembre 2011. Rapport 072-11 Ver01 : 129p
37	Aqua Terra, 2012. Rapport final pour « Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et canal de la Havannah » Projet Goro Nickel, Vale NC. Mission mars 2012. Contrat C2415. Document : AquaTerra_Rap_006-12_V01. 436p
	Aqua Terra, 2012. Atlas photographique pour « Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et canal de la Havannah » Projet Goro Nickel, Vale NC. Mission mars 2012. Contrat C2415. Document : AquaTerra_AtlasPho_006-12_V01. 234p
	Aqua Terra, 2012. Rapport final pour « Suivi de l'impact d'une fuite acide sur le milieu marin » Projet Goro Nickel, Vale NC. Mission 5, avril 2012. PO E45335. Document : AquaTerra_Rap_016-12_V01. 210p
	Aqua Terra, 2012. Atlas photographique pour « Suivi de l'impact d'une fuite acide sur le milieu marin » Projet Goro Nickel, Vale NC. Mission avril 2012. PO E453350. Document : AquaTerra_Rap_016-12_V01. 205p
38	Aqua Terra, 2012. Rapport final pour « Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et canal de la Havannah » Projet Goro Nickel, Vale NC. Mission octobre 2012. Contrat C2415 E20545. Document : AquaTerra_Rap_041-12_V01. 496p
	Aqua Terra, 2012. Atlas photographique pour « Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et canal de la Havannah » Projet Goro Nickel, Vale NC. Mission octobre 2012. Contrat C2415 E20545. Document : AquaTerra_AtlasPho_041-12_V01. 234p
	Aqua Terra, 2013. Programme de suivi biologique des eaux douces et du milieu marin. Massif minier de Cap Bocage, SMCB : Campagne avril 2013. Rapport 053-12 Ver01 : 134p
	Aqua Terra, 2013. Rapport final pour « Synthèse des données algues, Baie de Prony et canal Woodin et de la Havannah » Projet Goro Nickel, Vale NC. Missions de 2007 à mars 2012. PO E40362 et E40363. Document : AquaTerra_Rap_070-13_V02. 76p
	Aqua Terra, 2013. Compte rendu succinct pour « Suivi de l'état de santé du milieu marin, zone du Creek baie nord. Conséquences potentielles du cyclone tropical Freda sur l'étage infralittoral supérieur » Projet Goro Nickel, Vale NC. Janvier 2013. Ppt24p
46	Aqua Terra, 2013. Rapport final pour « Suivi de l'état de santé du milieu marin, zone du Creek baie nord » Projet Goro Nickel, Vale NC. Mission 6, janvier 2013. PO E54932. Document : AquaTerra_Rap_004-13_V00. 183p
	Aqua Terra, 2013. Atlas photographique pour « Suivi de l'état de santé du milieu marin, zone du Creek baie nord » Projet Goro Nickel, Vale NC. Mission janvier 2013. PO E549320. Document : AquaTerra_AtlasPho_004-13_V01. 180p
39	Aqua Terra, 2013. Rapport final pour « Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et canal de la Havannah » Projet Goro Nickel, Vale NC. Mission mars 2013. Contrat C2415 PO E53799. Document : AquaTerra_Rap_003-13_V01. 441p
40	Aqua Terra, 2013. Rapport final pour « Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et canal de la Havannah » Projet Goro Nickel, Vale NC. Mission septembre 2013. Contrat C2415 PO E53799. Document : AquaTerra_Rap_061-13_V01. 431p
	Aqua Terra, 2014. Rapport final pour « Diagnostic de l'état de santé des peuplements récifaux et organismes associés sur et à proximité de l'émissaire » Projet Goro Nickel, Vale NC. Suivi de l'émissaire, novembre 2013. Contrat PO E64212. Document : AquaTerra_Rap_083-13_V01. 134p
	Aqua Terra, 2013 : Compte-rendu de mission, novembre 2013 : Etat initial du milieu marin sous le quai vraquier. Document : AquaTerra_CR084-13_V00 16 pages
54	Aqua Terra, 2014. Rapport final pour « Suivi de l'état de santé du milieu marin, Suivi spécifique Puka » Projet Goro Nickel, Vale NC. Mission décembre 2013. PO E62786 et E64977. Document : AquaTerra_Rap_068-13_V02. 246p
	Aqua Terra, 2014. Rapport final pour « Herbière de la Baie Kwé : Première approche : Descriptif général, Cartographie, Etat des lieux initial » Projet Goro Nickel, Vale NC. Mission avril 2014. PO E66764. Document : AquaTerra_Rap_008-14_V00. 53p
41	Aqua Terra, 2014. Rapport final pour « Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et canal de la Havannah » Projet Goro Nickel, Vale NC. Mission avril 2014. Contrat C2415 PO E53801. Document : AquaTerra_Rap_027-14_V01. 392p
	Aqua Terra, 2014. Etat de référence pour "Etat des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Nakety » NMC, SMN et SMT. Mission avril 2014. Document : AquaTerra_Rap_066-13_V02. 211p
42	Aqua Terra, 2014. Rapport final pour « Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et canal de la Havannah » Projet Goro Nickel, Vale NC. Mission octobre 2014. Contrat C2415 PO E53801. Document : AquaTerra_Rap_058-14_V00. 329p
	Aqua Terra, 2014. Suivi quantitatif pour "Etat des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Poya" NMC. Mission octobre 2014. Document : AquaTerra_Rap_012-14_V01. 105p



	Aqua Terra, 2014. Programme de suivi biologique des eaux douces, site minier de Cap Bocage. SMCB. Campagne 2014. Document : AquaTerra_Rap_078-13_V01. 105p
	Aqua Terra, 2014. Programme de suivi biologique du milieu marin : Suivi quantitatif de l'état des peuplements récifaux et organismes associés, site minier de Cap Bocage. SMCB. Campagne 2014. Document : AquaTerra_Rap_078-13_V01. 164p
43	Aqua Terra, 2015. Rapport final pour « Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et canal de la Havannah » Projet Goro Nickel, Vale NC. Mission mars 2015. Contrat C2415 PO E53801. Document : AquaTerra_Rap_028-15_V00. 348p
	Aqua Terra, 2015. Programme de suivi biologique du milieu marin : Suivi qualitatif de l'état des peuplements récifaux et organismes associés, site minier de Cap Bocage. SMCB. Campagne 2015. Document : AquaTerra_Rap_070-14_V01. 112p
44	Aqua Terra, 2015. Rapport final pour « Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et canal de la Havannah » Projet Goro Nickel, Vale NC. Mission octobre 2015. Contrat C2415 E53801. Document : AquaTerra_Rap_071-15_V00. 367p
	Aqua Terra, 2016 : Rapport pour « Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés au port de Prony. Avant / après travaux de dragage » Projet Goro Nickel, Vale NC. Mission novembre 2014 / août 2015. Contrat E73528. Document : AquaTerra_Rap_065-14_V00. 85p
45	Aqua Terra, 2016. Rapport final pour « Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et canal de la Havannah » Projet Goro Nickel, Vale NC. Mission avril 2016. Contrat C2415 E53801. Document : AquaTerra_Rap_028-16_V00. 374p
	Aqua Terra, 2016. Programme de suivi biologique des eaux douces, site minier de Cap Bocage. SMCB. Campagne 2016. Document : AquaTerra_Rap_085-16_V02. 108p
	Aqua Terra, 2016. Programme de suivi biologique du milieu marin : Suivi qualitatif de l'état des peuplements récifaux et organismes associés, site minier de Cap Bocage. SMCB. Campagne 2016. Document : AquaTerra_Rap_063-16_V01. 91p
66	Atiullah M., 1962. On the effect of non-normality on the estimation of components of variance. J. Roy. Statist. Soc., Ser. B 24, 140-147
	Avias J., 1959. Les récifs coralliens de la Nouvelle-Calédonie et quelques-uns de leurs problèmes. Extrait du Bul. Soc. Géo. Fr, 7è série, t.I, p 424-430
18	Baker F.B., et Collier R.O., 1966. Some empirical results on variance ratios under permutation in the completely randomized design. J. Amer. Statist. Ass. 61, 813-820
58	Barnabé G., 1976. Utilisation des techniques de la pêche sous-marine pour l'étude des populations de poissons littoraux. Rapp. Comm. int. Mer Medit., 23 (6) : 63-64
	Baudry et Baudry-Lavel, 1982. La mesure de la diversité spatiale. Relation avec la diversité spécifique, utilisation dans les évaluations d'impact. Acta Oecologica, Oecol. Applic., 3(2), 177-190
	Beliaff B., Bouvet G., Fernandez J-M., David C., Laugier T., 2011. Guide pour la qualité du milieu marin en Nouvelle-Calédonie. Programme ZONECO et programme CNRT Le Nickel. 169p
	Benzoni F., Lasne G., Pichon M., Payri C., 2008. Patterns of zooxanthellate scleractinia biodiversity in New Caledonia Biodiversity and Diversification of Reef Organisms. Coral reef symposium 2008
	Bird E.C.F., Dubois J.P. et Iltis J., 1981. The impacts of opencast mining on the rivers and coasts of New Caledonia. NRTS-25/UNEP-505 : 53p
	Blaber S.J.M. et Blaber T.G., 1980. Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fish. J. Fish Biol. 17 : 143-162
61	Buckland S. T., 1992. Fitting density functions with polynomials. <i>Applied Statistics</i> ,41, 63:76
62	Buckland S. T., 2006. Point transect surveys for songbirds: robust methodologies. <i>The Auk</i> ,123, (2), 345-345
63	Buckland S. T., Anderson D. R., Burnham K. P., Laake J. L., Borchers D. L. and Thomas L., 2001. Introduction to distance sampling - Estimating abundance of biological populations. <i>Oxford University Press</i> , Oxford
64	Buckland S. T., Anderson D. R., Burnham K. P., Laake J. L., Borchers D. and Thomas L., 2004. <i>Advanced Distance Sampling</i> . Oxford University. Press, Oxford
19	Box et Andersen, 1955. Permutation theory in the derivation of robust criteria and the study of departures from assumption. J. Roy. Statist. Soc., Ser. B 26, 211-252 B 17, 1-26
	Cabioch G., 1988. Récifs frangeants de Nouvelle-Calédonie (Pacifique sud-ouest). Structure interne et influences de l'eustatisme et de la néotectonique. Publications de l'Université de Provence (ed.), Aix en Provence : 291 p. + 25 planches-photos
68	Chakravarti S., 1967. Effect of the inequality of variances in analysis of variance ratio. <i>Biometrika</i> 16, 103-120
57	Chapman C. J., Johnstone A. D. F., Dunn J. R. and Creasy D. J., 1974. Reactions of fish to sound generated by divers' open-circuit underwater breathing apparatus. <i>Marine Biology</i> 27 : 357-366
	Chevalier J.P., 1971. Les Scléractiniaires de la Mélanésie française (Nouvelle-Calédonie, "les Chesterfield, "les Loyauté, Nouvelles Hébrides). 1ère partie. in : Expéd. fr. sur les récifs coralliens de la Nouvelle-Calédonie. Paris : Singer-Polignac. 5 : 307 p
	Chevalier J.P., 1973. Coral reefs of New Caledonia. in : JONES O.A, ENDEAN R. (ed.) : Biology and geology of coral reefs. New York : Acad. Press. Vol 1, Geol. 1 : 143-166
	Chevalier J.P., 1975. Les Scléractiniaires de la Mélanésie française. 2ème partie. in : Expéd. fr. sur les récifs coralliens de la Nouvelle-Calédonie. Paris : Singer-Polignac. Vol. 7 : 407 p
	Chevalier J.P., 1980. Les coraux du lagon de la Nouvelle-Calédonie. in : DUGAS F., DEBENAY J.P. Carte sédimentologique et carte annexe du lagon de Nouvelle-Calédonie à 1/50 000. Feuille la Tontouta. Paris : ORSTOM. Not. Explic., 86 : 17-22
	Clua E., Legendre P., Vigliola L., Magron F., Kulbicki M., Sarramegna S., Galzin,R., 2006. Medium scale approach (MSA) for improved assessment of coral reef fish habitat. <i>Journal of Experimental Marine Biology and Ecology</i> , 333(2), 219-230
20	Cochran W.G., 1947. Some consequences when the assumptions for the analysis of variance are not satisfied. <i>Biometrics</i> 3, 22-38
	Cochran W. G., 1951. Testing a linear relation among variances. <i>Biometrics</i> 7: 17-32
	Condit R., Pitman N., Leigh Jr. E.G., Chave J., Terborgh J., Foster R.B., Núñez, P., Aguilar S., Valencia R., Villa G., Muller-Landau H.C., Losos E., Hubbell S.P., 2001. Beta-diversity in tropical forest trees. <i>Science</i> 295, 666-669



	Cyrus P., 1984. The influence of turbidity on fish distribution in Natal estuaries. Ph. D. Thesis : University of Natal, Pietermaritzburg (Afrique du Sud) : 202p
66	Dagnelie P., 1980. Théorie et méthodes statistiques, Les Presses Agronomiques de Gembloux, (Vol II) 463 p
21	Donaldson, 1968. Robustness of the F-test to error of both kinds and the correlation between the numerator and denominator of the F-ratio. J. Amer. Statist. Ass. 63. 660-676
	Douillet P. et Fernandez J.M., 2009. Etude sur le comportement, la dispersion et les effets biologiques des effluents industriels dans le lagon sud de la NC. Modélisation et simulation du transport des formes particulières d'origine naturelle. Simulation annuelle de la sédimentation des particules naturelles en contact avec l'effluent. Convention IRS/Goro-Ni n°1124, 55p
1	English S. and al., 1997. Survey manual for tropical marine resources (2nd Edition). Australian Institute of Marine Science. 390p
	Faure G., Thomassin B., Vasseur P., 1981. Reef coral assemblages on the windward slopes in the Noumea Lagoon (New Caledonia). Proc. 4th int. Coral Reef Symp., Manila, 18-22 May 1981. 293-301
	Fernandez J-M., Chevillon C., Belhandouz A., Di Matéo A., 2006. Etude des apports sédimentaires à l'embouchure du creek de la rade Nord (Baie de Prony). UR-103 CAMELIA, IRD-Nouméa Nouvelle-Calédonie
50	Fernandez J-M. et Moreton B., 2013. Rade Nord : physico-chimie de la colonne d'eau consécutivement au passage du cyclone Fréda. Rapport AEL A130117-V-002, contrat Vale-NC/AEL n°E54930, 33p
	Fernandez J.M., Moreton B., Le Grand H., Pluchino S., 2013. Suivi des densités de flux verticaux de particules dans le Canal de la Havannah et la baie Kwé : mission de janvier et février 2013. Contrat Vale-NC/AEL n° 2684, Rapport AEL 110308-VI-11, 60p
12	Fisk D., 2009. Best practice for LIT survey. Coral list Vol4 Issue 28
27	Friedman M., 1937. The use of ranks to avoid the normality implicit in the analysis of variance. J. Amer. Statist. Ass. (32) 675-701p
	Frontier S., 1982. Réflexions pour une théorie des écosystèmes. Bull. Ecol. 8 (4) : 445-464
	Gabriel C., Cros A., Chevillon C., Downer A. 2005. Analyse Eco-régionale marine de Nouvelle-Calédonie. Atelier d'identification des aires de conservation prioritaire. 112p
	Gabriel C., Garrigue C., Kulbicki M., Laboute P., Lebigre J.M., Lasne G., Payri C., Pichon M., Richer de Forges B., Spaggiari J., Renoux R., Dec 2008. Analyse Ecorégionale Marine de la Nouvelle-Calédonie
	Garrigue C., 1985. Répartition et production organique et minérale de macrophytes benthiques du lagon de Nouvelle Calédonie. Thèse, Université des Sciences et Techniques du languedoc, Montpellier, 270 pp
	Garrigue C. & Tsuda R.T., 1988. Catalog of marine benthic algae from New Caledonia. Micronesica, 21, 53-70
	Garrigue C. & Di Matteo A., 1991. La biomasse végétale benthique du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie. Résultats bruts : liste taxonomique, biomasses, pigments chlorophylliens. Arch. Sci. Mer, Biol. iiiur., ORSTOM, Noumea, 1, 143 pp
22	Geary, 1956. Test de la normalité. Ann. Inst. Poincaré 15, 35-65
47	Ginger Soproner, 2013. Avis sur les mortalités observées en juillet 2013, Rapport final, 29p
	Guille A., Menou J. L., Laboute P., 1986. Guide des étoiles de mer, oursins et autres échinodermes du lagon de Nouvelle-Calédonie. Edition de l'ORSTOM. 238p
23	Hack, 1958. An empirical investigation into the distribution of the F-ratio in samples from two non-normal populations. Biometrika 45, 260-265
	Harada K.-I., Tsuji K. & Wanatabe M.F., 1996. Stability of microcystins from cyanobacteria. III. Effect of pH and temperature. Phycologia, 35 (6 Supplement), 83-88
	Harborne A.R., Mumby P.J., Zychaluk K., Hedley J.D., Blackwell P.G., 2006. Modeling the beta diversity of coral reefs. Ecology 87, 2871-2881
55	Harmelin-Vivien M.L., J.G. Harmelin, C. Chauvet, C. Duval, R. Galzin, P. Lejeune, G. Barnabé, F. Blanc, R. Chevalier, J. Duclerc, G. Lasserre, 1985 – Evaluation visuelle des peuplements et populations de poissons : méthodes et problèmes. Revue d'Ecologie (Terre et Vie), vol. 40 : 80p
	Hatcher B.G., 1997. Coral reef ecosystems : how much greater is the whole than the sum of the parts ? Coral Reefs 16, S77-S91
	Hawkins Sigrid V., 2006. "Feeding Preference of the Cushion Star, <i>Culcita novaeguineae</i> in Mo'orea" (December 1, 2006). Water Resources Center Archives. Biology and Geomorphology of Tropical Islands (ESPM 107/IB 158)
69	Horsnell G., 1953. The effect of unequal group variances on the F-test for homogeneity of group means. <i>Biometrika</i> 40, 128-136
25	Ineris, 2016. Rapport principal "Optimisation du plan de suivi environnemental du milieu marin autour des installations industrielles, minières et portuaires de VALE NC". Rapport d'étude N° DSC-15-148566-12273A. 04 février 2016 72p
	Kendrick G. A., 1994. Effects of settlement density and adult canopy on survival of recruits of <i>Sargassum</i> spp. (Sargassaceae phaeophyta); Mar. Ecol. Progr. Ser. 103 129-140
	Kendrick G. A. & Walker D. I., 1994. Role of recruitment in structuring beds of <i>Sargassum</i> spp. (Phaeophyta) at Rottneest Island, western Australia. J. Phycol. 30:200-8
	Kendrick G. A. and Walker D. I., 1995. Dispersal of propagules of <i>Sargassum</i> spp. (Sargassaceae phaeophyta) : observations of local patterns of dispersal and possible consequences for recruitment and population structure. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 192 273-288
67	Kelleher T., Robinson H.F., et Comstock R.E., 1958. Precision of estimates of variance components. <i>Biometrics</i> 14, 69-77
15	Kinne O., 1980. Introduction to the treatise and to Volume 1, in : Kinne, O. (1980). Diseases of marine animals : 1. General aspects, Protozoa to Gastropoda. pp. 1-11
16	Kinne O., 1980. Diseases of marine animals : general aspects, in : Kinne, O. (1980). Diseases of marine animals : 1. General aspects, Protozoa to Gastropoda. pp. 13-73
70	Kruskal W.H., Wallis W.A., 1952. Use of ranks in one-criterion variance analysis. Journal of the American Statistical Association 47 (260) : 583-621 et 48, 907-911
10	Kulbicki M., Guillemot N., Amand M., 2005. A general approach to length-weight relationships for New Caledonian lagoon fishes. <i>Cybiu</i> 2005, 29 (3) : 235-252
60	Kulbicki M., Sarra-magna S., 1999. Adequacy of several density estimates obtained from underwater visual censuses : a case study of Chaetodontidae and Pomacanthidae. <i>Aquatic Living Resources</i> 12, 315±325
	Laboute P., Grandperrin R., 2000. Poissons de Nouvelle-Calédonie, Nouméa : Catherine Ledru, 519p

	Laboute P. et Magnier Y., 1978. Guide sous-marin de Nouvelle-Calédonie. Ed. du Pacifique, Papeete (Polynésie Française) : 160p
56	Labrosse P., Kulbicki M., Ferraris J., 2001. Comptage de poissons en plongée. Conditions d'utilisation et de mise en œuvre. Ed. SPC Nouméa, Nouvelle-Calédonie. 54p
	Lasne G., 2006. Synthèse bibliographique des coraux de Nouvelle-Calédonie. C. de coord. CRISP / IRD 93p
	Lasne G., 2007. Les coraux de Nouvelle-Calédonie : Synthèse bibliographique. Cellule de coordination CRISP, IRD, WWF, MNHN, EPHE. 93p
	Lasne G., 2009. Inventaire des coraux scléractiniaires du Grand Lagon Nord – Mission CoRalCal 3-IRD. (CRISP). 119p
	Lasne G., 2010. Inventaire des coraux scléractiniaires du Grand Lagon Nord de la Nouvelle-Calédonie – Campagne CORALCAL III, 10-30 mars 2009. 122p / Cellule de coordination CRISP, IRD. 120p
	Lasne G., 2014. Estimation temporelle de la colonisation biotique sur la partie rompue de l'émissaire marin et évaluation de l'état de santé des communautés récifales aux abords de cette rupture. Rap 135-2014_V02. 19p
	Lasne G. in Clua E., McKenna S., Vieux C., 2011. Contribution à l'inventaire biologique et à l'évaluation des ressources des récifs des Chesterfield – Apia, Samoa : SPREP
	Legendre P., Borcard D. and Peres-Neto R.P., 2005. Analysing Beta Diversity : Ecological Monographs, 75 (4) :435-50
	Legendre P. et Legendre L., 1998. Numerical Ecology. Ed. : Elsevier. p 852
	Le Grand H., Kaplan H., Raynal A., Fernandez J.M., 2014. Suivi renforcé de la qualité physico-chimique de l'eau de mer de la station Puka A. 46p
14	Leroy A., 2006, Utilisation des prévisions saisonnières en Nouvelle-Calédonie. Note de la DP no. 6, Direction de la Météorologie, MétéoFrance. 169 pp
	Levi C., Bargibant G., Menou J.L., Laboute P., 1998. Sponges of the New Caledonian Lagoon. Edition de l'ORSTOM. 214p
59	Lobel P.S., 2005. Scuba Bubble Noise and Fish Behavior : A Rationale for Silent Diving Technology. American Academy of Underwater Sciences
48	Météo France, 2013. Bulletin météorologique exceptionnel. http://www.meteo.nc/actualites/364-episode-pluvieux-debut-juillet-2013
11	Mundy C., 1985. These about accuracy and precision of the LIT method. James Cook University Townsville
	Œil, 2012. Communautés récifales dans le périmètre d'influence de Vale Nouvelle Calédonie : Etat de référence en 2011. 4 Parties
	Ormond R.F.G., Roberts C., 1997. The biodiversity of coral reef fishes. In: Ormond, R.F.G., Gage, J.D., Angel, M.V. (Eds.), Marine Biodiversity: Patterns and Processes. Cambridge University Press, pp. 216–257
	Ornellas A.B. and Coutinho R., 1998. Spatial and temporal patterns of distribution and abundance of a tropical fish assemblage in a seasonal Sargassumbed, Cabo Frio Island, Brazil. J. Fish Biol, 53 (A): 198-208
	Parrish J. D., 1989. Fish communities of interacting shallow-water habitats in tropical oceanic regions. Mar. Ecol. Prog. Ser. 58 : 143-160
7	Payri C. et Richer de Forges B., 2006. Compendium of marine species from New Caledonia. Doc. Sci. Tech. II7 volume spécial, IRD
	Pearson E.S. et Hartley H.O., 1966. Biometrika tables for statisticians (Vol I) University Press, Cambridge, 264p
	Pichon M., 2006. Biodiversité des coraux scléractiniaires de Nouvelle-Calédonie. Rapport sur la mission effectuée à Nouméa Nouvelle-Calédonie du 4 au 21 mai 2006. Rapports de mission confidentiels
	Pichon M. 2006. Scleractinia of New-Caledonia. Check list of reef dwelling species. Rapports de mission confidentiels
5	Pichon M., 2006. Scleractinia of New-Caledonia. in Payri C. et Richer de Forges B., (eds). Compendium of marine species from New Caledonia. Doc. Sci. Tech. II7 volume spécial, IRD : 148-155
	Pichon M. et al., 2007. Biodiversité des coraux scléractiniaires de Nouvelle-Calédonie. Rapport de mission confidentiel du Diahot du 17 novembre au 12 décembre 2006 (EPHE), 26p
	Randall J.E., Allen G.R. and R.C. Steene, 1990. Fishes of the Great Barrier Reef and Coral Sea. University of Hawaii Press, Honolulu, Hawaii. 506p
9	Randall J.E., 2005. Reef and shore fishes of the South Pacific. University of Hawaii, Press book. 707 p
6	Richer de Forges B., Laboute P., 2004. Lagons et récifs de Nouvelle-Calédonie, 1600 espèces. Edition Catherine Ledru-IRD
13	Risk M.J., Risk A.C., 1997. Reef surveys as an aid in management. Proc. 8th Intl. Coral Reef Sym. 2, 1471±1474.
	Rougerie F., 1986. Le lagon Sud-Ouest de la Nouvelle-Calédonie : spécificité hydrologique, dynamique et productivité. Etudes et Thèses : ORSTOM, Paris (France) : 233p
	Salvat Bernard, 1996. Suivi scientifique du phénomène de blanchissement des coraux en Polynésie française, Follow up of coral bleaching in French Polynesia. 97 p. (bibl.: dissem.), ENV-SRAE - 92006
53	Sato M., 1984. Mortality and growth of juvenile coral <i>Pocillopora damicornis</i> (Linnaeus) Univ. Ryukyus, dep. marine sci., Okinawa 903 01, JAPON
	SLE 1995. Projet Goro Nickel, Nouvelle-Calédonie. Etude de caractérisation de l'environnement. Rapp. SNC-Lavalin/INCO Exploration & Technical Services Inc. 007445 : 242p + annexes
	Soubeyran Y., Meyer J.Y. et le Groupe de travail « Espèces Exogènes », 2011. Expertise du « Plan opérationnel pour la maîtrise des espèces exogènes » de la société Vale Nouvelle-Calédonie. Rapport final. 34p
24	Srivastava, 1959. Effect of non-normality on the power of the analysis of variance test. Biometrika 46, 114-122
	Thollot P., 1992. Les poissons de mangrove du lagon Sud-Ouest de Nouvelle-Calédonie. Ecologie des peuplements. Relations avec les communautés ichtyologiques côtières. Thèse Doct. : Univ. Aix-Marseille II (France) : 406p
	Thollot P. et Wantiez L., 1996. Evaluation des impacts du projet Goro Nickel sur les communautés biologiques marines de la Baie Kwé et de la zone portuaire de Prony. 38p
65	Thomas L., Laake J., Rexstad E., Strindberg S., Marques F., Buckland S., Borchers D., Anderson D., Burnham K., Burt M., Hedley S., Pollard J., Bishop J. and Marques T., 2009. Distance 6.0. release 1. Research Unit for Wildlife Population Assessment, University of St. Andrews, UK. (http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/)
	Trescases J.J., 1969. Premières observations sur l'altération des péridotites en Nouvelle-Calédonie. Pédologie, géochimie et géomorphologie. Cah. ORSTOM, Ser. Géol. 1 : 27-57
	UICN, 2001. Catégories et Critères de l'UICN pour la Liste Rouge : Version 3.1. Commission de la sauvegarde des espèces de

	l'UICN. UICN, Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni. ii + 32pp
	Veron J.E.N., Pichon M., 1980. Scleractinia of Eastern Australia. Part 3. Families Agaricidae, Siderastreidae, Fungiidae, Oculinidae, Merulinidae, Mussidae, Pectinidae, Caryophyllidae, Dendrophylliidae. Mem. Austral. Inst. Marine Sci. 4. 422 pp
	Veron J.E.N., Wallace C.C., 1984. Scleractinia of eastern Australia. IV Family Acroporidae. Aust. Inst. Mar. Sci. Monogr. Ser. 6. 485p
	Veron J.E.N., 1986. Coral of Australia and the Indo-Pacific. Angus and Robertson Publishers. 644p
3	Veron J.E.N., 1995. Corals in space and time, the biogeography and evolution of the Scleractinia. UNSW Press, Sydney. 321p
4	Veron J.E.N., 2000. Corals of the world. Australian Institute of Marine Science, Townsville, 1410pp
	Wallace C., 1994. New species and a new species-group of the coral genus <i>Acropora</i> (Scleractinia: Astrocoeniina: Acroporidae) from Indo-Pacific locations. Invert. Tax. 8: 961–88
	Wallace C., 1997. New species of the coral genus <i>Acropora</i> and new records of recently described species from Indonesia. Zool. J. Linn. Soc. 120: 27–50
2	Wallace C., 1999. Staghorn Corals of the World. A revision of the Genus <i>Acropora</i> . (ed) CSIRO Publishing pp. 422p
	Wallace C. & Willis B.L., 1994. Systematics of the coral genus <i>Acropora</i> : implications of new biological findings for species concepts. Annu. Rev. Ecol. Syst., 25: 237-262
	Wallace C. et Wolstenholme J., 1998. Revision of the coral genus <i>Acropora</i> in Indonesia. Zool. J. Linn. Soc. 123: 199–384
	Wells J.W., 1959. Notes on Indo-Pacific Scleractinian corals. Part 1 and 2. Pac. Sci., 13 (3) : 286-290
	Wells J.W., 1961. Notes on Indo-Pacific Scleractinian corals, Part 3. A new reef coral from New Caledonia. Pac. Sci., 15 : 189-191
	Wells J.W., 1964. The recent solitary Mussid Scleractinian corals. Zool. Meded., Leiden, 39 : 375-384
	Wells J.W., 1968. Notes on Indo-Pacific Scleractinian corals. Parts 5 and 6. Pac. Sci., 22 (2) : 274-276
	Wells J.W., 1971. Notes on Indo-Pacific Scleractinian corals. Part 7. Pac. Sci., 25 (3) : 368-371
	Wells J.W., 1984. Notes on Indo-Pacific Scleractinian corals. Part 10. Pac. Sci., 38 (3) : 205-219
	Whittaker R.H., 1960. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. Ecological Monographs 30, 279–338
	Whittaker R. H., 1972. Evolution and measurement of species diversity taxon. 21 : 213-251
	Whittaker R.H., 1977. Species diversity in land communities. Evolutionary Biology 10, 1–67
	Wiebe W.J., 1987. Nutrient pools and dynamics in tropical, marine, coastal environments, with special reference to the Caribbean and Indo-west Pacific regions. UNESCO Rep. Mar. Sci., 46 : 19-42
	Wijsman-Best M., 1972. Systematics and ecology of New Caledonia Faviidae (Coelenterata, Scleractinia). Bijdr. Dierk., 42 (1) : 1-90
	Wijsman-Best M., 1973. A new species of the Pacific coral genus <i>Blastomussa</i> from New Caledonia. Pac. Sci., 27 (2) : 154-155
	Wijsman-Best M., 1974. Habitat-induced modification of reef corals (Faviidae) and its consequences for taxonomy. In: Proceedings of the Second international coral reef symposium (Cameron-A-M editor), Volume 2; coral settlement and growth : 217-228
26	Wilcoxon F., 1945. Individual comparisons by ranking methods. Biometrics Bulletin 1 (6): 80–83
	Work T.M., Aeby G.S., Lasne G., Tribollet A., 2014. Gross and microscopic pathology of hard and soft corals in New Caledonia. Journal of Invertebrate Pathology 120: 50-8
52	http://www.bom.gov.au/climate/enso/history/ln-2010-12/three-phases-of-ENSO.shtml
	www.cnrs.fr
	www.com.univ-mrs.fr/IRD
	http://www.com.univ-mrs.fr/IRD/atollpol/ecorecat/recifs.htm
	www.coraux.univ-reunion.fr
	www.crisponline.net/Portals/1/PDF/CRISP_Synthese_bibliographique_coraux.pdf
9	http://www.fishbase.org/search.php?lang=french
	www.ird.fr
	http://en.wikipedia.org/wiki/Relative_species_abundance
51	www.meteo.nc
	http://old.biodiversite.wallonie.be/outils/methodo/similarite_distance.htm
	www.sealifebase.org/
	http://seme.uqar.qc.ca/18_effets_communautes/effets_communautes.htm
	http://www.sgnis.org/
	www.wikipedia.org

A n n e x e s

Annexe n°1	:	Méthodologie générale d'échantillonnage des communautés benthiques	p 343
Annexe n°2	:	Caratéristiques terrain de la campagne d'échantillonnage d'avril 2016	p 346
Annexe n°3	:	Critiques sur la collecte et l'analyse des données de l'ichtyofaune	p 347
Annexe n°4	:	Résultats bruts de l'échantillonnage LIT d'avril 2016	p 356
Annexe n°5	:	Résultats bruts de l'échantillonnage du benthos d'avril 2016	p 357
Annexe n°6	:	Nomenclature UICN	P 369

Annexe n° 01**Méthodologie générale d'échantillonnage des communautés récifales**

Les classes retenues pour la détermination du substrat sont celles préconisées par English et al. 1994 [01] pour le « Line Intercept Transect » (« life forms ») et présentées dans le [tableau a](#) ci-dessous.

Tableau n°193 : Annexe 01 : Tableau a : Catégories et composantes de substrat retenues pour l'échantillonnage et le traitement des données

	COMPOSANTES (12)	CATEGORIES (28)	CODE	DESCRIPTION
Biotique	Coraux scléactiniaires	<i>Acropora</i> Branchu	ACB	Au moins 2 niveaux de branches
		<i>Acropora</i> Encroûtant	ACE	
		<i>Acropora</i> Submassif	ACS	
		<i>Acropora</i> Digité	ACD	Branches en forme de doigts
		<i>Acropora</i> Tabulaire	ACT	Branches aplaties horizontalement
		Non- <i>Acropora</i> Branchu	CB	Au moins 2 niveaux de branches NB : les non acropora digité ont été placés ici
		Non- <i>Acropora</i> Encroûtant	CE	
		Non- <i>Acropora</i> Foliaire	CF	Corail en forme de feuille
		Non- <i>Acropora</i> Massif	CM	
		Non- <i>Acropora</i> Submassif	CS	
		<i>Fungia</i>	CMR	Corail solitaire
	Autres coraux	<i>Millepora</i>	CME	Corail de feu
	Coraux mous	Corail mou	SC	
	Autres organismes vivants	Éponges	SP	
		Zoanthaires	ZO	
		Autres	OT	Ascidies, Anémones, Gorgones, Bénéitiers
	Algues	Assemblages	AA	
		Calcaire	CA	
		Halimeda	HA	
		Macroalgue	MA	
		Filamenteuse	F	NB : les cyanobactéries ont été placées ici
	Corail mort avec algues	Corail mort avec algues	DCA	Corail mort recouvert d'algues
Abiotique	Corail mort	Corail mort	DC	Couleur blanche
	Sable	Sable	S	Particules < 2 cm
	Débris	Débris	R	Particules > 2 cm
	Vase	Vase	SI	
	Eau	Eau	W	Crevasse de plus de 50 cm
	Dalle - Roche	Dalle - Roche	RC	

Les cellules grisées correspondent à ce qui est noté « macrophytes et invertébrés » pour le suivi du benthos.

Tous les poissons seront comptabilisés avec un traitement particulier pour ceux qui sont listés dans le [tableau b](#) ci-dessous, car ils correspondent aux taxons indicateurs de la santé des récifs, ainsi qu'aux espèces comestibles.

Tableau n°194 : Annexe 01 : Tableau b : Liste des poissons indicateurs

FAMILLE	GENRE	ESPECE	GENRE	ESPECE
Requins		spp		
Raies		spp		
Scorpaenidae	Rascasses "poules"	spp		
Serranidae	<i>Anthias</i> et <i>Pseudanthias</i>	spp	Autres loches	spp
	<i>Cromileptes</i>	<i>altivelis</i>	<i>Plectropomus</i>	spp
	<i>Epinephelus</i>	<i>cyanopodus</i>		
Pseudochromidae	<i>Pictichromis</i>	<i>coralensis</i>		
Carangidae		spp		
Lutjanidae	<i>Aphareus</i>	<i>furca</i>	<i>Lutjanus</i>	<i>sebae</i>
	<i>Aprion</i>	<i>virescens</i>	<i>Lutjanus</i>	spp
	<i>Lutjanus</i>	<i>adettii</i>	<i>Symphorus</i>	<i>nematophorus</i>
Caesionidae		spp		
Haemulidae	<i>Diagramma</i>	<i>pictum</i>	<i>Plectorhinchus</i>	spp
Lethrinidae	<i>Lethrinus</i>	<i>nebulosus</i>	Autres bossus et bec	spp
Nemipteridae	<i>Scolopsis</i>	<i>bilineatus</i>		
Mullidae		spp		
Kyphosidae		spp		
Ephippidae	<i>Platax</i>	spp		
Chaetodontidae	<i>Chaetodon</i>	<i>auriga</i>	<i>Chaetodon</i>	<i>speculum</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>baronessa</i>	<i>Chaetodon</i>	<i>semeion</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>bennetti</i>	<i>Chaetodon</i>	<i>trifascialis</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>citrinellus</i>	<i>Chaetodon</i>	<i>lunulatus</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>ephippium</i>	<i>Chaetodon</i>	<i>uliensis</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>flavivittatus</i>	<i>Chaetodon</i>	<i>unimaculatus</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>kleinii</i>	<i>Chaetodon</i>	<i>vagabundus</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>lineolatus</i>	<i>Coradion</i>	<i>altivelis</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>lunula</i>	<i>Forcipiger</i>	<i>flavissimus</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>melanotus</i>	<i>Forcipiger</i>	<i>longirostris</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>mertensii</i>	<i>Hemitaurichthys</i>	<i>polylepis</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>ornatissimus</i>	<i>Heniochus</i>	<i>acuminatus</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>pelewensis</i>	<i>Heniochus</i>	<i>chrysostomus</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>plebeius</i>	<i>Heniochus</i>	<i>monoceros</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>rafflesi</i>	<i>Heniochus</i>	<i>singularis</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>reticulatus</i>	<i>Heniochus</i>	<i>varius</i>
Pomacanthidae	<i>Centropyge</i>	<i>bicolor</i>	<i>Chaetodontoplus</i>	<i>conspicillatus</i>
	<i>Centropyge</i>	<i>bispinosus</i>	<i>Pomacanthus</i>	<i>imperator</i>
	<i>Centropyge</i>	<i>flavissima</i>	<i>Pomacanthus</i>	<i>semicirculatus</i>
	<i>Centropyge</i>	<i>heraldi</i>	<i>Pomacanthus</i>	<i>sextriatus</i>
	<i>Centropyge</i>	<i>tibicen</i>	<i>Pygoplites</i>	<i>diacanthus</i>
	<i>Centropyge</i>	<i>vroliki</i>		
Pomacentridae	<i>Abudefduf</i>	spp	<i>Dascyllus</i>	<i>reticulatus</i>
	<i>Amphiprion</i>	<i>perideraion</i>	<i>Dascyllus</i>	<i>trimaculatus</i>
	<i>Amphiprion</i>	spp	<i>Neopomacentrus</i>	<i>azysron</i>
	<i>Chromis</i>	<i>viridis</i>	<i>Neopomacentrus</i>	<i>violascens</i>
	<i>Chromis</i>	<i>fumea</i>	<i>Pomacentrus</i>	<i>coelestis</i>
	<i>Chrysiptera</i>	<i>taupou</i>	<i>Pomacentrus</i>	<i>moluccensis</i>
	<i>Chrysiptera</i>	<i>rollandi</i>	<i>Pomacentrus</i>	<i>aurifrons</i>
	<i>Dascyllus</i>	<i>aruanus</i>	<i>Stegastes</i>	spp

Labridae	<i>Bodianus</i>	<i>loxozonus</i>	<i>Halichoeres</i>	<i>trimaculatus</i>
	<i>Bodianus</i>	<i>perditio</i>	<i>Hemigymnus</i>	<i>melapterus</i>
	<i>Cheilinus</i>	<i>chlorourous</i>	<i>Labroides</i>	<i>dimidiatus</i>
	<i>Cheilinus</i>	<i>trilobatus</i>	<i>Novaculichthys</i>	<i>taeniorurus</i>
	<i>Cheilinus</i>	<i>undulatus</i>	<i>Stethojulis</i>	<i>bandanensis</i>
	<i>Choerodon</i>	<i>graphicus</i>	<i>Stethojulis</i>	<i>strigiventer</i>
	<i>Coris</i>	<i>aygula</i>	<i>Thalassoma</i>	<i>amblycephalum</i>
	<i>Coris</i>	<i>gaimard</i>	<i>Thalassoma</i>	<i>hardwicke</i>
	<i>Gomphosus</i>	<i>varius</i>	<i>Thalassoma</i>	<i>lunare</i>
	<i>Halichoeres</i>	<i>hortulanus</i>	<i>Thalassoma</i>	<i>lutescens</i>
	<i>Halichoeres</i>	<i>margaritaceus</i>		
Scaridae	<i>Bolbometopon</i>	<i>muricatum</i>	<i>Chlorurus</i>	<i>microrhinos</i>
	<i>Scarus</i>	<i>ghobban</i>	Scaridae	spp
Blennidae	<i>Ecsenius</i>	<i>bicolor</i>	<i>Meicanthus</i>	<i>atrodorsalis</i>
Gobiidae	<i>Amblygobius</i>	<i>phalaena</i>		
Ptereleotridae	<i>Ptereleotris</i>	<i>evides</i>	<i>Ptereleotris</i>	<i>microlepis</i>
Acanthuridae	<i>Acanthurus</i>	<i>dussumieri</i>	<i>Ctenochaetus</i>	spp
	<i>Acanthurus</i>	<i>blochii</i>	<i>Naso</i>	<i>unicornis</i>
	<i>Acanthurus</i>	<i>triostegus</i>	<i>Naso</i>	spp
	<i>Acanthurus</i>	spp	<i>Zebrasoma</i>	spp
Siganidae	<i>Siganus</i>	<i>argenteus</i>	<i>Siganus</i>	spp
Zanclidae	<i>Zanclus</i>	<i>cornutus</i>		
Scombridae	<i>Scomberomorus</i>	<i>commerson</i>		
Balistidae	<i>Balistoides</i>	<i>conspicillum</i>	<i>Rhinecanthus</i>	<i>aculeatus</i>
	<i>Oxymonacanthus</i>	<i>longirostris</i>	<i>Rhinecanthus</i>	<i>rectangulus</i>
Tetraodontidae	<i>Canthigaster</i>	spp		

Annexe n° 02

Caractéristiques terrain de la campagne d'échantillonnage de novembre 2016

Tableau n°195 : Annexe 02 : Tableau a : Rapport de plongée

Date	Heure *	Marée **	Station	Etat station / maintenance	Météo			Sous eau		
	début/fin		Nom		soleil/pluie	vent (dir, force)	courant (dir/force), h vagues	courant (force/dir)	visibilité (m)	température (°C, Prof)
24/11/2016	10h/12h	Début flot	Casy	OK	Beau, couvert 50%	ENE 14 nds	Clapot ENE 0,3 m	Nul	8 à 12 m	24,4°C à 8,2 m
24/11/2016	14h/16h	Etal flot	Creek baie nord	OK	Beau, couvert 50%	NEE 10 nds	Clapot NEE 0,1 m	Nul	6-7 m	24,9°C à 10,6 m
29/11/2016	13h/15h	Etal / Début flot	Port	OK	Couvert	SSO 5 nds	Clapot SSO 0,1 m	Nul	4 à 8 m	25,2°C à 8,7 m
29/11/2016	10h/12h	Fin jasant	Woodin	OK	Beau, couvert 50%	ENE 14 nds	Clapot ENE 0,3 m	Moyen à fort	8 à 10 m	24,7°C à 12,2 m
28/11/2016	09h/11h	Jasant	Ioro	OK	Couvert 100% pluie	ESE 18 nds	Clapot ESE 0,1 m	Faible	8 à 11 m	25°C à 10,9 m
25/11/2016	8h/10h	Fin jasant	Ionontea	OK	Nuageux 30%	ENE 12 nds	Clapot ENE 0,3 m, houle résiduelle 0,5 m	Faible	20 m	18,4°C à 14,6 m
28/11/2016	12h/14h	Fin jasant	Basse Chambeyron	OK	Nuageux 30%	N 12 nds	Houle	Faible	15 à 20 m	24,9°C à 14,6 m
27/11/2016	14h/16h	Flot	Puka	OK	Couvert 100% pluie	ESE 15 nds	Clapot ESE 0,1 m	Faible à moyen	13 à 14 m	25,1°C à 4,5 m
25/11/2016	12h/14h	Flot	Bancs Kié	OK	Nuageux 30%	N 15 nds	Houle	Faible à moyen	16 à 20 m	24,9°C à 15,5 m
27/11/2016	9h30/11h30	Fin jasant	Ilot Kié	OK	Couvert 100% pluie	SSE 12 nds	Clapot ESE 0,2 m	Faible	15 à 17 m	224,9°C à 13,5 m
26/11/2016	8h30/10h30	Fin jasant	Toémo	OK	Couvert 40%	ENE 10 nds	Clapot ENE 0,1 m + grosse houle	Faible à moyen	16 à 20 m	25,5°C à 12,5 m
26/11/2016	14h/16h	Flot	Ugo	OK	Couvert 90%	ENE 5 nds	Clapot E 0,1 m	Nul	9-10 m	24,5°C à 9,5 m

* cela comprend le temps sur site, sans les trajets
** par rapport à l’agenda corrigé (voir tableaux suivants)

Tableau n°196 : Annexe 02 : Tableau b : Corrections des marées

	Heure		Hauteur (m)		Niveau moyen (m)
	PM	BM	PM	BM	
Baie de Prony	- 40 mn	- 40 mn	- 0,4	- 0,2	0,7
Port Boisé	- 30 mn	- 35 mn	-0,35	0	0,76
Nouméa = Port de référence				1,45 < 0,95 < 0,40	

Tableau n°197 : Annexe 02 : Tableau c : Agenda des marées (corrigées selon le lieu)

Canal Havanah			
Vendredi	25/11/2016	4:50	0,9
		10:34	0,71
		16:44	1,03
		23:11	0,52
Samedi	26/11/2016	5:43	0,98
		11:28	0,69
		17:29	1,05
Dimanche	27/11/2016	23h52	0,45
		6:27	1,06
		12:15	0,67
		18:10	1,06
Lundi	28/11/2016	0:29	0,39
		7:05	1,13
		12:58	0,65
		18:47	1,06

Prony / Woodin			
Jeudi	24/11/2016	3:34	0,77
		9:26	0,51
		15:43	0,97
		22:19	0,39
Mardi	29/11/2016	0:58	0,15
		7:31	1,13
		13:31	0,43
		19:13	1,01



Annexe n° 03Critiques sur la collecte et l'analyse des données de l'ichtyofaune / Intérêt de ce suivi Critique sur la collecte des données

La collecte des données *in situ* se fait classiquement par estimations visuelles en plongées [55, 01]. La DENV, dans son cahier des charges, impose que les données collectées pour le suivi, le soit selon la méthode des Transects à Largeurs Variables (TLV) [56]. Toutefois, compte tenu du positionnement des transects sur les stations - soit essentiellement : faible écartement entre les transects et faible longueur des transects - le TLV a été quelque peu adapté.

Et pour les raisons développées ci-après, il convient de prendre en compte les estimations par station, c'est-à-dire la moyenne des transects, et non chacun d'eux séparément.

Rappel : Le poids des poissons est calculé à partir de leur longueur selon la formule $P = aLb$, où les coefficients a et b sont pris dans Kulbicki et al (2005) [10].

Pour être simple et concis nombre de critiques n'auraient pas lieu d'être si d'une part les poissons n'étaient pas mobiles et si d'autre part le protocole poissons était déconnecté du protocole benthos.

Les premières critiques portent sur l'inadéquation des TLV et l'impact de leur positionnement pour des organismes qui sont mobiles et qui réagissent à la présence du plongeur. La dernière critique porte sur l'inadéquation du rythme des missions et du temps d'observation (ou temps de plongée), par rapport aux rythmes comportementaux des poissons. Ces critiques sont les critiques majeures, mais il en existe d'autres consubstantielles au TLV et relatives aux développements mathématiques de sa conception. Quelques unes sont développées dans cette annexe.

Première critique relative au couple géomorphologie du fond / comportement des poissons :

Les fortes biomasses comme celles observées Basse Chambeyron et Woodin en 2011, Ilot Kié et Ionontea en 2013, ou dans d'autres stations du canal de la Havannah et même de la baie de Prony, sont dues à la présence de quelques individus de grosses espèces comme certaines loches, lutjans, loches castex, dawas, etc., ou de bancs de poissons comme des rougets de nuit, etc. La plupart des espèces de poissons, notamment les plus grosses, a l'habitude de s'approcher des plongeurs et cela avec plus ou moins de « curiosité ». Les chasseurs sous marins basent leur technique de capture (à l'agachon) sur ce comportement et des publications [57, 58, 59] attestent que les poissons sont sensibles à cette présence et parmi celles-ci, celle de Kulbicki et Sarra megna, (1999) [60]. Il y a bien sûr, les poissons en errance qui dévient leur route pour venir voir les plongeurs, mais nous parlerons ici de poissons qui vivent non loin des transects, sur des massifs coralliens voisins et qui sont situés soit par le travers des transects soit dans le prolongement des transects. Cette distinction de cas apparemment anodine a cependant une importante conséquence dans le cadre d'une estimation par TLV.

La [figure A](#) où la zone de comptage est en bleue, illustre ces deux cas.

Dans le cas A (massif corallien par le travers du transect), les poissons du massif s'approchent du plongeur et entrent immédiatement dans l'espace du transect. Ils participent donc à la biomasse du transect dès qu'ils sont visibles et quel que soit leur position. Mais, étant donné la méthode TLV, la participation d'un même poisson donnera des valeurs de densité ou de biomasse différentes selon que sa position est plus ou moins proche du transect. Ceci revient à dire qu'en fait, la part de ce poisson dans les valeurs de densité et de biomasse dépend de la clarté de l'eau, la couleur de la combinaison du plongeur, le bruit du détendeur, le rythme de la respiration, etc., ainsi que des biorythmes nycthéméraux de l'animal. Et les valeurs notées varieront entre '0' si le poisson reste dans son gîte et 'max' si le poisson s'arrête sur la ligne du transect.

Dans le cas B (massif corallien dans le prolongement du transect) ce comportement de déplacement se traduit de manière très différente. C'est un switch 'on' 'off'. Soit le poisson n'est pas sur le transect et il vaut '0', soit il est venu suffisamment près pour être sur la ligne du transect et vaut alors 'max'.

La méthode du TLV est très sensible à ce biais qui couple comportement et géomorphologie des fonds. Ce problème est à retenir lorsque nous montrerons que cette méthode n'a rien à voir avec celle dite « distance sampling » [61 à 65] dont elle prétend s'inspirer (thème développé plus loin).



Concrètement, sur toutes les stations du suivi on rencontre toujours l'un ou l'autre cas, voire les deux : le cas A à Ionontea, Basse Chambeyron, Bancs Kié, Creek Baie Nord et le cas B à Woodin, Toémo, Ugo et l'Îlot Kié.

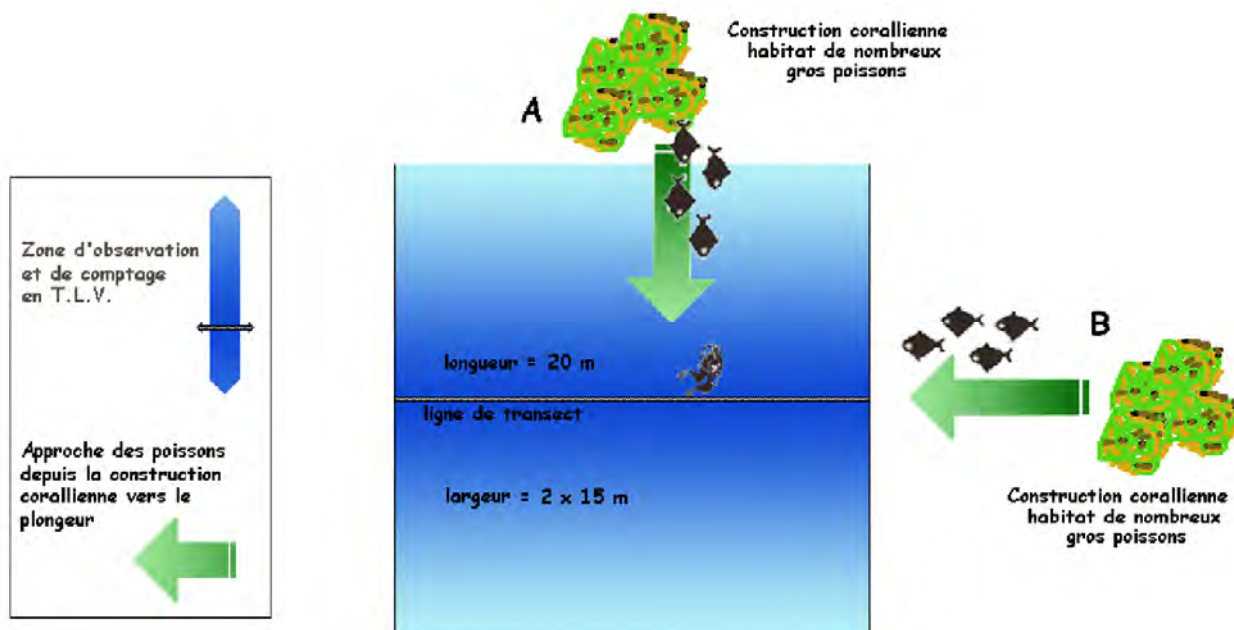


Figure A : Schéma : Zone de comptage et approche des poissons

Deuxième critique relative au couple positionnement relatifs des transects/comportement des poissons :

La présence d'un ou plusieurs bancs de poissons sur une station est très fréquente. C'est occasionnel sur certaines comme Puka, Toémo, Casy, Creek baie nord, etc. et permanent pour d'autres comme Woodin, Ugo, îlot Kié, Ionontea etc. Les bancs les plus fréquents et importants sont de *Caesio* spp., d'*Acanthurus mata* ou de *Naso* spp., *Chromis* spp. (*C. iomelas* ou *C. margaritifer*), etc. Tous n'ont pas le même comportement, certains sont calmes et se déplacent lentement (*Caesio*, barracudas), d'autres par « à coups » (Pomacentridés), d'autres sont agités (*Scarus* spp., Carangues) voire très agités, mais restent sur la station autour du plongeur toute la plongée (*Lutjanus adetii*, *Aprion virescens*, etc.), ou moins d'une minute (carangues spp.). De plus, les bancs changent de formes et peuvent quelquefois se scinder puis se regrouper ... ou pas.

Cas 1 : le banc immobile

Prenons comme exemple un banc de *Caesio* (presqu') immobile au dessus de la station comme le montre la figure B où le banc est représenté par la boucle bleue et avec l'hypothèse que ce banc comprend 1 000 individus de 25 cm, soit une biomasse réelle d'environ 350 kg²⁸. Cette biomasse, ramenée à la surface de toute la station correspond à 700 g/m².

Ce banc suscite à l'évidence quelques commentaires relatifs à la fiabilité des estimations de densité et de biomasse faites avec la méthode du TLV.

Sur la figure précédente le banc de *Caesio* est repérable depuis les trois transects A, B et C (points colorés). Or, avec trois transects, donc trois positionnements possibles du plongeur, il y a plusieurs manières d'estimer les distances d1 et d2, qui sont les deux dimensions nécessaires au calcul de la densité et de la biomasse dans la méthode du TLV :

- Le banc peut être observé à partir du transect A : d1 sera la distance du transect au point a et d2 celle du transect au point d.
La distance d1 = 1 m et d2 = 5 m, la biomasse calculée pour le seul transect A est alors de 1 950 g/m² et le tiers pour l'ensemble de la station soit 650 g/m²
- Si le banc est observé à partir du transect B, d1 sera la distance du transect au point b et d2 celle qui le sépare du point d. Ainsi, d1 = 2 m et d2 = 7 m, si bien que la biomasse calculée pour la station n'est plus que de 470 g/m² et 1 420 g/m² pour le transect B seul.
- Si le banc est observé à partir du transect C. On considère alors les points c et d. La distance d1 = 5 m et d2 = 10 m et la biomasse calculée n'est plus alors que de 310 g/m² pour la station et de 920 g/m² pour le seul transect C.

²⁸ Biomasse calculée avec les paramètres de Kulbicki et al, (2005) [10]

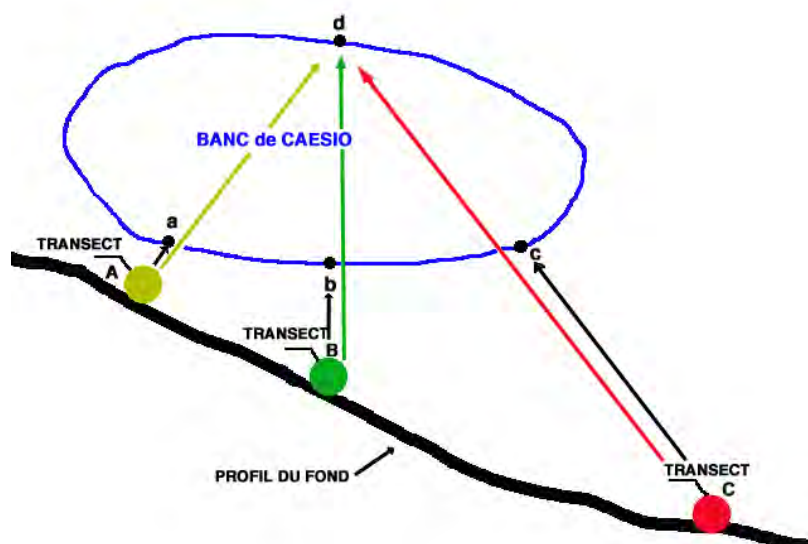


Figure B : Schéma : position du banc de Caesio(ST10), mission de mars 2015. Vue en coupe

Mais pourquoi ne pas réaliser l'estimation à partir de deux transects A et B par exemple ou même des trois ?

- Dans le premier cas, on considère alors la moitié du banc vue du transect A et l'autre moitié vue du transect B. Cela donne 980 g/m² pour la moitié vue de A et 710 g/m² pour celle vue de B, soit une estimation totale de 1 690 g/m² et une moyenne de 560 g/m² pour la station.
- Et si l'on estime le banc à partir des trois transects, on obtient pour le tiers du banc vu de A, 650 g/m², pour le deuxième tiers vu du transect B, 470 g/m² et pour le dernier tiers vu du transect C, 310 g/m². Soit 1 430 g/m² au total et une moyenne de 480 g/m² pour toute la station.

Le [tableau A](#) donne une vue synoptique des résultats pour toute la station.

Tableau A : Densité et Biomasse calculées selon le point d'observation du banc

Vu du	d1 m	d2 m	Densité ind./m ²	Biomasse g/m ²
Transect A	1	5	2,08	650
Transect B	2	7	1,52	470
Transect C	5	10	0,98	310
Transects A & B			1,80	560
Transects A, B & C			1,52	480
Estimation directe			2,00	700

En substance, selon la manière avec laquelle ce banc est observé - et toutes sont légitimes - l'évaluation de sa masse peut varier dans un rapport de 1 à 2.

Cet écart est considérable, car à lui seul, il représente beaucoup plus de biomasse que celles de toutes les autres espèces benthiques (Pomacentridae, Pomacanthidae, Cirrhitidae, ...) réunies sur la station (cf. [tableau 123](#)).

On pourrait aussi, pour se rapprocher de la réalité, simuler des changements de forme du banc et surtout des changements de positionnement rapides comme c'est le cas avec les rougets de nuit (*Lutjanus adetii*), certains poissons chirurgiens (*Acanthurus mata*) et bien d'autres encore. Et, bien évidemment, chaque choix donnera une nouvelle estimation, voire même une impossibilité de donner des valeurs aux distances d1 et d2.

Autre remarque amusante :

Certaines espèces, notamment de Pomacentridae (*Chromis iomelas*, *C. margaritifer*, *C. viridis*, *Dascyllus reticulatus*, etc.), forment des bancs qui ne fuient pas à l'approche du plongeur, mais se contractent et se dilatent au rythme du souffle du plongeur (i.e. du bruit du détendeur). Il apparaît ainsi, que vus par la méthode du TLV, ces poissons sont plus nombreux quand le plongeur expire que lorsqu'il inspire...

Cas 2 : Bancs ou poissons isolés en mouvement

Avec un banc (*Acanthurus* spp., *Naso* spp., Carangues, etc.) ou un poisson solitaire (*Bodianus* spp., *Cheilinus* spp., *Plectropomus* spp., *Variola louti*, etc.) qui divague plus ou moins rapidement au dessus des transects de la station, il va de soi que la mesure de la distance 'd' (poisson solitaire) ou 'dm' (banc) est totalement subjective puisque ces distances changent instantanément et en permanence. L'évaluation de la densité et de la biomasse/m² vont donc présenter d'importantes différences en fonction du plongeur et de son attention, laquelle dépend de la quantité de travail à réaliser (importance conjoncturelle du peuplement) de l'état de la mer (hydrodynamisme, turbidité, etc.).

Par ailleurs, dans certains cas, comme pour les thasards, il est bien difficile de décider en cas de deux passages espacés dans le temps, d'individus de taille similaire, si c'est le même ou si le second est réellement un deuxième spécimen ?

Troisième critique relative à l'assimilation du TLV à la méthode du « distance sampling » :

La méthode du « distance sampling » est une méthode de dénombrement visuel qui repose sur le fait que plus un objet est loin de l'observateur, plus la probabilité qu'il passe inaperçu aux yeux de ce dernier est grande. Cette idée, développée et utilisée depuis les années 60 fait l'objet d'un manuel édité par l'Université d'Oxford, Buckland et al. (2004) [64].

Cette méthode suppose deux choses :

- (1) que la répartition des objets à dénombrer soit sur le même modèle sur toute la surface à étudier,
- (2) que la présence de l'observateur n'affecte pas la répartition des objets à dénombrer.

La première est explicitement exprimée dans le manuel, la seconde est implicite puisque c'est une assertion évidente de la première... qu'il semble bon de souligner dans le cas des poissons.

En effet, dans le cas du dénombrement des poissons en plongée sous-marine, ces deux conditions ne sont remplies. A l'échelle d'une station, la géomorphologie des stations (constructions coralliennes, éboulis, failles) et surtout l'étagement des biocénoses en fonction de la profondeur font que la première remarque n'est pas respectée. Par inférence, la seconde non plus, mais dans le cas des poissons, le comportement des poissons vis à vis du plongeur amplifie encore ce travers. Les chasseurs sous-marins le savent lorsqu'ils pratiquent « l'agachon » [58] et le travail de Kulbicki et Sarramegna (1999) [60] démontre aussi cette seconde remarque. Ce travail qui voudrait montrer par analogie que le TLV peut être substitué à la « distance sampling » montre en fait le contraire. Il souligne que même des espèces qui sembleraient insensibles à la présence d'un plongeur, comme les Chaetodontidae, ont, elles aussi, un positionnement sur la zone du transect influencé par sa présence. La réalité est que l'immense majorité des espèces sont curieuses et se déplacent vers le plongeur, quelques unes le fuit comme le pouatte (*Lutjanus sebae*) et quoi qu'il en soit, très très peu sont insensibles à sa présence.

De plus, même l'idée de base de la méthode du « distance sampling » est souvent mise en défaut dans le milieu marin, notamment près des côtes où l'eau est souvent très turbide. La turbidité empêche la progression de la perte de visibilité. Un peu comme la densité des étoiles de la Voie Lactée nous empêche d'y voir les objets qu'elle contient, les particules en suspension font comme un voile créant une perte brutale de visibilité. Or la perte de visibilité progressive est une condition de la « distance sampling ».

La « distance sampling » est donc une méthode très adaptée pour évaluer en avion les bancs de thons de l'Océan Indien, comme cela a été fait en 1971 par la FAO avant de fixer l'actuelle flotte de thoniers aux Seychelles ou le dénombrement des cétacés, toujours en avion, mais elle est mal adaptée au dénombrement des poissons en plongée sous-marine dans un rayon de 10 à 15 m.

Quatrième critique sur à l'utilisation des paramètres a et b pour le calcul des biomasses :

Un autre point est la transformation des données de longueurs en poids pour le calcul de la biomasse. Actuellement, la méthode TLV renvoie pour ce calcul à un article de Kulbicki et al, (2005) [10] qui liste dans un tableau et pour plus de 500 espèces communes en NC, les coefficients a et b de la relation $P = aL^b$, relation qui donne donc le poids moyen d'un poisson (P) dès lors que l'on possède sa longueur (L).

Avec une grande honnêteté les auteurs donnent dans leur tableau de nombreux détails sur les données qui ont permis de réaliser les calculs spécifiques de a et de b. Il s'agit notamment de la fourchette de tailles des poissons échantillonnés et surtout, de l'importance n de l'échantillon.

Mais les auteurs oublient que ce type de calcul n'est qu'un ajustement statistique et que pour obtenir un abaque utile, il faut que l'échantillonnage soit pléthorique et surtout, couvre largement toutes les valeurs de taille possibles. Or, les



échantillons sont souvent faits d'un nombre <10 individus et même lorsqu'ils sont plus importants, les tailles de ces individus sont souvent très similaires.

La [figure C](#) présente un nuage de points issus des données du tableau de cet article.

Chaque point de coordonnées $(b-3, n)$ représente donc une espèce :

- En ordonnée figurent les écarts à la valeur 3 du paramètre b d'une espèce $(b-3)$;
- En abscisse la valeur n de l'échantillon figurant dans le tableau de la publication pour la même espèce, c'est-à-dire le nombre d'individus de l'espèce en question ayant servi au calcul.

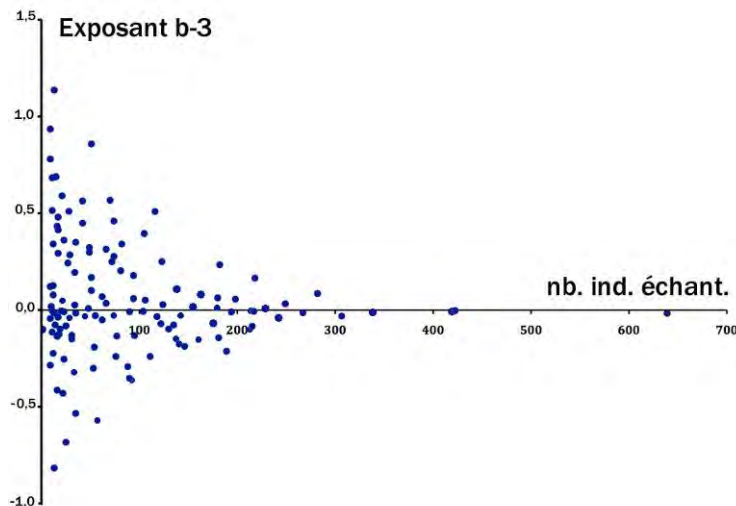


Figure C : Nuage des points $(b-3, n)$ issus des données poissons de l'article Kulbicki et al, 2005 [10]

Cette figure montre que lorsque n augmente b tend vers 3.

Cette particularité remarquable a fait l'objet d'un document interne au début des années 70 au centre ORSTOM d'Abidjan (par JP. Troadec, A. Le Guen, et collaborateurs du labo d'halieutique) car cette relation est un outil très utile aux halieutes. Les auteurs ont montré, que si l'échantillon est convenablement construit²⁹, quelle que soit la forme du poisson : $b = 3$. Ce coefficient est en fait la transformation de L en volume (donc dimension 3) et c'est à « a », dit Coefficient de Condition, que revient le rôle « correcteur » selon que le poisson est long, haut, large, rond, plat, ... etc. Si le poisson était cubique (comme ceux de « Findus ») « a » serait la densité véritable du corps du poisson.

En d'autres termes, les valeurs de a et de b données par Kulbicki et al. (2005) ne sont valables que pour leur échantillon et au mieux, dans le cas des échantillons importants, dans la fourchette des valeurs de taille de cet échantillon.

Cinquième critique relative au protocole (i.e. rythme des missions/durée d'une plongée) :

L'inutilité d'une recherche des paramètres de Densité et de Biomasse, ou plus exactement l'impossibilité d'obtenir de vraies valeurs interprétables (voire même des indices) pour ces deux paramètres, apparaît si l'on prend en considération l'énorme disproportion entre la durée des observations en plongée, classiquement $1 \text{ h} \pm 15 \text{ mn}$, et la période que ces observations sont censées renseigner : 6 mois (4380 heures !). Pour un très grand nombre d'espèces, cette différence entre ces deux échelles de temps rend malheureusement les observations de type quantitatif dérisoires. Notre « outil de travail » ne convient pas à la nature du travail. Et puisqu'il n'est pas envisageable d'avoir un temps de surveillance subaquatique plus en adéquation avec la période qu'il est censé représenter, il faut donc choisir un ou d'autres paramètres dont la stabilité s'accommode mieux à cette contradiction.

L'estimation de la Densité et la Biomasse des poissons par une méthode visuelle (en plongée) procure un paramétrage totalement fantaisiste. Les valeurs collectées pour ces paramètres et que nous présentons dans nos rapports comme des valeurs semi-annuelles sont en fait le résultat d'un tirage au hasard dans une série temporelle arythmique dont nous ignorons tout. En d'autres termes, notre protocole façonne nos résultats, de plus de manière aléatoire, et les graphiques obtenus sont artéfactuels.

²⁹ Echantillon séquencé sur toutes les tailles possibles de l'espèce par des groupes > 10 individus par tranche de tailles de 5 cm. En pratique, pour réaliser l'abaque $P = f(L)$, on fixe *a priori* $b=3$ et l'ordonnée à l'origine de la transformée logarithmique donne la valeur de a

La [figure D](#) présente une simulation de la variation quotidienne d'un paramètre, comme par exemple la biomasse en un point du lagon grand comme une station du suivi. Ceci est attesté par de nombreuses observations notamment celles des chasseurs sous-marins. Ce graphique simule donc ce que verrait un observateur sous-marin (non repérable par les poissons) longuement immobile en un point précis. Chaque jour, au rythme des allées et venues des poissons isolés ou en bancs la biomasse varie. Par exemple, le passage aléatoire d'un ou deux carangidés, la sortie d'une loche de son gîte, le déplacement d'un banc de planctonophes au rythme des courants de marée, etc. Toute cette animation accroît ou réduit momentanément la biomasse d'un facteur plus ou moins important et dans nos eaux très poissonneuses cela peut même rendre dérisoire la part prise dans l'évaluation de ce paramètre, par les poissons résidents des petites espèces (poissons anges, gobies, poissons fléchettes, petits labridés comme les *Thalassoma*, poissons demoiselles, etc.)

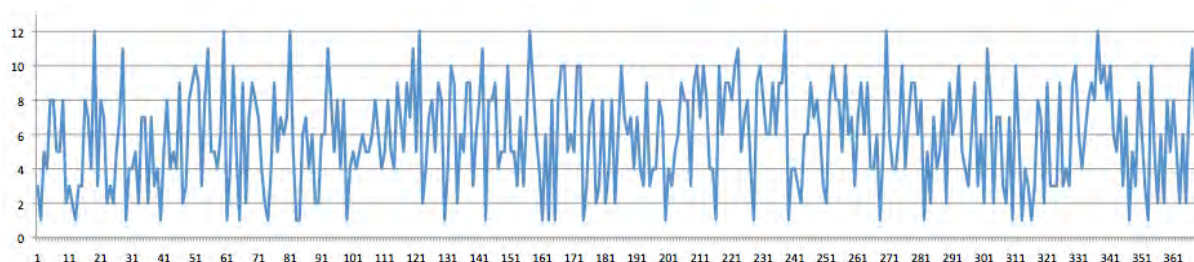


Figure D : simulation de la variation quotidienne d'un paramètre

Ordonnée : indice d'abondance allant de 1 à 12 (biomasse ou densité) ; abscisse : le temps (en jours)

Les graphiques suivants ([figure E](#)) montrent ce que l'on obtient lorsque l'on extrait du graphique précédent une valeur toutes les 180 valeurs afin de simuler les missions semestrielles, comme le prévoit notre protocole.

Ces 3 graphiques sont obtenus de la même manière, mais avec un point de départ différent.

En partant par exemple :

- A : de la seconde valeur (2, 182...)
- B : de la troisième (3, 183...)
- C : de la quatrième (4, 184...).

Nous obtenons toujours un graphique différent et nous avons toujours bonne conscience en lui donnant une interprétation « sérieuse » basée sur l'idée d'un état stable du peuplement, ce qui est faux à l'échelle de la station.

Il faudrait donc limiter la liste d'espèces à prendre en considération aux espèces dont le territoire de vie se limite à la surface de la station, ce qui n'a pas beaucoup d'intérêt, ni écologique ni halieutique. Ou bien agrandir la surface surveillée à la taille des aires d'errance des espèces les plus nomades, ce qui, compte tenu du fait que nous faisons cela en plongée, est évidemment impossible.

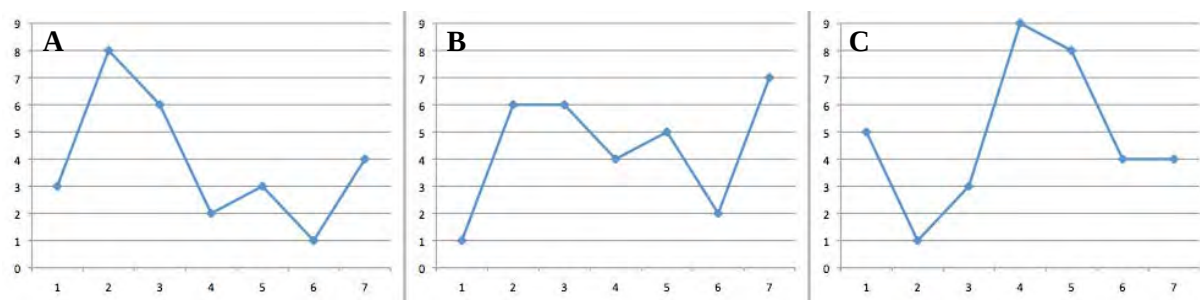


Figure E : Extrait de la figure D à des moments différents

Critique sur l'analyse des données

La stabilité spatiale et temporelle des résultats sur la zone est testée par des analyses paramétriques (ANOVA) et non-paramétriques (χ^2 de Pearson et dérivés). La justification de leur emploi est discutée ci-dessous.

Test paramétrique (ANOVA) :

Compte tenu des remarques faites dans le rapport INERIS pour l'optimisation du plan de suivi environnemental du milieu marin [25], il appert qu'un rappel des conditions d'utilisation de ce test n'est pas superflu.

Avant toute chose, il faut préciser que la puissance d'une ANOVA est largement conditionnée par la nature de l'ANOVA et surtout par la nature du protocole de collecte des données. Les ANOVAs peuvent être simples à un critère de classification ou plus complexes lorsqu'elles sont à plusieurs critères de classification, mais, et surtout, elles peuvent être appliquées à des données issues de protocoles « fixes » ou à des données issues de protocoles « aléatoires ».

- Les ANOVAs que nous pratiquons sur les données poissons sont à « un » seul critère de classification³⁰.
- Et le protocole est fixe. Qu'est ce qui définit qu'un protocole est fixe ou aléatoire ?

Si dans la zone marine qui entoure l'usine et la mine nous tirions à chaque mission des stations au hasard et si, à chaque fois, nous placions les transects de ces stations également au hasard nous serions dans le cas d'un protocole « aléatoire » et même doublement aléatoire.

En ce qui concerne le protocole demandé par le CDC, il n'en est rien : la position de nos stations est définie a priori et pour toujours ainsi que celle de nos transects. Le protocole est donc « fixe ». Ce protocole prévoit 12 stations positionnées une fois pour toutes et les transects de chaque station sont également positionnés une fois pour toutes.

Ceci étant précisé, revenons à l'ANOVA revenons aux critiques d'INERIS :

Pour des raisons naturelles, les données de densité et de biomasse des poissons du suivi ne sont pas « normales » (test sur les distributions : χ^2 de Pearson ou test sur les fonctions cumulatives : Kolmogorov et Smirnov). En théorie, cela devrait constituer une condition rédhibitoire à l'utilisation de l'ANOVA.

La validité de l'ANOVA est théoriquement démontrée en supposant les données « normales » et obtenues selon les mêmes aléas c'est-à-dire de « même variance », et également pour des mesures simples et indépendantes. Mais, si ces conditions sont suffisantes, elles n'en sont pas pour autant toujours nécessaires. Tout d'abord, on conviendra, qu'il n'est pas nécessaire de supposer que les populations soient normales pour pouvoir en estimer les moyennes et les variances. Dans son traité de statistiques Pierre Dagnélie (1980) [66] développe l'importance pratique ou utilitaire du cadre dans lequel le travail est mené. Il indique (pages 123 et 124) qu'en ce qui concerne l'hypothèse de normalité, de nombreuses études relatives au « modèle fixe » permettent de conclure que l'analyse de la variance est peu sensible à la non normalité des populations considérées, tant en ce qui concerne le niveau de signification qu'en ce qui concerne la puissance du test. Il se réfère pour cela aux travaux de Baker et Collier, 1966 [18] ; Box et Andersen, 1955 [19] ; Cochran, 1947 [20] ; Donaldson, 1968 [21] ; Geary, 1956 [22] ; Hack, 1958 [23] ; Srivastava, 1959 [24]). Et il précise en conclusion que cette non-normalité des données, lorsqu'elle est importante comme c'est le cas ici, ne déplace au maximum que de 3 points la valeur du risque α choisi. Concrètement, α qui est choisi classiquement à 5 % serait en fait à 8 %.

Cette erreur n'a donc effectivement pas d'incidence sur les conclusions, puisque les valeurs observées de F sont toujours très nettement différentes des valeurs tabulées.

(Et même pour le *modèle aléatoire* Dagnélie précise que ces grandes lignes s'appliquent dès lors que les distributions ne sont pas franchement en i ou en j [66, 67]).

Par ailleurs, en ce qui concerne le problème théorique d'homoscédasticité des données³¹ (fidélité de la prise de données ou variance sur la donnée), on peut montrer que ce problème est d'importance secondaire lorsque les effectifs des échantillons sont tous égaux [66] ce qui est le cas ici puisque le même nombre de stations est visité lors de chaque mission. Il précise, qu'il n'en est plus ainsi quand les effectifs des échantillons sont variables. Le risque de première espèce peut alors être influencé par une inégalité des variances (entre populations), surtout lorsque les échantillons d'effectifs les plus réduits correspondent aux populations de variances maximales [19, 68, 69].

³⁰ Chaque ANOVA compare les stations sur un seul critère à la fois. Ce sera soit la Densité, soit la Biomasse, soit la Biodiversité.

³¹ Homoscédasticité : hypothèse d'égalité des variances des erreurs aléatoires de chaque observation.

Ainsi, dans les conditions qui sont les nôtres, l'analyse de la variance est une méthode robuste tant en ce qui concerne la clause de normalité des données qu'en ce qui concerne leur homoscedasticité³².

Il y a cependant une inférence importante à souligner : dans les conditions qui sont les nôtres, l'ANOVA ne supporte pas que d'une année sur l'autre le nombre de stations varie. Or nous avons ajouté une 12^{ème} station, Ugo (ST12), en 2009. Pour éviter ce problème, c'est-à-dire la perte de 2 années de suivi, nous avons donc donné des valeurs artificielles à la station Ugo pour les années manquantes. Pour ce faire, nous donnons à ces deux années manquantes les valeurs moyennes établies sur les autres années.

Tests non paramétriques :

1. Test sur les écarts quadratiques moyens, test dit de χ^2 de Pearson.

Ce test, compare une distribution théorique à une distribution observée. En pratique, on compare les fréquences absolues observées n_i aux fréquences attendues ou théoriques qui leur correspondent nP_i , où P_i est calculé *a posteriori* à partir des données relevées, c'est-à-dire à partir des observations elles-mêmes. Cette comparaison se fait par un écart (quadratique moyen) à la moyenne réputé donner une valeur χ^2_{obs} ayant approximativement une distribution de χ^2 à $p-1$ degrés de liberté. On rejettera donc l'hypothèse nulle lorsque la valeur obtenue est trop grande, c'est-à-dire lorsque

$$\chi^2_{\text{obs}} \geq \chi^2_{1-\alpha}$$

Le résultat obtenu n'est cependant qu'un résultat approché et cette approximation est considérée comme satisfaisante lorsque les fréquences attendues sont toutes au moins égales à 5. Pour le moins qu'il n'y ait pas un trop grand nombre de faibles valeurs et surtout pas un trop grand nombre de zéros. Quand cette condition n'est pas remplie, on regroupe les valeurs de classes voisines de manière à augmenter les fréquences. Si mathématiquement cette procédure est acceptable, biologiquement elle ne l'est pas toujours ou reste pour le moins un peu artificielle.

Les données de terrain dont nous disposons sont malheureusement de cette nature et le seul regroupement qui serait biologiquement acceptable serait un regroupement de fonctionnalité écologique des espèces, en clair un regroupement sur les régimes alimentaires ou d'autres modes de vie, mais ceci est travail supplémentaire important qui n'est pas inscrit au cahier des charges.

2. Tests de rangs de Friedman et de Kruskal-Wallis :

Ce sont des tests χ^2 dérivés du test de Wilcoxon (1945) [26] relatif au cas d'échantillons associés par paires et dont l'application est étendue au cas de plusieurs échantillons indépendants.

Ces tests sont de fait, des sortes d'analyses de la variance sous un mode un peu dénaturé, puisque les valeurs mesurées ou dénombrées sont réduites à des rangs. Ainsi une série de valeurs observées comme 1020, 18 et 505 deviendra une fois classée en rangs 1, 3, 2 tout comme la série 36, 22, 27 !

a) Friedman [27]

Le test de rangs de Friedman s'applique au cas de plusieurs échantillons *non-indépendants*. Ce qui est le cas ici. Compte tenu de notre protocole (nombre de stations > 3) est une bonne approximation du χ^2 . L'utilisation du test de Friedman n'est pas mentionnée dans le cahier des charges.

b) Kruskal-Wallis [70]

Le test de rangs de Kruskal-Wallis s'applique au cas de plusieurs échantillons *indépendants*. Ce qui n'est pas le cas ici. De plus, pour que la variable obtenue soit une bonne approximation du χ^2 , il serait idéalement nécessaire que notre protocole possède au moins 15 stations alors qu'il n'en comporte que 12.

L'utilisation du test de Kruskal-Wallis est cependant mentionnée dans le cahier des charges.

Toutefois, il faut souligner que le test de Kruskal-Wallis a l'immense avantage de prendre en considération la position des valeurs dans les séries, en d'autres termes l'affectation des valeurs aux stations auxquelles elles correspondent, ce que l'ANOVA ne fait pas. Et ce point (commun d'ailleurs au test de Friedman) est particulièrement adapté à notre protocole.

³² Par ailleurs, compte tenu de la nature des données poissons, la vérification de l'homoscédasticité du tirage des données serait sans doute d'un coût prohibitif et de plus probablement infructueux.



 Bilan / Intérêt du suivi ichtyologique**Ce suivi ichtyologique a maintenant 10 ans**

Cette dernière mission clôt dix années de récolte de données portant sur quatre paramètres : deux paramètres de densité (en nombre d'individus et en poids) et deux paramètres de biodiversité ; tous ces paramètres étant censés permettre de suivre l'évolution de l'ichtyofaune.

Les valeurs qui mesurent les données de densité inter et intra-station comme inter-mission se caractérisent par des fluctuations énormes. Leurs moyennes évoluent dans une gamme de valeurs de 1 à 12 pour la densité et de 1 à 70 pour la biomasse. Cette amplitude et cette instabilité sont en fait introduites par la mesure des paramètres eux-mêmes. L'utilisation de la méthode du TLV fait que ces paramètres reflètent surtout la turbidité de l'eau et le comportement des poissons et en aucun cas leur abondance.

En revanche, la biodiversité apparaît comme un paramètre beaucoup plus heuristique mais son caractère informatif est malheureusement entravé par la manière dont elle est utilisée. L'encadrement des espèces dans une liste restrictive transversale (*i.e.* intra-familles) obère lourdement l'intérêt de ce paramètre car cette limitation en tamponne nécessairement les variations. Une liste toutes espèces - éventuellement restrictive verticalement (*i.e.* inter-familles) pour prendre en compte le fait que l'opérateur n'est pas toujours un grand spécialiste des poissons - serait évidemment beaucoup plus informative, notamment si son analyse est faite au travers des régimes alimentaires et donc au travers du fonctionnement de ce peuplement ichtyologique.

Les paramètres de densité et de biomasse ne sont donc que des paramètres thaumaturges. Il est vain d'espérer que leur utilisation mette en évidence des variations dues aux activités anthropiques, même modérées. *De plus, la méthode du TLV ajoute artificiellement de la variabilité aux mesures* en proposant une estimation des effectifs et de la biomasse qui varie avec la distance au transect à laquelle le poisson se trouve.

Il est d'ailleurs faux de prétendre que cette méthode du TLV fait partie des méthodes de "distance sampling" [61, 62, 63, 64, 65]. Il n'en est rien. Elle ne peut pas en faire partie, puisqu'elle déroge aux bases même de ces méthodes portant (1) sur la distribution de l'objet à dénombrer (*i.e.* les poissons) et surtout (2) sur le fait que l'opérateur ne doit pas influencer par sa présence, la distribution de l'objet à dénombrer. Le manquement du TLV à cette dernière remarque est d'ailleurs très bien démontré dans l'article de Kulbicki et Sarra-megna (1999) [60] prenant les Chaetodontidae pour exemple, ainsi que dans d'autres publications [57, 58, 59].

Ce suivi fut marqué par quelques accidents environnementaux et force est de constater que seuls les paramètres liés au suivi du substrat et du benthos ont servi d'alarme (à Puka) **et d'évaluation des dégâts** (en baie Nord). Les paramètres de densité et de biomasse liés à l'ichtyofaune n'ont, dans ces deux cas, été d'aucune utilité et seuls des échantillonnages supplémentaires, prenant en compte la fonctionnalité (*i.e.* régimes alimentaires) de la biodiversité ichtyologique totale ont pu conforter les éléments déjà très intelligibles apportés par l'étude du corail, c'est-à-dire la recherche spécifique des affections dans le cadre d'un suivi épistémologique déjà engagé depuis plusieurs années.

La question posée, est : l'usine et la mine affectent-elles le milieu marin ? Ce que nous enseignent ces dix années de suivi est que dans le cadre de ce questionnement, le suivi du corail est primordial (recouvrement, biodiversité, épidémiologie et dynamique des populations : recrutement, croissance et mortalité). La conséquence en est que l'agencement d'une station doit être fait en regard de l'étude du corail. Le LIT, la faune et flore benthiques doivent venir en appoint et l'ichtyofaune, quant à elle, doit son intérêt, somme toute secondaire, qu'au fait de sa très grande biodiversité. Il ne peut être tiré partie des poissons que par le truchement du fonctionnement de leur peuplement, c'est-à-dire de la prise en compte des régimes alimentaires spécifiques (si bien que, même si la densité et la biomasse des poissons pouvaient être estimées avec précision et fiabilité, cela n'aurait qu'un intérêt mineur au regard de la problématique).

Le suivi du sud ne doit pas être dévié de sa finalité par une poignée d'ichtyologistes qui n'y voient qu'une opportunité supplémentaire d'accroître le listing des informations ichtyologiques du lagon. Ce suivi du lagon financé par VALE NC ne doit pas être dévié de sa finalité pour entretenir les publications scientifiques des chercheurs.

Il est de plus, grand temps de prendre véritablement conscience que la santé d'un milieu récifo-lagunaire est avant tout due à la qualité de sa masse d'eau et à la bonne santé de son récif et pas à son peuplement de poissons.

Annexe n° 04

Résultats bruts de l'échantillonnage LIT de novembre 2016

Tableau n°198 : Annexe 04 : Tableau a : Recouvrement du substrat (en %) pour toutes les catégories

	Station	CASY		CREEK BAIE NORD		PORT			CANAL WOODING			IORO			IONANTEA			CHAMBEYRON			PUKA		BANCS KIE			ILOT KIE			TOEMO			UGO	
Substrat	/ Transect	A	B	A	B	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B
Code	Catégories																																
ACB	Acropora branchu	3	2,5	24,5	3,5	3	21,5	1,5	13	2,5	0	2	0,5	0	5,5	3	1	7,5	5,5	0	3,5	0	3,5	3,5	0	19	7,5	0	7,5	5,5	0	6,5	3
ACE	Acropora encroûtant	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,5	0	0	0	0	0	0	0	0
ACS	Acropora submassif	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
ACD	Acropora digité	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
ACT	Acropora tabulaire	0	0	0	0	0	0	1	0	8	0	1,5	1,5	0	2,5	0	0	2	0	0	2	0	1	2,5	2	4,5	0	0	1,5	0	0	4	0
CB	Corail branchu	0,5	0,5	0	0	0,5	1,5	1	2,5	6,5	5,5	1	2	0	5,5	6,5	1	3,5	3	0,5	5	0	4,5	6	4	5,5	4	0	11,5	6	0	0	0,5
CE	Corail encroûtant	0	0	2,5	2	0	2	3,5	1,5	2	0	14	5	0	7,5	8	6	8	4	1	7	0,5	6,5	2	0	9,5	18,5	9,5	6,5	17	3	4,5	1,5
CF	Corail foliaire	0	0	0	3,5	0	1	2,5	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	4	0,5
CM	Corail massif	0,5	1	0	2	0	4,5	2	0	3,5	0	2	15	0	6,5	11	3	2	0	0,5	2,5	1	4,5	2	1	2,5	9	3	1	0	4	7,5	9
CS	Corail submassif	0,5	0,5	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1,5	0	1,5	0
CMR	Fungia	0	0	0	0	0	0	0	1,5	0	0	1	0	0	0	0,5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	1,5
CME	Millepora	0	0	2	1	0	0,5	0	17	9	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	4	0	1,5	1	0,5	0	0	0	0	0
SC	Coraux mous	8	6,5	12,5	10,5	0,5	1	1	0,5	0	0	0	0	0	3	0	0	0,5	1,5	0	2,5	3	6	3,5	5,5	2	0,5	1	1	4	1	2	4
SP	Éponges	0	0,5	0	1	1	0,5	0,5	0	1,5	5	2,5	1	1	2,5	3,5	0,5	1	3,5	4	0,5	7,5	2	0,5	3	0	2	0,5	1	3	2,5	2	3,5
ZO	Zoanthaires	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
OT	Autres organismes	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	1	0	0	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0	0	2,5	0	1	0	0	0	1	0,5	0,5	0	0
AA	Assemblages algales	0	0	2	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	4,5	2,5	0	2,5	0	5,5	2,5	16,5	3,5	5,5	0,5	2,5	0	3	4	2	0	0
CA	Algue calcaire	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	13,0	11,5	10,0	11	7	13	0	0	7,5	7	3,5	0	0	5	5,5	5,5	8	0	0
HA	Halimeda	0	0	7	0,5	3,5	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0,5	0	0	0	0
MA	Macroalgue	0	0	8	0,5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F	Algue filamenteuse	0	0	1	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	0,5	0	0
DCA	Corail mort avec algues	9	5,5	38,5	7,5	44,5	51,5	13,5	61,5	53	17,5	35,5	16,5	4	53,5	49	64,5	63	64	75,5	71	69,5	44,5	58,5	62	52	51,5	17	53,5	49,5	73,5	54	67
DC	Corail mort	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0
S	Sable	78	83	0	0	0	0	0	0	12,5	71	37	58,5	94,5	0	0,5	10,5	0	8	5,5	0	16	1	7	2	0	2,5	63	0	3,5	5	10	9,5
R	Débris	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RC	Dalle - Roche	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
SI	Vase	0	0	2	68	45	13	72	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W	Eau	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
	Abiotique	78,5	83	2	68	45	13	72	2	12,5	71	39	58,5	94,5	0,5	0,5	10,5	0	8	5,5	0	16	1	7	2	0	2,5	63	0,5	3,5	5	10	9,5
	Biotique	21,5	17	98	32	55	87	28	98	87,5	29	61	41,5	5,5	99,5	99,5	89,5	100	92	94,5	100	84	99	93	98	100	97,5	37	99,5	96,5	95	90	90,5
Dont coraux scléractiniaïtres		13,5	4,5	4,5	27	11	5,5	30,5	11,5	18,5	22,5	5,5	23	24	0	27,5	29	11,5	23	13,5	2	20,5	1,5	20	16	15,5	43	40	12,5	34	30	7	32

Tableau n°199 : Annexe 04 : Tableau b : Répartition du recouvrement (en %) du substrat, partie biotique/abiotique

	ST0 1A	ST0 1B	ST0 2A	ST0 2B	ST0 3A	ST0 3B	ST03 C	ST0 4A	ST0 4B	ST0 4C	ST0 5A	ST0 5B	ST0 5C	ST0 6A	ST0 6B	ST0 6C	ST0 7A	ST0 7B	ST0 7C	ST0 8A	ST0 8B	ST0 9A	ST0 9B	ST0 9C	ST1 0A	ST1 0B	ST1 0C	ST1 1A	ST1 1B	ST1 1C	ST1 2A	ST12 B
Macrophytes et invertébrés	17	12,5	71	21	49,5	56,5	16,5	79,5	65	23,5	38	17,5	5,5	72	70,5	78	77	78,5	92,5	79,5	82,5	79	77	82,5	57	57,5	24,5	65,5	66,5	88	58	74,5
Coraux sléractinaires	4,5	4,5	27	11	5,5	30,5	11,5	18,5	22,5	5,5	23	24	0	27,5	29	11,5	23	13,5	2	20,5	1,5	20	16	15,5	43	40	12,5	34	30	7	32	16
Abiotique	78,5	83	2	68	45	13	72	2	12,5	71	39	58,5	94,5	0,5	0,5	10,5	0	8	5,5	0	16	1	7	2	0	2,5	63	0,5	3,5	5	10	9,5



Annexe n° 05

Résultats bruts de l'échantillonnage du benthos de novembre 2016

Tableau n°200 : Annexe 05 : Tableau a : Inventaire des coraux et leur abondance (1 à 5) (stations de la baie de Prony et du canal Woodin)

Groupe	Famille	Genre	Espec	UICN	PS	ST01A	ST01B	ST02A	ST02B	ST03A	ST03B	ST03C	ST04A	ST04B	ST04C
Antipathaire	Antipathidae	Antipathus	sp.	/			2		-2		1	1		2	2
Antipathaire	Antipathidae	Cirripathes	sp.	/			1	2	2		-2	2	-2	2	-2
Gorgone	Briareidae	Briareum	stechei	DD		2	3	2	2	2	2	2		2	
Gorgone	Gorgone	Indéterminé	Indéterminé	/		2	2(2spp)	2	2				2	2(2spp)	2(2spp)
Gorgone	Plexauridae	Astrogorgia	menqalia	DD										2	
Milleporina	Milleporidae	Millepora	spp. (branchu)	/		2	2	3	2	2	2	2	5(2spp)	3(2spp)	2
Milleporina	Milleporidae	Millepora	spp. (encroûtant)	/		2	2	2	2			-2	2	2	
Milleporina	Milleporidae	Millepora	spp. (submassif)	/			2						1	2	
Scléractiniaire	Acroporidae	Acropora	florida	LR-nt		2	2	2	2						
Scléractiniaire	Acroporidae	Acropora	grandis	LR-lc				-1							
Scléractiniaire	Acroporidae	Acropora	millepora	LR-nt		2									
Scléractiniaire	Acroporidae	Acropora	spp. (branchu)	/		5(4spp) (B1)	3(4spp)	5(6spp)	5(5spp)	3(3spp) (B1)	5(5spp) (B2)	4(5spp)	5(5spp)	4(4spp) (B2)	1
Scléractiniaire	Acroporidae	Acropora	spp. (tabulaire)	/		3(2spp) (B2)	3(2spp)	1	1				2(2spp) (B1)	5(2spp) (B2)	1
Scléractiniaire	Acroporidae	Anacropora	forbesi	VU				2	2		2	3			
Scléractiniaire	Acroporidae	Anacropora	puertogalerae	LR-lc				3	2	2(B1)	2	2			
Scléractiniaire	Acroporidae	Astreopora	expansa	LR-nt				1	2			2			
Scléractiniaire	Acroporidae	Astreopora	gracilis	LR-lc		2	2		2	2	2	2	1	1	1
Scléractiniaire	Acroporidae	Astreopora	listeri	LR-lc				2		-1					
Scléractiniaire	Acroporidae	Astreopora	moretonensis	VU				2	2		2	2		2	
Scléractiniaire	Acroporidae	Astreopora	myriophthalma	LR-lc		2	2	-2	1		1	1		1	1
Scléractiniaire	Acroporidae	Astreopora	sp.	/					2					2	2
Scléractiniaire	Acroporidae	Isopora	palifera	LR-nt		2				1			2	2	
Scléractiniaire	Acroporidae	Montipora	danae	LR-lc		2									
Scléractiniaire	Acroporidae	Montipora	hispida	LR-lc					1						
Scléractiniaire	Acroporidae	Montipora	spp.	/		4(3spp)	3(3spp)	3(3spp)	4(2spp)	2(2spp) (B2)	2(3spp)	3(3spp)	4(3spp)	3(4spp)	2(2spp)
Scléractiniaire	Acroporidae	Montipora	spp. (branchu)	/		-2		2		2(B1)	2	2			
Scléractiniaire	Acroporidae	Montipora	tuberculosa	LR-lc				2			2	2	1	2	
Scléractiniaire	Acroporidae	Montipora	undata	LR-nt		2	1								
Scléractiniaire	Acroporidae	Montipora	verrucosa	LR-lc				2					2	1	
Scléractiniaire	Agariciidae	Leptoseris	explanata	LR-lc								1			
Scléractiniaire	Agariciidae	Leptoseris	foliosa	LR-lc				-2	2		2	2			
Scléractiniaire	Agariciidae	Leptoseris	gardineri	LR-lc					2		2	2			
Scléractiniaire	Agariciidae	Leptoseris	hawaiiensis	LR-lc										-1	
Scléractiniaire	Agariciidae	Leptoseris	mycetoseroides	LR-lc								2			
Scléractiniaire	Agariciidae	Leptoseris	scabra	LR-lc			1				-1	2		1	
Scléractiniaire	Agariciidae	Leptoseris	tubulifera	LR-lc			-1	1	2		2	2			
Scléractiniaire	Agariciidae	Leptoseris	yabei	VU		1		2				1		1	
Scléractiniaire	Agariciidae	Pachyseris	rugosa	VU						1	1	2			
Scléractiniaire	Agariciidae	Pachyseris	speciosa	LR-lc		2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
Scléractiniaire	Agariciidae	Pavona	cactus	VU				2		2(B1)	2(B1)	2			
Scléractiniaire	Agariciidae	Pavona	decussata	VU		2				2					
Scléractiniaire	Agariciidae	Pavona	explanulata	LR-lc				2	2	1	1	2	1	2	
Scléractiniaire	Agariciidae	Pavona	maldivensis	LR-lc		1	1							1	
Scléractiniaire	Agariciidae	Pavona	varians	LR-lc		2	2	2	3	2	2	2	2	2	1
Scléractiniaire	Astrocoeniidae	Palauastrea	ramosa	LR-nt						3	2	2			
Scléractiniaire	Astrocoeniidae	Stylocoeniella	armata	LR-lc		2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
Scléractiniaire	Astrocoeniidae	Stylocoeniella	guentheri	LR-lc		2	2	2	2		2	2		2	
Scléractiniaire	Caryophylliidae	Euphyllia	ancora	DD							1				
Scléractiniaire	Caryophylliidae	Euphyllia	divisa	DD						1(B1)		1			
Scléractiniaire	Caryophylliidae	Physogyra	lichtensteini	VU									-1		
Scléractiniaire	Dendrophylliidae	Tubastraea	micrantha	DD									2	2	3
Scléractiniaire	Dendrophylliidae	Tubastraea	sp.	/		2	2	2	2			1	3	5	3
Scléractiniaire	Dendrophylliidae	Turbinaria	bifrons	VU								1			
Scléractiniaire	Dendrophylliidae	Turbinaria	heronensis	VU										1	
Scléractiniaire	Dendrophylliidae	Turbinaria	mesenterina	VU		2	2	2	2	1		2	2	2	
Scléractiniaire	Dendrophylliidae	Turbinaria	peltata	VU		2	1							2	
Scléractiniaire	Dendrophylliidae	Turbinaria	reniformis	VU		2	2	2	2			2	1	2	
Scléractiniaire	Dendrophylliidae	Turbinaria	stellulata	VU		2	1	1	1						
Scléractiniaire	Faviidae	Barabattoia	amicorum	LR-lc		3(B1)	3(B1)	2	2	2(B1)	2	2	2	2	1
Scléractiniaire	Faviidae	Caulastrea	curvata	VU					2						
Scléractiniaire	Faviidae	Caulastrea	furcata	LR-lc			2			1	-1	2			
Scléractiniaire	Faviidae	Cyphastrea	chalcidicum	LR-lc		1	-1			1				1	1
Scléractiniaire	Faviidae	Cyphastrea	japonica	LR-lc		2	2	2	2	2	2	3	2	2	
Scléractiniaire	Faviidae	Cyphastrea	serailia	LR-lc		2	2	2	2	2	1	2	2	2	1
Scléractiniaire	Faviidae	Cyphastrea	sp.	/							1				
Scléractiniaire	Faviidae	Diploastrea	heliopora	LR-nt		1									
Scléractiniaire	Faviidae	Echinopora	gemmacea	LR-lc		1	1	1	2	-1	2	2	1	2	
Scléractiniaire	Faviidae	Echinopora	lamellosa	LR-lc		1		2	2	-1					
Scléractiniaire	Faviidae	Echinopora	sp.	/								2			
Scléractiniaire	Faviidae	Favia	laxa	LR-nt					1						
Scléractiniaire	Faviidae	Favia	maritima	LR-nt										1	
Scléractiniaire	Faviidae	Favia	matthai	LR-nt											1
Scléractiniaire	Faviidae	Favia	maxima	LR-nt		1				1					
Scléractiniaire	Faviidae	Favia	speciosa	LR-lc		2	2	2	2				2	2	
Scléractiniaire	Faviidae	Favia	spp.	/		3(3spp)	2(2spp)	2(2spp)	2(3spp)	2(2spp)	2	2(2spp)	2(2spp)	2(2spp)	2
Scléractiniaire	Faviidae	Favia	stelligera	LR-nt		2	2	2							
Scléractiniaire	Favites	Favites	abditia	LR-nt		2	2	1		1				2	
Scléractiniaire	Favites	Favites	halicora	LR-nt		1	2	2		1			1	1	
Scléractiniaire	Favites	Favites	spp.	/		2(2spp)	2(2spp)	2(3spp)	2(2spp)	2(2spp)	2(2spp)	2(2spp)	2(2spp)	2(2spp)	2(2spp)
Scléractiniaire	Favidae	Goniastrea	australensis	LR-lc		2	2	1	2	2(B1)	-1	2	2	2	1
Scléractiniaire	Favidae	Goniastrea	pectinata	LR-lc		2		1	2						
Scléractiniaire	Favidae	Goniastrea	retiformis	LR-lc						1				1	
Scléractiniaire	Favidae	Goniastrea	sp.	/				2							
Scléractiniaire	Favidae	Leptastrea	inaequalis	LR-nt		1	1			1				1	1
Scléractiniaire	Favidae	Leptastrea	purpurea	LR-lc		-1								-1	
Scléractiniaire	Favidae	Leptastrea	sp.	/		1	2		1				1	1	
Scléractiniaire	Favidae	Leptoria	phrygia	LR-nt		2	2	2	2	1					
Scléractiniaire	Favidae	Montastrea	curta	LR-lc		2	2	2	1	2	2		2	2	
Scléractiniaire	Favidae	Montastrea	sp.	/				1	2	1	2	1			
Scléractiniaire	Favidae	Montastrea	valenciennesi	LR-nt			1		1				1	1	
Scléractiniaire	Favidae	Oulophyllia	crispa	LR-nt			1								
Scléractiniaire	Favidae	Platygyra	daedalea	LR-lc				-1		1			1	1	
Scléractiniaire	Favidae	Platygyra	pini	LR-lc		1	1	1	2			2			
Scléractiniaire	Favidae	Platygyra	sinensis	LR-lc		2	2	1	1		1			2	
Scléractiniaire	Fungiidae	Cantharellus	jebbi	LR-lc		2	2	2	2	2	2	2		1	
Scléractiniaire	Fungiidae	Cantharellus	noumeae	EN					2	1	2	2			
Scléractiniaire	Fungiidae	Cycloseris	cyclolites	LR-lc		-1						2			



Groupe	Famille	Genre	Espece	UICN	PS	ST01A	ST01B	ST02A	ST02B	ST03A	ST03B	ST03C	ST04A	ST04B	ST04C
Scléractiniaire	Fungiidae	Cycloseris	sinensis	LR-lc							2	2			
Scléractiniaire	Fungiidae	Cycloseris	sp.	/			2	1	2		1	2		-1	-1
Scléractiniaire	Fungiidae	Fungia	echinata	LR-lc									1		1
Scléractiniaire	Fungiidae	Fungia	granulosa	LR-lc				2							
Scléractiniaire	Fungiidae	Fungia	horrida	LR-lc				-2							
Scléractiniaire	Fungiidae	Fungia	simplex	DD				2			2		-1	1	-1
Scléractiniaire	Fungiidae	Fungia	spp.	/		2(2spp)	-1	2(2spp)	2(2spp)	-2	2(3spp)	2(2spp)	2(2spp)	2	2
Scléractiniaire	Fungiidae	Heliofungia	actiniformis	VU						-1	1				
Scléractiniaire	Fungiidae	Herpolitha	limax	LR-lc				1							
Scléractiniaire	Fungiidae	Lithophyllon	mokai	LR-lc		2	2	2	2	-1	1	2			
Scléractiniaire	Fungiidae	Polyphyllia	novaehiberniae	LR-nt		1									
Scléractiniaire	Fungiidae	Polyphyllia	talpina	LR-lc		2	1	2	1	-1	2	2	1	1	
Scléractiniaire	Fungiidae	Sandalolitha	robusta	LR-lc		2	1	2	-1		1	2	1	1	
Scléractiniaire	Merulinidae	Hydnophora	exesa	LR-nt		1		2	2		1	2	1	2	
Scléractiniaire	Merulinidae	Hydnophora	microconos	LR-nt		2							2		
Scléractiniaire	Merulinidae	Hydnophora	rigida	LR-lc				2						1	
Scléractiniaire	Merulinidae	Merulina	ampliata	LR-lc		2	2	2(B1)	2	1	1	2	1	2	1
Scléractiniaire	Merulinidae	Merulina	scabricula	LR-lc				1		1				1	
Scléractiniaire	Mussidae	Acanthastrea	echinata	LR-lc		2	2	2	2	1			2	2	1
Scléractiniaire	Mussidae	Blastomussa	merleti	LR-lc				1	1		-1	2			
Scléractiniaire	Mussidae	Lobophyllia	corymbosa	LR-lc		2	2	2	2	2(B1)	2	2		2	
Scléractiniaire	Mussidae	Lobophyllia	hemprichii	LR-lc		1	1	2	2	1	1	1		2	
Scléractiniaire	Mussidae	Lobophyllia	pachysepta	LR-nt		1	2		2	2				1	
Scléractiniaire	Mussidae	Scolymia	australis	LR-lc		2	2	2	2	1	2	2		2	1
Scléractiniaire	Mussidae	Scolymia	sp.	/				2	2		-1	2			
Scléractiniaire	Mussidae	Scolymia	vitensis	LR-nt		2	1		1	1	1	1	2	2	
Scléractiniaire	Mussidae	Symphyllia	radians	LR-lc				1							
Scléractiniaire	Mussidae	Symphyllia	recta	LR-lc		1								1	
Scléractiniaire	Mussidae	Symphyllia	valenciennesii	LR-lc						-1	1	1			
Scléractiniaire	Oculinidae	Galaxea	astrea	LR-lc		1	1	2		1		1		2	
Scléractiniaire	Oculinidae	Galaxea	fascicularis	LR-nt		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Scléractiniaire	Oculinidae	Galaxea	paucisepta	LR-nt		2		2	2	1	2	2			
Scléractiniaire	Pectiniidae	Echinophyllia	aspera	LR-lc				1	2			1	1	2	
Scléractiniaire	Pectiniidae	Echinophyllia	orpheensis	LR-lc		1	2	1	1	1(B1)		2	1	1	
Scléractiniaire	Pectiniidae	Echinophyllia	sp.	/							2	2			
Scléractiniaire	Pectiniidae	Mycedium	elephantotus	LR-lc			-1	1	2	1(B1)	2	2	1	1	
Scléractiniaire	Pectiniidae	Oxypora	glabra	LR-lc				1	1		1	1	1		
Scléractiniaire	Pectiniidae	Oxypora	sp.	/								1			
Scléractiniaire	Pectiniidae	Pectinia	lactuca	VU					2				1	1	
Scléractiniaire	Pectiniidae	Pectinia	paeonia	LR-nt						1(B1)					
Scléractiniaire	Pocilloporidae	Pocillopora	damicornis	LR-lc		4(B2)	3(B2)	3(B2)	2	2(B2)	2	2	3(B2)	3(B1)	
Scléractiniaire	Pocilloporidae	Pocillopora	verrucosa	LR-lc		2	2	1					2	2	
Scléractiniaire	Pocilloporidae	Seriatopora	caliendrum	LR-nt		2		1							
Scléractiniaire	Pocilloporidae	Seriatopora	hystrix	LR-lc		2(B2)	2(B1)	2(B1)		2(B2)			5(B2)	3(B2)	
Scléractiniaire	Pocilloporidae	Stylophora	pistillata	LR-nt		2(B2)	2(B1)	2(B1)		2(B2)			3(B2)	2(B2)	
Scléractiniaire	Poritidae	Alveopora	catalai	LR-nt							2	2			
Scléractiniaire	Poritidae	Alveopora	sp.	/		2		2		1	2	2			
Scléractiniaire	Poritidae	Alveopora	spongiosa	LR-nt				2	2						
Scléractiniaire	Poritidae	Goniopora	sp.	/		2	1	2	2	1	1	2			
Scléractiniaire	Poritidae	Porites	cylindrica	LR-nt				2	2		2	2			
Scléractiniaire	Poritidae	Porites	lichen	LR-lc		2				1	1	2	2	2	
Scléractiniaire	Poritidae	Porites	lobata	LR-nt		2	2	2	2	2	2				
Scléractiniaire	Poritidae	Porites	sp.	/				2	2	2	2	2	2	2	
Scléractiniaire	Siderastreidae	Coscinaraea	columna	LR-lc		2	1	1	2	1	1	2	2	2	
Scléractiniaire	Siderastreidae	Psammocora	contigua	LR-nt		2	1	2	2						
Scléractiniaire	Siderastreidae	Psammocora	haimeana	LR-lc		1			1		1	2	2		
Scléractiniaire	Siderastreidae	Psammocora	nierstraszi	LR-lc		1		1			1		2	1	
Scléractiniaire	Siderastreidae	Psammocora	profundacella	LR-lc				2	2			1	2		
Scléractiniaire	Siderastreidae	Psammocora	sp.	/									1	1	
Scléractiniaire	Siderastreidae	Psammocora	superficialis	LR-lc		1	1	1		1	1	1			
Stolonifera	Tubiporidae	Tubipora	musica	LR-nt		2	2		2					2	

Tableau n°201 : Annexe 05 : Tableau b : Inventaire des Macrophytes et des Invertébrés et leur abondance (1 à 5) (stations baie de Prony et du canal Woodin)

Groupe	Sous groupe	Famille	Genre	Espece	UICN	PS	ST01A	ST01B	ST02A	ST02B	ST03A	ST03B	ST03C	ST04A	ST04B	ST04C
Algues brunes	Phéophycées	Dictyotaceae	Dictyota	sp.	/		-2	-2	2	2	2	2	3	-2	2	
Algues brunes	Phéophycées	Dictyotaceae	Lobophora	variegata	DD		2	2	4	3	3	5	3	2	3	-2
Algues brunes	Phéophycées	Dictyotaceae	Padina	sp.	/		2	2			2	2		2		
Algues brunes	Phéophycées	Sargassaceae	Sargassum	sp.	/		2	2								
Algues brunes	Phéophycées	Sargassaceae	Turbinaria	ornata	DD		2									
Algues rouges	Rhodophycées	Coralinaceae	Amphiroa	sp.	/				2	2	2	3	3	2	2	2
Algues vertes	Chlorophycées	Caulerpaceae	Caulerpa	racemosa	DD		1									
Algues vertes	Chlorophycées	Codiaceae	Codium	sp.	/		2	1				2	2			
Algues vertes	Chlorophycées	Dasycladaceae	Neomeris	vanbosseae	DD									2		
Algues vertes	Chlorophycées	Halimedaceae	Halimeda	sp.	/		2	2	4(2spp)	2(2spp)	2	2(2spp)	2	2	2	
Algues vertes	Chlorophycées	Udoteaceae	Chlorodesmis	fastigiata	DD		2				-2					
Algues vertes	Chlorophycées	Valoniaceae	Ventricaria	ventricosa	DD		-2	-2	-2		-2	2				
Ascidies	Ascidies	Didemnidae	Didemnum	sp. (blanche)	/		-1		-2					2	2	
Ascidies	Ascidies	Polycitoridae	Clavelina	detorta	DD									2		
Ascidies	Ascidies	Styelidae	Polycarpa	aurita	DD		3	2	2	2	2	2		2	2	
Ascidies	Ascidies	Styelidae	Polycarpa	clavata	DD										1	
Ascidies	Ascidies	Styelidae	Polycarpa	cryptocarpa	DD		2	2	2		2	2			2	-1
Ascidies	Ascidies	Styelidae	Polycarpa	nigricans	DD		4	3	3		2	3	2	2	2	
Ascidies	Ascidies	Styelidae	Polycarpa	sp1. (blanche)	/			-1	1							
Bryozoaires	Cyclostomes	Alcyonididae	Alcyonidium	sp.	/				2					3	4	3
Cnidaires	Actiniaires	Actinodiscidae	Discosoma	rhodostoma	DD		2									
Cnidaires	Actiniaires	Actinodiscidae	Discosoma	sp.	/							2	2			
Cnidaires	Alcyonaires	Alcyoniidae	Cladiella	sp.	/		-2	-3	2	-2		2				
Cnidaires	Alcyonaires	Alcyoniidae	klyxum	sp.	/					2						
Cnidaires	Alcyonaires	Alcyoniidae	Lobophytum	sp.	/		-2	-2	2							
Cnidaires	Alcyonaires	Alcyoniidae	Rhytisma	sp.	/		-2	-2								
Cnidaires	Alcyonaires	Alcyoniidae	Sarcophyton	sp.	/		5	5	5(2spp)	5(2spp)	2	3	3		2	
Cnidaires	Alcyonaires	Alcyoniidae	Sinularia	dura	DD		-2	-3	2	2	-2	2	3			
Cnidaires	Alcyonaires	Alcyoniidae	Sinularia	flexibilis	DD		2	2								
Cnidaires	Alcyonaires	Alcyoniidae	Sinularia	leptoclados	DD				2	2						
Cnidaires	Alcyonaires	Alcyoniidae	Sinularia	sp.	/		3	2		2	2	3	3		2	2
Cnidaires	Alcyonaires	Nephtheidae	Dendronephthya	sp.	/						1					
Cnidaires	Alcyonaires	Nephtheidae	Nephtea	sp.	/		2	2	1	2	2	2	2		-1	
Cnidaires	Alcyonaires	Nephtheidae	Xenia	sp.	/		-2									
Cnidaires	Alcyonaires	Nidaliidae	Chironephthya	sp.	/				1							1
Cnidaires	Hydrozoaires	Indéterminé	Indéterminé	sp.	/		-2	2		-2	-2	-2	-2	-1	-2	-2
Cnidaires	Zoanthaires	Zoanthidae	Indéterminé	sp.	/		-2	2		-2		2	2			
Cnidaires	Zoanthaires	Zoanthidae	Palythoa	tuberculosa	/		2	2	2		1				2	1
Cyanobactéries	Cyanophycées	Phormidiaceae	Phormidium	sp.	/		3	2	2	2	2	2		-2	-1	
Cyanobactéries	Cyanophycées	Phormidiaceae	Symploca	hydroides	DD		-2	-1	3		2	3				
Echinodermes	Astéries	Acanthasteridae	Acanthaster	planci	DD		1									

Groupe	Sous groupe	Famille	Genre	Espece	UICN	PS	ST01A	ST01B	ST02A	ST02B	ST03A	ST03B	ST03C	ST04A	ST04B	ST04C
Echinodermes	Astéries	Echinasteridae	Echinaster	luzonicus	DD					-1						
Echinodermes	Astéries	Ophidiasteridae	Celerina	heffernani	DD		-1	1	1		1	-1	1			1
Echinodermes	Astéries	Ophidiasteridae	Fromia	indica	DD			1			-1				1	
Echinodermes	Astéries	Ophidiasteridae	Fromia	milleporrella	DD		1	1								
Echinodermes	Astéries	Ophidiasteridae	Fromia	monilis	DD					1						1
Echinodermes	Astéries	Ophidiasteridae	Gomophia	egyptiaca	DD		1	1					1	-1	1	
Echinodermes	Astéries	Ophidiasteridae	Linckia	multifora	DD						1					
Echinodermes	Astéries	Ophidiasteridae	Nardoa	gomophia	DD		1	-2	1	-1	1	-1	1	-2	1	1
Echinodermes	Crinoïdes	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé	/		2	2	2					2	3	4
Echinodermes	Echinides	Diadematidae	Diadema	savignyi	DD		1	1								
Echinodermes	Echinides	Diadematidae	Diadema	setosum	DD		1		1		1		2	1	2	2
Echinodermes	Echinides	Diadematidae	Echinometrix	diadema	DD			1							-1	
Echinodermes	Echinides	Echinometridae	Echinometra	mathaei	DD		1							2		
Echinodermes	Echinides	Echinometridae	Echinostrephus	aciculatus	DD		2									
Echinodermes	Echinides	Echinometridae	Parasalenia	gratiosa	DD				2		1	1			1	1
Echinodermes	Holothurides	Holothuriidae	Actinopyga	palauensis	LR-lc		1									
Echinodermes	Holothurides	Holothuriidae	Holothuria	atra	LR-lc			1								
Echinodermes	Holothurides	Holothuriidae	Holothuria	edulis	LR-lc		2	2	2	1	2	2	2	1	2	1
Echinodermes	Holothurides	Holothuriidae	Holothuria	flavomaculata	LR-lc				2	2	2	3	2		-2	
Echinodermes	Holothurides	Holothuriidae	Holothuria	fuscopunctata	LR-lc		1	1								
Echinodermes	Holothurides	Holothuriidae	Holothuria	whitmaei	EN		1	-1								
Echinodermes	Holothurides	Stichopodidae	Stichopus	herrmanni	VU					1						
Echinodermes	Ophiurides	Ophiocomidae	Ophiomastix	caryophyllata	DD		2	2	2	2	2	2	2	2	2	-2
Echinodermes	Ophiurides	Ophiocomidae	Ophiure	Indéterminé	/		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Echinodermes	Synaptes	Synaptidae	Euapta	godeffroyi	DD					1						
Eponges	Spongiaires	Anchinoidae	Hamigera	strongylata	DD		2						2	-2	2	2
Eponges	Spongiaires	Axinellidae	Cymbastella	cantharella	DD			1					1	1	2	2
Eponges	Spongiaires	Callyspongiidae	Dactylia	delicata	DD							-1	-1	1	2	1
Eponges	Spongiaires	Clionidae	Cliona	jullienei	DD		3	3	2	3	2	2	3	2	3	3
Eponges	Spongiaires	Clionidae	Cliona	orientalis	DD		3	3	3	3	2	2	2	3	4	3
Eponges	Spongiaires	Dysideidae	Dysidea	arenaria	DD								1			
Eponges	Spongiaires	Dysideidae	Dysidea	herbacea	DD						-1				1	
Eponges	Spongiaires	Indéterminé	Indéterminé	sp. (noire)	/		2	2	3	2	2	2		2	3	2
Eponges	Spongiaires	Indéterminé	Indéterminé	sp. (orange)	/		-1	-2								
Eponges	Spongiaires	Microcionidae	Clathria	rugosa	DD		2									
Eponges	Spongiaires	Spirastrellidae	Spheciospongia	vagabunda	DD		2	2	2	2	2	2	-2		3	1
Mollusques	Bivalves	Arcidae	Arca	ventricosa	DD		2	2			2			2	2	
Mollusques	Bivalves	Gryphaeidae	Hyotissa	hyotis	DD		2	1	2			2	1		2	2
Mollusques	Bivalves	Isognomonidae	Isognomon	isognomon	DD		3	2	3	3	2	2	3	3	3	2
Mollusques	Bivalves	Mytilidae	Septifer	bilocularis	DD		3	2	3	2	2		2	3	3	
Mollusques	Bivalves	Ostreidae	Saccostrea	cucullata	DD						2					
Mollusques	Bivalves	Ostreidae	Saccostrea	sp.	/		-2		3						2	
Mollusques	Bivalves	Pinnidae	Pinna	sp.	/						-1		2	-1	1	
Mollusques	Bivalves	Pteridae	Pinctada	margaritifera	DD			1								
Mollusques	Bivalves	Pteridae	Pteria	sp.	/		2	2	2	1		1	-2		2	
Mollusques	Bivalves	Spondylidae	Pedum	spondyloideum	DD		3	2	2	2	2	2		3	3	
Mollusques	Bivalves	Spondylidae	Spondylus	sp.	/		2	2	2	2	1	2	2	2	2	2
Mollusques	Bivalves	Tridacnidae	Tridacna	maxima	LR-cd		-2		1					1		
Mollusques	Bivalves	Tridacnidae	Tridacna	squamosa	LR-cd				1					1		
Mollusques	Gastéropodes	Cerithiidae	Cerithium	sp.	/		1	-2								
Mollusques	Gastéropodes	Conidae	Conus	miles	DD			1								
Mollusques	Gastéropodes	Coralliophillidae	Coralliophila	sp.	/				-2							
Mollusques	Gastéropodes	Coralliophillidae	Coralliophila	violacea	DD		2	2	2	2	2	2			2	
Mollusques	Gastéropodes	Fasciolaridae	Latirolagena	smaragdula	DD		2	2						1	2	
Mollusques	Gastéropodes	Strombidae	Lambis	lambis	DD		1		1	-1	-1				-1	
Mollusques	Gastéropodes	Strombidae	Lambis	scorpius	DD			-1		1						
Mollusques	Gastéropodes	Strombidae	Lambis	truncata	DD										1	
Mollusques	Gastéropodes	Trochidae	Trochus	niloticus	DD		1									
Mollusques	Gastéropodes	Turbinidae	Astraea	rhodostoma	DD		1	2	1	2	1	1	-2	1	2	
Mollusques	Nudibranches	Aglagidae	Cheilidonura	inornata	DD		1								1	
Mollusques	Nudibranches	Chromodorididae	Cadlinella	hirsuta	DD							-1				
Mollusques	Nudibranches	Chromodorididae	Chromodoris	leopardus	DD										1	
Mollusques	Nudibranches	Chromodorididae	Risbecia	tryoni	DD						1					
Mollusques	Nudibranches	Dorididae	Halgerda	johnsonorum	DD		-1				-1	1				
Mollusques	Nudibranches	Phyllidiidae	Phyllidia	ocellata	DD										1	
Mollusques	Nudibranches	Phyllidiidae	Phyllidiella	pustulosa	DD		-1								1	1
Vers	Annélides polychètes	Serpulidae	Spirobranchus	giganteus	DD		3	3	3	3	2	2		3	3	

Tableau n°202 : Annexe 05 : Tableau c : Inventaire des coraux et leur abondance (1 à 5) (stations du canal de la Havannah)

Groupe	Famille	Genre	Espece	UICN	PS	ST05A	ST05B	ST05C	ST06A	ST06B	ST06C	ST07A	ST07B	ST07C	ST08A	ST08B	ST09A	ST09B	ST09C	ST10A	ST10B	ST10C	ST11A	ST11B	ST11C	ST12A	ST12B
Antipathaire	Antipathidae	Antipathus	sp.	/				2		2	1		1	-2				2	2	-1	2	2		2	2	2	
Antipathaire	Antipathidae	Cirripathes	sp.	/		-1	2	2		2	2		2	1	1			1	2	1	2	2		1	1	1	2
Gorgone	Briareidae	Briareum	stechei	DD		2	2	2					2	2	2	2								2	2	2	2
Gorgone	Gorgone	Indéterminé	Indéterminé	/		2(2spp)	1	2(2spp)	2	2(2spp)	2	2	2(2spp)	2(2spp)	2(2spp)	2(2spp)	2(2spp)	3(3spp)	3(4spp)	2(2spp)	2(3spp)	2(3spp)	2	2(2spp)	1	2(2spp)	2(2spp)
Gorgone	Melithaeaidae	Melithaea	ochracea	DD														2	2								
Milleporina	Milleporidae	Millepora	spp. (branchu)	/		2	2			2			2		2	-1		2	2	2	2			2		2	
Milleporina	Milleporidae	Millepora	spp. (encroûtant)	/		2	2		2	2	1		2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	
Milleporina	Milleporidae	Millepora	spp. (submassif)	/																2	2		2	2		2	2
Scléractiniaire	Acroporidae	Acropora	cytherea	LR-lc																2	2						
Scléractiniaire	Acroporidae	Acropora	florida	LR-nt		1	2		1	2					1					2(B1)	2		1	2			
Scléractiniaire	Acroporidae	Acropora	formosa	LR-nt											2								2			2	
Scléractiniaire	Acroporidae	Acropora	gemmifera	LR-lc					2																		
Scléractiniaire	Acroporidae	Acropora	hyacinthus	LR-nt																2	2						
Scléractiniaire	Acroporidae	Acropora	millepora	LR-nt		2			2						2								2				
Scléractiniaire	Acroporidae	Acropora	monticulosa	LR-nt		2			2			2					2						2				
Scléractiniaire	Acroporidae	Acropora	robusta	LR-lc																-2							
Scléractiniaire	Acroporidae	Acropora	spp. (branchu)	/		4(3spp)	3(3spp)	2	5(4spp) (B2)	3(3spp)	2(2spp)	5(5spp)	3(2spp)	2(2spp)	4(4spp) (B1)	2(2spp)	5(5spp) (B1)	4(3spp) (B1)	4(3spp)	5(8spp) (B1)	5(5spp) (B1)	2(2spp)	5(6spp) (B1)	4(3spp) (B2)	2	4(5spp) (B2)	4(3spp) (B1)
Scléractiniaire	Acroporidae	Acropora	spp. (tabulaire)	/		3(2spp)	2(2spp)	2	5(2spp) (B1)	3(2spp) (B1)	2	5(3spp)	3(2spp)	2(B1)	4(2spp) (B1)	2	5(3spp) (B1)	5(3spp) (B1)	5(2spp)	3(2spp) (B2)	3(2spp) (B1)	2(2spp)	5(4spp) (B1)	4(3spp) (B1)	2	3(3spp) (B1)	2(B1)
Scléractiniaire	Acroporidae	Astreopora	expansa	LR-nt				1							2	2											
Scléractiniaire	Acroporidae	Astreopora	gracilis	LR-lc		2	2		2	2		2	2		2	1	2	2	2	2	2	1	2	1		1	1
Scléractiniaire	Acroporidae	Astreopora	listeri	LR-lc																	1	1		1			
Scléractiniaire	Acroporidae	Astreopora	moretonensis	VU											2			1									
Scléractiniaire	Acroporidae	Astreopora	myriophthalma	LR-lc					1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1		2	1		2	1
Scléractiniaire	Acroporidae	Astreopora	sp.	/		2	2	2						1			2	2	1	2	2		2	2		1	1
Scléractiniaire	Acroporidae	Isopora	palifera	LR-nt		2	2		2						2	1				2	2		1	2		2(B1)	
Scléractiniaire	Acroporidae	Montipora	danae	LR-lc		-2			-1											2	2	-1				2	1
Scléractiniaire	Acroporidae	Montipora	hispida	LR-lc		2									1												
Scléractiniaire	Acroporidae	Montipora	spp.	/		4(3spp)	3(3spp)	2(2spp)	5(4spp)	4(4spp)	3(4spp)	5(4spp)	5(4spp)	3(2spp)	3(4spp)	2(2spp)	5(3spp)	4(3spp)	4(3spp)	4(2spp)	4(3spp)	3(2spp)	5(4spp) (B1)	5(4spp) (B1)	3(2spp)	4(4spp) (B1)	4(3spp) (B1)
Scléractiniaire	Acroporidae	Montipora	spp. (branchu)	/		2	2																				
Scléractiniaire	Acroporidae	Montipora	tuberculosa	LR-lc		2														2	2		2	2		1	2
Scléractiniaire	Acroporidae	Montipora	undata	LR-nt			1					2	2				2	1			2						
Scléractiniaire	Acroporidae	Montipora	verrucosa	LR-lc		1						2		1			2	1		1	1		2			2	
Scléractiniaire	Agariciidae	Coeloseris	mayeri	LR-lc															1								
Scléractiniaire	Agariciidae	Gardineroseris	planulata	LR-lc					2	2					1		1	2		2	2	1	2	2	1	1	
Scléractiniaire	Agariciidae	Leptoseris	explanata	LR-lc		1				1	2				1												1
Scléractiniaire	Agariciidae	Leptoseris	hawaiiensis	LR-lc						1	1		1	1				1			1	1		-1		-1	
Scléractiniaire	Agariciidae	Leptoseris	mycetoseroides	LR-lc																	1						
Scléractiniaire	Agariciidae	Leptoseris	scabra	LR-lc									1					1			1	1		1			
Scléractiniaire	Agariciidae	Leptoseris	yabei	VU				1		1	1			1	1				1		1	1		1	1	-1	1
Scléractiniaire	Agariciidae	Pachyseris	rugosa	VU																1	1					2	
Scléractiniaire	Agariciidae	Pachyseris	speciosa	LR-lc		2	2	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Scléractiniaire	Agariciidae	Pavona	cactus	VU											2						1					1	
Scléractiniaire	Agariciidae	Pavona	clavus	LR-lc					1	1										1	1						
Scléractiniaire	Agariciidae	Pavona	decussata	VU		2	2								2					2	1					2	
Scléractiniaire	Agariciidae	Pavona	duerdeni	LR-lc					1	1		1	2	1					1	1	2		2	2			
Scléractiniaire	Agariciidae	Pavona	explanulata	LR-lc		2	2	2		1	1		2	2				2	2	2	2	1	2	2	1	1	1
Scléractiniaire	Agariciidae	Pavona	maldivensis	LR-lc		2	2			2	1	2	2	2					2	2	2		2	2		2	1
Scléractiniaire	Agariciidae	Pavona	varians	LR-lc		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2
Scléractiniaire	Astrocoeniidae	Palauastrea	ramosa	LR-nt																						2	
Scléractiniaire	Astrocoeniidae	Stylocoeniella	armata	LR-lc		2	2	2		2	2		2	2	2	2		2	2	2	2	2		2	1	2	2
Scléractiniaire	Astrocoeniidae	Stylocoeniella	guentheri	LR-lc											1			1		1							-1
Scléractiniairene																											



Groupe	Famille	Genre	Espece	UICN	PS	ST05A	ST05B	ST05C	ST06A	ST06B	ST06C	ST07A	ST07B	ST07C	ST08A	ST08B	ST09A	ST09B	ST09C	ST10A	ST10B	ST10C	ST11A	ST11B	ST11C	ST12A	ST12B
Scléractiniaire	Faviidae	Cyphastrea	japonica	LR-lc		2	3	2		2					1			1		2	2					2	2
Scléractiniaire	Faviidae	Cyphastrea	microphthalma	LR-lc										1					1								
Scléractiniaire	Faviidae	Cyphastrea	serailia	LR-lc		2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
Scléractiniaire	Faviidae	Diploastrea	heliopora	LR-nt			3																1				
Scléractiniaire	Faviidae	Echinopora	gemmacea	LR-lc		1	2			2	-1		1		2	1		2	1	2	2	2	2	2		2	1
Scléractiniaire	Faviidae	Echinopora	horrida	LR-nt		1														1	2					2	1
Scléractiniaire	Faviidae	Echinopora	lamellosa	LR-lc		2	1			1	1				2			2	2	2	2		2	2		2	1
Scléractiniaire	Faviidae	Favia	favus	LR-lc								-1							1			1					
Scléractiniaire	Faviidae	Favia	laxa	LR-nt																		1					
Scléractiniaire	Faviidae	Favia	maritima	LR-nt							1																
Scléractiniaire	Faviidae	Favia	matthai	LR-nt					1																		
Scléractiniaire	Faviidae	Favia	maxima	LR-nt						1			1	1		1		1	1					1	1		
Scléractiniaire	Faviidae	Favia	rotumana	LR-lc					1																		
Scléractiniaire	Faviidae	Favia	rotundata	LR-nt																						-1	
Scléractiniaire	Faviidae	Favia	speciosa	LR-lc		2	1		2	2	1	1	1				2	2		1	2		2	2		2	2
Scléractiniaire	Faviidae	Favia	spp.	/		3(4spp)	2(2spp)	2(3spp)	2(3spp)	2(3spp)	2	3(2spp)	2(3spp)	2(2spp)	2(3spp)	2(3spp)	2(3spp)	3(3spp)	2(3spp)	2(2spp)	2(3spp)	2	3(4spp)	3(3spp)	2(2spp)	3(3spp)	2(2spp)
Scléractiniaire	Faviidae	Favia	stelligera	LR-nt		1			2	2			1		1								2			1	
Scléractiniaire	Faviidae	Favites	abdit	LR-nt		1			2	2		2	1				2	2		2	2		2	2		2	
Scléractiniaire	Faviidae	Favites	chinensis	LR-nt								1															
Scléractiniaire	Faviidae	Favites	flexuosa	LR-nt				1			1																
Scléractiniaire	Faviidae	Favites	halicora	LR-nt		2	1		2	2		2	1		2		2	2		2	2		2	2		2	
Scléractiniaire	Faviidae	Favites	pentagona	LR-lc				1																			
Scléractiniaire	Faviidae	Favites	spp.	/		2(2spp)	2(2spp)	2(2spp)	2(3spp)	2(3spp)	2(3spp)	2(2spp)	2(3spp)	2(2spp)	3(3spp)	2(2spp)	3(3spp)	2(2spp)	2(2spp)	2(2spp)	2(2spp)	2	3(3spp)	3(4spp)	2(2spp)	3(3spp)	2(2spp)
Scléractiniaire	Faviidae	Goniastrea	aspera	LR-lc					-1																		
Scléractiniaire	Faviidae	Goniastrea	australensis	LR-lc		2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1		
Scléractiniaire	Faviidae	Goniastrea	favulus	LR-nt																					1		
Scléractiniaire	Faviidae	Goniastrea	pectinata	LR-lc		1																			1		
Scléractiniaire	Faviidae	Goniastrea	retiformis	LR-lc													1	1									
Scléractiniaire	Faviidae	Goniastrea	sp.	/					2	2	1									2			2				
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	inaequalis	LR-nt			1	1	1			1	2	1	1		2	1	1	1	1		1		1	1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	purpurea	LR-lc				1		1			1			1											
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	sp.	/		2	2			1							2	2		2	2		2	2		2	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1								2	2		2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2			1											2	2		2	2		1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2	</																				

Groupe	Famille	Genre	Espece	UICN	PS	ST05A	ST05B	ST05C	ST06A	ST06B	ST06C	ST07A	ST07B	ST07C	ST08A	ST08B	ST09A	ST09B	ST09C	ST10A	ST10B	ST10C	ST11A	ST11B	ST11C	ST12A	ST12B	
Scléractiniaire	Mussidae	Lobophyllia	hemprichii	LR-lc		1	1	1	1	2	2	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	
Scléractiniaire	Mussidae	Lobophyllia	pachysepta	LR-nt		2								1				2	2							1		
Scléractiniaire	Mussidae	Lobophyllia	sp.	/																2	1	1						
Scléractiniaire	Mussidae	Scolymia	australis	LR-lc											1			2	2		1	2		1	1	1		
Scléractiniaire	Mussidae	Scolymia	vitiensis	LR-nt		2	2	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	
Scléractiniaire	Mussidae	Symphyllia	radians	LR-lc					1	1			1									1						
Scléractiniaire	Mussidae	Symphyllia	recta	LR-lc					1			1			1		1	1		1				1	1			
Scléractiniaire	Mussidae	Symphyllia	sp.	/				1	2	2	1	2	2		1		1	2			1	1	2	1	1	1		
Scléractiniaire	Mussidae	Symphyllia	valenciennesii	LR-lc								-1	1					1			1	1	1	1				
Scléractiniaire	Oculinidae	Galaxea	astreata	LR-lc				1												2								
Scléractiniaire	Oculinidae	Galaxea	fascicularis	LR-nt		3	2	2	3	3	2	4	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	2	5	5	2	3	2
Scléractiniaire	Oculinidae	Galaxea	paucisepta	LR-nt											1													
Scléractiniaire	Pectiniidae	Echinophyllia	aspera	LR-lc						1	1		1	1				1		1	1		1	1				
Scléractiniaire	Pectiniidae	Echinophyllia	orpheensis	LR-lc		1				1	1		1		1			2	1		2	1		1	1		1	
Scléractiniaire	Pectiniidae	Echinophyllia	sp.	/		1		1							1	1		1			1	1		1				
Scléractiniaire	Pectiniidae	Mycedium	elephantotus	LR-lc			1	1		2	1		2	2	2			2	1		2	-1		2	1	1	1	
Scléractiniaire	Pectiniidae	Oxypora	glabra	LR-lc				1		1					1			1										
Scléractiniaire	Pectiniidae	Oxypora	lacera	LR-lc							1								1			1						
Scléractiniaire	Pectiniidae	Oxypora	sp.	/									1															
Scléractiniaire	Pectiniidae	Pectinia	lactuca	VU		2	1	-1	1	2	2		2		2			1	1		2	2		1	2		2	
Scléractiniaire	Pectiniidae	Pectinia	paeonia	LR-nt			1						1													1		
Scléractiniaire	Pocilloporidae	Pocillopora	damicornis	LR-lc		2	2	1	5	3	2	3	3	2	4(B1)	2	5	3	3	3(B1)	3(B1)	2	5	3	2	2(B1)	2	
Scléractiniaire	Pocilloporidae	Pocillopora	eydouxi	LR-nt					2	1		2			2		1	2					2	2				
Scléractiniaire	Pocilloporidae	Pocillopora	kelleheri	LR-lc						1	1		2	1				2	1					1	1			
Scléractiniaire	Pocilloporidae	Pocillopora	meandrina	LR-lc						1		4	3					2	2				3	2				
Scléractiniaire	Pocilloporidae	Pocillopora	verrucosa	LR-lc		2	2		4	2	2	2	2	2	2		3	3	2	2			2	2	1		1	
Scléractiniaire	Pocilloporidae	Pocillopora	woodjonesi	LR-lc					1			1																
Scléractiniaire	Pocilloporidae	Seriatopora	caliendrum	LR-nt		2			2	2	1	2	2	2	4		2(B1)	2(B1)	2	2	2	2	5(B2)	4				
Scléractiniaire	Pocilloporidae	Seriatopora	hystrix	LR-lc		2	2		2	2(B2)	2	2	2	1	4(B2)	2(B1)	2(B1)	2(B1)	2	3(B2)	3(B2)	2	3(B2)	2(B1)		2(B1)	2(B1)	
Scléractiniaire	Pocilloporidae	Stylophora	mordax	DD													-1											
Scléractiniaire	Pocilloporidae	Stylophora	pistillata	LR-nt		2	2		3	3	2	2	3	2	3	2	2	2	2	3(B1)	2	2	3	3	1	2(B1)	2(B1)	
Scléractiniaire	Poritidae	Alveopora	sp.	/		2	2			1	1	1								2	2	2	2	2		2		
Scléractiniaire	Poritidae	Alveopora	spongiosa	LR-nt			1	1				1	2	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	
Scléractiniaire	Poritidae	Goniopora	sp.	/		2	2	2					1		1		-1	2	2	2	2	1	2	2	1	2	3	
Scléractiniaire	Poritidae	Porites	cylindrica	LR-nt		2	2																		2	1		
Scléractiniaire	Poritidae	Porites	lichen	LR-lc		2	2								2	1					2	2		2				
Scléractiniaire	Poritidae	Porites	lobata	LR-nt		4	3		2	3	2	2	2	2	2	4	2			2	2		2	2	2			
Scléractiniaire	Poritidae	Porites	lutea	LR-lc		2	2			2																		
Scléractiniaire	Poritidae	Porites	nigrescens	VU			2																					
Scléractiniaire	Poritidae	Porites	sp.	/		2	3	2	2		2	3	3	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	
Scléractiniaire	Siderastreidae	Coscinaraea	columna	LR-lc		2	2	2	2	2		1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	
Scléractiniaire	Siderastreidae	Coscinaraea	exesa	LR-lc						1			1											1				
Scléractiniaire	Siderastreidae	Psammocora	contigua	LR-nt		2	2		2	2		2	2		2		2	2	2	2	2		2	2		2		
Scléractiniaire	Siderastreidae	Psammocora	digitata	LR-nt					1												2			1				
Scléractiniaire	Siderastreidae	Psammocora	haimeana	LR-lc			1						-1	1			1	1	1									
Scléractiniaire	Siderastreidae	Psammocora	nierstraszi	LR-lc		1			2	1					1			1			1			1				
Scléractiniaire	Siderastreidae	Psammocora	profundacella	LR-lc		1	1	1		1	1		1	1			1		2					1		2	1	
Scléractiniaire	Siderastreidae	Psammocora	superficialis	LR-lc		1												2					2	1				
Stolonifera	Tubiporidae	Tubipora	musica	LR-nt				2					2		2	2	2	3	2	2	3	1	2	2	2	2	2	

Tableau n°203 : Annexe 05 : Tableau d : Inventaire des Macrophytes et des Invertébrés et leur abondance (1 à 5) (stations du canal de la Havannah)

Groupe	Sous groupe	Famille	Genre	Espece	UICN	PS	ST05A	ST05B	ST05C	ST06A	ST06B	ST06C	ST07A	ST07B	ST07C	ST08A	ST08B	ST09A	ST09B	ST09C	ST10A	ST10B	ST10C	ST11A	ST11B	ST11C	ST12A	ST12B
Algues brunes	Phéophycées	Dictyotaceae	<i>Dictyota</i>	sp.	/		-2	-2			-2	-2		-2	-2	2	2	2	3	2	2	2			2	2		
Algues brunes	Phéophycées	Dictyotaceae	<i>Lobophora</i>	<i>variegata</i>	DD		2									2	2		2	2	2	2				-2	-2	
Algues brunes	Phéophycées	Dictyotaceae	<i>Padina</i>	sp.	/											2											2	2
Algues brunes	Phéophycées	Sargassaceae	<i>Sargassum</i>	sp.	/													2	2	2				2			2	2
Algues brunes	Phéophycées	Sargassaceae	<i>Turbinaria</i>	<i>ornata</i>	DD		2									2		3	2		2			2	2		2	
Algues rouges	Rhodophycées	Bonnemaisoniaceae	<i>Asparagopsis</i>	<i>taxiformis</i>	DD					2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2		2	3	2	2	2
Algues rouges	Rhodophycées	Coralinaceae	<i>Amphiroa</i>	sp.	/		2			2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2		2	2		
Algues rouges	Rhodophycées	Florideophyceae	<i>Plocamium</i>	sp.	/											-2		2	2	2					2	-2		
Algues rouges	Rhodophycées	Galaxauraceae	<i>Actinotrichia</i>	sp.	/																			2	2			
Algues rouges	Rhodophycées	Galaxauraceae	<i>Galaxaura</i>	sp.	/											2		2	2	2								
Algues rouges	Rhodophycées	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé	/														2	2								
Algues rouges	Rhodophycées	Rhodomelaceae	<i>Neurymenia</i>	<i>fraxinifolia</i>	DD														2	2								
Algues vertes	Chlorophycées	Caulerpacaeae	<i>Caulerpa</i>	sp.	/											2			2(2spp.)	2(2spp.)	2				2		1	
Algues vertes	Chlorophycées	Codiaceae	<i>Codium</i>	<i>platyclados</i>	DD														3	3								
Algues vertes	Chlorophycées	Codiaceae	<i>Codium</i>	sp.	/						-2					2		2	4	4	2	2			2	2	2	1
Algues vertes	Chlorophycées	Codiaceae	<i>Codium</i>	<i>spongiosum</i>	DD													2	3	3								
Algues vertes	Chlorophycées	Dasycladaceae	<i>Bornetella</i>	<i>oligospora</i>	DD													2	3	3								
Algues vertes	Chlorophycées	Dasycladaceae	<i>Neomeris</i>	<i>vanbosseae</i>	DD														2	2								
Algues vertes	Chlorophycées	Halimedaceae	<i>Halimeda</i>	sp.	/		2(2spp)	2			2	1	-2	2		2	2	2(2spp)	3(2spp)	3(2spp)	2	2	2		2	2	2	2
Algues vertes	Chlorophycées	Siphonocladaceae	<i>Dictyosphaeria</i>	<i>verluysii</i>	DD													3	3	2								
Algues vertes	Chlorophycées	Udoteaceae	<i>Chlorodesmis</i>	<i>fastigiata</i>	DD						1					2		2	3	3	2	2		1	2	2	2	1



Groupe	Sous groupe	Famille	Genre	Espec	UICN	PS	ST05A	ST05B	ST05C	ST06A	ST06B	ST06C	ST07A	ST07B	ST07C	ST08A	ST08B	ST09A	ST09B	ST09C	ST10A	ST10B	ST10C	ST11A	ST11B	ST11C	ST12A	ST12B	
Algues vertes	Chlorophycées	Valoniaceae	Ventricaria	ventricosa	DD		2	2			2	2							2	2									
Ascidies	Ascidies	Diazoniidae	Atrium	robustum	DD														2	2									
Ascidies	Ascidies	Didemnidae	Didemnum	molle	DD															2				2	2				
Ascidies	Ascidies	Didemnidae	Didemnum	sp. (blanche)	/					1	2	1	-2	2	2	2	1	2	3	3			-2		2	2	2		
Ascidies	Ascidies	Indéterminé	Encroûtante	verte	/					-2	-2		-2					3	2	2									
Ascidies	Ascidies	Indéterminé	Encroûtante	Violet / blanc	/													3	2	2	-2	-2			2	2			
Ascidies	Ascidies	Polycitoridae	Citorclinum	laboutei	DD									1			1		1	1									
Ascidies	Ascidies	Polycitoridae	Clavelina	detorta	DD											2		2	2								2		
Ascidies	Ascidies	Polyclinidae	Aplidium	flavolineatum	DD																					-1			
Ascidies	Ascidies	Styelidae	Polycarpa	aurita	DD		2	2	2	2	3	2	3	2	2	3	2	3	4	3	2	2	3	2	2	3	2	3	2
Ascidies	Ascidies	Styelidae	Polycarpa	clavata	DD			1	1		2	1		2	1	1	1	1	2	2		1	1		1	2		-1	
Ascidies	Ascidies	Styelidae	Polycarpa	cryptocarpa	DD		2	1			2	2	1	2	2	1	1	2	3	2		2	1		2		2	2	
Ascidies	Ascidies	Styelidae	Polycarpa	nigricans	DD		3	2		3	3	2	4	3	2	3	2	2	4	3	2	3	2	3	3	3	2	3	2
Ascidies	Ascidies	Styelidae	Polycarpa	sp1. (blanche)	/			1								1		1	2	1							2	2	
Bryozoaires	Cyclostomes	Tetraplariidae	Alcyonidium	sp.	/		3	3	3							2	2	2	3	3	2	3	2		2	2			
Cnidaires	Actiniaires	Actinodiscidae	Discosoma	rhodostoma	DD											2									3		2	2	
Cnidaires	Actiniaires	Actinodiscidae	Discosoma	sp.	/			2				1							2	2			2						
Cnidaires	Actiniaires	Stichodactylidae	Heteractis	aurora	DD		1										1												
Cnidaires	Actiniaires	Stichodactylidae	Heteractis	crispa	DD												1												
Cnidaires	Actiniaires	Stichodactylidae	Heteractis	magnificus	DD															1			1						
Cnidaires	Actiniaires	Stichodactylidae	Heteractis	sp.	/															1									
Cnidaires	Actiniaires	Stichodactylidae	Stichodactyla	sp.	/															2									
Cnidaires	Actiniaires	Thalassianthidae	Cryptodendrum	adhaesivum	DD						1								1										
Cnidaires	Alcyonaires	Alcyoniidae	Cladiella	sp.	/											2		2	2					2	2	1			
Cnidaires	Alcyonaires	Alcyoniidae	klyxum	sp.	/													2	2			2							
Cnidaires	Alcyonaires	Alcyoniidae	Lobophytum	sp.	/												2	4	2	2		2	2	3	3	2			
Cnidaires	Alcyonaires	Alcyoniidae	Rhytisma	sp.	/			2											2	2									
Cnidaires	Alcyonaires	Alcyoniidae	Sarcophyton	sp.	/			1					-2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1		2	2	5	5	
Cnidaires	Alcyonaires	Alcyoniidae	Sinularia	sp.	/								-2	-2		2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	
Cnidaires	Alcyonaires	Nephtheidae	Dendronephthya	sp.	/									2	2			2	3	4	1	2	2		2				
Cnidaires	Alcyonaires	Nephtheidae	Nephthea	sp.	/									-2		2		3	4	4	2	2		4	4		2	2	
Cnidaires	Alcyonaires	Nephtheidae	Xenia	sp.	/													2	3	2		2							
Cnidaires	Alcyonaires	Nidaliidae	Chironophthya	sp.	/			1	1			1			1											1			
Cnidaires	Hydrozoaires	Indéterminé	Indéterminé	sp.	/				-2		2	2		-2	-2	2	2	2	3	3		2			2	2		2	
Cnidaires	Zoanthaires	Zoanthidae	Indéterminé	sp.	/			2	2			2							2	2		2	2				2	2	
Cnidaires	Zoanthaires	Zoanthidae	Palythoa	tuberculosa	/		2	2			2	2		2	2	2	1	2	2	2	2	2	1		2	2	2	2	
Cyanobactéries	Cyanophycées	Phormidiaceae	Phormidium	sp.	/											2	2				2	2	1		-1		2	2	
Cyanobactéries	Cyanophycées	Phormidiaceae	Symploca	hydroides	DD																	-2							
Echinodermes	Astéries	Acanthasteridae	Acanthaster	planci	DD																					-1			
Echinodermes	Astéries	Ophidiasteridae	Celerina	heffernani	DD				-1			-2		1	1		1					1				1		1	
Echinodermes	Astéries	Ophidiasteridae	Fromia	indica	DD		1	1		-2	-2		2			1	2	1	1	1		-1	1		-2	1	1		1
Echinodermes	Astéries	Ophidiasteridae	Fromia	milleporrella	DD								-1										-1				-1		
Echinodermes	Astéries	Ophidiasteridae	Fromia	monilis	DD						1													-1	1				
Echinodermes	Astéries	Ophidiasteridae	Fromia	pacifica	DD																					-1			
Echinodermes	Astéries	Ophidiasteridae	Gomophia	egyptiaca	DD		1		-1		1	-1	1	1			1	1	1			1	1		1	-1		1	
Echinodermes	Astéries	Ophidiasteridae	Gomophia	watsoni	DD																					1			
Echinodermes	Astéries	Ophidiasteridae	Linckia	multifora	DD			1		-2	1					2	1		1	1	1	1							
Echinodermes	Astéries	Ophidiasteridae	Nardoa	gomophia	DD		1				-1	-1	1	2	-1	1	1		2										



Groupe	Sous groupe	Famille	Genre	Espec	UICN	PS	ST05A	ST05B	ST05C	ST06A	ST06B	ST06C	ST07A	ST07B	ST07C	ST08A	ST08B	ST09A	ST09B	ST09C	ST10A	ST10B	ST10C	ST11A	ST11B	ST11C	ST12A	ST12B
Eponges	Spongiaires	Axinellidae	Ptilocaulis	fusiformis	DD							-1																
Eponges	Spongiaires	Callyspongiidae	Dactylia	delicata	DD															1		1	1			1		
Eponges	Spongiaires	Clionidae	Cliona	jullienei	DD		2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3
Eponges	Spongiaires	Clionidae	Cliona	orientalis	DD		3	3	3	3	4	3	3	4	3	4	2	3	3	4	3	3	3	3	3	3	2	3
Eponges	Spongiaires	Dysideidae	Dysidea	herbacea	DD											2	-1	2	2		1	2			2		-2	
Eponges	Spongiaires	Indéterminé	Indéterminé	sp.(noire)	/		2	2	2		2	2		2	2		2	3	4	4	4	2	2	-2		2	2	3
Eponges	Spongiaires	Indéterminé	Indéterminé	sp.(orange)	/		-2	-2											2									
Eponges	Spongiaires	Indéterminé	Indéterminé	sp.(rouge)	/															1								
Eponges	Spongiaires	Leucettidae	Leucetta	chagosensis	DD														2	-1								
Eponges	Spongiaires	Microcionidae	Clathria	rugosa	DD		2	2	2							2	-2				-2	2	2		2	-2	2	2
Eponges	Spongiaires	Spirastrellidae	Spheciospongia	vagabunda	DD		2	2			2	1		2	2	2	2	1	3	2	2	2	2		2	2	2	
Mollusques	Bivalves	Arcidae	Arca	ventricosa	DD		2	2									2				2	2	2		2		2	2
Mollusques	Bivalves	Gryphaeidae	Hyotissa	hyotis	DD		2	2			2	2		2				1	2		2	2	2		2	2	2	2
Mollusques	Bivalves	Gryphaeidae	Hyotissa	sp.	/																2	2						
Mollusques	Bivalves	Isognomonidae	Isognomon	isognomon	DD		2	3	-2					-2	-2	2	2		-2	-2	2	2					3	2
Mollusques	Bivalves	Mytilidae	Septifer	bilocularis	DD		3	3	2	-2	2	2		2	2	2	3	2	2		2	2	2		2	2	3	2
Mollusques	Bivalves	Ostreidae	Saccostrea	cucullata	DD																				2	2		
Mollusques	Bivalves	Ostreidae	Saccostrea	sp.	/									2	2						2	3	2					
Mollusques	Bivalves	Pinnidae	Athrina	sp.	/																1							
Mollusques	Bivalves	Pinnidae	Pinna	sp.	/										-1	1	1		-1		-1		-1					
Mollusques	Bivalves	Pteridae	Pinctada	margaritifera	DD																						1	
Mollusques	Bivalves	Pteridae	Pteria	peguin	DD				1																			
Mollusques	Bivalves	Pteridae	Pteria	sp.	/				2										2	2		2					2	2
Mollusques	Bivalves	Spondylidae	Pedum	spondyloideum	DD		3	3		3	3	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	3	2	2	3	2	3	2
Mollusques	Bivalves	Spondylidae	Spondylus	sp.	/		2	2	2				2	2		2	2		2	2	2	2	2		2	2	2	2
Mollusques	Bivalves	Tridacnidae	Tridacna	crocea	LR-lc		2												2									
Mollusques	Bivalves	Tridacnidae	Tridacna	derasa	VU													1										
Mollusques	Bivalves	Tridacnidae	Tridacna	maxima	LR-cd		2			2	2		2	2		1		2	2		2	2		2	2		1	
Mollusques	Bivalves	Tridacnidae	Tridacna	squamosa	LR-cd		1			1			1			1								1			1	
Mollusques	Gastéropodes	Cerithiidae	Cerithium	nodulosum	DD																					-1		
Mollusques	Gastéropodes	Cerithiidae	Cerithium	sp.	/						-2	1		-1	-2							-2				1	-1	
Mollusques	Gastéropodes	Conidae	Conus	arenatus	DD																					-1	-1	
Mollusques	Gastéropodes	Conidae	Conus	capitaneus	DD						-1																	
Mollusques	Gastéropodes	Conidae	Conus	marmoreus	DD																-1				-1			
Mollusques	Gastéropodes	Conidae	Conus	miles	DD					1	-1	1							1								-1	
Mollusques	Gastéropodes	Conidae	Conus	textile	DD			1																			-1	
Mollusques	Gastéropodes	Conidae	Conus	virgo	DD														1						1			
Mollusques	Gastéropodes	Coralliophilidae	Coralliophila	violacea	DD		2	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Mollusques	Gastéropodes	Fasciolaridae	Latirolagena	smaragdula	DD		2	2		2	1		2		1		2		2	2		2	1				2	
Mollusques	Gastéropodes	Muricidae	Chicoreus	brunneus	DD																						-2	
Mollusques	Gastéropodes	Muricidae	Drupa	morum	DD															1							-2	
Mollusques	Gastéropodes	Muricidae	Drupa	ricinus	DD						1	1	1				1	1	1		1							
Mollusques	Gastéropodes	Muricidae	Drupella	cornus	DD					2			-2			2		2			2	2					-2	
Mollusques	Gastéropodes	Strombidae	Lambis	chiragra	DD																					-1		
Mollusques	Gastéropodes	Strombidae	Lambis	lambis	DD		-1				-1			-1	1	-1						1	-1				-1	
Mollusques	Gastéropodes	Strombidae	Lambis	scorpius	DD		-1	1				-1			-1		1		-1								-1	
Mollusques	Gastéropodes	Strombidae	Lambis	truncata	DD		1						1			2	1	1						1				
Mollusques	Gastéropodes	Trochidae	Tectus	fenestratus	DD																-1	1					-1	
Mollusques	Gastéropodes	Trochidae	Tectus	pyramis	DD									1														
Mollusques	Gastéropodes	Trochidae	Trochus	niloticus	DD		1														1				1		1	
Mollusques	Gastéropodes	Turbinidae	Astraea	rhodostoma	DD		2	1		2	2	1	2	1	1	-2	1	2	2		1	2			2	1	1	1
Mollusques	Gastéropodes	Turbinidae	Turbo	argyrostomus	DD					2			1					2										
Mollusques	Gastéropodes	Turbinidae	Turbo	setosus	DD		1				-1															-1		
Mollusques	Gastéropodes	Vasidae	Vasum	ceramicum	DD						1																	
Mollusques	Gastéropodes	Vasidae	Vasum	turbinellus	DD																1							
Mollusques	Nudibranches	Aglagidae	Cheilidonura	inornata	DD			1								1						1			1			
Mollusques	Nudibranches	Aglagidae	Cheilidonura	varians															2						1			
Mollusques	Nudibranches	Chromodorididae	Chromodoris	elisabethina	DD														-2									
Mollusques	Nudibranches	Chromodorididae	Noumea	catalai																			1					
Mollusques	Nudibranches	Chromodorididae	Risbecia	tryoni	DD		-2										2											-2
Mollusques	Nudibranches	Dorididae	Halgerda	johnsonorum	DD														-1									1
Mollusques	Nudibranches	Dorididae	Halgerda	sp.	/			-1			1														1			
Mollusques	Nudibranches	Phyllidiidae	Phyllidia	coelestis	DD														-1									
Mollusques	Nudibranches	Phyllidiidae	Phyllidiella	pustulosa	DD			1						-1							-1	-1				1	1	
Vers	Annélides polychètes	Serpulidae	Spirobranchus	giganteus	DD		3	4	2	4	5	3	4	3	2	5	3	3	3	3	4	4	5	5	5	5	4	3



Tableau n°204 : *Annexe 05 : Tableau e : Richesse spécifique des coraux par famille et transect*

Groupe	Famille	ST01 A	ST01 B	ST02 A	ST02 B	ST03 A	ST03 B	ST03 C	ST04 A	ST04 B	ST04 C	ST05 A	ST05 B	ST05 C	ST06 A	ST06 B	ST06 C	ST07 A	ST07 B	ST07 C	ST08 A	ST08 B	ST09 A	ST09 B	ST09 C	ST10 A	ST10 B	ST10 C	ST11 A	ST11 B	ST11 C	ST12 A	ST12 B
Scléractiniaire	Acroporidae	16	13	19	17	9	15	16	14	17	7	18	14	6	17	12	8	17	11	8	19	9	17	15	11	22	22	8	24	17	4	20	12
	Agaraciidae	5	4	6	6	6	8	12	3	6	2	6	5	4	5	10	7	3	8	7	8	2	3	7	5	10	13	7	6	8	5	8	6
	Astrocoeniidae	2	2	2	2	2	3	3	1	2	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	2	1	0	2	1	2	1	1	0	1	1	2	1
	Caryophylliidae	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	2	0	2	0	2	0
	Dendrophylliidae	5	5	4	4	1	0	4	4	6	2	6	6	2	3	6	4	3	5	5	6	2	3	7	8	3	5	3	2	5	5	5	4
	Faviidae	25	22	23	22	19	11	13	15	21	9	28	20	16	25	26	15	19	23	13	21	16	19	25	18	22	24	13	27	25	14	26	15
	Fungiidae	7	5	10	7	2	12	10	5	5	2	7	5	1	0	7	7	0	9	5	8	6	1	5	5	9	9	5	1	7	6	15	16
	Merulinidae	3	1	4	2	2	2	2	3	4	1	5	3	0	5	6	2	3	3	0	5	2	5	4	3	8	7	1	7	6	1	5	1
	Mussidae	7	6	7	8	6	5	7	2	7	2	5	4	5	8	6	6	5	7	6	7	4	7	10	7	6	11	9	6	9	9	6	6
	Oculinidae	3	2	3	2	3	2	3	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
	Pectiniidae	1	1	4	5	3	3	6	5	4	0	3	3	3	1	5	5	0	6	2	5	1	0	6	4	2	6	3	2	5	2	3	3
	Pocilloporidae	5	4	5	1	3	1	1	4	4	0	5	4	1	7	8	6	8	7	6	6	3	7	8	6	5	4	4	7	8	4	3	4
	Poritidae	4	2	6	5	5	7	6	2	2	0	7	9	3	2	3	3	4	4	3	5	4	3	3	3	6	6	4	6	6	4	4	5
	Siderastreidae	5	3	5	4	2	4	4	5	3	0	5	4	2	4	5	1	2	4	3	3	1	4	5	4	2	4	1	3	7	1	3	2
	Trachyphylliidae	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
Antipathaire	Antipathidae	0	2	1	1	0	1	2	0	2	1	0	1	2	0	2	2	0	2	1	1	0	0	2	2	1	2	2	0	2	2	1	2
Gorgone	Gorgone	2	3	2	2	1	1	1	1	4	2	3	2	3	1	2	1	1	3	3	3	3	2	4	5	2	3	3	1	3	2	3	3
Milleporina	Milleporidae	2	3	2	2	1	1	1	4	4	1	2	2	0	1	2	1	0	2	1	2	1	1	2	2	3	3	1	2	3	1	3	1
Stolonifera	Tubiporidae	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Total		93	79	103	91	66	77	92	69	94	31	102	85	53	80	103	71	66	97	65	104	57	74	108	86	106	124	69	96	116	63	111	83
Sous-total Scléractiniaires		88	70	98	85	64	74	88	64	83	27	97	80	47	78	97	67	65	89	60	97	52	70	99	76	99	115	62	92	107	57	103	76
Sous-total Autres coraux durs		5	9	5	6	2	3	4	5	11	4	5	5	6	2	6	4	1	8	5	7	5	4	9	10	7	9	7	4	9	6	8	7

Tableau n°205 : *Annexe 05 : Tableau f : Richesse spécifique des biocénoses* benthiques par groupes et transect (*hors coraux durs)*

Groupe	Sous-groupe	ST01 A	ST01 B	ST02 A	ST02 B	ST03 A	ST03 B	ST03 C	ST04 A	ST04 B	ST04 C	ST05 A	ST05 B	ST05 C	ST06 A	ST06 B	ST06 C	ST07 A	ST07 B	ST07 C	ST08 A	ST08 B	ST09 A	ST09 B	ST09 C	ST10 A	ST10 B	ST10 C	ST11 A	ST11 B	ST11 C	ST12 A	ST12 B	
Algues brunes	Phéophycées	4	3	2	2	3	3	2	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	3	4	3	3	2	2	0	2	2	1	3	2
Algues rouges	Rhodophycées	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	2	2	2	2	2	2	3	2	4	6	6	2	2	1	2	4	2	1	1	
Algues vertes	Chlorophycées	4	2	2	2	1	4	2	2	1	0	3	2	0	0	3	2	0	1	0	4	1	7	12	12	4	3	1	1	4	3	4	3	
Cyanobactéries	Cyanophycée	1	1	2	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	
Cnidaïres	Alcyonaires	4	4	8	7	4	5	4	0	2	2	0	3	1	0	0	1	0	2	3	4	3	8	9	7	4	7	4	4	6	5	3	3	
Cnidaïres	Actiniaïres	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	2	0	4	2	0	3	0	0	1	0	1	1	
Cnidaïres	Hydrozoaires	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	
Cnidaïres	Zoanthetaïres	1	2	1	0	1	1	1	0	1	1	1	2	1	0	1	2	0	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	0	1	1	2	2	
Echinodermes	Astéries	4	4	2	1	3	0	3	0	3	3	3	2	0	0	4	0	3	3	1	3	5	2	4	1	2	5	1	1	4	3	1	3	
Echinodermes	Crinoïdes	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Echinodermes	Echinides	4	2	2	0	2	1	1	2	2	2	4	3	1	1	3	2	3	2	3	2	2	3	6	3	2	3	1	0	2	2	4	2	
Echinodermes	Holothurides	4	3	2	3	2	2	2	1	1	1	5	4	0	0	1	4	3	3	6	3	6	0	4	1	3	4	4	0	3	2	4	5	
Echinodermes	Ophiurides	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	0	1	1	0	2	2	1	1	1	2	1	1	1	0	1	2	2	2	2	
Echinodermes	Synaptes	0	0	0	1	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	
Éponges	Spongiaïres	6	5	4	4	4	4	5	5	8	7	5	6	5	2	5	6	2	5	6	6	4	5	9	7	6	8	5	3	7	6	6	7	
Mollusques	Mollusques	14	12	12	8	9	8	5	9	17	4	15	13	4	9	10	8	10	10	7	11	12	12	14	4	17	17	8	4	14	8	15	11	
Ascidies	Ascidies	3	3	4	1	3	3	1	4	5	0	3	5	2	3	5	5	3	6	5	7	5	9	11	10	2	4	4	4	7	4	5	4	
Total		53	45	45	33	37	37	30	29	46	23	46	44	16	18	38	36	27	38	37	53	49	57	89	61	49	64	33	23	59	41	53	49	
Sous-total Invertébrés		44	39	38	27	30	27	25	24	42	22	40	42	16	16	33	32	25	35	35	41	43	43	67	40	39	56	30	18	49	35	44	42	
Sous-total Algues		8	5	5	5	5	8	5	5	4	1	6	2	0	2	5	4	2	3	2	11	5	14	22	21	9	7	2	5	10	6	8	6	
Sous-total Cnidaïres		6	7	9	7	5	7	6	0	3	3	2	6	2	0	3	5	0	3	4	7	7	10	16	12	5	13	6	4	9	7	6	7	
Sous-total Echinodermes		15	12	9	7	9	5	8	6	9	8	15	12	3	2	10	8	10	11	13	10	15	7	17	7	9	14	7	3	12	10	12	13	

Tableau n°206 : Annexe 05 : Tableau g : Richesse spécifique des coraux par famille et station

Groupe	Famille	ST01	ST02	ST03	ST04	ST05	ST06	ST07	ST08	ST09	ST10	ST11	ST12
Scléractiniaire	Acroporidae	16	23	17	18	20	17	18	19	18	25	25	20
	Agaraciidae	6	8	13	6	7	10	9	8	9	14	8	10
	Astrocoeniidae	2	2	3	2	1	1	1	2	2	2	1	2
	Caryophylliidae	0	0	2	0	1	1	0	0	1	2	2	2
	Dendrophylliidae	5	4	4	6	6	6	6	6	8	5	5	5
	Faviidae	28	28	24	22	35	35	27	24	28	30	32	26
	Fungiidae	8	11	13	7	7	7	9	8	5	11	7	16
	Merulinidae	3	4	3	5	5	6	3	5	5	8	7	5
	Mussidae	7	9	9	7	6	8	10	7	10	13	10	7
	Oculinidae	3	3	3	2	2	1	1	2	1	2	1	1
	Pectiniidae	1	5	7	5	6	6	6	5	7	6	5	4
	Pocilloporidae	5	5	3	4	5	9	9	6	8	5	8	4
	Poritidae	4	6	7	2	9	4	5	5	4	6	6	5
	Siderastreidae	5	6	5	5	6	6	5	3	6	4	7	3
	Trachyphylliidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Antipathaire	Antipathidae	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2
Gorgone	Gorgone	3	2	1	4	3	2	3	3	5	3	3	3
Milleporina	Milleporidae	3	2	1	4	2	2	2	2	2	3	3	3
Stolonifera	Tubiporidae	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
Total		102	120	117	102	124	123	117	107	122	142	133	119
Sous-total Scléractiniaires		93	114	113	91	116	117	109	100	112	133	124	110
Sous-total Autres coraux durs		9	6	4	11	8	6	8	7	10	9	9	9

Tableau n°207 : Annexe 05 : Tableau h : Richesse spécifique des biocénoses* benthiques par groupes et station (*hors coraux durs)

Groupe	Sous-groupe	ST01	ST02	ST03	ST04	ST05	ST06	ST07	ST08	ST09	ST10	ST11	ST12
Algues brunes	Phéophycées	4	2	3	3	2	0	0	4	4	3	3	3
Algues rouges	Rhodophycées	0	1	1	1	1	2	2	3	6	2	4	1
Algues vertes	Chlorophycées	4	2	4	2	3	3	1	4	12	4	4	4
Cyanobactéries	Cyanophycée	1	2	2	0	0	0	0	1	0	1	0	1
Cnidaires	Alcyonaires	4	10	6	3	3	1	3	5	9	7	7	3
Cnidaires	Actiniaires	1	0	1	0	2	2	0	3	5	3	1	1
Cnidaires	Hydrozoaires	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1
Cnidaires	Zoanthaires	2	1	2	1	2	2	1	1	2	2	1	2
Echinodermes	Astéries	6	3	4	5	4	4	4	5	4	5	6	4
Echinodermes	Crinoïdes	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Echinodermes	Echinides	5	2	2	3	4	3	6	2	6	3	2	5
Echinodermes	Holothurides	5	3	2	1	7	4	6	6	4	5	3	5
Echinodermes	Ophiurides	2	2	2	2	2	1	2	1	2	1	2	2
Echinodermes	Synaptés	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eponges	Spongiaires	7	4	7	8	6	6	6	6	11	8	8	7
Mollusques	Mollusques	16	13	13	19	21	15	16	16	19	22	16	17
Ascidies	Ascidies	3	4	3	6	5	5	6	8	11	4	7	5
Total		62	51	52	55	63	50	54	67	97	72	66	62
Sous-total Invertébrés		53	44	42	49	57	45	51	55	75	62	55	53
Sous-total Algues		8	5	8	6	6	5	3	11	22	9	11	8
Sous-total Cnidaires		8	11	9	4	7	6	4	10	17	13	10	7
Sous-total Echinodermes		19	12	10	12	18	13	19	15	17	15	14	17

Tableau n°208 : Annexe 05 : Tableau i : Richesse spécifique des coraux par site

Groupe	Famille	Prony	Woodin	Havannah
Scléractiniaire	Acroporidae	28	18	36
	Agaraciidae	14	6	16
	Astrocoeniidae	3	2	3
	Caryophylliidae	2	0	4
	Dendrophylliidae	6	6	10
	Faviidae	37	22	53
	Fungiidae	16	7	20
	Merulinidae	5	5	8
	Mussidae	11	7	14
	Oculinidae	3	2	3
	Pectiniidae	8	5	9
	Pocilloporidae	5	4	9
	Poritidae	8	2	9
	Siderastreidae	6	5	8
	Trachyphylliidae	0	0	0
Antipathaire	Antipathidae	2	2	2
Gorgone	Gorgone	3	4	6
Milleporina	Milleporidae	3	4	3
Stolonifera	Tubiporidae	1	1	1
Total (Classt)		161	161	102
Sous-total SCL		151	152	91
Sous-total Autres		10	9	11

Tableau n°209 : Annexe 05 : Tableau j : Richesse spécifique du macrobenthos par site

Groupe	Sous-groupe	Prony	Woodin	Havannah
Algues brunes	Phéophycées	5	3	5
Algues rouges	Rhodophycées	1	1	7
Algues vertes	Chlorophycées	6	2	12
Cyanobactéries	Cyanophycée	2	0	1
Cnidaires	Alcyonaires	12	3	10
Cnidaires	Actiniaires	2	0	8
Cnidaires	Hydrozoaires	1	0	1
Cnidaires	Zoanthaires	2	1	2
Echinodermes	Astéries	8	5	8
Echinodermes	Crinoïdes	1	1	1
Echinodermes	Echinides	6	3	8
Echinodermes	Holothurides	7	1	10
Echinodermes	Ophiurides	2	2	2
Echinodermes	Synapses	1	0	0
Eponges	Spongiaires	8	8	12
Mollusques	Mollusques	24	19	45
Ascidies	Ascidies	4	6	12
Total		92	55	144
Sous-total Invertébrés		78	49	119
Sous-total Algues		12	6	24
Sous-total Cnidaires		17	4	21
Sous-total Echinodermes		25	12	29

Tableau n°210 : Annexe 05 : Tableau k : Liste des espèces cibles (CdC DENV) et leur abondance (1 à 5) (stations de la baie de Prony et du canal Woodin)

Groupe	Sous groupe	Famille	Genre	Espec	UICN	PS	ST01A	ST01B	ST02A	ST02B	ST03A	ST03B	ST03C	ST04A	ST04B	ST04C
Algues brunes	Phéophycées	Dictyotaceae	Dictyota	sp.	/		-2	-2	2	2	2	2	3	-2	2	
Algues brunes	Phéophycées	Dictyotaceae	Lobophora	variegata	DD		2	2	4	3	3	5	3	2	3	-2
Algues brunes	Phéophycées	Dictyotaceae	Padina	sp.	/		2	2			2	2		2		
Algues brunes	Phéophycées	Sargassaceae	Sargassum	sp.	/		2	2								
Algues brunes	Phéophycées	Sargassaceae	Turbinaria	ornata	DD		2									
Algues rouges	Rhodophycées	Coralinaceae	Amphiroa	sp.	/				2	2	2	3	3	2	2	2
Algues vertes	Chlorophycées	Caulerpaceae	Caulerpa	racemosa	DD		1									
Algues vertes	Chlorophycées	Codiaceae	Codium	sp.	/		2	1				2	2			
Algues vertes	Chlorophycées	Dasycladaceae	Neomeris	vanbosseae	DD									2		
Algues vertes	Chlorophycées	Halimedaceae	Halimeda	sp.	/		2	2	4(2spp)	2(2spp)	2	2(2spp)	2	2	2	
Algues vertes	Chlorophycées	Udoteaceae	Chlorodesmis	fastigiata	DD		2				-2					
Algues vertes	Chlorophycées	Valoniaceae	Ventricaria	ventricosa	DD		-2	-2	-2		-2	2				
Echinodermes	Astéries	Acanthasteridae	Acanthaster	planci	DD		1									
Echinodermes	Astéries	Echinasteridae	Echinaster	luzonicus	DD					-1						
Echinodermes	Astéries	Ophiasteridae	Celerina	heffermani	DD		-1	1	1		1	-1	1			1
Echinodermes	Astéries	Ophiasteridae	Fromia	indica	DD			1			-1				1	
Echinodermes	Astéries	Ophiasteridae	Fromia	milleporrella	DD		1	1								
Echinodermes	Astéries	Ophiasteridae	Fromia	monilis	DD					1						1
Echinodermes	Astéries	Ophiasteridae	Gomophia	egyptiaca	DD		1	1					1	-1	1	
Echinodermes	Astéries	Ophiasteridae	Linckia	multifora	DD						1					
Echinodermes	Astéries	Ophiasteridae	Nardoa	gomophia	DD		1	-2	1	-1	1	-1	1	-2	1	1
Echinodermes	Crinoïdes	Indéterminé	Indéterminé	Indéterminé	/		2	2	2					2	3	4
Echinodermes	Echinides	Diadematidae	Diadema	savignyi	DD		1	1								
Echinodermes	Echinides	Diadematidae	Diadema	setosum	DD		1		1		1		2	1	2	2
Echinodermes	Echinides	Diadematidae	Echinometrix	diadema	DD			1							-1	
Echinodermes	Echinides	Echinometridae	Echinometra	mathaei	DD		1							2		
Echinodermes	Echinides	Echinometridae	Echinostrephus	aciculatus	DD		2									
Echinodermes	Echinides	Echinometridae	Parasalenia	gratiosa	DD				2		1	1			1	1
Echinodermes	Holothurides	Holothuriidae	Actinopyga	palauensis	LR-lc		1									
Echinodermes	Holothurides	Holothuriidae	Holothuria	atra	LR-lc			1								
Echinodermes	Holothurides	Holothuriidae	Holothuria	edulis	LR-lc		2	2	2	1	2	2	2	1	2	1
Echinodermes	Holothurides	Holothuriidae	Holothuria	flavomaculata	LR-lc				2	2	2	3	2		-2	
Echinodermes	Holothurides	Holothuriidae	Holothuria	fuscopunctata	LR-lc		1	1								
Echinodermes	Holothurides	Holothuriidae	Holothuria	whitmaei	EN		1	-1								
Echinodermes	Holothurides	Stichopodidae	Stichopus	herrmanni	VU					1						
Echinodermes	Ophiurides	Ophiocomidae	Ophiomastix	caryophyllata	DD		2	2	2	2	2	2	2	2	2	-2
Echinodermes	Ophiurides	Ophiocomidae	Ophiure	Indéterminé	/		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Echinodermes	Synapses	Synaptidae	Euapta	godeffroyi	DD					1						
Eponges	Spongiaires	Clionidae	Cliona	jullienei	DD		3	3	2	3	2	2	3	2	3	3
Eponges	Spongiaires	Clionidae	Cliona	orientalis	DD		3	3	3	3	2	2	2	3	4	3
Mollusques	Bivalves	Tridacnidae	Hippopus	hippopus	LR-cd											
Mollusques	Bivalves	Tridacnidae	Tridacna	crocea	LR-lc											
Mollusques	Bivalves	Tridacnidae	Tridacna	derasa	VU											
Mollusques	Bivalves	Tridacnidae	Tridacna	maxima	LR-cd		-2		1					1		
Mollusques	Bivalves	Tridacnidae	Tridacna	squamosa	LR-cd				1					1		



Annexe n° 06

Nomenclature UICN

La liste rouge de l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature) est un système simple et compréhensible par tous pour classer les espèces selon le risque d'extinction à l'échelle mondiale.

Fondée sur une solide base scientifique, la Liste rouge de l'UICN est reconnue comme l'outil de référence de l'état de la diversité biologique spécifique à l'échelle mondiale. Sur la base d'une information précise sur les espèces menacées, son but essentiel est d'identifier les priorités d'action, de mobiliser l'attention du public et des responsables politiques sur l'urgence et l'étendue des problèmes de conservation, et d'inciter tous les acteurs à agir en vue de limiter le taux d'extinction des espèces.

Cependant en milieu marin, le recensement des espèces d'invertébrés enregistre de nombreuses lacunes à travers le monde. Les coraux scléractiniaires et les béditiés sont les mieux référencés mais le reste des invertébrés est le plus souvent enregistré comme données insuffisantes (data deficient).

Le schéma [figure a](#) illustre le classement des catégories employées selon le risque d'extinction qui pèse sur les espèces.

Les définitions de chaque catégorie sont données [tableau a](#).

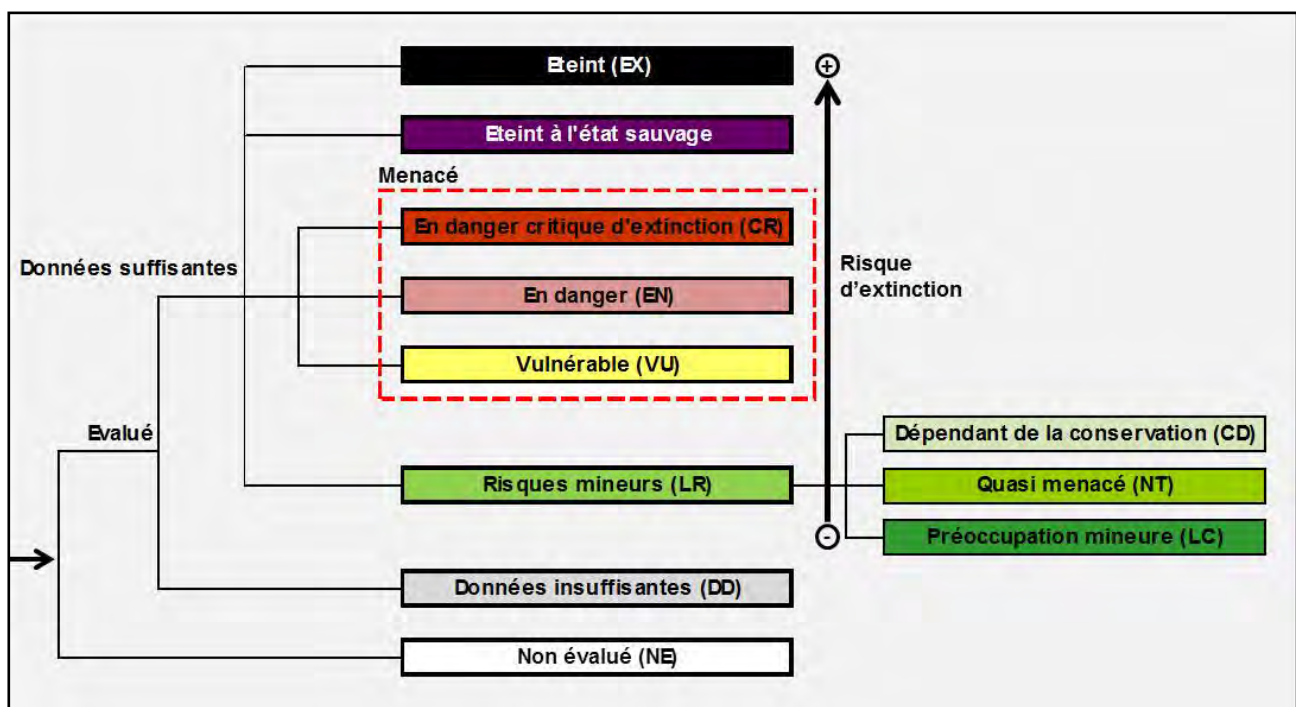


Figure n°137 : Annexe 05 : Figure a : Classification de la liste rouge UICN

Tableau n°212 : Annexe 05 : Tableau a : Définitions des catégories UICN

CATEGORIE	SIGLE	DEFINITION
Éteint (Extinct)	EX	Un taxon est dit <i>Éteint</i> lorsqu'il ne fait aucun doute que le dernier individu est mort. Un taxon est présumé <i>Éteint</i> lorsque des études exhaustives menées dans son habitat connu et/ou présumé, à des périodes appropriées (rythme diurne, saisonnier, annuel), et dans l'ensemble de son aire de répartition historique n'ont pas permis de noter la présence d'un seul individu. Les études doivent être faites sur une durée adaptée au cycle et aux formes biologiques du taxon.

Éteint à l'état sauvage (Extinct in the wild)	EW	Un taxon est dit <i>Éteint à l'état sauvage</i> lorsqu'il ne survit qu'en culture, en captivité ou dans le cadre d'une population (ou de populations) naturalisée(s), nettement en dehors de son ancienne aire de répartition. Un taxon est présumé <i>Éteint à l'état sauvage</i> lorsque des études détaillées menées dans ses habitats connus et/ou probables, à des périodes appropriées (rythme diurne, saisonnier, annuel), et dans l'ensemble de son aire de répartition historique n'ont pas permis de noter la présence d'un seul individu. Les études doivent être faites sur une durée adaptée au cycle et aux formes biologiques du taxon.
En danger critique d'extinction (Critically endangered)	CR	Un taxon est dit <i>En danger critique d'extinction</i> lorsque les meilleures données disponibles indiquent qu'il remplit l'un des critères A à E correspondant à la catégorie <i>En danger critique d'extinction</i> et, en conséquence, qu'il est confronté à un risque extrêmement élevé d'extinction à l'état sauvage.
En danger (Endangered)	EN	Un taxon est dit <i>En danger</i> lorsque les meilleures données disponibles indiquent qu'il remplit l'un des critères A à E correspondant à la catégorie <i>En danger</i> et, en conséquence, qu'il est confronté à un risque très élevé d'extinction à l'état sauvage.
Vulnérable (Vulnerable)	VU	Un taxon est dit <i>Vulnérable</i> lorsque les meilleures données disponibles indiquent qu'il remplit l'un des critères A à E correspondant à la catégorie <i>Vulnérable</i> , en conséquence, qu'il est confronté à un risque élevé d'extinction à l'état sauvage.
Risques mineurs (Lower Risk)	LR	Un taxon est dit <i>Risques mineurs</i> lorsqu'il a été évalué et ne satisfait pas aux critères de l'une des catégories <i>En danger critique d'extinction</i> , <i>En danger</i> et <i>Vulnérable</i> . Les taxons inscrits dans cette catégorie peuvent être séparés en trois sous-catégories.
→ Dépendant de la conservation (Conservation Dependant)	CD	Un taxon est dit <i>Dépendant de la conservation</i> lorsqu'il fait l'objet d'un programme de conservation spécifique du taxon ou spécifique de l'habitat typique du taxon, et dont la cessation entraînerait la qualification du taxon dans l'une des catégories ci-dessus dans un délai de cinq ans.
→ Quasi menace (Near Threatened)	NT	Un taxon est dit <i>Quasi menacé</i> lorsqu'il a été évalué d'après les critères et ne remplit pas, pour l'instant, les critères des catégories <i>En danger critique d'extinction</i> , <i>En danger</i> ou <i>Vulnérable</i> mais qu'il est près de remplir les critères correspondant aux catégories du groupe <i>Menacé</i> ou qu'il les remplira probablement dans un proche avenir.
→ Préoccupation mineure (Least Concern)	LC	Un taxon est dit de <i>Préoccupation mineure</i> lorsqu'il a été évalué d'après les critères et ne remplit pas les critères des catégories <i>En danger critique d'extinction</i> , <i>En danger</i> , <i>Vulnérable</i> ou <i>Quasi menacé</i> . Dans cette catégorie sont inclus les taxons largement répandus et abondants.
Données insuffisantes (Data Deficient)	DD	Un taxon entre dans la catégorie <i>Données insuffisantes</i> lorsqu'on ne dispose pas d'assez de données pour évaluer directement ou indirectement le risque d'extinction en fonction de sa distribution et/ou de l'état de sa population. Un taxon inscrit dans cette catégorie peut avoir fait l'objet d'études approfondies et sa biologie peut être bien connue, sans que l'on dispose pour autant de données pertinentes sur l'abondance et/ou la distribution. Il ne s'agit donc pas d'une catégorie <i>Menacé</i> . L'inscription d'un taxon dans cette catégorie indique qu'il est nécessaire de rassembler davantage de données et n'exclut pas la possibilité de démontrer, grâce à de futures recherches, que le taxon aurait pu être classé dans une catégorie <i>Menacé</i> . Il est impératif d'utiliser pleinement toutes les données disponibles. Dans de nombreux cas, le choix entre <i>Données insuffisantes</i> et une catégorie <i>Menacé</i> doit faire l'objet d'un examen très attentif. Si l'on soupçonne que l'aire de répartition d'un taxon est relativement circonscrite, s'il s'est écoulé un laps de temps considérable depuis la dernière observation du taxon, le choix d'une catégorie <i>Menacé</i> peut parfaitement se justifier.
Non évalué (Not Evaluated)	NE	Un taxon est dit <i>Non évalué</i> lorsqu'il n'a pas encore été confronté aux critères.

Aqua



Terra

Ingénierie de l'Environnement et de la Réhabilitation

