



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

Mission d'octobre 2015

**PROJET GORO NICKEL
VALE NOUVELLE CALEDONIE**



*Caractéristiques du dossier :*

Référence du document	Rap 071-15_Ver00	
Référence du contrat	C2415 E53801	
Numéro de l'affaire	071-15	
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 2016
	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)	Février 2016

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 071-15_Ver00	Janvier 2016	AQUA TERRA	Vale NC	Février 2016



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 :

↳ **Alain GERBAULT** : Plongeur CAH 1B.

Sur le terrain, l'équipe était complétée par des plongeurs / pilotes professionnels pour assurer la sécurité et aider pour la partie technique (chargement du matériel, gonflement des blocs, mise en place des piquets sous l'eau, ...).

Ce rapport a été rédigé sur la base des résultats et commentaires de chacune des parties.



Crédit photographique : Grégory Lasne 2015 pour Biocénose Marine, Valérie Vaillet 2015, pour AQUA TERRA



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	29
3.4.3 Pour les poissons	31
4 RESULTATS BRUTS PAR STATION	34
4.1 STATION 01 = CASY	35
4.1.1 Le substrat (ST01)	39
4.1.2 Le benthos (ST01)	40
4.1.2.1 Benthos Transect 01 A	41
4.1.2.1.1 Les Scléactiniaires (ST01A)	41
4.1.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST01A)	42
4.1.2.2 Benthos Transect 01 B	43
4.1.2.2.1 Les Scléactiniaires (ST01B)	43
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 Scléactiniaires (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 Scléactiniaires (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 Scléactiniaires (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 Scléactiniaires (ST03B)	72
4.3.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST03B)	72
4.3.2.3 Benthos Transect 03 C	73
4.3.2.3.1 Les Scléactiniaires (ST03C)	73
4.3.2.3.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST03C)	74

4.3.3	Les poissons (ST03)	75
4.4	STATION 04 = WOODIN	80
4.4.1	Le substrat (ST04)	84
4.4.2	Le benthos (ST04)	85
4.4.2.1	Benthos Transect 04 A	86
4.4.2.1.1	Les Scléractiniaires (ST04A)	86
4.4.2.1.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST04A)	87
4.4.2.2	Benthos Transect 04 B	88
4.4.2.2.1	Les Scléractiniaires (ST04B)	88
4.4.2.2.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST04B)	88
4.4.2.3	Benthos Transect 04 C	89
4.4.2.3.1	Les Scléractiniaires (ST04C)	89
4.4.2.3.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST04C)	90
4.4.3	Les poissons (ST04)	91
4.5	STATION 05 = RECIF IORO	97
4.5.1	Le substrat (ST05)	100
4.5.2	Le benthos (ST05)	101
4.5.2.1	Benthos Transect 05 A	102
4.5.2.1.1	Les Scléractiniaires (ST05A)	102
4.5.2.1.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST05A)	103
4.5.2.2	Benthos Transect 05 B	103
4.5.2.2.1	Les Scléractiniaires (ST05B)	103
4.5.2.2.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST05B)	104
4.5.2.3	Benthos Transect 05 C	105
4.5.2.3.1	Les Scléractiniaires (ST05C)	105
4.5.2.3.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST05C)	105
4.5.3	Les poissons (ST05)	107
4.6	STATION 06 = BANC IONONTEA	113
4.6.1	Le substrat (ST06)	116
4.6.2	Le benthos (ST06)	117
4.6.2.1	Benthos Transect 06 A	118
4.6.2.1.1	Les Scléractiniaires (ST06A)	118
4.6.2.1.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST06A)	119
4.6.2.2	Benthos Transect 06 B	119
4.6.2.2.1	Les Scléractiniaires (ST06B)	119
4.6.2.2.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST06B)	120
4.6.2.3	Benthos Transect 06 C	121
4.6.2.3.1	Les Scléractiniaires (ST06C)	121
4.6.2.3.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST06C)	122
4.6.3	Les poissons (ST06)	123
4.7	STATION 07 = BASSE CHAMBEYRON	129
4.7.1	Le substrat (ST07)	133
4.7.2	Le benthos (ST07)	134
4.7.2.1	Benthos Transect 07 A	135
4.7.2.1.1	Les Scléractiniaires (ST07A)	135
4.7.2.1.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST07A)	136
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)	137
4.7.2.3	Benthos Transect 07 C	138
4.7.2.3.1	Les Scléractiniaires (ST07C)	138
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).....	174
4.10	STATION 10 = ILOT KIE.....	180
4.10.1	Le substrat (ST10).....	184
4.10.2	Le benthos (ST10).....	185
4.10.2.1	Benthos Transect 10 A.....	186
4.10.2.1.1	Les Scléractiniaires (ST10A).....	186
4.10.2.1.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST10A).....	187
4.10.2.2	Benthos Transect 10 B.....	188
4.10.2.2.1	Les Scléractiniaires (ST10B).....	188
4.10.2.2.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST10B).....	188
4.10.2.3	Benthos Transect 10 C.....	190
4.10.2.3.1	Les Scléractiniaires (ST10C).....	190
4.10.2.3.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST10C).....	190
4.10.3	Les poissons (ST10).....	192
4.11	STATION 11 = RECIF TOEMO.....	198
4.11.1	Le substrat (ST11).....	202
4.11.2	Le benthos (ST11).....	203
4.11.2.1	Benthos Transect 11 A.....	204
4.11.2.1.1	Les Scléractiniaires (ST11A).....	204
4.11.2.1.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST11A).....	205
4.11.2.2	Benthos Transect 11 B.....	206
4.11.2.2.1	Les Scléractiniaires (ST11B).....	206
4.11.2.2.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST11B).....	206
4.11.2.3	Benthos Transect 11 C.....	207
4.11.2.3.1	Les Scléractiniaires (ST11C).....	207
4.11.2.3.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST11C).....	208
4.11.3	Les poissons (ST11).....	210
4.12	STATION 12 = ILOT UGO.....	216
4.12.1	Le substrat (ST12).....	220
4.12.2	Le benthos (ST12).....	221
4.12.2.1	Benthos Transect 12 A.....	222
4.12.2.1.1	Les Scléractiniaires (ST12A).....	222
4.12.2.1.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST12A).....	223
4.12.2.2	Benthos Transect 12 B.....	224
4.12.2.2.1	Les Scléractiniaires (ST12B).....	224
4.12.2.2.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST12B).....	224
4.12.3	Les poissons (ST12).....	226
5	RESULTATS GENERAUX / SYNTHESE.....	231
5.1	SUBSTRAT.....	231
5.2	BENTHOS.....	232
5.2.1	Biodiversité du benthos : généralités.....	232
5.2.1.1	Les contraintes en termes de potentiel « indicateur » et « réactivité ».....	232
5.2.1.2	Les contraintes naturelles de la zone d'étude.....	233
5.2.1.3	Les contraintes anthropiques de la zone d'étude.....	234
5.2.2	Répartition des 4 groupes biotiques par transect.....	234
5.2.3	Composition spécifique par site.....	235
5.2.3.1	Assemblage spécifique du benthos dans le canal de la Havannah.....	236
5.2.3.2	Assemblage spécifique du benthos dans le canal Woodin.....	237
5.2.3.3	Assemblage spécifique du benthos dans la baie de Prony.....	238
5.2.4	Répartition spatiale de la diversité benthique.....	240
5.2.4.1	La biodiversité corallienne.....	240
5.2.4.2	La biodiversité des invertébrés.....	240
5.2.4.3	La biodiversité des macrophytes.....	241
5.3	ICHTHYOLOGIE.....	245
5.4	ESPECES EXOGENES / ESPECES INVASIVES / ENVAHISSANTES.....	247
5.4.1	Définitions.....	247
5.4.2	Espèces exogènes / invasives.....	247

5.4.3	Espèces envahissantes.....	248
5.4.3.1	Asparagopsis taxiformis	248
5.4.3.2	Lobophora variegata.....	248
6	COMPARAISON AVEC LES DONNEES HISTORIQUES	252
6.1	SUBSTRAT	252
6.2	BENTHOS.....	252
6.2.1	Variation de la biodiversité α dans le temps.....	253
6.2.1.1	Pour les coraux scléractiniaires, depuis la dernière mission	254
6.2.1.2	Pour les coraux scléractiniaires, depuis le début	255
6.2.1.2.1	Analyse par Anovar	256
6.2.1.2.2	Analyse par le test de Friedman	257
6.2.1.3	Pour les invertébrés, depuis la dernière mission.....	259
6.2.1.4	Pour les invertébrés, depuis le début.....	261
6.2.1.4.1	Analyse par Anovar	261
6.2.1.4.2	Analyse par le test de Friedman	263
6.2.1.5	Pour les macrophytes, généralités	264
6.2.1.6	Pour les macrophytes, depuis le début.....	265
6.2.1.6.1	Analyse par Anovar	265
6.2.1.6.2	Analyse par le test de Friedman	266
6.2.2	Indicateurs de l'état de santé des récifs de la zone d'étude	269
6.2.2.1	Le recrutement corallien.....	269
6.2.2.2	La mortalité des coraux.....	270
6.2.2.3	Le blanchissement des coraux.....	270
6.2.2.4	Les maladies et les lésions coralliennes.....	271
6.2.2.4.1	Les maladies ou lésions les plus fréquemment rencontrées dans la zone d'étude	272
6.2.2.4.2	Les lésions rencontrées de manière épisodique dans la zone d'étude	273
6.2.2.5	Les principales espèces concurrentes.....	274
6.2.3	Evolution globale des stations par rapport à mars 2015.....	277
6.3	ICHTHYOLOGIE	289
6.3.1	Test paramétrique par analyse des variances (ANOVAR).....	289
6.3.1.1	Comparaison entre années	290
6.3.1.1.1	La densité.....	290
6.3.1.1.2	La biomasse	291
6.3.1.1.3	La biodiversité	292
6.3.1.2	Comparaison entre stations.....	294
6.3.1.2.1	La densité.....	294
6.3.1.2.2	La biomasse	295
6.3.1.2.3	La biodiversité	296
6.3.1.3	Synthèse.....	299
6.3.2	Test non paramétrique	300
6.3.3	Indice Global Annuel (IGA) et Indice Annuel par Station (IAS).....	302
6.3.4	Résumé.....	303
6.3.4.1	Synopsis des résultats par station.....	303
6.3.4.2	Synopsis des résultats par mission	304
6.3.4.3	Le peuplement de poissons.....	305
7	SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....	306
7.1	SYNTHESE DES EVENEMENTS CLIMATOLOGIQUES SUR LA PERIODE D'ETUDE	307
7.1.1	Vania, Zelia.....	307
7.1.2	Fréda.....	307
7.1.3	Pluviométrie de juillet 2013.....	307
7.1.4	Pam.....	308
7.1.5	Le phénomène ENSO	310
7.1.5.1	Généralités.....	310
7.1.5.2	La Niña	311
7.1.5.3	El Niño	311
7.2	RECRUTEMENT ET TAUX DE CROISSANCE CORALLIEN : POCILLOPORIDAE.....	311
7.2.1	Généralités.....	311
7.2.2	Cas de la station 01.....	312
7.3	CONTEXTE REGLEMENTAIRE	317
7.3.1	Liste rouge UICN.....	317
7.3.2	Code de l'Environnement de la Province Sud.....	318
7.3.2.1	Ecosystèmes patrimoniaux.....	318
7.3.2.2	Espèces endémiques, rares ou menacées	319
7.3.2.3	Espèces protégées	320
7.3.2.4	Espèces exotiques envahissantes	320
8	CONCLUSION.....	322

8.1	LE SUBSTRAT.....	322
8.2	LES COMMUNAUTES BENTHIQUES.....	322
8.2.1	Etat général.....	322
8.2.2	Les perturbations	324
8.3	LES POPULATIONS ICTHYOLOGIQUES	326
9	DISCUSSION	329
10	RECOMMANDATIONS / AMELIORATIONS.....	330
10.1	AMELIORATIONS PROPRES A CE SUIVI	330
10.2	AMELIORATIONS AU CAHIER DES CHARGES	331
10.3	SUGGESTIONS AU NIVEAU PROVINCIAL OU TERRITORIAL	333
11	SOURCES	334
A N N E X E S		341
ANNEXE N°01.....		342
METHODOLOGIE GENERALE D'ECHANTILLONNAGE DES COMMUNAUTES RECIFALES.....		342
ANNEXE N°02.....		345
CARACTERISTIQUES TERRAIN DE LA CAMPAGNE D'ECHANTILLONNAGE D'OCTOBRE 2015		345
ANNEXE N°03.....		346
CRITIQUES SUR LA COLLECTE ET L'ANALYSE DES DONNEES DE L'ICTHYOFAUNE		346
ANNEXE N°04.....		354
RESULTATS BRUTS DE L'ECHANTILLONNAGE LIT D'OCTOBRE 2015		354
ANNEXE N°05.....		355
RESULTATS BRUTS DE L'ECHANTILLONNAGE DU BENTHOS D'OCTOBRE 2015		355
ANNEXE N°06.....		365
NOMENCLATURE UICN		365

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	29
Tableau n°08 :	Grille de lecture des tableaux de variations de la composition du benthos.....	29
Tableau n°09 :	Lexique des abréviations des familles.....	32
Tableau n°10 :	Exemple de calcul pour « poisson ».....	32
Tableau n°11 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les coraux* (ST01A)	41
Tableau n°12 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST01A).....	42
Tableau n°13 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les coraux* (ST01B)	43
Tableau n°14 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST01B).....	44
Tableau n°15 :	Données sur les poissons (ST01).....	45
Tableau n°16 :	Liste des espèces complémentaires (ST01)	45
Tableau n°17 :	Nombre d'espèces par famille ichtyologique 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).....	47
Tableau n°20 :	Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST01) ..	48
Tableau n°21 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les coraux* (ST02A)	55
Tableau n°22 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST02A).....	56
Tableau n°23 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les coraux* (ST02B)	57
Tableau n°24 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST02B).....	57
Tableau n°25 :	Données sur les poissons (ST02).....	59
Tableau n°26 :	Liste des espèces complémentaires (ST02)	60
Tableau n°27 :	Test χ^2 du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille » depuis 2007 (ST02)	61
Tableau n°28 :	Nombre d'espèces par famille ichtyologique par mission (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 mars et octobre 2015 : Les coraux* (ST03A)	70
Tableau n°32 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST03A)	71
Tableau n°33 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les coraux* (ST03B)	72
Tableau n°34 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST03B)	72
Tableau n°35 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les coraux* (ST03C)	73
Tableau n°36 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST03C)	74
Tableau n°37 :	Données sur les poissons (ST03)	75
Tableau n°38 :	Liste des espèces complémentaires (ST03)	75
Tableau n°39 :	Nombre d'espèces par famille ichtyologique par mission (ST03)	76
Tableau n°40 :	Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille » depuis 2007 (ST03)	77
Tableau n°41 :	Synopsis des résultats et récapitulatif des années précédentes (ST03)	77
Tableau n°42 :	Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST03) ..	79
Tableau n°43 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les coraux* (ST04A)	86
Tableau n°44 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST04A)	87
Tableau n°45 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les coraux* (ST04B)	88
Tableau n°46 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST04B)	88
Tableau n°47 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les coraux* (ST04C)	89
Tableau n°48 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST04C)	90
Tableau n°49 :	Données sur les poissons (ST04)	91
Tableau n°50 :	Liste des espèces complémentaires (ST04)	92
Tableau n°51 :	Nombre d'espèces par famille ichtyologique par mission (ST04)	93
Tableau n°52 :	Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille » depuis 2007 (ST04)	94
Tableau n°53 :	Synopsis des résultats et récapitulatif des années précédentes (ST04)	95
Tableau n°54 :	Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST04) ..	95
Tableau n°55 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les coraux* (ST05A)	102
Tableau n°56 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST05A)	103
Tableau n°57 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les coraux* (ST05B)	104
Tableau n°58 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST05B)	104
Tableau n°59 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les coraux* (ST05C)	105
Tableau n°60 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST05C)	106
Tableau n°61 :	Données sur les poissons (ST05)	107
Tableau n°62 :	Liste des espèces complémentaires (ST05)	108
Tableau n°63 :	Nombre d'espèces par famille ichtyologique par mission (ST05)	109
Tableau n°64 :	Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille » depuis 2007 (ST05)	110
Tableau n°65 :	Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST05) ..	110
Tableau n°66 :	Synopsis des résultats et récapitulatif des années précédentes (ST05)	111
Tableau n°67 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les coraux* (ST06A)	118
Tableau n°68 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST06A)	119
Tableau n°69 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les coraux* (ST06B)	120
Tableau n°70 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST06B)	120
Tableau n°71 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les coraux* (ST06C)	121
Tableau n°72 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST06C)	122
Tableau n°73 :	Données sur les poissons (ST06)	123
Tableau n°74 :	Liste des espèces complémentaires (ST06)	124
Tableau n°75 :	Nombre d'espèces par famille ichtyologique par mission (ST06)	125
Tableau n°76 :	Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille » depuis 2007 (ST06)	126
Tableau n°77 :	Synopsis des résultats et récapitulatif des années précédentes (ST06)	127
Tableau n°78 :	Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST06) ..	127
Tableau n°79 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les coraux* (ST07A)	135
Tableau n°80 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST07A)	136
Tableau n°81 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les coraux* (ST07B)	137
Tableau n°82 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST07B)	138
Tableau n°83 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les coraux* (ST07C)	139
Tableau n°84 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST07C)	139
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 mars et octobre 2015 : Les coraux* (ST08A)	153
Tableau n°92 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST08A).....	154
Tableau n°93 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les coraux* (ST08B)	155
Tableau n°94 :	Variations entre mars et octobre 2015 : 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 mars et octobre 2015 : Les coraux* (ST09A)	168
Tableau n°102 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST09A).....	169
Tableau n°103 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les coraux* (ST09B)	170
Tableau n°104 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST09B).....	171
Tableau n°105 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les coraux* (ST09C)	172
Tableau n°106 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST09C).....	172
Tableau n°107 :	Données sur les poissons (ST09).....	174
Tableau n°108 :	Liste des espèces complémentaires (ST09)	175
Tableau n°109 :	Nombre d'espèces par famille ichtyologique par mission (ST09)	176
Tableau n°110 :	Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille » depuis 2007 (ST09)	177
Tableau n°111 :	Synopsis des résultats et récapitulatif des années précédentes (ST09).....	178
Tableau n°112 :	Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST09)	178
Tableau n°113 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les coraux* (ST10A)	186
Tableau n°114 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST10A).....	187
Tableau n°115 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les coraux* (ST10B)	188
Tableau n°116 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST10B).....	189
Tableau n°117 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les coraux* (ST10C)	190
Tableau n°118 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST10C).....	190
Tableau n°119 :	Données sur les poissons (ST10).....	192
Tableau n°120 :	Liste des espèces complémentaires (ST10)	193
Tableau n°121 :	Nombre d'espèces par famille ichtyologique par mission (ST10)	194
Tableau n°122 :	Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille » depuis 2007 (ST10)	195
Tableau n°123 :	Synopsis des résultats et récapitulatif des années précédentes (ST10).....	196
Tableau n°124 :	Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST10)	196
Tableau n°125 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les coraux* (ST11A)	204
Tableau n°126 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST11A).....	205
Tableau n°127 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les coraux* (ST11B)	206
Tableau n°128 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST11B).....	206
Tableau n°129 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les coraux* (ST11C)	208
Tableau n°130 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST11C).....	208
Tableau n°131 :	Données sur les poissons (ST11).....	210
Tableau n°132 :	Liste des espèces complémentaires (ST11)	211
Tableau n°133 :	Nombre d'espèces par famille ichtyologique par mission (ST11)	212
Tableau n°134 :	Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille » depuis 2007 (ST11)	213
Tableau n°135 :	Synopsis des résultats et récapitulatif des années précédentes (ST11).....	214
Tableau n°136 :	Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST11)	214
Tableau n°137 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les coraux* (ST012A)	222
Tableau n°138 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST012A).....	223
Tableau n°139 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les coraux* (ST012B)	224
Tableau n°140 :	Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST012B).....	224
Tableau n°141 :	Données sur les poissons (ST12).....	226
Tableau n°142 :	Liste des espèces complémentaires (ST12)	227
Tableau n°143 :	Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille » depuis 2009 (ST12)	227

Tableau n°144 :	Nombre d'espèces par famille ichtyologique par mission (ST12)	228
Tableau n°145 :	Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST12)	228
Tableau n°146 :	Synopsis des résultats et récapitulatif des années précédentes (ST12)	229
Tableau n°147 :	Récapitulatif des paramètres biologiques pour l'ichtyofaune	245
Tableau n°148 :	Richesse spécifique des coraux scléractiniaires pour tous les transects depuis 2010	255
Tableau n°149 :	Analyse de la Variance de la biodiversité α des coraux scléractiniaires depuis 2010	256
Tableau n°150 :	Analyse de la Variance de la biodiversité α des coraux scléractiniaires depuis 2012	256
Tableau n°151 :	Analyse de la Variance de la richesse spécifique (RSp.) des coraux scléractiniaires pour tous les transects depuis 2010	256
Tableau n°152 :	Analyses non paramétriques Friedman (analyse en colonne) de la richesse spécifique des coraux scléractiniaires depuis 2010	257
Tableau n°153 :	Classement par rang en colonne pour l'analyse non paramétrique Friedman de la richesse spécifique des coraux scléractiniaires depuis 2010	258
Tableau n°154 :	Valeur de la richesse spécifique des invertébrés (hors coraux durs) pour tous les transects depuis 2010	261
Tableau n°155 :	Analyse de la Variance de la biodiversité α des invertébrés (hors coraux durs), depuis 2010	262
Tableau n°156 :	Analyse de la Variance de la richesse spécifique des invertébrés (hors coraux durs) pour tous les transects depuis 2010	262
Tableau n°157 :	Analyses non paramétriques Friedman (analyse en colonne) de la richesse spécifique des invertébrés (hors coraux durs) depuis 2010	263
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	263
Tableau n°159 :	Valeur de la richesse spécifique des macrophytes pour tous les transects depuis 2010	265
Tableau n°160 :	Analyse de la Variance de la biodiversité α des macrophytes depuis 2010	266
Tableau n°161 :	Analyse de la Variance de la richesse spécifique des macrophytes pour tous les transects depuis 2010	266
Tableau n°162 :	Analyses non paramétriques Friedman (analyse en colonne) de la richesse spécifique des macrophytes depuis 2010	267
Tableau n°163 :	Classement par rang en colonne pour l'analyse non paramétrique Friedman de la richesse spécifique des macrophytes depuis 2010	267
Tableau n°164 :	Evolution du taux de recouvrement du substrat entre mars et octobre 2015 (différence en %)	280
Tableau n°165 :	Evolution de la richesse spécifique du benthos entre mars et octobre 2015 (gain/perte en taxa)	280
Tableau n°166 :	Particularités de chaque station et évolution entre mars et octobre 2015	281
Tableau n°167 :	Analyse de la Variance des densités moyennes ichtyologiques (ind./m ²) par campagne	290
Tableau n°168 :	Analyse de la Variance des biomasses ichtyologiques (g/m ²) moyennes par campagne	291
Tableau n°169 :	Analyse de la Variance des biodiversités 1 ichtyologiques par campagne	292
Tableau n°170 :	Analyse de la Variance des biodiversités 3 ichtyologiques par campagne	293
Tableau n°171 :	Analyse de la Variance des densités moyennes ichtyologiques (ind./m ²) par station	294
Tableau n°172 :	Analyse de la Variance des biomasses moyennes ichtyologiques (ind./m ²) par station	295
Tableau n°173 :	Analyse de la Variance des biodiversités 1 moyennes ichtyologiques (ind./m ²) par station	296
Tableau n°174 :	Analyse de la Variance des biodiversités 3 moyennes ichtyologiques (ind./m ²) par station	298
Tableau n°175 :	Récapitulatif de la comparaison temporelle	299
Tableau n°176 :	Récapitulatif de la comparaison spatiale	299
Tableau n°177 :	Comparaisons des variances ichtyologiques entre missions vs entre stations	299
Tableau n°178 :	Test de Friedman (analyses spatiales et temporelles, ichtyologie)	301
Tableau n°179 :	Classement des stations (A) et des missions (B) (ichtyologie)	301
Tableau n°180 :	Clé de cotation des Indices ichtyologiques	302
Tableau n°181 :	Cotation des stations en octobre 2015 et rappel des missions précédentes (ichtyologie)	302
Tableau n°182 :	Cotation des missions depuis 2007 (ichtyologie)	303
Tableau n°183 :	Moyennes des paramètres ichtyologiques étudiés (calculées sur l'ensemble des missions) par station	303
Tableau n°184 :	Moyennes des paramètres ichtyologiques étudiés (calculées sur l'ensemble des stations), par mission	304

Tableau n°185 :	Cotation des missions depuis 2007 par rapport à l'IGA (Ichtyologie).....	305
Tableau n°186 :	Systématique / Description de Pocillopora damicornis.....	312
Tableau n°187 :	Taille des colonies coralliennes fixées sur les piquets de la ST01A	315
Tableau n°188 :	Nombre d'espèces coralliennes échantillonnées inscrites sur la liste UICN, par transect...	316
Tableau n°189 :	Extrait de la liste des espèces endémiques, rares ou menacées en Province Sud, potentiellement présentes sur la zone d'étude	320
Tableau n°190 :	Cotation IGA.....	328
Tableau n°191 :	Classement des missions	328
Annexe 01 : Tableau a :	Catégories et composantes de substrat retenues pour l'échantillonnage et le traitement des données	342
Annexe 01 : Tableau b :	Liste des poissons indicateurs	343
Annexe 02 : Tableau a :	Rapport de plongée.....	345
Annexe 02 : Tableau b :	Corrections des marées	345
Annexe 02 : Tableau c :	Agenda des marées (corrigées selon le lieu)	345
Annexe 03 : Tableau a :	Recouvrement du substrat (en %) pour toutes les catégories.....	354
Annexe 03 : Tableau b :	Répartition du recouvrement (en %) du substrat, partie biotique/abiotique.....	354
Annexe 04 : Tableau a :	Inventaire des coraux et leur abondance (1 à 5) (stations de la baie de Prony et du canal Woodin).....	355
Annexe 04 : Tableau b :	Inventaire des Macrophytes et des Invertébrés et leur abondance (1 à 5) (stations baie de Prony et du canal Woodin)	356
Annexe 04 : Tableau c :	Inventaire des coraux et leur abondance (1 à 5) (stations du canal de la Havannah)...	358
Annexe 04 : Tableau d :	Inventaire des Macrophytes et des Invertébrés et leur abondance (1 à 5) (stations du canal de la Havannah).....	360
Annexe 04 : Tableau e :	Richesse spécifique des coraux par famille et transect.....	362
Annexe 04 : Tableau f :	Richesse spécifique des biocénoses* benthiques par groupes et transect (*hors coraux durs).....	363
Annexe 04 : Tableau g :	Richesse spécifique des coraux par famille et station	363
Annexe 04 : Tableau h :	Richesse spécifique des biocénoses* benthiques par groupes et station (*hors coraux durs).....	364
Annexe 04 : Tableau i :	Richesse spécifique des coraux par site	364
Annexe 04 : Tableau j :	Richesse spécifique du macrobenthos par site	364
Annexe 05 : Tableau a :	Définitions des catégories UICN.....	365

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.....	39
Figure n°05 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST01B.....	39
Figure n°06 :	Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST01).....	40
Figure n°07 :	Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST01)	41
Figure n°08 :	Richesse spécifique par famille de poissons (ST01).....	47
Figure n°09 :	Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST01).....	48
Figure n°10 :	Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques 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).....	77
Figure n°24 :	Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST03).....	78
Figure n°25 :	Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST03) ..	79
Figure n°26 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST04A.....	84
Figure n°27 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST04B.....	84
Figure n°28 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST04C.....	84
Figure n°29 :	Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST04)	85
Figure n°30 :	Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST04).....	86
Figure n°31 :	Richesse spécifique par famille de poissons (ST04).....	94
Figure n°32 :	Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST04).....	96
Figure n°33 :	Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST04) ..	96
Figure n°34 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST05A.....	100
Figure n°35 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST05B.....	100
Figure n°36 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST05C.....	100
Figure n°37 :	Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST05)	101
Figure n°38 :	Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST05).....	102
Figure n°39 :	Richesse spécifique par famille de poissons (ST05).....	110
Figure n°40 :	Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST05).....	112
Figure n°41 :	Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST05) ..	112
Figure n°42 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST06A.....	116
Figure n°43 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST06B.....	116
Figure n°44 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST06C.....	116
Figure n°45 :	Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST06)	117
Figure n°46 :	Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST06).....	118
Figure n°47 :	Richesse spécifique par famille de poissons (ST06).....	126
Figure n°48 :	Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST06).....	128
Figure n°49 :	Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST06) ..	128
Figure n°50 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST07A.....	133
Figure n°51 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST07B.....	133
Figure n°52 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST07C.....	133
Figure n°53 :	Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST07).....	134
Figure n°54 :	Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST07)	135
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)	153
Figure n°62 :	Richesse spécifique par famille de poissons (ST08).....	159
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).....	177
Figure n°71 :	Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST09).....	179
Figure n°72 :	Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST09)	179
Figure n°73 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST10A.....	184
Figure n°74 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST10B.....	184
Figure n°75 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST10C.....	184
Figure n°76 :	Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST10).....	185
Figure n°77 :	Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST10)	186
Figure n°78 :	Richesse spécifique par famille de poissons (ST10).....	194
Figure n°79 :	Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST10).....	197
Figure n°80 :	Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST10)	197
Figure n°81 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST11A.....	202
Figure n°82 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST11B.....	202
Figure n°83 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST103C.....	202
Figure n°84 :	Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST11).....	203
Figure n°85 :	Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST11)	204
Figure n°86 :	Richesse spécifique par famille de poissons (ST11).....	213
Figure n°87 :	Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST11).....	215
Figure n°88 :	Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST11)	215
Figure n°89 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST12A.....	220
Figure n°90 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST12B.....	220
Figure n°91 :	Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST12).....	221
Figure n°92 :	Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST12)	222
Figure n°93 :	Richesse spécifique par famille de poissons (ST12).....	229
Figure n°94 :	Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2009 (ST12).....	230
Figure n°95 :	Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2009 (ST12)	230
Figure n°96 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat partie biotique/abiotique	231
Figure n°97 :	Richesse taxonomique du benthos dans 4 groupes clés	235
Figure n°98 :	Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne pour le canal de la Havannah.....	236
Figure n°99 :	Répartition par groupe de la richesse spécifique des macrophytes et invertébrés (hors coraux durs) pour le canal de la Havannah	236
Figure n°100 :	Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne pour le canal Woodin.....	237
Figure n°101 :	Répartition par groupe de la richesse spécifique des macrophytes et invertébrés (hors coraux durs) pour le canal Woodin	238
Figure n°102 :	Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne pour la baie de Prony.....	239
Figure n°103 :	Répartition par groupe de la richesse spécifique des macrophytes et invertébrés (hors coraux durs) pour la baie de Prony	239
Figure n°104 :	Assemblage des coraux par famille pour les trois sites	242
Figure n°105 :	Assemblage des invertébrés (hors coraux durs) et des macrophytes par groupe pour les trois sites	242
Figure n°106 :	Richesse spécifique corallienne selon les familles par station.....	243
Figure n°107 :	Richesse spécifique des biocénoses* benthiques selon les groupes par station	243
Figure n°108 :	Richesse spécifique corallienne selon les familles par transect.....	244
Figure n°109 :	Richesse spécifique des biocénoses* benthiques selon les groupes par transect	244
Figure n°110 :	Richesse spécifique de l'ichtyofaune par station	246
Figure n°111 :	Densité (nb ind/m ²) de l'ichtyofaune par station	246
Figure n°112 :	Biomasse (g/m ²) de l'ichtyofaune par station	246
Figure n°113 :	Abondance semi quantitative (1 à 5) d' <i>Asparagopsis taxiformis</i> et de <i>Lobophora variegata</i> entre septembre 2013 et octobre 2015.....	248
Figure n°114 :	Valeur de la richesse spécifique moyenne des coraux scléractiniaires depuis 2010.....	257
Figure n°115 :	Valeur de la richesse spécifique moyenne des invertébrés (hors coraux durs) depuis 2010.....	262

Figure n°116 :	Valeur de la richesse spécifique moyenne des macrophytes depuis 2010	266
Figure n°117 :	Abondance semi-quantitative (1 à 5) des principales espèces cibles depuis septembre 2013	274
Figure n°118 :	Comparaison des richesses spécifiques (coraux), par transect, depuis 2010	278
Figure n°119 :	Comparaison des richesses spécifiques (biocénoses, hors coraux durs), par transect, depuis 2010	278
Figure n°120 :	Indicateurs de l'état de santé des coraux (occurrence du nombre d'espèces concernées) entre mars et octobre 2015	279
Figure n°121 :	Evolution des densités ichtyologiques moyennes depuis 2007, par campagne	291
Figure n°122 :	Evolution des biomasses ichtyologiques moyennes depuis 2007, par campagne	291
Figure n°123 :	Evolution des biomasses ichtyologiques moyennes depuis 2007, par campagne	292
Figure n°124 :	Evolution des biodiversités 1 ichtyologiques moyennes depuis 2007, par campagne	293
Figure n°125 :	Evolution des biodiversités 3 ichtyologiques moyennes depuis 2007, par campagne	294
Figure n°126 :	Evolution des densités ichtyologiques moyennes depuis 2007, par station	295
Figure n°127 :	Evolution des biomasses ichtyologiques moyennes depuis 2007, par station	296
Figure n°128 :	Evolution des biodiversités 1 ichtyologiques moyennes depuis 2007, par station	297
Figure n°129 :	Evolution des biodiversités 3 ichtyologiques moyennes depuis 2007, par station	298
Figure n°130 :	Météorologie dans la zone d'étude durant le mois de mars 2015	309
Figure n°131 :	Courbes de croissance des colonies coralliennes fixées sur les piquets du transect A de la station 01	314
Figure n°132 :	Nombre d'espèces coralliennes échantillonnées inscrites sur la liste UICN, par transect ...	317
Figure n°133 :	Ecart des valeurs obtenues en octobre 2015 à chaque station, avec la moyenne sur 2007-2015 (Ichtyologie)	327
Figure n°134 :	Ecart par mission des résultats ichtyologiques en octobre 2015 de l'ensemble des stations, avec la moyenne sur 2007-2015 (Ichtyologie)	327
Figure n°135 :	Exemple de schéma descriptif d'une station	331
Figure n°136 :	Annexe 05 : Figure a : Classification de la liste rouge UICN	365

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)	37
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)	82
Carte n°07 :	Localisation de la station 05 (Ioro)	98
Carte n°08 :	Localisation de la station 06 (Ionontea)	114
Carte n°09 :	Localisation de la station 07 (Basse Chambeyron)	130
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 (Îlot Kié)	182
Carte n°13 :	Localisation de la station 11 (Toémo)	200
Carte n°14 :	Localisation de la station 12 (Îlot Ugo)	218
Carte n°15 :	Résultats généraux : ichtyofaune, communautés benthiques, substrat par station de la baie de Prony – canal Woodin	250
Carte n°16 :	Résultats généraux : ichtyofaune, communautés benthiques, substrat par station pour le canal de la Havannah	251

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).....	37
Photo n°08 :	Vue d'ensemble des transects (ST01).....	38
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).....	82
Photo n°15 :	Vue d'ensemble des transects (ST04).....	83
Photo n°16 :	Position en surface par rapport au feu signal (ST05).....	98
Photo n°17 :	Vue d'ensemble des transects (ST05).....	99
Photo n°18 :	Position en surface (ST06).....	114
Photo n°19 :	Vue d'ensemble des transects (ST06).....	115
Photo n°20 :	Position en surface (ST07).....	131
Photo n°21 :	Vue d'ensemble des transects (ST07).....	132
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).....	182
Photo n°27 :	Vue d'ensemble des transects (ST10).....	183
Photo n°28 :	Position en surface par rapport à la côte (ST11).....	200
Photo n°29 :	Vue d'ensemble des transects (ST011).....	201
Photo n°30 :	Position en surface par rapport à la côte (ST12).....	218
Photo n°31 :	Vue d'ensemble des transects (ST12).....	219
Photo n°32 :	Station 08 : fin de transect A : 3 autres piquets formant un quadrat.....	330

Crédit photographique : Grégory Lasne 2015 pour Biocénose Marine, Valérie Vaillet 2015, pour AQUA TERRA.
Photographies aériennes : Google Earth





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, puis en mars et octobre 2015 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 octobre et novembre 2015 (S41 et S45¹) 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 prévue initialement S41 & 42 en octobre, mais du fait d'une dépression, elle a dû être interrompue. Les conditions favorables (météo, marées, ...) n'ont été retrouvées que S45 en novembre date à laquelle elle a pu être terminée (4 stations / 12).

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.

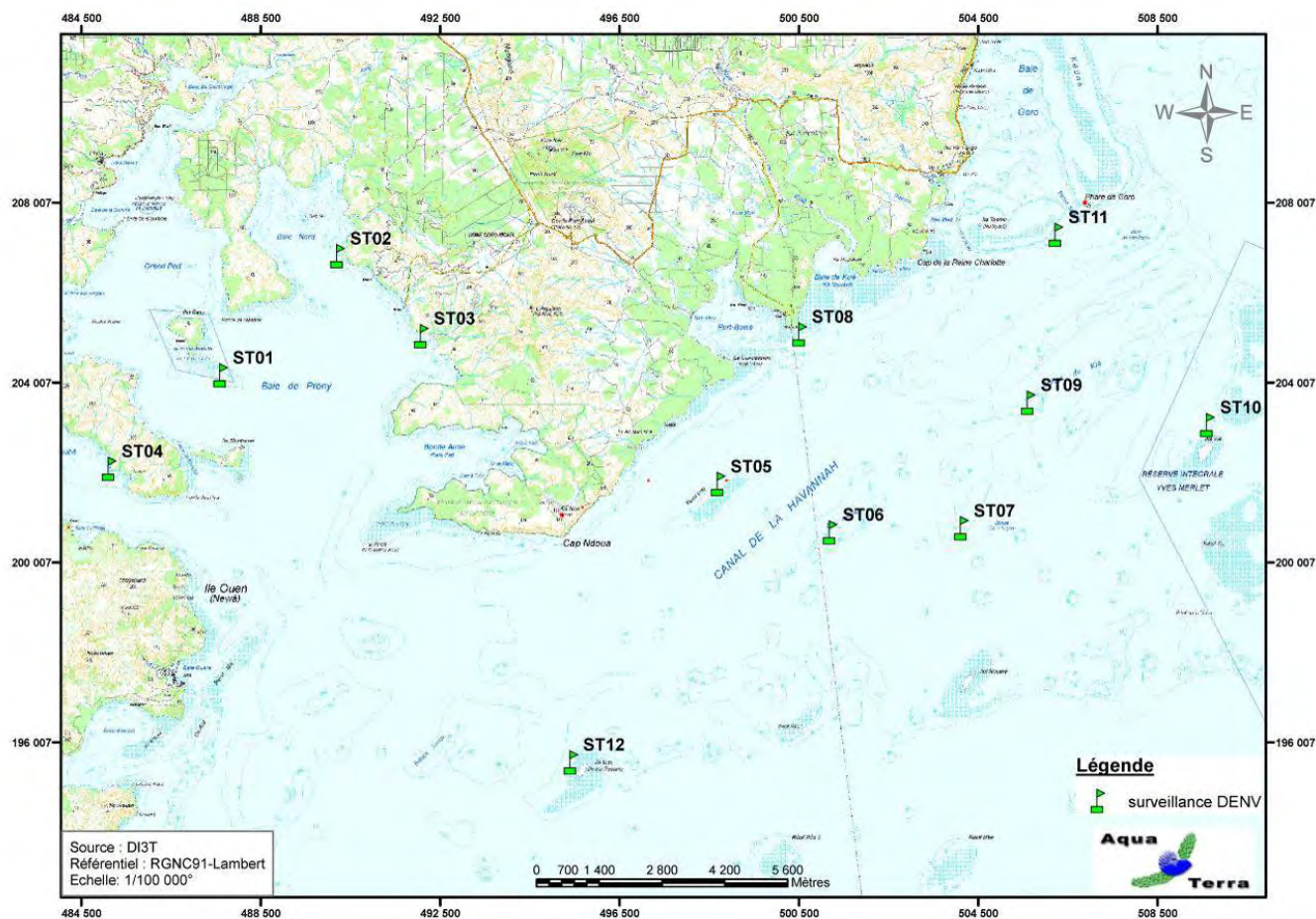
3.1 Zone d'étude

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	Ilôt 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	Ilôt 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](#).

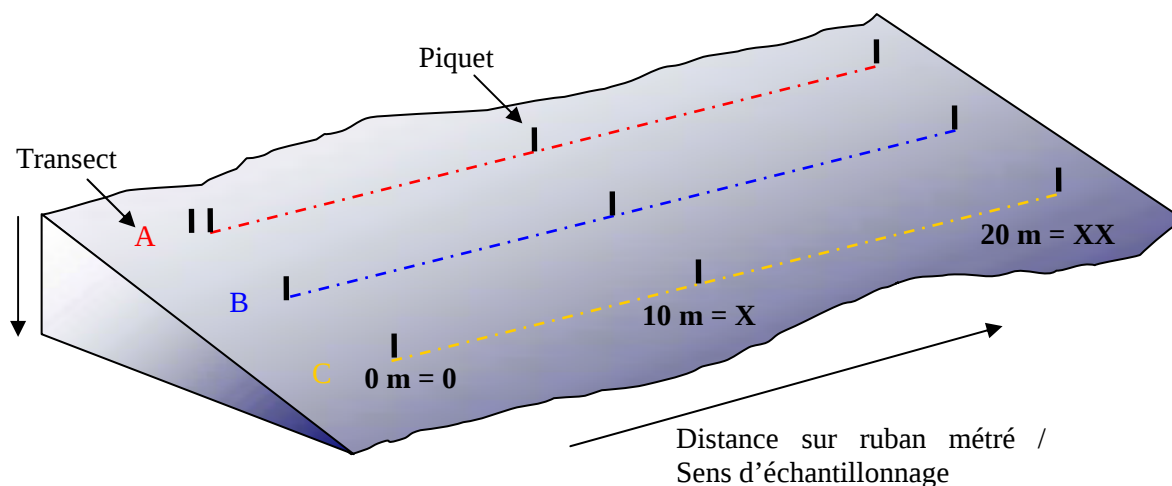


Figure n°01 : Schéma théorique d'une station composée de 3 transects (A, B, C), de 20 m de long

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.

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.

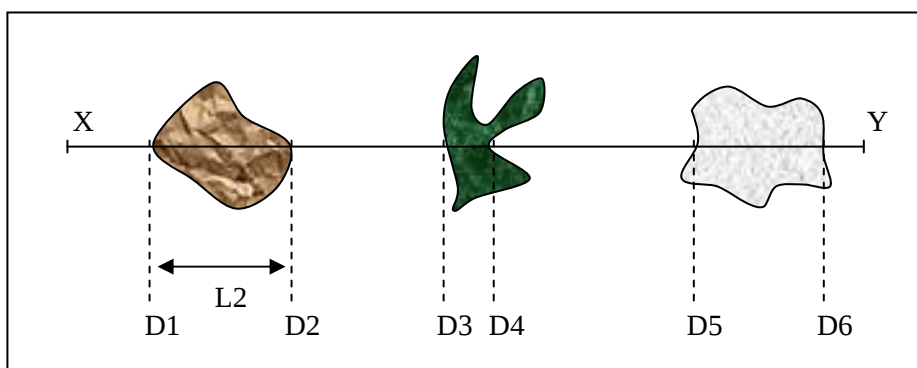


Figure n°02 : Diagramme schématisé d'un transect

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 bénitiers et les trocas (abondance).

Prestations complémentaires

1/ Listing exhaustif 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. La majorité des 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*.

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 identifiés 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) à l'échelle du genre,
- 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).

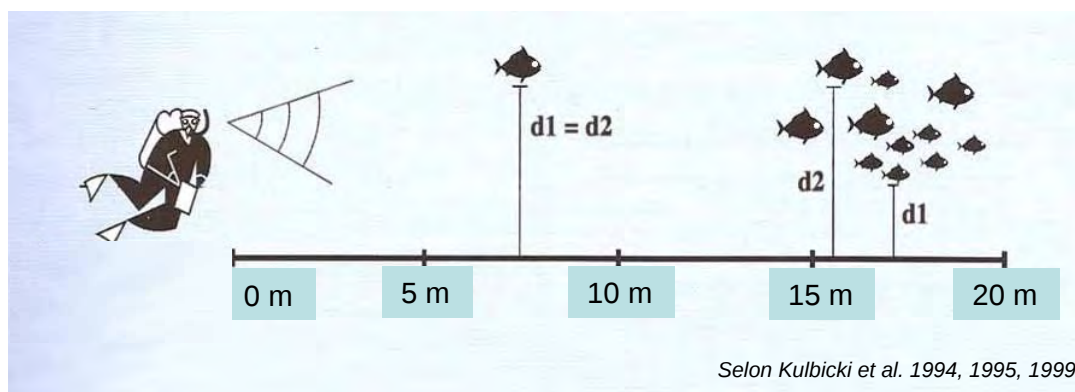


Figure n°03 : Comptage visuel des poissons : méthode des transects à largeur variable

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](#)).

L'échantillonnage a donc été effectué du 06 au 09 octobre (S41) et les 05-06 novembre (S45) 2015. La mission était prévue initialement S41 & 42 en octobre, mais du fait d'une dépression, elle a dû être interrompue. Les conditions favorables (météo, marées, ...) n'ont été retrouvées que S45 en novembre date à laquelle elle a pu être terminée (4 stations / 12).



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 : Echantillon nage poissons



Photo n°04 : Echantillon nage LIT



Photo n°05 : Echantillon nage benthos



Photo n°06 : Vidéo

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-dessus ([photographies 01 à 06](#)).

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 scléactiniaires, 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 scléactiniaires.

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. jullienei*).

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 taxonomique
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 apparaît dans les espèces blanchies)
ΔB -i	Le blanchissement de l'espèce à diminué de « i » degré(s) depuis la mission précédente (le degré actuel apparaît dans les espèces blanchies)
∞	Espèce toujours blanchie mais pas de changement par rapport à la dernière mission
$\emptyset B$	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 de toutes les autres missions précédentes qui lui sont comparables à savoir celles depuis 2007 *.

* : NB : La station Ugo (ST12) n'a pas été échantillonnée pour les missions 2007 et 2008. Lorsque les résultats de biodiversité α des missions de 2007 et 2008 sont introduits dans les tests, les valeurs de ST12 correspondent à la moyenne des missions suivantes.

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 répliquat 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](#).

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 :

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

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

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 :

- l_i = 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.

Tableau n°09 : Lexique des abréviations des familles

FAMILLES	ABREVIATIONS	FAMILLES	ABREVIATIONS	FAMILLES	ABREVIATIONS
Acanthuridae	Aca	Epinephelinae	Epi (Serranidae)	Ophidiidae	Oph
Anthiinae	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

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 m²	Densité (D) / m²	Biomasse (W) g/m²	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 = $d_i * L = (1+1.5) / 2 * 20 = 25$ m²

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



$$W = \text{biomasse} = 15.52 / 25 = 0.621 \text{ g/m}^2$$

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).
- Variation temporelle multivariée 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.

Dans la nature la valeur de H' se situe en général entre 0.5 (très faible diversité) et 4.5 (dans le cas d'échantillons de grande taille de communautés complexes).

L'indice d'Équitabilité 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.

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.

$$B_{\alpha_i} = n_i$$

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

$$B_\gamma = \cup B_{\alpha_{ii}}$$





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 le début 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
- ↗ Régression de la maladie de la bande blanche qui affectait de nombreuses colonies d'*Acropora* 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 *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 mars et octobre 2015

Indicateur Corail :

- La biodiversité corallienne reste importante :

Mars 2015 : 111 espèces dont 102 espèces scléractiniaires

Octobre 2015 : 110 espèces coralliennes dont 101 espèces scléractiniaires

- Le recouvrement corallien est de 13.5 % au transect A et 4.5 % en B

- Le blanchissement a encore diminué au niveau spécifique, il se manifeste très occasionnellement sur des colonies isolées. La majorité des colonies ont réintégré leurs zooxanthelles, les autres sont mortes en place par la maladie de la bande blanche

Mars 2015 : 12/102 espèces de scléractiniaires et 1.5% de la surface totale observée

Octobre 2015 : 3/101 espèces de scléractiniaires et 0.15% 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 2 cm / 6.5 mois (taux d'accroissement moyen 5.17%) Cette croissance diminue avec le temps mais varie également selon les saisons et l'emplacement des colonies les unes par rapport aux autres (voir § 7.2)

- Lésions coralliennes : la maladie de la bande blanche sur les *Acropora* tabulaires a nettement diminué d'abondance en A. Les colonies anciennement affectées sont mortes en place et recouvertes par du turf algal et quelques cyanobactéries. Désormais, il n'apparaît pas de nouvelle propagation de cette lésion.

Autres indicateurs :

- Cyanobactéries : recouvrement en diminution sur toute la station (niveau 2). Elles colonisent des colonies coralliennes mortes en place, les débris coralliens et les *Acropora* tabulaire

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

- Algues brunes *Lobophora* : le recouvrement est modéré et stable

- Algues rouges *Asparagopsis taxiformis* : absente

- *Cliona* (éponge) : stable

Les corallivores :

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

- Absence de *Drupella cornus*





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

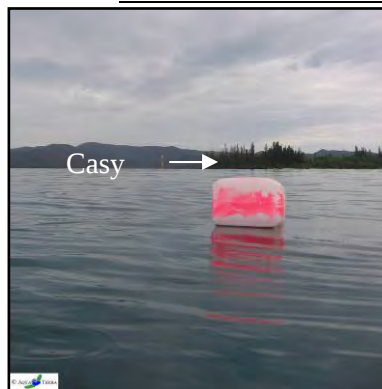
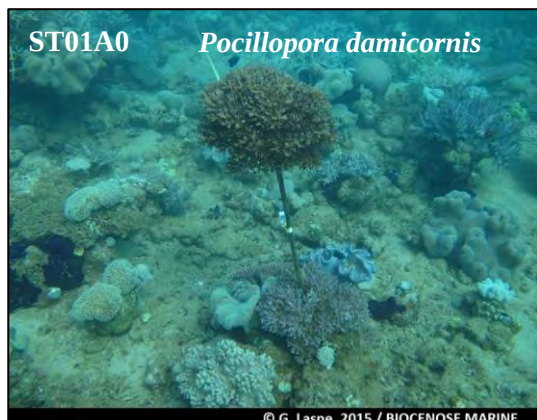
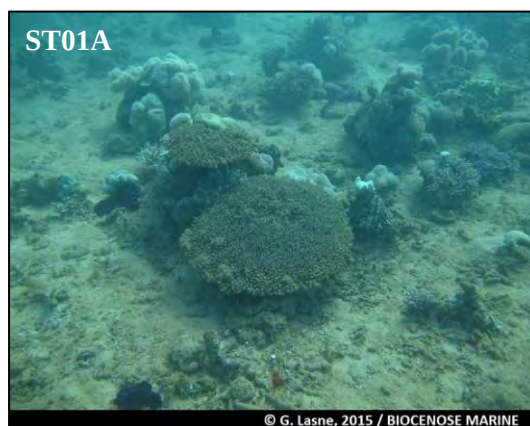
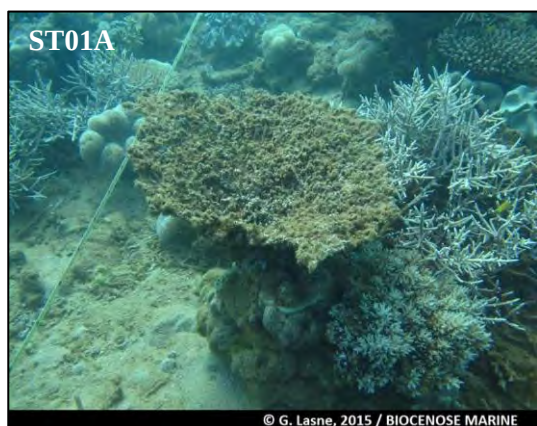


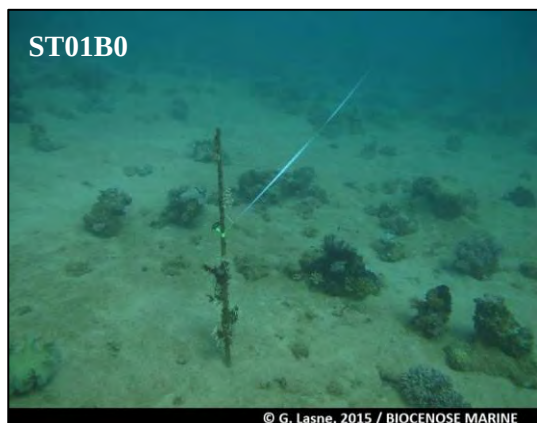
Photo n°07 : Position en surface par rapport à la pointe sud de l'îlot (ST01)



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



Acropora tabulaires (morts en place) par maladies de la bande blanche, puis recouverts de turf algal



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.

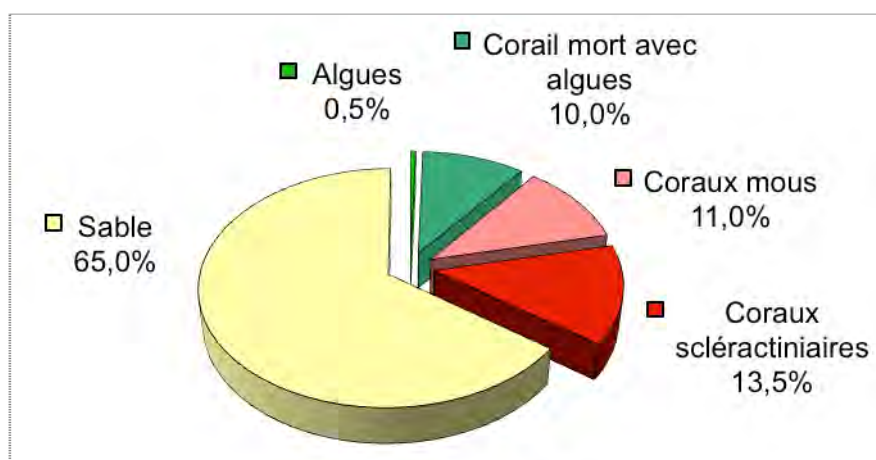


Figure n°04 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST01A

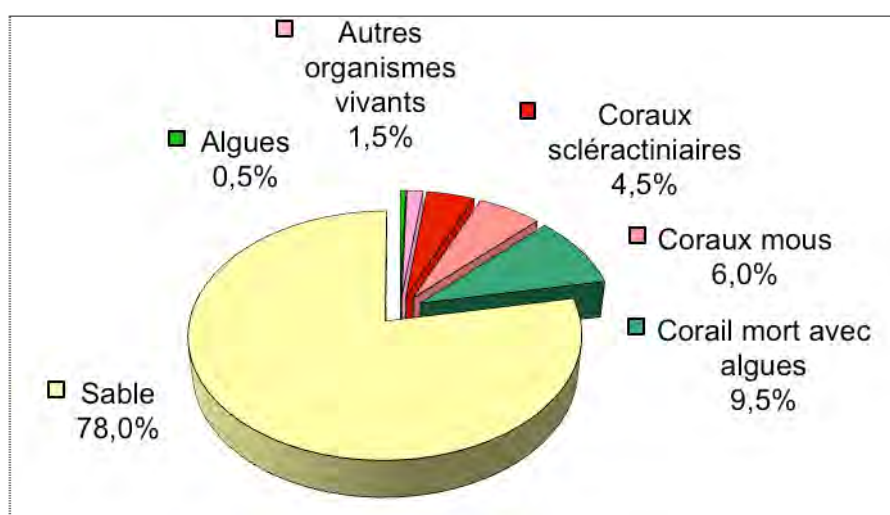


Figure n°05 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST01B

Le sable est prédominant avec respectivement 65% et de 78% de recouvrement pour les 2 transects. Cela entraîne évidemment que le substrat est majoritairement abiotique sur cette station : à 65% (contre 35% de biotique) au transect A et 78% (contre 22% de biotique) au transect B. Pour cette mission, les coraux scléractiniaires sont constants en recouvrement (13.5% et 5.5%). 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.

Maintien des cyanobactéries (0.5% au transect A) 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 octobre 2015, la richesse spécifique de la station Casy (ST01) est composée de :

- **110 espèces coralliennes** (dont 101 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 (101 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (29 taxons), les Acroporidae (19 taxons), les Fungiidae (9 taxons), les Agaraciidae (7 taxons), les Mussidae (7 taxons), les Pocilloporidae (6 taxons), les Dendrophylliidae (5 taxons), les Siderastreidae (5 taxons), les Poritidae (4 taxons), les Merulinidae (3 taxons), les Oculinidae (3 taxons), les Astrocoeniidae (2 taxons), les Pectiniidae (2 taxons). Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Caryophylliidae, des Trachyphylliidae. Le blanchissement corallien affecte 3/101 espèces de scléractiniaires (3%). Le blanchissement visuel est de 0,15% de la surface totale observée.
- **53 espèces d'invertébrés** dont 16 espèces de mollusques ; 14 espèces de cnidaires : alcyonaires (11 taxons), zoanthaires (2 taxons), hydrozoaires (1 taxon) ; 12 espèces d'échinodermes : astéries (4 taxons), holothurides (4 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon), échinides (1 taxon) ; 5 espèces d'éponges ; 6 espèces d'ascidies.
- **7 espèces de macrophytes** : algues vertes (4 taxons), algues brunes (3 taxons).
- **2 espèces de cyanobactéries**.

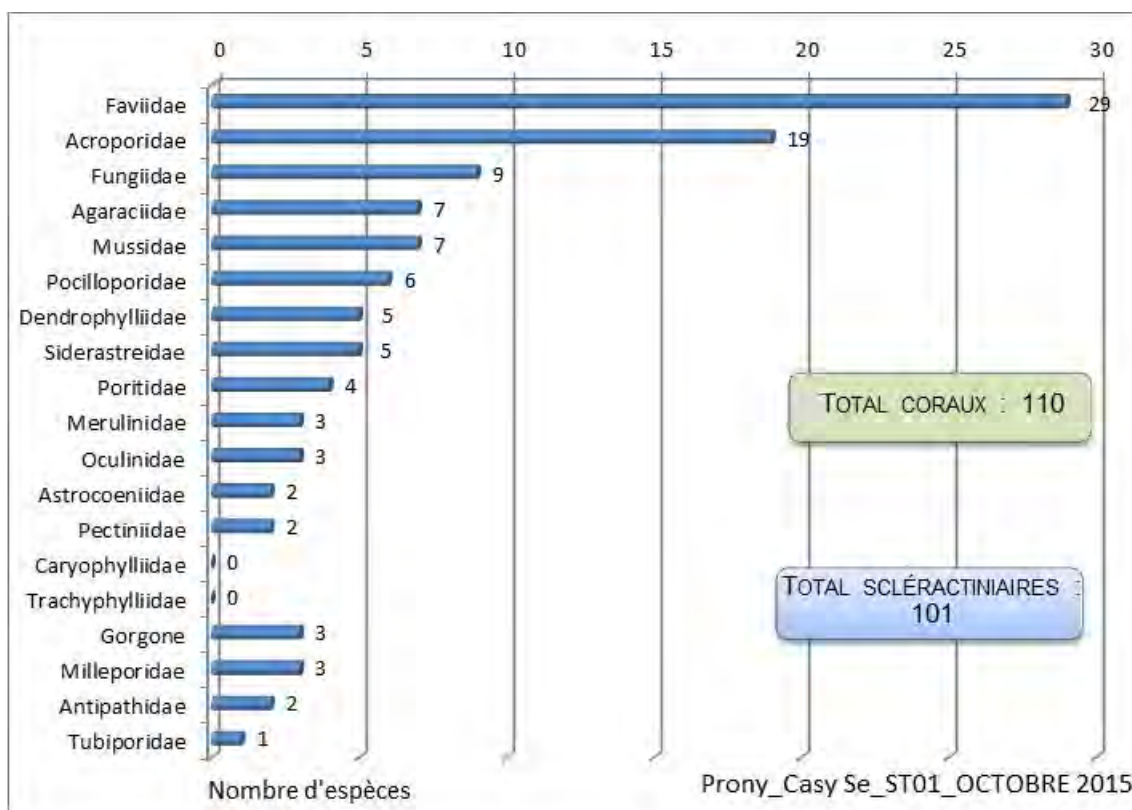


Figure n°06 : Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST01)

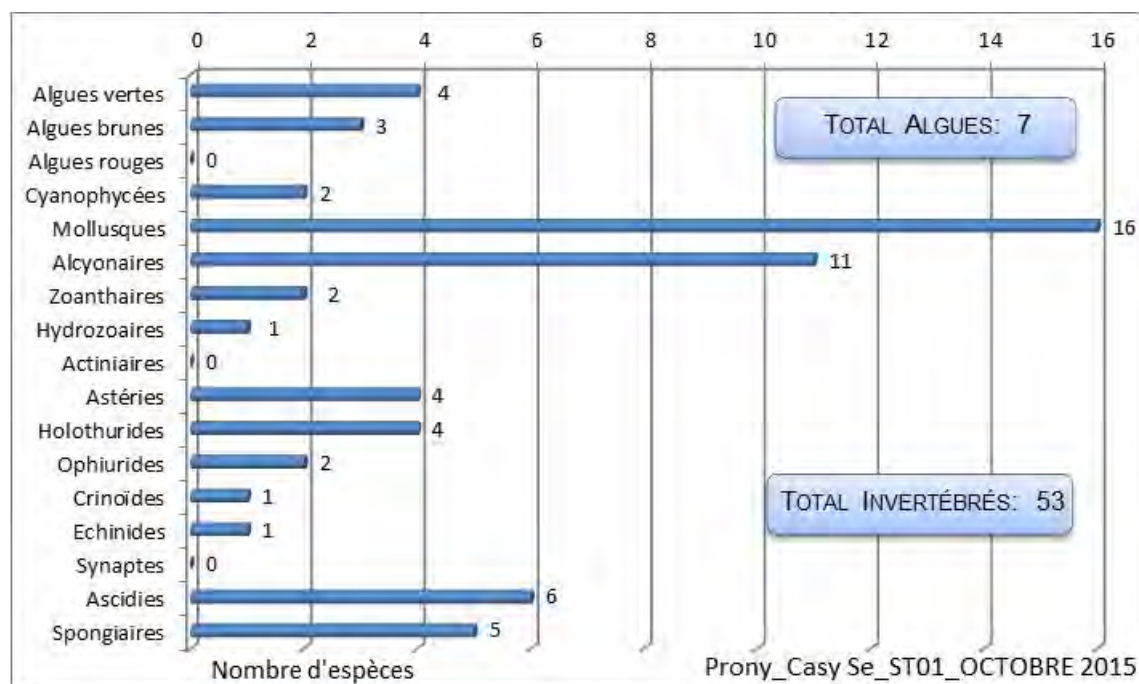


Figure n°07 : Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST01)

4.1.2.1 Benthos Transect 01 A

4.1.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST01A)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST01A est composée de 99 espèces coralliennes dont 93 espèces de scléractiniaires, 2 espèces de millépores (branchu et encroûtant), 3 espèces de gorgones, une espèce de stolonifère.

Tableau n°11 : Variations entre mars et octobre 2015 : 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)
Une seule espèce : • <i>Cyloseris cyclolites</i> (A1)	3 espèces : • <i>Millepora</i> (branchu) (A3/+ 1), • <i>Cantharellus jebbi</i> (A2/+ 1), • <i>Sandalolitha robusta</i> (A2/+ 1).	2 espèces blanchies (2,2%) : > 2 espèces précédemment blanchies (2,2%) : • <i>Acropora</i> (tabulaire) (2spp.B*, B1) > Aucune espèce nouvellement blanchie
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
3 espèces : • <i>Cirripathes</i> sp. (A0/-1), • <i>Caulastrea furcata</i> (A0/-1), • <i>Fungia</i> spp. (2spp./-1spp.A2/-0).	Une seule espèce : • <i>Cyphastrea chalcidicum</i> (A1/- 1)	> 9 espèces ont réintégré leurs zooxanthelles : • <i>Acropora</i> spp. (branchu) (-2spp.B*) (B- 2, øß), • <i>Montipora</i> spp. (-1spp.B*) (B- 2, øß), • <i>Turbinaria mesenterina</i> (B- 1, øß), • <i>Turbinaria reniformis</i> (B- 1, øß), • <i>Pocillopora damicornis</i> (B- 2, øß), • <i>Pocillopora verrucosa</i> (B- 1, øß), • <i>Seriatopora hystrix</i> (B- 2, øß), • <i>Stylophora pistillata</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. (tabulaire)(2spp.B*)(ΔB- 1)

Les familles scléractiniaires (93 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (26 taxons), les Acroporidae (18 taxons), les Fungiidae (8 taxons), les Mussidae (7 taxons), les Pocilloporidae (6 taxons), les Agaraciidae (5 taxons), les Dendrophylliidae (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 2/93 espèces de scléractiniaires (2,2%).

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

Sept colonies de *Pocillopora damicornis* s'édifient sur les 3 piquets du transect A (cf. § 7.2). La croissance moyenne des colonies est estimée à 2 cm / 6.5 mois (taux d'accroissement moyen : 5.17%).

Bien que la croissance des colonies coralliennes diminue avec le temps, on constate des variations d'accroissement durant l'année avec une plus forte activité bio constructrice en hiver austral (entre les missions de mars/avril et septembre/octobre).

4.1.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST01A)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST01A est composée de :

- 51 espèces d'invertébrés dont 15 espèces de mollusques ; 14 espèces de cnidaires : alcyonaires (11 taxons), zoanthaires (2 taxons), hydrozoaires (1 taxon) ; 12 espèces d'échinodermes : astéries (4 taxons), holothurides (4 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon), échinides (1 taxon) ; 4 espèces d'éponges ; 6 espèces d'ascidies ;

- 6 espèces de macrophytes : algues brunes (3 taxons), algues vertes (3 taxons) ;

- 2 espèces de cyanobactéries.

Tous les groupes sont représentés.

Tableau n°12 : Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST01A)

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. (A1). 2 espèces d'algues disparues, dont 2 espèces d'algues vertes : • <i>Halimeda</i> sp. (1spp./-1spp., A2/-1), • <i>Chlorodesmis fastigiata</i> (A0/-1)	Aucune espèce d'algues n'augmente. 3 espèces d'algues diminuent, dont l'algue brune : • <i>Dictyota</i> sp. (A2/- 1) ; et 2 espèces d'algues vertes : • <i>Halimeda</i> sp. (A2/- 1), • <i>Ventricaria ventricosa</i> (A1/- 1).
Cyanobactéries	
☒	Une espèce de cyanobactéries diminue d'abondance : • <i>Phormidium</i> sp. (A2/- 2).
Cnidaires	
Une nouvelle espèce de cnidaires recensée : ➤ pour les alcyonaires (1 espèce) : • <i>Lobophytum</i> sp. (A2).	2 espèces de cnidaires diminuent d'abondance : ➤ pour les alcyonaires (2 espèces) : • <i>Sinularia dura</i> (A2/- 1), • <i>Sinularia flexibilis</i> (A2/- 1).
Echinodermes	
☒	3 espèces d'échinodermes augmentent d'abondance : ➤ pour les astéries (2 espèces) : • <i>Linckia multifora</i> (A2/+ 1), • <i>Nardoa gomophia</i> (A2/+ 1) ➤ pour les échinides (1 espèce) : • <i>Diadema setosum</i> (A2/+ 1) Une espèce d'échinodermes diminue d'abondance : ➤ pour les holothurides (1 espèce) : • <i>Holothuria fuscopunctata</i> (A1/- 1)
Mollusques	
6 nouvelles espèces de mollusques recensées : ➤ pour les gastéropodes (5 espèces) : • <i>Conus miles</i> (A1), • <i>Conus textile</i> (A1), • <i>Latirolagena smaragdula</i> (A1), • <i>Chicoreus brunneus</i> (A1), • <i>Lambis scorpius</i> (A1) ; ➤ pour les nudibranches (1 espèce) : • <i>Chromodoris leopardus</i> (A1)	Une espèce de mollusques diminue d'abondance : ➤ pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Lambis lambis</i> (A1/- 1)
Eponges	
Une espèce d'éponges disparue : • <i>Dysidea arenaria</i> (A0/-1).	Une espèce d'éponges augmente d'abondance : • <i>Spherospongia vagabunda</i> (A5/+ 2).

Ascidiés	
Une nouvelle espèce d'ascidiés recensée : • <i>Didemnum molle</i> (A2)	Une espèce d'ascidiés diminue d'abondance : • <i>Polycarpa nigricans</i> (A2/- 1)
Bryozoaires	
☒	☒

4.1.2.2 Benthos Transect 01 B

4.1.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST01B)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST01B est composée de 86 espèces coralliennes dont 77 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 (77 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (23 taxons), les Acroporidae (14 taxons), les Fungiidae (9 taxons), les Mussidae (6 taxons), les Agaraciidae (5 taxons), les Dendrophylliidae (4 taxons), les Pocilloporidae (4 taxons), les Oculinidae (3 taxons), les Astrocoeniidae (2 taxons), les Pectiniidae (2 taxons), les Poritidae (2 taxons), les Siderastreidae (2 taxons), les Merulinidae (1 taxon).

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

Le blanchissement corallien affecte 1/77 espèces de scléractiniaires (1,3%).

Le blanchissement visuel est de 0,1% de la surface du couloir.

Tableau n°13 : Variations entre mars et octobre 2015 : 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)
6 espèces : • <i>Leptoseris tubulifera</i> (A1), • <i>Tubastraea</i> sp. (A2), • <i>Favites abdita</i> (A1), • <i>Platygyra pini</i> (A1), • <i>Cantharellus jebbi</i> (A1), • <i>Lobophyllia hemprichii</i> (A1)	5 espèces : • <i>Briareum stechei</i> (A3/+ 1), • <i>Leptoseris scabra</i> (A2/+ 1), • <i>Favites halicora</i> (A2/+ 1), • <i>Cycloseris cyclolites</i> (A2/+ 1), • <i>Polyphyllia talpina</i> (A2/+ 1).	Une seule espèce blanchie (1,3%) : > Une seule espèce précédemment blanchie • <i>Acropora</i> (branchu) (1spp.B*, B1, ∞) > Aucune espèce nouvellement blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
Une seule espèce : • <i>Leptastrea purpurea</i> (A0/-1)	2 espèces : • <i>Cyphastrea japonica</i> (A1/- 1), • <i>Galaxea fascicularis</i> (A2/- 1).	> toutes les espèces (4 taxons) ont réintégré leurs zooxanthelles : • <i>Acropora</i> spp. (tabulaire) (-1spp.B*) (B- 1, øß), • <i>Turbinaria stellulata</i> (B- 1, øß), • <i>Pocillopora damicornis</i> (B- 1, øß), • <i>Stylophora pistillata</i> (B- 1, øß) ; > aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître ni se réduire.

4.1.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST01B)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST01B est composée de :

- 42 espèces d'invertébrés dont 9 espèces de mollusques ; 14 espèces de cnidaires : alcyonaires (11 taxons), zoanthaires (2 taxons), hydrozoaires (1 taxon) ; 9 espèces d'échinodermes : astéries (4 taxons), holothurides (2 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 5 espèces d'éponges ; 5 espèces d'ascidiés ;
- 6 espèces de macrophytes : algues vertes (4 taxons), algues brunes (2 taxons) ;
- 2 espèces de cyanobactéries.

Tableau n°14 : Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST01B)

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>Chlorodesmis fastigiata</i> (A0/-1).	Aucune espèce d'algues n'augmente. 2 espèces d'algues diminuent, dont l'algue brune : • <i>Dictyota</i> sp. (A2/- 1) et l'algue verte : • <i>Ventricaria ventricosa</i> (A1/-1)
Cyanobactéries	
☒	☒
Cnidaires	
Une nouvelle espèce de cnidaires recensée : > pour les alcyonaires (1 espèce) : • <i>Cladiella</i> sp. (A2). Une espèce de cnidaires disparue : > pour les alcyonaires (-1 espèce) : • <i>Chironophthya</i> sp. (A0/-1).	☒
Echinodermes	
2 espèces d'échinodermes disparues : > pour les holothurides (-2 espèce) : • <i>Holothuria whitmaei</i> (A0/-1), • <i>Stichopus variegatus</i> (A0/-1).	Une espèce d'échinodermes augmente d'abondance : > pour les astéries (1 espèce) : • <i>Nardoa gomophia</i> (A2/+ 1) Une espèce d'échinodermes diminue d'abondance : > pour les astéries (1 espèce) : <i>Fromia indica</i> (A1/- 1).
Mollusques	
Une nouvelle espèce de mollusques recensée : > pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Conus miles</i> (A1). Une espèce de mollusques disparue : > pour les nudibranches (-1 espèce) : • <i>Halgerda johnsonorum</i> (A0/-1).	3 espèces de mollusques augmentent d'abondance : > pour les bivalves (2 espèces) : • <i>Isognomon isognomon</i> (A3/+ 1), • <i>Pedum spondyloideum</i> (A3/+ 1) ; > pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Astraea rhodostoma</i> (A2/+ 1) Une espèce de mollusques diminue d'abondance : > pour les nudibranches (1 espèce) : • <i>Phyllidiella pustulosa</i> (A1/-1)
Eponges	
2 espèces d'éponges disparues : • <i>Dysidea arenaria</i> (A0/-1), • <i>Gelliodes carnosus</i> (A0/-1).	Une espèce d'éponges diminue d'abondance : • <i>Dysidea herbacea</i> (A1/- 1).
Ascidies	
☒	Une espèce d'ascidies diminue d'abondance : • <i>Polycarpa nigricans</i> (A2/- 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>	2	0,03	0,50				1,00	0,01	0,25
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	1	0,01	0,13				0,50	0,01	0,06
Can	<i>Canthigaster valentini</i>	1	0,01	0,03				0,50	0,01	0,02
Cha	<i>Coradion altivelis</i>	2	0,03	0,67				1,00	0,01	0,33
Epi	<i>Cephalopholis boenak</i>	2	0,03	0,26	2	0,03	0,36	2,00	0,03	0,31
Gob	<i>Amblygobius phalaena</i>				2	0,03	0,17	1,00	0,01	0,09
Lab	<i>Cheilinus chlorourus</i>				2	0,03	0,86	1,00	0,01	0,43
Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>	1	0,01	2,00				0,50	0,01	1,00
Lab	<i>Thalassoma lunare</i>				5	0,06	0,64	2,50	0,03	0,32
Nem	<i>Scolopsis trilineatus</i>				3	0,04	0,75	1,50	0,02	0,38
Pom	<i>Abudefduf whitleyi</i>	7	0,09	0,38				3,50	0,04	0,19
Pom	<i>Chromis viridis</i>	30	0,38	0,94	20	0,33	0,43	25,00	0,35	0,68
Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>	5	0,06	0,08				2,50	0,03	0,04
Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>	10	0,13	0,16				5,00	0,06	0,08
Pom	<i>Dascyllus aruanus</i>	10	0,13	0,16	30	0,38	0,20	20,00	0,25	0,18
Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>	30	0,38	0,20	35	0,44	0,24	32,50	0,41	0,22
Pom	<i>Pomacentrus aurifrons</i>	15	0,19	0,47	10	0,13	0,16	12,50	0,16	0,31
Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>	7	0,09	0,22				3,50	0,04	0,11
Sca	<i>Scarus ghobban</i>				1	0,01	0,33	0,50	0,01	0,17
Total		123	1,54	6,19	110	1,46	4,15	116,5	1,5	5,17
Biodiversité		14			10			19		
Indice de Shannon =		3,061								
Equitabilité =		0,721								

Sur l'ensemble des transects de la station, 233 individus appartenant à 19 espèces différentes ont pu être observés. Ils représentent une densité de 1.5 poissons/m² pour une biomasse de 5.17 g/m².

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

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

Fam	Espèces	Fam	Espèces	Fam	Espèces
Aca	<i>Acanthurus blochii</i>	Epi	<i>Cephalopholis boenak</i>	Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>
Aca	<i>Acanthurus mata</i>	Epi	<i>Epinephelus maculatus</i>	Nem	<i>Scolopsis lineatus</i>
Aca	<i>Zebrasoma scopas</i>	Epi	<i>Plectropomus laevis</i>	Nem	<i>Scolopsis trilineatus</i>
Aca	<i>Zebrasoma veliferum</i>	Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>	Pin	<i>Parapercis clathrata</i>
Apo	<i>Apogon doederleini</i>	Gob	<i>Amblygobius phalaena</i>	Pin	<i>Parapercis hexophthalma</i>
Apo	<i>Apogon fucata</i>	Gra	<i>Diploprion bifasciatum</i>	Poc	<i>Centropyge bicolor</i>

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

Apo	<i>Archamia leai</i>	Hae	<i>Plectorhinchus lineatus</i>	Pom	<i>Abudefduf whitleyi</i>
Apo	<i>Cheilodipterus macrodon</i>	Hol	<i>Myripristis kuntzei</i>	Pom	<i>Chromis viridis</i>
Apo	<i>Cheilodipterus quinquelineatus</i>	Lab	<i>Anampses neoguinaicus</i>	Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>
Apo	<i>Ostorhinchus aureus</i>	Lab	<i>Cheilinus chlorourus</i>	Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>
Bal	<i>Sufflamen fraenatus</i>	Lab	<i>Choerodon graphicus</i>	Pom	<i>Dascyllus aruanus</i>
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	Lab	<i>Coris batuensis</i>	Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>
Cae	<i>Caesio cuning</i>	Lab	<i>Halichoeres argus</i>	Pom	<i>Pomacentrus aurifrons</i>
Can	<i>Canthigaster valentini</i>	Lab	<i>Halichoeres hortulanus</i>	Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>
Cha	<i>Chaetodon baronessa</i>	Lab	<i>Halichoeres prosopoeion</i>	Pom	<i>Pomacentrus simsiang</i>
Cha	<i>Chaetodon kleinii</i>	Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>	Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>
Cha	<i>Chaetodon lineolatus</i>	Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>	Sca	<i>Scarus flavipectoralis</i>
Cha	<i>Chaetodon lunula</i>	Lab	<i>Labropsis australis</i>	Sca	<i>Scarus ghobban</i>
Cha	<i>Chaetodon melannotus</i>	Lab	<i>Oxycheilinus bimaculatus</i>	Sca	<i>Scarus psittacus</i>
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	Lab	<i>Oxycheilinus celebicus</i>	Sig	<i>Siganus corallinus</i>
Cha	<i>Chaetodon trifascialis</i>	Lab	<i>Stethojulis bandanensis</i>	Sig	<i>Siganus doliatus</i>
Cha	<i>Chaetodon unimaculatus</i>	Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	Sig	<i>Siganus puellus</i>
Cha	<i>Coradion altivelis</i>	Mul	<i>Parupeneus barberinoides</i>	Sig	<i>Siganus vulpinus</i>
Cha	<i>Heniochus acuminatus</i>	Nem	<i>Pentapodus aureofasciatus</i>	Syn	<i>Synodus variegatus</i>
Epi	<i>Anyperodon leucogrammicus</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	2010	2011	2011	2012	2012	2013	2013	2014	2014	2015	2015
				♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Acanthuridae	2	1	1	0	1	0	0	2	1	0	0	4	2	2	1
Anthiinae	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Balistidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Blenniidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Caesionidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Canthigasteridae	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1
Chaetodontidae	1	0	0	1	0	0	0	0	1	4	0	1	3	4	1
Epinephelinae	2	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	2	2	4	1
Gobiidae	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
Labridae	1	2	2	2	2	3	3	2	1	3	2	2	2	2	3
Microdesmidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Mullidae	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nemipteridae	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
Pomacanthidae	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0
Pomacentridae	4	2	5	4	4	5	4	3	5	3	4	7	5	8	8
Pseudochromidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Scaridae	2	0	0	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	2	1
Siganidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	2	0
Total espèces	16	9	11	13	11	12	13	8	12	18	9	20	21	30	19
Total familles	10	7	6	9	7	8	8	4	7	10	5	9	11	13	10

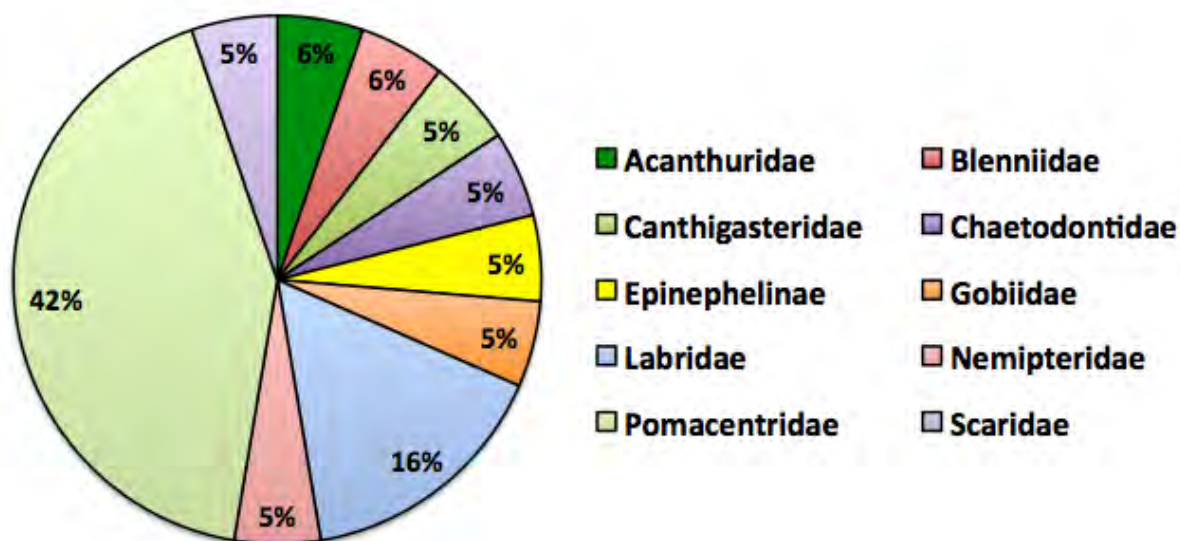


Figure n°08 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST01)

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	165	238	291	10/19

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 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
2015 b	Transect A	123,00	1,54	6,19	14		
	Transect B	110,00	1,46	4,15	10		
	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	9	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 [$Er_i = (X_i - X_m) / X_m$] pour ces paramètres biologiques peut alors être calculé : cf. [tableau 20](#) et représentation [figure 10](#).

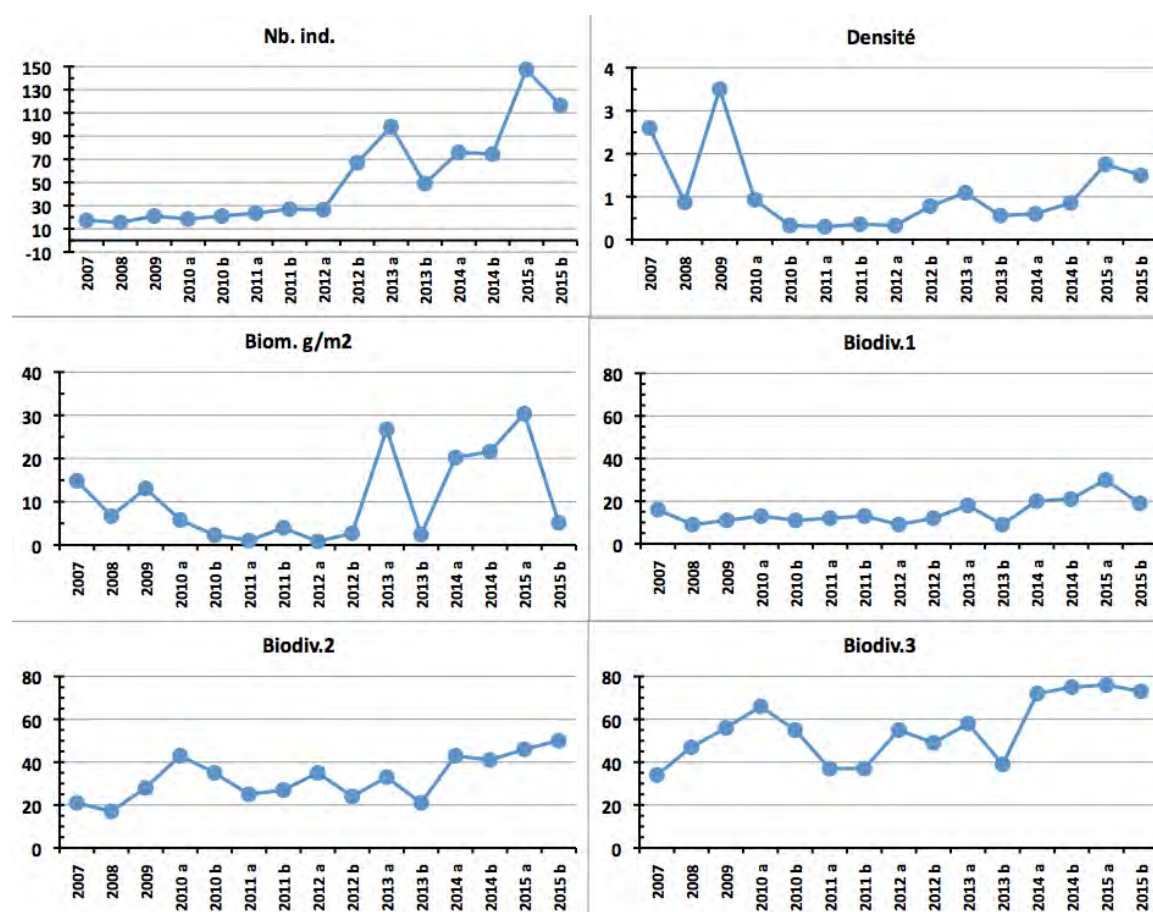


Figure n°09 : Evolution des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST01)

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	17 39,81	0,85	99,09	34,12	105,54	216,35
Ecart type	41,71	0,92	9,95	5,84	10,27	14,71
Moyenne	53,25	1,09	10,52	14,87	32,60	55,27
Coef. de Var.	0,78	0,84	0,95	0,39	0,32	0,27

Il faut noter :

- Alors que la biodiversité 1 (sur les transects) a diminué de près de la moitié (19 vs 30) la biodiversité 3 (toutes espèces sur la station) n'a pas sensiblement changé (73 vs 76).
- La diversité de cette station est toujours foisonnante bien que la biomasse se soit réduite d'un facteur 6.
- Comme à l'habitude le nombre d'espèces présentes mais pas sur la liste de la DENV représente environ 1/3 des espèces.
- De même, la plupart des espèces sont représentées par des juvéniles.
- Les Chaetodontidae sont très mal représentés sur les transects (1 espèce vs 4) mais c'est nettement l'inverse sur la liste exhaustive où le nombre d'espèces a presque doublé (10 vs 6). Les Pomacentridae sont toujours bien représentés.
- Les valeurs des paramètres Nombre d'individus, Densité et Biomasse présentent des écarts de plus de 150 %, voire plus de 200 % pour la densité, tandis que les paramètres de biodiversité sont stables.
- Au cours de cette mission tous les paramètres ont des valeurs plus fortes que la moyenne sauf la Biomasse/m².
- Cette station qui était jusqu'à la fin de 2013 assez pauvre, présente depuis mars 2014 des valeurs en hausse.

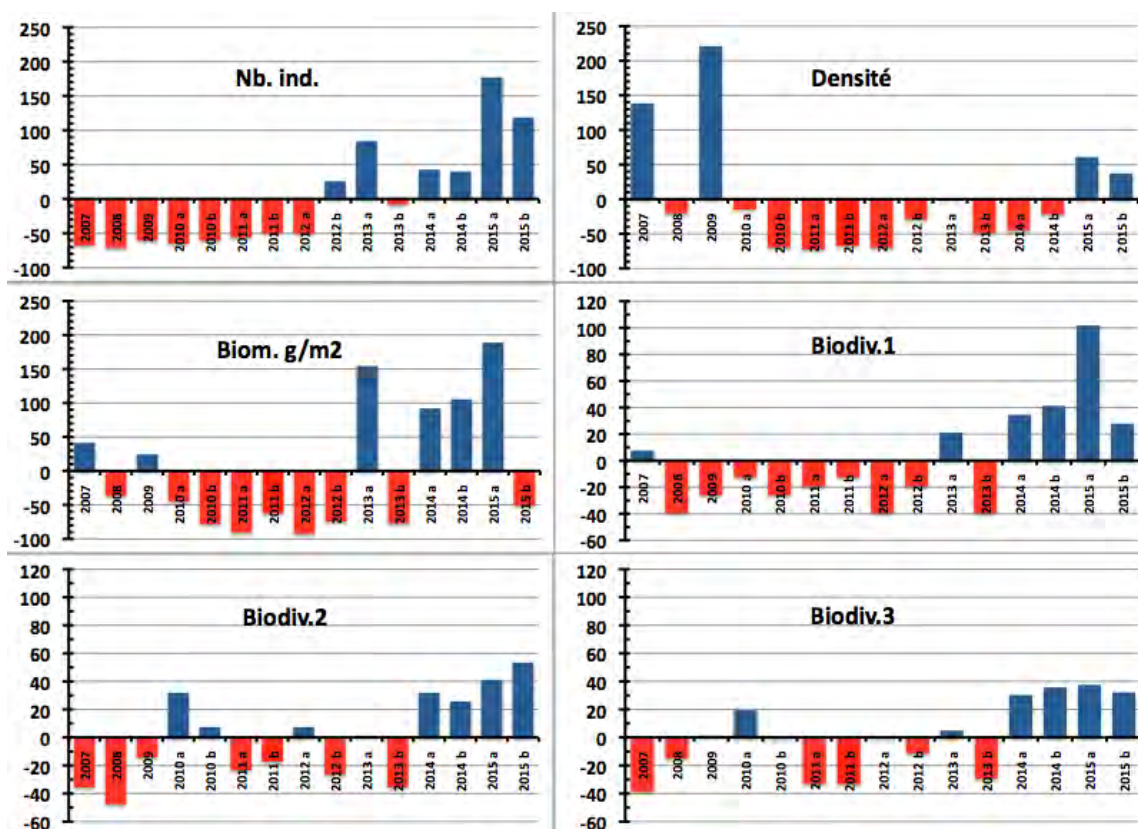


Figure n°10 : Écart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST01)

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 (avec le taux le plus important des 12 stations étudiées) et celui du transect B est plutôt constitué de petites colonies éparpillées sur les blocs coralliens
- ↳ 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 mars et octobre 2015

Indicateur Corail :

- Cette station a la richesse spécifique corallienne la plus importante des stations de la baie de Prony :

Mars 2015 : 128 espèces dont 121 espèces scléractiniaires

Octobre 2015 : 126 espèces coralliennes dont 119 espèces scléractiniaires

- Les colonies d'*Acropora* et *Anacropora* en A forment de grands massifs plurimétriques de plus en plus denses (croissance importante)

- Le recouvrement corallien est de 47 % au transect A (le plus important des 12 stations étudiées) et 24.5 % en B

- Le blanchissement a diminué et il se manifeste sur seulement 2 colonies isolées :

Mars 2015 : 8/121 espèces de scléractiniaires et 1.25% de la surface totale observée

Octobre 2015 : 2/119 espèces de scléractiniaires et 0.23% de la surface totale observée

- Lésions coralliennes : absence de la maladie de la bande blanche, quelques taches noires (hypermycose endolithique). Les lésions les plus fréquentes sont induites par la sédimentation

- Perturbations sédimentaires : dépôts sédimentaires sur colonies coralliennes (particulièrement en B)

Autres indicateurs :

- Cyanobactéries : recouvrement très faible en A&B (niveau 1)

- Le turf algal se développe modérément sur les débris coralliens

- Algue brune *Lobophora* : le recouvrement est important mais reste stable

→ caractère envahissant potentiel.

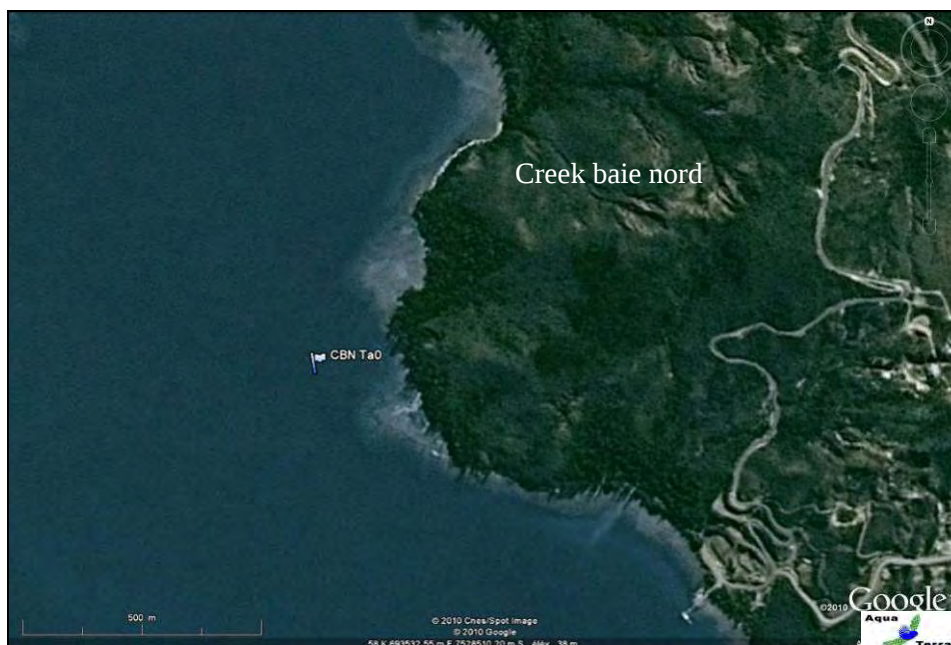
- Algue rouge *Asparagopsis taxiformis* : absente



- *Cliona* (éponge) : augmentation de *C. jullienei* en B

Les corallivores :

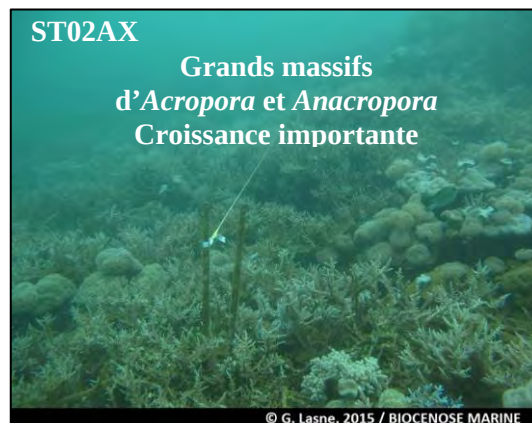
- Absence des *Acanthaster planci* et des *Culcita novaeguineae*
- Absence de *Drupella cornus*



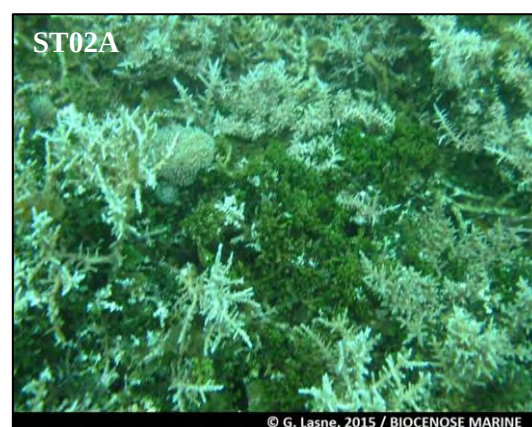
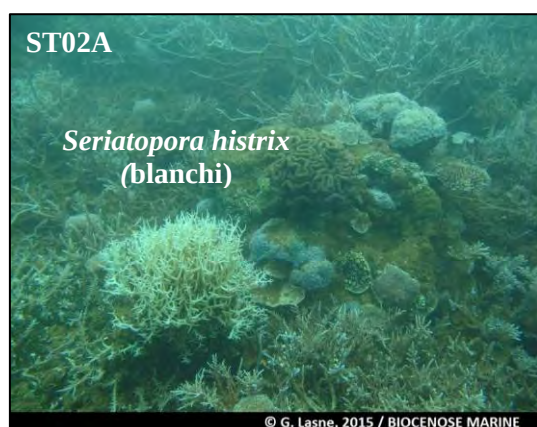
Carte n°04 : Localisation de la station 02 (Creek baie nord)



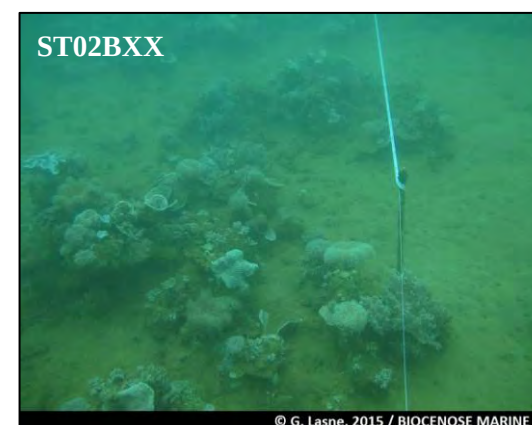
Photo n°09 : Position en surface par rapport à la côte (ST02)



Nombreuses colonies d'*Acropora* branchus avec *Halimeda*, *Lobophora* et *Sarcophyton*.
Très peu de colonies coralliennes sont blanchies et elles distribuées de manière éparse



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



Pente sédimentaire vaseuse avec nombreux massifs coralliens de taille métrique

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.

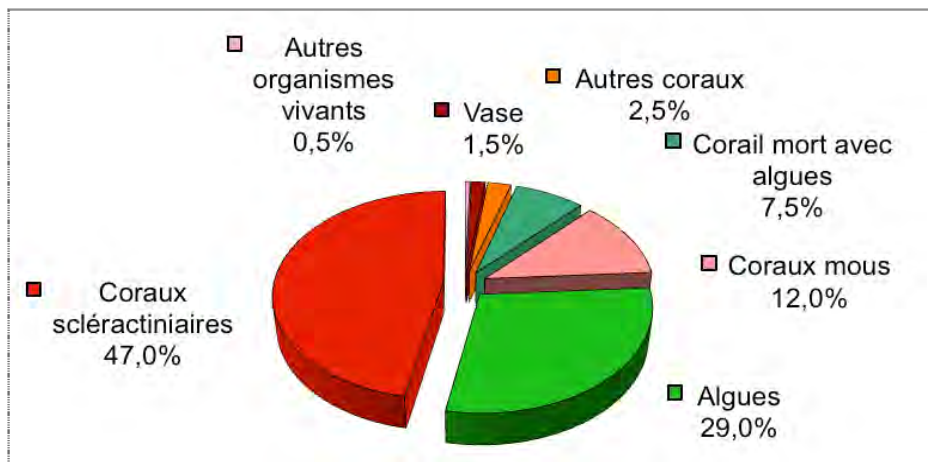


Figure n°11 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST02A

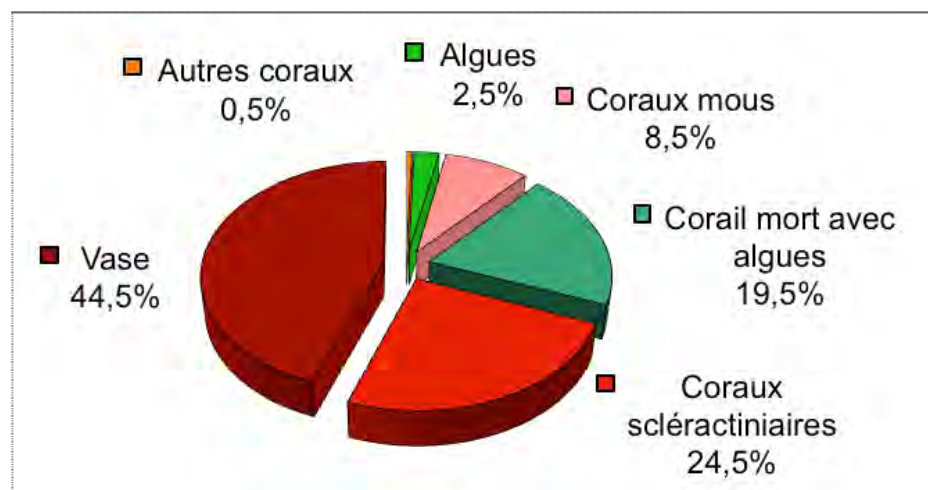


Figure n°12 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST02B

Le transect A reste caractérisé par un substrat quasiment totalement biotique (98.5%). Les coraux scléractiniaires sont toujours bien représentés (47%) : c'est le taux le plus élevé tous transects confondus pour cette mission. **Maintien des cyanobactéries, qui étaient réapparues en mars après 3 missions sans (0.5% en A).**

Au transect B, pour cette mission, les répartitions en abiotiques / biotiques restent constants : le substrat est majoritairement biotique (55.5%) avec de la vase pour la partie eabiotique (44.5%). Le recouvrement en scléractiniaires est stable (24%). **Il n'y a plus de cyanobactéries.**

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

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 octobre 2015, la richesse spécifique de la station Creek baie nord (ST02) est composée de :

- **126 espèces coralliennes** (dont 119 espèces de scléractiniaires, 3 espèces de millépores (branchu et encroûtant), 2 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires).
Les familles scléractiniaires (119 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (29 taxons), les Acroporidae (24 taxons), les Fungiidae (12 taxons), les Mussidae (9 taxons), les Agaraciidae (8 taxons), les Pectiniidae (7 taxons), les Poritidae (6 taxons), les Siderastreidae (6 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 2/119 espèces de scléractiniaires (1,7%).
Le blanchissement visuel est de 0,23% de la surface totale observée.
- **45 espèces d'invertébrés** dont 15 espèces de mollusques ; 12 espèces de cnidaires : alcyonaires (9 taxons), zoanthaires (2 taxons), hydrozoaires (1 taxon) ; 9 espèces d'échinodermes : astéries (2 taxons), échinides (2 taxons), holothurides (2 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 5 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**.

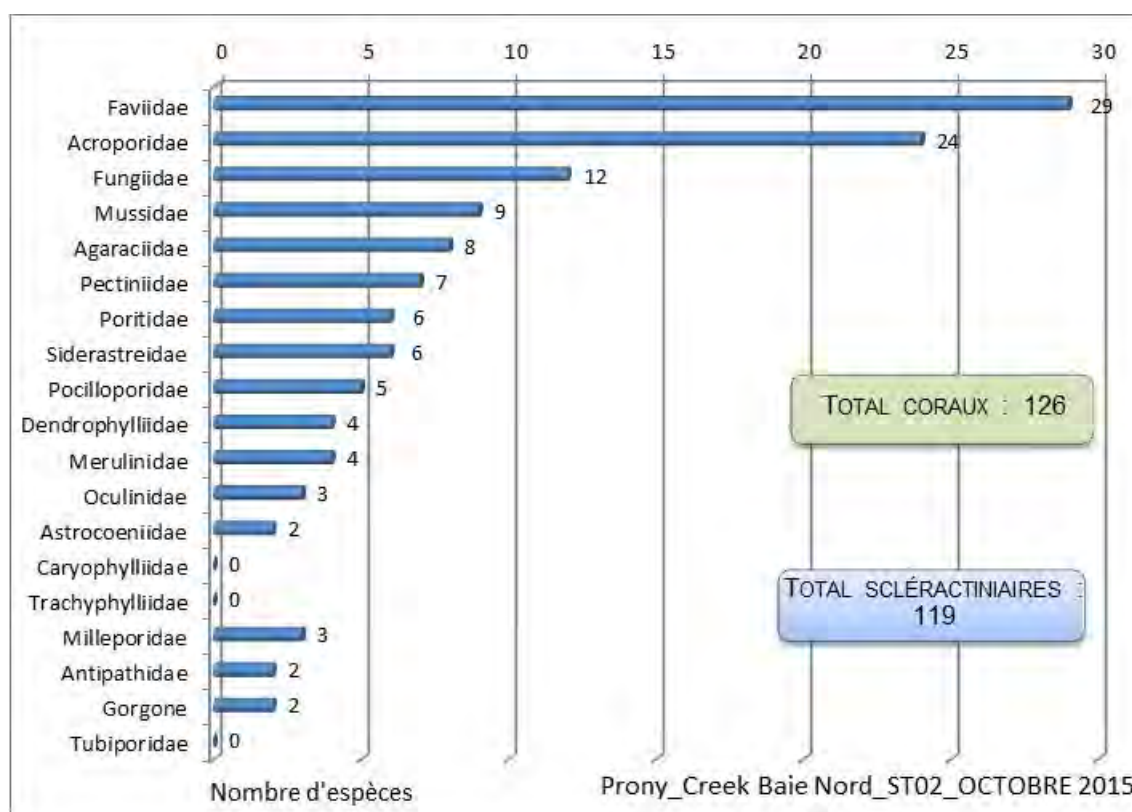


Figure n°13 : Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST02)

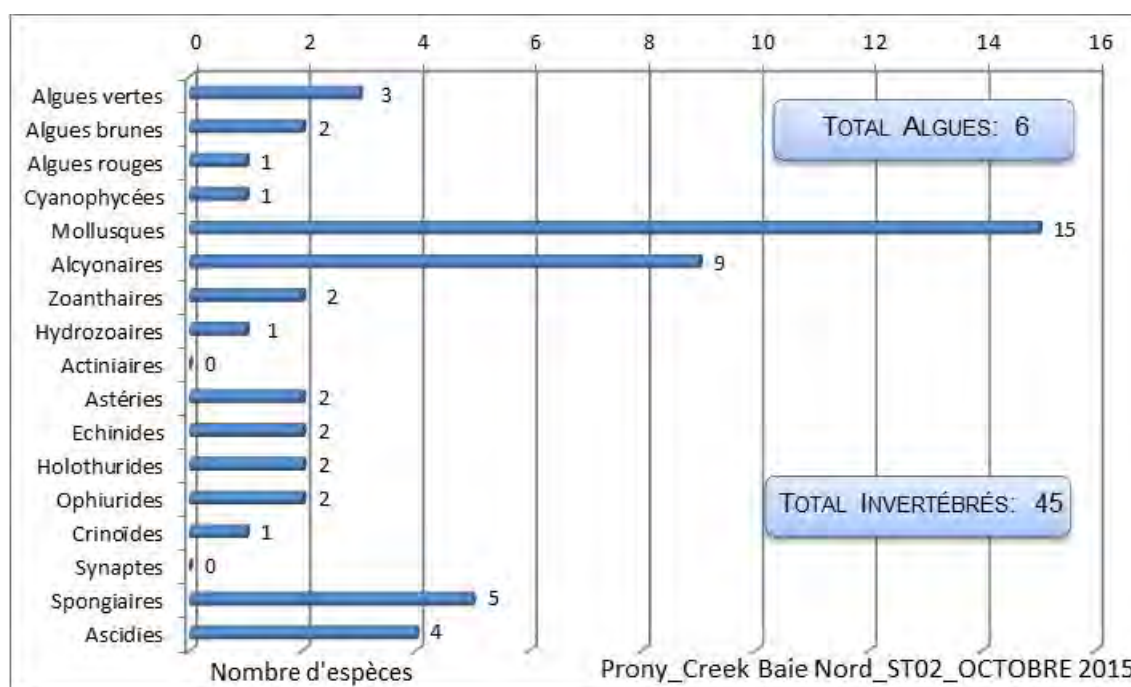


Figure n°14 : Répartition par groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST02)

4.2.2.1 Benthos Transect 02 A

4.2.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST02A)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST02A est composée de 114 espèces coralliennes dont 108 espèces de scléractiniaires, 3 espèces de millépores (branchu et encroûtant), 2 espèces de gorgones, une espèce d'antipathaire.

Les familles scléractiniaires (108 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (24 taxons), les Acroporidae (21 taxons), les Fungiidae (12 taxons), les Mussidae (8 taxons), les Agaraciidae (7 taxons), les Pectiniidae (6 taxons), les Poritidae (6 taxons), les Siderastreidae (6 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 1/108 espèces de scléractiniaires (0,9%).

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

Tableau n°21 : Variations entre mars et octobre 2015 : 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)
Aucune espèce.	7 espèces : • <i>Millepora</i> (branchu) (2spp., A4/+ 1), • <i>Leptoseris tubulifera</i> (A2/+ 1), • <i>Pavona cactus</i> (A2/+ 1), • <i>Polyphyllia talpina</i> (A2/+ 1), • <i>Acanthastrea echinata</i> (A2/+ 1), • <i>Echinomorpha nishihirai</i> (A2/+ 1).	Une seule espèce blanchie (0,9%) : > 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
3 espèces : • <i>Turbinaria peltata</i> (A0/-2), • <i>Leptastrea purpurea</i> (A0/-1), • <i>Leptastrea transversa</i> (A0/-1).	9 espèces : • <i>Acropora grandis</i> (A1/- 1), • <i>Turbinaria mesenterina</i> (A2/- 1), • <i>Favites</i> spp. (3spp., A2/- 1), • <i>Cantharellus jebbi</i> (A2/- 1),	> 5 espèces ont réintégré leurs zooxanthelles : • <i>Acropora</i> spp. (branchu) (-2spp.B*) (B- 2, ∅β), • <i>Montipora</i> spp. (-1spp.B*) (B- 2, ∅β), • <i>Pocillopora damicornis</i> (B- 2, ∅β), • <i>Porites lobata</i> (B- 1, ∅β) ;

•*Cantharellus noumeae* (A1/- 1),
•*Merulina scabricula* (A1/- 1),
•*Pocillopora verrucosa* (A1/- 1).

➤ aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître ;
➤ une seule espèce a vu son blanchissement se réduire : •*Seriatopora hystrix* (ΔB- 1).

4.2.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST02A)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST02A est composée de :

- 40 espèces d'invertébrés dont 14 espèces de mollusques ; 9 espèces de cnidaires : alcyonaires (8 taxons), zoanthaires (1 taxon) ; 8 espèces d'échinodermes : échinides (2 taxons), holothurides (2 taxons), ophiurides (2 taxons), astéries (1 taxon), crinoïdes (1 taxon) ; 5 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°22 : Variations entre mars et octobre 2015 : 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>Halimeda</i> sp. (2spp./-1spp., A4/-0).	Aucune espèce d'algues n'augmente. 3 espèces d'algues diminuent, dont l'algue brune : • <i>Dictyota</i> sp. (A2/- 1) ; • <i>Lobophora</i> sp. (A4/-1) et l'algue rouge : • <i>Amphiroa</i> sp. (A2/- 1).
Cyanobactéries	
☒	Une espèce de cyanobactéries diminue d'abondance : • <i>Phormidium</i> sp. (A1/- 1).
Cnidaires	
☒	☒
Echinodermes	
☒	Une espèce d'échinodermes augmente d'abondance : ➤ pour les holothurides (1 espèce) : • <i>Holothuria flavomaculata</i> (A3/+1) 3 espèces d'échinodermes diminuent d'abondance : ➤ pour les échinides (1 espèce) : • <i>Diadema setosum</i> (A1/- 1) ➤ pour les holothurides (1 espèce) : • <i>Holothuria edulis</i> (A2/- 1) ➤ pour les ophiurides (1 espèce) : • <i>Ophiure</i> ind. (A2/- 1)
Mollusques	
2 nouvelles espèces de mollusques recensées : ➤ pour les gastéropodes (2 espèces) : • <i>Conus miles</i> (A1), • <i>Latirolagena smaragdula</i> (A1). 2 espèces de mollusques disparues : ➤ pour les gastéropodes (-2 espèce) : • <i>Conus distans</i> (A0/-1), • <i>Lambis lambis</i> (A0/-1).	☒
Eponges	
☒	☒
Ascidies	
☒	Une espèce d'ascidies augmente d'abondance : • <i>Didemnum</i> sp. (blanche) (A2/+ 1) Une espèce d'ascidies diminue d'abondance : • <i>Polycarpa nigricans</i> (A2/-1)
Bryozoaires	
☒	☒

4.2.2.2 Benthos Transect 02 B

4.2.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST02B)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST02B est composée de 99 espèces coralliennes dont 93 espèces de scléractiniaires, 2 espèces de millépores (branchu et encroûtant), 2 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires.

Les familles scléractiniaires (93 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (21 taxons), les Acroporidae (18 taxons), les Fungiidae (9 taxons), les Mussidae (8 taxons), les Pectiniidae (7 taxons), les Agaraciidae (6 taxons), les Poritidae (6 taxons), les Siderastreidae (5 taxons), les Dendrophylliidae (4 taxons), les Merulinidae (3 taxons), les Astrocoeniidae (2 taxons), les Oculinidae (2 taxons), les Pocilloporidae (2 taxons).

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

Le blanchissement corallien affecte 1/93 espèces de scléractiniaires (1,1%).

Le blanchissement visuel est de 0,25% de la surface du couloir.

Tableau n°23 : Variations entre mars et octobre 2015 : 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)
2 espèces : • <i>Favia</i> spp. (3spp./+1spp.) (A2), • <i>Psammocora contigua</i> (A1).	5 espèces : • <i>Acropora florida</i> (A2/+ 1), • <i>Leptoseris gardineri</i> (A2/+ 1), • <i>Polyphyllia talpina</i> (A2/+ 1), • <i>Acanthastrea echinata</i> (A2/+ 1), • <i>Alveopora spongiosa</i> (A2/+ 1).	Une seule espèce blanchie (1,1%) : > Une seule espèce précédemment blanchie : • <i>Mycedium elephantotus</i> (B1, ∞) > Aucune espèce nouvellement blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
3 espèces : • <i>Millepora</i> (branchu) (1spp./-1spp.A2/-1), • <i>Favites flexuosa</i> (A0/-1), • <i>Hydnophora rigida</i> (A0/-1).	5 espèces : • <i>Stylocoeniella guentheri</i> (A1/- 1), • <i>Turbinaria stellulata</i> (A1/- 1), • <i>Cantharellus jebbi</i> (A2/- 1), • <i>Hydnophora exesa</i> (A1/- 1), • <i>Galaxea paucisepta</i> (A2/- 1).	> toutes les espèces (7 taxons) ont réintégré leurs zooxanthelles : • <i>Acropora</i> spp. (branchu)(-2spp.B*) (B- 2, øß), • <i>Acropora</i> spp. (tabulaire) (B- 1, øß), • <i>Montipora</i> spp. (-1spp.B*) (B- 2, øß), • <i>Pocillopora damicornis</i> (B- 2, øß), • <i>Seriatopora hystrix</i> (B- 2, øß), • <i>Porites lobata</i> (B- 1, 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 octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST02B est composée de :

- 32 espèces d'invertébrés dont 8 espèces de mollusques ; 11 espèces de cnidaires : alcyonaires (8 taxons), zoanthaires (2 taxons), hydrozoaires (1 taxon) ; 7 espèces d'échinodermes : astéries (2 taxons), holothurides (2 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 4 espèces d'éponges ; 2 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°24 : Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST02B)

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) ; Aucune espèce d'algues n'a disparue.	Aucune espèce d'algues n'augmente. Une espèce d'algue diminue, l'algue rouge : • <i>Amphiroa</i> sp. (A2/- 1)
Cyanobactéries	
Une nouvelle espèce de cyanobactéries recensée : • <i>Phormidium</i> sp. (A1).	☒



Cnidaires	
☒	☒
Echinodermes	
2 nouvelles espèces d'échinodermes recensées : > pour les astéries (2 espèces) : • <i>Gomophia egyptiaca</i> (A1), • <i>Nardoa gomophia</i> (A1). Une espèce d'échinodermes disparue : > pour les échinides (-1 espèce) : • <i>Diadema setosum</i> (A0/-1)	Une espèce d'échinodermes augmente d'abondance : > pour les holothurides (1 espèce) : • <i>Holothuria flavomaculata</i> (A3/+ 1). 2 espèces d'échinodermes diminuent d'abondance : > pour les holothurides (1 espèce) : • <i>Holothuria edulis</i> (A2/-1) > pour les ophiurides (1 espèce) : •Ophiure ind. (A2/- 1)
Mollusques	
3 nouvelles espèces de mollusques recensées : > pour les bivalves (1 espèce) : • <i>Pteria</i> sp. (A2) ; > pour les gastéropodes (2 espèces) : • <i>Lambis scorpius</i> (A1), • <i>Astraea rhodostoma</i> (A1). Une espèce de mollusques disparue : > pour les gastéropodes (-1 espèce) : • <i>Lambis lambis</i> (A0/-1)	☒
Eponges	
Une nouvelle espèce d'éponges recensée : •Spongiaires ind. (noire) (A2).	Une espèce d'éponges augmente d'abondance : • <i>Cliona jullienei</i> (A4/+ 1).
Ascidies	
Une espèce d'ascidies disparue : • <i>Polycarpa nigricans</i> (A0/-3).	☒
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
Cae	<i>Caesio cuning</i>				20	0,20	23,33	10,00	0,10	11,66
Cha	<i>Chaetodon baronessa</i>	2	0,03	0,17				1,00	0,01	0,09
Cha	<i>Chaetodon bennetti</i>	1	0,01	0,43				0,50	0,01	0,22
Cha	<i>Chaetodon ephippium</i>				2	0,03	1,69	1,00	0,01	0,84
Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	3	0,04	0,38	3	0,04	0,38	3,00	0,04	0,38
Cha	<i>Chaetodon melannotus</i>	2	0,02	0,09	2	0,02	0,09	2,00	0,02	0,09
Cha	<i>Chaetodon ulietensis</i>	1	0,01	0,09	1	0,01	0,09	1,00	0,01	0,09
Lab	<i>Cheilinus chlorourus</i>	1	0,01	3,91	1	0,01	2,66	1,00	0,01	3,28
Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>				1	0,01	1,46	0,50	0,01	0,73
Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	5	0,06	0,43	5	0,06	0,43	5,00	0,06	0,43
Pom	<i>Abudefduf whitleyi</i>	7	0,09	0,11	10	0,13	0,16	8,50	0,11	0,14
Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>	10	0,13	0,07	6	0,08	0,04	8,00	0,10	0,05
Pom	<i>Pomacentrus aurifrons</i>	40	0,50	0,27	20	0,25	0,14	30,00	0,38	0,20
Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>	10	0,10	0,05				5,00	0,05	0,03
Sca	<i>Scarus flavipectoralis</i>	5	0,05	1,33	10	0,10	2,66	7,50	0,08	2,00
Sig	<i>Siganus doliatus</i>	2	0,02	0,29	2	0,02	0,29	2,00	0,02	0,29
Sig	<i>Siganus vulpinus</i>	2	0,02	0,14	2	0,02	0,14	2,00	0,02	0,14
Total		91	1,09	7,76	85	0,97	33,55	88	1,03	20,65
Biodiversité		14			14			17		
Indice de Shannon =		3,216								
Equitabilité =		0,787								

Sur l'ensemble des transects de la station, 176 individus appartenant à 17 espèces différentes ont pu être observés. Ils représentent une densité de 1.03 poissons/m² pour une biomasse de 20.65 g/m².

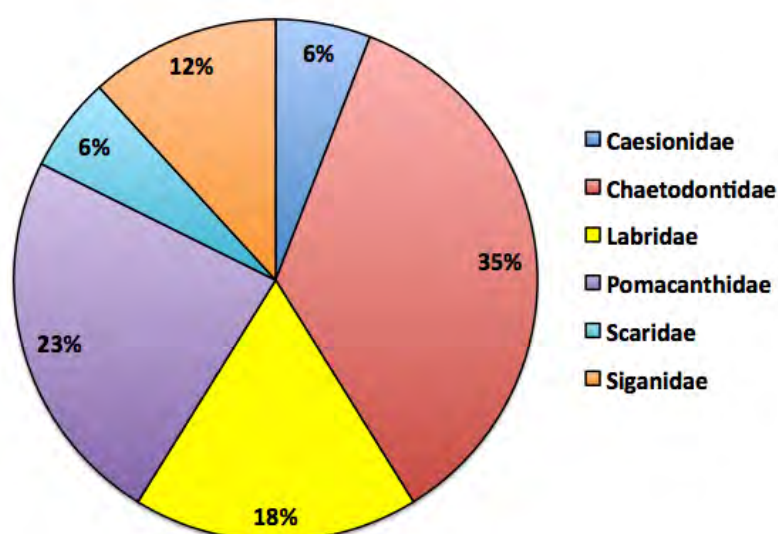
70 espèces complémentaires (e.g. hors des transects et hors liste restreinte [*en rouge*]) ont été observées sur la station (cf. [tableau 26](#)).

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>Plectropomus leopardus</i>	Mul	<i>Parupeneus barberinoides</i>
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	Gra	<i>Diploprion bifasciatum</i>	Mul	<i>Parupeneus ciliatus</i>
Aca	<i>Naso unicornis</i>	Hol	<i>Myripristis kuntze</i>	Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>
Aca	<i>Zebrasoma scopas</i>	Hol	<i>Myripristis murdjan</i>	Ple	<i>Assessor macneilli</i>
Aca	<i>Zebrasoma veliferum</i>	Hol	<i>Sargocentron caudimaculatum</i>	Pom	<i>Abudefduf whiteleyi</i>
Apo	<i>Cheilodipterus macrodon</i>	Hol	<i>Sargocentron microstoma</i>	Pom	<i>Amblyglyphidodon orbicularis</i>
Apo	<i>Cheilodipterus quinquelineatus</i>	Lab	<i>Cheilinus chlorourus</i>	Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>
Apo	<i>Ostorhinchus angustatus</i>	Lab	<i>Cheilinus fasciatus</i>	Pom	<i>Neoglyphidodon melas</i>
Apo	<i>Ostorhinchus kiensis</i>	Lab	<i>Choerodon fasciatus</i>	Pom	<i>Neoglyphidodon nigroris</i>
Ble	<i>Atrosalarias fuscus</i>	Lab	<i>Coris gaimard</i>	Pom	<i>Neopomacentrus azyron</i>
Cac	<i>Triaenodon obesus</i>	Lab	<i>Epibulus insidiator</i>	Pom	<i>Neopomacentrus nemurus</i>
Cae	<i>Caesio cuning</i>	Lab	<i>Hemigymnus fasciatus</i>	Pom	<i>Pomacentrus adelus</i>
Cha	<i>Chaetodon auriga</i>	Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>	Pom	<i>Pomacentrus aurifrons</i>
Cha	<i>Chaetodon baronessa</i>	Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>	Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>
Cha	<i>Chaetodon bennetti</i>	Lab	<i>Labropsis australis</i>	Pri	<i>Priacanthus hamrur</i>
Cha	<i>Chaetodon ephippium</i>	Lab	<i>Oxycheilinus unifasciatus</i>	Sca	<i>Chlorurus bleekeri</i>
Cha	<i>Chaetodon flavirostris</i>	Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	Sca	<i>Scarus flavipectoralis</i>
Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	Let	<i>Monotaxis grandoculis</i>	Sca	<i>Scarus niger</i>
Cha	<i>Chaetodon melannotus</i>	Lut	<i>Lutjanus adetii</i>	Sca	<i>Scarus rivulatus</i>
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	Lut	<i>Lutjanus fulviflamma</i>	Sca	<i>Scarus schlegeli</i>
Cha	<i>Chaetodon ulietensis</i>	Lut	<i>Lutjanus monostigma</i>	Sig	<i>Siganus doliatus</i>
Cha	<i>Heniochus acuminatus</i>	Mic	<i>Gunnellichthys viridescens</i>	Sig	<i>Siganus puellus</i>
Cha	<i>Heniochus monoceros</i>	Mic	<i>Ptereleotris evides</i>	Sig	<i>Siganus vulpinus</i>
Epi	<i>Cephalopholis boenak</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 27), sous l'angle de vue de ce critère toutes les campagnes sont similaires.

Tableau n°27 : 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	220	224	274	6/17

Tableau n°28 : 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
Acanthuridae	1	2	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0	2	2	0
Anthiniidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Blenniidae	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Caesionidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1
Canthigasteridae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Chaetodontidae	1	2	1	2	2	3	5	4	3	2	9	1	6	8	6
Epinephelinae	1	2	2	1	1	2	1	2	1	1	5	2	2	2	0
Haemulidae	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Labridae	1	1	1	2	0	2	0	0	1	1	1	0	5	4	3
Lethrinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Lutjanidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	3	0
Mullidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Nemipteridae	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0
Pomacanthidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4
Pomacentridae	1	3	3	3	3	1	3	4	3	3	4	3	4	4	0
Scaridae	1	0	0	1	1	2	1	2	3	0	2	1	3	3	1
Siganidae	0	0	0	0	0	2	1	0	2	0	1	1	2	2	2
Total espèces	6	12	9	10	8	13	16	14	16	8	29	10	27	30	17
Total familles	6	7	6	6	6	8	10	6	9	5	10	7	10	10	6

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
2015 b	Transect A	91,00	1,09	7,76	14		
	Transect B	85,00	0,97	33,55	14		
	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	13	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	4 816,6	1,8	797,6	62,7	110,6	186,6
Ecart type	69,4	1,3	28,2	7,9	10,5	13,7
Moyenne	88,5	1,6	30,4	15,0	35,5	52,3
Coef. de Var.	0,8	0,8	0,9	0,5	0,3	0,3

Remarque :

- La plupart des espèces sont représentées par des juvéniles.
- Les nombres d'espèces et de familles sont revenus aux valeurs basses qu'ils avaient au début du suivi.
- Les Chaetodontidae sont les plus représentés.
- Les transects donnent une mauvaise représentation de la réalité de cette station, vu à travers la liste exhaustive. Cette station est aussi foisonnante de vie qu'elle ne l'était au printemps.
- Tous les paramètres ont repris des valeurs habituelles.
- Tous les paramètres sont au-dessus de la moyenne sauf la densité et la biomasse.
- La demoiselle *Pomacentrus aurifrons* constitue toujours l'essentiel du peuplement.
- Certains paramètres comme la biomasse notamment, présentent des variations importantes, alors que les biodiversités et notamment les biodiversités 2 & 3, sont très stables.

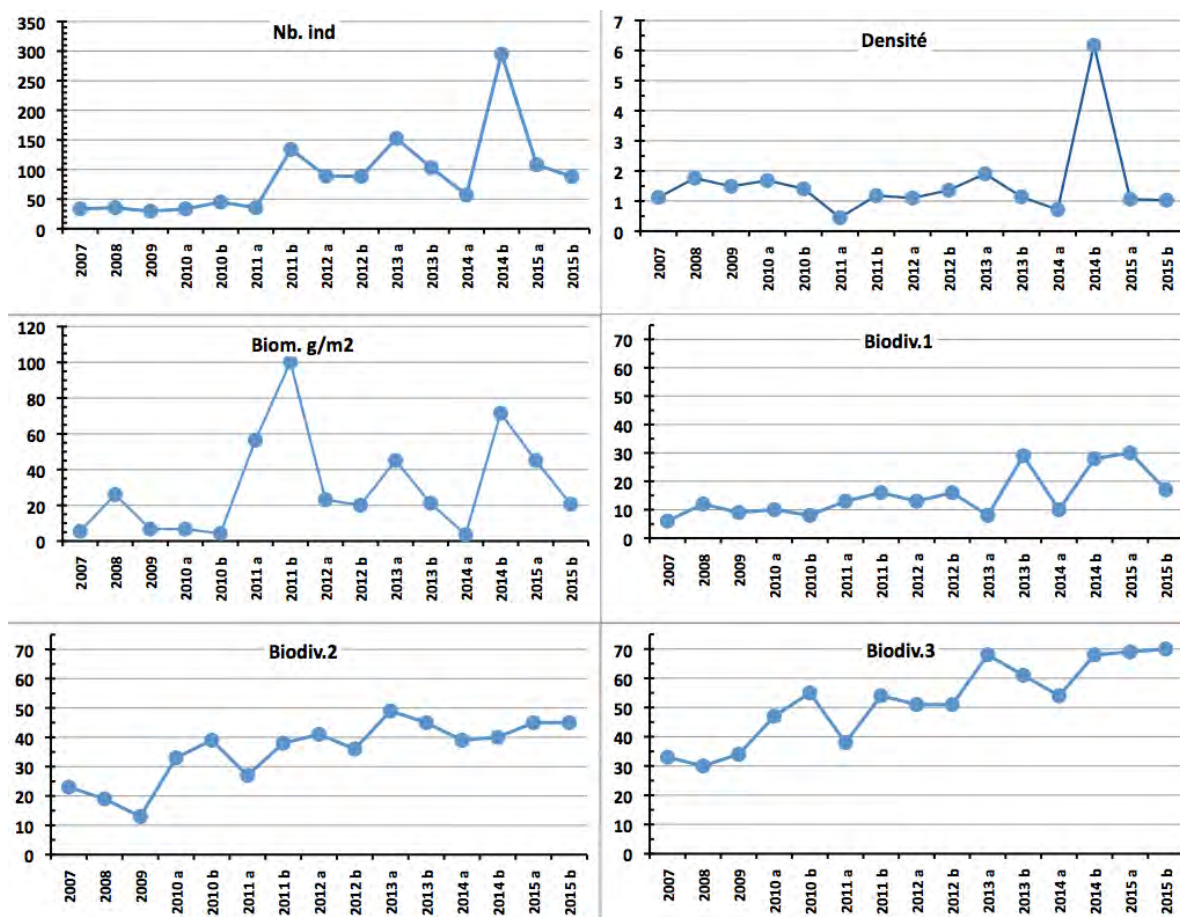


Figure n°16 : Evolution des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST02)

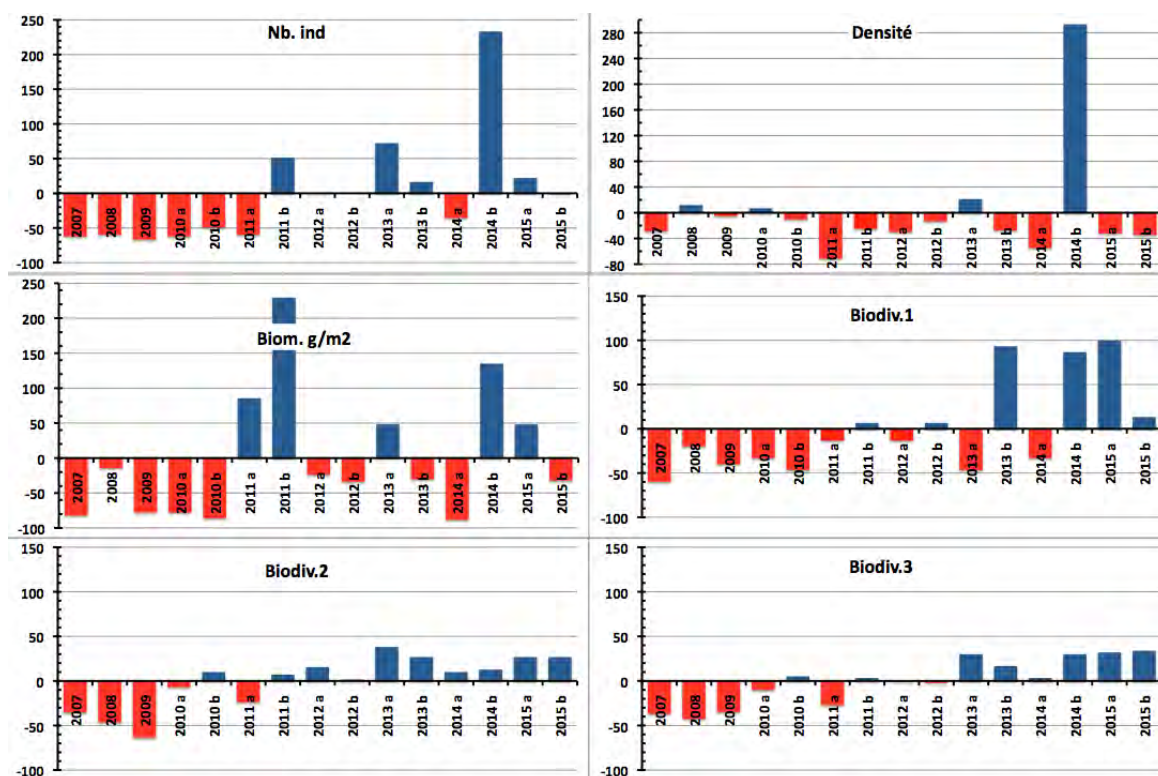


Figure n°17 : Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST02)

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

Variations entre mars et octobre 2015

Indicateur Corail :

- La biodiversité corallienne augmente en bas de pente récifale :

Mars 2015 : 122 espèces dont 117 espèces scléractiniaires

Octobre 2015 : 121 espèces dont 116 espèces scléractiniaires

- Le recouvrement corallien est de 6 % au transect A, 28.5 % en B et 13 % en C

- Le blanchissement n'a pas été constaté, il se manifestait auparavant sur de nombreuses colonies isolées (particulièrement en A) :

Mars 2015 : 19/117 espèces de scléractiniaires et 0.87% de la surface totale observée

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

- Lésions coralliennes : pas de maladie observée, par contre le sédiment et les algues brunes entraînent des lésions irréversibles à la base des colonies coralliennes (compensées par la croissance)

- Perturbations sédimentaires : dépôts sédimentaires sur des colonies coralliennes

Autres indicateurs :

- Cyanobactéries : recouvrement important en A (niveau 4) et faible en B (niveau 2). Elles colonisent principalement le substrat vaso-sableux (plaque plurimétriques), quelques colonies coralliennes mortes en place et les débris coralliens

- Le turf algal se développe modérément sur les débris coralliens

- Algue brune *Lobophora* : le recouvrement est important mais reste stable

→ caractère envahissant potentiel

- Algue rouge *Asparagopsis taxiformis* : absente

- *Cliona* (éponge) : stable et légère diminution en B

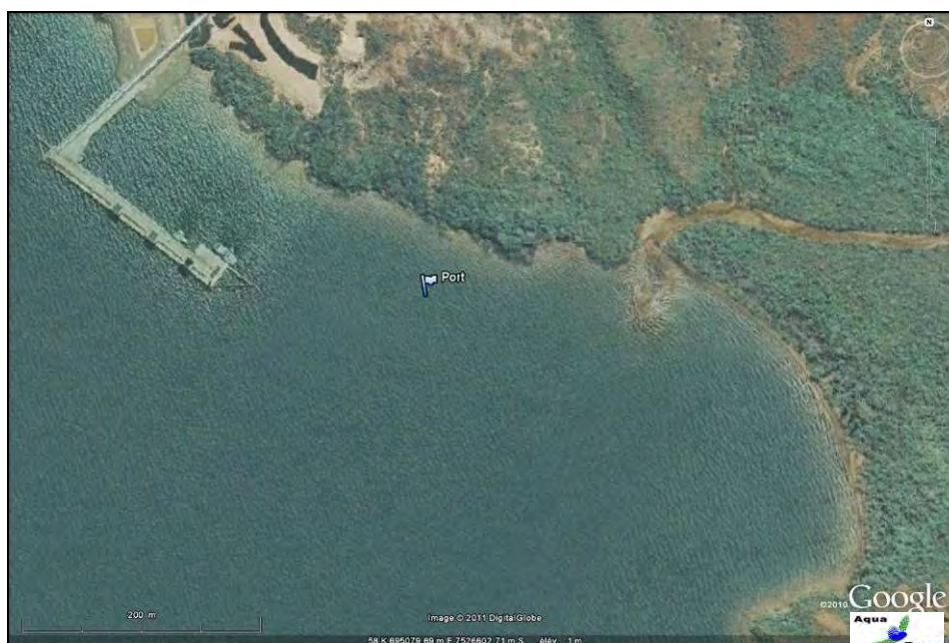
Les corallivores :

- Absence des *Acanthaster planci* et *Culcita novaeguineae* (alternance cyclique de *Culcita*)

- Absence de *Drupella cornus*



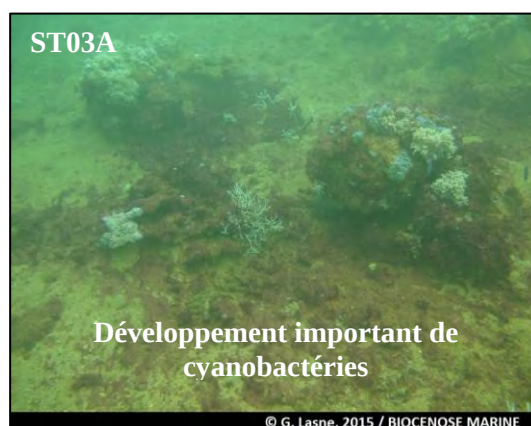
Photo n°11 : Vue aérienne : emplacement par rapport aux structures portuaires (ST03)



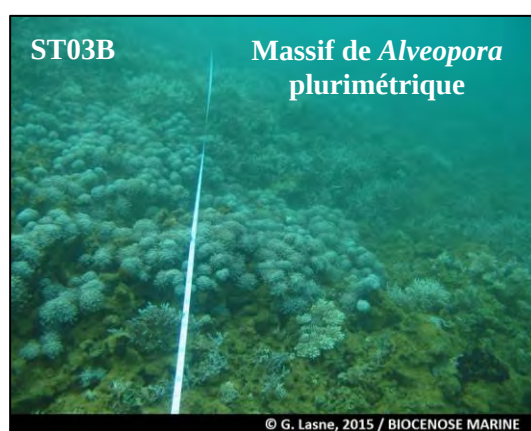
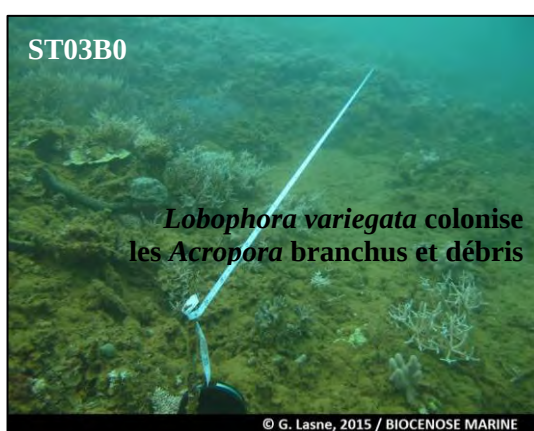
Carte n°05 : Localisation de la station 03 (Port)



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



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

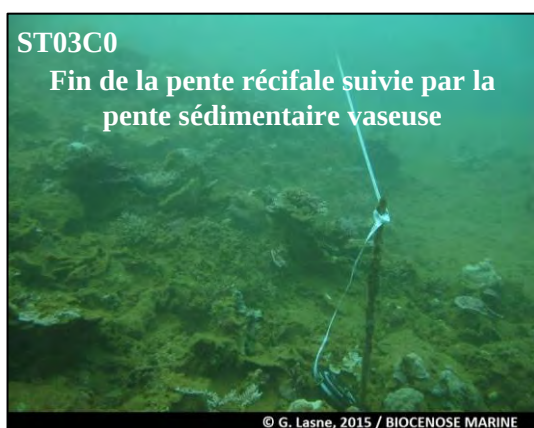


Photo n°13 : Vue d'ensemble des transects (ST03)

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

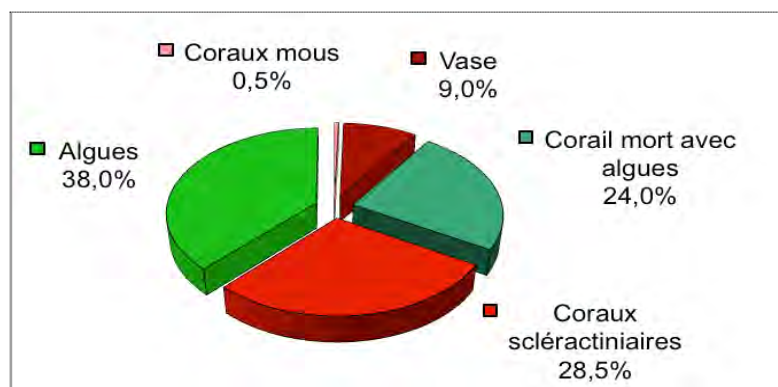


Figure n°19 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST03B

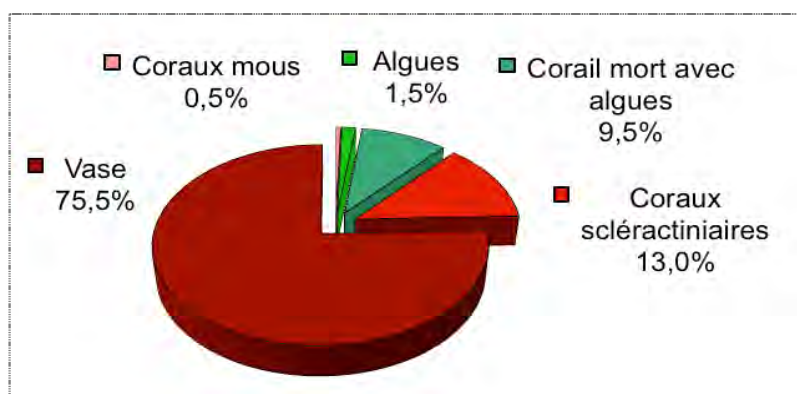


Figure n°20 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST03C

Le transect A est caractérisé par des fonds abiotiques (65.5%), dus à la vase, toujours en léger recul. Les coraux scléactiniaires sont faiblement présents, comme habituellement : 6%.

Le transect B a un recouvrement biotique important (91%) dû :

- à une grande part de « Corail mort avec algues », mais qui est en régression (24% vs 49%)
- avec plus d'algues à cette mission (38% vs 10.5%)
- mais aussi aux coraux scléactiniaires qui sont à mi-pente correctement représentés (28.5%).

Le transect C est très vaseux (75.5% de vase et d'abiotique), avec un peu de coraux scléactiniaires (13%).

A noter : **0.5% de cyanobactéries pour cette mission au transect C.**

La station dans son ensemble est stable.

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 octobre 2015, la richesse spécifique de la station Port (ST03) est composée de :

- **121 espèces coralliennes** (dont 116 espèces de scléractiniaires, 2 espèces de millépores (branchu et encroûtant), une espèce de gorgone, 2 espèces d'antipathaires).
Les familles scléractiniaires (116 taxons au sein de 14 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (25 taxons), les Acroporidae (19 taxons), les Agaraciidae (14 taxons), les Fungiidae (13 taxons), les Mussidae (9 taxons), les Pectiniidae (8 taxons), les Poritidae (7 taxons), les Siderastreidae (5 taxons), les Astrocoeniidae (3 taxons), les Dendrophylliidae (3 taxons), les Merulinidae (3 taxons), les Oculinidae (3 taxons), les Pocilloporidae (3 taxons), les Caryophylliidae (1 taxon).
Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Trachyphylliidae.
Il n'y a aucune espèce blanchie.
- **47 espèces d'invertébrés** dont 16 espèces de mollusques ; 8 espèces de cnidaires : alcyonaires (5 taxons), actiniaires (1 taxon), hydrozoaires (1 taxon), zoanthaires (1 taxon) ; 11 espèces d'échinodermes : astéries (6 taxons), holothurides (2 taxons), ophiurides (2 taxons), échinides (1 taxon) ; 8 espèces d'éponges ; 4 espèces d'ascidies.
- **10 espèces de macrophytes** : algues vertes (6 taxons), algues brunes (3 taxons), algues rouges (1 taxon).
- **2 espèces de cyanobactéries**.

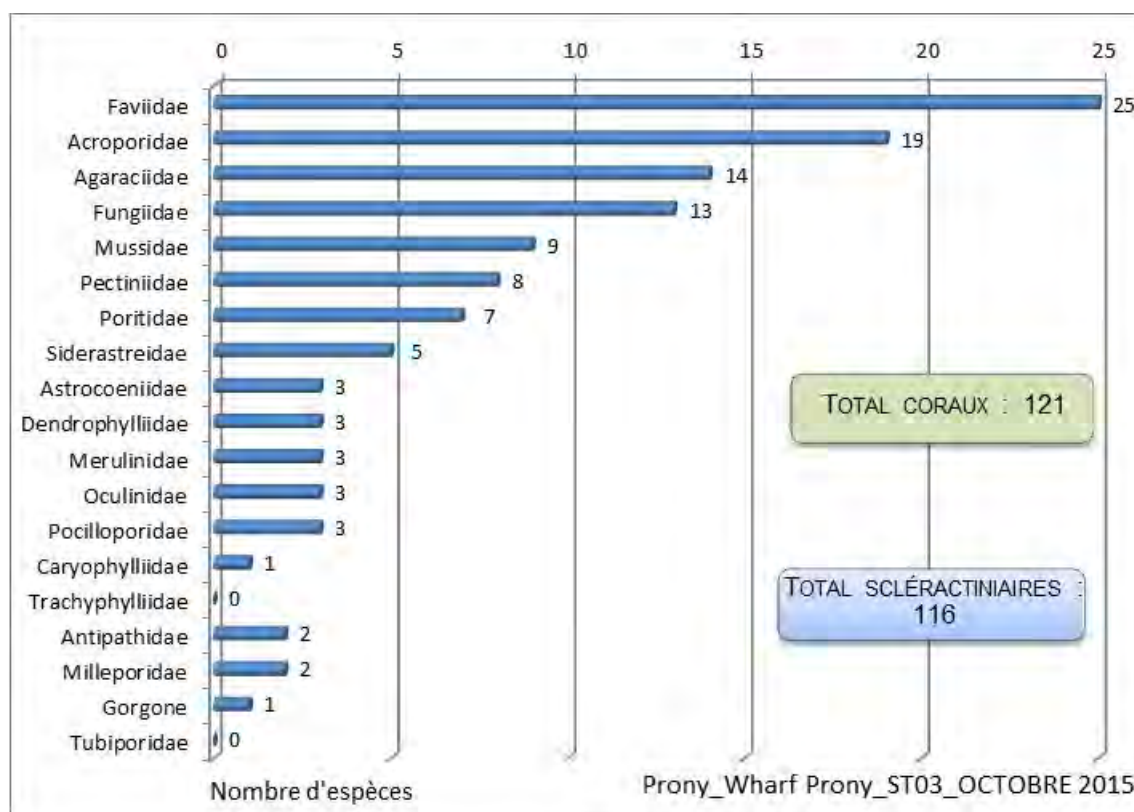


Figure n°21 : Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST03)

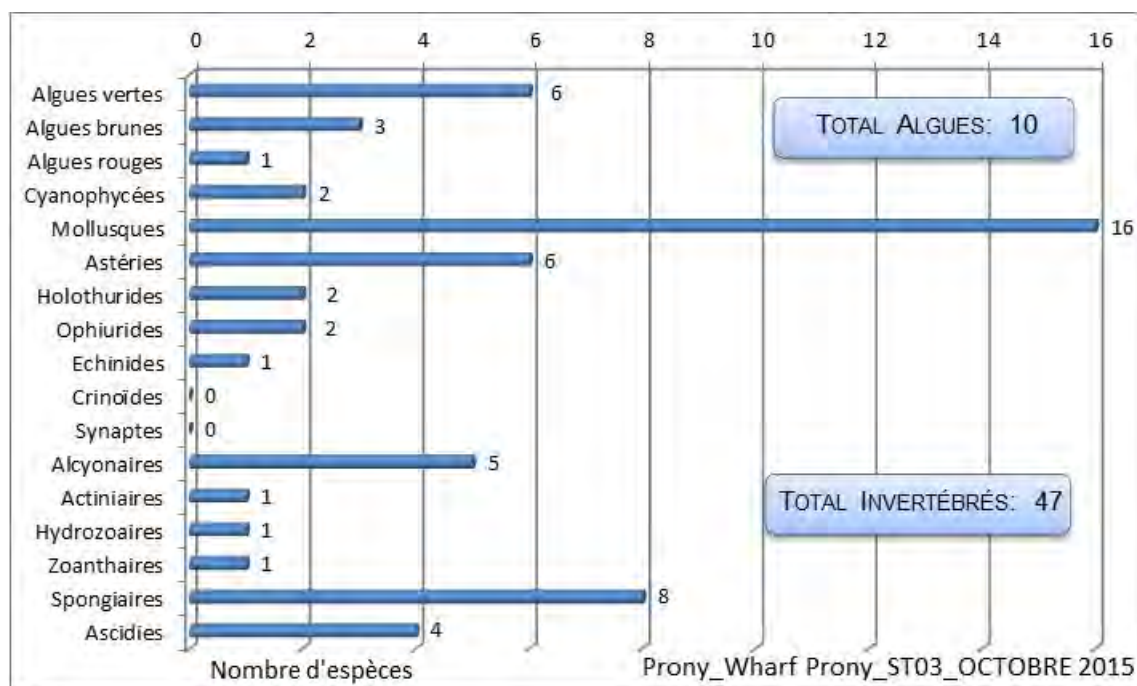


Figure n°22 : Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST03)

4.3.2.1 Benthos Transect 03 A

4.3.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST03A)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST03A est composée de 74 espèces coralliennes dont 72 espèces de scléractiniaires, une espèce de millépore (branchu), une espèce de gorgone.

Les familles scléractiniaires (72 taxons au sein de 14 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (19 taxons), les Acroporidae (12 taxons), les Fungiidae (8 taxons), les Mussidae (7 taxons), les Agaraciidae (5 taxons), les Poritidae (5 taxons), les Pectiniidae (3 taxons), les Pocilloporidae (3 taxons), les Astrocoeniidae (2 taxons), les Merulinidae (2 taxons), les Oculinidae (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.

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

Tableau n°31 : Variations entre mars et octobre 2015 : 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)
4 espèces : • <i>Polyphyllia talpina</i> (A1), • <i>Mycedium elephantotus</i> (A1), • <i>Pectinia paeonia</i> (A1), • <i>Coscinaraea columna</i> (A1)	Aucune	Aucune espèce blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
6 espèces : • <i>Cirripathes</i> sp. (A0/-1), • <i>Acropora</i> (tabulaire) (A0/-2), • <i>Montipora undata</i> (A0/-1), • <i>Goniastrea pectinata</i> (A0/-1), • <i>Scolymia australis</i> (A0/-2), • <i>Galaxea paucisepta</i> (A0/-2).	5 espèces : • <i>Montipora</i> spp. (2spp., A2/- 1), • <i>Echinophyllia</i> sp. (A1/- 1), • <i>Pocillopora damicornis</i> (A2/- 1), • <i>Psammocora superficialis</i> (A1/- 1)	➤ toutes les espèces (17 taxons) ont réintégré leurs zooxanthelles : • <i>Millepora</i> spp. (branchu) (B- 1, øß), • <i>Acropora</i> spp. (branchu) (-1spp.B*) (B- 2, øß), • <i>Montipora</i> spp. (-1spp.B*) (B- 2, øß), • <i>Turbinaria mesenterina</i> (B- 1, øß), • <i>Echinopora gemmacea</i> (B- 1, øß), • <i>Favia maxima</i> (B- 1, øß), • <i>Montastrea curta</i> (B- 1, øß), • <i>Merulina ampliata</i> (B- 1, øß), • <i>Lobophyllia corymbosa</i> (B- 1, øß), • <i>Galaxea astreata</i> (B- 1, øß), • <i>Galaxea fascicularis</i> (B- 1, øß), • <i>Echinophyllia</i> sp. (B- 1, øß), • <i>Pocillopora damicornis</i> (B- 2, øß), • <i>Seriatopora hystrix</i> (B- 2, øß),

•*Stylophora pistillata* (B- 1, øß), •*Porites lobata* (B- 1, øß), •*Porites* sp. (B- 1, øß)
 ➤ aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître nise réduire.

4.3.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST03A)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST03A est composée de :

- 32 espèces d'invertébrés dont 10 espèces de mollusques ; 5 espèces de cnidaires : alcyonaires (4 taxons), hydrozoaires (1 taxon) ; 9 espèces d'échinodermes : astéries (4 taxons), holothurides (2 taxons), ophiurides (2 taxons), échinides (1 taxon) ; 6 espèces d'éponges ; 2 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°32 : Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST03A)

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. (A1) ; et l'algue verte : • <i>Halimeda</i> sp. (2spp./+1spp.) (A3) ; Une espèce d'algue disparue, l'algue verte : • <i>Neomeris vanbosseae</i> (A0/-2).	3 espèces d'algues augmentent, dont 3 espèces d'algues vertes : • <i>Halimeda</i> sp. (2spp., A3/+ 1), • <i>Ventricaria ventricosa</i> (A2/+ 1). 2 espèces d'algues diminuent, dont l'algue brune : • <i>Dictyota</i> sp. (A2/- 1) ; et l'algue rouge : • <i>Amphiroa</i> sp. (A2/- 1)
Cyanobactéries	
☒	Une espèce de cyanobactéries augmente d'abondance : • <i>Phormidium</i> sp. (A4/+ 2).
Cnidaires	
Une espèce de cnidaires disparue : ➤ pour les actiniaires (-1 espèce) : • <i>Discosoma</i> sp. (A0/-2).	Une espèce de cnidaires augmente d'abondance : ➤ pour les alcyonaires (1 espèce) : • <i>Sinularia dura</i> (A2/+1) Une espèce de cnidaires diminue d'abondance : ➤ pour les alcyonaires (1 espèce) : • <i>Sarcophyton</i> sp. (A2/-1)
Echinodermes	
2 nouvelles espèces d'échinodermes recensées : ➤ pour les astéries (2 espèces) : • <i>Celerina heffernani</i> (A1), • <i>Gomophia egyptiaca</i> (A1). 2 espèces d'échinodermes disparues : ➤ pour les échinides (-2 espèce) : • <i>Diadema setosum</i> (A0/-1), • <i>Echinometra mathaei</i> (A0/-1).	Une espèce d'échinodermes augmente d'abondance : ➤ pour les astéries (1 espèce) : • <i>Fromia monilis</i> (A2/+ 1) Une espèce d'échinodermes diminue d'abondance : ➤ pour les holothurides (1 espèce) : • <i>Holothuria flavomaculata</i> (A1/- 1)
Mollusques	
2 nouvelles espèces de mollusques recensées : ➤ pour les bivalves (1 espèce) : • <i>Spondylus</i> sp. (A1) ➤ pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Latirolagena smaragdula</i> (A2) Une espèce de mollusques disparue : ➤ pour les bivalves (-1 espèce) : • <i>Pinna</i> sp. (A0/-2).	2 espèces de mollusques diminuent d'abondance : ➤ pour les bivalves (2 espèces) : • <i>Saccostrea cucullata</i> (A2/- 1), • <i>Tridacna maxima</i> (A1/- 1).
Eponges	
☒	☒
Ascidies	
Une espèce d'ascidies disparue : • <i>Polycarpa nigricans</i> (A0/-3).	Une espèce d'ascidies augmente d'abondance : • <i>Polycarpa cryptocarpa</i> (A3/+ 1).
Bryozoaires	
☒	☒

4.3.2.2 Benthos Transect 03 B

4.3.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST03B)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST03B est composée de 84 espèces coralliennes dont 81 espèces de scléractiniaires, une espèce de millépore (branchu), une espèce de gorgone, une espèce d'antipathaire. Les familles scléractiniales (81 taxons au sein de 12 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (15 taxons), les Faviidae (15 taxons), les Fungiidae (12 taxons), les Agaraciidae (9 taxons), les Poritidae (7 taxons), les Mussidae (6 taxons), les Pectiniidae (4 taxons), les Siderastreidae (4 taxons), les Astrocoeniidae (3 taxons), les Oculinidae (3 taxons), les Merulinidae (2 taxons), les Pocilloporidae (1 taxon).

Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Caryophylliidae, des Dendrophylliidae, des Trachyphylliidae. Il n'y a aucune espèce blanchie.

Tableau n°33 : Variations entre mars et octobre 2015 : 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)
Une seule espèce : • <i>Polyphyllia talpina</i> (A2)	Une seule espèce : • <i>Montipora tuberculosa</i> (A2/+ 1)	Aucune espèce blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
Une seule espèce : • <i>Montipora undata</i> (A0/-1)	6 espèces : • <i>Leptoseris scabra</i> (A1/- 1), • <i>Palauastrea ramosa</i> (A1/- 1), • <i>Sandalolitha robusta</i> (A1/- 1), • <i>Hydnophora exesa</i> (A1/- 1), • <i>Scolymia australis</i> (A1/- 1), • <i>Alveopora</i> sp. (A2/- 1)	> une seule espèce a réintégré toutes ses zooxanthelles : • <i>Acropora</i> spp. (branchu) (-1 spp.B*) (B- 1, øß) ; > aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître ni se réduire

4.3.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST03B)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST03B est composée de :

- 35 espèces d'invertébrés dont 10 espèces de mollusques ; 7 espèces de cnidaires : alcyonaires (5 taxons), actiniaires (1 taxon), hydrozoaires (1 taxon) ; 9 espèces d'échinodermes : astéries (4 taxons), holothurides (2 taxons), ophiurides (2 taxons), échinides (1 taxon) ; 5 espèces d'éponges ; 4 espèces d'ascidies ;
- 8 espèces de macrophytes : algues vertes (5 taxons), algues brunes (2 taxons), algues rouges (1 taxon) ;
- 2 espèces de cyanobactéries.

Tableau n°34 : Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST03B)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
3 nouvelles espèces d'algues recensées, dont 3 espèces d'algues vertes : • <i>Caulerpa</i> sp. (A2), • <i>Chlorodesmis fastigiata</i> (A2), • <i>Ventricaria ventricosa</i> (A1) ; Aucune espèce d'algues n'a disparue.	Aucune espèce d'algues n'augmente. 2 espèces d'algues diminuent, dont l'algue brune : • <i>Dictyota</i> sp. (A2/- 1) et l'algue rouge : • <i>Amphiroa</i> sp. (A3/- 2)
Cyanobactéries	
Une nouvelle espèce de cyanobactéries recensée : • <i>Symploca hydroides</i> (A1).	☒
Cnidaires	
Une nouvelle espèce de cnidaires recensée : > pour les alcyonaires (1 espèce) : • <i>Nephthea</i> sp. (A2). Une espèce de cnidaires disparue : > pour les zoanthaires (-1 espèce) : • <i>Zoanthidae</i> ind.sp. (A0/-2)	☒
Echinodermes	
3 nouvelles espèces d'échinodermes recensées :	Une espèce d'échinodermes diminue d'abondance :

➤ pour les astéries (3 espèces) : • <i>Celerina heffernani</i> (A1), • <i>Fromia indica</i> (A1), • <i>Fromia monilis</i> (A1).	➤ pour les holothurides (1 espèce) : • <i>Holothuria flavomaculata</i> (A2/- 1)
Mollusques	
5 nouvelles espèces de mollusques recensées : ➤ pour les bivalves (1 espèce) : • <i>Pteria</i> sp. (A1) ; ➤ pour les gastéropodes (2 espèces) : • <i>Lambis lambis</i> (A1), • <i>Astraea rhodostoma</i> (A2) ; ➤ pour les nudibranches (2 espèces) : • <i>Cadlinella</i> sp. (A1), • <i>Halgerda johnsonorum</i> (A2)	☒
Eponges	
2 espèces d'éponges disparues : • <i>Hamigera strongylata</i> (A0/-2), • <i>Dysidea herbacea</i> (A0/-2).	2 espèces d'éponges diminuant d'abondance : • <i>Cliona jullienei</i> (A2/- 1), • <i>Cliona orientalis</i> (A2/- 1)
Ascidies	
☒	☒
Bryozoaires	
☒	☒

4.3.2.3 Benthos Transect 03 C

4.3.2.3.1 Les Scléractiniaires (ST03C)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST03C est composée de 94 espèces coralliennes dont 89 espèces de scléractiniaires, 2 espèces de millépores (branchu et encroûtant), une espèce de gorgone, 2 espèces d'antipathaires.

Les familles scléractiniaires (89 taxons au sein de 14 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (15 taxons), les Faviidae (14 taxons), les Agaraciidae (13 taxons), les Fungiidae (11 taxons), les Pectiniidae (7 taxons), les Mussidae (6 taxons), les Poritidae (6 taxons), les Siderastreidae (4 taxons), les Astrocoeniidae (3 taxons), les Dendrophylliidae (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.

Tableau n°35 : Variations entre mars et octobre 2015 : 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>Montipora tuberculosa</i> (A1), • <i>Favites</i> spp. (3spp./+1spp.) (A2), • <i>Montastrea</i> sp. (A1).	4 espèces : • <i>Anacropora puertogalerae</i> (A2/+ 1), • <i>Barabattoia amicorum</i> (A3/+ 1), • <i>Sandalolitha robusta</i> (A2/+ 1), • <i>Mycedium elephantotus</i> (A2/+ 1).	Aucune espèce blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
Toutes les espèces ont été recensées	8 espèces : • <i>Millepora</i> (branchu) (A2/- 1), • <i>Astreopora explanata</i> (A2/- 1), • <i>Leptoseris explanata</i> (A1/- 1), • <i>Leptoseris mycetoseroides</i> (A1/- 1), • <i>Cantharellus jebbi</i> (A2/- 1), • <i>Cantharellus noumeae</i> (A2/- 2), • <i>Alveopora</i> sp. (A2/- 1), • <i>Psammocora profundacella</i> (A1/- 1).	➤ toutes les espèces (2 taxons) ont réintégré leurs zooxanthelles : • <i>Montipora</i> spp. (-1spp.B*) (B- 2, øß), • <i>Echinopora gemmacea</i> (B- 1, 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 octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST03C est composée de :

- 25 espèces d'invertébrés dont 6 espèces de mollusques ; 6 espèces de cnidaires : alcyonaires (4 taxons), actiniaires (1 taxon), zoanthaires (1 taxon) ; 7 espèces d'échinodermes : astéries (3 taxons), holothurides (2 taxons), ophiurides (2 taxons) ; 5 espèces d'éponges ; une espèce 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°36 : Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST03C)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
Une nouvelle espèce d'algue recensée, l'algue verte : • <i>Codium</i> sp. (A2) ; Aucune espèce d'algues n'a disparue.	Aucune espèce d'algues n'augmente. Une espèce d'algue diminue, l'algue brune : • <i>Dictyota</i> sp. (A2/- 2).
Cyanobactéries	
Une espèce de cyanobactéries disparue : • <i>Phormidium</i> sp. (A0/-2)	☒
Cnidaires	
☒	☒
Echinodermes	
2 nouvelles espèces d'échinodermes recensées : > pour les astéries (2 espèces) : • <i>Fromia indica</i> (A1), • <i>Gomophia egyptiaca</i> (A1). Une espèce d'échinodermes disparue : > pour les échinides (-1 espèce) : • <i>Diadema setosum</i> (A0/-2)	☒
Mollusques	
2 nouvelles espèces de mollusques recensées : > pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Astraea rhodostoma</i> (A2) > pour les nudibranches (1 espèce) : • <i>Risbecia tryoni</i> (A2)	☒
Eponges	
Une nouvelle espèce d'éponges recensée : • <i>Dactylia delicata</i> (A1)	☒
Ascidies	
Une espèce d'ascidies disparue : • <i>Polycarpa</i> sp1. (blanche) (A0/-1)	☒
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 blochii</i>				1	0,01	0,25				0,33	0,00	0,08
Aca	<i>Naso unicornis</i>				2	0,03	0,17				0,67	0,01	0,06
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	1	0,0125	0,00675	1	0,01	0,03				0,67	0,01	0,01
Can	<i>Canthigaster valentini</i>							1	0,01	0,01	0,33	0,00	0,00
Cha	<i>Chaetodon auriga</i>	2	0,025	0,032							0,67	0,01	0,01
Cha	<i>Chaetodon ephippium</i>				2	0,03	0,06				0,67	0,01	0,02
Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	1	0,0125	0,016	4	0,05	0,03				1,67	0,02	0,01
Cha	<i>Chaetodon melannotus</i>				2	0,03	0,01				0,67	0,01	0,00
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	2	0,03	0,03	4	0,05	0,03				2,00	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>				2	0,03	0,17	1	0,01	1,23	1,00	0,01	0,47
Epi	<i>Epinephelus areolatus</i>							1	0,01	2,00	0,33	0,00	0,67
Epi	<i>Epinephelus ongus</i>				1	0,01	6,75				0,33	0,00	2,25
Gob	<i>Amblygobius phalaena</i>	2	0,025	0,0625							0,67	0,01	0,02
Lab	<i>Cheilinus chlorourus</i>	1	0,01	0,13							0,33	0,00	0,04
Lab	<i>Coris gaimard</i>	1	0,0125	0,03125							0,33	0,00	0,01
Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	3	0,0375	0,048	6	0,08	0,19				3,00	0,04	0,08
Mul	<i>Parupeneus barberinoides</i>	2	0,025	0,032	20	0,33	2,29	3	0,04	0,75	8,33	0,13	1,02
Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>				10	0,13	1,82				3,33	0,04	0,61
Pom	<i>Abudefduf whitleyi</i>	10	0,125	0,16	10	0,13	0,07				6,67	0,08	0,08
Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>	5	0,0625	0,01	5	0,06	0,01	3	0,04	0,01	4,33	0,05	0,01
Pom	<i>Dascyllus aruanus</i>	15	0,1875	0,03							5,00	0,06	0,01
Pom	<i>Pomacentrus aurifrons</i>	10	0,125	0,0391	30	0,38	0,20	10	0,13	0,07	16,67	0,21	0,10
Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>	10	0,13	0,04	10	0,13	0,04				6,67	0,08	0,03
Pse	<i>Pictichromis coralensis</i>	1	0,01	0,01							0,33	0,00	0,00
Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>				4	0,05	0,22				1,33	0,02	0,07
Sca	<i>Scarus flavipectoralis</i>	5	0,0625	0,08	20	0,25	5,00				8,33	0,10	1,69
Sig	<i>Siganus puellus</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
Zan	<i>Zanclus cornutus</i>				1	0,01	0,09				0,33	0,00	0,03
Total		71	0,8875	0,7534	142	1,86	17,90	19	0,24	4,06	77,33	0,99	7,54
Biodiversité		16			18			6			30		
Indice de Shannon =		3,734											
Equitabilité =		0,761											

Sur l'ensemble des transects de la station, 232 individus appartenant à 30 espèces différentes ont pu être observés. Ils représentent une densité de 0.99 poisson/m² pour une biomasse de 7.54 g/m².

74 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 blochii</i>	Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>	Pom	<i>Abudefduf whitleyi</i>
Aca	<i>Naso unicornis</i>	Gob	<i>Amblygobius phalaena</i>	Pom	<i>Amblyglyphidodon orbicularis</i>
Aca	<i>Zebrasoma scopas</i>	Gra	<i>Diploprion bifasciatum</i>	Pom	<i>Chromis caudalis</i>

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

Aca	<i>Zebrasoma veliferum</i>	Lab	<i>Anampses femininus</i>	Pom	<i>Chromis viridis</i>
Apo	<i>Cheilodipterus macrodon</i>	Lab	<i>Cheilinus chlorourus</i>	Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>
Apo	<i>Ostorhinchus angustatus</i>	Lab	<i>Choerodon graphicus</i>	Pom	<i>Dascyllus aruanus</i>
Apo	<i>Ostorhinchus rubrimacula</i>	Lab	<i>Coris gaimard</i>	Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	Lab	<i>Epibulus insidiator</i>	Pom	<i>Neopomacentrus azysron</i>
Cae	<i>Caesio cuning</i>	Lab	<i>Halichoeres argus</i>	Pom	<i>Pomacentrus adelus</i>
Cae	<i>Dypterygonotus balteatus</i>	Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>	Pom	<i>Pomacentrus aurifrons</i>
Cae	<i>Pterocaesio pisang</i>	Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>	Pom	<i>Pomacentrus chrysurus</i>
Can	<i>Canthigaster valentini</i>	Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>
Cha	<i>Chaetodon auriga</i>	Let	<i>Lethrinus harak</i>	Pom	<i>Pomacentrus nagasakiensis</i>
Cha	<i>Chaetodon baronessa</i>	Let	<i>Monotaxis grandoculis</i>	Pse	<i>Pictichromis coralensis</i>
Cha	<i>Chaetodon bennetti</i>	Mic	<i>Gunnellichthys curiosus</i>	Sca	<i>Chlorurus bleekeri</i>
Cha	<i>Chaetodon ephippium</i>	Mic	<i>Gunnellichthys viridescens</i>	Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>
Cha	<i>Chaetodon flavirostris</i>	Mic	<i>Ptereleotris microlepis</i>	Sca	<i>Scarus chameleon</i>
Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	Mul	<i>Parupeneus barberinoides</i>	Sca	<i>Scarus flavipectoralis</i>
Cha	<i>Chaetodon melannotus</i>	Mul	<i>Parupeneus barberinus</i>	Sca	<i>Scarus niger</i>
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	Mul	<i>Parupeneus indicus</i>	Sca	<i>Scarus rivulatus</i>
Cha	<i>Chaetodon ulietensis</i>	Nem	<i>Pentapodus aureofasciatus</i>	Sig	<i>Siganus doliatus</i>
Cha	<i>Chaetodon unimaculatus</i>	Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>	Sig	<i>Siganus puellus</i>
Epi	<i>Cephalopholis boenak</i>	Nem	<i>Scolopsis lineatus</i>	Sig	<i>Siganus vulpinus</i>
Epi	<i>Epinephelus areolatus</i>	Pin	<i>Parapercis australis</i>	Zan	<i>Zanclus cornutus</i>
Epi	<i>Epinephelus ongus</i>	Pin	<i>Parapercis clathrata</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
Acanthuridae	1	2	0	0	1	0	2	0	1	1	2	2	1	1	2
Anthiniidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Blenniidae	1	0	1	2	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1
Caesionidae	0	2	0	1	0	3	1	0	0	0	0	1	1	3	0
Canthigasteridae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1
Chaetodontidae	2	1	1	0	0	2	3	2	3	1	3	3	3	4	6
Epinephelinae	1	1	1	2	0	2	1	1	1	1	1	0	1	2	3
Gobiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1
Labridae	1	0	0	0	1	1	0	1	2	1	2	1	1	1	3
Lethrinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Microdesmidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
Mullidae	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	2	3	2	3	1
Nemipteridae	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1
Pomacanthidae	2	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
Pseudochromidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Scaridae	1	2	0	0	4	1	1	1	2	0	1	2	4	2	2

Siganidae	1	1	0	0	1	0	1	2	1	2	2	1	1	2	1
Zanclidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Total espèces	15	14	9	10	11	9	13	14	18	12	23	21	21	26	29
Total familles	10	8	5	5	7	9	9	8	10	8	13	11	11	12	14

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	189	224	274	14/19

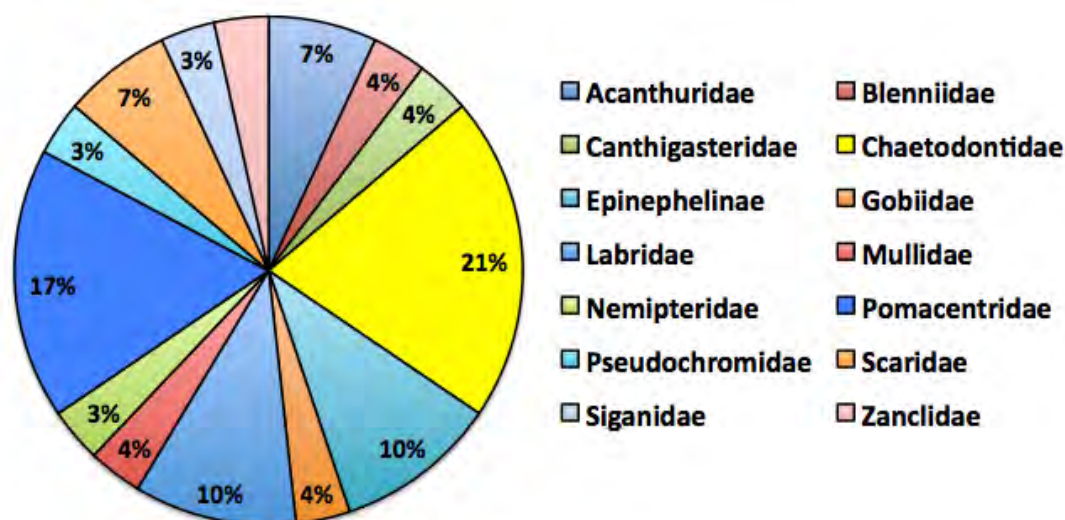


Figure n°23 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST03)

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
2015 b	Transect A	71,00	0,89	0,75	16		
	Transect B	142,00	1,86	17,80	18		
	Transect C	19,00	0,24	4,06	6		
	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

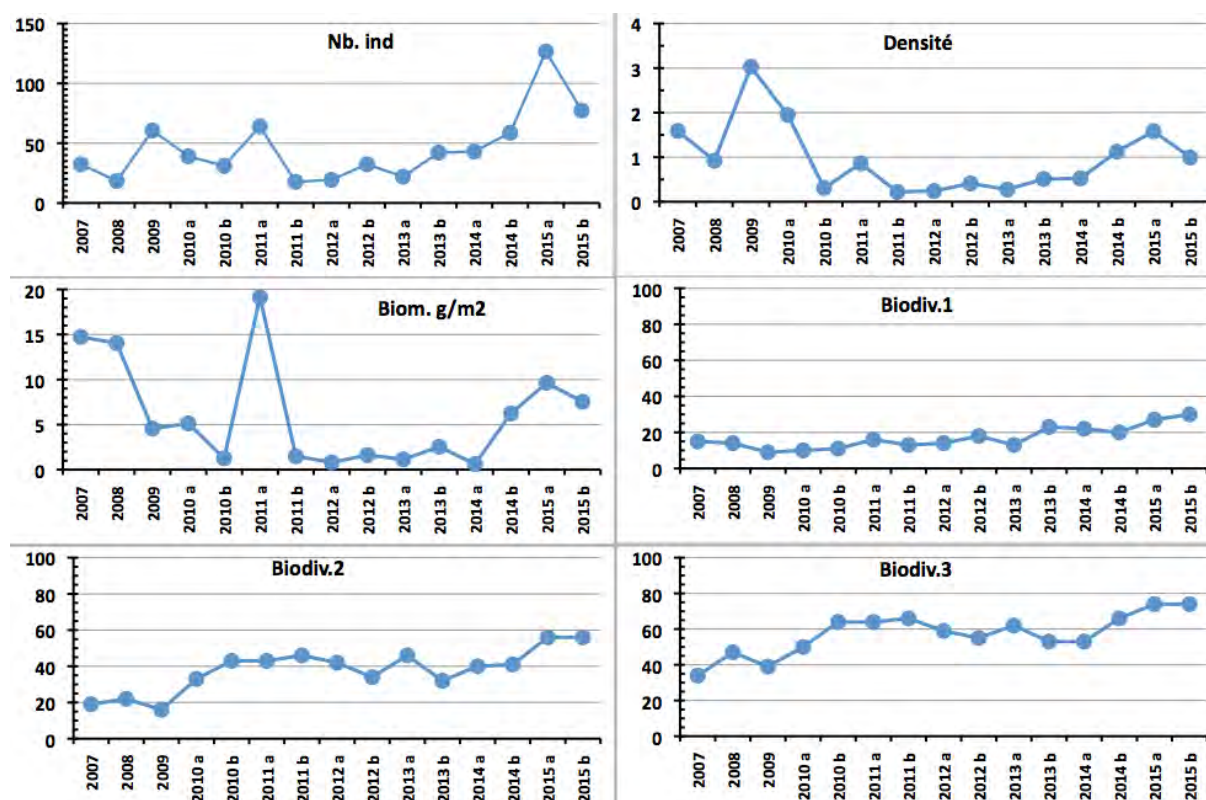
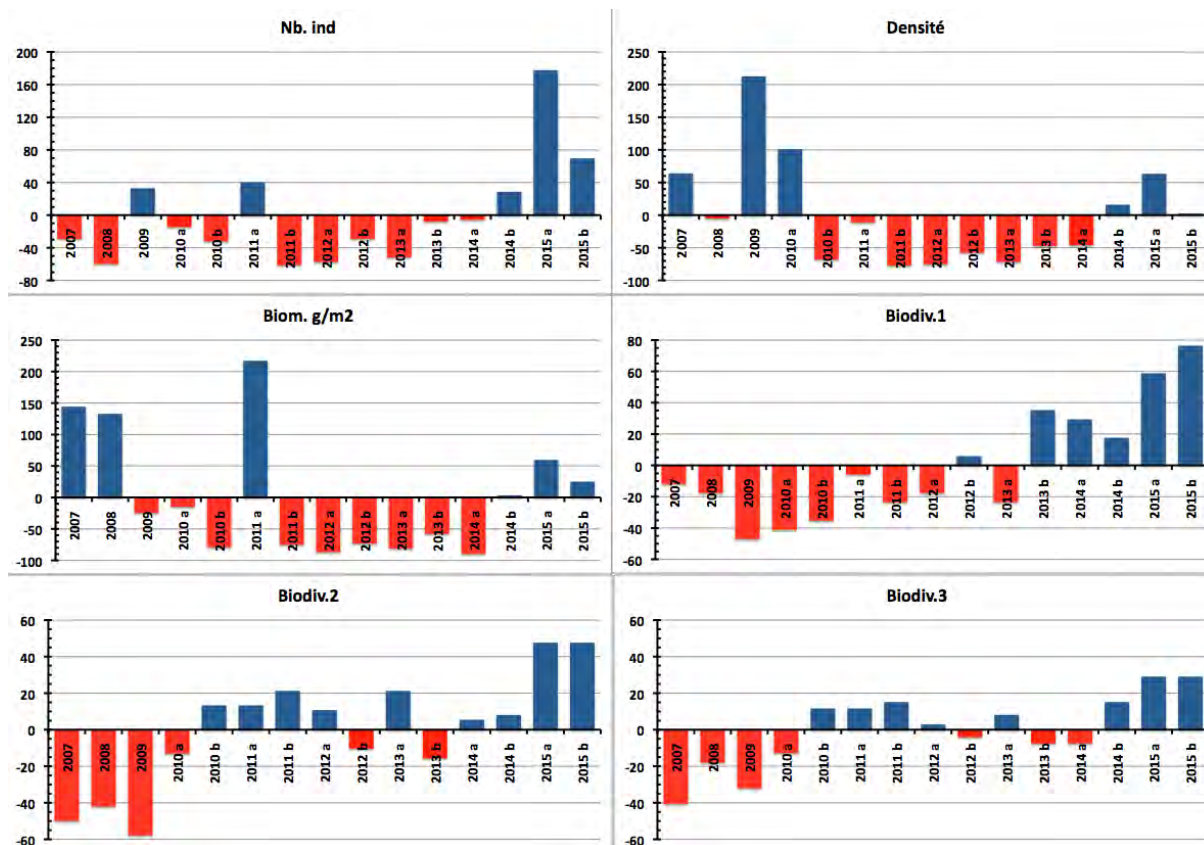


Figure n°24 : Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST03)

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 ichtyologiques depuis 2007 (ST03)*

	Nb ind.	Densité	Biom.	Biodiv.1	Biodiv.2	Biodiv.3
Variance	836,78	0,62	34,67	38,86	145,21	135,95
Ecart type	28,93	0,79	5,89	6,23	12,05	11,66
Moyenne	45,62	0,97	6,03	17,00	37,93	57,33
Coef. de Var.	0,63	0,82	0,98	0,37	0,32	0,20

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

Remarque :

- Tous les poissons sont des juvéniles.
- Les biodiversités des transects A et surtout B étaient exceptionnellement importantes.
- La hausse de la biodiversité 3 se maintient.
- Globalement sur la station la biodiversité augmente par rapport à la mission précédente, bien qu'elle soit plus faible sur chaque transect pris séparément.
- Les 3 premiers paramètres présentent des variations importantes, notamment la Biomasse et la Densité (> 200 %), alors que les paramètres de biodiversité sont plus stables.
- Tous les indicateurs sont au-dessus de la moyenne.



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*, *Seriatopora* et *Acropora*
- ↗ 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

Variations entre mars et octobre 2015

Indicateur Corail :

- La biodiversité corallienne reste importante :

Mars 2015 : 112 espèces dont 102 espèces scléactiniaires

Octobre 2015 : 110 espèces coralliennes dont 100 espèces scléactiniaires





- Le recouvrement corallien est de 41 % au transect A, 25 % en B et 9 % en C
 - Le blanchissement a nettement diminué, il se manifestait sur des colonies retournées et arrachées (A et B)
- Mars 2015 : 23/102 espèces de scléactiniaires et 1.63% de la surface totale observée
Octobre 2015 : 5/100 espèces de scléactiniaires et 0.37% de la surface totale observée
- Lésions coralliennes : la maladie de la bande blanche a nettement diminué et ne semble pas se propager sur d'autres colonies. Les colonies affectées en A&B sont mortes en place
 - Dégradations mécaniques : en A&B : petit couloir d'effondrement en mars 2015 (Pam) ; en C : les plus grandes colonies de *Tubastraea micrantha* se sont effondrées
 - Perturbations sédimentaires : le dépôt sédimentaire observé sur les colonies coralliennes en A&B en mars 2015 a été balayé par les courants de marée. Cependant, quelques colonies de *Seriatopora hystrix*, *Acropora* spp. ont été dégradées (colonies mortes en place ou nécrosées) au droit d'un petit creek. Il reste toujours la branche d'arbre en A

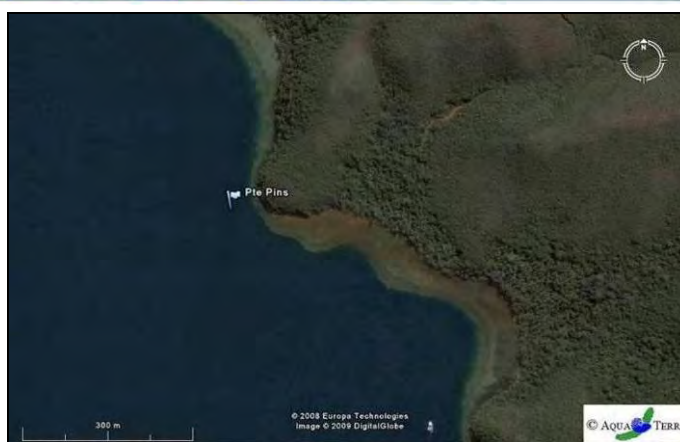
Autres indicateurs :

- Cyanobactéries : absence sur l'ensemble de la station
- Le turf algal se développe modérément sur les débris coralliens et les colonies coralliennes particulièrement au niveau médian de la pente récifale
- Algue brune *Lobophora* : le recouvrement est faible et reste stable (nouvelle colonisation dans les débris de *Tubastraea* en C)
- Algue rouge *Asparagopsis taxiformis* : absente
- *Cliona* (éponge) : stable

Les corallivores :

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





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

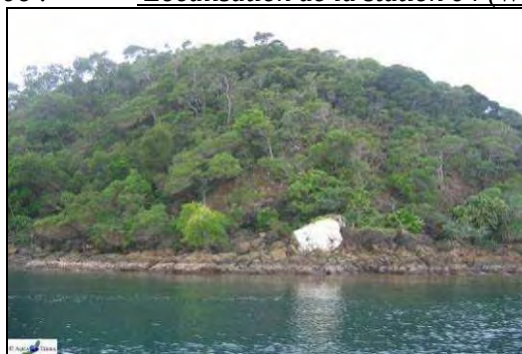


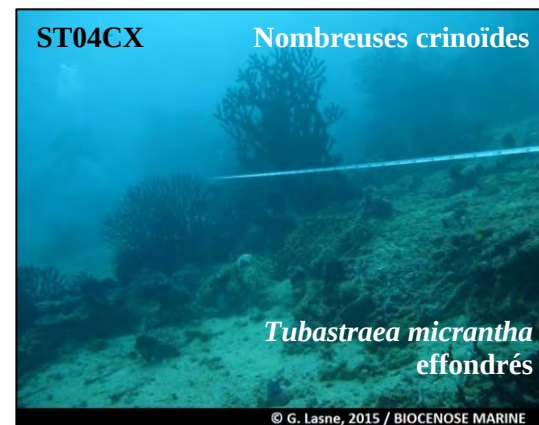
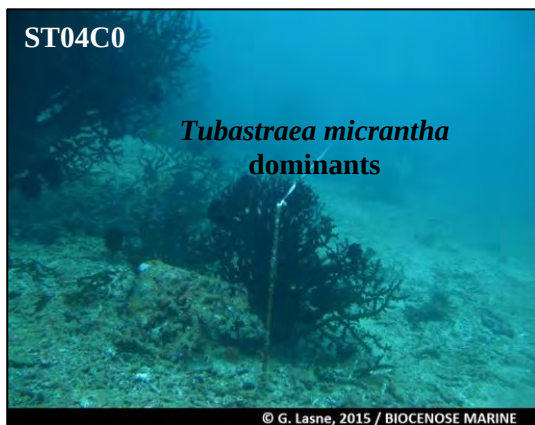
Photo n°14 : Position en surface par rapport à la côte (ST04)



Les colonies coralliennes de *Seriatopora hystrix* et de *Millepora* sont toujours bien développées. Cependant, la partie supérieure du récif a subi des dégradations mécanique et sédimentaire



Nombreux débris et colonies coralliennes retournées



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.

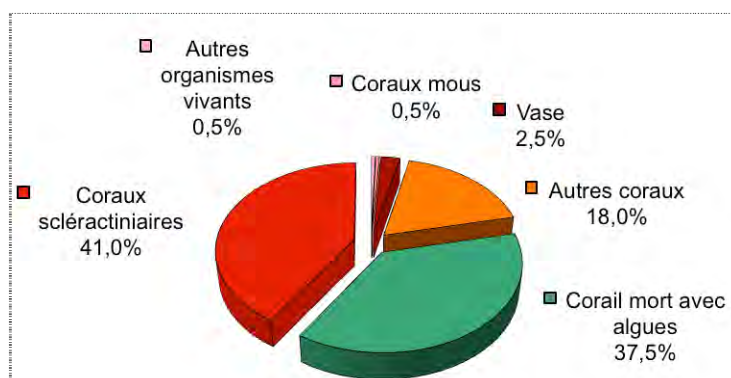


Figure n°26 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST04A

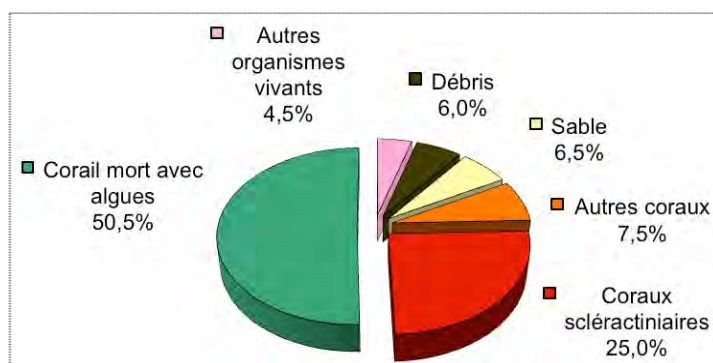


Figure n°27 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST04B

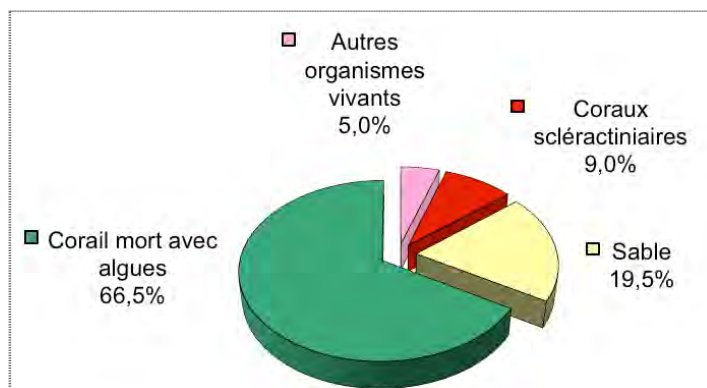


Figure n°28 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST04C

Les transects A et B ont un fort recouvrement biotique total (97.5% et 87.5%), dû en grande partie au « Corail mort avec algues ». Les coraux scléactiniaires y sont moyennement représentés (41% et 25%), avec une légère hausse qui se confirme en A (+7%), qui fait que le recouvrement a doublé à ce niveau en 2 ans et qui classe ce transect en 4^{ème} position.

Le transect C voit une inversion dans les dominances du sable (19.5% vs 71.5%) et du « Corail mort avec algues » (66.5% vs 17.5%) qui entraîne aussi du coup une inversion dans les rapports biotiques / abiotiques (80.5% / 19.5% vs 28.5% / 71.5% en mars 2015). Toujours peu de coraux (9%).

Les cyanobactéries sont totalement absentes pour cette mission.

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

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 octobre 2015, la richesse spécifique de la station Woodin (ST04) est composée de :

- **110 espèces coralliennes** (dont 100 espèces de scléractiniaires, 4 espèces de millépores (sub massif, branchu et encroûtant), 3 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires, 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 (21 taxons), les Fungiidae (8 taxons), les Agaraciidae (7 taxons), les Mussidae (7 taxons), les Dendrophylliidae (6 taxons), les Pectiniidae (6 taxons), les Merulinidae (5 taxons), les Pocilloporidae (5 taxons), les Siderastreidae (5 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 5/100 espèces de scléractiniaires (5%).
Le blanchissement visuel est de 0,37% de la surface totale observée.
- **51 espèces d'invertébrés** dont 17 espèces de mollusques ; 7 espèces de cnidaires : alcyonaires (4 taxons), zoanthaires (2 taxons), hydrozoaires (1 taxon) ; 14 espèces d'échinodermes : astéries (6 taxons), échinides (3 taxons), holothurides (2 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 9 espèces d'éponges ; 4 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.**

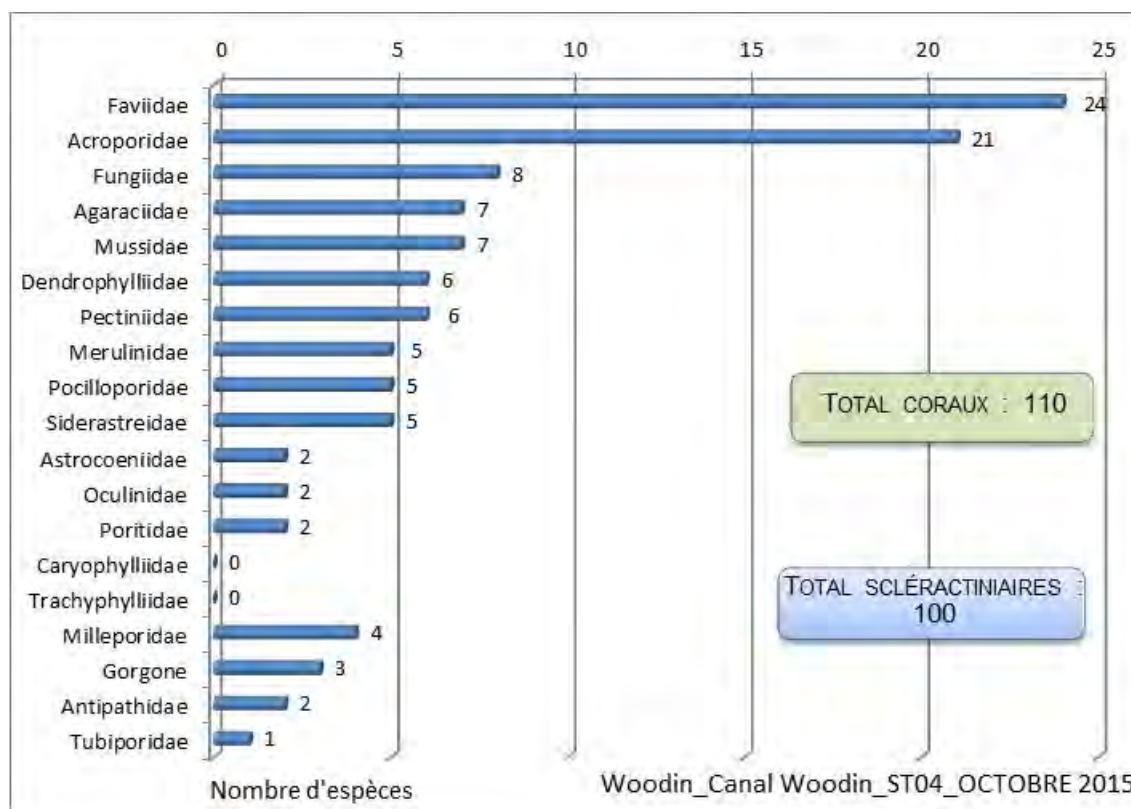


Figure n°29 : Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST04)

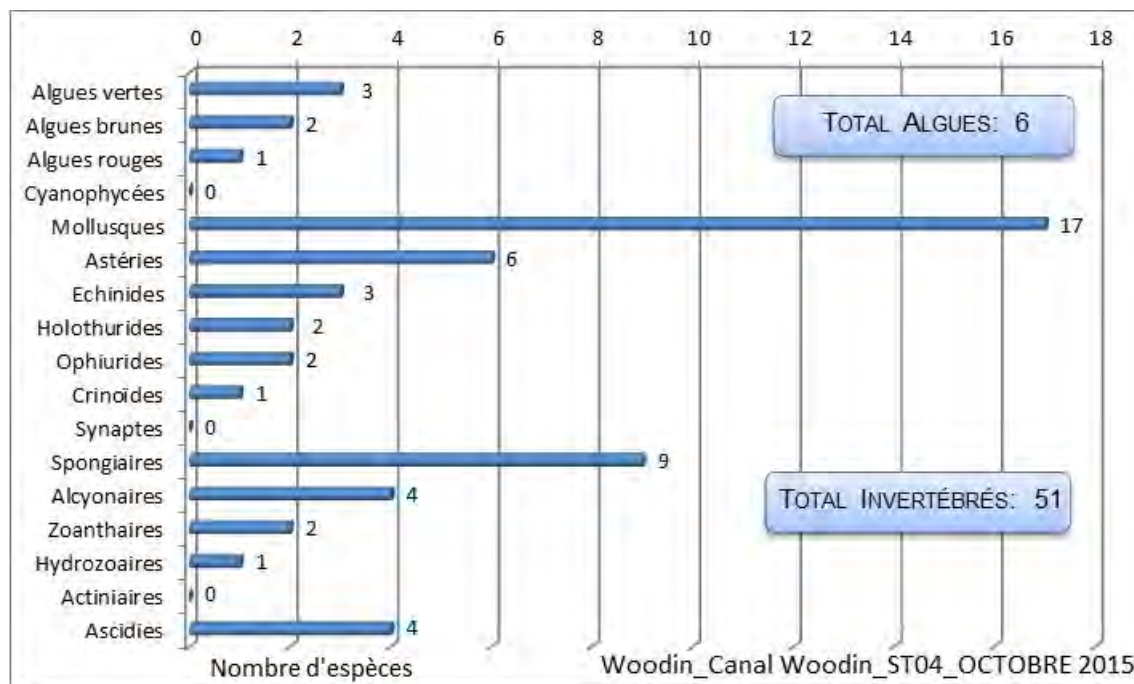


Figure n°30 : Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST04)

4.4.2.1 Benthos Transect 04 A

4.4.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST04A)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST04A est composée de 79 espèces coralliennes dont 72 espèces de scléractiniaires, 4 espèces de millépores (sub massif, branchu et encroûtant), 2 espèces de gorgones, une espèce d'antipathaire.

Les familles scléractiniales (72 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (17 taxons), les Acroporidae (16 taxons), les Fungiidae (7 taxons), les Pocilloporidae (5 taxons), les Siderastreidae (5 taxons), les Dendrophylliidae (4 taxons), les Merulinidae (4 taxons), les Pectiniidae (4 taxons), les Agaraciidae (3 taxons), les Mussidae (2 taxons), les Oculinidae (2 taxons), les Poritidae (2 taxons), les Astrocoeniidae (1 taxon).

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

Le blanchissement corallien affecte 2/72 espèces de scléractiniaires (2,8%).

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

Tableau n°43 : Variations entre mars et octobre 2015 : 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)
3 espèces : • <i>Isopora palifera</i> (A2), • <i>Favites halicora</i> (A1), • <i>Fungia simplex</i> (A1).	Une seule espèce : • <i>Favia speciosa</i> (A2/+ 1)	2 espèces blanchies (2,8%) : ➢ 2 espèces précédemment blanchies (2,8%) : • <i>Acropora</i> (tabulaire) (2spp.B*, B2) ; ➢ Aucune espèce nouvellement blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
2 espèces : • <i>Astreopora explanata</i> (A0/-1), • <i>Echinopora horrida</i> (A0/-1).	4 espèces : • <i>Sandalolitha robusta</i> (A1/- 1), • <i>Hydnophora exesa</i> (A1/- 1), • <i>Echinophyllia aspera</i> (A1/- 1), • <i>Stylophora pistillata</i> (A3/- 1).	➢ toutes les espèces (18 taxons) ont réintégré leurs zooxanthelles : • <i>Millepora</i> spp. (branchu) (-2spp.B*) (B- 2, øß), • <i>Acropora</i> spp. (branchu) (-3spp.B*) (B- 2, øß), • <i>Montipora</i> spp. (-2spp.B*) (B- 2, øß), • <i>Montipora tuberculosa</i> (B- 1, øß), • <i>Favia</i> spp. (-1spp.B*) (B- 1, øß), • <i>Favites</i> spp. (-1spp.B*) (B- 1, øß), • <i>Montastrea curta</i> (B- 1, øß), • <i>Fungia</i> spp. (-1spp.B*) (B- 1, øß), • <i>Merulina ampliata</i> (B- 1, øß), • <i>Galaxea fascicularis</i> (B- 1,

øß), •*Pocillopora damicornis* (B- 2, øß),
 •*Seriatopora hystrix* (B- 2, øß), •*Stylophora*
pistillata (B- 2, øß), •*Porites* sp. (B- 1, øß) ;
 ➤ aucune espèce n'a vu son blanchissement
 s'accroître ni se réduire.

4.4.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST04A)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST04A est composée de :

- 30 espèces d'invertébrés dont 10 espèces de mollusques ; 4 espèces de cnidaires : alcyonaires (2 taxons), hydrozoaires (1 taxon), zoanthaires (1 taxon) ; 7 espèces d'échinodermes : astéries (2 taxons), holothurides (2 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 7 espèces d'éponges ; 2 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°44 : Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST04A)

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/-0)	Aucune espèce d'algues n'augmente. Aucune espèce d'algues ne diminue.
Cyanobactéries	
2 espèces de cyanobactéries disparues : • <i>Phormidium</i> sp. (A0/-2), • <i>Symploca hydroides</i> (A0/-2)	☒
Cnidaires	
2 nouvelles espèces de cnidaires recensées : ➤ pour les alcyonaires (1 espèce) : • <i>Nephtea</i> sp. (A2) ➤ pour les zoanthaires (1 espèce) : <i>Palythoa</i> sp. (A2)	Une espèce de cnidaires augmente d'abondance : ➤ pour les alcyonaires (1 espèce) : • <i>Sarcophyton</i> sp. (A3/+ 1)
Echinodermes	
3 nouvelles espèces d'échinodermes recensées : ➤ pour les holothurides (1 espèce) : • <i>Holothuria flavomaculata</i> (A1) ; ➤ pour les ophiurides (2 espèces) : • <i>Ophiomastix caryophyllata</i> (A2), • <i>Ophiure</i> ind. (A2). Une espèce d'échinodermes disparue : ➤ pour les astéries (-1 espèce) : • <i>Acanthaster planci</i> (A0/-1)	Une espèce d'échinodermes augmente d'abondance : ➤ pour les astéries (1 espèce) : • <i>Linckia multifora</i> (A2/+ 1)
Mollusques	
2 nouvelles espèces de mollusques recensées : ➤ pour les bivalves (1 espèce) : • <i>Pinna</i> sp. (A1) ; ➤ pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Latirolagena smaragdula</i> (A1) Une espèce de mollusques disparue : ➤ pour les nudibranches (-1 espèce) : • <i>Phyllidiella pustulosa</i> (A0/-2)	Une espèce de mollusques augmente d'abondance : ➤ pour les bivalves (1 espèce) : • <i>Isognomon isognomon</i> (A3/+ 1).
Eponges	
Une nouvelle espèce d'éponges recensée : • <i>Dactylia delicata</i> (A2).	2 espèces d'éponges augmentent d'abondance : • <i>Dysidea herbacea</i> (A2/+ 1), •Spongiaires ind. (noire) (A3/+1)
Ascidies	
Une nouvelle espèce d'ascidies recensée : • <i>Polycarpa aurita</i> (A2)	Une espèce d'ascidies diminue d'abondance : • <i>Polycarpa nigricans</i> (A2/- 1)
Bryozoaires	
☒	☒



4.4.2.2 Benthos Transect 04 B

4.4.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST04B)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST04B est composée de 102 espèces coralliennes dont 92 espèces de scléractiniaires, 4 espèces de millépores (sub massif, branchu et encroûtant), 3 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires, une espèce de stolonifère.

Les familles scléractiniales (92 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (22 taxons), les Acroporidae (19 taxons), les Fungiidae (8 taxons), les Agaraciidae (7 taxons), les Mussidae (7 taxons), les Dendrophylliidae (6 taxons), les Pectiniidae (5 taxons), les Pocilloporidae (5 taxons), les Merulinidae (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 3/92 espèces de scléractiniaires (3,3%).

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

Tableau n°45 : Variations entre mars et octobre 2015 : 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)
5 espèces : • <i>Astreopora myriophthalma</i> (A1), • <i>Leptoseris scabra</i> (A1), • <i>Hydnophora exesa</i> (A1), • <i>Merulina scabricula</i> (A1), • <i>Echinophyllia aspera</i> (A1).	5 espèces : • <i>Montipora tuberculosa</i> (A2/+ 1), • <i>Stylocoeniella guentheri</i> (A2/+ 1), • <i>Turbinaria peltata</i> (A2/+ 1), • <i>Favia speciosa</i> (A2/+ 1), • <i>Fungia echinata</i> (A2/+ 1).	3 espèces blanchies (3,3%) : ➢ 3 espèces précédemment blanchies (3,3%) : • <i>Tubastraea micrantha</i> (B2), • <i>Mycedium elephantotus</i> (B1), • <i>Seriatopora hystrix</i> (B1) ; ➢ Aucune espèce nouvellement blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
Une seule espèce : • <i>Psammodora explanulata</i> (A0/-1)	Une seule espèce : • <i>Lobophyllia pachysepta</i> (A1/- 1)	➢ 10 espèces ont réintégré leurs zooxanthelles : • <i>Millepora</i> spp. (branchu) (-2spp.B*) (B- 2, øß), • <i>Acropora</i> spp. (branchu) (-2spp.B*) (B- 2, øß), • <i>Acropora</i> spp. (tabulaire) (-1spp.B*) (B- 2, øß), • <i>Montipora</i> spp. (-1spp.B*) (B- 2, øß), • <i>Favia</i> spp. (-1spp.B*) (B- 1, øß), • <i>Fungia</i> spp. (-1spp.B*) (B- 2, øß), • <i>Pocillopora damicornis</i> (B- 1, øß), • <i>Stylophora pistillata</i> (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).

4.4.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST04B)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST04B est composée de :

- 44 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), échinides (3 taxons), holothurides (2 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 9 espèces d'éponges ; 4 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°46 : Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST04B)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
Une nouvelle espèce d'algue recensée, l'algue verte : • <i>Caulerpa</i> sp. (A1) ; Aucune espèce d'algues n'a disparue.	Une espèce d'algue recensée une espèce algues brunes : • <i>Lobophora variegata</i> (A3/+ 1). Aucune espèce d'algues ne diminue.



Cyanobactéries	
Une espèce de cyanobactéries disparue : • <i>Phormidium</i> sp. (A0/-2).	☒
Cnidaire	
Une nouvelle espèce de cnidaire recensée : ➤ pour les alcyonaires (1 espèce) : • <i>Sinularia</i> sp. (A1)	Une espèce de cnidaire augmente d'abondance : ➤ pour les alcyonaires (1 espèce) : • <i>Sarcophyton</i> sp. (A3/+ 1)
Echinodermes	
Une nouvelle espèce d'échinodermes recensée : ➤ pour les astéries (1 espèce) : • <i>Fromia milleporrella</i> (A1) 2 espèces d'échinodermes disparues : ➤ pour les astéries (-2 espèce) : • <i>Fromia indica</i> (A0/-2), • <i>Linckia multiflora</i> (A0/-1)	Une espèce d'échinodermes augmente d'abondance : ➤ pour les échinides (1 espèce) : • <i>Diadema setosum</i> (A2/+ 1).
Mollusques	
3 nouvelles espèces de mollusques recensées : ➤ pour les bivalves (1 espèce) : • <i>Pinna</i> sp. (A1) ; ➤ pour les gastéropodes (2 espèces) : • <i>Latirolagena smaragdula</i> (A2), • <i>Vasum</i> sp. (A1). Une espèce de mollusques disparue : ➤ pour les nudibranches (-1 espèce) : • <i>Phyllidiella pustulosa</i> (A0/-2)	Une espèce de mollusques augmente d'abondance : ➤ pour les bivalves (1 espèce) : • <i>Septifer bilocularis</i> (A3/+ 1).
Eponges	
2 espèces d'éponges disparues : • <i>Spongiaires</i> ind. (orange) (A0/-1), • <i>Clathria rugosa</i> (A0/-2).	3 espèces d'éponges augmentent d'abondance : • <i>Hamigera strongylata</i> (A4/+ 2), • <i>Dactylia delicata</i> (A2/+ 1), • <i>Spheciospongia vagabunda</i> (A3/+ 1). Une espèce d'éponges diminue d'abondance : • <i>Dysidea herbacea</i> (A1/- 1).
Ascidies	
☒	Une espèce d'ascidies augmente d'abondance : • <i>Polycarpa</i> sp1. (blanche) (A2/+ 1). 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 octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST04C est composée de 34 espèces coralliennes dont 29 espèces de scléractiniaires, une espèce de millépore (branchu), 2 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires. Les familles scléractiniaires (29 taxons au sein de 9 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (9 taxons), les Acroporidae (6 taxons), les Fungiidae (5 taxons), les Mussidae (3 taxons), les Dendrophylliidae (2 taxons), les Agaraciidae (1 taxon), 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 Siderastreae, des Trachyphylliidae.

Le blanchissement corallien affecte 1/29 espèces de scléractiniaires (3,4%).

Le blanchissement visuel est de 0,5% de la surface du couloir.

Tableau n°47 : Variations entre mars et octobre 2015 : 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)
7 espèces : • <i>Gorgone</i> ind.sp. (2spp./+1spp.) (A2),	Aucune	Une seule espèce blanchie (3,4%) :



• <i>Astreopora</i> sp. (A2), • <i>Montipora</i> spp. (2spp./+1spp.) (A2), • <i>Barabattoia amicornum</i> (A1), • <i>Leptastrea inaequalis</i> (A1), • <i>Fungia simplex</i> (A1), • <i>Acanthastrea echinata</i> (A1)		> Une seule espèce précédemment blanchie • <i>Tubastraea micrantha</i> (B2, ∞) > Aucune espèce nouvellement blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
2 espèces : • <i>Astreopora moretonensis</i> (A0/-2), • <i>Sandalolitha robusta</i> (A0/-1).	2 espèces : • <i>Goniastrea australensis</i> (A1/-1), • <i>Cycloseris</i> sp. (A1/-1).	> toutes les espèces (2 taxons) ont réintégré leurs zooxanthelles : • <i>Acropora</i> spp. (branchu) (B- 1, øß), • <i>Acropora</i> spp. (tabulaire) (B- 1, 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 octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST04C est composée de :

- 28 espèces d'invertébrés dont 6 espèces de mollusques ; 4 espèces de cnidaires : alcyonaires (2 taxons), hydrozoaires (1 taxon), zoanthaires (1 taxon) ; 7 espèces d'échinodermes : échinides (2 taxons), ophiurides (2 taxons), astéries (1 taxon), crinoïdes (1 taxon), holothurides (1 taxon) ; 8 espèces d'éponges ; 3 espèces d'ascidies ;
- 2 espèces de macrophytes : algues brunes (1 taxon), algues rouges (1 taxon) ;
- Aucun taxon n'a été recensé dans le groupe des cyanobactéries.

Tableau n°48 : Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST04C)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
Une nouvelle espèce d'algue recensée, l'algue brune : • <i>Lobophora variegata</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 alcyonaires (1 espèce) : • <i>Sarcophyton</i> sp. (A1) Une espèce de cnidaires disparue : > pour les zoanthaires (-1 espèce) : • <i>Zoanthidae</i> ind.sp. (A0/-2)	☒
Echinodermes	
2 espèces d'échinodermes disparues : > pour les astéries (-2 espèce) : • <i>Celerina heffernani</i> (A0/-1), • <i>Nardoa gomophia</i> (A0/-1).	☒
Mollusques	
4 nouvelles espèces de mollusques recensées : > pour les gastéropodes (2 espèces) : • <i>Latirolagena smaragdula</i> (A1), • <i>Chicoreus brunneus</i> (A1) ; > pour les nudibranches (2 espèces) : • <i>Glossodoris rubroannulatus</i> (A1), • <i>Phyllidia ocellata</i> (A1).	☒
Eponges	
Une nouvelle espèce d'éponges recensée : • <i>Dactylia delicata</i> (A1). Une espèce d'éponges disparue : • <i>Clathria rugosa</i> (A0/-2)	2 espèces d'éponges augmentent d'abondance : • <i>Stellata</i> sp. (A2/+ 1), • <i>Cymbastella cantharella</i> (A2/+ 1) Une espèce d'éponges diminue d'abondance : • <i>Spongiaires</i> ind. (noire) (A3/- 1).
Ascidies	
2 nouvelles espèces d'ascidies recensées : • <i>Polycarpa aurita</i> (A1), • <i>Polycarpa cryptocarpa</i> (A2).	☒
Bryozoaires	
☒	☒



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 blochii</i>				2	0,025	2,916				0,67	0,01	0,97
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	3	0,025	0,6655	4	0,05	1,73				2,33	0,03	0,80
Aca	<i>Zebrasoma scopas</i>	2	0,02	0,17	1	0,01	0,18				1,00	0,01	0,12
Aca	<i>Zebrasoma veliferum</i>	2	0,02	0,73							0,67	0,01	0,24
Ble	<i>Ecsenius bicolor</i>							1	0,01	0,00	0,33	0,00	0,00
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>							1	0,01	0,00	0,33	0,00	0,00
Cae	<i>Caesio cuning</i>							70	0,50	156,25	23,33	0,17	52,08
Cae	<i>Caesio marri</i>				750	4,17	1302,08				250,00	1,39	434,03
Cae	<i>Caesio pisang</i>							50	0,36	111,61	16,67	0,12	37,20
Cha	<i>Chaetodon auriga</i>				2	0,025	0,5				0,67	0,01	0,17
Cha	<i>Chaetodon baronessa</i>	2	0,02	0,11	3	0,04	1,30				1,67	0,02	0,47
Cha	<i>Chaetodon bennetti</i>				1	0,01	0,25				0,33	0,00	0,08
Cha	<i>Chaetodon lineolatus</i>	2	0,02	2,67							0,67	0,01	0,89
Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	3	0,03	0,50							1,00	0,01	0,17
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	3	0,03	0,26							1,00	0,01	0,09
Cha	<i>Chaetodon ulietensis</i>				2	0,03	0,50				0,67	0,01	0,17
Cha	<i>Chaetodon vagabundus</i>							2	0,03	0,50	0,67	0,01	0,17
Cha	<i>Coradion altivelis</i>							2	0,03	0,86	0,67	0,01	0,29
Cha	<i>Heniochus acuminatus</i>				2	0,03	4,00	3	0,04	6,00	1,67	0,02	3,33
Epi	<i>Anyperodon leucogrammicus</i>	1	0,01	2,60							0,33	0,00	0,87
Epi	<i>Cephalopholis boenak</i>							1	0,01	0,13	0,33	0,00	0,04
Epi	<i>Epinephelus maculatus</i>							1	0,00	0,53	0,33	0,00	0,18
Epi	<i>Epinephelus merra</i>	2	0,02	0,58	1	0,01	0,84				1,00	0,01	0,47
Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>				3	0,03	21,44	1	0,01	20,83	1,33	0,01	14,09
Hae	<i>Plectorhinchus flavomaculatus</i>							1	0,01	7,15	0,33	0,00	2,38
Lab	<i>Cheilinus chlorourus</i>				1	0,01	3,91	1	0,01	2,00	0,67	0,01	1,97
Lab	<i>Choerodon graphicus</i>							1	0,01	4,50	0,33	0,00	1,50
Lab	<i>Coris aygula</i>	1	0,01	2,60							0,33	0,00	0,87
Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>				1	0,01	2,00				0,33	0,00	0,67
Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>				4	0,05	0,22				1,33	0,02	0,07
Lab	<i>Thalassoma hardwicke</i>	10	0,08	0,85							3,33	0,03	0,28
Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	10	0,08	0,85	7	0,09	0,90				5,67	0,06	0,58
Lab	<i>Thalassoma lutescens</i>	10	0,08	0,85							3,33	0,03	0,28
Lab	<i>Thalassoma nigrofasciatum</i>	15	0,125	1,28							5,00	0,04	0,43
Let	<i>Monotaxis grandoculis</i>				3	0,03	1,32				1,00	0,01	0,44
Lut	<i>Aprion virescens</i>							1	0,01	6,40	0,33	0,00	2,13
Lut	<i>Lutjanus ehrenbergii</i>	1	0,01	4,50							0,33	0,00	1,50
Lut	<i>Lutjanus fulviflamma</i>				1	0,01	6,75				0,33	0,00	2,25
Lut	<i>Lutjanus fulvus</i>				1	0,01	1,33				0,33	0,00	0,44
Lut	<i>Lutjanus gibbus</i>	4	0,03	7,10							1,33	0,01	2,37
Lut	<i>Lutjanus monostigma</i>				1	0,01	2,60				0,33	0,00	0,87
Mul	<i>Parupeneus barberinus</i>				15	0,15	24,00	3	0,03	13,50	6,00	0,06	12,50
Mul	<i>Parupeneus indicus</i>							2	0,03	7,81	0,67	0,01	2,60
Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>	8	0,07	5,46	8	0,10	6,75				5,33	0,06	4,07
Nem	<i>Scolopsis lineatus</i>				2	0,03	0,86				0,67	0,01	0,29
Poc	<i>Centropyge bicolor</i>	4	0,04	0,10	3	0,04	0,09	3	0,04	0,05	3,33	0,04	0,08
Poc	<i>Centropyge flavissima</i>	3	0,03	0,13							1,00	0,01	0,04
Poc	<i>Centropyge tibicen</i>	3	0,03	0,08	4	0,05	0,06	5	0,06	0,08	4,00	0,05	0,07

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



Poc	<i>Pomacanthus sexstriatus</i>	1	0,01	2,60	1	0,01	2,60				0,67	0,01	1,74
Poc	<i>Pygoplites diacanthus</i>	1	0,01	1,77							0,33	0,00	0,59
Pom	<i>Abudefduf septemfasciatus</i>	20	0,17	1,71							6,67	0,06	0,57
Pom	<i>Abudefduf whiteleyi</i>	50	0,42	2,86	10	0,06	0,64				20,00	0,16	1,17
Pom	<i>Chromis fumea</i>	25	0,21	0,52							8,33	0,07	0,17
Pom	<i>Chromis viridis</i>	200	1,67	2,13							66,67	0,56	0,71
Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>	5	0,05	0,03	10	0,13	0,07				5,00	0,06	0,03
Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>				20	0,25	0,14				6,67	0,08	0,05
Pom	<i>Dascyllus aruanus</i>	20	0,20	0,11	25	0,31	0,17	30	0,38	0,20	25,00	0,30	0,16
Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>	25	0,25	0,14	30	0,38	0,20	20	0,25	0,14	25,00	0,29	0,16
Pom	<i>Dascyllus trimaculatus</i>				10	0,13	0,31	20	0,25	0,14	10,00	0,13	0,15
Pom	<i>Pomacentrus aurifrons</i>	100	1,00	0,54							33,33	0,33	0,18
Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>	15	0,15	0,19	12	0,15	0,08	10	0,13	0,07	12,33	0,14	0,11
Pse	<i>Pictichromis coralensis</i>							1	0,01	0,00	0,33	0,00	0,00
Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>	4	0,03	1,46	3	0,03	1,04				2,33	0,02	0,83
Sca	<i>Scarus flavipectoralis</i>				10	0,13	23,15				3,33	0,04	7,72
Sca	<i>Scarus ghobban</i>				2	0,02	3,20				0,67	0,01	1,07
Sca	<i>Scarus niger</i>	2	0,02	1,37	1	0,01	2,00	1	0,01	5,49	1,33	0,01	2,95
Sig	<i>Siganus corallinus</i>	2	0,02	0,73	3	0,04	1,30				1,67	0,02	0,68
Sig	<i>Siganus doliatus</i>				2	0,03	1,69				0,67	0,01	0,56
Sig	<i>Siganus puellus</i>	2	0,02	0,58							0,67	0,01	0,19
Sig	<i>Siganus punctatus</i>				4	0,05	8,00				1,33	0,02	2,67
Sig	<i>Siganus vulpinus</i>				2	0,03	0,86				0,67	0,01	0,29
Zan	<i>Zanclus cornutus</i>							1	0,01	3,91	0,33	0,00	1,30
Total		561	4,97	48,83	967	6,73	1481,98	282	2,21	848,15	586,67	4,64	609,65
Biodiversité		35			40			26			72		
Indice de Shannon =		3,588											
Equitabilité =		0,582											

Sur l'ensemble des transects de la station, 1 760 individus appartenant à 72 espèces différentes ont pu être observés. Ils représentent une densité de 4.64 poissons/m² pour une biomasse de 609.65 g/m².

120 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 picus</i>	Pom	<i>Abudefduf septemfasciatus</i>
Aca	<i>Acanthurus nigricauda</i>	Lab	<i>Bodianus axillaris</i>	Pom	<i>Abudefduf whiteleyi</i>
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	Lab	<i>Cheilinus chlorourus</i>	Pom	<i>Amblyglyphidodon aureus</i>
Aca	<i>Naso thynnoides</i>	Lab	<i>Cheilinus fasciatus</i>	Pom	<i>Amblyglyphidodon curacao</i>
Aca	<i>Zebrasoma scopas</i>	Lab	<i>Choerodon graphicus</i>	Pom	<i>Amblyglyphidodon leucogaster</i>
Aca	<i>Zebrasoma veliferum</i>	Lab	<i>Cirrhitilabrus scottorum</i>	Pom	<i>Amblyglyphidodon melanopterus</i>
Apo	<i>Apogon aureus</i>	Lab	<i>Coris aygula</i>	Pom	<i>Amblyglyphidodon orbicularis</i>
Apo	<i>Apogon doederleini</i>	Lab	<i>Coris batuensis</i>	Pom	<i>Chromis atripes</i>
Apo	<i>Apogon novemfasciatus</i>	Lab	<i>Epibulus insidiator</i>	Pom	<i>Chromis fumea</i>
Apo	<i>Ostorhinchus flavus</i>	Lab	<i>Halichoeres argus</i>	Pom	<i>Chromis leucura</i>
Aul	<i>Aulostomus chinensis</i>	Lab	<i>Halichoeres prosopion</i>	Pom	<i>Chromis margaritifer</i>
Bal	<i>Sufflamen fraenatus</i>	Lab	<i>Hemigymnus fasciatus</i>	Pom	<i>Chromis nitida</i>
Ble	<i>Ecsenius bicolor</i>	Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>	Pom	<i>Chromis retrofasciata</i>
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>	Pom	<i>Chromis viridis</i>
Cae	<i>Caesio cuning</i>	Lab	<i>Labropsis australis</i>	Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>
Cae	<i>Caesio marri</i>	Lab	<i>Oxycheilinus diagrammus</i>	Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>
Cae	<i>Caesio pisang</i>	Lab	<i>Thalassoma hardwicke</i>	Pom	<i>Dascyllus aruanus</i>
Cha	<i>Chaetodon auriga</i>	Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>
Cha	<i>Chaetodon baronessa</i>	Lab	<i>Thalassoma lutescens</i>	Pom	<i>Dascyllus trimaculatus</i>



Cha	<i>Chaetodon bennetti</i>	Lab	<i>Thalassoma nigrofasciatum</i>	Pom	<i>Pomacentrus aurifrons</i>
Cha	<i>Chaetodon ephippium</i>	Let	<i>Monotaxis grandoculis</i>	Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>
Cha	<i>Chaetodon lineolatus</i>	Lut	<i>Aprion virescens</i>	Pri	<i>Priacanthus hamrur</i>
Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	Lut	<i>Lutjanus ehrenbergii</i>	Pse	<i>Pictichromis coralensis</i>
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	Lut	<i>Lutjanus fulviflamma</i>	Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>
Cha	<i>Chaetodon speculum</i>	Lut	<i>Lutjanus fulvus</i>	Sca	<i>Scarus flavipectoralis</i>
Cha	<i>Chaetodon trifascialis</i>	Lut	<i>Lutjanus gibbus</i>	Sca	<i>Scarus ghobban</i>
Cha	<i>Chaetodon ulietensis</i>	Lut	<i>Lutjanus monostigma</i>	Sca	<i>Scarus niger</i>
Cha	<i>Chaetodon unimaculatus</i>	Mon	<i>Oxymonacanthus longirostris</i>	Sca	<i>Scarus rivulatus</i>
Cha	<i>Chaetodon vagabundus</i>	Mul	<i>Parupeneus barberinus</i>	Sca	<i>Scarus rubroviolaceus</i>
Cha	<i>Coradion altivelis</i>	Mul	<i>Parupeneus ciliatus</i>	Sig	<i>Siganus corallinus</i>
Cha	<i>Heniochus acuminatus</i>	Mul	<i>Parupeneus indicus</i>	Sig	<i>Siganus doliatus</i>
Cha	<i>Heniochus singularis</i>	Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>	Sig	<i>Siganus doliatus</i>
Epi	<i>Anyperodon leucogrammicus</i>	Nem	<i>Scolopsis lineatus</i>	Sig	<i>Siganus puellus</i>
Epi	<i>Cephalopholis boenak</i>	Ost	<i>Ostracion cubicus</i>	Sig	<i>Siganus punctatus</i>
Epi	<i>Epinephelus Howlandi</i>	Poc	<i>Centropyge bicolor</i>	Sig	<i>Siganus vulpinus</i>
Epi	<i>Epinephelus maculatus</i>	Poc	<i>Centropyge bispinosa</i>	Sph	<i>Sphyraena jello</i>
Epi	<i>Epinephelus merra</i>	Poc	<i>Centropyge flavissima</i>	Syn	<i>Saurida gracilis</i>
Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>	Poc	<i>Centropyge tibicen</i>	Syn	<i>Synodus variegatus</i>
Gra	<i>Diploprion bifasciatum</i>	Poc	<i>Pomacanthus sexstriatus</i>	Tet	<i>Arothron stellatus</i>
Hae	<i>Plectorhinchus flavomaculatus</i>	Poc	<i>Pygoplites diacanthus</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
Acanthuridae	2	3	3	6	2	5	5	5	4	3	4	5	4	5	4
Anthiinae	0	1	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
Caesionidae	1	1	2	1	0	1	2	1	1	2	2	1	1	1	3
Canthigasteridae	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Carangidae	1	2	1	1	0	2	1	0	1	0	1	0	0	0	0
Chaetodontidae	6	5	2	12	3	10	6	9	7	8	10	13	10	13	10
Epinephelinae	4	4	1	6	2	5	4	4	4	2	4	3	4	6	5
Haemulidae	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1
Labridae	4	4	4	6	3	8	4	6	7	7	6	7	6	8	9
Lethrinidae	0	1	0	1	1	4	0	1	0	0	0	0	0	1	1
Lutjanidae	2	4	0	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	5	6
Mullidae	1	0	1	1	0	2	1	2	1	2	2	1	1	3	2
Nemipteridae	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Pomacanthidae	5	2	5	4	4	3	2	3	4	7	2	4	3	3	5
Pomacentridae	4	3	7	6	4	7	7	8	6	9	8	10	9	11	11
Pseudochromidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1
Scaridae	3	6	5	3	3	4	6	5	5	3	4	3	4	5	4
Scombridae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	5
Siganidae	1	2	2	2	0	7	2	3	1	2	1	2	3	4	1
Total espèces	37	39	35	54	25	64	42	51	47	47	46	52	50	71	72
Total familles	15	14	13	16	10	16	13	14	16	12	13	13	14	16	17

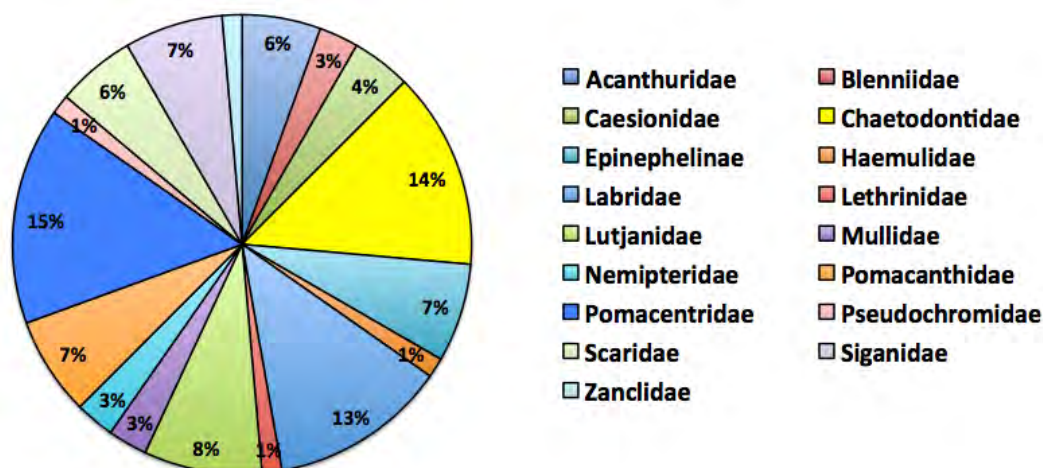


Figure n°31 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST04)

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	$\chi^2_{\alpha 0,95}$	nb de familles
« Les colonnes sont elles identiques ? »	χ^2	188	266	324	17/20

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
2015 b	Transect A	561,00	4,97	48,83	35		
	Transect B	967,00	6,73	1431,98	40		
	Transect C	232,00	2,21	348,15	26		
	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	47	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	48	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 [$Er_i = (X_i - X_m) / X_m$] 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 ichtyologiques depuis 2007 (ST04)

	Nb ind.	Densité	Biom.	Biodiv.1	Biodiv.2	Biodiv.3
Variance	33 655	2,58	50 529	164,57	236,74	430,84
Ecart type	183,45	1,61	224,79	12,83	15,39	20,76
Moyenne	197,51	2,79	317,53	49,00	72,20	101,47
Coef. de Var.	0,93	0,58	0,71	0,26	0,21	0,20

Commentaires :

- La biodiversité est très au-dessus de la moyenne.
- Le nombre de familles sur les transects atteint une valeur maximale avec pour la première fois un *Zanclus*.
- Le nombre d'espèces sur les transects est toujours très au-dessus des valeurs habituelles.
- Les Chaetodontidae, les Pomacentridae et les Labridae représentent ensemble 42 % de la biodiversité.
- Les Labridae dépassent la valeur maximale de mars 2011 et 2015.
- Les poissons demoiselles (*Chromis viridis*, *Pomacentrus aurifrons* et *Abudefduf whitleyi*) composent une bonne part des effectifs (20 %) mais passe au deuxième plan derrière les Casionidae qui prennent 47% des effectifs, 36% de la densité et 80% de la biomasse.

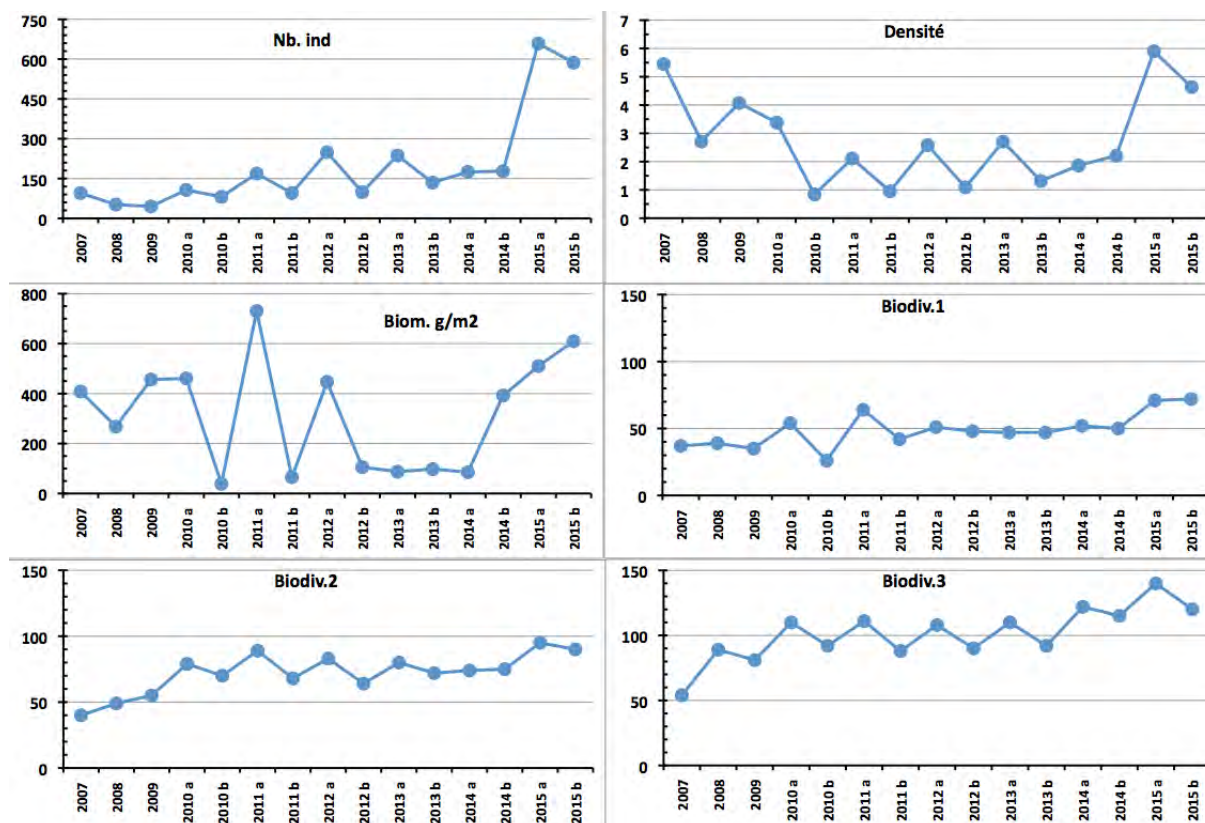


Figure n°32 : Evolution des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST04)

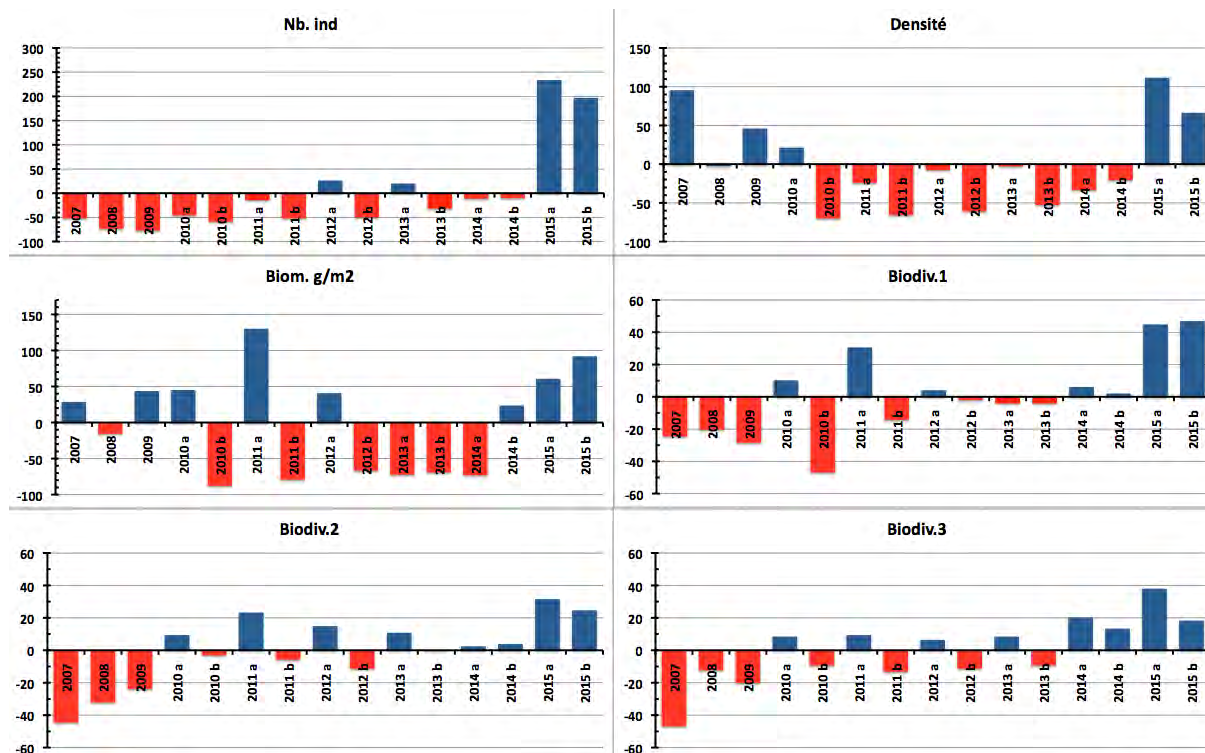


Figure n°33 : Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST04)

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*, *Tubastrea 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 mars et octobre 2015

Indicateur Corail :

- La biodiversité corallienne est importante :

Mars 2015 : 128 espèces dont 118 espèces scléactiniaires

Octobre 2015 : 126 espèces coralliennes dont 118 espèces scléactiniaires

- Le recouvrement corallien est de 22 % au transect A, 25.5 % en B et 0.5 % en C

- Le blanchissement a diminué (absence) :

Mars 2015 : 8/118 espèces de scléactiniaires et 0,5% de la surface totale observée

Octobre 2015 : 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)

Autres indicateurs :

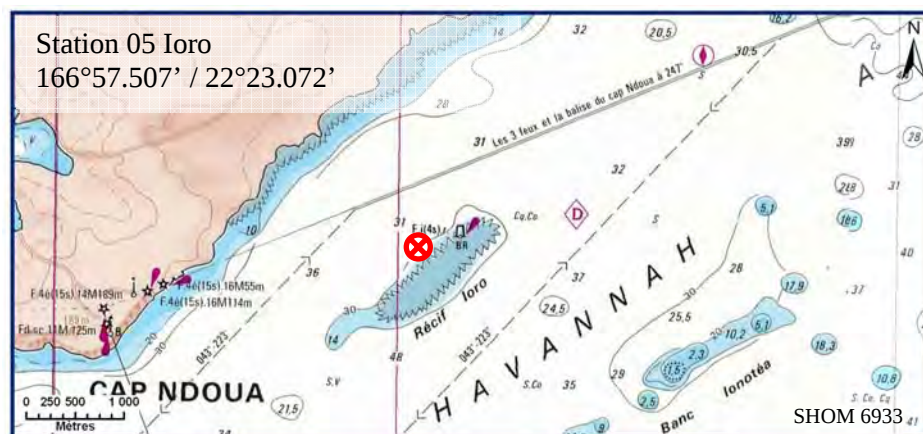
- Cyanobactéries : quasi-absence (stabilité depuis les dernières missions)



- Le turf algal se développe faiblement sur les débris et les colonies coralliennes mortes en place au fur et à mesure de leur dégradation
- Algue brune *Lobophora* : le recouvrement est faible et reste stable en A. Les nouveaux thalles en B sont désormais absents
- Algue rouge *Asparagopsis taxiformis* : absente
- *Cliona* (éponge) : stable et légère diminution en B&C

Les corallivores :

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



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

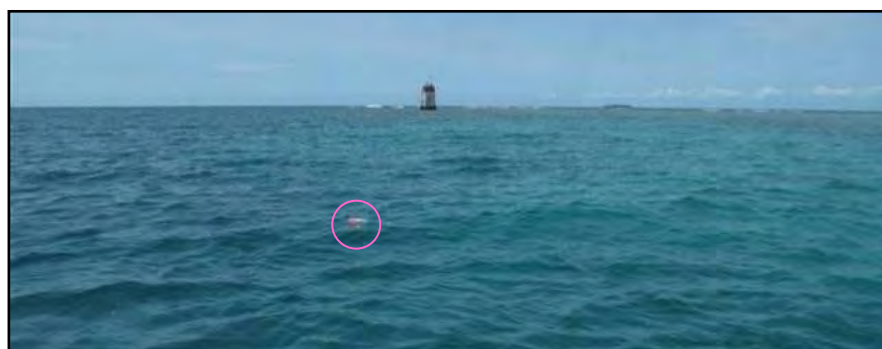
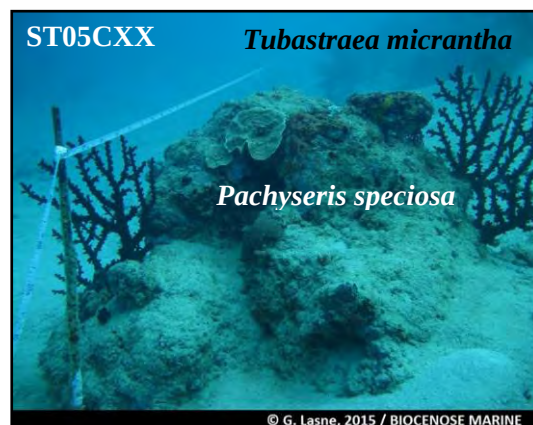
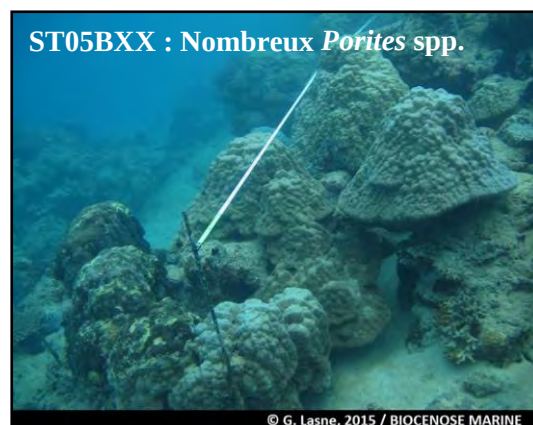
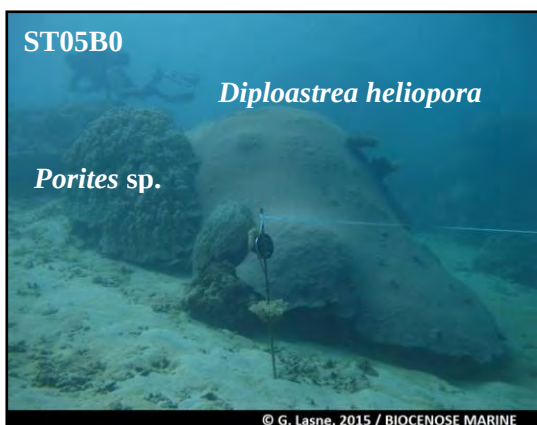
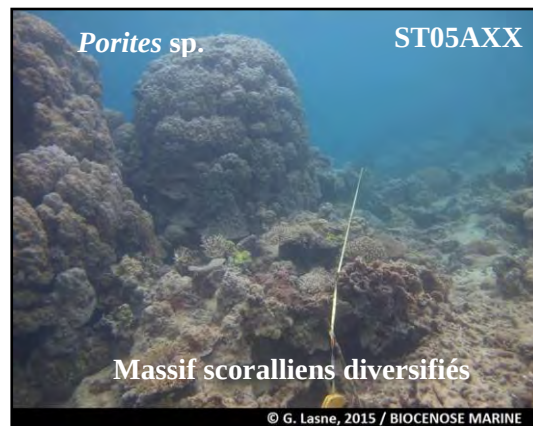
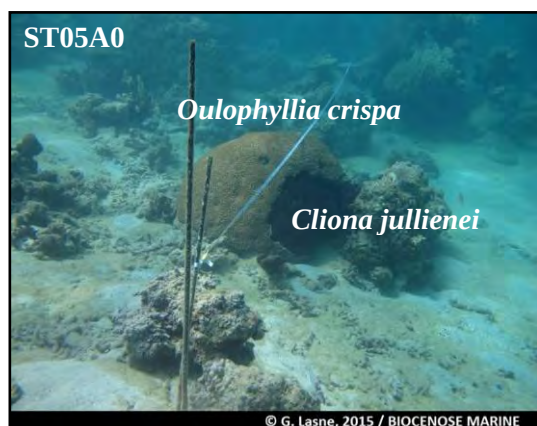


Photo n°16 : Position en surface par rapport au feu signal (ST05)



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.

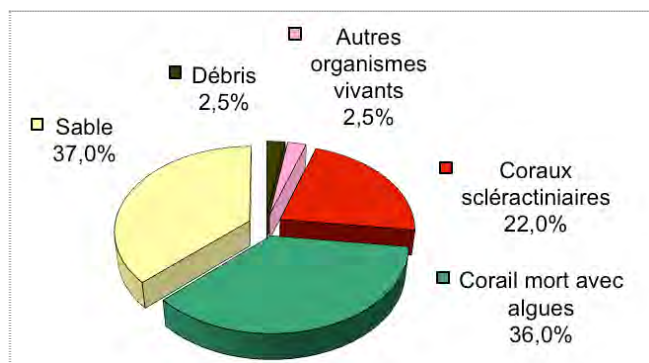


Figure n°34 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST05A

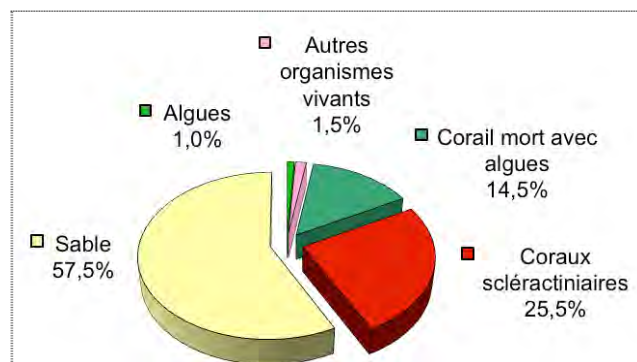


Figure n°35 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST05B

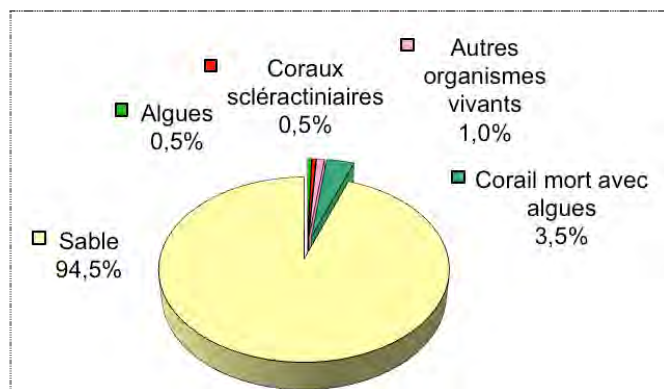


Figure n°36 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST05C

Le substrat est majoritairement abiotique à cette station, avec une proportion de sable qui augmente avec la profondeur (37%, 57.5% puis 94.5%).

Les coraux scléactiniaires ne sont correctement représentés que sur les deux premiers transects (respectivement 22% et 25.5%, contre que 0.52% 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 on peut observer notamment de très beaux *Tubastrea micrantha*.

A noter : 1% de cyanobactéries au transect B.

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 octobre 2015, la richesse spécifique de la station Ioro (ST05) est composée de :

- **126 espèces coralliennes** (dont 118 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 (118 taxons au sein de 14 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (35 taxons), les Acroporidae (22 taxons), les Poritidae (9 taxons), les Fungiidae (8 taxons), les Dendrophylliidae (7 taxons), les Pectiniidae (7 taxons), les Mussidae (6 taxons), les Agaraciidae (5 taxons), les Merulinidae (5 taxons), les Pocilloporidae (5 taxons), les Siderastreidae (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.
- **53 espèces d'invertébrés** dont 18 espèces de mollusques ; 8 espèces de cnidaires : alcyonaires (3 taxons), actiniaires (2 taxons), zoanthaires (2 taxons), 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 ; 3 espèces d'ascidies.
- **7 espèces de macrophytes** : algues brunes (3 taxons), algues rouges (2 taxons), algues vertes (2 taxons).
- **1 espèce de cyanobactéries.**

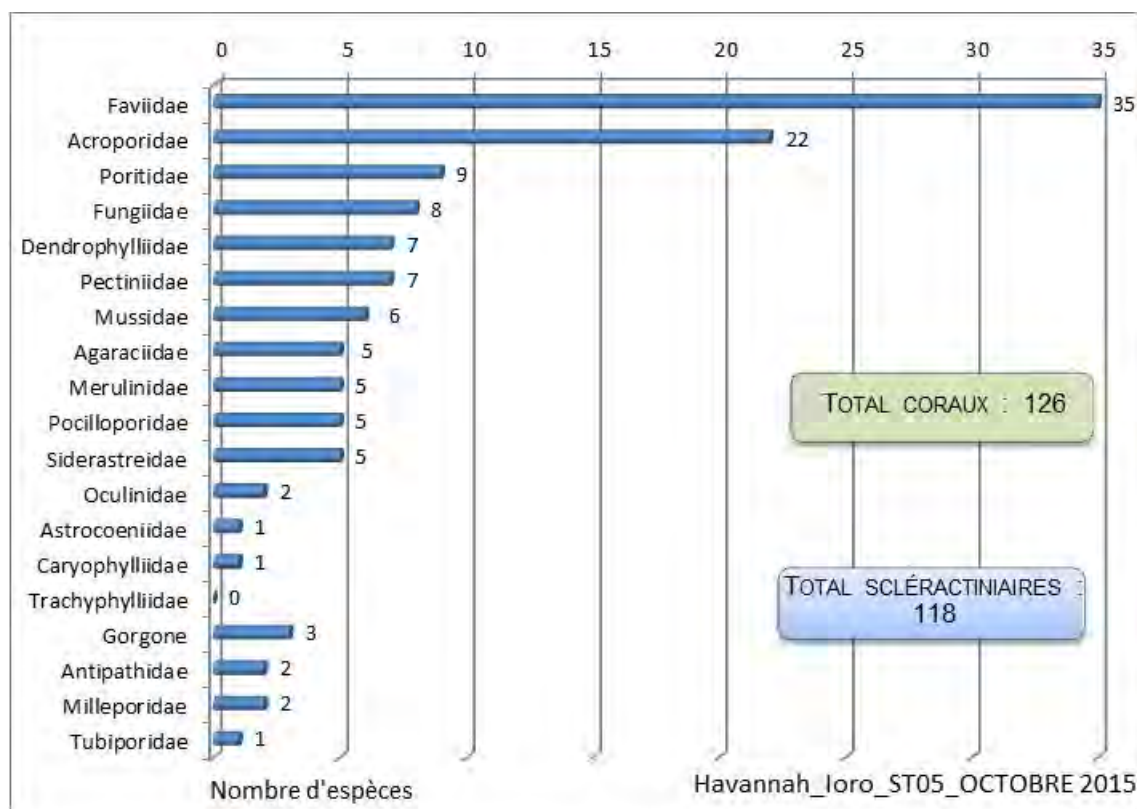


Figure n°37 : Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST05)

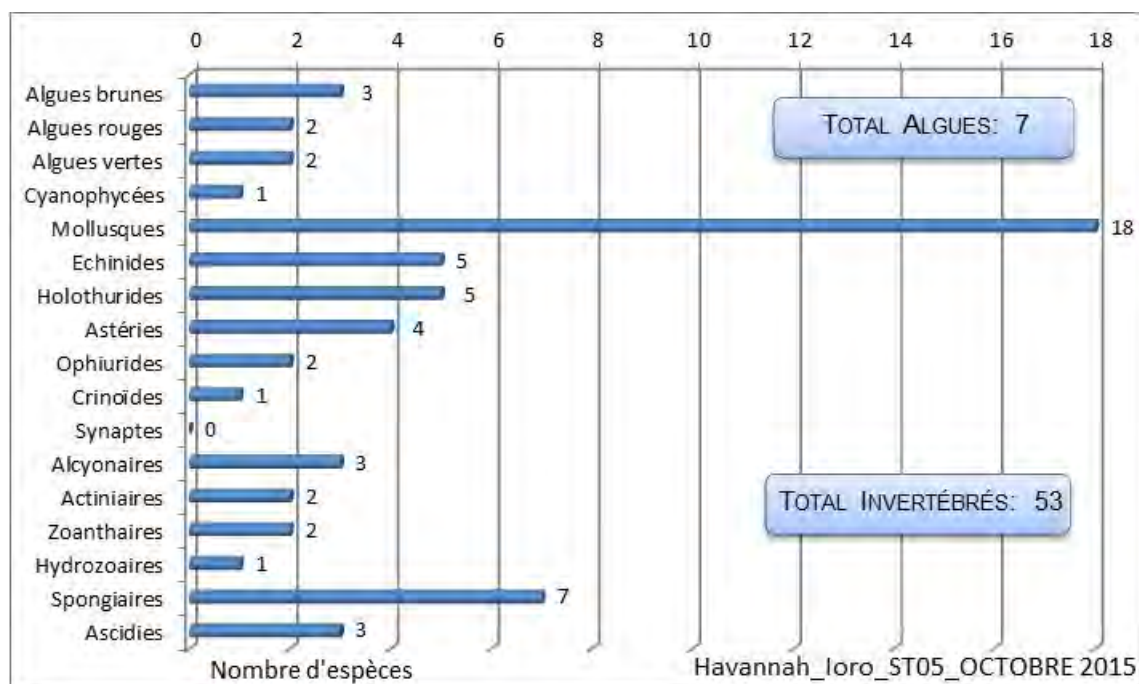


Figure n°38 : Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST05)

4.5.2.1 Benthos Transect 05 A

4.5.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST05A)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST05A est composée de 101 espèces coralliennes dont 95 espèces de scléractiniaires, 2 espèces de millépores (branchu et encroûtant), 3 espèces de gorgones, une espèce d'antipathaire.

Les familles scléractiniaires (95 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (28 taxons), les Acroporidae (19 taxons), les Fungiidae (7 taxons), les Poritidae (7 taxons), les Agaraciidae (5 taxons), les Dendrophylliidae (5 taxons), les Merulinidae (5 taxons), les Mussidae (5 taxons), les Pocilloporidae (5 taxons), les Siderastreidae (4 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 mars et octobre 2015 : 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)
3 espèces : • <i>Briareum stechei</i> (A1), • <i>Montipora verrucosa</i> (A1), • <i>Hydnophora exesa</i> (A1).	4 espèces : • <i>Favia speciosa</i> (A2/+ 1), • <i>Favites abdita</i> (A2/+ 1), • <i>Leptastrea transversa</i> (A2/+ 1), • <i>Sandalolitha robusta</i> (A2/+ 1)	Aucune espèce blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
Toutes les espèces ont été recensées	Aucune	> toutes les espèces (6 taxons) ont réintégré leurs zooxanthelles : •<i>Acropora</i> spp. (branchu) (-1spp.B*) (B- 1, øß), •<i>Acropora</i> spp. (tabulaire) (-1spp.B*) (B- 1, øß), •<i>Galaxea fascicularis</i> (B- 1, øß), •<i>Pocillopora damicornis</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 ni se réduire.

4.5.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST05A)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST05A est composée de :

- 45 espèces d'invertébrés dont 16 espèces de mollusques ; 4 espèces de cnidaires : actiniaires (2 taxons), alcyonaires (1 taxon), zoanthaires (1 taxon) ; 16 espèces d'échinodermes : holothurides (5 taxons), astéries (4 taxons), échinides (4 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 6 espèces d'éponges ; 3 espèces d'ascidies ;
- 7 espèces de macrophytes : algues brunes (3 taxons), algues rouges (2 taxons), algues vertes (2 taxons) ;
- 1 espèce de cyanobactéries.

Tableau n°56 : Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST05A)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
3 nouvelles espèces d'algues recensées, dont l'algue brune : • <i>Turbinaria ornata</i> (A2) et l'algue rouge : • <i>Trichogloea requienii</i> (A1) et l'algue verte : • <i>Neomeris vanbosseae</i> (A2) Une espèce d'algue disparue, l'algue verte : • <i>Halimeda</i> sp. (1spp./-1spp., A2/-0).	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	
Une espèce de cnidaires disparue : > pour les hydrozoaires (-1 espèce) : •Hydrozoaires ind. (A0/-2)	☒
Echinodermes	
3 nouvelles espèces d'échinodermes recensées : > pour les astéries (1 espèce) : • <i>Gomophia egyptiaca</i> (A1) > pour les holothurides (2 espèces) : • <i>Holothuria atra</i> (A1), • <i>Thelenota ananas</i> (A1). Une espèce d'échinodermes disparue : > pour les astéries (-1 espèce) : • <i>Fromia monilis</i> (A0/-1)	Une espèce d'échinodermes augmente d'abondance : > pour les astéries (1 espèce) : • <i>Fromia indica</i> (A2/+ 1) Une espèce d'échinodermes diminue d'abondance : > pour les holothurides (1 espèce) : • <i>Holothuria fuscopunctata</i> (A1/- 1).
Mollusques	
3 nouvelles espèces de mollusques recensées : > pour les gastéropodes (2 espèces) : • <i>Conus litteratus</i> (A1), • <i>Turbo setosus</i> (A1) > pour les nudibranches (1 espèce) : • <i>Cheilidonura inornata</i> (A2)	Une espèce de mollusques augmente d'abondance : > pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Latirolagena smaragdula</i> (A2/+ 1).
Eponges	
☒	Une espèce d'éponges augmente d'abondance : •Spongiaires ind. (noire) (A3/+ 1).
Ascidies	
Une espèce d'ascidies disparue : • <i>Polycarpa</i> sp1. (blanche) (A0/-1)	☒
Bryozoaires	
☒	☒

4.5.2.2 Benthos Transect 05 B

4.5.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST05B)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST05B est composée de 89 espèces coralliennes dont 82 espèces de scléractiniaires, 2 espèces de millépores (branchu et encroûtant), 3 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires.

Les familles scléractiniaires (82 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (20 taxons), les Acroporidae (15 taxons), les Poritidae (8 taxons), les



Dendrophylliidae (7 taxons), les Fungiidae (6 taxons), les Agaraciidae (5 taxons), les Merulinidae (4 taxons), les Mussidae (4 taxons), les Pocilloporidae (4 taxons), les Siderastreidae (4 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°57 : Variations entre mars et octobre 2015 : 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)
Une seule espèce : • <i>Porites nigrescens</i> (A2)	2 espèces : • <i>Leptoria phrygia</i> (A2/+ 1), • <i>Psammocora contigua</i> (A2/+1)	Aucune espèce blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
Une seule espèce : • <i>Lobophyllia pachysepta</i> (A0/-1)	6 espèces : • <i>Acropora</i> (branchu) (3spp., A3/- 1), • <i>Acropora</i> (tabulaire) (2spp., A2/- 1), • <i>Pavona maldivensis</i> (A1/- 1).	> toutes les espèces (3 taxons) ont réintégré leurs zooxanthelles : • <i>Acropora</i> spp. (tabulaire) (-1spp.B*) (B- 1, øß), • <i>Montipora</i> spp. (-1spp.B*) (B- 1, øß), • <i>Seriatopora hystrix</i> (B- 1, øß) ; > aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître nise réduire.

4.5.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST05B)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST05B est composée de :

- 32 espèces d'invertébrés dont 10 espèces de mollusques ; 3 espèces de cnidaires : alcyonaires (2 taxons), zoanthaires (1 taxon) ; 9 espèces d'échinodermes : échinides (4 taxons), ophiurides (2 taxons), astéries (1 taxon), crinoïdes (1 taxon), holothurides (1 taxon) ; 7 espèces d'éponges ; 3 espèces d'ascidies ;
- 2 espèces de macrophytes : algues brunes (1 taxon), algues vertes (1 taxon) ;
- Aucun taxon n'a été recensé dans le groupe des cyanobactéries.

Tableau n°58 : Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST05B)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
Aucune nouvelle espèce d'algues recensée. 2 espèces d'algues disparues, dont l'algue brune : • <i>Lobophora variegata</i> (A0/-2) et l'algue rouge : • <i>Amphiroa</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 alcyonaires (1 espèce) : • <i>Nephtea</i> sp. (A1) 2 espèces de cnidaires disparues : > pour les alcyonaires (-1 espèce) : • <i>Sinularia</i> sp. (A0/-1) > pour les hydrozoaires (-1 espèce) : • <i>Hydrozoaires</i> ind. (A0/-2)	Une espèce de cnidaires diminue d'abondance : > pour les alcyonaires (1 espèce) : • <i>Chironephthya</i> sp. (A1/- 1).
Echinodermes	
Une nouvelle espèce d'échinodermes recensée : > pour les astéries (1 espèce) : • <i>Fromia indica</i> (A1) Une espèce d'échinodermes disparue : > pour les holothurides (-1 espèce) : • <i>Thelenota ananas</i> (A0/-1)	Une espèce d'échinodermes diminue d'abondance : > pour les ophiurides (1 espèce) : • <i>Ophiomastix caryophyllata</i> (A1/- 1).
Mollusques	

Une nouvelle espèce de mollusques recensée : ➤ pour les nudibranches (1 espèce) : • <i>Reticulia halgerda</i> (A2) 2 espèces de mollusques disparues : ➤ pour les gastéropodes (-1 espèce) : • <i>Lambis lambis</i> (A0/-1) ➤ pour les nudibranches (-1 espèce) : • <i>Phyllidiella pustulosa</i> (A0/-1)	Une espèce de mollusques diminue d'abondance : ➤ pour les bivalves (1 espèce) : • <i>Pteria</i> sp. (A1/-1)
Eponges	
Une espèce d'éponges disparue : • <i>Clathria bargibanti</i> (A0/-1).	Une espèce d'éponges diminue d'abondance : • <i>Cliona jullieni</i> (A2/- 1).
Ascidies	
Une espèce d'ascidies disparue : • <i>Polycarpa</i> sp1. (blanche) (A0/-1).	3 espèces d'ascidies diminuent d'abondance : • <i>Polycarpa aurita</i> (A2/- 1), • <i>Polycarpa cryptocarpa</i> (A2/- 1), • <i>Polycarpa nigricans</i> (A3/-2)
Bryozoaires	
☒	☒

4.5.2.3 Benthos Transect 05 C

4.5.2.3.1 Les Scléractiniaires (ST05C)

En octobre 2015, 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 Pectiniidae (4 taxons), les Agaraciidae (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 mars et octobre 2015 : 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)
Une seule espèce : • <i>Cycloseris cyclolites</i> (A1)	4 espèces : • <i>Stylocoeniella armata</i> (A2/+ 1), • <i>Goniastrea australensis</i> (A2/+ 1), • <i>Montastrea valenciennesi</i> (A2/+ 1), • <i>Scolymia vitiensis</i> (A2/+ 1).	Aucune espèce blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
2 espèces : • <i>Stylocoeniella guentheri</i> (A0/-1), • <i>Euphyllia ancora</i> (A0/-1).	Aucune	➤ une seule espèce a réintégré toutes ses zooxanthelles : • <i>Tubastraea micrantha</i> (B-1, øß) ➤ aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître ni se réduire.

4.5.2.3.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST05C)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST05C est composée de :

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

Tableau n°60 : Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST05C)

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 rouge : • <i>Amphiroa</i> sp. (A0/-2)	Aucune espèce d'algues n'augmente. Aucune espèce d'algues ne diminue.
Cyanobactéries	
☒	☒
Cnidaïres	
Une nouvelle espèce de cnidaïres recensée : > pour les zoanthaires (1 espèce) : • <i>Palythoa</i> sp. (A2)	Une espèce de cnidaïres diminue d'abondance : > pour les alcyonaires (1 espèce) : • <i>Chironephthya</i> sp. (A1/-1)
Echinodermes	
2 espèces d'échinodermes disparues : > pour les astéries (-1 espèce) : • <i>Fromia indica</i> (A0/-1) > pour les holothurides (-1 espèce) : • <i>Stichopus variegatus</i> (A0/-2)	☒
Mollusques	
2 espèces de mollusques disparues : > pour les bivalves (-1 espèce) : • <i>Pteria</i> sp. (A0/-2) > pour les nudibranches (-1 espèce) : • <i>Phyllidia ocellata</i> (A0/-1)	☒
Eponges	
☒	2 espèces d'éponges diminuent d'abondance : • <i>Cliona orientalis</i> (A2/- 1), •Spongiaires ind. (noire) (A2/-1)
Ascidies	
Une espèce d'ascidies disparue : • <i>Polycarpa cryptocarpa</i> (A0/-1)	☒
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>	2	0,02	2,33				1	0,01	5,49	1,00	0,01	2,61
Aca	<i>Acanthurus dussumieri</i>							1	0,01	10,72	0,33	0,00	3,57
Aca	<i>Acanthurus nigricauda</i>	1	0,01	1,46							0,33	0,00	0,49
Aca	<i>Ctenochaetus cyanocheilus</i>	2	0,03	0,86							0,67	0,01	0,29
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	5	0,05	1,73	4	0,04	2,21				3,00	0,03	1,31
Aca	<i>Naso lopezi</i>				50	0,31	400,00				16,67	0,10	133,33
Aca	<i>Naso unicornis</i>	4	0,03	85,71							1,33	0,01	28,57
Aca	<i>Zebrasoma scopas</i>	4	0,05	0,77							1,33	0,02	0,26
Ble	<i>Ecsenius bicolor</i>				2	0,03	0,04				0,67	0,01	0,01
Ble	<i>Meiakanthus atrodorsalis</i>	10	0,13	0,16	1	0,01	0,01				3,67	0,04	0,06
Cae	<i>Caesio caerulea</i>				50	0,28	86,81				16,67	0,09	28,94
Can	<i>Canthigaster valentini</i>	1	0,01	0,01							0,33	0,00	0,00
Cha	<i>Chaetodon auriga</i>	2	0,03	0,50							0,67	0,01	0,17
Cha	<i>Chaetodon baronessa</i>	2	0,03	0,67							0,67	0,01	0,22
Cha	<i>Chaetodon flavirostris</i>				3	0,04	1,65				1,00	0,01	0,55
Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	3	0,04	0,38							1,00	0,01	0,13
Cha	<i>Chaetodon mertensii</i>				3	0,04	0,26				1,00	0,01	0,09
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	3	0,04	0,75	3	0,03	0,50				2,00	0,02	0,42
Cha	<i>Chaetodon ulietensis</i>	2	0,03	0,26							0,67	0,01	0,09
Cha	<i>Heniochus acuminatus</i>				2	0,03	4,00				0,67	0,01	1,33
Das	<i>Dasyatis kuhlii</i>				2	0,02	21,33				0,67	0,01	7,11
Epi	<i>Cephalopholis boenak</i>				1	0,01	0,25				0,33	0,00	0,08
Epi	<i>Epinephelus merra</i>	1	0,01	0,84							0,33	0,00	0,28
Epi	<i>Epinephelus ongus</i>	1	0,01	3,91							0,33	0,00	1,30
Lab	<i>Cheilinus chlorourus</i>				1	0,01	0,84				0,33	0,00	0,28
Lab	<i>Gomphosus varius</i>	4	0,05	0,22							1,33	0,02	0,07
Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>	4	0,05	15,63							1,33	0,02	5,21
Lab	<i>Labroides bicolor</i>	2	0,03	0,06							0,67	0,01	0,02
Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>	4	0,05	0,06							1,33	0,02	0,02
Lab	<i>Thalassoma hardwicke</i>	7	0,09	0,38							2,33	0,03	0,13
Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	10	0,13	0,54	5	0,06	0,64	4	0,05	0,51	6,33	0,08	0,56
Lab	<i>Thalassoma lutescens</i>	8	0,10	0,69							2,67	0,03	0,23
Mul	<i>Parupeneus ciliatus</i>				5	0,05	8,00				1,67	0,02	2,67
Mul	<i>Parupeneus indicus</i>				3	0,04	16,46				1,00	0,01	5,49
Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>	4	0,05	0,73	5	0,06	3,43				3,00	0,04	1,39
Poc	<i>Centropyge bicolor</i>	2	0,03	0,06							0,67	0,01	0,02
Poc	<i>Centropyge bispinosa</i>	2	0,03	0,06							0,67	0,01	0,02
Poc	<i>Centropyge tibicen</i>	5	0,06	0,16				2	0,03	0,03	2,33	0,03	0,06
Pom	<i>Abudefduf whitleyi</i>	10	0,13	0,31							3,33	0,04	0,10
Pom	<i>Amphiprion chrysopterus</i>	5	0,06	0,08							1,67	0,02	0,03
Pom	<i>Chromis fumea</i>							10	0,13	0,16	3,33	0,04	0,05
Pom	<i>Chromis viridis</i>	20	0,25	0,14							6,67	0,08	0,05
Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>	10	0,13	0,07				2	0,03	0,01	4,00	0,05	0,03
Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>	20	0,25	0,14							6,67	0,08	0,05
Pom	<i>Dascyllus aruanus</i>	20	0,25	0,04	10	0,13	0,07	15	0,19	0,10	15,00	0,19	0,07
Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>				20	0,25	0,14				6,67	0,08	0,05
Pom	<i>Dascyllus trimaculatus</i>	5	0,06	0,03				8	0,10	0,05	4,33	0,05	0,03
Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>	5	0,06	0,03				5	0,06	0,08	3,33	0,04	0,04

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

Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>	3	0,04	0,55							1,00	0,01	0,18
Sca	<i>Scarus ghobban</i>							1	0,01	6,75	0,33	0,00	2,25
Sca	<i>Scarus niger</i>				1	0,01	2,60				0,33	0,00	0,87
Sca	<i>Scarus rivulatus</i>	1	0,01	3,91	1	0,01	3,94				0,67	0,01	2,61
Sca	<i>Scarus rubroviolaceus</i>				2	0,02	14,29				0,67	0,01	4,76
Sca	<i>Scarus spinus</i>	2	0,03	4,00							0,67	0,01	1,33
Sig	<i>Siganus doliatus</i>	8	0,08	2,13							2,67	0,03	0,71
Sig	<i>Siganus puellus</i>	2	0,03	0,67							0,67	0,01	0,22
Total		206	2,52	131,00	174	1,46	567,47	49	0,61	23,91	143,00	1,53	240,79
Biodiversité		37			20			9			56		
Indice de Shannon =		4,875											
Equitabilité =		0,840											

Sur l'ensemble des transects de la station, 429 individus appartenant à 56 espèces différentes ont pu être observés. Ils représentent une densité de 1.53 poissons/m² pour une biomasse de 240.79 g/m².

110 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>	Gob	<i>Amblyeleotris guttata</i>	Pin	<i>Parapercis hexophtalma</i>
Aca	<i>Acanthurus dussumieri</i>	Gob	<i>Amblygobius phalaena</i>	Pin	<i>Parapercis multiplicata</i>
Aca	<i>Acanthurus mata</i>	Gob	<i>Valenciennea puellaris</i>	Ple	<i>Assessor macneilli</i>
Aca	<i>Acanthurus nigricauda</i>	Gra	<i>Grammistes sexlineatus</i>	Poc	<i>Centropyge bicolor</i>
Aca	<i>Ctenochaetus cyanocheilus</i>	Hol	<i>Sargocentron ensifer</i>	Poc	<i>Centropyge bispinosa</i>
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	Lab	<i>Bodianus axillaris</i>	Poc	<i>Centropyge tibicen</i>
Aca	<i>Naso lituratus</i>	Lab	<i>Bodianus mesothorax</i>	Poc	<i>Pomacanthus sexstriatus</i>
Aca	<i>Naso lopezi</i>	Lab	<i>Bodianus perditio</i>	Poc	<i>Pygoplites diacanthus</i>
Aca	<i>Naso unicornis</i>	Lab	<i>Cheilinus chlorourus</i>	Pom	<i>Abudefduf sexfasciatus</i>
Aca	<i>Zebrasoma scopas</i>	Lab	<i>Coris batuensis</i>	Pom	<i>Abudefduf whitleyi</i>
Apo	<i>Apogon aureus</i>	Lab	<i>Coris gaimard</i>	Pom	<i>Amblyglyphidodon orbicularis</i>
Apo	<i>Apogon doederleini</i>	Lab	<i>Gomphosus varius</i>	Pom	<i>Amphiprion chrysopterus</i>
Apo	<i>Apogon fuscus</i>	Lab	<i>Halichoeres argus</i>	Pom	<i>Chromis chrysur</i>
Apo	<i>Apogon indicus</i>	Lab	<i>Halichoeres ornatissimus</i>	Pom	<i>Chromis fumea</i>
Bal	<i>Sufflamen fraenatus</i>	Lab	<i>Halichoeres prosopoeion</i>	Pom	<i>Chromis viridis</i>
Ble	<i>Ecsenius bicolor</i>	Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>	Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	Lab	<i>Labroides bicolor</i>	Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>
Cac	<i>Triaenodon obesus</i>	Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>	Pom	<i>Dascyllus aruanus</i>
Cae	<i>Caesio caerulea</i>	Lab	<i>Labropsis australis</i>	Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>
Can	<i>Canthigaster valentini</i>	Lab	<i>Macropharyngodon meleagris</i>	Pom	<i>Dascyllus trimaculatus</i>
Cha	<i>Chaetodon auriga</i>	Lab	<i>Thalassoma hardwicke</i>	Pom	<i>Neoglyphidodon nigroris</i>
Cha	<i>Chaetodon baronessa</i>	Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>
Cha	<i>Chaetodon ephippium</i>	Lab	<i>Thalassoma lutescens</i>	Pom	<i>Pomacentrus nagasakiensis</i>
Cha	<i>Chaetodon flavirostris</i>	Lab	<i>Thalassoma nigrofasciatum</i>	Pri	<i>Priacanthus hamrur</i>
Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	Let	<i>Lethrinus nebulosus</i>	Pse	<i>Pictichromis coralensis</i>
Cha	<i>Chaetodon mertensii</i>	Let	<i>Lethrinus rubrioperculatus</i>	Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	Let	<i>Monotaxis grandoculis</i>	Sca	<i>Scarus flavipectoralis</i>
Cha	<i>Chaetodon ulietensis</i>	Lut	<i>Aprion virescens</i>	Sca	<i>Scarus ghobban</i>
Cha	<i>Chaetodon unimaculatus</i>	Lut	<i>Lutjanus adetii</i>	Sca	<i>Scarus niger</i>
Cha	<i>Coradion altivelis</i>	Lut	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	Sca	<i>Scarus rivulatus</i>



Cha	<i>Heniochus acuminatus</i>	Mon	<i>Oxymonacanthus longirostris</i>	Sca	<i>Scarus rubroviolaceus</i>
Das	<i>Dasyatis kuhlii</i>	Mon	<i>Pervagor melanocephalus</i>	Sca	<i>Scarus schlegeli</i>
Epi	<i>Cephalopholis boenak</i>	Mul	<i>Parupeneus ciliatus</i>	Sca	<i>Scarus spinus</i>
Epi	<i>Epinephelus merra</i>	Mul	<i>Parupeneus indicus</i>	Sig	<i>Siganus doliatus</i>
Epi	<i>Epinephelus ongus</i>	Mul	<i>Parupeneus spilurus</i>	Sig	<i>Siganus puellus</i>
Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>	Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>	Syn	<i>Synodus variegatus</i>
Gob	<i>Amblyeleotris fasciata</i>	Ost	<i>Ostracion cubicus</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
Acanthuridae	1	2	4	4	2	4	3	4	4	4	4	6	6	6	8
Anthiinae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Blenniidae	1	0	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Caesionidae	0	0	0	0	0	1	1	0	1	3	0	1	1	0	1
Canthigasteridae	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	2	1	1	1
Carangidae	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Chaetodontidae	3	1	3	4	1	10	4	6	6	8	4	0	0	9	8
Dasyatidae	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	6	8	1	1
Epinephelinae	1	3	4	1	1	3	2	1	3	2	4	0	0	2	3
Gobiidae	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	3	2	1	0
Haemulidae	0	0	2	1	1	1	2	0	1	1	0	0	1	0	0
Kyphosidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Labridae	3	5	4	8	2	6	5	6	3	5	6	0	0	9	8
Lethrinidae	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	5	7	3	0
Lutjanidae	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	3	2	2	3	0
Mullidae	0	2	2	2	2	4	5	2	2	1	3	1	1	2	2
Nemipteridae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
Pomacanthidae	2	3	5	3	3	5	2	2	3	10	3	1	1	5	3
Pomacentridae	8	7	8	9	7	7	12	8	8	1	6	1	1	9	10
Pseudochromidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	1	0
Scaridae	1	2	4	2	1	4	3	3	1	2	3	9	9	7	6
Scombridae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Siganidae	0	1	3	2	1	1	1	1	1	1	3	2	4	2	2
Total esp	22	30	44	42	24	56	43	36	40	48	44	47	51	63	56
Total fam	10	13	15	16	13	19	14	12	18	17	15	25	18	17	14

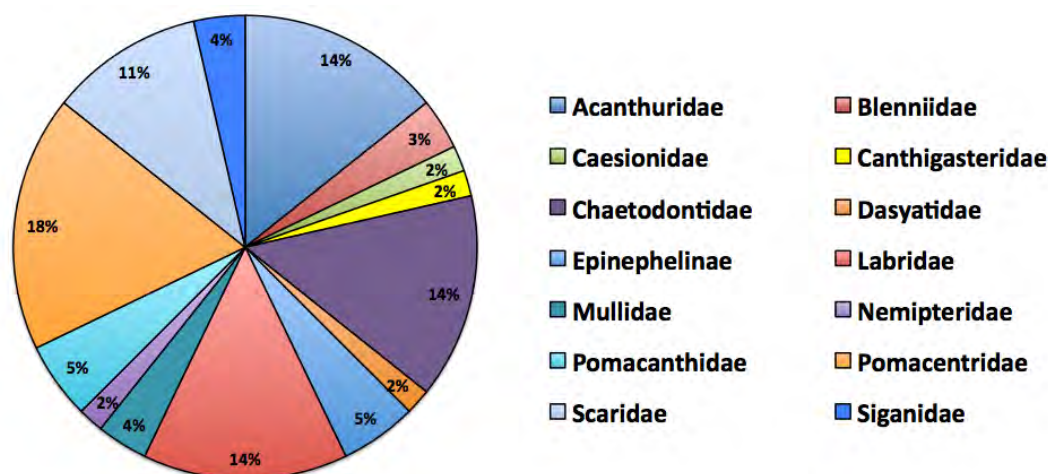


Figure n°39 : Richeur spécifique par famille de poissons (ST05)

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	$\chi^2_{\alpha 0,95}$	nb de familles
« Les colonnes sont elles identiques ? »	χ^2	195	294	358	14/22

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	3 478,09	0,86	30 413,90	140,84	218,00	465,50
Ecart type	58,98	0,93	174,40	11,87	14,76	21,58
Moyenne	101,58	1,63	171,80	41,87	65,00	88,27
Coef. de Var.	0,58	0,57	1,02	0,28	0,23	0,24

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
2015 b	Transect A	206	2,52	131,00	37		
	Transect B	174	1,46	567,47	20		
	Transect C	49	0,61	23,91	9		
	Moy. ABC	143,00	1,53	240,79	56	80	109
2015 a	Moy. ABC	115,67	1,19	173,89	64	81	113
2014 b	Moy. ABC	275,33	3,00	415,97	51	63	91
2014 a	Moy. ABC	93,00	1,12	83,80	47	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	48	87	115
2012 b	Moy. ABC	107,00	1,22	99,73	41	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	56	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

Remarque :

- La densité est faible. Les autres paramètres sont proches des valeurs moyennes.
- La présence de quelques poissons chirurgiens (*Naso unicornis* transect A et *N. lopezi* transect B) induit une biomasse légèrement au-dessus de la moyenne.
- Les paramètres de biomasse et de densité présentent d'importantes variations. Quelques maximums très élevés (en bleu) renvoient en négatif (rouge) les années plus « normales ».
- La progression des valeurs de biodiversité (2 et 3) déjà signalée se stabilise. Il est de plus en plus douteux que cette augmentation soit un « effet opérateur » d'une part parce que cela persiste et d'autre part, parce que ce phénomène ne se retrouve pas à toutes les stations.

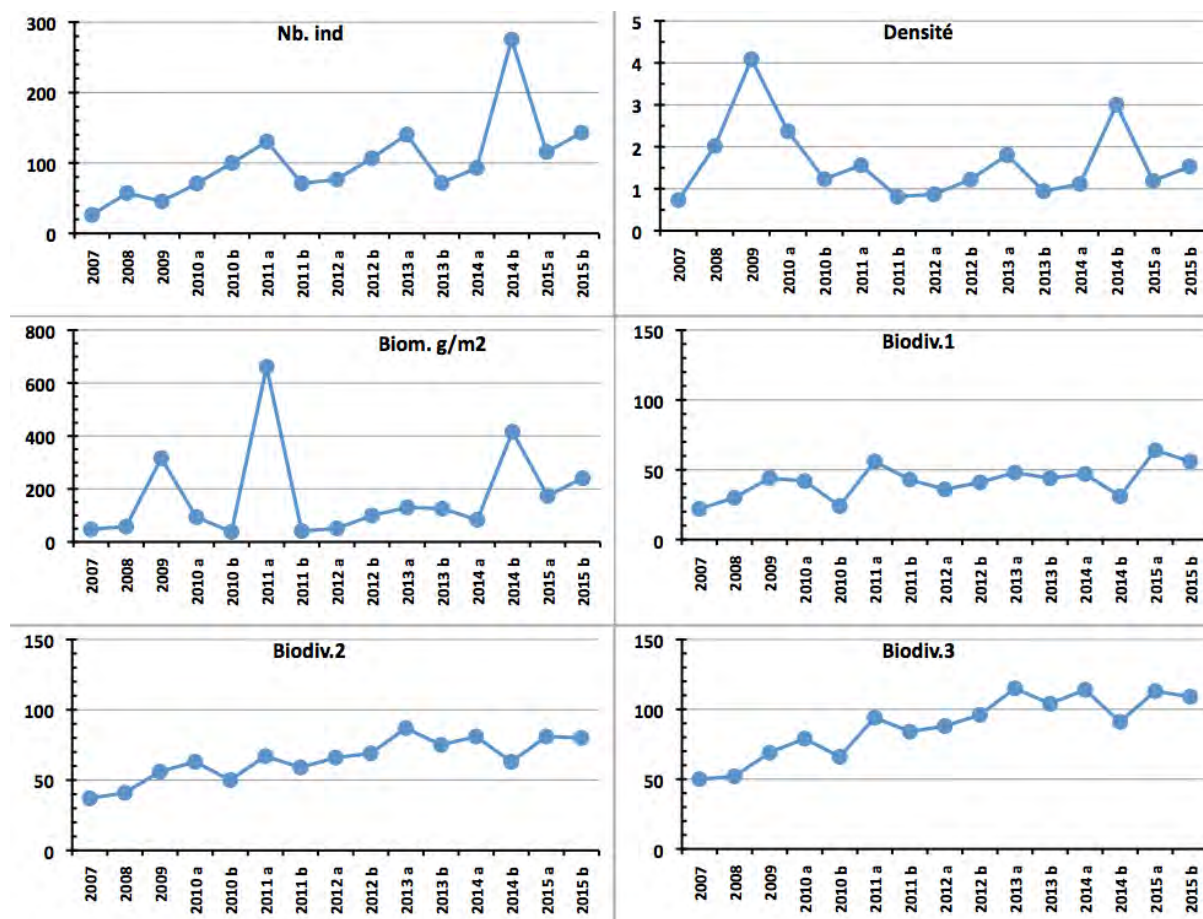


Figure n°40 : Evolution des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST05)

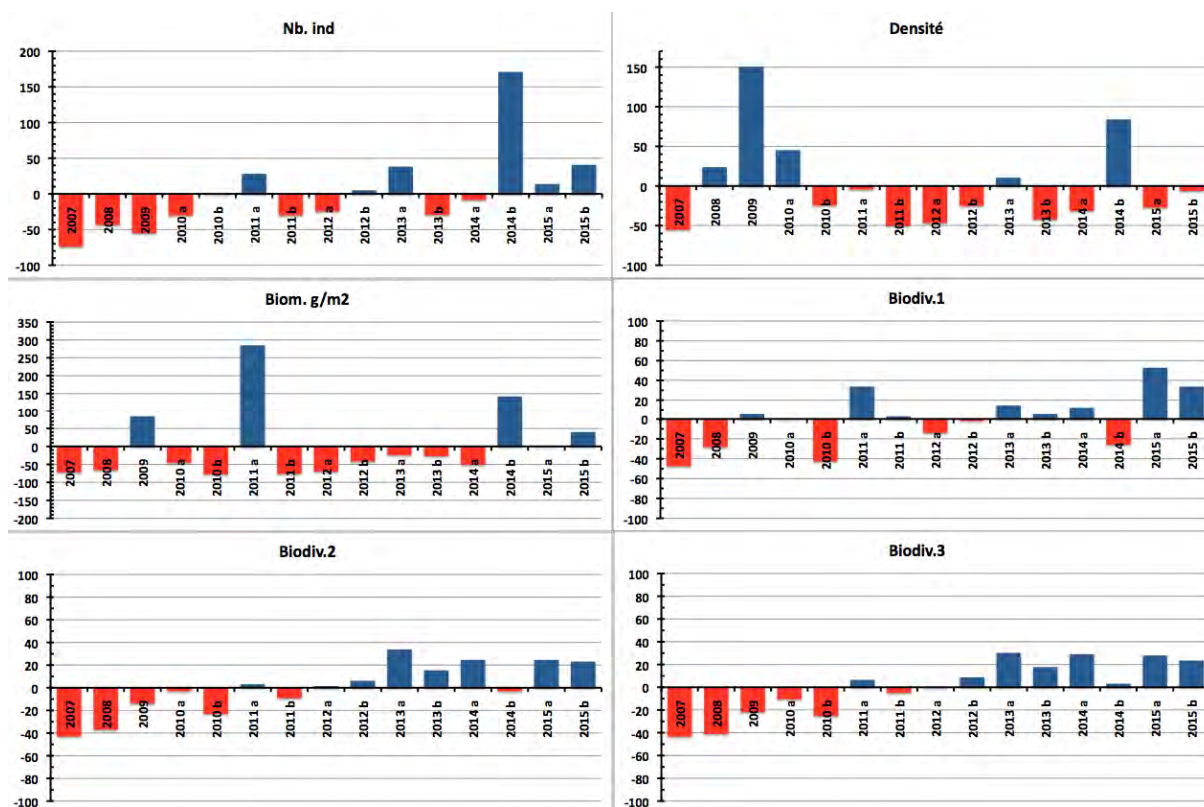


Figure n°41 : Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST05)





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 mars et octobre 2015

Indicateur Corail :

- La biodiversité corallienne est importante :

Mars 2015 : 123 espèces dont 117 espèces scléactiniaires

Octobre 2015 : 127 espèces coralliennes dont 121 espèces scléactiniaires

- Le recouvrement corallien est de 29.5 % au transect A, 31 % en B et 9.5 % en C

- Le blanchissement a diminué et il se manifeste sur des colonies isolées (hydrodynamisme important et remobilisation des débris) :

Mars 2015 : 27/117 espèces de scléactiniaires et 1.23% de la surface totale observée

Octobre 2015 : 12/121 espèces de scléactiniaires et 0.33% 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). Les deux colonies de *Seriatopora hystrix* et *Pectinia lactuca* affectées en octobre 2014 sont également mortes

- Dégradations mécaniques en A et B (hydrodynamisme important et remobilisation des débris)

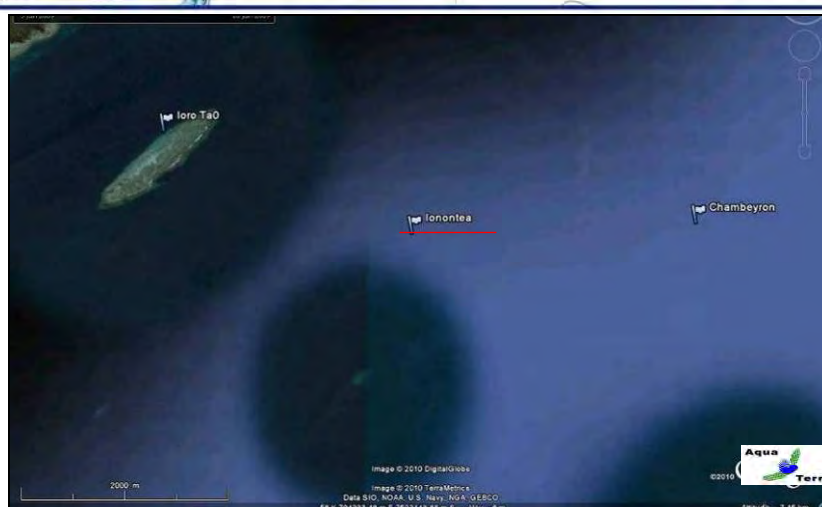
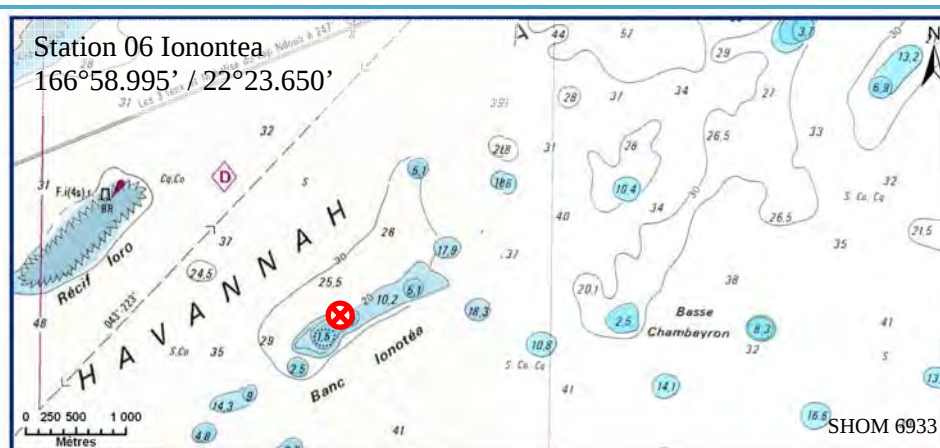
Autres indicateurs :



- Cyanobactéries : recouvrement faible et en diminution en A et C. Elles colonisent les colonies coralliennes mortes en place, les *Acropora* tabulaires et surtout les débris coralliens
- 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 a très nettement augmenté en B&C (développement saisonnier : le recouvrement peut être très important et varie énormément selon les saisons - caractère invasif de septembre à décembre)
- *Cliona* (éponge) : stable et légère diminution en A&B

Les corallivores :

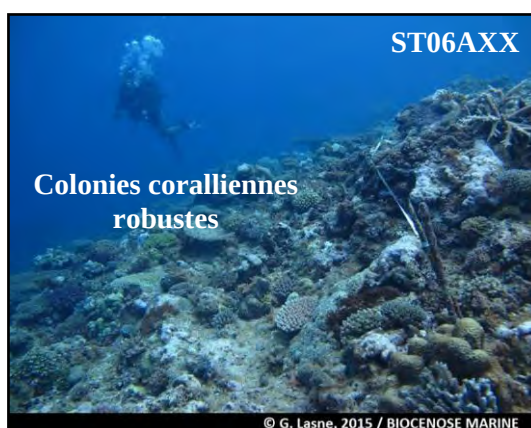
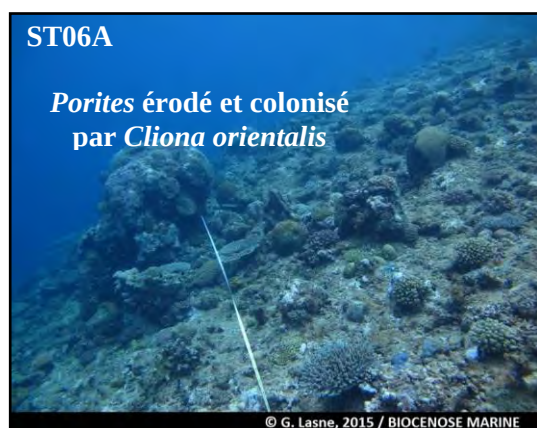
- Absence des *Acanthaster planci* et des *Culcita novaeguineae*
- Absence de *Drupella cornus* (présence importante en octobre 2014)



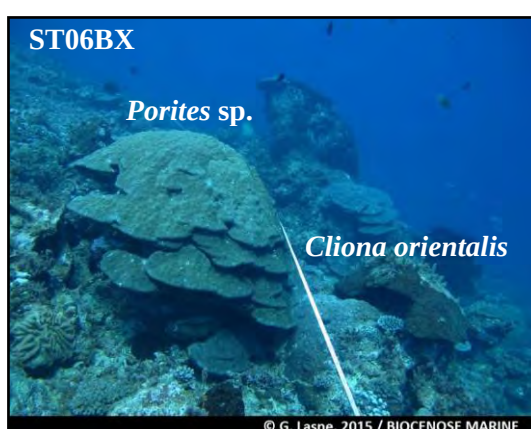
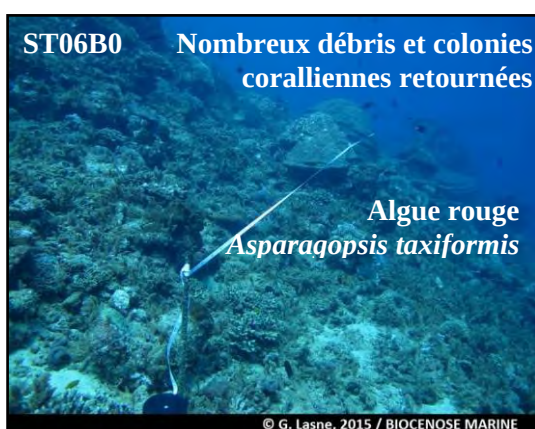
Carte n°08 : Localisation de la station 06 (Ionotea)



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

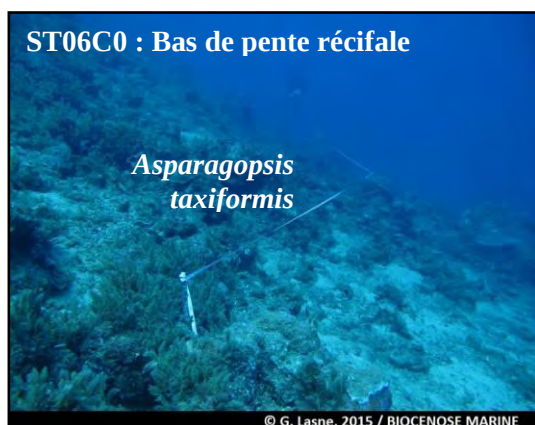


Photo n°19 : Vue d'ensemble des transects (ST06)

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.

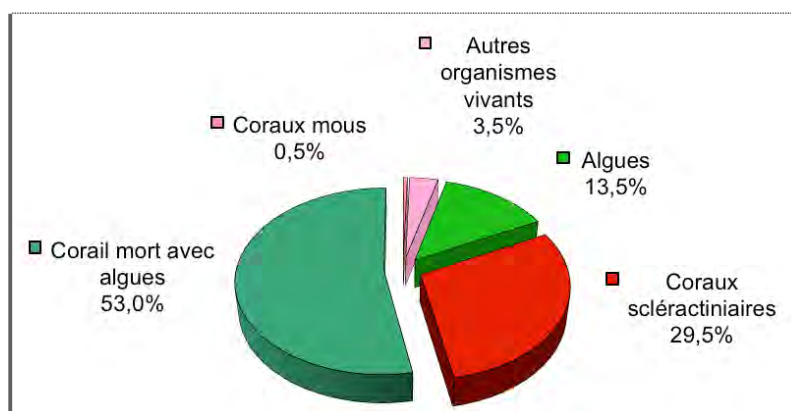


Figure n°42 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST06A

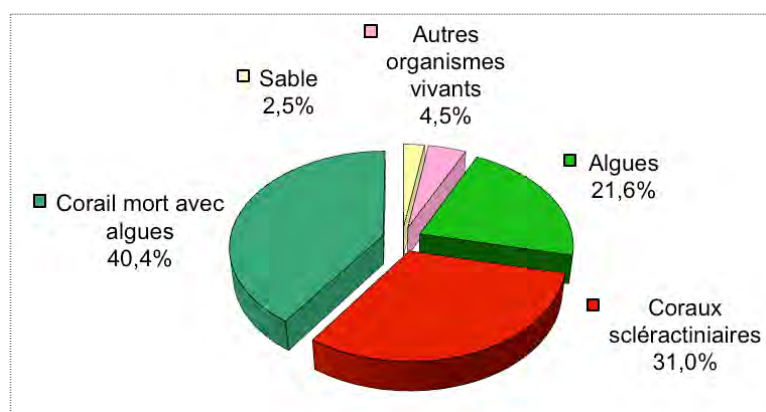


Figure n°43 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST06B

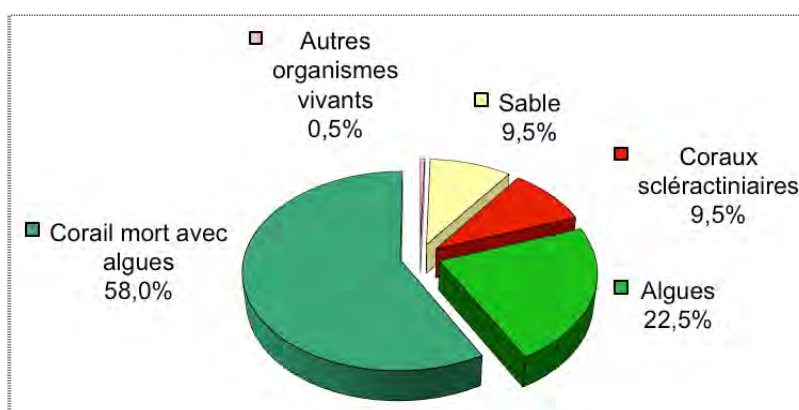


Figure n°44 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST06C

Le substrat est très recouvert à cette station, notamment de coraux morts anciennement et colonisés par des algues calcaires encroûtantes (avec ainsi 100% de substrat biotique au transect A, 97.5% en B et 90.5% en C).

Les coraux scléactiniaires sont bien représentés particulièrement sur les 2 transects haut (29.5%, 31% et 9.5%). Il faut noter d'ailleurs une hausse du recouvrement en coraux scléactiniaires **au transect B** (+10.5%) accompagnée **d'une réapparition des cyanobactéries (1%)**.

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 octobre 2015, la richesse spécifique de la station Banc Ionotea (ST06) est composée de :

- **127 espèces coralliennes** (dont 121 espèces de scléractiniaires, 2 espèces de millépores (branchu et encroûtant), 2 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires).
Les familles scléractiniaires (121 taxons au sein de 14 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (34 taxons), les Acroporidae (19 taxons), les Agaraciidae (10 taxons), les Mussidae (9 taxons), les Pocilloporidae (9 taxons), les Fungiidae (8 taxons), les Dendrophylliidae (7 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 12/121 espèces de scléractiniaires (9,9%).
Le blanchissement visuel est de 0,33% de la surface totale observée.
- **49 espèces d'invertébrés** dont 12 espèces de mollusques ; 7 espèces de cnidaires : alcyonaires (4 taxons), actiniaires (1 taxon), hydrozoaires (1 taxon), zoanthaires (1 taxon) ; 16 espèces d'échinodermes : astéries (5 taxons), holothurides (5 taxons), échinides (3 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 8 espèces d'éponges ; 6 espèces d'ascidies.
- **8 espèces de macrophytes** : algues rouges (3 taxons), algues vertes (3 taxons), algues brunes (2 taxons).
- **1 espèce de cyanobactéries.**

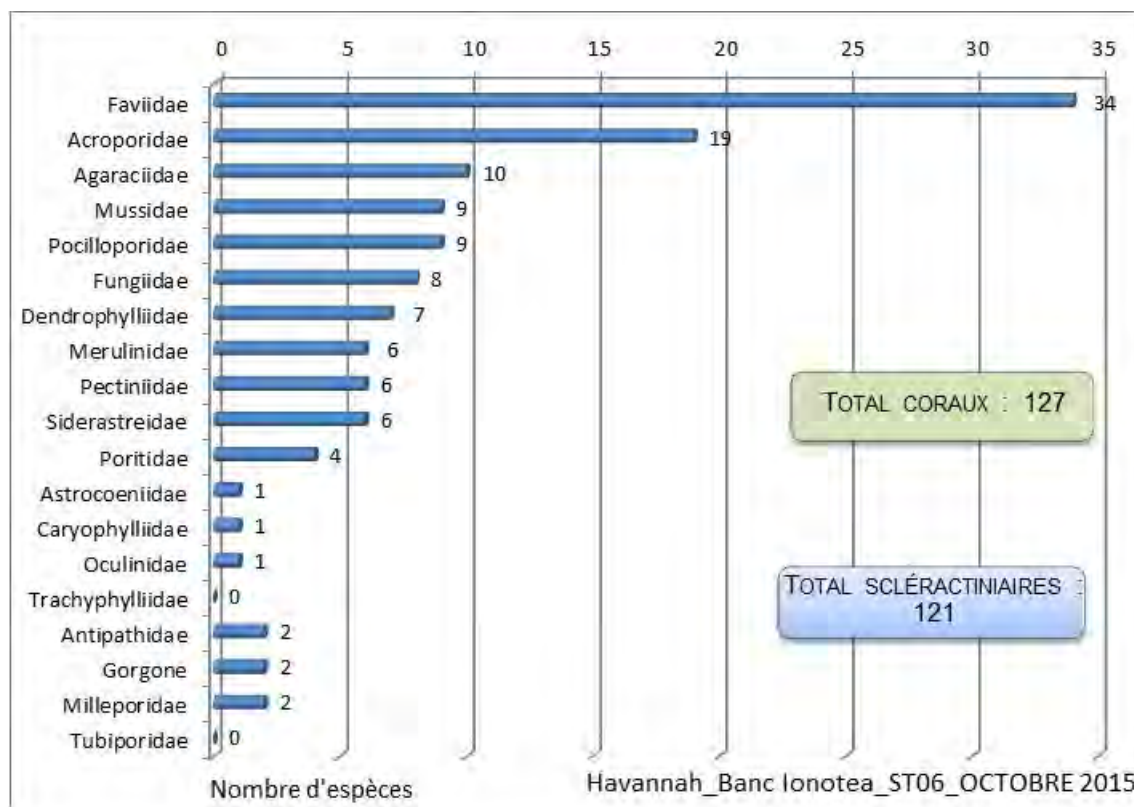


Figure n°45 : Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST06)

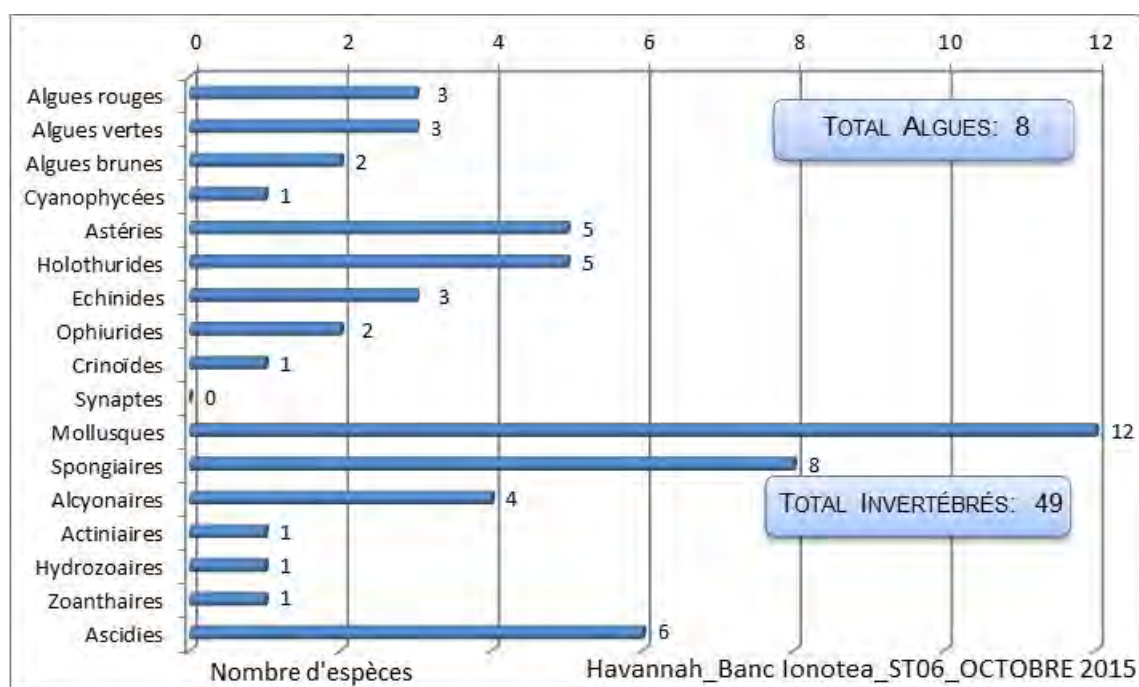


Figure n°46 : Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST06)

4.6.2.1 Benthos Transect 06 A

4.6.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST06A)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST06A est composée de 79 espèces coralliennes dont 77 espèces de scléractiniaires, une espèce de millépore (encroûtant), une espèce de gorgone.

Les familles scléractiniaires (77 taxons au sein de 10 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (23 taxons), les Acroporidae (19 taxons), les Mussidae (7 taxons), les Pocilloporidae (7 taxons), les Agaraciidae (5 taxons), les Merulinidae (5 taxons), les Dendrophylliidae (4 taxons), les Siderastreidae (4 taxons), les Poritidae (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.

Le blanchissement corallien affecte 9/77 espèces de scléractiniaires (11,7%).

Le blanchissement visuel est de 0,6% de la surface du couloir.

Tableau n°67 : Variations entre mars et octobre 2015 : 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)
6 espèces : •Gorgone ind.sp. (A2), •Isopora palifera (A1), •Leptastrea inaequalis (A1), •Hydnophora rigida (A2), •Psammocora contigua (A1), •Psammocora nierstraszi (A1).	4 espèces : •Favites abdita (A2/+ 1), •Hydnophora exesa (A2/+ 1), •Pocillopora damicornis (A4/+ 1), •Stylophora pistillata (A3/+ 1).	9 espèces blanchies (11,7%) : > 8 espèces précédemment blanchies (10,4%) : •Acropora (branchu) (2spp.B*, B2), •Acropora (tabulaire) (1spp.B*, B2), •Montipora spp. (1spp.B*, B1), •Hydnophora microconos (B1), •Galaxea fascicularis (B2), •Seriatopora hystrix (B1), •Stylophora mordax (B1) ; > Une seule espèce nouvellement blanchie •Pavona duerdeni (B1, N).
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
Toutes les espèces ont été recensées	Aucune	> 10 espèces ont réintégré leurs zooxanthelles : •Acropora florida (B- 1, øß), •Pachyseris speciosa (B- 1, øß), •Favia spp. (-1spp.B*) (B- 1, øß), •Favites

		spp. (-1spp.B*) (B- 1, øß), • <i>Merulina ampliata</i> (B- 1, øß), • <i>Pocillopora damicornis</i> (B- 2, øß), • <i>Pocillopora eydouxi</i> (B- 1, øß), • <i>Pocillopora verrucosa</i> (B- 1, øß), • <i>Seriatopora caliendrum</i> (B- 1, øß), • <i>Stylophora pistillata</i> (B- 2, øß) ; > aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître ; > 3 espèces ont vu leur blanchissement se réduire : • <i>Montipora</i> spp./-1 spp.B*) (ΔB- 1), • <i>Seriatopora hystrix</i> (ΔB- 1).
--	--	--

4.6.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST06A)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST06A est composée de :

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

Tableau n°68 : Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST06A)

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.	Une espèce d'algue recensée une espèce algues brunes : • <i>Turbinaria ornata</i> (A3/+1). Aucune espèce d'algues ne diminue.
Cyanobactéries	
Une espèce de cyanobactéries disparue : • <i>Phormidium</i> sp. (A0/-2)	☒
Cnidaires	
2 nouvelles espèces de cnidaires recensées : > pour les alcyonaires (2 espèces) : • <i>Sarcophyton</i> sp. (A2), • <i>Xenia</i> sp. (A2)	☒
Echinodermes	
☒	Une espèce d'échinodermes augmente d'abondance : > pour les échinides (1 espèce) : • <i>Echinostrephus aciculatus</i> (A2/+1)
Mollusques	
Une espèce de mollusques disparue : > pour les gastéropodes (-1 espèce) : • <i>Turbo setosus</i> (A0/-1)	2 espèces de mollusques augmentent d'abondance : > pour les bivalves (1 espèce) : • <i>Pedum spondyloideum</i> (A3/+ 1) > pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Astraea rhodostoma</i> (A2/+1)
Eponges	
Une nouvelle espèce d'éponges recensée : • <i>Spheciospongia vagabunda</i> (A3).	Une espèce d'éponges diminue d'abondance : • <i>Cliona orientalis</i> (A3/- 1)
Ascidies	
2 nouvelles espèces d'ascidies recensées : • <i>Polycarpa aurita</i> (A2), • <i>Polycarpa cryptocarpa</i> (A2).	Une espèce d'ascidies diminue d'abondance : • <i>Encroutante verte</i> (A2/- 1).
Bryozoaires	
☒	☒

4.6.2.2 Benthos Transect 06 B

4.6.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST06B)

En octobre 2015, 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 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (26 taxons), les Acroporidae (12 taxons), les Agaraciidae (9 taxons), les Fungiidae



(8 taxons), les Pocilloporidae (8 taxons), les Mussidae (7 taxons), les Dendrophylliidae (6 taxons), les Merulinidae (6 taxons), les Pectiniidae (5 taxons), les Siderastreidae (5 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.

Le blanchissement corallien affecte 5/97 espèces de scléractiniaires (5,2%).

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

Tableau n°69 : Variations entre mars et octobre 2015 : 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)
6 espèces : • <i>Stylocoeniella armata</i> (A1), • <i>Tubastraea micrantha</i> (A1), • <i>Leptastrea transversa</i> (A1), • <i>Cycloseris</i> sp. (A1), • <i>Pocillopora kelleheri</i> (A1), • <i>Psammocora nierstraszi</i> (A1)	6 espèces : • <i>Astreopora gracilis</i> (A2/+ 1), • <i>Gardineroseris planulata</i> (A2/+ 1), • <i>Pavona maldivensis</i> (A2/+ 1), • <i>Fungia simplex</i> (A2/+ 1), • <i>Hydnophora rigida</i> (A2/+ 1), • <i>Psammocora contigua</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 mesenterina</i> (B1), • <i>Galaxea fascicularis</i> (B2), • <i>Seriatopora caliendrum</i> (B1) > Aucune espèce nouvellement blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
Toutes les espèces ont été recensées	3 espèces : • <i>Goniastrea</i> sp. (A1/- 1), • <i>Pocillopora meandrina</i> (A1/- 1), • <i>Seriatopora hystrix</i> (A2/- 1).	> 11 espèces ont réintégré leurs zooxanthelles : • <i>Montipora</i> spp. (-1spp.B*) (B- 2, øß), • <i>Pavona maldivensis</i> (B- 1, øß), • <i>Echinopora gemmacea</i> (B- 1, øß), • <i>Hydnophora exesa</i> (B- 1, øß), • <i>Hydnophora rigida</i> (B- 1, øß), • <i>Lobophyllia corymbosa</i> (B- 1, øß), • <i>Pocillopora damicornis</i> (B- 1, øß), • <i>P. meandrina</i> (B- 1, øß), • <i>P. verrucosa</i> (B- 1, øß), • <i>Seriatopora hystrix</i> (B- 1, øß), • <i>Stylophora pistillata</i> (B-1, øß) > une seule espèce a vu son blanchissement s'accroître : • <i>Galaxea fascicularis</i> (ΔB+ 1) ; > 3 espèces ont vu leur blanchissement se réduire : • <i>Acropora</i> spp. (branchu) (-1spp.B*) (ΔB- 1), • <i>Acropora</i> spp. (tabulaire) (ΔB- 1).

4.6.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST06B)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST06B est composée de :

- 42 espèces d'invertébrés dont 11 espèces de mollusques ; 6 espèces de cnidaires : alcyonaires (3 taxons), actiniaires (1 taxon), hydrozoaires (1 taxon), zoanthaires (1 taxon) ; 13 espèces d'échinodermes : astéries (4 taxons), échinides (3 taxons), holothurides (3 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 6 espèces d'éponges ; 6 espèces d'ascidies ;
- 7 espèces de macrophytes : algues rouges (3 taxons), algues vertes (3 taxons), algues brunes (1 taxon) ;
- 1 espèce de cyanobactéries.

Tableau n°70 : Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST06B)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
Une nouvelle espèce d'algue recensée, l'algue rouge : • <i>Trichogloea requienii</i> (A1). 2 espèces d'algues disparues, dont l'algue rouge : • <i>Amphiroa vanbosseae</i> (A0/-2) et l'algue verte : • <i>Chlorodesmis fastigiata</i> (A0/-1).	2 espèces d'algues augmentent, dont l'algue rouge : • <i>Asparagopsis taxiformis</i> (A4/+ 2) et l'algue verte : • <i>Ventricaria ventricosa</i> (A2/+ 1). Une espèce d'algue diminue, l'algue brune : • <i>Dictyota</i> sp. (A2/-1)
Cyanobactéries	
☒	☒
Cnidaires	



Une nouvelle espèce de cnidaires recensée : ➤ pour les alcyonaires (1 espèce) : • <i>Lobophytum</i> sp. (A2) Une espèce de cnidaires disparue : ➤ pour les actiniaires (-1 espèce) : •Actiniaires ind. (A0/-2)	☒
Echinodermes	
3 nouvelles espèces d'échinodermes recensées : ➤ pour les astéries (1 espèce) : • <i>Fromia monilis</i> (A1) ➤ pour les holothurides (2 espèces) : • <i>Actinopyga palauensis</i> (A1), • <i>Stichopus variegatus</i> (A1). 3 espèces d'échinodermes disparues : ➤ pour les astéries (-1 espèce) : • <i>Acanthaster planci</i> (A0/-1) ➤ pour les holothurides (-2 espèce) : • <i>Actinopyga miliaris</i> (A0/-1), • <i>Holothuria maculosa</i> (A0/-1)	Une espèce d'échinodermes augmente d'abondance : ➤ pour les astéries (1 espèce) : • <i>Fromia indica</i> (A2/+ 1). Une espèce d'échinodermes diminue d'abondance : ➤ pour les échinides (1 espèce) : • <i>Diadema setosum</i> (A1/-1)
Mollusques	
4 nouvelles espèces de mollusques recensées : ➤ pour les gastéropodes (4 espèces) : • <i>Conus capitaneus</i> (A1), • <i>Conus miles</i> (A1), • <i>Latirolagena smaragdula</i> (A2), • <i>Turbo setosus</i> (A1) Une espèce de mollusques disparue : ➤ pour les gastéropodes (-1 espèce) : • <i>Chicoreus</i> sp. (A0/-1)	Une espèce de mollusques augmente d'abondance : ➤ pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Drupa ricinus</i> (A2/+ 1).
Eponges	
Une nouvelle espèce d'éponges recensée : • <i>Spheciospongia vagabunda</i> (A2).	Une espèce d'éponges diminue d'abondance : • <i>Cliona jullienei</i> (A2/- 1).
Ascidies	
Une espèce d'ascidies disparue : • <i>Polycarpa</i> sp1. (blanche) (A0/-1)	Une espèce d'ascidies augmente d'abondance : • <i>Polycarpa clavata</i> (A2/+ 1).
Bryozoaires	
☒	☒

4.6.2.3 Benthos Transect 06 C

4.6.2.3.1 Les Scléractiniaires (ST06C)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST06C est composée de 70 espèces coralliennes dont 65 espèces de scléractiniaires, une espèce de millépore (encroûtant), 2 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires. Les familles scléractiniaires (65 taxons au sein de 14 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (16 taxons), les Fungiidae (8 taxons), les Acroporidae (7 taxons), les Agaraciidae (6 taxons), les Mussidae (6 taxons), les Pocilloporidae (6 taxons), les Pectiniidae (5 taxons), les Dendrophylliidae (3 taxons), les Poritidae (3 taxons), les Astrocoeniidae (1 taxon), les Caryophylliidae (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.

Le blanchissement corallien affecte 1/65 espèces de scléractiniaires (1,5%).

Le blanchissement visuel est de 0,1% de la surface du couloir.

Tableau n°71 : Variations entre mars et octobre 2015 : 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)
4 espèces : • <i>Acropora</i> (tabulaire)(2spp./+1spp.)(A2), • <i>Echinopora gemmacea</i> (A1), • <i>Cycloseris</i> sp. (A2), • <i>Herpolitha limax</i> (A1)	4 espèces : • <i>Stylocoeniella armata</i> (A2/+1), • <i>Goniastrea australensis</i> (A2/+1), • <i>Montastrea curta</i> (A2/+1), • <i>Fungia granulosa</i> (A2/+1)	Une seule espèce blanchie (1,5%) : ➤ Aucune espèce précédemment blanchie. ➤ Une seule espèce nouvellement blanchie • <i>Echinopora gemmacea</i> (B1, N).



Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
Une seule espèce : • <i>Symphyllia radians</i> (A0/-1)	Une seule espèce : • <i>Merulina ampliata</i> (A1/- 1)	➤ toutes les espèces (2 taxons) ont réintégré leurs zooxanthelles : •<i>Montipora</i> spp. (-1spp.B*) (B- 1, øß), •<i>Pocillopora damicornis</i> (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 octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST06C est composée de :

- 28 espèces d'invertébrés dont 5 espèces de mollusques ; 2 espèces de cnidaires : hydrozoaires (1 taxon), zoanthaires (1 taxon) ; 10 espèces d'échinodermes : holothurides (4 taxons), astéries (2 taxons), échinides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon), ophiurides (1 taxon) ; 7 espèces d'éponges ; 4 espèces d'ascidies ;
- 4 espèces de macrophytes : algues rouges (2 taxons), algues brunes (1 taxon), algues vertes (1 taxon) ;
- 1 espèce de cyanobactéries.

Tableau n°72 : Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST06C)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
Aucune nouvelle espèce d'algues recensée. 3 espèces d'algues disparues, dont l'algue rouge : • <i>Amphiroa vanbosseae</i> (A0/-2) et 2 espèces d'algues vertes : • <i>Codium</i> sp. (A0/-2), • <i>Halimeda</i> sp. (A0/-2).	Une espèce d'algue recensée : l'algue rouge : • <i>Asparagopsis taxiformis</i> (A4/+ 2). Aucune espèce d'algues ne diminue.
Cyanobactéries	
☒	Une espèce de cyanobactéries diminue d'abondance : • <i>Phormidium</i> sp. (A2/- 1).
Cnidaires	
Une espèce de cnidaires disparue : ➤ pour les actiniaires (-1 espèce) : •Actiniaires ind. (A0/-2)	☒
Echinodermes	
6 nouvelles espèces d'échinodermes recensées : ➤ pour les astéries (1 espèce) : • <i>Celerina heffernani</i> (A1) ➤ pour les échinides (2 espèces) : • <i>Diadema setosum</i> (A1), • <i>Echinometrix diadema</i> (A1) ; ➤ pour les holothurides (3 espèces) : • <i>Holothuria atra</i> (A1), • <i>Holothuria fuscopunctata</i> (A1), • <i>Stichopus variegatus</i> (A1). Une espèce d'échinodermes disparue : ➤ pour les holothurides (-1 espèce) : • <i>Actinopyga flammea</i> (A0/-1)	☒
Mollusques	
Une nouvelle espèce de mollusques recensée : ➤ pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Lambis scorpius</i> (A1) Une espèce de mollusques disparue : ➤ pour les bivalves (-1 espèce) : • <i>Tridacna squamosa</i> (A0/-1)	☒
Eponges	
3 nouvelles espèces d'éponges recensées : • <i>Cymbastella cantharella</i> (A1), • <i>Clathria rugosa</i> (A2), • <i>Spheciospongia vagabunda</i> (A2)	☒
Ascidies	
☒	Une espèce d'ascidies augmente d'abondance : • <i>Polycarpa clavata</i> (A2/+1)
Bryozoaires	
☒	☒



4.6.3 Les poissons (ST06)

La liste des espèces observées¹⁰ 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		
Fam	Espèces	A	A	A	B	B	B	C	C	C	Moyenne		
		Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom
Aca	<i>Acanthurus blochii</i>							2	0,02	6,25	0,67	0,01	2,08
Aca	<i>Acanthurus mata</i>				12	0,10	21,30				4,00	0,03	7,10
Aca	<i>Ctenochaetus cyanocheilus</i>	4	0,05	3,38	3	0,04	3,07	2	0,03	2,05	3,00	0,04	2,83
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	3	0,05	3,38	5	0,06	4,22	3	0,03	2,03	3,67	0,05	3,21
Aca	<i>Naso brevirostris</i>							15	0,15	81,00	5,00	0,05	27,00
Aca	<i>Naso unicornis</i>							1	0,01	36,00	0,33	0,00	12,00
Aca	<i>Zebrasoma scopas</i>				3	0,04	0,75				1,00	0,01	0,25
Aca	<i>Zebrasoma veliferum</i>							2	0,01	3,47	0,67	0,00	1,16
Ant	<i>Pseudanthias squamipinnis</i>							20	0,25	1,72	6,67	0,08	0,57
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>				10	0,13	0,31	1	0,01	0,03	3,67	0,05	0,11
Can	<i>Canthigaster valentini</i>							1	0,01	0,01	0,33	0,00	0,00
Cha	<i>Chaetodon auriga</i>	1	0,02	0,24							0,33	0,01	0,08
Cha	<i>Chaetodon citrinellus</i>	4	0,05	0,34	2	0,03	0,50				2,00	0,03	0,28
Cha	<i>Chaetodon flavirostris</i>	3	0,04	0,75							1,00	0,01	0,25
Cha	<i>Chaetodon kleinii</i>							3	0,08	0,51	1,00	0,03	0,17
Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>				3	0,04	0,38				1,00	0,01	0,13
Cha	<i>Chaetodon pelewensis</i>	2	0,03	0,26	2	0,03	0,36				1,33	0,02	0,21
Cha	<i>Chaetodon trifascialis</i>	2	0,03	0,17							0,67	0,01	0,06
Cha	<i>Chaetodon unimaculatus</i>	1	0,01	0,13							0,33	0,00	0,04
Epi	<i>Epinephelus merra</i>				1	0,01	0,55				0,33	0,00	0,18
Lab	<i>Bodianus perditio</i>							1	0,01	1,74	0,33	0,00	0,58
Lab	<i>Halichoeres hortulanus</i>	1	0,01	1,23							0,33	0,00	0,41
Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>				1	0,01	3,04				0,33	0,00	1,01
Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>				3	0,04	0,02				1,00	0,01	0,01
Lab	<i>Thalassoma amblycephalum</i>	30	0,38	5,47							10,00	0,13	1,82
Lab	<i>Thalassoma hardwicke</i>	20	0,25	3,65							6,67	0,08	1,22
Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	10	0,13	1,28	4	0,05	0,51				4,67	0,06	0,60
Lab	<i>Thalassoma lutescens</i>	5	0,06	0,91	4	0,05	0,73				3,00	0,04	0,55
Lab	<i>Thalassoma nigrofasciatum</i>	30	0,38	5,47							10,00	0,13	1,82
Lut	<i>Aprion virescens</i>							2	0,01	6,75	0,67	0,00	2,25
Lut	<i>Lutjanus adetii</i>							60	0,60	324,00	20,00	0,20	108,00
Lut	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>							3	0,02	21,33	1,00	0,01	7,11
Lut	<i>Lutjanus bohar</i>							2	0,01	6,00	0,67	0,00	2,00
Lut	<i>Macolor niger</i>							1	0,01	6,75	0,33	0,00	2,25
Mic	<i>Ptereleotris evides</i>				10	0,13	0,54	4	0,05	0,51	4,67	0,06	0,35
Mul	<i>Parupeneus ciliatus</i>				6	0,08	12,00				2,00	0,03	4,00
Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>	5	0,06	2,16	6	0,08	7,37	2	0,03	1,69	4,33	0,05	3,74
Poc	<i>Centropyge bicolor</i>	3	0,04	0,16	3	0,04	0,26	3	0,04	0,26	3,00	0,04	0,23
Poc	<i>Centropyge bispinosa</i>				3	0,04	0,26	2	0,03	0,17	1,67	0,02	0,14
Poc	<i>Centropyge flavissima</i>	4	0,05	0,22							1,33	0,02	0,07
Poc	<i>Centropyge tibicen</i>	2	0,03	0,14				3	0,04	0,26	1,67	0,02	0,13
Poc	<i>Pomacanthus sexstriatus</i>							1	0,01	8,58	0,33	0,00	2,86
Pom	<i>Amphiprion clarkii</i>	5	0,08	0,21							1,67	0,03	0,07
Pom	<i>Chromis fumea</i>							10	0,10	0,43	3,33	0,03	0,14
Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>	10	0,17	0,21	10	0,13	0,31	5	0,05	0,13	8,33	0,11	0,22
Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>	20	0,25	0,32	10	0,13	0,31				10,00	0,13	0,21
Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>	30	0,38	0,20	50	0,63	0,80	20	0,33	0,43	33,33	0,44	0,48
Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>	10	0,13	0,16	5	0,06	0,27	5	0,06	0,43	6,67	0,08	0,29
Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>	4	0,05	2,20				3	0,04	1,65	2,33	0,03	1,28

¹⁰ Données par rapport à la liste restreinte du cahier des charges, cf. [annexe 01](#).



Sca	<i>Scarus forsteni</i>							1	0,01	0,68	0,33	0,00	0,23
Sca	<i>Scarus longipinnis</i>	1	0,01	2,00							0,33	0,00	0,67
Sca	<i>Scarus niger</i>	2	0,03	7,81							0,67	0,01	2,60
Sca	<i>Scarus oviceps</i>	1	0,01	3,91							0,33	0,00	1,30
Sca	<i>Scarus psittacus</i>							1	0,01	0,38	0,33	0,00	0,13
Sca	<i>Scarus rubroviolaceus</i>	1	0,01	6,75							0,33	0,00	2,25
Sca	<i>Scarus schlegeli</i>							5	0,03	1,88	1,67	0,01	0,63
Sig	<i>Siganus corallinus</i>	2	0,03	1,69	2	0,03	1,69				1,33	0,02	1,13
Zan	<i>Zanclus cornutus</i>	3	0,04	0,75							1,00	0,01	0,25
Total		219	2,83	55,53	158	1,93	59,56	184	2,06	517,08	187,00	2,27	210,72
Biodiversité		30			23			30			58		
Indice de Shannon =		4,758											
Equitabilité =		0,812											

Sur l'ensemble des transects de la station, 561 individus appartenant à 58 espèces différentes ont pu être observés. Ils représentent une densité de 2.27 poissons/m² pour une biomasse de 210.72 g/m².

112 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>Epinephelus merra</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>	Gob	<i>Valenciennaea decora</i>	Ple	<i>Assessor macneilli</i>
Aca	<i>Acanthurus nigricauda</i>	Hae	<i>Plectorhinchus chaetodonoides</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>	Lab	<i>Anampses neoguinaiicus</i>	Poc	<i>Centropyge flavissima</i>
Aca	<i>Naso brevirostris</i>	Lab	<i>Bodianus axillaris</i>	Poc	<i>Centropyge tibicen</i>
Aca	<i>Naso lopezi</i>	Lab	<i>Bodianus perditio</i>	Poc	<i>Pomacanthus sexstriatus</i>
Aca	<i>Naso tonganus</i>	Lab	<i>Gomphosus varius</i>	Pom	<i>Amblyglyphidodon orbicularis</i>
Aca	<i>Naso unicornis</i>	Lab	<i>Halichoeres biocellatus</i>	Pom	<i>Amphiprion clarkii</i>
Aca	<i>Zebrasoma scopas</i>	Lab	<i>Halichoeres hortulanus</i>	Pom	<i>Chromis chrysur</i>
Aca	<i>Zebrasoma veliferum</i>	Lab	<i>Halichoeres ornatissimus</i>	Pom	<i>Chromis fumea</i>
Ant	<i>Pseudanthias dispar</i>	Lab	<i>Halichoeres prosopion</i>	Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>
Ant	<i>Pseudanthias hypselosoma</i>	Lab	<i>Hemigymnus fasciatus</i>	Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>
Ant	<i>Pseudanthias pascalus</i>	Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>	Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>
Ant	<i>Pseudanthias pictilis</i>	Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>	Pom	<i>Dascyllus trimaculatus</i>
Ant	<i>Pseudanthias squamipinnis</i>	Lab	<i>Labropsis australis</i>	Pom	<i>Plectroglyphidodon johnstonianus</i>
Ant	<i>Pseudanthias squamipinnis</i>	Lab	<i>Stethojulis bandanensis</i>	Pom	<i>Pomacentrus lepidogenys</i>
Apo	<i>Apogon aureus</i>	Lab	<i>Thalassoma amblycephalum</i>	Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>
Apo	<i>Apogon doederleini</i>	Lab	<i>Thalassoma hardwicke</i>	Pom	<i>Pomacentrus nagasakiensis</i>
Apo	<i>Apogon fucata</i>	Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	Pri	<i>Priacanthus hamrur</i>
Aul	<i>Aulostomus chinensis</i>	Lab	<i>Thalassoma lutescens</i>	Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>
Bal	<i>Sufflamen chrysopterus</i>	Lab	<i>Thalassoma nigrofasciatum</i>	Sca	<i>Scarus altipinnis</i>
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	Let	<i>Lethrinus atkinsoni</i>	Sca	<i>Scarus forsteni</i>
Can	<i>Canthigaster valentini</i>	Let	<i>Monotaxis grandoculis</i>	Sca	<i>Scarus longipinnis</i>
Cha	<i>Chaetodon auriga</i>	Lut	<i>Aprion virescens</i>	Sca	<i>Scarus niger</i>
Cha	<i>Chaetodon citrinellus</i>	Lut	<i>Lutjanus adetii</i>	Sca	<i>Scarus oviceps</i>
Cha	<i>Chaetodon flavirostris</i>	Lut	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	Sca	<i>Scarus psittacus</i>
Cha	<i>Chaetodon kleinii</i>	Lut	<i>Lutjanus bohar</i>	Sca	<i>Scarus rubroviolaceus</i>



Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	Lut	<i>Lutjanus fulviflamma</i>	Sca	<i>Scarus schlegeli</i>
Cha	<i>Chaetodon pelewensis</i>	Lut	<i>Lutjanus fulvus</i>	Scr	<i>Sebastapistes strongia</i>
Cha	<i>Chaetodon trifascialis</i>	Lut	<i>Macolor niger</i>	Sig	<i>Siganus corallinus</i>
Cha	<i>Chaetodon ulietensis</i>	Mic	<i>Gunnellichthys curiosus</i>	Sig	<i>Siganus fuscescens</i>
Cha	<i>Chaetodon unimaculatus</i>	Mic	<i>Ptereleotris evides</i>	Sig	<i>Siganus vulpinus</i>
Cha	<i>Forcipiger longirostris</i>	Mon	<i>Oxymonacanthus longirostris</i>	Syn	<i>Synodus variegatus</i>
Cha	<i>Heniochus varius</i>	Mul	<i>Parupeneus barberinoides</i>	Tet	<i>Arothron stellatus</i>
Epi	<i>Cromileptes altivelis</i>	Mul	<i>Parupeneus ciliatus</i>	Zan	<i>Zanclus cornutus</i>
Epi	<i>Epinephelus fasciatus</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
Acanthuridae	6	8	6	5	4	8	5	7	10	9	3	4	8	6	8
Anthiinae	2	2	0	1	2	1	1	2	1	1	2	2	1	1	1
Blenniidae	0	0	0	0	1	1	2	0	1	2	1	1	1	1	1
Caesionidae	0	0	1	1	0	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0
Canthigasteridae	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1
Carangidae	0	0	0	4	0	0	0	0	0	2	1	0	1	1	0
Chaetodontidae	5	3	4	3	3	4	9	7	6	9	8	5	6	6	8
Epinephelinae	5	4	5	5	2	4	4	3	3	8	5	2	3	4	1
Haemulidae	0	1	2	1	1	0	1	0	1	2	0	0	0	1	0
Labridae	5	8	1	7	7	10	7	11	9	10	10	7	8	9	9
Lethrinidae	1	0	1	1	2	4	1	0	0	2	1	0	0	1	0
Lutjanidae	2	0	3	2	0	1	1	0	2	7	2	0	0	2	5
Microdesmidae	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	1
Monacanthidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Mullidae	1	1	0	1	3	2	2	0	1	3	3	1	1	2	1
Nemipteridae	1	1	0	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
Pomacentridae	5	4	3	4	5	5	2	5	6	7	7	5	5	5	6
Pseudochromidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Scaridae	4	3	3	4	3	4	3	1	6	6	5	4	4	4	8
Scombridae	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
Siganidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Total espèces	45	41	31	44	37	50	46	43	53	80	57	40	49	49	58
Total familles	14	13	11	17	13	16	16	11	14	19	17	15	15	16	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	215	280	341	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 77](#) et la [figure 48](#).

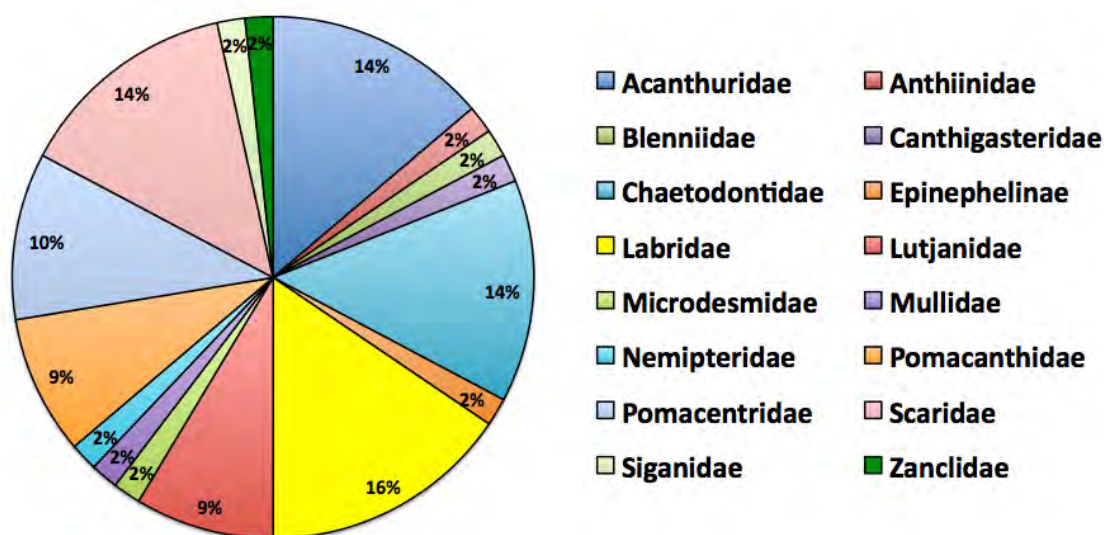
Figure n°47 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST06)

Tableau n°77 : *Synopsis des résultats et récapitulatif des années précédentes (ST06)*

Ionontea ST06		Liste DENV				Toutes espèces	
		Transect TLV				Station	Station
		Nb. ind.	Densité	Biom. g/m ²	Biodiv.1	Biodiv.2	Biodiv.3
2015 b	Transect A	219,00	2,83	55,53	30		
	Transect B	158,00	1,93	59,56	23		
	Transect C	184,00	2,06	517,08	30		
	Moy. ABC	187,00	2,27	210,72	58	87	112
2015 a	Moy. ABC	270,00	3,00	750,00	80	104	156
2014 b	Moy. ABC	226,00	2,87	622,19	49	81	126
2014 a	Moy. ABC	101,00	1,19	68,63	40	78	113
2013 b	Moy. ABC	190,33	1,98	191,60	58	87	117
2013 a	Moy. ABC	284,00	2,80	760,11	80	97	140
2012 b	Moy. ABC	142,33	1,64	151,8	44	93	125
2012 a	Moy. ABC	142,33	1,64	151,8	44	93	125
2011 b	Moy. ABC	62,33	0,75	76,87	46	88	124
2011 a	Moy. ABC	178,30	2,23	687,67	51	75	102
2010 b	Moy. ABC	190	1,91	92,96	37	58	81
2010 a	Moy. ABC	76,00	2,05	487,76	44	71	94
2009	Moy. ABC	27,00	1,17	226,52	31	33	81
2008	Moy. ABC	43,67	2,99	385,65	41	54	67
2007	Moy. ABC	42,67	2,45	1322,4	45	51	60

L'écart relatif à la moyenne [$Er_i = (X_i - X_m) / X_m$] pour ces paramètres biologiques peut alors être calculé : cf. [tableau 78](#) et représentation [figure 49](#).

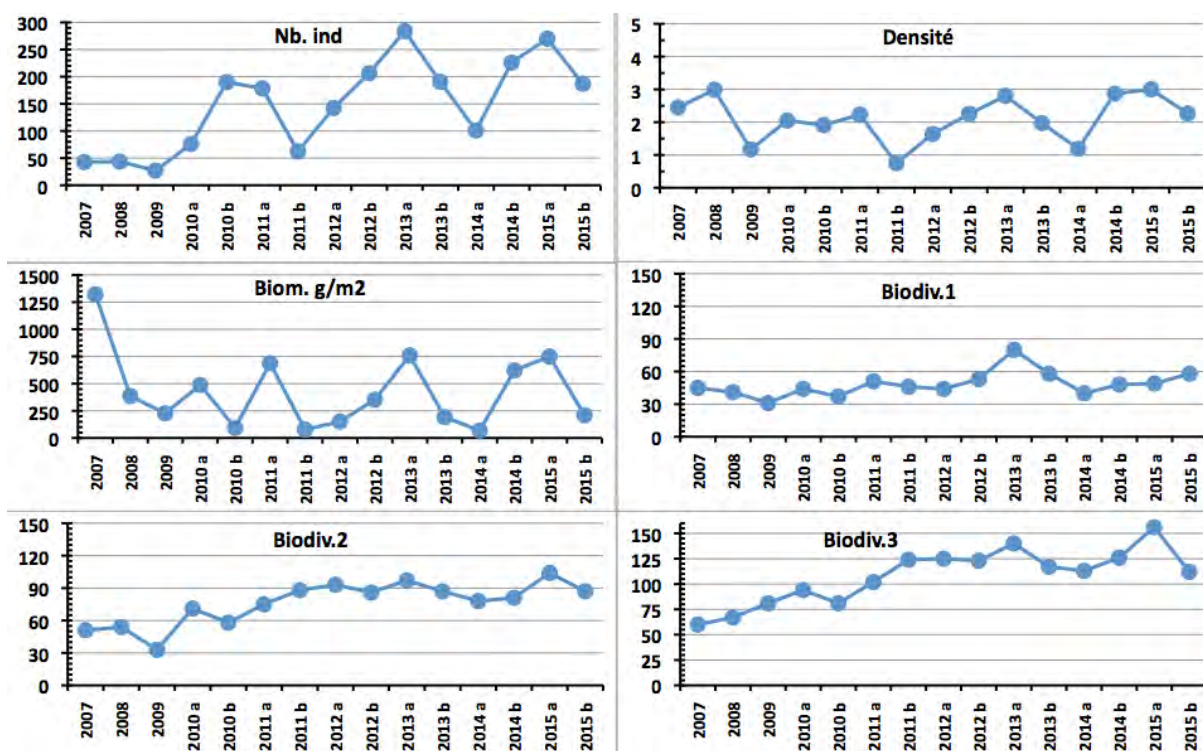
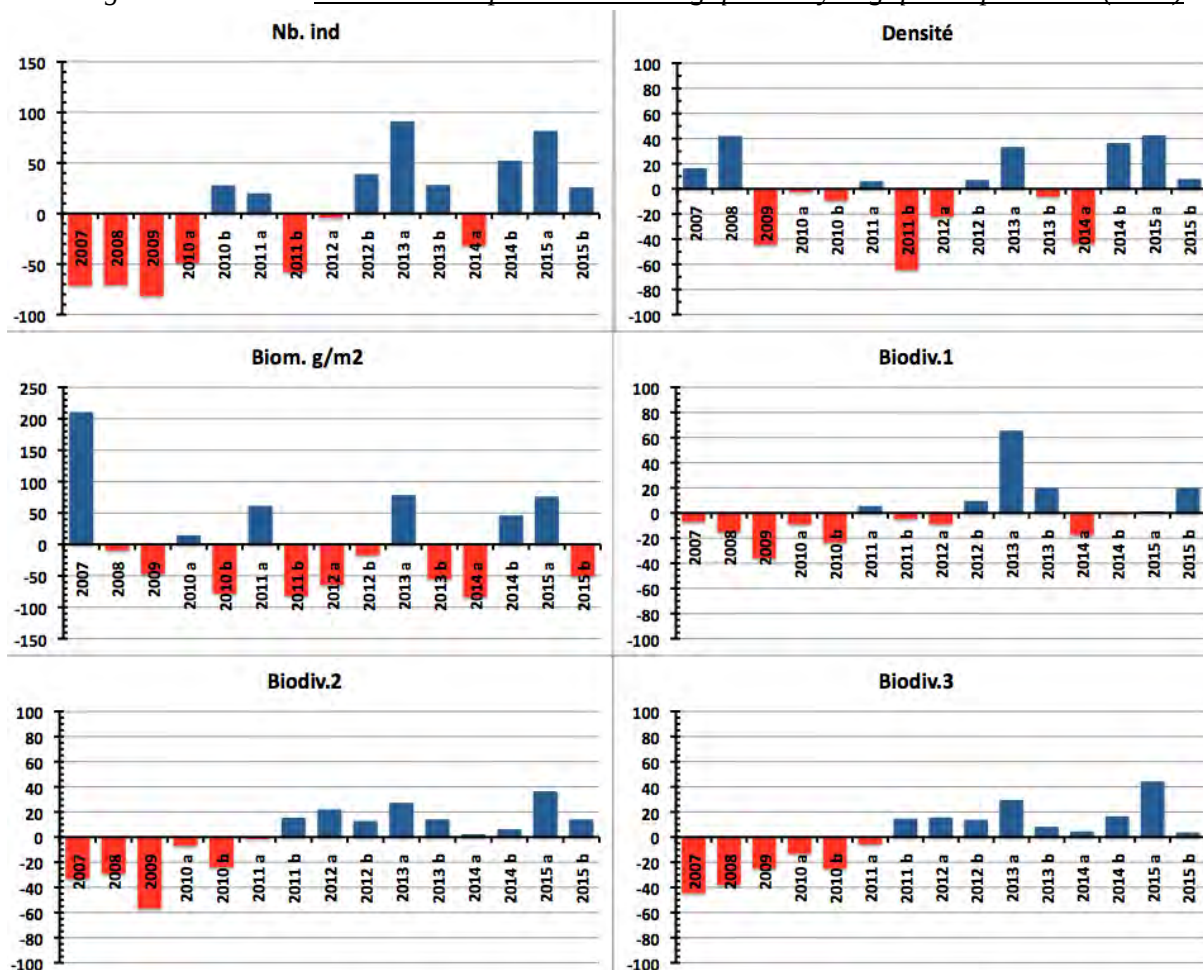
Tableau n°78 : *Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST06)*

	Nb ind.	Densité	Biom.	Biodiv.1	Biodiv.2	Biodiv.3
Variance	7 160,5	0,5	122 475,6	130,4	381,2	729,9
Ecart type	84,6	0,7	350,0	11,4	19,5	27,0
Moyenne	148,5	2,1	425,9	48,3	76,2	108,1
Coef. de Var.	<	0,3	0,8	0,2	0,3	0,3

Commentaire :

La biomasse est pour plus de 50% due à un banc de Rougets de nuit (*Lutjanus adetii*) qui est toujours là mais d'habitude il se trouve sur le massif corallien en contre-bas de la station sur le fond sédimentaire à 25 m de profondeur ; donc hors transects. La présence du banc sur la station est sans doute due à l'heure de la mission. En effet, du fait des horaires de marée nous étions très tôt sur site. Par ailleurs, le banc avait une activité fébrile, nageant autour des plongeurs sans cesse, allant du haut vers le bas et du bas vers le haut de la station, ce qui fait qu'il aurait très bien pu figurer dans la biomasse du transect A ou du B, nous avons choisi le C. Il s'ensuit que les distances d1 et d2 choisies (dm = 2,5 m) n'ont en fait aucune justification véritable puisque le banc n'arrêtait pas de se déplacer et de plus, se cindait en deux de temps à autre.

Ainsi, ce banc qui pèse réellement (à peu près) 32 à 35 kg et qui évolue sur la station qui représente environ 300 m², devrait participer pour 100 à 120 g/m² à la biomasse de la station. Or selon la manière dont on lui applique la méthode du TLV sa participation peut aller de 50 à 250 g/m². L'explication de cette remarque est développée dans le rapport de mars 2015 à la suite de la station n°10 (Ilot Kié) mais aussi dans le présent rapport, en [annexe 03](#).

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 jullienei* 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 mars et octobre 2015

Indicateur Corail :

- La biodiversité corallienne est importante :

Mars 2015 : 116 espèces dont 109 espèces scléractiniaires

Octobre 2015 : 118 espèces coralliennes dont 111 espèces scléractiniaires

- Le recouvrement corallien est de 17 % au transect A, 10.5 % en B et 1.5 % en C

- Le blanchissement a diminué et il se manifeste sur des colonies isolées, retournées et/ou arrachées :

Mars 2015 : 27/109 espèces de scléractiniaires et 1.23% de la surface totale observée

Octobre 2015 : 18/111 espèces de scléractiniaires et 0.47% de la surface totale observée

- Lésions coralliennes : absence de la maladie de la bande blanche, les colonies d'*Acropora* tabulaires affectées sont désormais mortes en place (au transect A)

- Dégradations mécaniques en A et B : nombreuses colonies retournées et arrachées (hydrodynamisme important et remobilisation des débris)

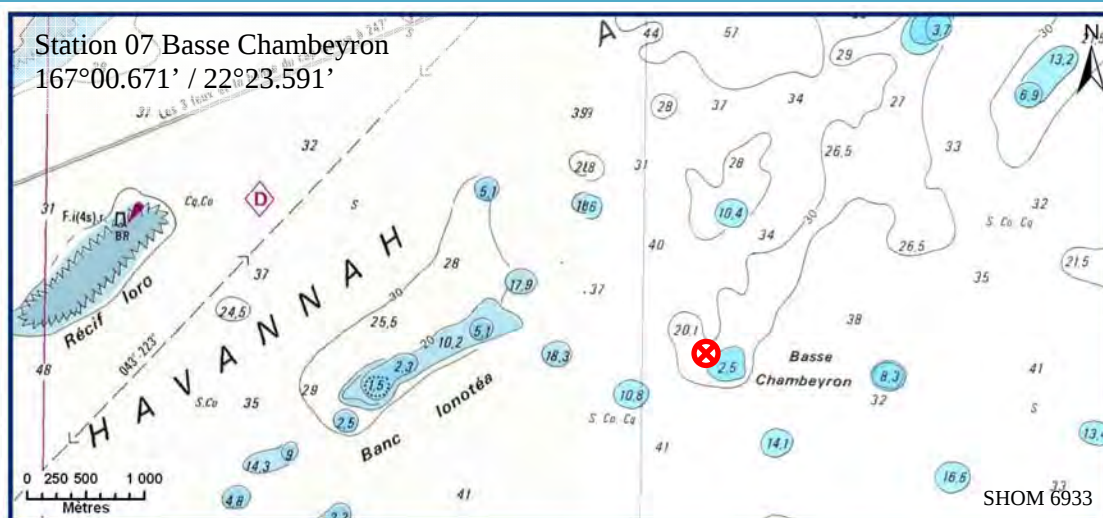


Autres indicateurs :

- Cyanobactéries : recouvrement faible (niveau 2) et en nette diminution pour l'ensemble de la station. Elles colonisent quelques colonies coralliennes mortes en place, les *Acropora* tabulaires et surtout les débris coralliens
- 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 a très nettement augmenté en B&C (développement saisonnier : le recouvrement peut être très important et varie énormément selon les saisons - caractère invasif de septembre à décembre)
- *Cliona* (éponge) : stable

Les corallivores :

- Absence des *Acanthaster planci* et des *Culcita novaeguineae*
- Absence de *Drupella cornus* (présence importante en mars 2015 : niveau 4 en A, modéré niveau 2 en B et absence en C)



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.

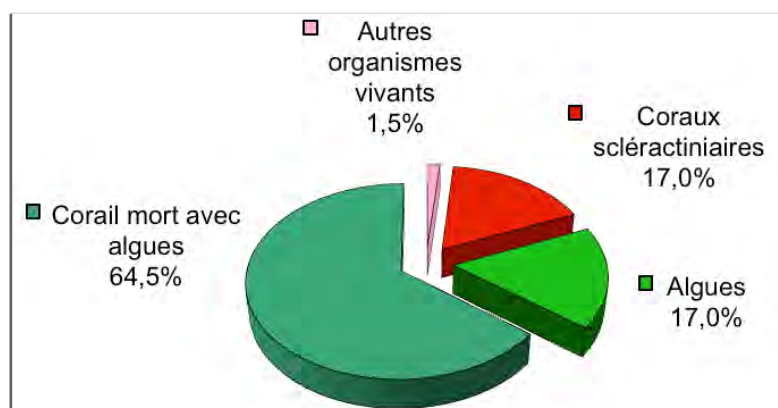


Figure n°50 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST07A

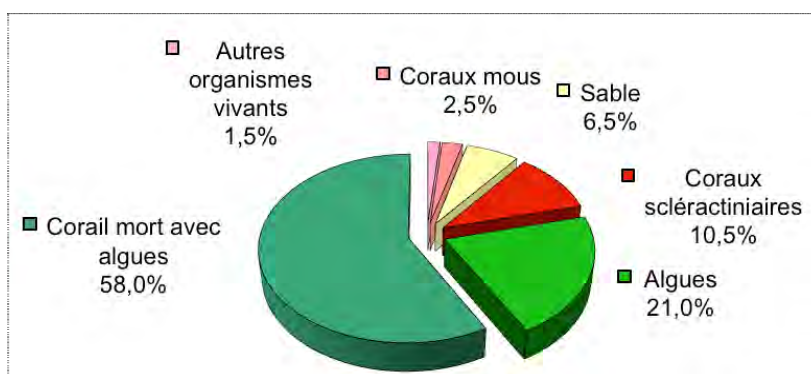


Figure n°51 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST07B

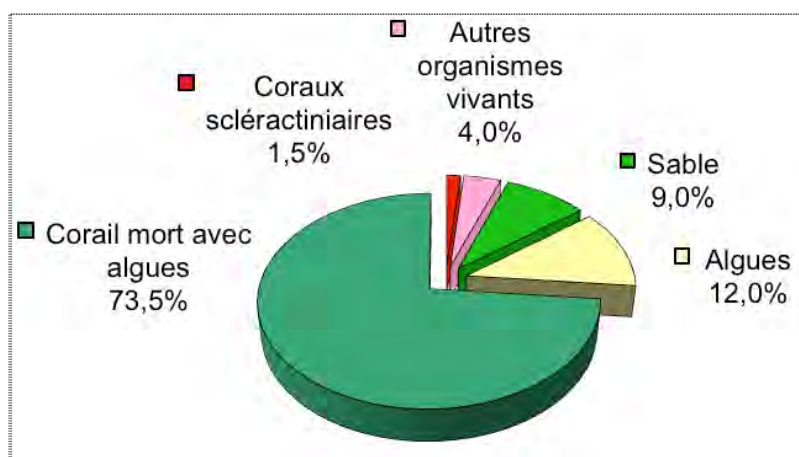


Figure n°52 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST07C

Cette station a un substrat qui est très biotique (100%, puis 93.5% et 91%). 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 17%, 10.5% et 1.5%).

Les cyanobactéries sont totalement absentes pour cette mission.

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 octobre 2015, la richesse spécifique de la station Basse Chambeyron (ST07) est composée de :

- **118 espèces coralliennes** (dont 111 espèces de scléractiniaires, 2 espèces de millépores (branchu et encroûtant), 3 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires).
Les familles scléractiniales (111 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (26 taxons), les Acroporidae (19 taxons), les Mussidae (12 taxons), les Pocilloporidae (10 taxons), les Agaraciidae (8 taxons), les Fungiidae (8 taxons), les Pectiniidae (7 taxons), les Dendrophylliidae (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 18/111 espèces de scléractiniaires (16,2%).
Le blanchissement visuel est de 0,47% de la surface totale observée.
- **53 espèces d'invertébrés** dont 15 espèces de mollusques ; 7 espèces de cnidaires : alcyonaires (5 taxons), hydrozoaires (1 taxon), zoanthaires (1 taxon) ; 18 espèces d'échinodermes : astéries (6 taxons), holothurides (5 taxons), échinides (4 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 7 espèces d'éponges ; 6 espèces d'ascidies.
- **7 espèces de macrophytes** : algues rouges (3 taxons), algues brunes (2 taxons), algues vertes (2 taxons).
- **1 espèce de cyanobactéries**.

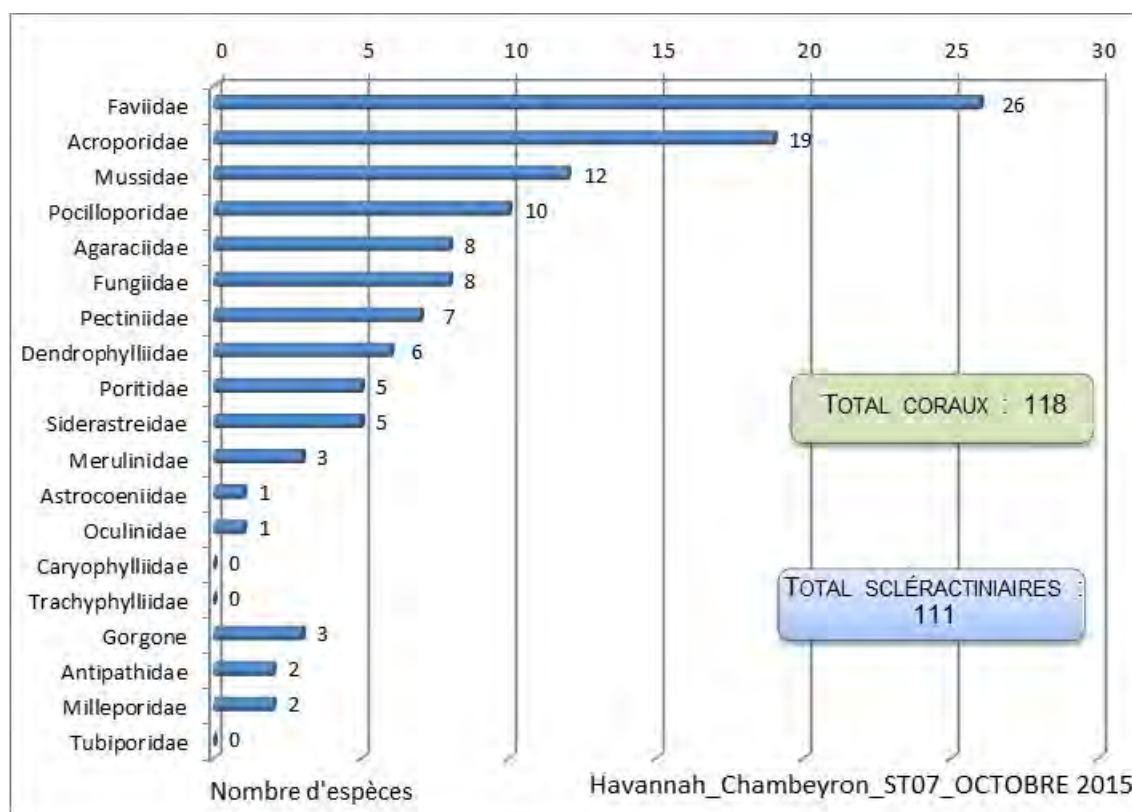


Figure n°53 : Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST07)

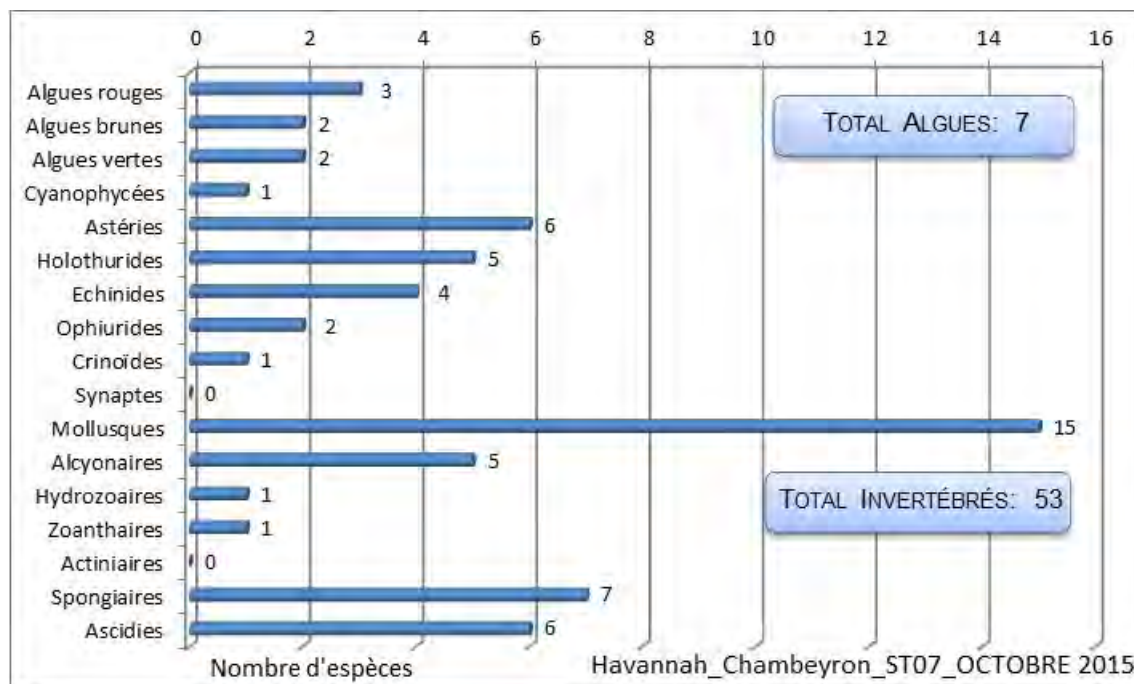


Figure n°54 : Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST07)

4.7.2.1 Benthos Transect 07 A

4.7.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST07A)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST07A est composée de 70 espèces coralliennes dont 69 espèces de scléractiniaires, une espèce de gorgone.

Les familles scléractiniales (69 taxons au sein de 10 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (20 taxons), les Acroporidae (18 taxons), les Pocilloporidae (8 taxons), les Mussidae (7 taxons), les Poritidae (4 taxons), les Agaraciidae (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.

Le blanchissement corallien affecte 15/69 espèces de scléractiniaires (21,7%).

Le blanchissement visuel est de 0,8% de la surface du couloir.

Tableau n°79 : Variations entre mars et octobre 2015 : 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>Scolymia vitiensis</i> (A1), • <i>Seriatopora stellata</i> (A2).	2 espèces : • <i>Leptastrea inaequalis</i> (A2/+ 1), • <i>Merulina ampliata</i> (A2/+ 1).	15 espèces blanchies (21,7%) : > 14 espèces précédemment blanchies (20,3%) : • <i>Acropora</i> (branchu) (2spp.B*, B2), • <i>Acropora</i> (tabulaire) (1spp.B*, B2), • <i>Favia</i> spp. (1spp.B*, B1), • <i>Favites</i> spp. (1spp.B*, B1), • <i>Hydnophora microconos</i> (B2), • <i>Merulina ampliata</i> (B1), • <i>Galaxea fascicularis</i> (B2), • <i>Pocillopora damicornis</i> (B2), • <i>Pocillopora meandrina</i> (B2), • <i>Pocillopora verrucosa</i> (B1), • <i>Seriatopora caliendrum</i> (B1), • <i>Seriatopora hystrix</i> (B1), • <i>Stylophora pistillata</i> (B1) ; > Une seule espèce nouvellement blanchie • <i>Seriatopora stellata</i> (B1, N).
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
2 espèces :	4 espèces :	> 4 espèces ont réintégré leurs zooxanthelles :

•<i>Acropora formosa</i> (A0/-2), •<i>Pocillopora kelleheri</i> (A0/-1).	•<i>Acropora millepora</i> (A1/- 1), •<i>Turbinaria radicalis</i> (A1/- 1), •<i>Pocillopora verrucosa</i> (A2/- 1), •<i>Seriatopora caliendrum</i> (A2/- 1).	•<i>Acropora millepora</i> (B- 1, øß), •<i>Pavona maldivensis</i> (B- 1, øß), •<i>Lobophyllia corymbosa</i> (B- 1, øß), •<i>Pocillopora eydouxi</i> (B- 1, øß) ; > aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître ; > 4 espèces ont vu leur blanchissement se réduire : •<i>Pocillopora verrucosa</i> (ΔB- 1), •<i>Seriatopora caliendrum</i> (ΔB- 1), •<i>Seriatopora hystrix</i> (ΔB- 1), •<i>Stylophora pistillata</i> (ΔB- 1).
---	---	--

4.7.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST07A)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST07A est composée de :

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

Tableau n°80 : Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST07A)

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.	Une espèce d'algue recensée : 1 espèce algues brunes : • <i>Turbinaria ornata</i> (A4/+ 2). Aucune espèce d'algues ne diminue.
Cyanobactéries	
Une espèce de cyanobactéries disparue : • <i>Phormidium</i> sp. (A0/-2)	☒
Cnidaires	
☒	☒
Echinodermes	
2 nouvelles espèces d'échinodermes recensées : > pour les astéries (1 espèce) : • <i>Fromia indica</i> (A2) ; > pour les échinides (1 espèce) : • <i>Diadema savignyi</i> (A1). 4 espèces d'échinodermes disparues : > pour les astéries (-1 espèce) : • <i>Gomophia egyptiaca</i> (A0/-2) > pour les holothurides (-2 espèce) : • <i>Actinopyga palauensis</i> (A0/-1), • <i>Holothuria whitmaei</i> (A0/-1) > pour les ophiurides (-1 espèce) : • <i>Ophiure</i> ind. (A0/-2).	2 espèces d'échinodermes diminuent d'abondance : > pour les astéries (1 espèce) : • <i>Fromia milleporrella</i> (A1/-1) > pour les crinoïdes (1 espèce) : • <i>Crinoïdes</i> ind. (A2/- 1)
Mollusques	
Une nouvelle espèce de mollusques recensée : > pour les bivalves (1 espèce) : • <i>Pedum spondyloideum</i> (A2) 4 espèces de mollusques disparues : > pour les gastéropodes (-4 espèce) : • <i>Charonia tritonis</i> (A0/-1), • <i>Drupella cornus</i> (A0/-4), • <i>Astraea rhodostoma</i> (A0/-2), • <i>Turbo setosus</i> (A0/-2)	☒
Eponges	
☒	☒
Ascidies	
☒	2 espèces d'ascidies diminuent d'abondance : • <i>Polycarpa cryptocarpa</i> (A1/- 1), • <i>Polycarpa nigricans</i> (A2/- 2).
Bryozoaires	
☒	☒



4.7.2.2 Benthos Transect 07 B

4.7.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST07B)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST07B est composée de 90 espèces coralliennes dont 84 espèces de scléractiniaires, 2 espèces de millépores (branchu et encroûtant), 2 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires.

Les familles scléractiniales (84 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (19 taxons), les Acroporidae (11 taxons), les Mussidae (8 taxons), les Pocilloporidae (8 taxons), les Fungiidae (7 taxons), les Agaraciidae (6 taxons), les Pectiniidae (6 taxons), les Dendrophylliidae (5 taxons), les Siderastreidae (5 taxons), les Poritidae (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.

Le blanchissement corallien affecte 12/84 espèces de scléractiniaires (14,3%).

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

Tableau n°81 : Variations entre mars et octobre 2015 : 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)
3 espèces : • <i>Leptoseris hawaiiensis</i> (A1), • <i>Cycloseris cyclolites</i> (A1), • <i>Herpolitha limax</i> (A1).	6 espèces : • <i>Millepora</i> (branchu) (A2/+ 1), • <i>Pavona maldivensis</i> (A2/+ 1), • <i>Goniastrea australensis</i> (A2/+ 1), • <i>Leptastrea inaequalis</i> (A2/+ 1), • <i>Galaxea fascicularis</i> (A3/+ 1), • <i>Stylophora pistillata</i> (A3/+ 1).	12 espèces blanchies (14,3%) : ➢ 12 espèces précédemment blanchies (14,3%) : • <i>Acropora</i> (branchu) (1spp.B*, B2), • <i>Acropora</i> (tabulaire) (1spp.B*, B2), • <i>Fungia</i> spp. (1spp.B*, B1), • <i>Merulina ampliata</i> (B1), • <i>Galaxea fascicularis</i> (B1), • <i>Mycedium elephantotus</i> (B1), • <i>Pectinia lactuca</i> (B1), • <i>Pocillopora damicornis</i> (B1), • <i>Pocillopora meandrina</i> (B1), • <i>Seriatopora caliendrum</i> (B1), • <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
Une seule espèce : • <i>Leptoseris scabra</i> (A0/-1)	4 espèces : • <i>Montipora undata</i> (A1/- 1), • <i>Cyphastrea chalcidicum</i> (A1/- 1), • <i>Pocillopora verrucosa</i> (A2/- 1), • <i>Coscinaraea exesa</i> (A1/- 1).	➢ 5 espèces ont réintégré leurs zooxanthelles : • <i>Pachyseris speciosa</i> (B- 1, øß), • <i>Turbinaria reniformis</i> (B- 1, øß), • <i>Echinopora gemmacea</i> (B- 1, øß), • <i>Hydnophora microconos</i> (B- 1, øß), • <i>Pocillopora verrucosa</i> (B- 1, øß) ; ➢ aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître ; ➢ 4 espèces ont vu leur blanchissement se réduire : • <i>Fungia</i> spp.) (ΔB- 1), • <i>Pocillopora damicornis</i> (ΔB- 1), • <i>Seriatopora hystrix</i> (ΔB- 1), • <i>Stylophora pistillata</i> (ΔB- 1).

4.7.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST07B)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST07B est composée de :

- 44 espèces d'invertébrés dont 14 espèces de mollusques ; 6 espèces de cnidaires : alcyonaires (4 taxons), hydrozoaires (1 taxon), zoanthaires (1 taxon) ; 13 espèces d'échinodermes : astéries (4 taxons), holothurides (4 taxons), échinides (2 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 6 espèces d'éponges ; 5 espèces d'ascidies ;
- 6 espèces de macrophytes : algues rouges (3 taxons), algues vertes (2 taxons), algues brunes (1 taxon) ;
- 1 espèce de cyanobactéries.



Tableau n°82 : Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST07B)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
Une nouvelle espèce d'algue recensée, l'algue rouge : • <i>Trichogloea requienii</i> (A1). Aucune espèce d'algues n'a disparue.	2 espèces d'algues augmentent, dont une espèce algues brunes : • <i>Dictyota</i> sp. (A3/+ 1) et l'algue rouge : • <i>Asparagopsis taxiformis</i> (A4/+ 2). Aucune espèce d'algues ne diminue.
Cyanobactéries	
Une espèce de cyanobactéries disparue : • <i>Symploca hydroides</i> (A0/-2).	Une espèce de cyanobactéries diminue d'abondance : • <i>Phormidium</i> sp. (A2/- 1).
Cnidaires	
Une nouvelle espèce de cnidaires recensée : > pour les alcyonaires (1 espèce) : • <i>Dendronephthya</i> sp. (A1)	☒
Echinodermes	
4 nouvelles espèces d'échinodermes recensées : > pour les astéries (2 espèces) : • <i>Celerina heffernani</i> (A1), • <i>Nardoa gomophia</i> (A1) > pour les holothurides (2 espèces) : • <i>Holothuria atra</i> (A1), • <i>Holothuria fuscopunctata</i> (A1) 2 espèces d'échinodermes disparues : > pour les échinides (-1 espèce) : • <i>Echinometrix diadema</i> (A0/-1) > pour les holothurides (-1 espèce) : • <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 gastéropodes (5 espèces) : • <i>Cerithium</i> sp. (A1), • <i>Conus distans</i> (A1), • <i>Conus virgo</i> (A1), • <i>Latirolagena smaragdula</i> (A2), • <i>Lambis lambis</i> (A1). Une espèce de mollusques disparue : > pour les gastéropodes (-1 espèce) : • <i>Drupella cornus</i> (A0/-2)	☒
Eponges	
Une nouvelle espèce d'éponges recensée : • <i>Hamigera strongylata</i> (A2).	☒
Ascidies	
☒	Une espèce d'ascidies augmente d'abondance : • <i>Polycarpa aurita</i> (A3/+ 1). 2 espèces d'ascidies diminuent d'abondance : • <i>Polycarpa cryptocarpa</i> (A2/- 1), • <i>Polycarpa nigricans</i> (A3/- 1).
Bryozoaires	
☒	☒

4.7.2.3 Benthos Transect 07 C

4.7.2.3.1 Les Scléractiniaires (ST07C)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST07C est composée de 63 espèces coralliennes dont 57 espèces de scléractiniaires, une espèce de millépore (encroûtant), 3 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires. Les familles scléractiniaires (57 taxons au sein de 12 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (10 taxons), les Acroporidae (7 taxons), les Agaraciidae (6 taxons), les Fungiidae (6 taxons), les Mussidae (6 taxons), les Pocilloporidae (6 taxons), les Dendrophylliidae (5 taxons), les Pectiniidae (3 taxons), les Poritidae (3 taxons), les Siderastreidae (3 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 3/57 espèces de scléractiniaires (5,3%).
Le blanchissement visuel est de 0,2% de la surface du couloir.

Tableau n°83 : Variations entre mars et octobre 2015 : 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)
7 espèces : • <i>Briareum stechei</i> (A2), • <i>Leptoseris hawaiiensis</i> (A1), • <i>Goniastrea australensis</i> (A1), • <i>Cycloseris cyclolites</i> (A1), • <i>Fungia</i> spp. (2spp./+1spp.) (A2), • <i>Echinophyllia aspera</i> (A1), • <i>Psammocora profundacella</i> (A1).	Une seule espèce : • <i>Sandalolitha robusta</i> (A2/+ 1)	3 espèces blanchies (5,3%) : > 3 espèces précédemment blanchies (5,3%) : • <i>Acropora</i> (branchu) (1spp.B*, B1), • <i>Acropora</i> (tabulaire) (B1), • <i>Fungia</i> spp. (1spp.B*, B1) ; > Aucune espèce nouvellement blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
2 espèces : • <i>Leptoseris scabra</i> (A0/-1), • <i>Pavona duerdeni</i> (A0/-1).	2 espèces : • <i>Lobophyllia corymbosa</i> (A1/-1), • <i>Seriatopora hystrix</i> (A1/-1).	> une seule espèce a réintégré toutes ses zooxanthelles : • <i>Seriatopora hystrix</i> (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 octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST07C est composée de :

- 33 espèces d'invertébrés dont 5 espèces de mollusques ; 5 espèces de cnidaires : alcyonaires (3 taxons), hydrozoaires (1 taxon), zoanthaires (1 taxon) ; 11 espèces d'échinodermes : holothurides (4 taxons), échinides (3 taxons), ophiurides (2 taxons), astéries (1 taxon), crinoïdes (1 taxon) ; 7 espèces d'éponges ; 5 espèces d'ascidies ;
- 4 espèces de macrophytes : algues rouges (2 taxons), algues brunes (1 taxon), algues vertes (1 taxon) ;
- 1 espèce de cyanobactéries.

Tableau n°84 : Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST07C)

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.	2 espèces d'algues augmentent, dont l'algue rouge : • <i>Asparagopsis taxiformis</i> (A4/+ 2) et l'algue verte : • <i>Codium</i> sp. (A2/+ 1). Aucune espèce d'algues ne diminue.
Cyanobactéries	
Une espèce de cyanobactéries disparue : • <i>Symploca hydroides</i> (A0/-2).	Une espèce de cyanobactéries diminue d'abondance : • <i>Phormidium</i> sp. (A2/- 2).
Cnidaires	
☒	2 espèces de cnidaires augmentent d'abondance : > pour les alcyonaires (2 espèces) : • <i>Sarcophyton</i> sp. (A3/+ 1), • <i>Dendronephthya</i> sp. (A2/+ 1).
Echinodermes	
3 nouvelles espèces d'échinodermes recensées : > pour les échinides (1 espèce) : • <i>Echinometrix diadema</i> (A1) > pour les holothurides (2 espèces) : • <i>Holothuria fuscopunctata</i> (A1), • <i>Stichopus variegatus</i> (A1). 2 espèces d'échinodermes disparues : > pour les astéries (-2 espèce) : • <i>Celerina heffernani</i> (A0/-1), • <i>Nardoa gomophia</i> (A0/-1)	☒
Mollusques	

Une nouvelle espèce de mollusques recensée : > pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Cerithium</i> sp. (A1). Une espèce de mollusques disparue : > pour les bivalves (-1 espèce) : • <i>Hyotissa hyotis</i> (A0/-1)	☒
Eponges	
4 nouvelles espèces d'éponges recensées : • <i>Hamigera strongylata</i> (A1), • <i>Cymbastella cantharella</i> (A1), • <i>Dysidea herbacea</i> (A1), • <i>Spheciospongia vagabunda</i> (A2)	Une espèce d'éponges augmente d'abondance : •Spongiaires ind. (noire) (A3/+ 1).
Ascidies	
☒	Une espèce d'ascidies augmente d'abondance : • <i>Polycarpa clavata</i> (A2/+ 1).
Bryozoaires	
☒	☒

4.7.3 Les poissons (ST07)

La liste des espèces observées¹¹ 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 mata</i>				20	0,20	108,00	20	0,13	39,06	13,33	0,11	49,02
Aca	<i>Acanthurus olivaceus</i>	1	0,01	3,91							0,33	0,00	1,30
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	3	0,04	2,06	4	0,05	1,73				2,33	0,03	1,26
Aca	<i>Naso lopezi</i>				3	0,03	19,65	10	0,07	61,25	4,33	0,03	26,97
Aca	<i>Naso tonganus</i>							3	0,02	46,88	1,00	0,01	15,63
Aca	<i>Naso unicornis</i>							10	0,07	130,18	3,33	0,02	43,39
Aca	<i>Naso vlamingii</i>				2	0,02	15,55				0,67	0,01	5,18
Aca	<i>Zebrasoma scopas</i>	2	0,03	0,67	2	0,03	0,50	3	0,04	0,38	2,33	0,03	0,52
Aca	<i>Zebrasoma veliferum</i>							1	0,01	3,91	0,33	0,00	1,30
Ant	<i>Pseudanthias cooperi</i>	10	0,13	2,50				10	0,13	2,50	6,67	0,08	1,67
Ant	<i>Pseudanthias pascalus</i>	6	0,08	3,30							2,00	0,03	1,10
Ant	<i>Pseudanthias pictilis</i>	30	0,30	6,00				40	0,67	4,57	23,33	0,32	3,52
Ant	<i>Pseudanthias squamipinnis</i>							40	0,50	3,43	13,33	0,17	1,14
Ble	<i>Ecsenius bicolor</i>				1	0,01	0,02				0,33	0,00	0,01
Can	<i>Canthigaster valentini</i>							1	0,01	0,03	0,33	0,00	0,01
Car	<i>Caranx ignobilis</i>							1	0,01	172,80	0,33	0,00	57,60
Cha	<i>Chaetodon citrinellus</i>	2	0,03	0,17							0,67	0,01	0,06
Cha	<i>Chaetodon kleinii</i>	3	0,04	0,26							1,00	0,01	0,09
Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>							2	0,03	0,26	0,67	0,01	0,09
Cha	<i>Chaetodon mertensii</i>	1	0,01	0,13							0,33	0,00	0,04
Cha	<i>Chaetodon pelewensis</i>				2	0,03	0,26				0,67	0,01	0,09
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	3	0,04	0,26	3	0,04	0,26				2,00	0,03	0,17
Cha	<i>Chaetodon trifascialis</i>	2	0,03	0,17	2	0,03	0,17				1,33	0,02	0,11
Cha	<i>Heniochus varius</i>	2	0,03	4,00				2	0,03	7,81	1,33	0,02	3,94
Epi	<i>Cephalopholis urodeta</i>	2	0,03	2,46							0,67	0,01	0,82
Epi	<i>Cromileptes altivelis</i>	1	0,01	31,25	1	0,01	6,75	3	0,04	68,34	1,67	0,02	35,45
Epi	<i>Epinephelus cyanopodus</i>							1	0,00	18,00	0,33	0,00	6,00
Epi	<i>Epinephelus fasciatus</i>	2	0,03	4,00							0,67	0,01	1,33
Epi	<i>Epinephelus maculatus</i>	1	0,01	2,00	2	0,03	4,00				1,00	0,01	2,00
Epi	<i>Epinephelus merra</i>	1	0,01	0,84							0,33	0,00	0,28
Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>							3	0,03	38,40	1,00	0,01	12,80
Lab	<i>Bodianus perditio</i>							1	0,01	3,91	0,33	0,00	1,30
Lab	<i>Gomphosus varius</i>	3	0,04	0,38	3	0,04	0,55				2,00	0,03	0,31
Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>	1	0,01	2,00							0,33	0,00	0,67
Lab	<i>Thalassoma amblycephalum</i>	30	0,30	3,07							10,00	0,10	1,02
Lab	<i>Thalassoma hardwicke</i>	15	0,15	1,54							5,00	0,05	0,51
Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	10	0,10	1,02							3,33	0,03	0,34
Lab	<i>Thalassoma lutescens</i>	9	0,09	0,62							3,00	0,03	0,21
Lab	<i>Thalassoma nigrofasciatum</i>	15	0,15	1,03							5,00	0,05	0,34
Let	<i>Gymnocranius sp</i>							30	0,30	93,75	10,00	0,10	31,25
Let	<i>Lethrinus atkinsoni</i>							1	0,01	10,67	0,33	0,00	3,56
Lut	<i>Lutjanus bohar</i>							1	0,01	16,00	0,33	0,00	5,33
Mic	<i>Ptereleotris evides</i>	5	0,05	0,51							1,67	0,02	0,17
Mul	<i>Parupeneus barberinoides</i>							4	0,05	2,20	1,33	0,02	0,73
Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>				10	0,13	4,32	10	0,13	12,28	6,67	0,08	5,53
Poc	<i>Centropyge bicolor</i>	4	0,05	0,06	3	0,04	0,05	3	0,04	0,16	3,33	0,04	0,09
Poc	<i>Centropyge bispinosa</i>	4	0,05	0,06				2	0,03	0,11	2,00	0,03	0,06
Poc	<i>Centropyge flavissima</i>	5	0,06	0,08	4	0,07	0,17				3,00	0,04	0,08

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



Poc	<i>Centropyge tibicen</i>				4	0,05	0,13	3	0,04	0,09	2,33	0,03	0,07
Poc	<i>Pomacanthus semicirculatus</i>	1	0,01	3,13							0,33	0,00	1,04
Poc	<i>Pomacanthus sexstriatus</i>	1	0,01	8,98							0,33	0,00	2,99
Poc	<i>Pygoplites diacanthus</i>							1	0,01	0,68	0,33	0,00	0,23
Pom	<i>Amphiprion chrysopterus</i>				5	0,06	0,27				1,67	0,02	0,09
Pom	<i>Chromis fumea</i>	30	0,30	0,38	100	0,83	1,07	60	0,60	1,50	63,33	0,58	0,98
Pom	<i>Chromis viridis</i>	60	0,60	0,77	50	0,50	0,64				36,67	0,37	0,47
Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>	10	0,17	0,09	15	0,19	0,24	25	0,25	0,32	16,67	0,20	0,22
Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>	50	0,83	0,45	30	0,30	0,16	50	0,50	0,64	43,33	0,54	0,42
Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>	10	0,10	0,13	10	0,13	0,16				6,67	0,08	0,10
Pom	<i>Stegastes aureus</i>				5	0,06	0,27				1,67	0,02	0,09
Sca	<i>Cetoscarus ocellatus</i>	1	0,01	6,75							0,33	0,00	2,25
Sca	<i>Chlorurus microrhinos</i>							2	0,01	26,04	0,67	0,00	8,68
Sca	<i>Scarus forsteni</i>	2	0,03	4,00				2	0,03	7,81	1,33	0,02	3,94
Sca	<i>Scarus globiceps</i>	1	0,01	6,75							0,33	0,00	2,25
Sca	<i>Scarus schlegeli</i>							5	0,04	9,87	1,67	0,01	3,29
Sco	<i>Scomberomorus commerson</i>							1	0,01	171,48	0,33	0,00	57,16
Sig	<i>Siganus fuscescens</i>							40	0,33	92,16	13,33	0,11	30,72
Total		339	3,95	105,77	281	2,84	164,90	391	4,15	1047,46	337,00	3,65	439,38
Biodiversité		38			23			34			66		
Indice de Shannon =		4,475											
Equitabilité =		0,740											

Sur l'ensemble des transects de la station, 1 011 individus appartenant à 66 espèces différentes ont pu être observés. Ils représentent une densité de 3.65 poissons/m² pour une biomasse de 439.38 g/m².

111 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 mata</i>	Epi	<i>Cephalopholis miniata</i>	Mul	<i>Parupeneus multifasciatus</i>
Aca	<i>Acanthurus olivaceus</i>	Epi	<i>Cephalopholis urodeta</i>	Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>
Aca	<i>Acanthurus pyroferus</i>	Epi	<i>Cromileptes altivelis</i>	Pin	<i>Parapercis cylindrica</i>
Aca	<i>Acanthurus xanthopterus</i>	Epi	<i>Epinephelus cyanopodus</i>	Poc	<i>Centropyge bicolor</i>
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	Epi	<i>Epinephelus fasciatus</i>	Poc	<i>Centropyge bispinosa</i>
Aca	<i>Naso lopezi</i>	Epi	<i>Epinephelus maculatus</i>	Poc	<i>Centropyge flavissima</i>
Aca	<i>Naso tonganus</i>	Epi	<i>Epinephelus merra</i>	Poc	<i>Centropyge tibicen</i>
Aca	<i>Naso unicornis</i>	Epi	<i>Plectropomus laevis</i>	Poc	<i>Pomacanthus semicircularatus</i>
Aca	<i>Naso vlamingii</i>	Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>	Poc	<i>Pomacanthus sexstriatus</i>
Aca	<i>Zebrasoma scopas</i>	Hae	<i>Plectorhynchus chaetodonoides</i>	Poc	<i>Pygoplites diacanthus</i>
Aca	<i>Zebrasoma veliferum</i>	Hol	<i>Sargocentron ensifer</i>	Pom	<i>Amblyglyphidodon curacao</i>
Ant	<i>Pseudanthias cooperi</i>	Lab	<i>Anampses femininus</i>	Pom	<i>Amphiprion chrysopterus</i>
Ant	<i>Pseudanthias pascalus</i>	Lab	<i>Anampses neoguinaicus</i>	Pom	<i>Chromis fumea</i>
Ant	<i>Pseudanthias pictilis</i>	Lab	<i>Bodianus axillaris</i>	Pom	<i>Chromis iomelas</i>
Ant	<i>Pseudanthias squamipinnis</i>	Lab	<i>Bodianus perditio</i>	Pom	<i>Chromis leucura</i>
Apo	<i>Cheilodipterus macrodon</i>	Lab	<i>Coris aygula</i>	Pom	<i>Chromis margaritifer</i>
Apo	<i>Ostorhinchus aureus</i>	Lab	<i>Coris dorsomacula</i>	Pom	<i>Chromis viridis</i>
Bal	<i>Sufflamen fraenatus</i>	Lab	<i>Gomphosus varius</i>	Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>
Ble	<i>Ecsenius bicolor</i>	Lab	<i>Halichoeres hortulanus</i>	Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	Lab	<i>Halichoeres prosopion</i>	Pom	<i>Plectroglyphidodon johnstonianus</i>
Can	<i>Canthigaster valentini</i>	Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>	Pom	<i>Plectroglyphidodon lacrymatus</i>
Car	<i>Caranx ignobilis</i>	Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>	Pom	<i>Pomacentrus lepidogenys</i>



Cha	<i>Chaetodon baronessa</i>	Lab	<i>Labropsis australis</i>	Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>
Cha	<i>Chaetodon citrinellus</i>	Lab	<i>Macropharyngodon meleagris</i>	Pom	<i>Pomacentrus nagasakiensis</i>
Cha	<i>Chaetodon kleinii</i>	Lab	<i>Stethojulis strigiventer</i>	Pom	<i>Stegastes aureus</i>
Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	Lab	<i>Thalassoma amblycephalum</i>	Pom	<i>Stegastes gascoynei</i>
Cha	<i>Chaetodon mertensii</i>	Lab	<i>Thalassoma hardwicke</i>	Sca	<i>Cetoscarus ocellatus</i>
Cha	<i>Chaetodon pelewensis</i>	Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	Sca	<i>Chlorurus microrhinos</i>
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	Lab	<i>Thalassoma lutescens</i>	Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>
Cha	<i>Chaetodon trifascialis</i>	Lab	<i>Thalassoma nigrofasciatum</i>	Sca	<i>Scarus forsteni</i>
Cha	<i>Chaetodon vagabundus</i>	Let	<i>Gymnocranius sp</i>	Sca	<i>Scarus globiceps</i>
Cha	<i>Heniochus acuminatus</i>	Let	<i>Lethrinus atkinsoni</i>	Sca	<i>Scarus niger</i>
Cha	<i>Heniochus varius</i>	Lut	<i>Lutjanus bohar</i>	Sca	<i>Scarus schlegeli</i>
Cir	<i>Paracirrhites arcatus</i>	Mic	<i>Nemateleotris magnifica</i>	Sco	<i>Scomberomorus commerson</i>
Cir	<i>Paracirrhites forsteri</i>	Mic	<i>Ptereleotris evides</i>	Sig	<i>Siganus fuscescens</i>
Epi	<i>Anypserodon leucogrammicus</i>	Mic	<i>Ptereleotris microlepis</i>	Sig	<i>Siganus punctatus</i>
Epi	<i>Cephalopholis argus</i>	Mul	<i>Parupeneus barberinoides</i>	Syn	<i>Synodus variegatus</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](#).

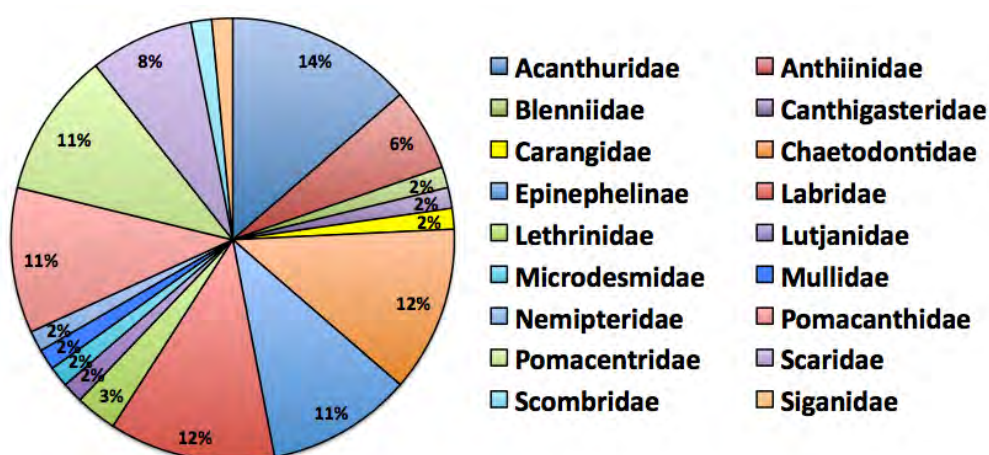


Figure n°55 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST07)

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	χ^2 à 0,95	nb de familles
« Les colonnes sont elles identiques ? »	χ^2	262	294	357	18/22

Tableau n°88 : *Nombre d'espèces par famille ichtyologique 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
Acanthuridae	3	3	5	5	3	6	8	8	7	9	8	9	15	9	9
Anthiinae	0	3	1	0	1	0	0	1	0	0	0	2	3	3	4
Balistidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Blenniidae	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1
Caesionidae	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Canthigasteridae	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
Carangidae	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Carcharhinidae	1	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chaetodontidae	4	9	4	8	7	6	6	6	5	5	5	3	6	10	8
Epinephelinae	2	3	5	5	5	5	1	1	8	4	4	2	8	8	7
Haemulidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
Labridae	6	6	4	7	6	11	10	11	10	10	7	5	8	10	8
Lethrinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
Lutjanidae	0	0	0	1	1	2	0	0	2	1	1	0	1	0	1
Microdesmidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
Mullidae	2	1	0	0	1	1	1	1	4	0	2	2	2	2	1
Nemipteridae	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
Pomacentridae	4	6	2	7	6	6	7	8	5	7	7	7	6	8	7
Pseudochromidae	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Scaridae	5	5	4	5	4	5	2	2	4	2	5	3	4	7	5
Scombridae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0		1
Siganidae	1	1	0	1	0	0	1	0	3	0	1	0	0	2	1
Total espèces	33	44	29	45	38	55	43	44	52	46	52	43	64	70	66
Total familles	12	13	10	12	11	14	13	12	11	11	16	14	14	14	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 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
2015 b	Transect A	339,00	3,95	105,77	38		
	Transect B	281,00	2,84	164,90	23		
	Transect C	391,00	4,15	1 047,46	34		
	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	53	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	55	58	97
2010 b	Moy. ABC	178	1,79	103,51	38	61	86
2010 a	Moy. ABC	79,67	2,66	84,96	45	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	33	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 ichtyologiques depuis 2007 (ST07)

	Nb ind.	Densité	Biom.	Biodiv.1	Biodiv.2	Biodiv.3
Variance	8 724,96	0,71	4 283 169,60	138,10	246,78	264,74
Ecart type	93,41	0,84	2 069,58	11,75	15,71	16,27
Moyenne	174,13	2,14	780,92	48,33	63,93	100,20
Coef. de Var.	0,54	0,39	2,65	0,24	0,25	0,16

Commentaires :

- La densité est la plus forte de la série.
- La valeur de la biomasse est moyenne. Elle est due à quelques *Naso* (*N. tonganus* et *N. unicornis*) éloignés des transects, une Baoum (*Caranx ignobilis*) curieuse, une loche truite (*Cromileptes altivelis*) et un Bossu (*Gymnocranius* sp.).
- Le pic d'abondance de mars 2011 est dû à la présence de Sprats (*Spratelloides gracilis*) qui ont créé une concentration de prédateurs frénétiques. Quant aux pics d'octobre 2013 et 2014, ils n'existeraient sans doute pas si le transect avait été réalisé dans l'autre sens (cf. [annexe 03](#)).
- Les valeurs des paramètres des biodiversités 1 et 2 sont fortes. La biodiversité 3 est toujours moyenne plus.

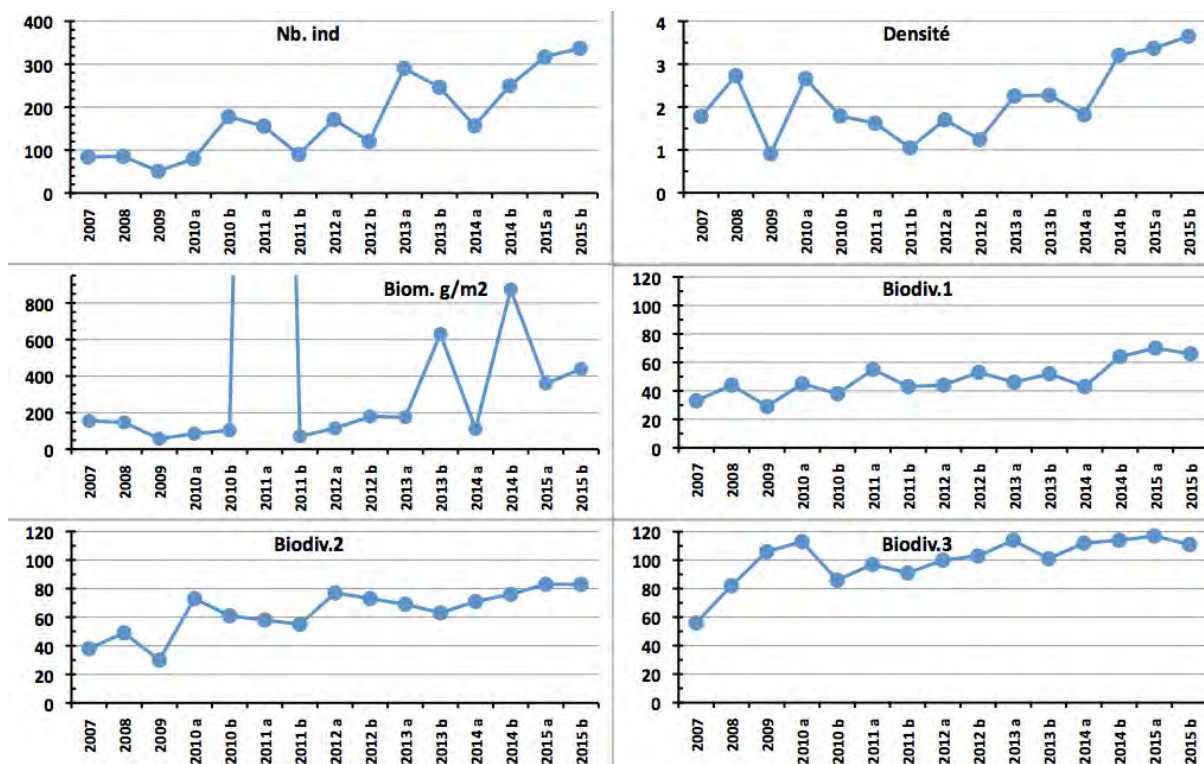


Figure n°56 : Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST07)

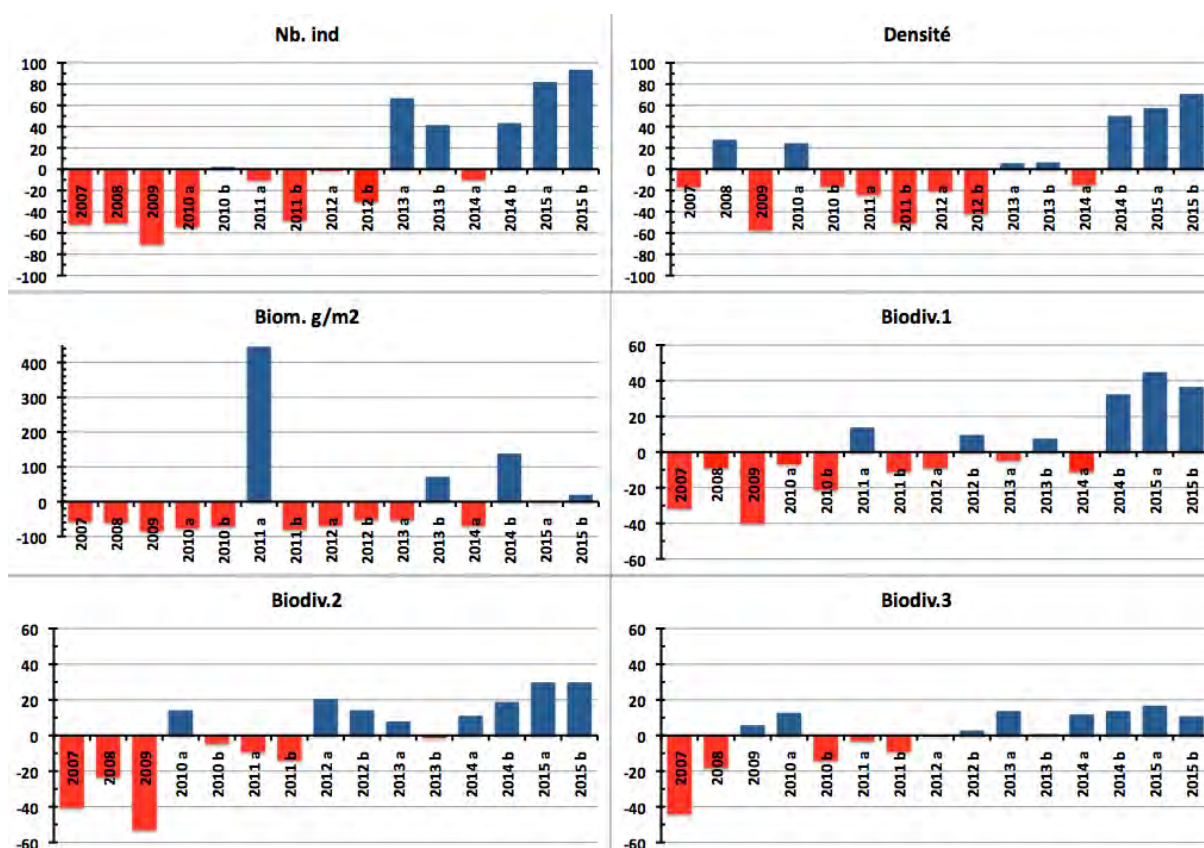


Figure n°57 : Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST07)



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 julliinei*) sont relativement bien développées et colonisent les débris coralliens et les colonies coralliennes vivantes
- ↪ **Dégradations importantes depuis la mission de mars 2011 puis avril 2013 :**
 - accentuées par les tempêtes tropicales (Vania, Zelia et Fréda)
 - 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
 - Désormais la richesse corallienne augmente avec la présence de colonies juvéniles
 - Le dépôt sédimentaire est toujours soutenu

Variations entre mars et octobre 2015

Indicateur Corail :



- La biodiversité corallienne est en légère augmentation (résilience lente du récif dégradé) :

Mars 2015 : 102 espèces dont 95 espèces scléractiniaires

Octobre 2015 : 104 espèces coralliennes dont 97 espèces scléractiniaires

- Présence de colonies coralliennes juvéniles en A et B

- Présence de nouvelles espèces coralliennes en B caractérisant un milieu contraint par la turbidité et les courants de marée (la diversité reste faible en B avec 50 espèces)

- Le recouvrement corallien est de 26 % au transect A et 3.5 % en B

- Le blanchissement a fortement diminué (voir quasi absent), il se manifestait sur des colonies isolées (surtout en A par l'hydrodynamisme) :

Mars 2015 : 22/95 espèces de scléractiniaires et 1.35% de la surface totale observée

Octobre 2015 : 1/97 espèces de scléractiniaires et 0.13% de la surface totale observée

- **Lésions coralliennes** : Les colonies coralliennes montrant auparavant les signes distinctifs de mauvais état de santé sont pour la plupart mortes en place en octobre 2014 (maladie de la bande blanche et perte de tissu)

La maladie de la tache noire (hypermycose endolithique) ne paraît pas être une cause de mortalité. Cette lésion persiste sur les colonies massives et encroûtantes (A > B)

En B, les anomalies de croissance de la colonie de *Porites* plurimétrique sont toujours importantes mais évoluent peu. En mars 2015, cette colonie de *Porites* montrait également un blanchissement sur 1 m², désormais les zooxanthelles ont réintégré les polypes

- Perturbations sédimentaires : dépôts sédimentaires sur de nombreuses colonies coralliennes pouvant entraîner des nécroses ou perte de tissu voir hypermycose endolithique. La sédimentation augmente ostensiblement sur l'ensemble du récif frangeant compris entre les deux baies de Port Boisé et de Kwé

- Dégradations mécaniques en A : colonies coralliennes retournées et/ou arrachées (suite aux dépressions/cyclones puis dernièrement par Pam en mars 2015)

Autres indicateurs :

- Cyanobactéries : recouvrement est en diminution en A (niveau 2) et devient très important en B (niveau 4). Elles colonisent principalement le substrat vaso-sableux, 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 est modéré et reste stable

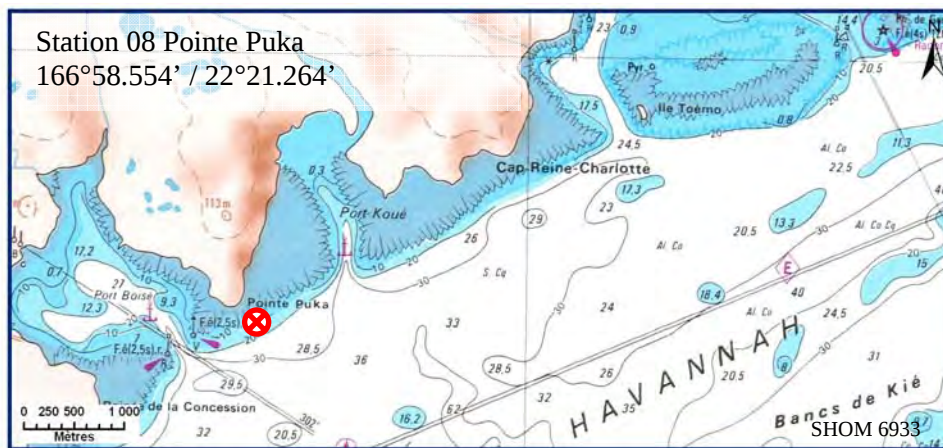
- Algue rouge *Asparagopsis taxiformis* : le recouvrement a nettement augmenté en A (niveau 5) et reste modéré en B (développement saisonnier : le recouvrement peut être très important et varie énormément selon les saisons - caractère invasif de septembre à décembre)

- *Cliona* (éponge) : stable et légère diminution en B

Les corallivores :

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

- Absence de *Drupella cornus* (diminution depuis mars 2015 : abondance modérée et stable niveau 2 en A)



Carte n°10 : Localisation de la station 08 (Pointe Puka)

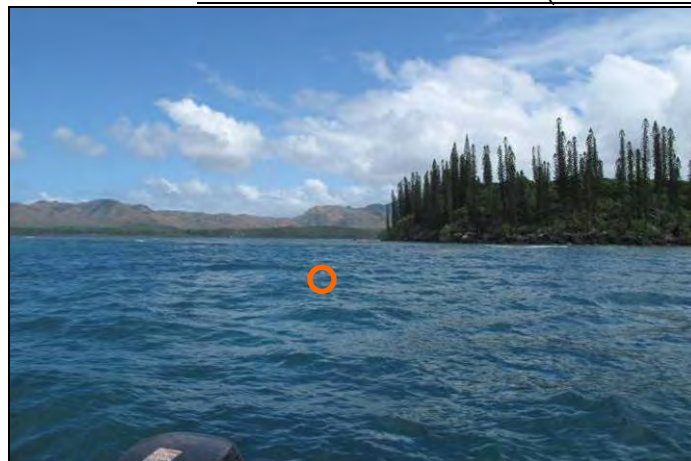
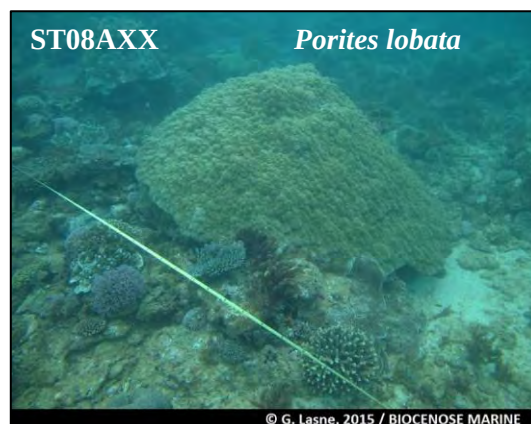


Photo n°22 : Position en surface par rapport à la côte (ST08)



Sédimentation de particules fines terrigènes importante, développement de cyanobactéries, turf algal et maladies coralliennes (anomalies de croissance, maladies de la bande blanche et de la tâche noire)

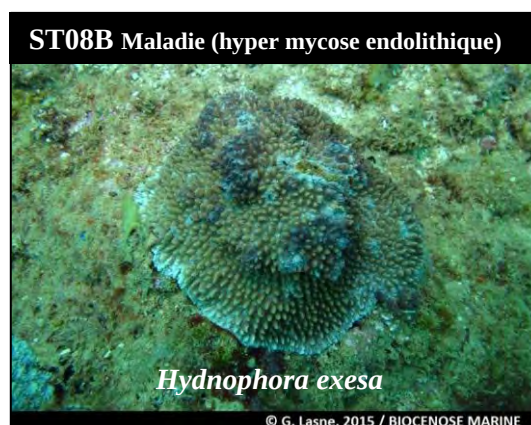
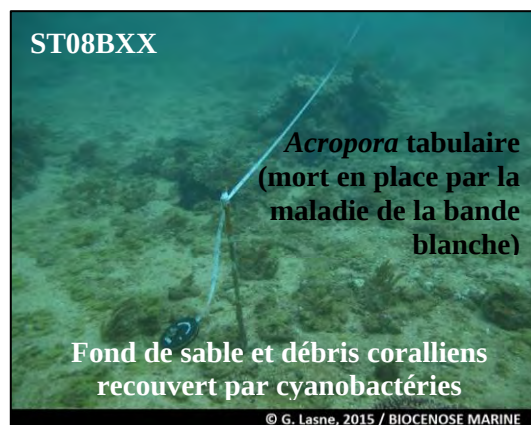


Photo n°23 : Vue d'ensemble des transects (ST08)

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.

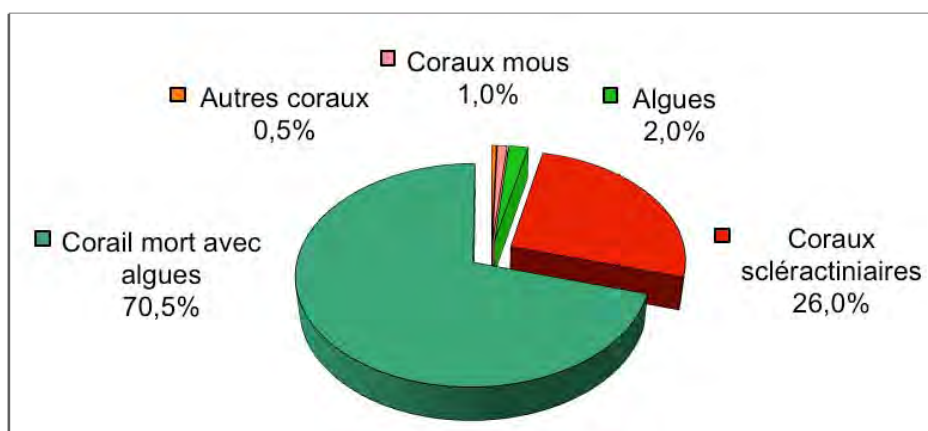


Figure n°58 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST08A

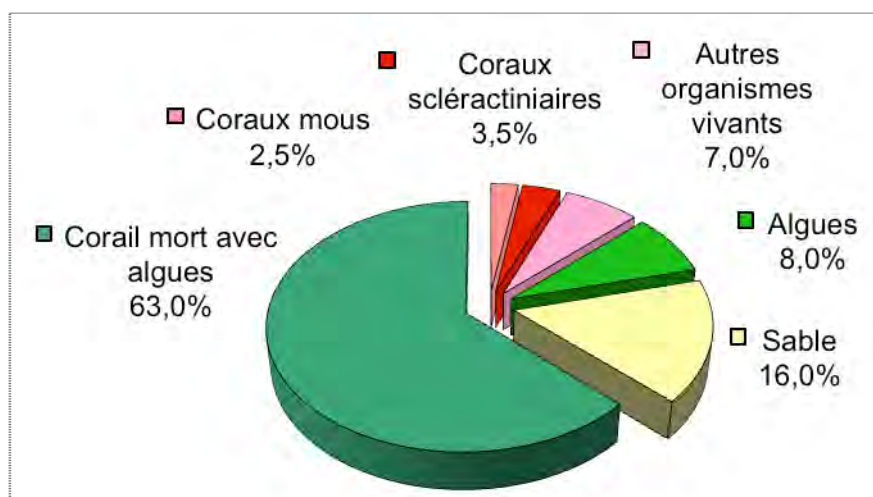


Figure n°59 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST08B

Le substrat du transect haut est composé d'une large part de coraux morts recouverts d'algues (70.5%) avec un bon taux de coraux scléactiniaires vivants (26%). Il présente pour cette mission 100% de recouvrement biotique. Sur le transect B, il y a à nouveau inversion des dominances avec retour des coraux morts recouverts d'algues (63% vs 16%) au détriment du sable (16% vs 70.5%) ce qui fait que le substrat est majoritairement abiotique (84%) pour cette mission (similaire à octobre 2014). Ce transect ne possède que 3.5% de coraux scléactiniaires. **Les cyanobactéries sont totalement absentes pour cette mission.**

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 octobre 2015, la richesse spécifique de la station Puka (ST08) 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 scléractiniales (97 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (25 taxons), les Acroporidae (18 taxons), les Agaraciidae (7 taxons), les Fungiidae (7 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 (4 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 1/97 espèces de scléractiniaires (1%).
Le blanchissement visuel est de 0,13% de la surface totale observée.
- **46 espèces d'invertébrés** dont 15 espèces de mollusques ; 11 espèces de cnidaires : alcyonaires (6 taxons), actiniaires (3 taxons), hydrozoaires (1 taxon), zoanthaires (1 taxon) ; 11 espèces d'échinodermes : astéries (5 taxons), holothurides (3 taxons), crinoïdes (1 taxon), échinides (1 taxon), ophiurides (1 taxon) ; 5 espèces d'éponges ; 4 espèces d'ascidies.
- **8 espèces de macrophytes** : algues rouges (3 taxons), algues vertes (3 taxons), algues brunes (2 taxons).
- **2 espèces de cyanobactéries**

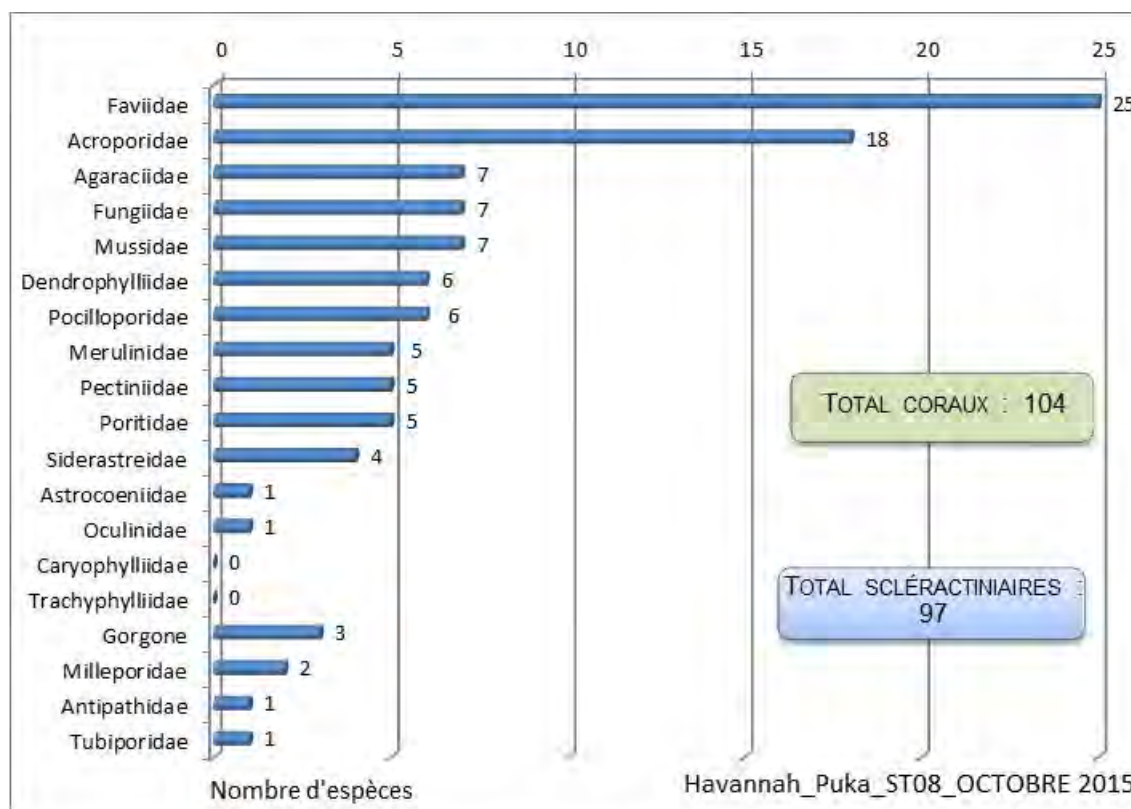


Figure n°60 : Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST08)

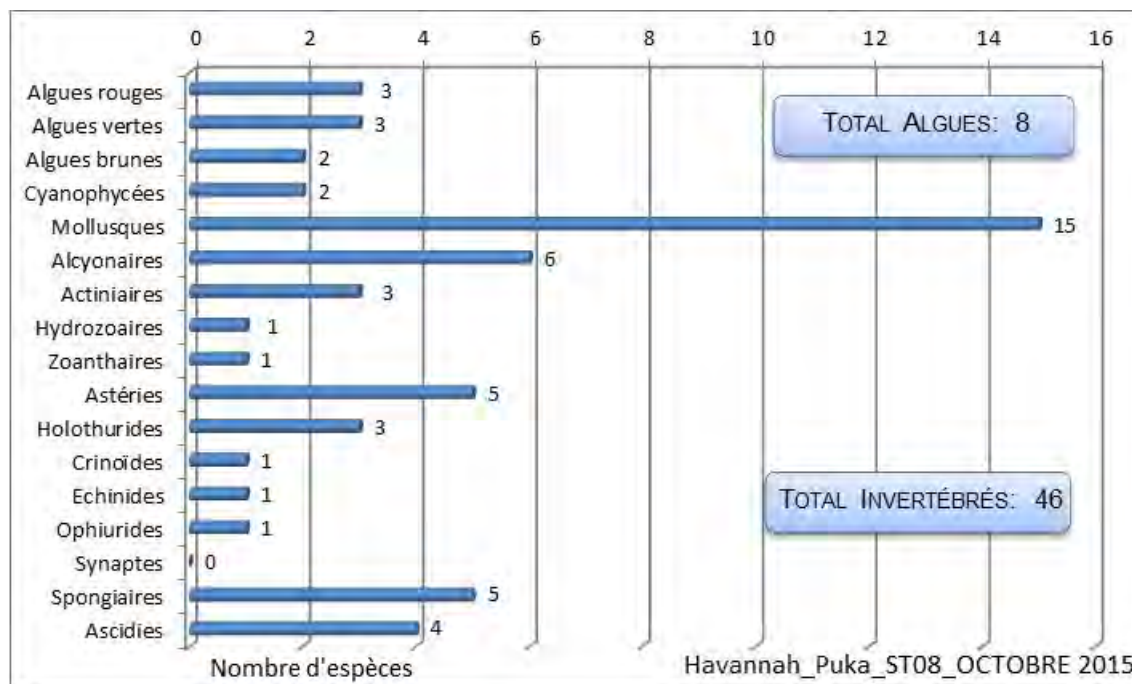


Figure n°61 : Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST08)

4.8.2.1 Benthos Transect 08 A

4.8.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST08A)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST08A est composée de 101 espèces coralliennes dont 94 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 (94 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 Agaraciidae (7 taxons), les Fungiidae (7 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 (4 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.

Tableau n°91 : Variations entre mars et octobre 2015 : 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)
4 espèces : • <i>Astreopora explanata</i> (A1), • <i>Pavona cactus</i> (A1), • <i>Favia</i> spp. (3spp./+1spp.) (A2), • <i>Herpolitha limax</i> (A1).	11 espèces : • <i>Acropora</i> (tabulaire) (2spp., A4/+ 1), • <i>Pavona decussata</i> (A2/+ 1), • <i>Barabattoia amicum</i> (A3/+ 1), • <i>Caulastrea furcata</i> (A2/+ 1), • <i>Fungia</i> spp. (3spp., A3/+ 1), • <i>Acanthastrea echinata</i> (A3/+ 1), • <i>Mycedium elephantotus</i> (A2/+ 1), • <i>Psammocora superficialis</i> (A2/+ 1).	Aucune espèce blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
2 espèces : • <i>Lobophyllia pachysepta</i> (A0/-1), • <i>Alveopora</i> sp. (A0/-1).	Une seule espèce : • <i>Astreopora myriophthalma</i> (A1/- 1)	> toutes les espèces (22 taxons) ont réintégré leurs zooxanthelles : • <i>Acropora</i> spp. (branchu)(-2spp.B*)(B- 2, øß), • <i>Acropora</i> spp. (tabulaire)(-1spp.B*)(B- 2, øß), • <i>Astreopora gracilis</i> (B- 1, øß), • <i>Montipora</i> spp. (-2spp.B*)(B- 2, øß),

•*Turbinaria mesenterina* (B- 1, øß), •*Turbinaria reniformis* (B- 1, øß), •*Echinopora lamellosa* (B- 1, øß), •*Merulina ampliata* (B- 1, øß), •*Lobophyllia corymbosa* (B- 1, øß), •*Galaxea fascicularis* (B- 2, øß), •*Mycedium elephantotus* (B- 1, øß), •*Pectinia lactuca* (B- 1, øß), •*Pocillopora damicornis* (B- 2, øß), •*Pocillopora eydouxi* (B- 1, øß), •*Pocillopora verrucosa* (B- 1, øß), •*Seriatopora caliendrum* (B- 2, øß), •*Seriatopora hystrix* (B- 2, øß), •*Stylophora pistillata* (B- 2, øß), •*Porites lichen* (B- 1, øß) ;
 ➤ aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître ni se réduire.

4.8.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST08A)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST08A est composée de :

- 39 espèces d'invertébrés dont 13 espèces de mollusques ; 9 espèces de cnidaires : alcyonaires (6 taxons), actiniaires (1 taxon), hydrozoaires (1 taxon), zoanthaires (1 taxon) ; 8 espèces d'échinodermes : astéries (4 taxons), crinoïdes (1 taxon), échinides (1 taxon), holothurides (1 taxon), ophiurides (1 taxon) ; 5 espèces d'éponges ; 4 espèces d'ascidies ;
- 8 espèces de macrophytes : algues rouges (3 taxons), algues vertes (3 taxons), algues brunes (2 taxons) ;
- 2 espèces de cyanobactéries,

Tableau n°92 : Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST08A)

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>Neomeris vanbosseae</i> (A0/-2)	Une espèce d'algue recensée : l'algue rouge : • <i>Asparagopsis taxiformis</i> (A5/+ 2). Aucune espèce d'algues ne diminue.
Cyanobactéries	
☒	Une espèce de cyanobactéries diminue d'abondance : • <i>Phormidium</i> sp. (A2/- 2).
Cnidaires	
☒	☒
Echinodermes	
3 espèces d'échinodermes disparues : ➤ pour les astéries (-1 espèce) : • <i>Gomophia egyptiaca</i> (A0/-2) ➤ pour les holothurides (-2 espèce) : • <i>Actinopyga palauensis</i> (A0/-1), • <i>Holothuria fuscopunctata</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 (2 espèces) : • <i>Tridacna maxima</i> (A1), • <i>Tridacna squamosa</i> (A1) ; ➤ pour les nudibranches (1 espèce) : • <i>Risbecia tryoni</i> (A2) Une espèce de mollusques disparue : ➤ pour les gastéropodes (-1 espèce) : • <i>Drupella cornus</i> (A0/-2)	Une espèce de mollusques augmente d'abondance : ➤ pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Latirolagena smaragdula</i> (A2/+ 1).
Eponges	
Une espèce d'éponges disparue : •Spongiaires ind. (orange) (A0/-2)	☒
Ascidies	
Une espèce d'ascidies disparue : • <i>Polycarpa</i> sp1. (blanche) (A0/-2)	Une espèce d'ascidies diminue d'abondance : • <i>Polycarpa nigricans</i> (A2/- 3).
Bryozoaires	
☒	☒



4.8.2.2 Benthos Transect 08 B

4.8.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST08B)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST08B est composée de 50 espèces coralliennes dont 46 espèces de scléractiniaires, une espèce de millépore (encroûtant), 2 espèces de gorgones, une espèce de stolonifère.

Les familles scléractiniaires (46 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (15 taxons), les Acroporidae (10 taxons), les Mussidae (4 taxons), les Fungiidae (3 taxons), les Pocilloporidae (3 taxons), les Agaraciidae (2 taxons), les Dendrophylliidae (2 taxons), les Poritidae (2 taxons), les Astrocoeniidae (1 taxon), les Merulinidae (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 1/46 espèces de scléractiniaires (2,2%).

Le blanchissement visuel est de 0,25% de la surface du couloir.

Ce récif est perturbé depuis mars 2011, de nombreuses colonies montrent les signes distinctifs de mauvais état de santé.

Tableau n°93 : Variations entre mars et octobre 2015 : 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)
7 espèces : • <i>Astreopora explanata</i> (A1), • <i>Turbinaria mesenterina</i> (A1), • <i>Echinopora gemmacea</i> (A1), • <i>Favia</i> spp. (2spp./+1spp.) (A2), • <i>Favites</i> spp. (2spp./+1spp.) (A2), • <i>Polyphyllia talpina</i> (A1), • <i>Hydnophora exesa</i> (A1).	3 espèces : • <i>Isopora palifera</i> (A2/+ 1), • <i>Cycloseris</i> sp. (A2/+ 1), • <i>Scolymia vitiensis</i> (A2/+ 1).	Une seule espèce blanchie (2,2%) : ➢ Aucune espèce précédemment blanchie. ➢ Une seule espèce nouvellement blanchie • <i>Hydnophora exesa</i> (B1, N).
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
4 espèces : • <i>Cirripathes</i> sp. (A0/-1), • <i>Millepora</i> (branchu) (A0/-1), • <i>Platygyra pini</i> (A0/-1), • <i>Fungia</i> spp. (1spp./-1spp.A2/-0).	2 espèces : • <i>Acropora</i> (tabulaire) (A2/- 1), • <i>Lobophyllia corymbosa</i> (A1/- 1).	➢ toutes les espèces (4 taxons) ont réintégré leurs zooxanthelles : • <i>Acropora</i> spp. (branchu) (-1spp.B*) (B- 1, øß), • <i>Acropora</i> spp. (tabulaire) (B- 1, øß), • <i>Stylophora pistillata</i> (B- 1, øß), • <i>Porites lobata</i> (B- 2, 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 octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST08B est composée de :

-31 espèces d'invertébrés dont 8 espèces de mollusques ; 5 espèces de cnidaires : alcyonaires (2 taxons), actiniaires (2 taxons), hydrozoaires (1 taxon) ; 9 espèces d'échinodermes : astéries (5 taxons), holothurides (3 taxons), ophiurides (1 taxon) ; 5 espèces d'éponges ; 4 espèces d'ascidies ;

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

- 2 espèces de cyanobactéries.

Tableau n°94 : Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST08B)

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>Neomeris vanbosseae</i> (A0/-2).	Une espèce d'algue recensée : l'algue rouge : • <i>Asparagopsis taxiformis</i> (A3/+ 1). Aucune espèce d'algues ne diminue.
Cyanobactéries	



☒	Une espèce de cyanobactéries augmente d'abondance : • <i>Phormidium</i> sp. (A4/+ 2).
Cnidaires	
2 espèces de cnidaires disparues : > pour les alcyonaires (-1 espèce) : • <i>Chironephthya</i> sp. (A0/-1) > pour les zoanthaires (-1 espèce) : • <i>Palythoa</i> sp. (A0/-2).	☒
Echinodermes	
Une espèce d'échinodermes disparue : > pour les crinoïdes (-1 espèce) : •Crinoïdes ind. (A0/-2).	Une espèce d'échinodermes augmente d'abondance : > pour les astéries (1 espèce) : • <i>Nardoa gomophia</i> (A2/+1) Une espèce d'échinodermes diminue d'abondance : > pour les astéries (1 espèce) : • <i>Linckia multifora</i> (A1/- 1)
Mollusques	
Une nouvelle espèce de mollusques recensée : > pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Lambis lambis</i> (A1). Une espèce de mollusques disparue : > pour les bivalves (-1 espèce) : • <i>Pteria</i> sp. (A0/-2).	☒
Eponges	
Une espèce d'éponges disparue : • <i>Clathria rugosa</i> (A0/-2).	Une espèce d'éponges diminue d'abondance : • <i>Cliona orientalis</i> (A2/-1)
Ascidies	
Une espèce d'ascidies disparue : • <i>Polycarpa</i> sp1. (blanche) (A0/-2).	Une espèce d'ascidies augmente d'abondance : • <i>Polycarpa cryptocarpa</i> (A2/+ 1). Une espèce d'ascidies diminue d'abondance : • <i>Polycarpa nigricans</i> (A2/- 2).
Bryozoaires	
☒	☒

4.8.3 Les poissons (ST08)

La liste des espèces observées¹² 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 blochii</i>				1	0,01	0,82	0,50	0,00	0,41
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	3	0,03	1,32				1,50	0,02	0,66
Aca	<i>Zebbrasoma veliferum</i>				1	0,01	0,37	0,50	0,00	0,18
Cae	<i>Pterocaesio pisang</i>	20	0,20	23,33				10,00	0,10	11,66
Cha	<i>Chaetodon baronessa</i>	2	0,02	0,40				1,00	0,01	0,20
Cha	<i>Chaetodon pelewensis</i>	2	0,02	0,40				1,00	0,01	0,20
Lab	<i>Bodianus loxozonus</i>				1	0,01	1,60	0,50	0,01	0,80
Lab	<i>Bodianus perditio</i>				1	0,01	0,98	0,50	0,01	0,49
Lab	<i>Cheilinus chlorourus</i>	1	0,01	0,17				0,50	0,00	0,08
Lab	<i>Gomphosus varius</i>	3	0,03	0,31				1,50	0,02	0,15
Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>	1	0,01	1,60				0,50	0,01	0,80
Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>				2	0,02	0,05	1,00	0,01	0,03
Lab	<i>Thalassoma lunare</i>				1	0,01	0,10	0,50	0,01	0,05
Lab	<i>Thalassoma lutescens</i>	7	0,07	0,72				3,50	0,04	0,36
Let	<i>Monotaxis grandoculis</i>				1	0,01	0,38	0,50	0,00	0,19
Mic	<i>Ptereleotris evides</i>	5	0,05	1,00				2,50	0,03	0,50
Mul	<i>Parupeneus barberinoides</i>				2	0,02	0,69	1,00	0,01	0,35
Mul	<i>Parupeneus barberinus</i>	3	0,03	1,65				1,50	0,02	0,82
Poc	<i>Centropyge bicolor</i>	3	0,03	0,0384				1,50	0,02	0,02
Poc	<i>Centropyge bispinosa</i>	2	0,02	0,01				1,00	0,01	0,01
Poc	<i>Centropyge tibicen</i>	2	0,02	0,01	3	0,03	0,08	2,50	0,03	0,04
Pom	<i>Amphiprion clarkii</i>	3	0,03	0,075	4	0,04	0,10	3,50	0,04	0,09
Pom	<i>Chromis viridis</i>	50	0,50	0,64				25,00	0,25	0,32
Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>	6	0,06	0,08	10	0,10	0,05	8,00	0,08	0,07
Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>				7	0,07	0,04	3,50	0,04	0,02
Pom	<i>Dascyllus aruanus</i>				10	0,10	0,05	5,00	0,05	0,03
Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>	10	0,1	0,128	15	0,15	0,08	12,50	0,13	0,10
Pom	<i>Dascyllus trimaculatus</i>	5	0,05	0,064				2,50	0,03	0,03
Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>	3	0,03	0,04	3	0,03	0,04	3,00	0,03	0,04
Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>	4	0,04	1,7576				2,00	0,02	0,88
Sca	<i>Scarus rivulatus</i>				1	0,01	1,60	0,50	0,01	0,80
Total		135	1,35	33,72	63	0,62	7,03	99,00	0,99	20,37
Biodiversité		20			16			31		
Indice de Shannon =		3,951								
Equitabilité =		0,798								

Sur l'ensemble des transects de la station, 198 individus appartenant à 31 espèces différentes ont pu être observés. Ils représentent une densité de 0.99 poisson/m² pour une biomasse de 20.37 g/m².

¹² Données par rapport à la liste restreinte du cahier des charges, cf. [annexe 01](#).

79 espèces complémentaires (e.g. hors des transects et hors liste restreinte [*en rouge*]) ont été observées sur la station (cf. [tableau 96](#)).

Tableau n°96 : Liste des espèces complémentaires (ST08)

Fam	Espèces	Fam	Espèces	Fam	Espèces
Aca	<i>Acanthurus blochii</i>	Lab	<i>Anampses neoguinaicus</i>	Pom	<i>Amblyglyphidodon orbicularis</i>
Aca	<i>Acanthurus dussumieri</i>	Lab	<i>Bodianus axillaris</i>	Pom	<i>Amphiprion clarkii</i>
Aca	<i>Ctenochaetus cyanocheilus</i>	Lab	<i>Bodianus loxozonus</i>	Pom	<i>Amphiprion perideraion</i>
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	Lab	<i>Bodianus perditio</i>	Pom	<i>Chromis leucura</i>
Aca	<i>Zebрасoma veliferum</i>	Lab	<i>Cheilinus chlorourus</i>	Pom	<i>Chromis margaritifer</i>
Apo	<i>Cheilodipterus macrodon</i>	Lab	<i>Coris aygula</i>	Pom	<i>Chromis viridis</i>
Apo	<i>Cheilodipterus quinquelineatus</i>	Lab	<i>Coris batuensis</i>	Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>
Bal	<i>Sufflamen fraenatus</i>	Lab	<i>Epibulus insidiator</i>	Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>
Ble	<i>Ecsenius bicolor</i>	Lab	<i>Gomphosus varius</i>	Pom	<i>Dascyllus aruanus</i>
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	Lab	<i>Halichoeres prosopion</i>	Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>
Cae	<i>Pterocaesio pisang</i>	Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>	Pom	<i>Dascyllus trimaculatus</i>
Can	<i>Canthigaster valentini</i>	Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>	Pom	<i>Neoglyphidodon nigroris</i>
Cha	<i>Chaetodon baronessa</i>	Lab	<i>Labropsis australis</i>	Pom	<i>Neopomacentrus azyron</i>
Cha	<i>Chaetodon flavirostris</i>	Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	Pom	<i>Plectroglyphidodon lacrymatus</i>
Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	Lab	<i>Thalassoma lutescens</i>	Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>
Cha	<i>Chaetodon pelewensis</i>	Let	<i>Monotaxis grandoculis</i>	Pom	<i>Pomacentrus nagasakiensis</i>
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	Mic	<i>Ptereleotris evides</i>	Pri	<i>Priacanthus hamrur</i>
Cha	<i>Chaetodon speculum</i>	Mon	<i>Oxymonacanthus longirostris</i>	Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>
Cha	<i>Chaetodon ulietensis</i>	Mul	<i>Parupeneus barberinoides</i>	Sca	<i>Scarus flavipectoralis</i>
Cha	<i>Chaetodon unimaculatus</i>	Mul	<i>Parupeneus barberinus</i>	Sca	<i>Scarus ghobban</i>
Cha	<i>Chaetodon vagabundus</i>	Ple	<i>Assessor macneilli</i>	Sca	<i>Scarus rivulatus</i>
Cha	<i>Heniochus monoceros</i>	Poc	<i>Centropyge bicolor</i>	Sca	<i>Scarus rubroviolaceus</i>
Epi	<i>Epinephelus Howlandi</i>	Poc	<i>Centropyge bispinosa</i>	Sca	<i>Scarus schlegeli</i>
Epi	<i>Epinephelus maculatus</i>	Poc	<i>Centropyge tibicen</i>	Sig	<i>Siganus doliatus</i>
Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>	Poc	<i>Pygoplites diacanthus</i>	Sig	<i>Siganus puellus</i>
Gra	<i>Diploprion bifasciatum</i>	Pom	<i>Abudefduf whitleyi</i>	Zan	<i>Zanclus cornutus</i>
Hol	<i>Myripristis kuntze</i>				

Le nombre d'espèces pour chaque famille depuis 2007 est donné dans le [tableau 97](#) et spécifiquement pour cette campagne sur la [figure 62](#).

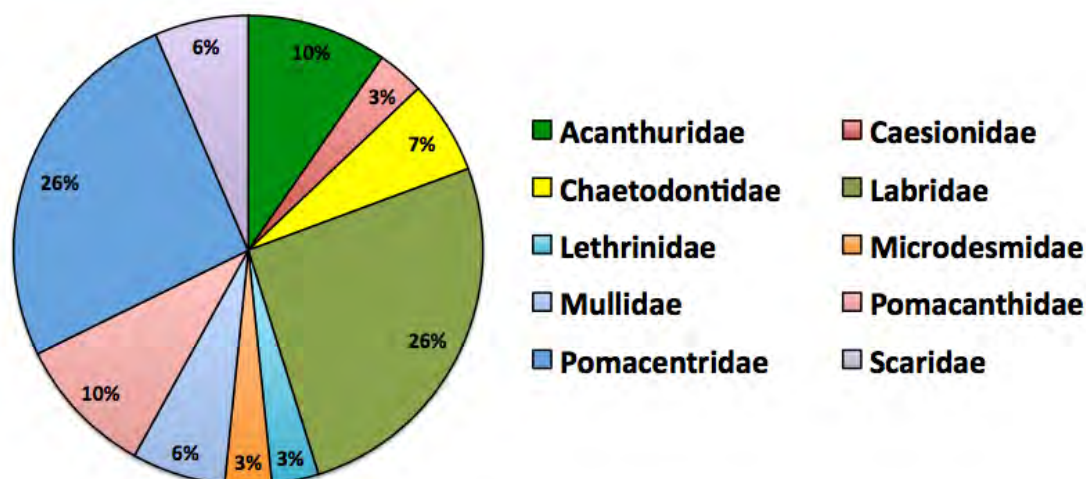


Figure n°62 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST08)Tableau n°97 : Nombre d'espèces par famille ichthyologique par mission (ST08)

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
Acanthuridae	4	3	3	3	1	1	3	2	3	2	3	2	3	3	3
Blenniidae	0	0	0	0	0	1	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
Canthigasteridae	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0
Chaetodontidae	4	4	2	4	5	5	4	4	4	5	5	3	4	6	2
Epinephelinae	2	5	2	1	1	2	1	0	1	1	1	1	1	2	0
Haemulidae	1	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
Lethrinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1
Microdesmidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Mullidae	0	0	2	1	0	1	3	1	0	0	1	0	1	1	2
Nemipteridae	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	2	0
Pomacanthidae	2	2	3	2	1	0	4	3	2	1	3	3	3	0	3
Pomacentridae	7	5	5	5	3	5	4	5	5	5	6	5	7	3	8
Scaridae	1	1	2	2	0	3	3	2	1	4	2	0	1	8	2
Siganidae	0	0	1	1	0	1	2	1	1	0	0	0	0	4	0
Zanclidae	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total espèces	28	30	28	29	15	26	33	26	23	26	28	26	29	38	31
Total familles	10	10	12	12	7	12	11	10	10	9	9	10	9	12	10

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	144	224	274	10/17

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
2015 b	Transect A	135,00	1,35	33,72	20		
	Transect B	63,00	0,62	7,03	18		
	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	27	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	14	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 ichtyologiques depuis 2007 (ST08)

	Nb ind.	Densité	Biom.	Biodiv.1	Biodiv.2	Biodiv.3
Variance	493,62	0,91	1 298,45	26,64	156,21	388,78
Ecart type	22,22	0,95	36,03	5,16	12,50	19,72
Moyenne	70,03	1,32	39,35	27,73	51,73	77,73
Coef. de Var.	0,32	0,72	0,92	0,19	0,24	0,25

Remarque :

La valeur du paramètre « nb ind. » n'est plus influencée par le banc de *Chromis viridis* qu'à hauteur de 25%.

Un petit banc de *Caesio*, *Pterocaesio pisang* compte pour 50 % dans la biomasse. A noter que l'espèce de *Caesionidae* a changé. C'était *Caesio caerulea* qui occupait la station en mars dernier. Ce n'est pas un phénomène exceptionnel, de plus, en ce qui concerne les *Caesio*, les bancs sont souvent composés de 2 voire 3 espèces.

La biodiversité 1 a baissé mais reste importante.

La biodiversité 3 est moyenne.

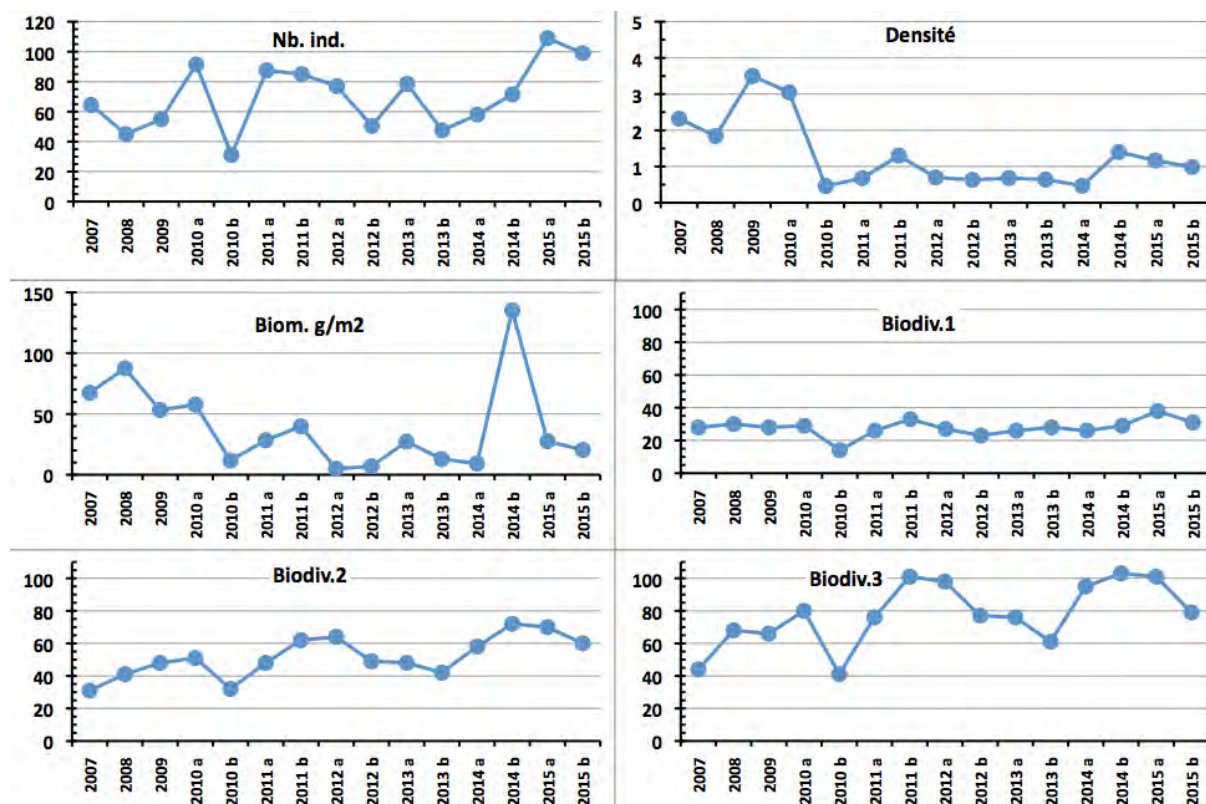


Figure n°63 : Evolution des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST08)

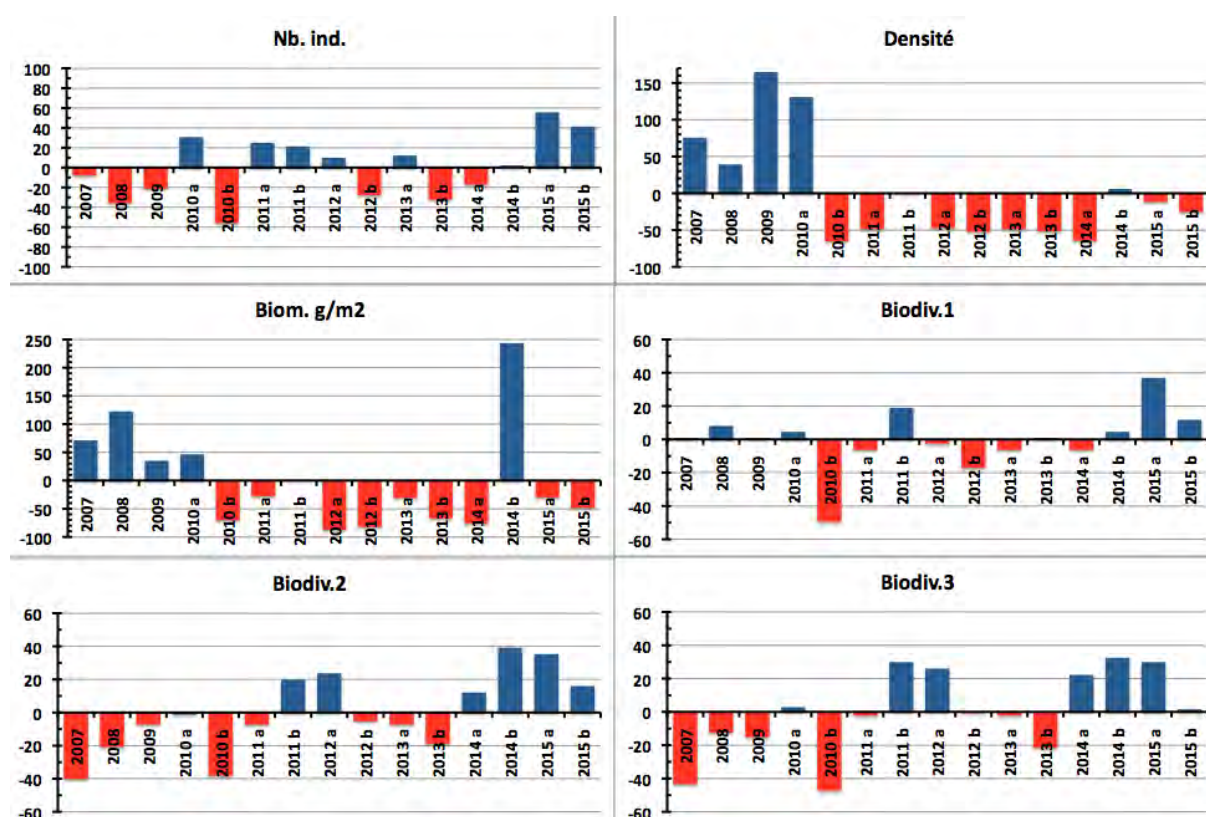


Figure n°64 : Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST08)



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
- ↳ La pente récifale est abrupte et la dalle est arasée par les courants de marée et la houle
- ↳ Le développement des coraux est restreint par la contrainte hydrodynamique
- ↳ 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 mars et octobre 2015

Indicateur Corail :

- La biodiversité corallienne reste importante :

Mars 2015 : 122 espèces dont 113 espèces scléactiniaires

Octobre 2015 : 122 espèces coralliennes dont 112 espèces scléactiniaires

Un grand nombre de gorgones se sont développées aux pourtours de la station

- Le recouvrement corallien est de 20 % au transect A, 14 % en B et 10.5 % en C

- Le blanchissement a fortement diminué, désormais il se manifeste sur deux colonies, retournées, arrachées dans couloir d'effondrement de débris.

Mars 2015 : 33/113 espèces de scléactiniaires et 1.7% de la surface totale observée

Octobre 2015 : 1/112 espèces de scléactiniaires et 0.1% de la surface totale observée

- Lésions coralliennes : désormais absentes, la maladie de la bande blanche était sur quelques colonies d'*Acropora*





tabulaire et *Seriatopora hystrix* mais ces colonies sont mortes en place

- Dégradations mécaniques sur l'ensemble de la station et particulièrement en A et B en fin de transect. Nombreuses colonies coralliennes retournées, arrachées et formation d'un couloir d'effondrement de débris avec cuvettes de sable (suite de Pam en mars 2015)

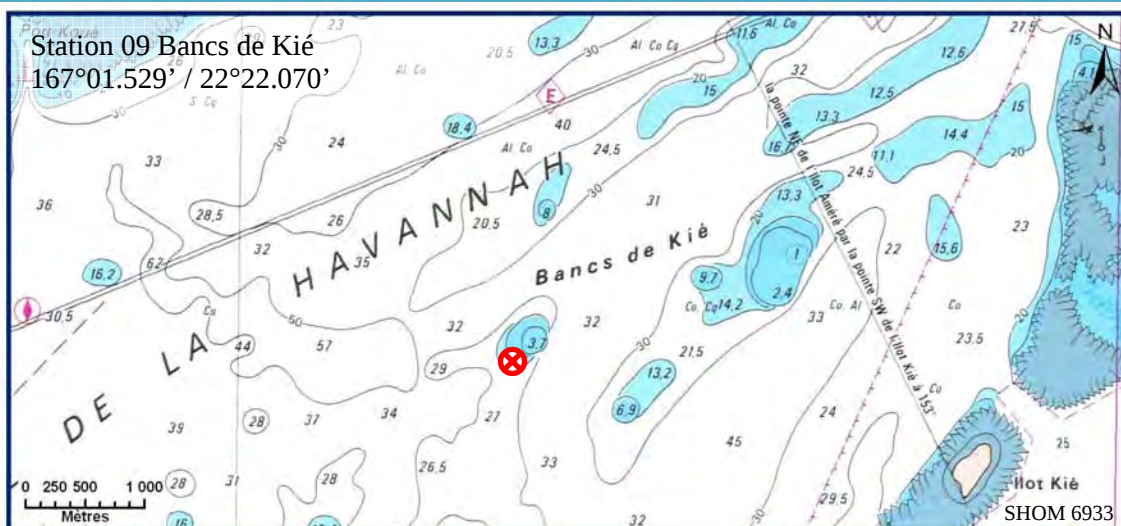
Autres indicateurs :

- Cyanobactéries : absence
- Le turf algal se développe abondamment sur les débris coralliens et la dalle
- Algue brune *Lobophora* : le recouvrement est faible et reste stable (absence en A)
- Algue rouge *Asparagopsis taxiformis* : le recouvrement a nettement augmenté en &C (développement saisonnier : le recouvrement peut être très important et varie énormément selon les saisons - caractère invasif de septembre à décembre)
- *Cliona* (éponge) : stable et légère diminution en A

Les corallivores :

- Absence des *Acanthaster planci* et des *Culcita novaeguineae*
- Absence de *Drupella cornus* (diminution depuis mars 2015 : abondance modérée et stable niveau 2 sur l'ensemble de la station)

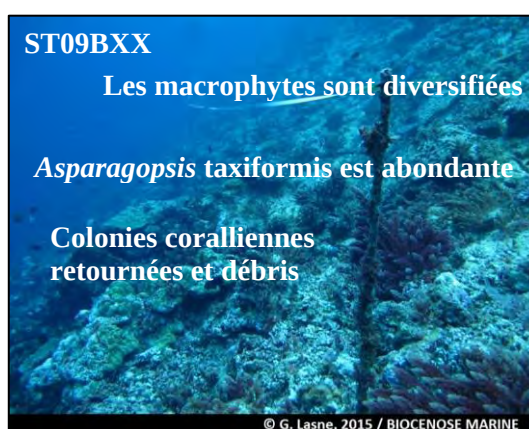
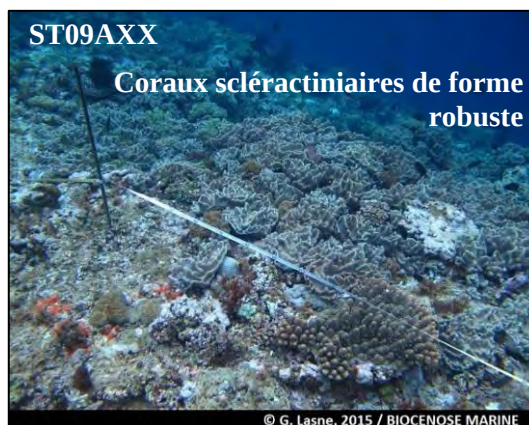




Carte n°11 : Localisation de la station 09 (Bancs Kié)



Photo n°24 : Position en surface (ST09)



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.

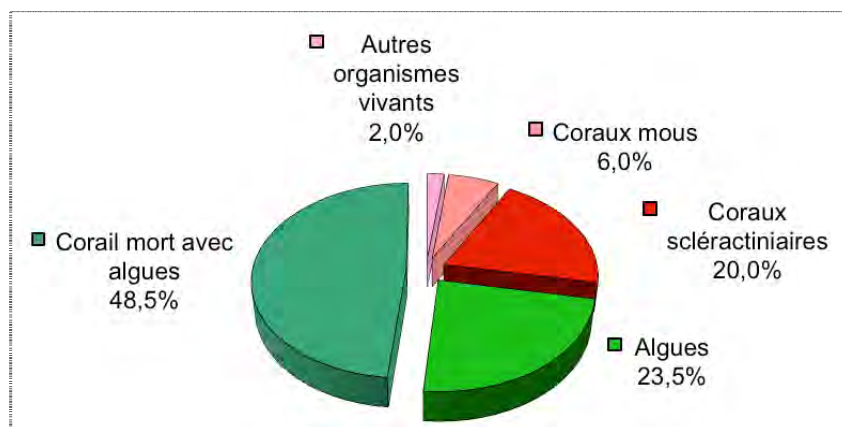


Figure n°65 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST09A

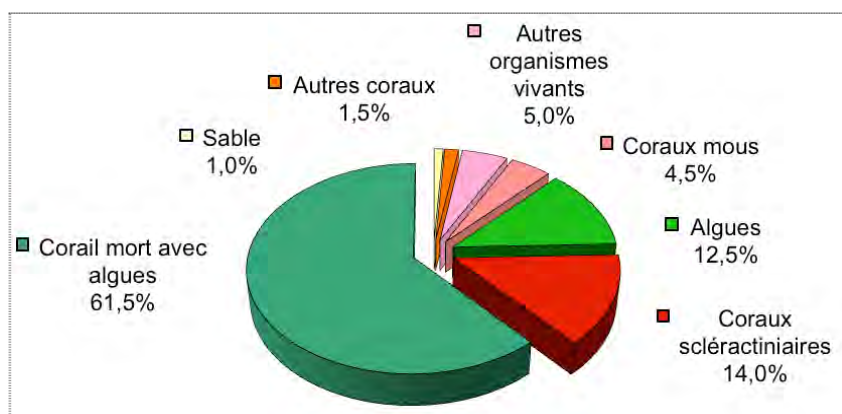


Figure n°66 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST09B

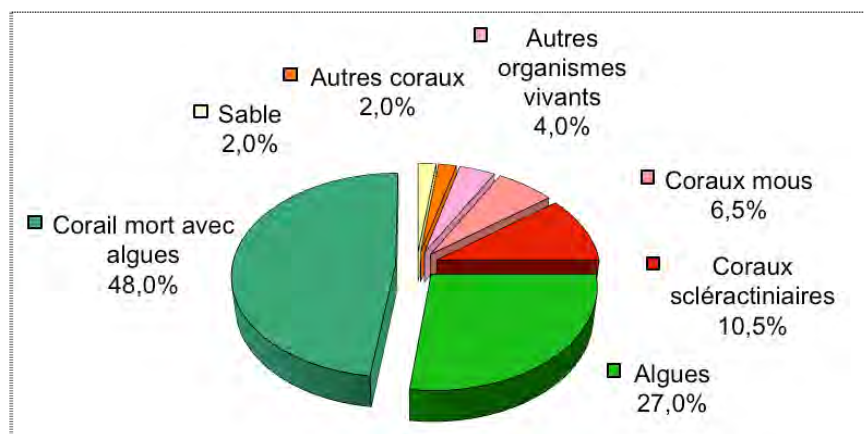


Figure n°67 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST09C

A cette station, le substrat est majoritairement composé de coraux morts encroûtés (respectivement 48.5%, 61.5%, 48%) par une multitude d'organismes vivants (dont des algues calcaires) : de ce fait, cette station est remarquable par sa couverture biotique, respectivement : 100%, 99% et 98%, le complément étant surtout du fait des algues. Les coraux scléactiniaires sont moyennement représentés avec respectivement 20%, 14% et 10.5%.

Aucune cyanobactérie.

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 octobre 2015, 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 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (27 taxons), les Acroporidae (18 taxons), les Mussidae (11 taxons), les Pocilloporidae (10 taxons), les Agaraciidae (9 taxons), les Dendrophylliidae (7 taxons), les Fungiidae (7 taxons), les Pectiniidae (7 taxons), les Merulinidae (5 taxons), les Siderastreidae (5 taxons), les Poritidae (4 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 1/112 espèces de scléractiniaires (0,9%). Le blanchissement visuel est de 0,1% de la surface totale observée.
- **72 espèces d'invertébrés** dont 21 espèces de mollusques ; 16 espèces de cnidaires : alcyonaires (8 taxons), actiniaires (5 taxons), zoanthaires (2 taxons), hydrozoaires (1 taxon) ; 17 espèces d'échinodermes : échinides (6 taxons), astéries (5 taxons), holothurides (3 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 6 espèces d'éponges ; 12 espèces d'ascidies.
- **22 espèces de macrophytes** : algues vertes (12 taxons), algues rouges (7 taxons), algues brunes (3 taxons).
- **Aucun taxon n'a été recensé dans le groupe des cyanobactéries.**

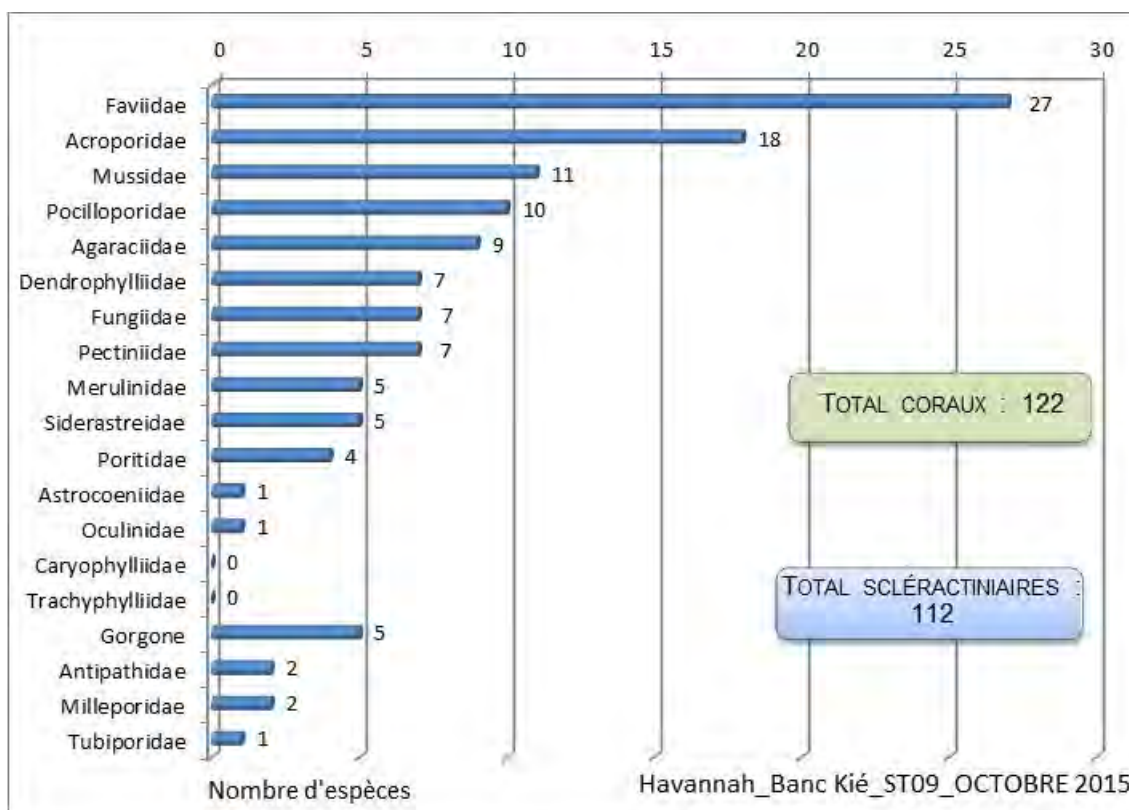


Figure n°68 : Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST09)

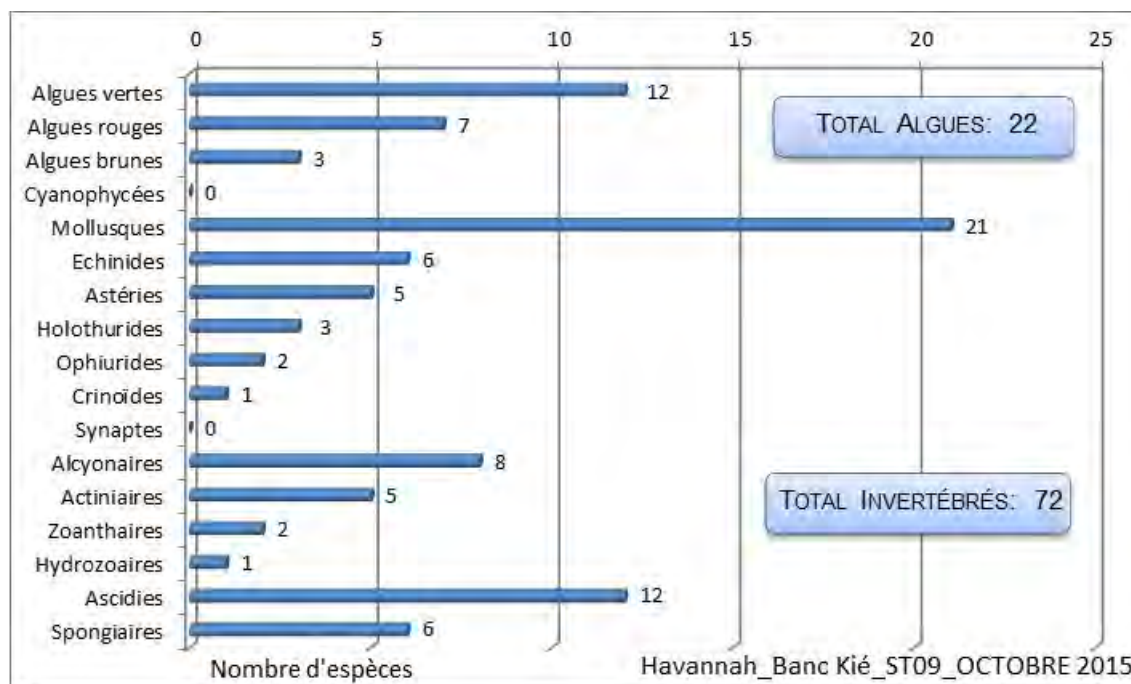


Figure n°69 : Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST09)

4.9.2.1 Benthos Transect 09 A

4.9.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST09A)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST09A est composée de 76 espèces coralliennes dont 72 espèces de scléractiniaires, une espèce de millépore (encroûtant), 2 espèces de gorgones, une espèce de stolonifère.

Les familles scléractiniaires (72 taxons au sein de 11 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (20 taxons), les Acroporidae (17 taxons), les Mussidae (7 taxons), les Pocilloporidae (7 taxons), les Merulinidae (5 taxons), les Poritidae (4 taxons), les Siderastreidae (4 taxons), les Agaraciidae (3 taxons), les Dendrophylliidae (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 1/72 espèces de scléractiniaires (1,4%).

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

Tableau n°101 : Variations entre mars et octobre 2015 : 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)
2 espèces : • <i>Gardineroseris planulata</i> (A1), • <i>Cycloseris</i> sp. (A1).	Aucune	Une seule espèce blanchie (1,4%) : > Une seule espèce précédemment blanchie • <i>Favites</i> spp. (1spp.B*, B2, ∞) > Aucune espèce nouvellement blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
Toutes les espèces ont été recensées	3 espèces : • <i>Goniastrea favulus</i> (A1/- 1), • <i>Hydnophora exesa</i> (A1/- 1), • <i>Pocillopora damicornis</i> (A3/- 1).	> toutes les espèces (25 taxons) ont réintégré leurs zooxanthelles : • <i>Acropora</i> spp. (branchu) (-2spp.B*) (B- 2, ∅), • <i>Acropora</i> spp. (tabulaire) (-1spp.B*) (B- 2, ∅), • <i>Montipora</i> spp. (-1spp.B*) (B-

		2, øß), •<i>Montipora verrucosa</i> (B- 1, øß), •<i>Pachyseris speciosa</i> (B- 1, øß), •<i>Barabattoia amicorum</i> (B- 2, øß), •<i>Favia</i> spp. (-1spp.B*)) (B- 1, øß), •<i>Favites abdita</i> (B- 1, øß), •<i>Goniastrea retiformis</i> (B- 1, øß), •<i>Leptoria phrygia</i> (B- 1, øß), •<i>Montastrea curta</i> (B- 1, øß), •<i>Hydnophora exesa</i> (B- 1, øß), •<i>Hydnophora microconos</i> (B- 2, øß), •<i>Hydnophora rigida</i> (B- 1, øß), •<i>Merulina ampliata</i> (B- 1, øß), •<i>Lobophyllia corymbosa</i> (B- 1, øß), •<i>Galaxea fascicularis</i> (B- 2, øß), •<i>Pocillopora damicornis</i> (B- 2, øß), •<i>Pocillopora eydouxi</i> (B-1, øß) ➤ aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître ni se réduire.
--	--	--

4.9.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST09A)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST09A est composée de :

- 37 espèces d'invertébrés dont 8 espèces de mollusques ; 10 espèces de cnidaires : alcyonaires (8 taxons), hydrozoaires (1 taxon), zoanthaires (1 taxon) ; 8 espèces d'échinodermes : astéries (3 taxons), échinides (3 taxons), crinoïdes (1 taxon), holothurides (1 taxon) ; 4 espèces d'éponges ; 7 espèces d'ascidies ;
- 11 espèces de macrophytes : algues vertes (7 taxons), algues rouges (3 taxons), algues brunes (1 taxon) ;
- Aucun taxon n'a été recensé dans le groupe des cyanobactéries.

Tableau n°102 : Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST09A)

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. 3 espèces d'algues diminuent, dont 2 espèces d'algues rouges : • <i>Asparagopsis taxiformis</i> (A3/- 1), • <i>Amphiroa</i> sp. (A2/- 1) et l'algue verte : • <i>Dictyosphaeria verluysii</i> (A3/-1)
Cyanobactéries	
Une espèce de cyanobactéries disparue : • <i>Phormidium</i> sp. (A0/-2)	☒
Cnidaires	
☒	☒
Echinodermes	
Une nouvelle espèce d'échinodermes recensée : ➤ pour les astéries (1 espèce) : • <i>Linckia laevigata</i> (A2) 5 espèces d'échinodermes disparues : ➤ pour les astéries (-1 espèce) : • <i>Nardoa gomophia</i> (A0/-1) ➤ pour les holothurides (-2 espèce) : • <i>Actinopyga palauensis</i> (A0/-1), • <i>Holothuria whitmaei</i> (A0/-1) ; ➤ pour les ophiurides (-2 espèce) : • <i>Ophiomastix caryophyllata</i> (A0/-2), • <i>Ophiure</i> ind. (A0/-2).	Une espèce d'échinodermes diminue d'abondance : ➤ pour les crinoïdes (1 espèce) : • <i>Crinoïdes</i> ind. (A2/- 2).
Mollusques	
2 nouvelles espèces de mollusques recensées : ➤ pour les bivalves (1 espèce) : • <i>Tridacna derasa</i> (A1) ➤ pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Conus miles</i> (A1) 3 espèces de mollusques disparues : ➤ pour les bivalves (-1 espèce) : • <i>Tridacna crocea</i> (A0/-2) ➤ pour les gastéropodes (-2 espèce) : • <i>Drupella cornus</i> (A0/-2), • <i>Turbo argyrostomus</i> (A0/-1)	Une espèce de mollusques augmente d'abondance : ➤ pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Astraea rhodostoma</i> (A2/+ 1). Une espèce de mollusques diminue d'abondance : ➤ pour les bivalves (1 espèce) : • <i>Tridacna maxima</i> (A1/- 1).
Eponges	

☒	Une espèce d'éponges diminue d'abondance : • <i>Cliona orientalis</i> (A3/- 1).
Ascidies	
2 espèces d'ascidies disparues : • <i>Polycarpa</i> sp1. (blanche) (A0/-1), • <i>Polycarpa</i> sp2. (transparente) (A0/-1)	☒
Bryozoaires	
☒	☒

4.9.2.2 Benthos Transect 09 B

4.9.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST09B)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST09B est composée de 105 espèces coralliennes dont 95 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 (95 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (21 taxons), les Acroporidae (15 taxons), les Mussidae (11 taxons), les Pocilloporidae (8 taxons), les Agaraciidae (7 taxons), les Fungiidae (7 taxons), les Dendrophylliidae (6 taxons), les Pectiniidae (6 taxons), les Merulinidae (4 taxons), les Poritidae (4 taxons), les Siderastreidae (4 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.

Tableau n°103 : Variations entre mars et octobre 2015 : 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)
2 espèces : • <i>Melithaea ochracea</i> (A2), • <i>Fungia</i> spp. (3spp./+1spp.) (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</i> spp. (3spp./-1spp. A4/-0), • <i>Pavona duerdeni</i> (A0/-1), • <i>Turbinaria radicalis</i> (A0/-2), • <i>Goniastrea favulus</i> (A0/-1).	7 espèces : • <i>Montipora verrucosa</i> (A1/- 1), • <i>Turbinaria patula</i> (A1/- 1), • <i>Cyphastrea chalcidicum</i> (A1/- 1), • <i>Cycloseris cyclolites</i> (A1/- 1), • <i>Hydnophora exesa</i> (A1/- 1), • <i>Pocillopora damicornis</i> (A3/- 1), • <i>Seriatopora hystrix</i> (A2/- 1).	➤ toutes les espèces (19 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>Astreopora moretonensis</i> (B- 1, øß), • <i>Montipora verrucosa</i> (B- 1, øß), • <i>Turbinaria mesenterina</i> (B- 1, øß), • <i>Echinopora lamellosa</i> (B- 1, øß), • <i>Montastrea curta</i> (B- 1, øß), • <i>Fungia</i> spp. (-1spp.B*) (B- 2, øß), • <i>Merulina ampliata</i> (B- 1, øß), • <i>Galaxea fascicularis</i> (B- 1, øß), • <i>Mycodiu elephantotus</i> (B- 1, øß), • <i>Pectinia lactuca</i> (B- 1, øß), • <i>Pocillopora damicornis</i> (B- 1, øß), • <i>Pocillopora eydouxi</i> (B- 1, øß), • <i>Seriatopora caliendrum</i> (B- 2, øß), • <i>Seriatopora hystrix</i> (B- 2, øß), • <i>Stylophora pistillata</i> (B- 2, øß), • <i>Porites lobata</i> (B- 1, øß), • <i>Porites</i> sp. (B- 1, øß) ; ➤ aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître ni se réduire.

4.9.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST09B)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST09B est composée de :

- 66 espèces d'invertébrés dont 18 espèces de mollusques ; 16 espèces de cnidaires : alcyonaires (8 taxons), actiniaires (5 taxons), zoanthaires (2 taxons), hydrozoaires (1 taxon) ; 15 espèces d'échinodermes : échinides (5 taxons), astéries (4 taxons), holothurides (3 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 6 espèces d'éponges ; 11 espèces d'ascidies ;
- 21 espèces de macrophytes : algues vertes (12 taxons), algues rouges (7 taxons), algues brunes (2 taxons) ;
- Aucun taxon n'a été recensé dans le groupe des cyanobactéries.



Tableau n°104 : Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST09B)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
2 nouvelles espèces d'algues recensées, dont 2 espèces d'algues rouges : • <i>Gibsmithia hawaiiensis</i> (A2), • <i>Trichogloea requienii</i> (A2). 3 espèces d'algues disparues, dont l'algue brune : • <i>Padina</i> sp. (A0/-2) et 2 espèces d'algues vertes : • <i>Caulerpa serrulata</i> (A0/-2), • <i>Caulerpa</i> sp. (2spp./-1spp., A3/-0)	Une espèce d'algue recensée et l'algue rouge : • <i>Asparagopsis taxiformis</i> (A5/+ 1). Aucune espèce d'algues ne diminue.
Cyanobactéries	
Une espèce de cyanobactéries disparue : • <i>Phormidium</i> sp. (A0/-1).	☒
Cnidaires	
Une nouvelle espèce de cnidaires recensée : > pour les alcyonaires (1 espèce) : • <i>Cladiella</i> sp. (A2).	3 espèces de cnidaires augmentent d'abondance : > pour les alcyonaires (3 espèces) : • <i>Sarcophyton</i> sp. (A3/+ 1), • <i>Sinularia</i> sp. (A3/+ 1), • <i>Nephthea</i> sp. (A5/+ 2)
Echinodermes	
Une espèce d'échinodermes disparue : > pour les holothurides (-1 espèce) : • <i>Actinopyga lecanora</i> (A0/-1)	☒
Mollusques	
Une nouvelle espèce de mollusques recensée : > pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Lambis lambis</i> (A1) 3 espèces de mollusques disparues : > pour les bivalves (-1 espèce) : • <i>Pinna</i> sp. (A0/-2) ; > pour les gastéropodes (-2 espèce) : • <i>Drupella cornus</i> (A0/-2), • <i>Turbo argyrostomus</i> (A0/-1).	3 espèces de mollusques diminuent d'abondance : > pour les bivalves (1 espèce) : • <i>Pedum spondyloideum</i> (A2/- 1) ; > pour les gastéropodes (2 espèces) : • <i>Conus miles</i> (A1/- 1), • <i>Latirolagena smaragdula</i> (A1/- 1).
Eponges	
Une espèce d'éponges disparue : • <i>Clathria rugosa</i> (A0/-2).	Une espèce d'éponges augmente d'abondance : • <i>Spherospongia vagabunda</i> (A3/+ 1). Une espèce d'éponges diminue d'abondance : • <i>Hamigera strongylata</i> (A1/- 1).
Ascidies	
2 espèces d'ascidies disparues : • <i>Clavelina detorta</i> (A0/-3), • <i>Polycarpa</i> sp2. (transparente) (A0/-1).	3 espèces d'ascidies augmentent d'abondance : • <i>Polycarpa aurita</i> (A4/+ 1), • <i>Polycarpa clavata</i> (A2/+ 1), • <i>Polycarpa cryptocarpa</i> (A4/+ 1). 2 espèces d'ascidies diminuent d'abondance : • <i>Citorclium laboutei</i> (A1/-1), • <i>Polycarpa nigricans</i> (A3/-2)
Bryozoaires	
☒	☒

4.9.2.3 Benthos Transect 09 C

4.9.2.3.1 Les Scléractiniaires (ST09C)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST09C est composée de 88 espèces coralliennes dont 78 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 (78 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 Pocilloporidae (8 taxons), les Dendrophylliidae (7 taxons), les Mussidae (7 taxons), les Agaraciidae (5 taxons), les Fungiidae (5 taxons), les Pectiniidae (4 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.

Tableau n°105 : Variations entre mars et octobre 2015 : 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>Melithaea ochracea</i> (A2), • <i>Porites</i> sp. (A1).	2 espèces : • <i>Astreopora gracilis</i> (A2/+1), • <i>Cycloseris cyclolites</i> (A2/+1)	Aucune espèce blanchie.
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
2 espèces : • <i>Platygyra pini</i> (A0/-1), • <i>Herpolitha limax</i> (A0/-1).	5 espèces : • <i>Astreopora myriophthalma</i> (A1/- 1), • <i>Turbinaria frondens</i> (A1/- 1), • <i>Turbinaria patula</i> (A1/- 1), • <i>Turbinaria radicalis</i> (A1/- 1), • <i>Porites lobata</i> (A1/- 1).	➤ toutes les espèces (6 taxons) ont réintégré leurs zooxanthelles : •<i>Acropora</i> spp. (branchu)(-1spp.B*)(B- 1, øß), •<i>Acropora</i> spp. (tabulaire)(-1spp.B*)(B- 1, øß), •<i>Fungia</i> spp. (-1spp.B*)(B- 2, øß), •<i>Seriatopora caliendrum</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 ni se réduire.

4.9.2.3.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST09C)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST09C est composée de :

- 47 espèces d'invertébrés dont 9 espèces de mollusques ; 13 espèces de cnidaires : alcyonaires (7 taxons), actiniaires (4 taxons), hydrozoaires (1 taxon), zoanthaires (1 taxon) ; 10 espèces d'échinodermes : échinides (4 taxons), astéries (2 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon), holothurides (1 taxon) ; 5 espèces d'éponges ; 10 espèces d'ascidies ;
- 19 espèces de macrophytes : algues vertes (11 taxons), algues rouges (6 taxons), algues brunes (2 taxons) ;
- Aucun taxon n'a été recensé dans le groupe des cyanobactéries.

Tableau n°106 : Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST09C)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
2 nouvelles espèces d'algues recensées, dont 2 espèces d'algues rouges : • <i>Gibsmithia hawaiiensis</i> (A1), • <i>Trichogloea requienii</i> (A2) 2 espèces d'algues disparues, dont 2 espèces d'algues vertes : • <i>Caulerpa serrulata</i> (A0/-2), • <i>Chlorodesmis fastigiata</i> (A0/-2).	2 espèces d'algues augmentent, dont l'algue rouge : • <i>Asparagopsis taxiformis</i> (A4/+ 1) ; et l'algue verte : • <i>Neomeris vanbosseae</i> (A3/+ 1). Aucune espèce d'algues ne diminue.
Cyanobactéries	
☒	☒
Cnidaires	
Une nouvelle espèce de cnidaires recensée : ➤ pour les actiniaires (1 espèce) : • <i>Cryptodendrum adhaesivum</i> (A1) Une espèce de cnidaires disparue : ➤ pour les alcyonaires (-1 espèce) : • <i>Chironephthya</i> sp. (A0/-2)	2 espèces de cnidaires augmentent d'abondance : ➤ pour les actiniaires (2 espèces) : • <i>Discosoma</i> sp. (A2/+ 1), • <i>Stichodactyla</i> sp. (A2/+ 1)
Echinodermes	
Une nouvelle espèce d'échinodermes recensée : ➤ pour les astéries (1 espèce) : • <i>Linckia multifora</i> (A1) 2 espèces d'échinodermes disparues : ➤ pour les astéries (-1 espèce) : • <i>Gomophia egyptiaca</i> (A0/-1) ➤ pour les échinides (-1 espèce) : • <i>Diadema savignyi</i> (A0/-2)	Une espèce d'échinodermes augmente d'abondance : ➤ pour les astéries (1 espèce) : • <i>Fromia indica</i> (A2/+ 1) Une espèce d'échinodermes diminue d'abondance : ➤ pour les échinides (1 espèce) : • <i>Diadema setosum</i> (A1/- 1).
Mollusques	
Une nouvelle espèce de mollusques recensée : ➤ pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Latirolagena smaragdula</i> (A1).	Une espèce de mollusques diminue d'abondance : ➤ pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Astraea rhodostoma</i> (A1/- 1).

6 espèces de mollusques disparues :	
> pour les bivalves (-1 espèce) : • <i>Pinna</i> sp. (A0/-2) > pour les gastéropodes (-4 espèce) : • <i>Conus capitaneus</i> (A0/-1), • <i>Drupella cornus</i> (A0/-2), • <i>Lambis lambis</i> (A0/-1), • <i>Turbo setosus</i> (A0/-1) ; > pour les nudibranches (-1 espèce) : • <i>Phyllidiella pustulosa</i> (A0/-1)	
Eponges	
Une espèce d'éponges disparue : • <i>Clathria rugosa</i> (A0/-2)	2 espèces d'éponges diminuent d'abondance : • <i>Hamigera strongylata</i> (A1/-1), •Spongiaires ind. (noire) (A4/-1)
Ascidies	
2 espèces d'ascidies disparues : • <i>Citorclinum laboutei</i> (A0/-1), • <i>Clavelina detorta</i> (A0/-2).	Une espèce d'ascidies augmente d'abondance : • <i>Polycarpa clavata</i> (A2/+ 1). 2 espèces d'ascidies diminuent d'abondance : • <i>Polycarpa cryptocarpa</i> (A2/- 1), • <i>Polycarpa nigricans</i> (A3/- 2)
Bryozoaires	
☒	☒

4.9.3 Les poissons (ST09)

La liste des espèces observées¹³ 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>							1	0,01	2,00	0,33	0,00	0,67
Aca	<i>Acanthurus olivaceus</i>	1	0,01	2,66							0,33	0,00	0,89
Aca	<i>Acanthurus pyroferus</i>				1	0,01	0,84				0,33	0,00	0,28
Aca	<i>Ctenochaetus flavicauda</i>	2	0,02	3,20							0,67	0,01	1,07
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	3	0,03	1,32							1,00	0,01	0,44
Aca	<i>Naso brachycentron</i>				8	0,07	57,17				2,67	0,02	19,06
Aca	<i>Zebrasoma veliferum</i>	2	0,03	5,32							0,67	0,01	1,77
Ant	<i>Pseudanthias dispar</i>	20	0,20	1,37				30	0,25	2,56	16,67	0,15	1,31
Ant	<i>Pseudanthias hypselosoma</i>	15	0,15	1,54				5	0,04	0,43	6,67	0,06	0,65
Ant	<i>Pseudanthias pictilis</i>	10	0,10	0,69							3,33	0,03	0,23
Ant	<i>Pseudanthias squamipinnis</i>	30	0,30	2,06							10,00	0,10	0,69
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	1	0,01	0,02							0,33	0,00	0,01
Cae	<i>Pterocaesio digramma</i>	50	0,42	40,94							16,67	0,14	13,65
Can	<i>Canthigaster valentini</i>	1	0,01	0,09							0,33	0,00	0,03
Cha	<i>Chaetodon citrinellus</i>	2	0,03	0,26	3	0,04	0,26				1,67	0,02	0,17
Cha	<i>Chaetodon kleinii</i>	3	0,04	0,38	2	0,03	0,26	2	0,03	0,36	2,33	0,03	0,33
Cha	<i>Chaetodon lineolatus</i>				2	0,03	4,00				0,67	0,01	1,33
Cha	<i>Chaetodon melannotus</i>	2	0,03	0,50				2	0,03	0,00	1,33	0,02	0,17
Cha	<i>Chaetodon pelewensis</i>				2	0,03	0,17				0,67	0,01	0,06
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	4	0,04	0,41							1,33	0,01	0,14
Cha	<i>Chaetodon trifascialis</i>				1	0,01	0,13				0,33	0,00	0,04
Epi	<i>Cephalopholis boenak</i>							2	0,03	0,26	0,67	0,01	0,09
Epi	<i>Epinephelus merra</i>	2	0,03	0,86							0,67	0,01	0,29
Epi	<i>Plectropomus laevis</i>							1	0,01	128,00	0,33	0,00	42,67
Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>				1	0,01	41,59				0,33	0,00	13,86
Epi	<i>Variola louti</i>				1	0,01	85,75				0,33	0,00	28,58
Lab	<i>Halichoeres hortulanus</i>	1	0,01	1,46							0,33	0,00	0,49
Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>				2	0,03	0,11				0,67	0,01	0,04
Lab	<i>Thalassoma amblycephalum</i>	30	0,30	4,37							10,00	0,10	1,46
Lab	<i>Thalassoma hardwicke</i>	20	0,20	2,92							6,67	0,07	0,97
Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	20	0,20	2,92				4	0,03	0,34	8,00	0,08	1,09
Lab	<i>Thalassoma lutescens</i>	10	0,10	1,46	5	0,06	0,91				5,00	0,05	0,79
Lab	<i>Thalassoma nigrofasciatum</i>	20	0,20	2,92	8	0,10	1,46				9,33	0,10	1,46
Mul	<i>Parupeneus barberinoides</i>	5	0,05	2,20	3	0,04	0,75				2,67	0,03	0,98
Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>				6	0,06	2,07	5	0,05	3,38	3,67	0,04	1,82
Poc	<i>Centropyge bicolor</i>	3	0,04	0,09	4	0,04	0,10	4	0,05	0,13	3,67	0,04	0,11
Poc	<i>Centropyge bispinosa</i>				3	0,03	0,08	2	0,03	0,06	1,67	0,02	0,05
Poc	<i>Centropyge flavissima</i>	4	0,05	0,22							1,33	0,02	0,07
Poc	<i>Centropyge tibicen</i>	2	0,03	0,06	2	0,02	0,05	3	0,04	0,09	2,33	0,03	0,07
Poc	<i>Pomacanthus imperator</i>	1	0,01	5,49							0,33	0,00	1,83
Pom	<i>Amphiprion clarkii</i>	5	0,06	0,16	5	0,06	0,43				3,33	0,04	0,20
Pom	<i>Chromis fumea</i>	30	0,30	0,75				50	0,63	0,80	26,67	0,31	0,52
Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>				10	0,13	0,16				3,33	0,04	0,05
Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>				10	0,13	0,16	5	0,06	0,08	5,00	0,06	0,08
Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>				30	0,38	0,48				10,00	0,13	0,16
Pom	<i>Dascyllus trimaculatus</i>				5	0,06	0,43				1,67	0,02	0,14
Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>	4	0,04	1,38	5	0,06	2,16				3,00	0,03	1,18
Sca	<i>Scarus chameleon</i>	1	0,01	6,75							0,33	0,00	2,25
Sca	<i>Scarus niger</i>	1	0,01	6,75							0,33	0,00	2,25

¹³ Données par rapport à la liste restreinte du cahier des charges, cf. [annexe 01](#).

Sig	<i>Siganus fuscescens</i>	10	0,10	8,19							3,33	0,03	2,73
Total		315	3,15	109,69	119	1,42	199,51	116	1,28	138,49	183	1,95	149,23
Biodiversité		33			23			13			50		
Indice de Shannon =		4,651											
Equitabilité =		0,824											

Sur l'ensemble des transects de la station, 549 individus appartenant à 50 espèces différentes ont pu être observés. Ils représentent une densité de 1.95 poissons/m² pour une biomasse de 149.23 g/m².

113 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>	Cha	<i>Chaetodon trifascialis</i>	Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>
Aca	<i>Acanthurus mata</i>	Cha	<i>Chaetodon unimaculatus</i>	Pin	<i>Parapercis hexophtalma</i>
Aca	<i>Acanthurus nigricauda</i>	Cir	<i>Cirrhichthys falco</i>	Pin	<i>Parapercis millepunctata</i>
Aca	<i>Acanthurus olivaceus</i>	Cir	<i>Cyprinocirrhites polyactis</i>	Poc	<i>Centropyge bicolor</i>
Aca	<i>Acanthurus pyroferus</i>	Cir	<i>Paracirrhites arcatus</i>	Poc	<i>Centropyge bispinosa</i>
Aca	<i>Acanthurus xanthopterus</i>	Cir	<i>Paracirrhites forsteri</i>	Poc	<i>Centropyge flavissima</i>
Aca	<i>Ctenochaetus cyanocheilinus</i>	Epi	<i>Cephalopholis argus</i>	Poc	<i>Centropyge tibicen</i>
Aca	<i>Ctenochaetus flavicauda</i>	Epi	<i>Cephalopholis boenak</i>	Poc	<i>Pomacanthus imperator</i>
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	Epi	<i>Cephalopholis miniata</i>	Poc	<i>Pomacanthus semicirculatus</i>
Aca	<i>Ctenochaetus strigosus</i>	Epi	<i>Cephalopholis urodeta</i>	Pom	<i>Amphiprion clarkii</i>
Aca	<i>Naso brachycentron</i>	Epi	<i>Epinephelus fasciatus</i>	Pom	<i>Amphiprion perideraion</i>
Aca	<i>Naso tonganus</i>	Epi	<i>Epinephelus merra</i>	Pom	<i>Chromis fumea</i>
Aca	<i>Naso unicornis</i>	Epi	<i>Plectropomus laevis</i>	Pom	<i>Chromis fumea</i>
Aca	<i>Zebrasoma scopas</i>	Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>	Pom	<i>Chromis leucura</i>
Aca	<i>Zebrasoma veliferum</i>	Epi	<i>Variola louti</i>	Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>
Ant	<i>Pseudanthias cooperi</i>	Gob	<i>Valenciennaea strigata</i>	Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>
Ant	<i>Pseudanthias dispar</i>	Lab	<i>Anampses femininus</i>	Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>
Ant	<i>Pseudanthias hypselosoma</i>	Lab	<i>Bodianus perditio</i>	Pom	<i>Dascyllus trimaculatus</i>
Ant	<i>Pseudanthias pictilis</i>	Lab	<i>Cheilinus chlorourus</i>	Pom	<i>Neoglyphidodon nigroris</i>
Ant	<i>Pseudanthias pleurotaenia</i>	Lab	<i>Coris aygula</i>	Pom	<i>Plectroglyphidodon johnstonianus</i>
Ant	<i>Pseudanthias squamipinnis</i>	Lab	<i>Coris batuensis</i>	Pom	<i>Pomacentrus bankanensis</i>
Apo	<i>Apogon doederleini</i>	Lab	<i>Coris gaimard</i>	Pom	<i>Pomacentrus chrysurus</i>
Apo	<i>Apogon fucata</i>	Lab	<i>Gomphosus varius</i>	Pom	<i>Pomacentrus coelestis</i>
Apo	<i>Archamia leai</i>	Lab	<i>Halichoeres argus</i>	Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>
Apo	<i>Cheilodipterus macrodon</i>	Lab	<i>Halichoeres hortulanus</i>	Pom	<i>Pomacentrus nagasakiensis</i>
Apo	<i>Cheilodipterus quinquelineatus</i>	Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>	Pom	<i>Pomacentrus simsiang</i>
Apo	<i>Ostorhinchus aureus</i>	Lab	<i>Labropsis australis</i>	Sca	<i>Chlorurus microrhinos</i>
Bal	<i>Sufflamen bursa</i>	Lab	<i>Macropharyngodon meleagris</i>	Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	Lab	<i>Stethojulis strigiventer</i>	Sca	<i>Scarus bleekeri</i>
Cae	<i>Pterocaesio digramma</i>	Lab	<i>Thalassoma amblycephalum</i>	Sca	<i>Scarus chameleon</i>
Can	<i>Canthigaster valentini</i>	Lab	<i>Thalassoma hardwicke</i>	Sca	<i>Scarus ghobban</i>
Cha	<i>Chaetodon citrinellus</i>	Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	Sca	<i>Scarus niger</i>
Cha	<i>Chaetodon kleinii</i>	Lab	<i>Thalassoma lutescens</i>	Sca	<i>Scarus rubroviolaceus</i>
Cha	<i>Chaetodon lineolatus</i>	Lab	<i>Thalassoma nigrofasciatum</i>	Sca	<i>Scarus schlegeli</i>
Cha	<i>Chaetodon melannotus</i>	Lut	<i>Lutjanus bohar</i>	Sig	<i>Siganus fuscescens</i>
Cha	<i>Chaetodon mertensii</i>	Mul	<i>Parupeneus barberinoides</i>	Sig	<i>Siganus punctatus</i>

Cha	<i>Chaetodon pelewensis</i>	Mul	<i>Parupeneus multifasciatus</i>	Syn	<i>Saurida gracilis</i>
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	Nem	<i>Pentapodus aureofasciatus</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 ichtyologique 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
Acanthuridae	6	6	6	5	1	3	6	5	3	2	6	6	8	14	7
Anthiinae	3	4	2	2	3	3	4	4	5	5	3	1	6	6	4
Bleniidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
Caesionidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1
Canthigasteridae	0	1	2	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1
Carangidae	0	0	0	1	0	1	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
Chaetodontidae	5	3	6	3	5	9	9	8	6	10	10	7	8	8	7
Epinephelinae	2	4	2	3	2	1	1	3	1	1	2	3	3	5	5
Labridae	6	6	6	6	6	9	11	11	8	10	8	8	10	11	7
Lutjanidae	1	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Microdesmidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Mullidae	1	1	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	2	1
Nemipteridae	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
Pomacanthidae	6	3	3	3	4	5	3	4	5	4	5	4	4	4	5
Pomacentridae	4	3	2	3	4	3	3	7	3	7	5	4	5	6	6
Pseudochromidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Scaridae	2	1	2	3	1	2	6	0	2	0	4	2	3	4	3
Siganidae	0	0	1	2	1	0	2	1	0	1	0	0	0	0	1
Total espèces	36	32	35	34	28	33	48	45	37	43	48	39	52	62	50
Total familles	10	10	13	13	10	14	11	10	11	11	13	12	12	11	14

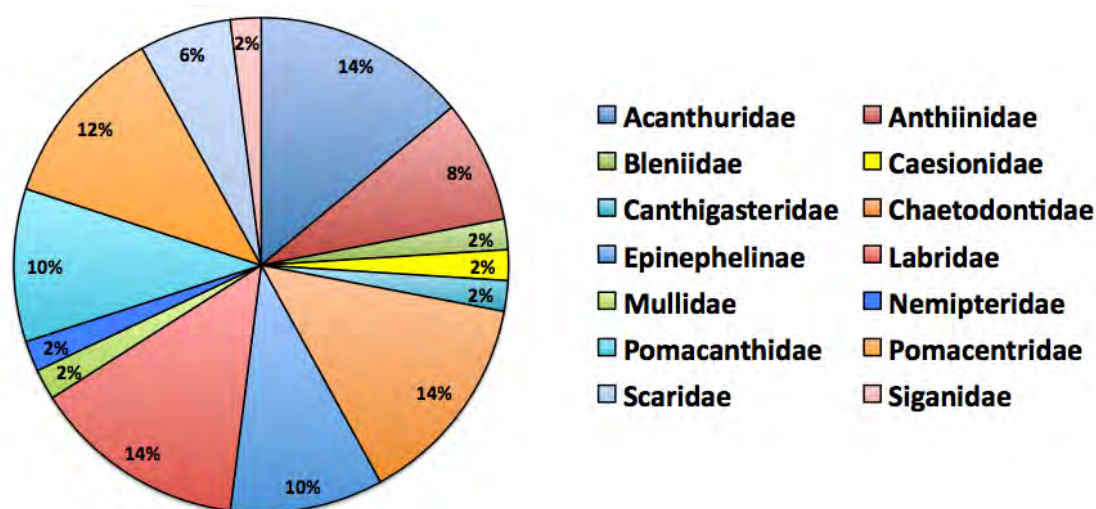


Figure n°70 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST09)

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	182	252	307	14/19

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](#).

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
2015 b	Transect A	280,00	1,98	71,66	40		
	Transect B	209,00	1,54	139,28	37		
	Transect C	203,00	1,43	263,90	29		
	Moy. ABC	230,67	1,65	158,28	62	81	118
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	48	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	39	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 [$Er_i = (X_i - X_m) / X_m$] 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 ichthyologiques depuis 2007 (ST09)

	Nb ind.	Densité	Biom.	Biodiv.1	Biodiv.2	Biodiv.3
Variance	3 852,3	1,2	38 145,8	84,0	149,3	459,5
Ecart type	62,1	1,1	195,3	9,2	12,2	21,4
Moyenne	151,2	2,4	208,9	41,6	63,6	88,1
Coef. de Var.	0,4	0,5	0,9	0,2	0,2	0,2

Remarque :

- Sans doute en réaction au courant, les poissons se dispersent dans la colonne d'eau. Ce comportement explique que les paramètres de densité et de biomasse ne suivent pas la même progression que le paramètre « Nb. ind. ».
- La biomasse est à 60% le fait de loches (Saumonées grosse race, arc en ciel et rose) et à 15% de dawas à bosse.
- La biodiversité est toujours importante, y compris sur les transects.

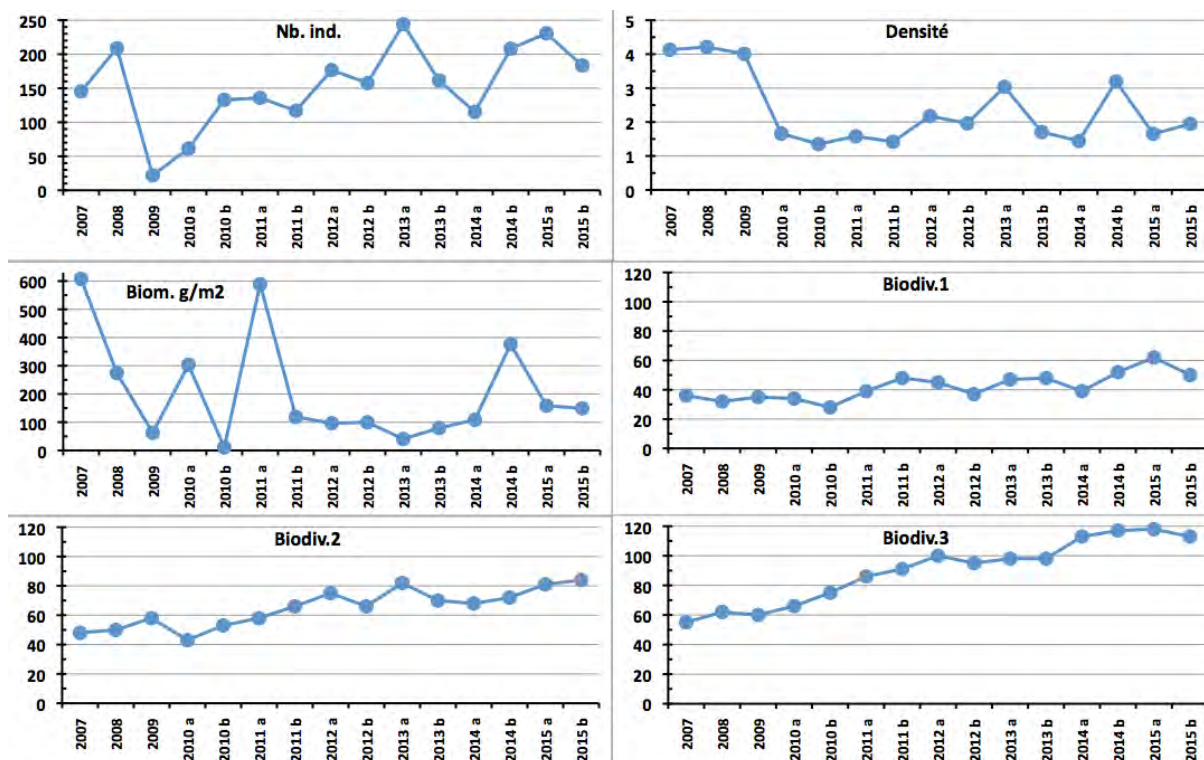


Figure n°71 : Evolution des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST09)

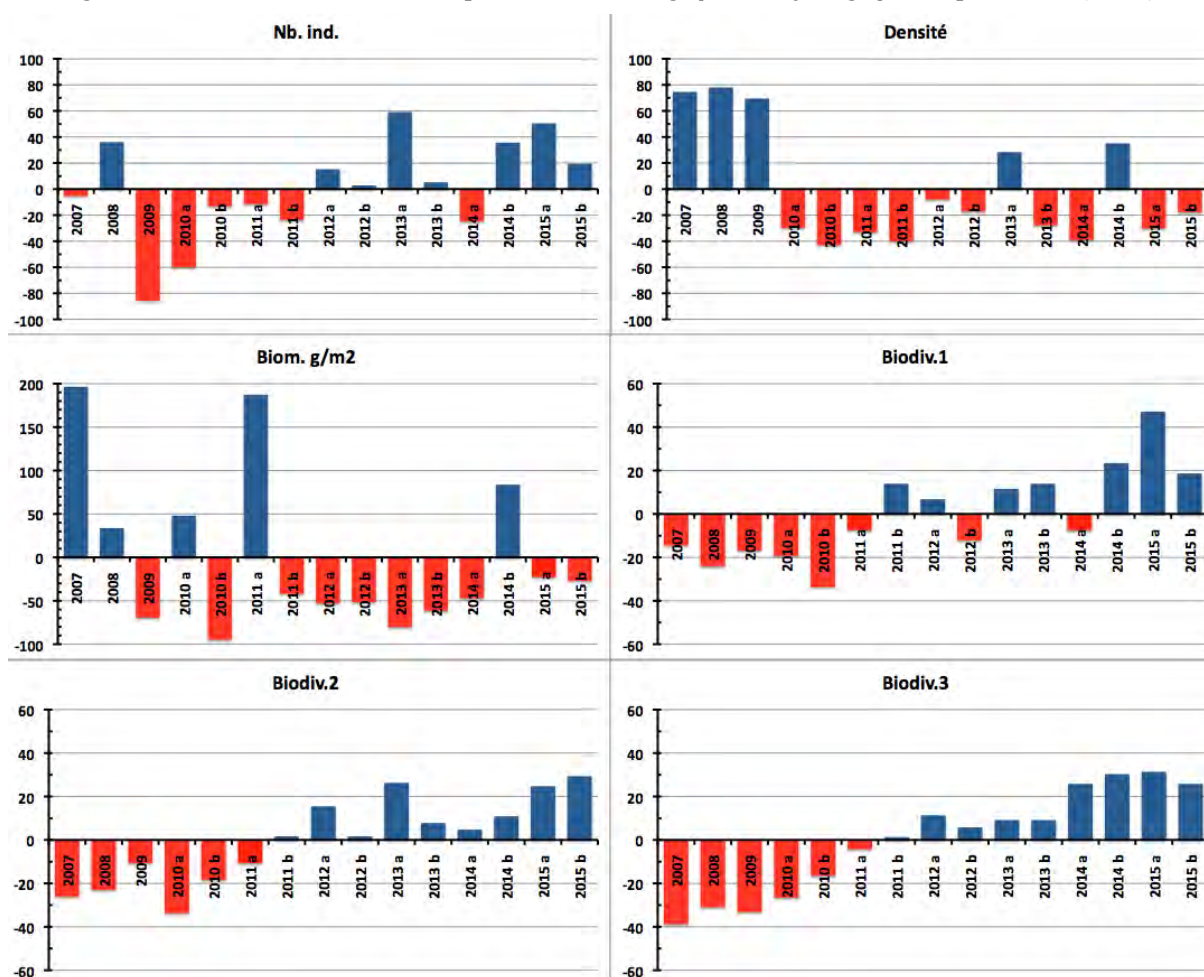


Figure n°72 : Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST09)



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 2^{ème} plus important taux de recouvrement corallien des 12 stations étudiées.

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 (2^{ème} plus important taux de recouvrement corallien des 12 stations étudiées)
- ↪ Dégradation des communautés benthiques sur l'ensemble de la station lors des événements dépressionnaires du début d'année 2011 et 2013
- ↪ Présence rare de *Gardineroseris planulata* et *Podabacia crustacea*
- ↪ Abondance des genres coralliens *Acropora*, *Goniopora* et *Alveopora*
- ↪ Les crinoïdes sont relativement abondants 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 mars et octobre 2015

Indicateur Corail :

- La biodiversité corallienne est la plus importante de l'ensemble du réseau de suivi :

Mars 2015 : 148 espèces dont 139 espèces scléactiniaires

Octobre 2015 : 148 espèces coralliennes dont 139 espèces scléactiniaires

Bien qu'il n'y ait pas de changement de diversité totale pour l'ensemble de la station entre les deux derniers semestres, il y a quand même des modifications spécifiques au sein de chaque transect (particulièrement en C)

- Le recouvrement corallien est de 44 % au transect A, 41.5 % en B (2^{ème} plus important taux de recouvrement corallien des 12 stations étudiées) et 7 % en C





- Le blanchissement a légèrement diminué mais il reste conséquent en nombre d'espèces stressées. Il se manifeste toujours sur des colonies isolées :

Mars 2015 : 31/139 espèces de scléactiniaires et 1.33% de la surface totale observée

Octobre 2015 : 23/139 espèces de scléactiniaires et 0.87% de la surface totale observée

- Lésions coralliennes : la maladie de la bande blanche sur des colonies d'*Acropora* tabulaires en A et B puis dans une moindre mesure en C

- Dégradations mécaniques en A et B. Colonies coralliennes retournées, arrachées et débris coralliens

- Perturbations sédimentaires : dépôts d'origine carbonatée remobilisés par les courants sur les colonies coralliennes (C) (ex de *Pachyseris speciosa*)

- Perturbations des corallivores : de nombreuses colonies coralliennes (particulièrement *Acropora* branchus et tabulaires) sont perturbées par des *Drupella cornus*

Autres indicateurs :

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

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

- Algue brune *Lobophora* : le recouvrement est faible et stable (absence en C)

- Algue rouge *Asparagopsis taxiformis* : Absence (développement saisonnier : le recouvrement n'a jamais été très important pour cette station. Cependant, il varie selon les saisons)

- Une éponge incrustante colonise petit à petit la grande colonie d'*Echinopora horrida* au début du transect A

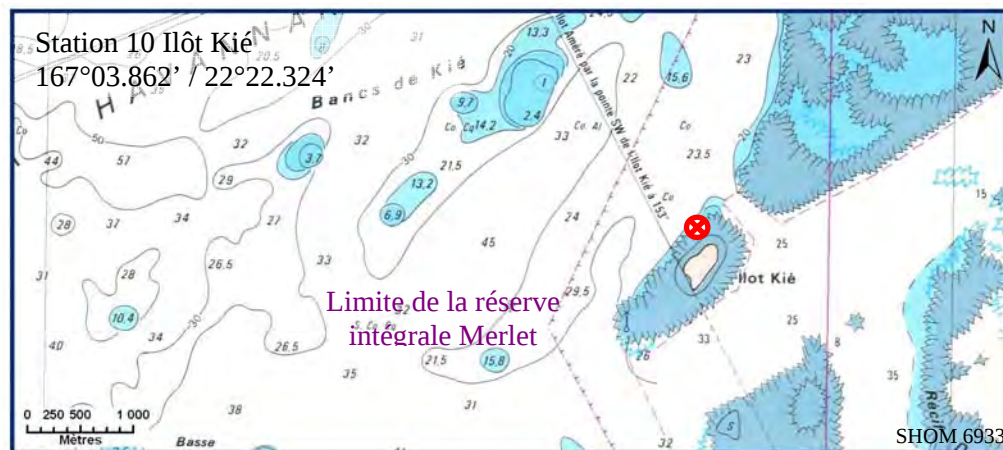
- *Cliona* (éponge) : stable

Les corallivores :

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

- Présence de *Drupella cornus* : augmentation d'abondance au niveau 3 pour A&B. Perturbations cycliques de ce corallivore sur les colonies coralliennes





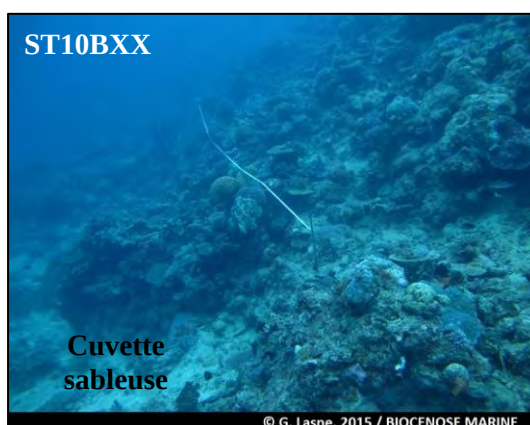
Carte n°12 : Localisation de la station 10 (Îlot Kié)



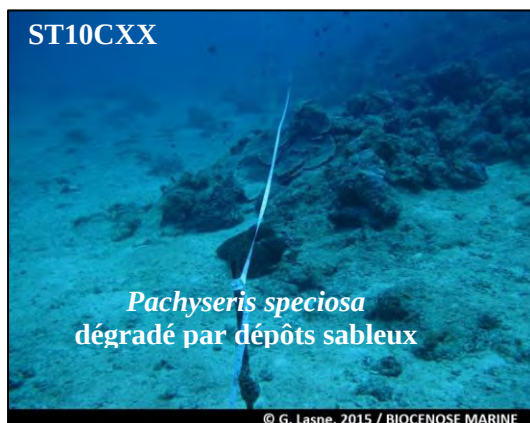
Photo n°26 : Position en surface par rapport à l'îlot Kié (ST10)



En haut et milieu du récif : quelques colonies coralliennes montrent les stigmates de la maladie de la bande blanche (*Acropora tabulaire*) et de prédation de *Drupella cornus*



Acropora florida colonisé par *Drupella cornus*, les parties blanches sont dépourvues de polypes



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.

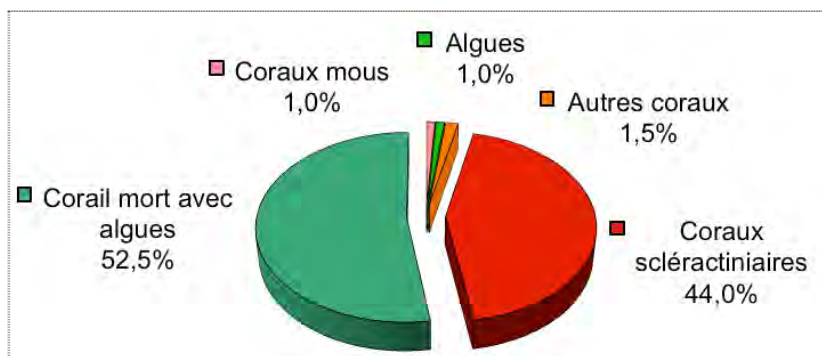


Figure n°73 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST10A

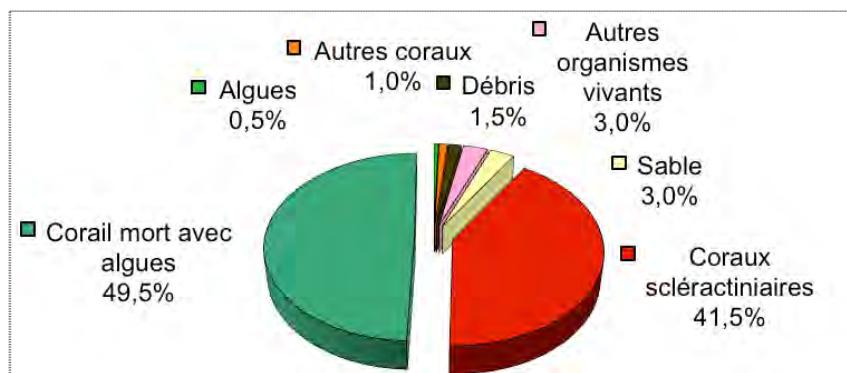


Figure n°74 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST10B

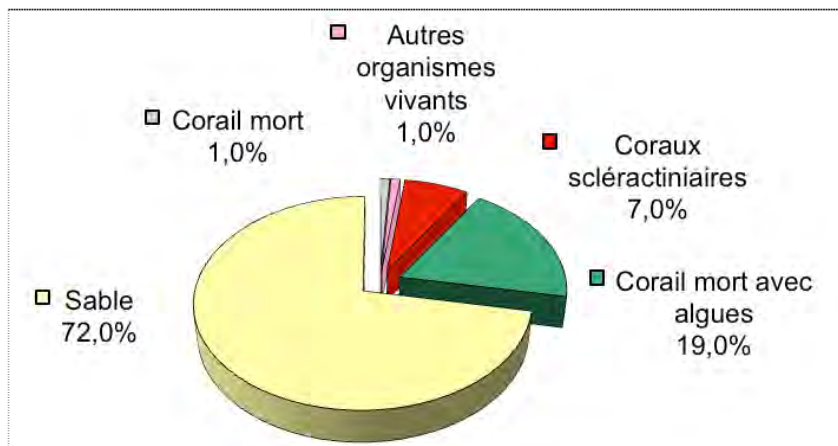


Figure n°75 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST10C

Cette station est toujours remarquable par sa couverture en coraux scléactiniaires qui représentent 44% et 41.5% du substrat sur les transects A et B (les 2ème plus forts taux de recouvrement de toutes les stations). La catégorie « Corail mort avec algues » est bien représentée (52.5% et 49.5%) et contribue au fait que ces deux transects sont recouverts à 100% et 95.5% de substrat biotique.

A noter : **sur les 2 transects, les cyanobactéries ont disparu.**

Le substrat du transect C est constitué essentiellement de sable (72%) et les coraux scléactiniaires n'y sont plus présents qu'à 7%.

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 octobre 2015, la richesse spécifique de la station Ilot Kié (ST10) est composée de :

- **148 espèces coralliennes** (dont 139 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 (139 taxons au sein de 14 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (30 taxons), les Acroporidae (28 taxons), les Agaraciidae (13 taxons), les Mussidae (13 taxons), les Fungiidae (12 taxons), les Merulinidae (8 taxons), les Pectiniidae (7 taxons), les Dendrophylliidae (6 taxons), les Pocilloporidae (6 taxons), les Poritidae (6 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 23/139 espèces de scléractiniaires (16,5%). Le blanchissement visuel est de 0,87% de la surface totale observée.
- **67 espèces d'invertébrés** dont 25 espèces de mollusques ; 12 espèces de cnidaires : alcyonaires (7 taxons), actiniaires (3 taxons), hydrozoaires (1 taxon), zoanthaires (1 taxon) ; 17 espèces d'échinodermes : astéries (6 taxons), échinides (4 taxons), holothurides (4 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 7 espèces d'éponges ; 6 espèces d'ascidies.
- **10 espèces de macrophytes** : algues vertes (5 taxons), algues rouges (3 taxons), algues brunes (2 taxons).
- **2 espèces de cyanobactéries.**

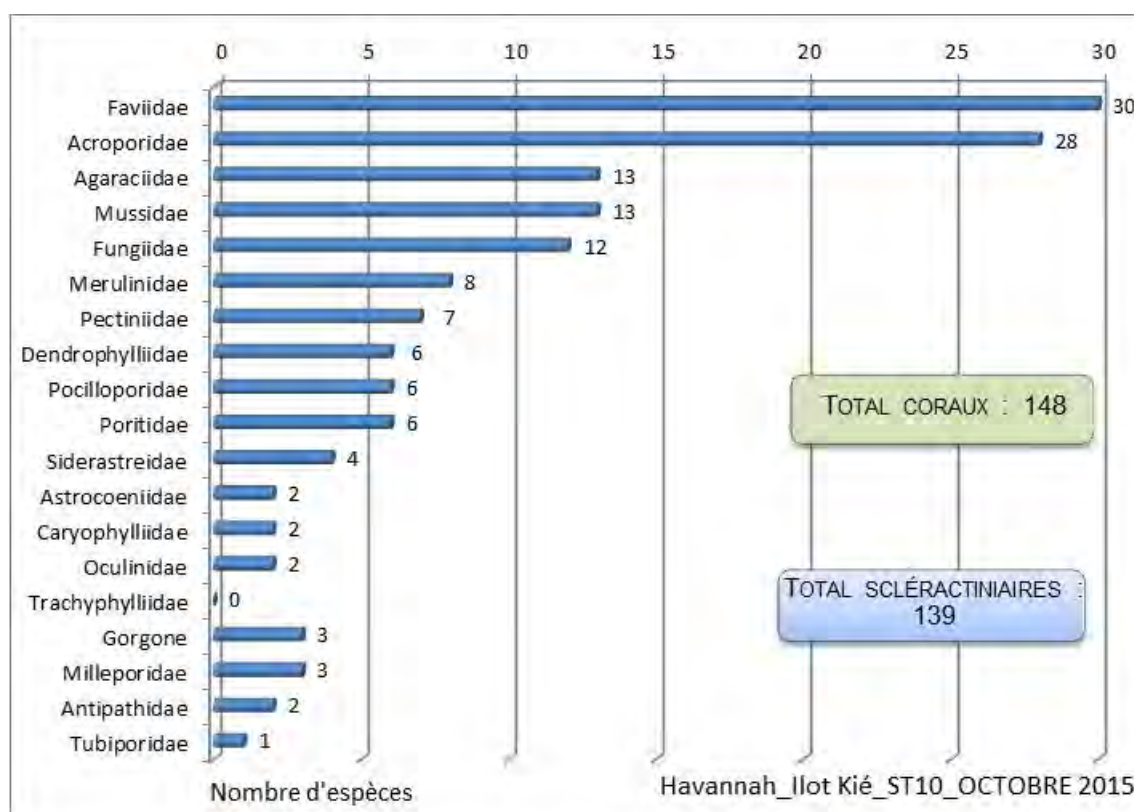


Figure n°76 : Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST10)

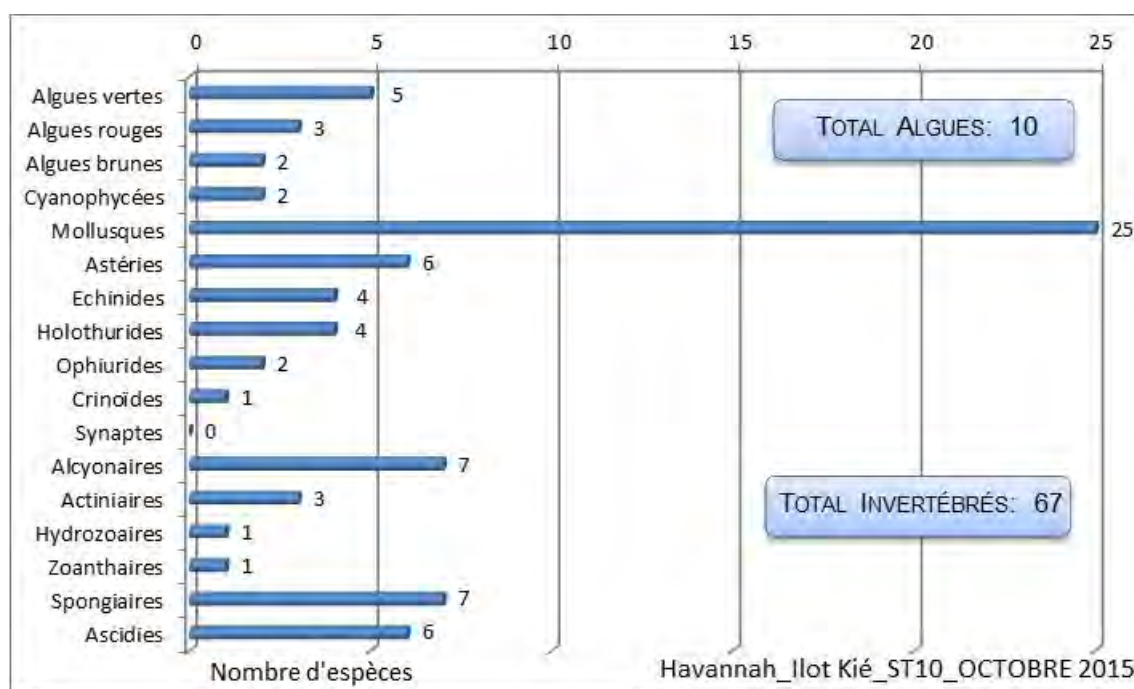


Figure n°77 : Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST10)

4.10.2.1 Benthos Transect 10 A

4.10.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST10A)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST10A est composée de 110 espèces coralliennes dont 102 espèces de scléractiniaires, 3 espèces de millépores (sub massif, branchu et encroûtant), 2 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires, une espèce de stolonifère.

Les familles scléractiniaires (102 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (26 taxons), les Faviidae (23 taxons), les Agaraciidae (9 taxons), les Fungiidae (8 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 18/102 espèces de scléractiniaires (17,6%).

Le blanchissement visuel est de 1,5% de la surface du couloir.

Tableau n°113 : Variations entre mars et octobre 2015 : 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)
Aucune espèce.	Une seule espèce : •Cycloseris sp. (A2/+ 1)	18 espèces blanchies (17, 6%) : > 17 espèces précédemment blanchies (16,7%) : •Acropora cytherea (B1), •Acropora florida (B1), •Acropora (branchu) (3spp.B*, B2), •Acropora (tabulaire) (2spp.B*, B2), •Pavona maldivensis (B1), •Echinopora horrida (B1), •Echinopora lamellosa (B1), •Merulina ampliata (B1), •Pectinia lactuca (B1), •Pocillopora damicornis (B2), •Pocillopora verrucosa (B1), •Seriatopora caliendrum (B2), •Seriatopora hystrix (B1), •Stylophora pistillata (B2) ; > Une seule espèce nouvellement blanchie

Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
Une seule espèce : •Gorgone ind.sp. (2spp./-1spp.A2/-1)	8 espèces : •Gorgone ind.sp. (2spp., A2/- 1), •Montipora verrucosa (A1/- 1), •Pachyseris rugosa (A1/- 1), •Polyphyllia talpina (A1/- 1), •Hydnophora exesa (A1/- 1), •Hydnophora pilosa (A1/- 1), •Echinophyllia aspera (A1/- 1).	•Acropora hyacinthus (B1, N). > 12 espèces ont réintégré leurs zooxanthelles : •Isopora palifera (B- 1, øß), •Montipora spp. (-1spp.B*) (B- 1, øß), •Pachyseris speciosa (B- 1, øß), •Turbinaria mesenterina (B- 1, øß), •Turbinaria reniformis (B- 1, øß), •Cyphastrea serailia (B- 1, øß), •Fungia spp. (-1spp.B*) (B- 2, øß), •Hydnophora microconos (B- 1, øß), •Hydnophora rigida (B- 1, øß), •Lobophyllia corymbosa (B- 1, øß), •Galaxea fascicularis (B- 2, øß), •Porites lobata (B-1, øß) > aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître ; > une seule espèce a vu son blanchissement se réduire : •Seriatopora hystrix (ΔB- 1).

4.10.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST10A)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST10A est composée de :

- 48 espèces d'invertébrés dont 19 espèces de mollusques ; 8 espèces de cnidaires : alcyonaires (6 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 ; 5 espèces d'ascidies ;
- 9 espèces de macrophytes : algues vertes (4 taxons), algues rouges (3 taxons), algues brunes (2 taxons) ;
- 2 espèces de cyanobactéries.

Tableau n°114 : Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST10A)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
3 nouvelles espèces d'algues recensées, dont 2 espèces d'algues rouges : •Gibsmithia hawaiiensis (A1), •Trichogloea requienii (A1) et l'algue verte : •Caulerpa sp. (A2) Aucune espèce d'algues n'a disparue.	2 espèces d'algues augmentent, dont 2 espèces d'algues vertes : •Halimeda sp. (2spp., A3/+ 1). Une espèce d'algue diminue : l'algue verte : •Chlorodesmis fastigiata (A1/-1)
Cyanobactéries	
Une nouvelle espèce de cyanobactéries recensée : •Symploca hydroides (A2).	Une espèce de cyanobactéries augmente d'abondance : •Phormidium sp. (A3/+ 1).
Cnidaires	
2 nouvelles espèces de cnidaires recensées : > pour les alcyonaires (2 espèces) : •Klyxum sp. (A2), •Dendronephthya sp. (A2)	☒
Echinodermes	
Une nouvelle espèce d'échinodermes recensée : > pour les astéries (1 espèce) : •Nardoa gomophia (A1) Une espèce d'échinodermes disparue : > pour les holothurides (-1 sp) : •Bohadschia argus (A0/-1)	Une espèce d'échinodermes augmente d'abondance : > pour les astéries (1 espèce) : •Fromia indica (A2/+ 1).
Mollusques	
3 nouvelles espèces de mollusques recensées : > pour les bivalves (1 espèce) : •Athrina sp. (A1) > pour les gastéropodes (1 sp) : •Chicoreus ramosus (A2) > pour les nudibranches (1 sp) : •Phyllidiella pustulosa (A1)	3 espèces de mollusques augmentent d'abondance : > pour les bivalves (1 sp) : •Hyotissa sp. (A2/+ 1) ; > pour les gastéropodes (2 sp) : •Drupella cornus (A3/+ 1), •Astraea rhodostoma (A2/+ 1).
Eponges	
Une nouvelle espèce d'éponges recensée :	☒



<i>Hamigera strongylata</i> (A2)	
Ascidies	
Une nouvelle espèce d'ascidies recensée : • <i>Didemnum</i> sp. (blanche) (A2).	Une espèce d'ascidies augmente d'abondance : • <i>Polycarpa cryptocarpa</i> (A2/+ 1). Une espèce d'ascidies diminue d'abondance : • <i>Polycarpa nigricans</i> (A2/- 1).
Bryozoaires	
☒	☒

4.10.2.2 Benthos Transect 10 B

4.10.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST10B)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST10B est composée de 125 espèces coralliennes dont 117 espèces de scléractiniaires, 3 espèces de millépores (sub massif, branchu et encroûtant), 2 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires, une espèce de stolonifère.

Les familles scléractiniaires (117 taxons au sein de 14 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (24 taxons), les Acroporidae (21 taxons), les Agaraciidae (13 taxons), les Fungiidae (10 taxons), les Mussidae (10 taxons), les Merulinidae (7 taxons), les Dendrophylliidae (6 taxons), les Pectiniidae (6 taxons), les Poritidae (6 taxons), les Pocilloporidae (5 taxons), les Siderastreidae (4 taxons), les Caryophylliidae (2 taxons), les Oculinidae (2 taxons), les Astrocoeniidae (1 taxon).

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

Le blanchissement corallien affecte 16/117 espèces de scléractiniaires (13,7%).

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

Tableau n°115 : Variations entre mars et octobre 2015 : 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)
2 espèces : • <i>Leptoseris scabra</i> (A1), • <i>Echinophyllia aspera</i> (A1).	2 espèces : • <i>Montipora tuberculosa</i> (A2/+ 1), • <i>Sandalolitha robusta</i> (A2/+ 1).	16 espèces blanchies (13,7%) : ➢ 12 espèces précédemment blanchies (10,3%) : • <i>Acropora cytherea</i> (B1), • <i>Acropora</i> (branchu) (2spp.B*, B2), • <i>Acropora</i> (tabulaire) (1spp.B*, B2), • <i>Montipora</i> spp. (1spp.B*, B1), • <i>Merulina ampliata</i> (B1), • <i>Lobophyllia corymbosa</i> (B1), • <i>Pocillopora damicornis</i> (B2), • <i>Pocillopora verrucosa</i> (B1), • <i>Seriatopora caliendrum</i> (B1), • <i>Seriatopora hystrix</i> (B2), • <i>Stylophora pistillata</i> (B2) ; ➢ 4 espèces nouvellement blanchies (3,4%) : • <i>Acropora florida</i> (B1, N), • <i>Acropora hyacinthus</i> (B1, N), • <i>Isopora palifera</i> (B1, N), • <i>Mycedium elephantotus</i> (B1, N).
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
Une seule espèce : • <i>Gorgone ind.sp.</i> (2spp./-1spp.A2/-1)	8 espèces : • <i>Gorgone ind.sp.</i> (2spp., A2/- 1), • <i>Montipora undata</i> (A1/- 1), • <i>Fungia</i> spp. (2spp., A3/- 1), • <i>Seriatopora caliendrum</i> (A2/- 1), • <i>Alveopora</i> sp. (A2/- 1), • <i>Tubipora musica</i> (A2/- 1).	➢ 4 espèces ont réintégré leurs zooxanthelles : • <i>Astreopora gracilis</i> (B- 1, øß), • <i>Turbinaria stellulata</i> (B- 1, øß), • <i>Fungia</i> spp. (-1spp.B*) (B- 2, øß), • <i>Scolymia vitiensis</i> (B- 1, øß) ; ➢ aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître ; ➢ une seule espèce a vu son blanchissement se réduire : • <i>Seriatopora caliendrum</i> (ΔB- 1).

4.10.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST10B)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST10B est composée de :



- 62 espèces d'invertébrés dont 20 espèces de mollusques ; 12 espèces de cnidaires : alcyonaires (7 taxons), actiniaires (3 taxons), hydrozoaires (1 taxon), zoanthaires (1 taxon) ; 17 espèces d'échinodermes : astéries (6 taxons), échinides (4 taxons), holothurides (4 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 7 espèces d'éponges ; 6 espèces d'ascidies ;
- 9 espèces de macrophytes : algues vertes (4 taxons), algues rouges (3 taxons), algues brunes (2 taxons) ;
- 2 espèces de cyanobactéries.

Tableau n°116 : Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST10B)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
3 nouvelles espèces d'algues recensées, dont 2 espèces d'algues rouges : • <i>Gibsmithia hawaiiensis</i> (A1), • <i>Trichogloea requienii</i> (A1) et l'algue verte : • <i>Codium</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 augmente d'abondance : • <i>Symploca hydroides</i> (A3/+ 1).
Cnidaires	
Une nouvelle espèce de cnidaires recensée : > pour les actiniaires (1 espèce) : • <i>Discosoma</i> sp. (A2) Une espèce de cnidaires disparue : > pour les zoanthaires (-1 espèce) : • <i>Zoanthidae</i> ind.sp. (A0/-2)	☒
Echinodermes	
Une nouvelle espèce d'échinodermes recensée : > pour les holothurides (1 espèce) : • <i>Holothuria atra</i> (A1) Une espèce d'échinodermes disparue : > pour les holothurides (-1 espèce) : • <i>Bohadschia argus</i> (A0/-1)	Une espèce d'échinodermes diminue d'abondance : > pour les astéries (1 espèce) : • <i>Gomophia egyptiaca</i> (A1/- 1).
Mollusques	
3 nouvelles espèces de mollusques recensées : > pour les gastéropodes (3 espèces) : • <i>Conus miles</i> (A1), • <i>Chicoreus ramosus</i> (A2), • <i>Lambis lambis</i> (A1). 4 espèces de mollusques disparues : > pour les gastéropodes (-2 espèce) : • <i>Drupa ricinus</i> (A0/-1), • <i>Trochus niloticus</i> (A0/-1) ; > pour les nudibranches (-2 espèce) : • <i>Phyllidia varicosa</i> (A0/-2), • <i>Phyllidiella pustulosa</i> (A0/-1).	4 espèces de mollusques augmentent d'abondance : > pour les gastéropodes (4 espèces) : • <i>Latirolagena smaragdula</i> (A2/+ 1), • <i>Drupa morum</i> (A2/+ 1), • <i>Drupella cornus</i> (A3/+ 1), • <i>Tectus fenestratus</i> (A2/+ 1).
Eponges	
3 espèces d'éponges disparues : • <i>Dysidea arenaria</i> (A0/-1), • <i>Spongiaires</i> ind. (orange) (A0/-2), • <i>Clathria rugosa</i> (A0/-2).	☒
Ascidies	
Une espèce d'ascidies disparue : • <i>Polycarpa</i> sp1. (blanche) (A0/-1).	Une espèce d'ascidies augmente d'abondance : • <i>Polycarpa clavata</i> (A2/+ 1). 2 espèces d'ascidies diminuent d'abondance : • <i>Polycarpa aurita</i> (A2/-1), • <i>Polycarpa nigricans</i> (A2/-2)
Bryozoaires	
☒	☒

4.10.2.3 Benthos Transect 10 C

4.10.2.3.1 Les Scléractiniaires (ST10C)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST10C est composée de 71 espèces coralliennes dont 64 espèces de scléractiniaires, une espèce de millépore (encroûtant), 3 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires, une espèce de stolonifère.

Les familles scléractiniales (64 taxons au sein de 14 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (13 taxons), les Acroporidae (9 taxons), les Mussidae (9 taxons), les Fungiidae (6 taxons), les Pocilloporidae (6 taxons), les Agaraciidae (5 taxons), les Pectiniidae (5 taxons), les Poritidae (4 taxons), les Dendrophylliidae (2 taxons), les Astrocoeniidae (1 taxon), les Caryophylliidae (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.

Le blanchissement corallien affecte 3/64 espèces de scléractiniaires (4,7%).

Le blanchissement visuel est de 0,1% de la surface du couloir.

Tableau n°117 : Variations entre mars et octobre 2015 : 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)
2 espèces : • <i>Polyphyllia talpina</i> (A1), • <i>Porites</i> sp. (A2).	Aucune	3 espèces blanchies (4,7%) : > Aucune espèce précédemment blanchie. > 3 espèces nouvellement blanchies (4,7%) : • <i>Acropora</i> (tabulaire) (1spp.B*, B1, N), • <i>Pachyseris speciosa</i> (B1, N), • <i>Seriatopora hystrix</i> (B2, N)
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
6 espèces : • <i>Leptoseris mycetoseroides</i> (A0/-1), • <i>Pavona clavus</i> (A0/-1), • <i>Plerogyra sinuosa</i> (A0/-1), • <i>Cyphastrea japonica</i> (A0/-1), • <i>Fungia</i> spp. (1spp./-1spp.A2/-1), • <i>Porites lobata</i> (A0/-2).	8 espèces : • <i>Montastrea curta</i> (A1/- 1), • <i>Fungia</i> spp. (A2/- 1), • <i>Polyphyllia novaehiberniae</i> (A1/-1) • <i>Mycodium elephantotus</i> (A1/- 1) • <i>Pocillopora verrucosa</i> (A1/- 1), • <i>Alveopora</i> sp. (A1/- 1), • <i>Coscinaraea columna</i> (A1/- 1), • <i>Tubipora musica</i> (A1/- 1).	> toutes les espèces (2 taxons) ont réintégré leurs zooxanthelles : • <i>Scolymia vitiensis</i> (B- 1, øß), • <i>Pocillopora damicornis</i> (B- 1, øß) ; > aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître nise réduire.

4.10.2.3.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST10C)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST10C est composée de :

- 34 espèces d'invertébrés dont 9 espèces de mollusques ; 8 espèces de cnidaires : alcyonaires (6 taxons), hydrozoaires (1 taxon), zoanthaires (1 taxon) ; 7 espèces d'échinodermes : astéries (2 taxons), holothurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon), échinides (1 taxon), ophiurides (1 taxon) ; 5 espèces d'éponges ; 5 espèces d'ascidies ;
- 2 espèces de macrophytes : algues rouges (1 taxon), algues vertes (1 taxon) ;
- 2 espèces de cyanobactéries.

Tableau n°118 : Variations entre mars et octobre 2015 : 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>Symploca hydroides</i> (A2).	☒
Cnidaires	
Une nouvelle espèce de cnidaires recensée : > pour les alcyonaires (1 espèce) : • <i>Dendronephthya</i> sp. (A1)	☒



Une espèce de cnidaires disparue :	
➤ pour les zoanthaires (-1 espèce) : • <i>Zoanthidae</i> ind.sp. (A0/-2)	
Echinodermes	
Une nouvelle espèce d'échinodermes recensée :	
➤ pour les holothurides (1 espèce) : • <i>Holothuria atra</i> (A2)	
2 espèces d'échinodermes disparues :	
➤ pour les astéries (-1 espèce) : • <i>Nardoa gomophia</i> (A0/-1)	
➤ pour les échinides (-1 espèce) : • <i>Diadema setosum</i> (A0/-2)	
Mollusques	
3 espèces de mollusques disparues :	
➤ pour les gastéropodes (-2 espèce) : • <i>Conus distans</i> (A0/-1), • <i>Lambis lambis</i> (A0/-1) ;	
➤ pour les nudibranches (-1 espèce) : • <i>Risbecia tryoni</i> (A0/-1)	
Une espèce de mollusques augmente d'abondance :	
➤ pour les bivalves (1 espèce) : • <i>Pteria</i> sp. (A2/+ 1).	
Eponges	
2 espèces d'éponges disparues : •Spongiaires ind. (orange) (A0/-1), • <i>Clathria rugosa</i> (A0/-3).	
Ascidies	
Une espèce d'ascidies augmente d'abondance :	
• <i>Polycarpa aurita</i> (A2/+ 1).	
2 espèces d'ascidies diminuent d'abondance :	
• <i>Polycarpa cryptocarpa</i> (A1/-1), • <i>Polycarpa nigricans</i> (A2/-1)	
Bryozoaires	

4.10.3 Les poissons (ST10)

La liste des espèces observées¹⁴ 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 A			Transect B			Transect C			Station Moyenne		
Fam	Espèces	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom
Aca	<i>Acanthurus mata</i>	15	0,15	46,88	5	0,04	13,02	8	0,08	25,00	9,33	0,09	28,30
Aca	<i>Acanthurus pyroferus</i>				1	0,01	3,04	1	0,01	3,91	0,67	0,01	2,32
Aca	<i>Ctenochaetus cyanocheilus</i>				2	0,03	0,67				0,67	0,01	0,22
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	3	0,03	1,79	2	0,03	1,17				1,67	0,02	0,99
Aca	<i>Ctenochaetus strigosus</i>							2	0,03	1,69	0,67	0,01	0,56
Aca	<i>Zebrasoma scopas</i>				2	0,03	0,67	1	0,01	0,43	1,00	0,02	0,37
Ant	<i>Pseudanthias cooperi</i>							25	0,42	2,86	8,33	0,14	0,95
Ant	<i>Pseudanthias hypselosoma</i>							25	0,31	3,20	8,33	0,10	1,07
Ant	<i>Pseudanthias pascualus</i>				15	0,25	3,65				5,00	0,08	1,22
Ant	<i>Pseudanthias squamipinnis</i>	15	0,13	1,28	30	0,29	4,37				15,00	0,14	1,88
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>				1	0,02	0,07	1	0,01	0,05	0,67	0,01	0,04
Cae	<i>Pterocaesio digramma</i>				200	1,67	136,53				66,67	0,56	45,51
Cae	<i>Pterocaesio marri</i>				200	1,67	731,73				66,67	0,56	243,91
Can	<i>Canthigaster valentini</i>				1	0,01	0,03	1	0,01	0,03	0,67	0,01	0,02
Cha	<i>Chaetodon baronessa</i>				1	0,02	0,24				0,33	0,01	0,08
Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	2	0,03	0,26	3	0,05	0,51				1,67	0,03	0,26
Cha	<i>Chaetodon pelewensis</i>				2	0,03	0,26				0,67	0,01	0,09
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	3	0,05	0,51							1,00	0,02	0,17
Cha	<i>Forcipiger flavissimus</i>	1	0,02	0,33							0,33	0,01	0,11
Epi	<i>Anypserodon leucogrammicus</i>				1	0,01	10,72				0,33	0,00	3,57
Epi	<i>Cephalopholis urodeta</i>				2	0,03	0,86				0,67	0,01	0,29
Epi	<i>Epinephelus fasciatus</i>				2	0,02	3,20				0,67	0,01	1,07
Epi	<i>Epinephelus maculatus</i>				1	0,01	3,91				0,33	0,00	1,30
Epi	<i>Epinephelus merra</i>	2	0,03	5,33	2	0,03	0,50				1,33	0,02	1,94
Epi	<i>Epinephelus ongus</i>				1	0,01	6,75				0,33	0,00	2,25
Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>	3	0,03	83,19				2	0,03	108,00	1,67	0,02	63,73
Lab	<i>Cheilinus chlorourus</i>				1	0,01	2,31				0,33	0,00	0,77
Lab	<i>Cheilinus undulatus</i>	1	0,01	0,25							0,33	0,00	0,08
Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>				1	0,01	10,72				0,33	0,00	3,57
Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>							4	0,05	0,51	1,33	0,02	0,17
Lab	<i>Thalassoma lunare</i>				7	0,06	0,85	5	0,06	0,64	4,00	0,04	0,50
Let	<i>Gymnocranius grandoculis</i>							1	0,01	10,72	0,33	0,00	3,57
Let	<i>Monotaxis grandoculis</i>							2	0,03	12,03	0,67	0,01	4,01
Lut	<i>Lutjanus gibbus</i>				3	0,04	13,54				1,00	0,01	4,51
Mon	<i>Oxymonacanthus longirostris</i>	4	0,03	0,08							1,33	0,01	0,03
Mul	<i>Parupeneus barberinoides</i>				5	0,05	3,38	5	0,06	3,43	3,33	0,04	2,27
Mul	<i>Parupeneus indicus</i>				3	0,03	2,95				1,00	0,01	0,98
Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>				10	0,17	6,65	10	0,17	7,32	6,67	0,11	4,66
Poc	<i>Centropyge bicolor</i>	2	0,02	0,07	2	0,03	0,17	3	0,05	0,13	2,33	0,03	0,12
Poc	<i>Centropyge bispinosa</i>	3	0,03	0,11	3	0,05	0,25	4	0,07	0,17	3,33	0,05	0,17
Poc	<i>Centropyge tibicen</i>	2	0,02	0,07	2	0,03	0,07	2	0,03	0,08	2,00	0,03	0,08
Pom	<i>Abudefduf whitleyi</i>	15	0,15	0,38	10	0,17	1,71				8,33	0,11	0,69
Pom	<i>Amphiprion perideraion</i>				2	0,03	0,23				0,67	0,01	0,08
Pom	<i>Chromis fumea</i>	100	0,83	1,07							33,33	0,28	0,36
Pom	<i>Chromis viridis</i>	50	0,42	0,53							16,67	0,14	0,18
Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>	4	0,04	0,02	10	0,17	0,42	10	0,13	0,31	8,00	0,11	0,25
Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>	15	0,15	0,08				20	0,33	0,83	11,67	0,16	0,30
Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>	50	0,42	0,23	20	0,33	0,43	30	0,38	0,48	33,33	0,38	0,38

¹⁴ Données par rapport à la liste restreinte du cahier des charges, cf. [annexe 01](#).



Pom	<i>Dascyllus trimaculatus</i>				5	0,08	0,21				1,67	0,03	0,07
Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>	10	0,08	0,11	5	0,08	0,36	10	0,13	0,16	8,33	0,10	0,21
Pse	<i>Pictichromis coralensis</i>							1	0,01	0,02	0,33	0,00	0,01
Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>	3	0,03	0,86	3	0,05	3,38				2,00	0,03	1,41
Sca	<i>Scarus niger</i>	1	0,01	3,91							0,33	0,00	1,30
Sca	<i>Scarus schlegeli</i>				1	0,01	0,84				0,33	0,00	0,28
Sig	<i>Siganus corallinus</i>	4	0,05	4,91				2	0,03	1,37	2,00	0,03	2,10
Total		308	2,74	152,24	567	5,64	970,34	175	2,44	183,37	350,00	3,61	435,32
Biodiversité		23			38			24			55		
Indice de Shannon =		4,099											
Equitabilité =		0,709											

Sur l'ensemble des transects de la station, 550 individus appartenant à 55 espèces différentes ont pu être observés. Ils représentent une densité de 3.61 poissons/m² pour une biomasse de 435.32 g/m².

149 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 achilles</i>	Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>	Mon	<i>Oxymonacanthus longirostris</i>
Aca	<i>Acanthurus blochii</i>	Hae	<i>Plectorhinchus chaetodonoides</i>	Mul	<i>Parupeneus barberinoides</i>
Aca	<i>Acanthurus dussumieri</i>	Hae	<i>Plectorhinchus lessonii</i>	Mul	<i>Parupeneus indicus</i>
Aca	<i>Acanthurus mata</i>	Hae	<i>Plectorhinchus picus</i>	Mur	<i>Gymnothorax javanicus</i>
Aca	<i>Acanthurus pyroferus</i>	Hol	<i>Myripristis murdjan</i>	Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>
Aca	<i>Ctenochaetus cyanocheilus</i>	Hol	<i>Sargocentron spiniferum</i>	Pin	<i>Parapercis cylindrica</i>
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	Kyp	<i>Kyphosus cinerascens</i>	Pin	<i>Parapercis hexophthalma</i>
Aca	<i>Ctenochaetus strigosus</i>	Lab	<i>Anampses caeruleopunctatus</i>	Poc	<i>Centropyge bicolor</i>
Aca	<i>Naso brachycentron</i>	Lab	<i>Anampses femininus</i>	Poc	<i>Centropyge bispinosa</i>
Aca	<i>Naso lituratus</i>	Lab	<i>Anampses neoguinaicus</i>	Poc	<i>Centropyge tibicen</i>
Aca	<i>Naso lopezi</i>	Lab	<i>Bodianus axillaris</i>	Poc	<i>Pomacanthus sexstriatus</i>
Aca	<i>Naso unicornis</i>	Lab	<i>Bodianus loxozonus</i>	Poc	<i>Pygoplites diacanthus</i>
Aca	<i>Naso vlamingii</i>	Lab	<i>Bodianus perditio</i>	Pom	<i>Abudefduf whitleyi</i>
Aca	<i>Zebrasoma scopas</i>	Lab	<i>Cheilinus chlorourus</i>	Pom	<i>Amblyglyphidodon curacao</i>
Ant	<i>Pseudanthias cooperi</i>	Lab	<i>Cheilinus trilobatus</i>	Pom	<i>Amblyglyphidodon orbicularis</i>
Ant	<i>Pseudanthias hypselosoma</i>	Lab	<i>Cheilinus undulatus</i>	Pom	<i>Amphiprion perideraion</i>
Ant	<i>Pseudanthias pascalus</i>	Lab	<i>Cirrhilabrus punctatus</i>	Pom	<i>Chromis fumea</i>
Ant	<i>Pseudanthias squamipinnis</i>	Lab	<i>Coris batuensis</i>	Pom	<i>Chromis iomelas</i>
Apo	<i>Apogon doederleini</i>	Lab	<i>Coris gaimard</i>	Pom	<i>Chromis leucura</i>
Apo	<i>Archamia fucata</i>	Lab	<i>Epibulus insidiator</i>	Pom	<i>Chromis viridis</i>
Apo	<i>Cheilodipterus macrodon</i>	Lab	<i>Gomphosus varius</i>	Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>
Apo	<i>Cheilodipterus quinquelineatus</i>	Lab	<i>Halichoeres argus</i>	Pom	<i>Chrysiptera starcki</i>
Apo	<i>Ostorhinchus angustatus</i>	Lab	<i>Halichoeres hortulanus</i>	Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>
Apo	<i>Ostorhinchus aureus</i>	Lab	<i>Halichoeres prosopion</i>	Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>
Aul	<i>Aulostomus chinensis</i>	Lab	<i>Hemigymnus fasciatus</i>	Pom	<i>Dascyllus trimaculatus</i>
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>	Pom	<i>Neoglyphidodon azysron</i>
Cae	<i>Pterocaesio digramma</i>	Lab	<i>Hologymnosus doliatus</i>	Pom	<i>Neoglyphidodon nigroris</i>
Cae	<i>Pterocaesio marri</i>	Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>	Pom	<i>Plectroglyphidodon johnstonianus</i>
Can	<i>Canthigaster valentini</i>	Lab	<i>Labropsis australis</i>	Pom	<i>Plectroglyphidodon lacrymatus</i>
Cha	<i>Chaetodon baronessa</i>	Lab	<i>Oxycheilinus celebicus</i>	Pom	<i>Pomacentrus brachialis</i>



Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	Lab	<i>Oxycheilinus diagrammus</i>	Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>
Cha	<i>Chaetodon melannotus</i>	Lab	<i>Pseudocheilinus hexataenia</i>	Pom	<i>Pomacentrus nagasakiensis</i>
Cha	<i>Chaetodon mertensii</i>	Lab	<i>Thalassoma hardwicke</i>	Pse	<i>Pictichromis coralensis</i>
Cha	<i>Chaetodon mertensii</i>	Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	Sca	<i>Chlorurus microrhinos</i>
Cha	<i>Chaetodon ornatissimus</i>	Lab	<i>Thalassoma lutescens</i>	Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>
Cha	<i>Chaetodon pelewensis</i>	Lab	<i>Thalassoma nigrofasciatum</i>	Sca	<i>Scarus bleekeri</i>
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	Let	<i>Gymnocranius grandoculis</i>	Sca	<i>Scarus flavipectoralis</i>
Cha	<i>Forcipiger flavissimus</i>	Let	<i>Lethrinus atkinsoni</i>	Sca	<i>Scarus ghobban</i>
Cha	<i>Heniochus acuminatus</i>	Let	<i>Monotaxis grandoculis</i>	Sca	<i>Scarus longipinnis</i>
Cha	<i>Heniochus varius</i>	Let	<i>Monotaxis heterodon</i>	Sca	<i>Scarus niger</i>
Cir	<i>Cirrhitichthys falco</i>	Lut	<i>Lutjanus bohar</i>	Sca	<i>Scarus oviceps</i>
Cir	<i>Paracirrhites forsteri</i>	Lut	<i>Lutjanus gibbus</i>	Sca	<i>Scarus psittacus</i>
Epi	<i>Anyperodon leucogrammicus</i>	Lut	<i>Lutjanus kasmira</i>	Sca	<i>Scarus schlegeli</i>
Epi	<i>Cephalopholis argus</i>	Lut	<i>Lutjanus quinquelineatus</i>	Sig	<i>Siganus corallinus</i>
Epi	<i>Cephalopholis urodeta</i>	Lut	<i>Lutjanus rivulatus</i>	Sig	<i>Siganus punctatus</i>
Epi	<i>Epinephelus fasciatus</i>	Lut	<i>Lutjanus russellii</i>	Sig	<i>Siganus vulpinus</i>
Epi	<i>Epinephelus maculatus</i>	Lut	<i>Macolor niger</i>	Sph	<i>Sphyraena jello</i>
Epi	<i>Epinephelus merra</i>	Mic	<i>Gunnellichthys curiosus</i>	Syn	<i>Saurida gracilis</i>
Epi	<i>Epinephelus ongus</i>	Mic	<i>Gunnellichthys viridescens</i>	Zan	<i>Zanclus cornutus</i>
Epi	<i>Plectropomus laevis</i>	Mic	<i>Ptereleotris evides</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](#).

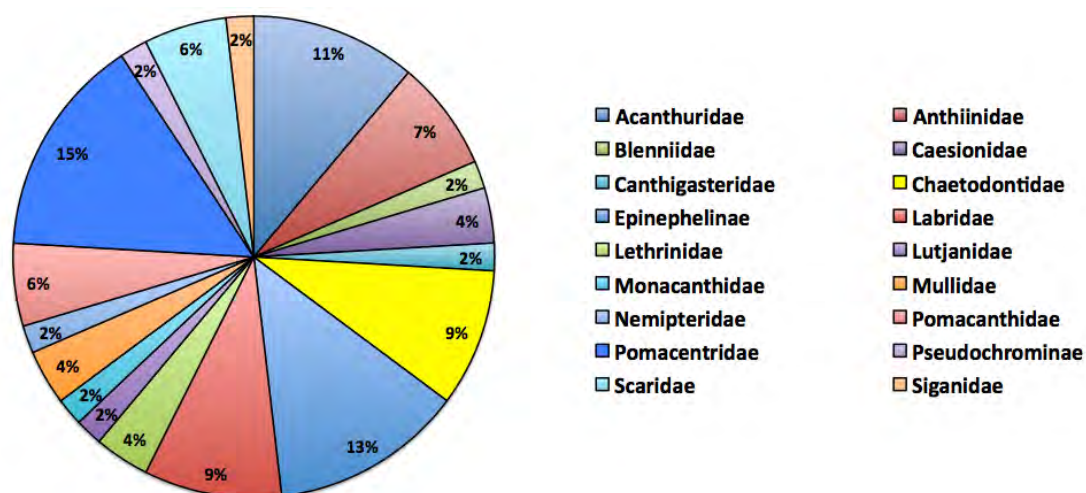


Figure n°78 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST10)

Tableau n°121 : Nombre d'espèces par famille ichthyologique 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
Acanthuridae	3	6	3	4	8	8	5	8	7	6	6	4	8	9	6
Anthiinae	1	1	1	2	1	2	2	3	2	2	2	2	3	4	4
Blenniidae	0	0	1	2	1	0	1	0	2	0	2	0	1	1	1



Caesionidae	1	2	1		1	1	1	2	1	2	1	0	0	1	2
Canthigasteridae	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
Carangidae	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
Chaetodontidae	6	4	8	13	9	8	8	6	7	8	7	8	6	7	5
Epinephelinae	5	6	7	7	6	4	6	4	7	4	4	8	4	7	7
Haemulidae	1	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Kyphosiidae	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Labridae	7	2	5	6	7	6	9	3	2	9	5	5	6	7	5
Lethrinidae	1	1	1	0	2	3	2	1	3	2	3	2	2	2	2
Lutjanidae	4	0	1	1	4	2	1	1	0	1	0	0	0	1	1
Monacanthidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
Mullidae	0	0	2	1	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	2
Nemipteridae	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
Pomacentridae	8	6	8	6	9	6	11	13	10	10	7	6	3	10	8
Pseudochrominae	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	9	1	1
Scaridae	3	4	5	3	8	4	2	3	3	2	3	6	1	9	3
Scombridae	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	7	0	0
Siganidae	0	0	0	1	0	1	1	2	1	2	2	1	0	1	1
Sphyraenidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0		0
Zanclidae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Total espèces	46	37	49	52	67	59	58	52	53	57	54	51	54	67	54
Total familles	14	11	15	14	18	21	18	16	17	17	19	15	15	18	18

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	194	308	375	18/23

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
2015 b	Transect A	308,00	2,74	152,24	23		
	Transect B	567,00	5,64	970,34	38		
	Transect C	175,00	2,44	183,37	24		
	Moy. ABC	350,00	3,61	435,32	55	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	49	92	116
2008	Moy. ABC	534,33	9,37	451,97	37	64	71
2007 ¹⁵	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 ichtyologiques depuis 2007 (ST10)

	Nb ind.	Densité	Biom.	Biodiv.1	Biodiv.2	Biodiv.3
Variance	30 503,6	4,6	190 133,6	56,1	208,6	724,8
Ecart type	174,7	2,1	436,0	7,5	14,4	26,9
Moyenne	364,0	4,8	536,0	54,1	92,8	133,4
Coef. de Var.	0,5	0,4	0,8	0,1	0,2	0,2

Commentaires :

La station de l'îlot Kié est en zone abritée juste à côté d'une pointe où l'hydrodynamisme est important.

- Les paramètres de densité et de biomasse ont des valeurs très légèrement en dessous de la moyenne.
- La biomasse est toujours très marquée par les planctonophages *Caesio digramma* et *C. marri* et dans une moindre mesure par *Acanthurus mata*. Les nasons (*N. unicornis*, *N. vlamingii*, *N. brachycentron*,...) sont toujours là mais en-dehors de la zone des transects. Les saumonées (*Plectropomus leopardus* et *P. laevis*) et les perroquets tronqués (*Chlorurus microrhinos*) sont également là mais essentiellement hors de la zone des transects.
- La densité est essentiellement influencée par *Caesio digramma*.
- La biodiversité est proche de la moyenne.

¹⁵ 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.

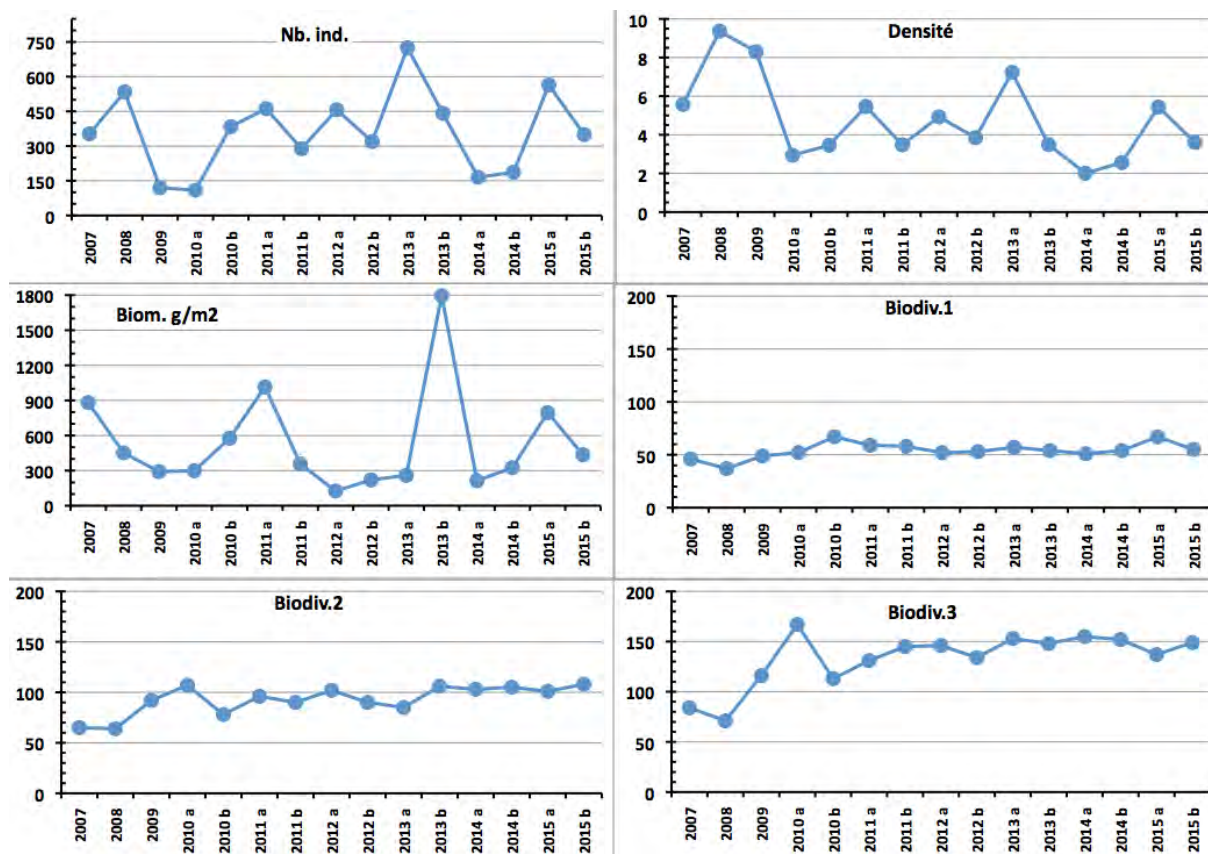


Figure n°79 : *Evolution des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST10)*

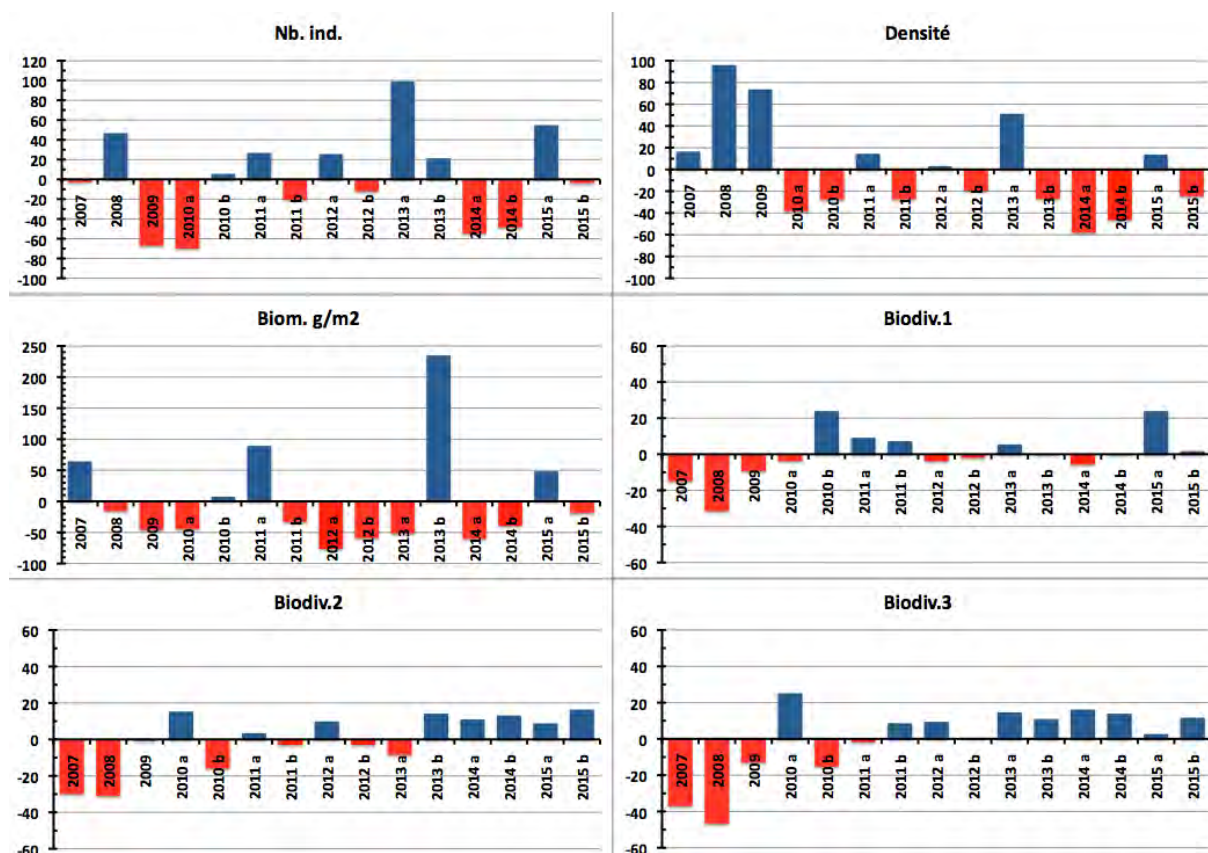


Figure n°80 : *Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST10)*

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 le cyclone Pam en mars 2015
 - 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 scléactiniaires 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 invasif : 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 mars et octobre 2015

Indicateur Corail :

- La biodiversité corallienne est importante et en augmentation :

Mars 2015 : 133 espèces dont 124 espèces scléactiniaires

Octobre 2015 : 138 espèces coralliennes dont 129 espèces scléactiniaires



- Le recouvrement corallien est de 34.5 % au transect A, 30 % en B et 5 % en C
- Le blanchissement a légèrement augmenté du point de vue spécifique mais il a également diminué en recouvrement. Il se manifeste sur des colonies isolées, retournées et arrachées :
Mars 2015 : 12/124 espèces de scléractiniaires et 0.8% de la surface totale observée
Octobre 2015 : 15/129 espèces de scléractiniaires et 0.4% de la surface totale observée
- Lésions coralliennes : maladie de la bande blanche quelques colonies d'*Acropora* tabulaires en A&B
- Dégradations mécaniques sur l'ensemble de la station et particulièrement en A et B

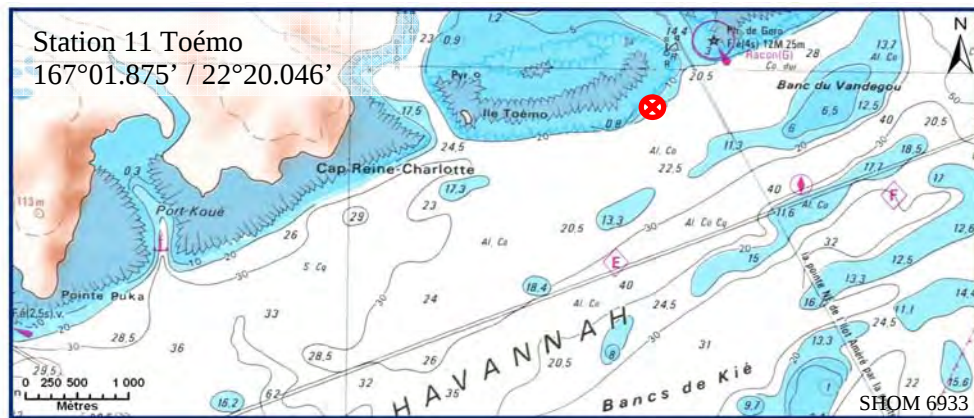
Autres indicateurs :

- Cyanobactéries : recouvrement est faible (niveau 2) pour l'ensemble de la station (absence en A). Elles colonisent les colonies coralliennes mortes en place et les débris coralliens
- 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 a diminué en A&B (niveau 3) (développement saisonnier : le recouvrement peut être très important et varie énormément selon les saisons - caractère invasif de septembre à décembre)
- *Cliona* (éponge) : stable pour A&B avec une augmentation en C

Les corallivores :

- Absence des *Acanthaster planci* et des *Culcita novaeguineae*
- Absence de *Drupella cornus* (diminution d'abondance par rapport à mars 2015 pour B)
- Absence du spécimen d'*Ovula ovum* de mars 2015 en C

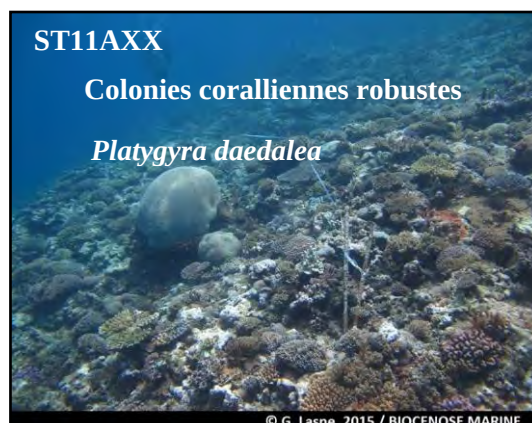




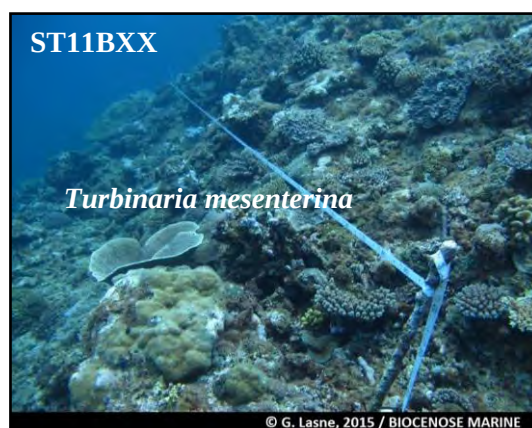
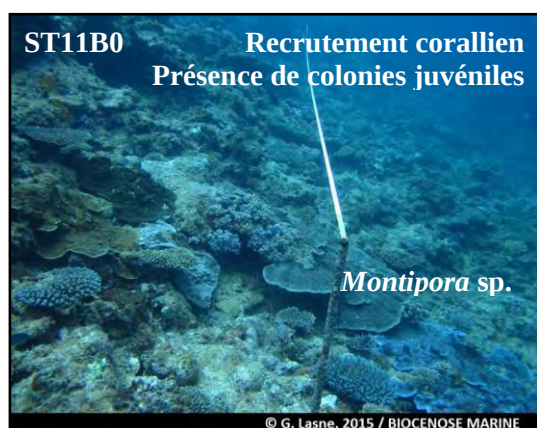
Carte n°13 : Localisation de la station 11 (Toémo)



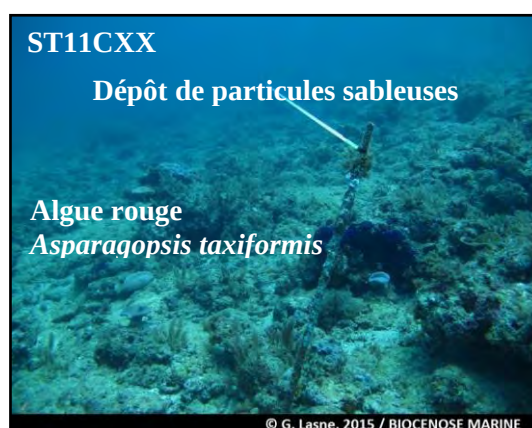
Photo n°28 : Position en surface par rapport à la côte (ST11)



Quelques colonies sont affectées par la maladie de la bande blanche (haut et milieu du récif)



Le turf algal se développe sur les nombreux débris



Accumulation de débris coralliens en bas de pente récifale et cuvette sableuse

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.

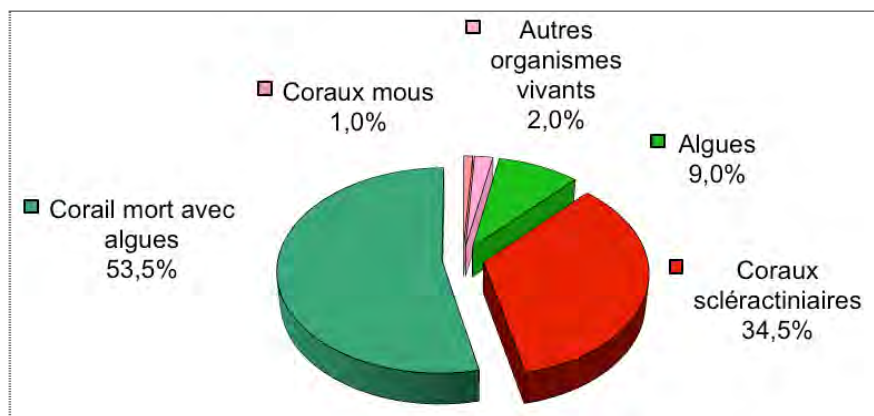


Figure n°81 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST11A

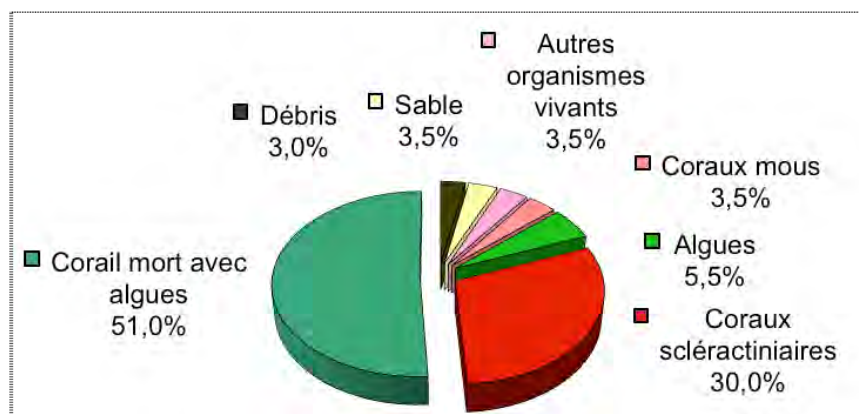


Figure n°82 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST11B

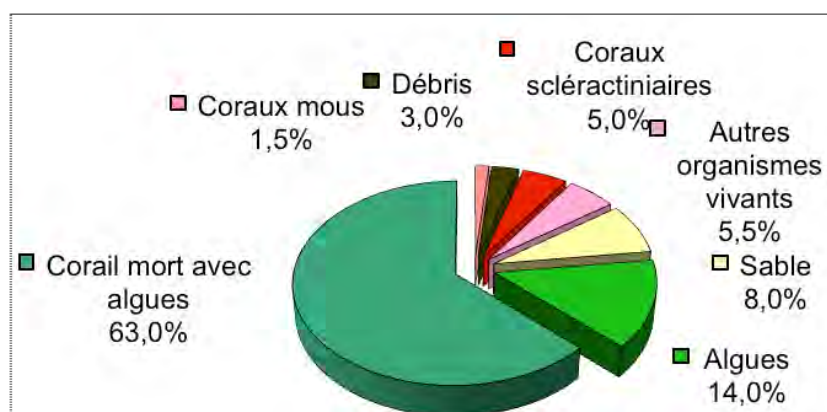


Figure n°83 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST03C

Cette station possède, parmi les plus forts recouvrements biotiques : 100%, 93.5% et 89% 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 (34.5% et 30%), résultats parmi les plus élevés de toutes les stations (4^{ème} rang).

A noter : **toujours 0.5% de les cyanobactéries sur le transect A, mais absentes ailleurs.**

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 octobre 2015, la richesse spécifique de la station Récif Toémo (ST11) est composée de :

- **138 espèces coralliennes** (dont 129 espèces de scléractiniaires, 2 espèces de millépores (sub massif, et encroûtant), 4 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires, une espèce de stolonifère).
Les familles scléractiniaires (129 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 (11 taxons), les Agaraciidae (9 taxons), les Pocilloporidae (9 taxons), les Fungiidae (7 taxons), les Merulinidae (7 taxons), les Siderastreidae (7 taxons), les Dendrophylliidae (6 taxons), les Poritidae (6 taxons), les Pectiniidae (5 taxons), les Caryophylliidae (2 taxons), les Oculinidae (2 taxons), les Astrocoeniidae (1 taxon).
Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Trachyphylliidae.
Le blanchissement corallien affecte 15/129 espèces de scléractiniaires (11,6%).
Le blanchissement visuel est de 0,4% de la surface totale observée.
- **52 espèces d'invertébrés** dont 12 espèces de mollusques ; 9 espèces de cnidaires : alcyonaires (6 taxons), actiniaires (1 taxon), hydrozoaires (1 taxon), zoanthaires (1 taxon) ; 14 espèces d'échinodermes : astéries (5 taxons), échinides (3 taxons), holothurides (3 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 8 espèces d'éponges ; 9 espèces d'ascidies.
- **10 espèces de macrophytes** : algues rouges (4 taxons), algues vertes (4 taxons), algues brunes (2 taxons).
- **1 espèce de cyanobactéries.**

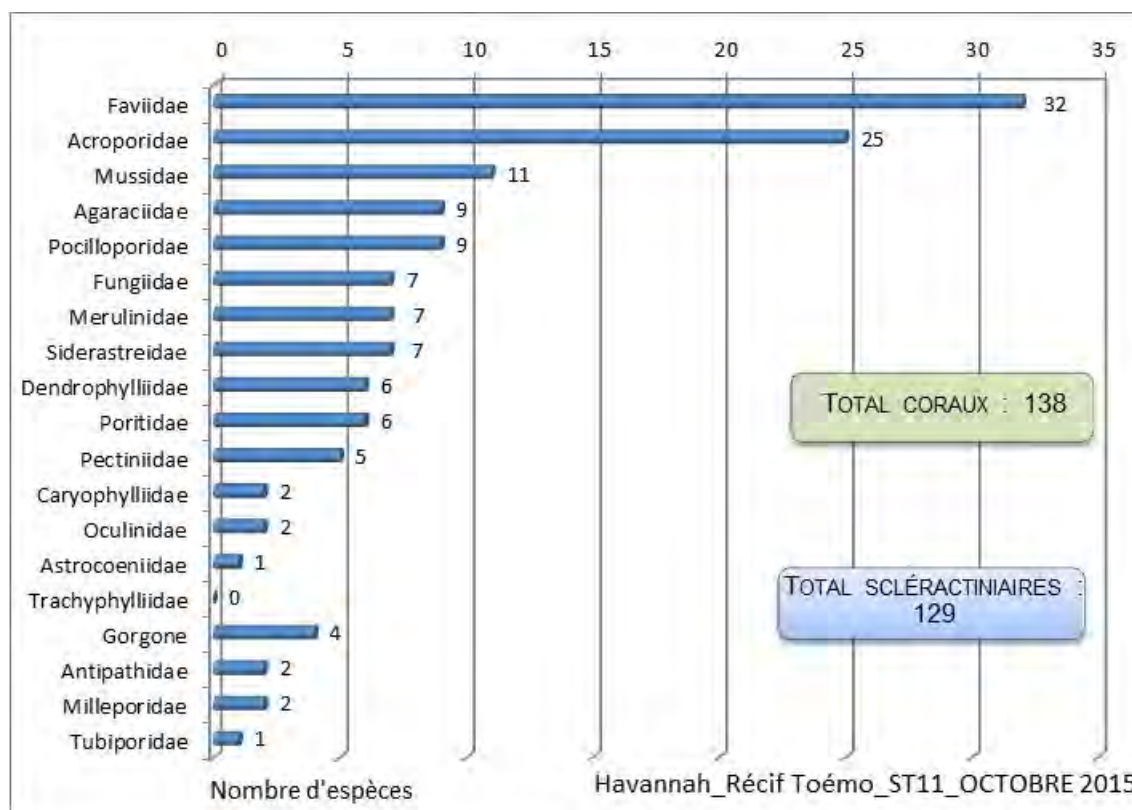


Figure n°84 : Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST11)

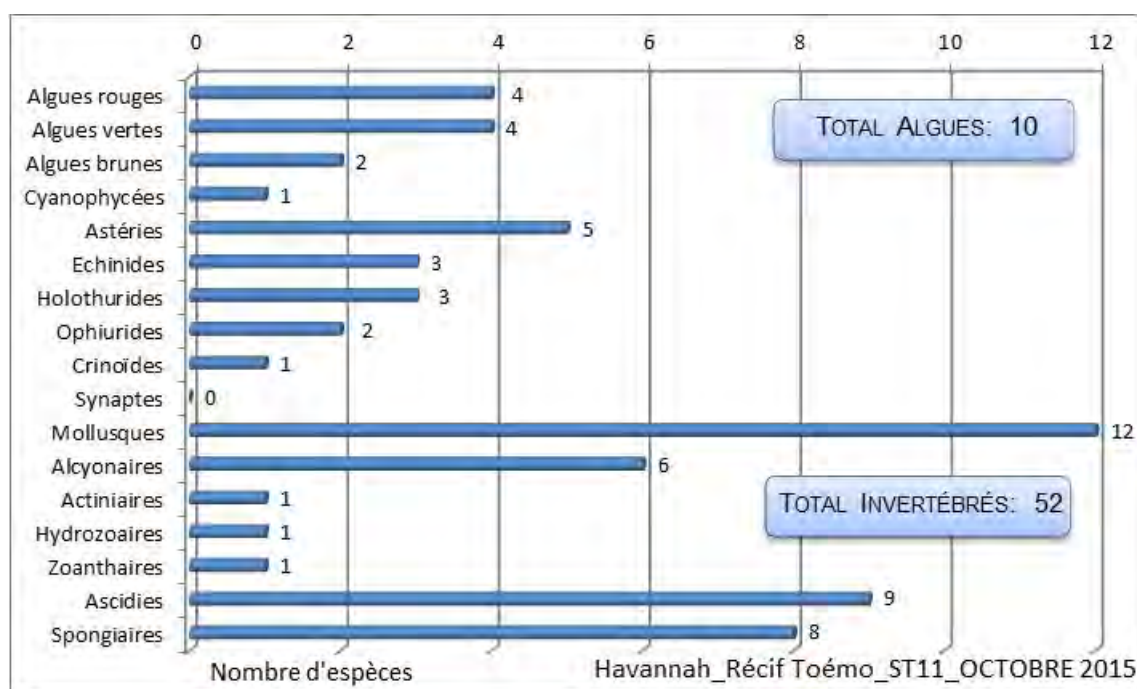


Figure n°85 : Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST11)

4.11.2.1 Benthos Transect 11 A

4.11.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST11A)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST11A est composée de 99 espèces coralliennes dont 95 espèces de scléractiniaires, 2 espèces de millépores (sub massif et encroûtant), une espèce de gorgone, une espèce de stolonifère.

Les familles scléractiniaires (95 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 Mussidae (7 taxons), les Pocilloporidae (7 taxons), les Agaraciidae (6 taxons), les Poritidae (6 taxons), les Dendrophylliidae (3 taxons), les Siderastreidae (3 taxons), les Oculinidae (2 taxons), les Pectiniidae (2 taxons), les Fungiidae (1 taxon).

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

Le blanchissement corallien affecte 9/95 espèces de scléractiniaires (9,5%).

Le blanchissement visuel est de 0,7% de la surface du couloir.

Tableau n°125 : Variations entre mars et octobre 2015 : 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)
10 espèces : • <i>Millepora</i> (submassif) (A2), • <i>Acropora florida</i> (A2), • <i>Acropora</i> (branchu) (6spp./+2spp.) (A5), • <i>Montipora</i> spp. (4spp./+2spp.) (A5), • <i>Favia</i> spp. (4spp./+1spp.) (A3), • <i>Leptastrea transversa</i> (A1), • <i>Echinophyllia aspera</i> (A1), • <i>Pectinia lactuca</i> (A1).	3 espèces : • <i>Pavona duerdeni</i> (A2/+ 1), • <i>Pocillopora damicornis</i> (A5/+ 1), • <i>Seriatopora hystrix</i> (A3/+ 1).	9 espèces blanchies (9,5%) : ➢ 8 espèces précédemment blanchies (8,4%) : • <i>Acropora</i> (branchu) (2spp.B*, B2), • <i>Acropora</i> (tabulaire) (2spp.B*, B2), • <i>Isopora palifera</i> (B1), • <i>Pocillopora damicornis</i> (B1), • <i>Seriatopora caliendrum</i> (B1), • <i>Porites lobata</i> (B1) ; ➢ Une seule espèce nouvellement blanchie • <i>Galaxea fascicularis</i> (B1, N).
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
2 espèces : • <i>Acropora</i> (tabulaire) (4spp./-1spp.A5/-0) • <i>Cycloseris</i> sp. (A0/-1)	Une seule espèce : • <i>Hydnophora rigida</i> (A3/- 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 ;
 ➤ 2 espèces ont vu leur blanchissement se réduire : •*Pocillopora damicornis* (ΔB- 1),
 •*Seriatopora caliendrum* (ΔB- 1).

4.11.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST11A)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST11A est composée de :

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

Tableau n°126 : Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST11A)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
5 nouvelles espèces d'algues recensées, dont 2 espèces d'algues rouges : • <i>Actinotrichia</i> sp. (A2), • <i>Trichogloea requienii</i> (A3) et 3 espèces d'algues vertes : • <i>Caulerpa</i> sp. (A1), • <i>Halimeda</i> sp. (2spp.) (A2) Aucune espèce d'algues n'a disparue.	Aucune espèce d'algues n'augmente. Une espèce d'algue diminue : l'algue rouge : • <i>Asparagopsis taxiformis</i> (A3/- 1).
Cyanobactéries	
Une espèce de cyanobactéries disparue : • <i>Phormidium</i> sp. (A0/-2).	☒
Cnidaires	
Une nouvelle espèce de cnidaires recensée : ➤ pour les actiniaires (1 espèce) : • <i>Discosoma rhodostoma</i> (A2).	4 espèces de cnidaires augmentent d'abondance : ➤ pour les alcyonaires (4 espèces) : • <i>Lobophytum</i> sp. (A3/+ 1), • <i>Sarcophyton</i> sp. (A3/+ 1), • <i>Sinularia</i> sp. (A3/+ 1), • <i>Xenia</i> sp. (A4/+ 2). Une espèce de cnidaires diminue d'abondance : ➤ pour les alcyonaires (1 sp) : • <i>Nephthea</i> sp. (A3/-1)
Echinodermes	
2 nouvelles espèces d'échinodermes recensées : ➤ pour les astéries (1 espèce) : • <i>Fromia monilis</i> (A1) ➤ pour les crinoïdes (1 espèce) : •Crinoïdes ind. (A2) Une espèce d'échinodermes disparue : ➤ pour les astéries (-1 sp) : • <i>Gomophia egyptiaca</i> (A0/-1)	Une espèce d'échinodermes augmente d'abondance : ➤ pour les astéries (1 espèce) : • <i>Fromia indica</i> (A2/+ 1).
Mollusques	
2 nouvelles espèces de mollusques recensées : ➤ pour les bivalves (1 sp) : • <i>Pedum spondyloideum</i> (A2) ➤ pour les gastéropodes (1 sp) : • <i>Astraea rhodostoma</i> (A2)	Une espèce de mollusques diminue d'abondance : ➤ pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Drupa grossularia</i> (A1/- 1).
Eponges	
Une nouvelle espèce d'éponges recensée : • <i>Spheciospongia vagabunda</i> (A2).	Une espèce d'éponges diminue d'abondance : • <i>Dysidea herbacea</i> (A2/- 1).
Ascidies	
Une nouvelle espèce d'ascidies recensée : • <i>Didemnum molle</i> (A3).	2 espèces d'ascidies diminuent d'abondance : • <i>Polycarpa aurita</i> (A3/-1), • <i>Polycarpa nigricans</i> (A2/-3)
Bryozoaires	
☒	☒



4.11.2.2 Benthos Transect 11 B

4.11.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST11B)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST11B est composée de 120 espèces coralliennes dont 111 espèces de scléractiniaires, 2 espèces de millépores (sub massif et encroûtant), 4 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires, une espèce de stolonifère.

Les familles scléractiniaires (111 taxons au sein de 14 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (27 taxons), les Acroporidae (17 taxons), les Agaraciidae (9 taxons), les Mussidae (9 taxons), les Pocilloporidae (9 taxons), les Siderastreidae (7 taxons), les Dendrophylliidae (6 taxons), les Fungiidae (6 taxons), les Merulinidae (6 taxons), les Poritidae (6 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 10/111 espèces de scléractiniaires (9%).

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

Tableau n°127 : Variations entre mars et octobre 2015 : 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)
3 espèces : • <i>Astreopora listeri</i> (A1), • <i>Leptoseris hawaiiensis</i> (A1), • <i>Echinophyllia aspera</i> (A1).	Une seule espèce : • <i>Platygyra pini</i> (A2/+ 1)	10 espèces blanchies (9%) : ➢ 8 espèces précédemment blanchies (7,2%) : • <i>Acropora</i> (branchu) (1spp.B*, B2), • <i>Acropora</i> (tabulaire) (2spp.B*, B2), • <i>Montipora</i> spp. (1spp.B*, B1), • <i>Turbinaria mesenterina</i> (B1), • <i>Pocillopora damicornis</i> (B1), • <i>Seriatopora caliendrum</i> (B1), • <i>Seriatopora hystrix</i> (B1) ➢ 2 espèces nouvellement blanchies (1,8%) : • <i>Goniastrea australensis</i> (B1,N), • <i>Galaxea fascicularis</i> (B1,N)
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
Une seule espèce : • <i>Euphyllia ancora</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 ; ➢ 2 espèces ont vu leur blanchissement se réduire : • <i>Pocillopora damicornis</i> (ΔB-1), • <i>Seriatopora caliendrum</i> (ΔB-1)

4.11.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST11B)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST11B est composée de :

- 47 espèces d'invertébrés dont 10 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), échinides (3 taxons), holothurides (2 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 7 espèces d'éponges ; 9 espèces d'ascidies ;
- 9 espèces de macrophytes : algues rouges (4 taxons), algues vertes (4 taxons), algues brunes (1 taxon) ;
- 1 espèce de cyanobactéries. Tous les groupes sont représentés.

Tableau n°128 : Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST11B)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
2 nouvelles espèces d'algues recensées, dont l'algue rouge : • <i>Trichogloea requienii</i> (A2) et l'algue verte : • <i>Codium</i> sp. (A2) Une espèce d'algue disparue, l'algue verte : • <i>Chlorodesmis fastigiata</i> (A0/-2)	Aucune espèce d'algues n'augmente. Une espèce d'algue diminue : l'algue rouge : • <i>Asparagopsis taxiformis</i> (A3/- 1).
Cyanobactéries	
☒	☒



Cnidaires	
Une espèce de cnidaires disparue : > pour les zoanthaires (-1 espèce) : •Zoanthidae ind.sp. (A0/-2).	Une espèce de cnidaires augmente d'abondance : > pour les alcyonaires (1 sp) : • <i>Nephthea</i> sp. (A4/+1) 2 espèces de cnidaires diminuent d'abondance : > pour les alcyonaires (1 sp) : • <i>Sarcophyton</i> sp. (A2/-1) > pour les actiniaires (1 sp) : • <i>Discosoma rhodostoma</i> (A3/-1)
Echinodermes	
2 nouvelles espèces d'échinodermes recensées : > pour les échinides (1 sp) : • <i>Diadema setosum</i> (A1) ; > pour les holothurides (1 sp) : • <i>Holothuria fuscopunctata</i> (A1) 2 espèces d'échinodermes disparues : > pour les astéries (-1 sp) : • <i>Fromia monilis</i> (A0/-1) ; > pour les holothurides (-1 sp) : • <i>Bohadschia graeffei</i> (A0/-1)	2 espèces d'échinodermes diminuent d'abondance : > pour les astéries (2 espèces) : • <i>Fromia indica</i> (A1/- 1), • <i>Gomophia egyptiaca</i> (A1/- 1).
Mollusques	
Une nouvelle espèce de mollusques recensée : > pour les bivalves (1 sp) : • <i>Saccostrea cucullata</i> (A2). 6 espèces de mollusques disparues : > pour les gastéropodes (-4 sp) : • <i>Drupella cornus</i> (A0/-2), • <i>Trochus niloticus</i> (A0/-1), • <i>Turbo argyrostomus</i> (A0/-1), • <i>Turbo setosus</i> (A0/-1) > pour les nudibranches (-2 sp) : • <i>Risbecia tryoni</i> (A0/-1), • <i>Phyllidiella pustulosa</i> (A0/-1)	Une espèce de mollusques augmente d'abondance : > pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Latirolagena smaragdula</i> (A2/+ 1).
Eponges	
Une espèce d'éponges disparue : • <i>Dysidea herbacea</i> (A0/-2).	Une espèce d'éponges augmente d'abondance : •Spongiaires ind. (noire) (A3/+ 1).
Ascidies	
Une nouvelle espèce d'ascidies recensée : • <i>Citorclinum laboutei</i> (A2).	2 espèces d'ascidies augmentent d'abondance : • <i>Didemnum molle</i> (A3/+ 1), • <i>Polycarpa clavata</i> (A2/+ 1). Une espèce d'ascidies diminue d'abondance : • <i>Polycarpa nigricans</i> (A3/- 1).
Bryozoaires	
☒	☒

4.11.2.3 Benthos Transect 11 C

4.11.2.3.1 Les Scléractiniaires (ST11C)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST11C est composée de 63 espèces coralliennes dont 56 espèces de scléractiniaires, une espèce de millépore (encroûtant), 3 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires, une espèce de stolonifère.

Les familles scléractiniaires (56 taxons au sein de 13 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (14 taxons), les Mussidae (7 taxons), les Fungiidae (6 taxons), les Agaraciidae (5 taxons), les Dendrophylliidae (5 taxons), les Pocilloporidae (5 taxons), les Acroporidae (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.

Le blanchissement corallien affecte 2/56 espèces de scléractiniaires (3,6%).

Le blanchissement visuel est de 0,1% de la surface du couloir.



Tableau n°129 : Variations entre mars et octobre 2015 : 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)
8 espèces : • <i>Pavona explanulata</i> (A1), • <i>Turbinaria mesenterina</i> (A2), • <i>Turbinaria reniformis</i> (A2), • <i>Turbinaria stellulata</i> (A1), • <i>Herpolitha limax</i> (A1), • <i>Hydnophora exesa</i> (A1), • <i>Blastomussa wellsi</i> (A1), • <i>Echinophyllia orpheensis</i> (A1)	3 espèces : • <i>Montipora</i> spp. (2spp., A3/+ 1), • <i>Stylocoeniella armata</i> (A2/+ 1).	2 espèces blanchies (3,6%) : ➢ Aucune espèce précédemment blanchie. ➢ 2 espèces nouvellement blanchies (3,6%) : • <i>Herpolitha limax</i> (B1, N), • <i>Hydnophora exesa</i> (B1, N).
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
Toutes les espèces ont été recensées	Aucune	Pas d'espèce précédemment blanchie.

4.11.2.3.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST11C)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST11C est composée de :

- 38 espèces d'invertébrés dont 6 espèces de mollusques ; 7 espèces de cnidaires : alcyonaires (5 taxons), hydrozoaires (1 taxon), zoanthaires (1 taxon) ; 9 espèces d'échinodermes : astéries (2 taxons), échinides (2 taxons), holothurides (2 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 7 espèces d'éponges ; 9 espèces d'ascidies ;
- 5 espèces de macrophytes : algues rouges (2 taxons), algues vertes (2 taxons), algues brunes (1 taxon) ;
- 1 espèce de cyanobactéries.

Tableau n°130 : Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST11C)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
Une nouvelle espèce d'algue recensée, l'algue verte : • <i>Codium</i> sp. (A2) Aucune espèce d'algues n'a disparue.	Une espèce d'algue recensée, l'algue rouge : • <i>Asparagopsis taxiformis</i> (A3/+1) Aucune espèce d'algues ne diminue.
Cyanobactéries	
☒	☒
Cnidaires	
Une espèce de cnidaires disparue : ➢ pour les alcyonaires (-1 espèce) : • <i>Cladiella</i> sp. (A0/-2).	Une espèce de cnidaires augmente d'abondance : ➢ pour les alcyonaires (1 espèce) : • <i>Sarcophyton</i> sp. (A4/+ 1). Une espèce de cnidaires diminue d'abondance : ➢ pour les zoanthaires (1 espèce) : • <i>Palythoa</i> sp. (A2/- 1).
Echinodermes	
2 nouvelles espèces d'échinodermes recensées : ➢ pour les astéries (1 espèce) : • <i>Fromia monilis</i> (A1) ; ➢ pour les holothurides (1 sp) : • <i>Actinopyga palauensis</i> (A1) 3 espèces d'échinodermes disparues : ➢ pour les astéries (-2 sp) : • <i>Fromia indica</i> (A0/-2), • <i>Nardoa gomophia</i> (A0/-1) ; ➢ pour les holothurides (-1 sp) : • <i>Thelenota ananas</i> (A0/-1)	Une espèce d'échinodermes diminue d'abondance : ➢ pour les astéries (1 espèce) : • <i>Gomophia egyptiaca</i> (A1/- 1).
Mollusques	
3 nouvelles espèces de mollusques recensées : ➢ pour les bivalves (2 sp) : • <i>Septifer bilocularis</i> (A2), • <i>Pedum spondyloideum</i> (A2) ; ➢ pour les gastéropodes (1 sp) : • <i>Turbo argyrostomus</i> (A1) Une espèce de mollusques disparue : ➢ pour les gastéropodes (-1 sp) : • <i>Ovula ovum</i> (A0/-1)	☒



Eponges	
☒	Une espèce d'éponges augmente d'abondance : • <i>Cliona orientalis</i> (A4/+ 1). 2 espèces d'éponges diminuent d'abondance : •Spongiaires ind. (noire) (A2/- 1), • <i>Clathria rugosa</i> (A1/- 1).
Ascidies	
☒	3 espèces d'ascidies diminuent d'abondance : • <i>Didemnum</i> sp. (blanche) (A2/-1), • <i>Polycarpa aurita</i> (A2/-1), • <i>Polycarpa nigricans</i> (A2/-3)
Bryozoaires	
☒	☒



4.11.3 Les poissons (ST11)

La liste des espèces observées¹⁶ 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 blochii</i>							1	0,01	2,00	0,33	0,00	0,67
Aca	<i>Acanthurus lineatus</i>	10	0,08	5,63							3,33	0,03	1,88
Aca	<i>Acanthurus mata</i>							3	0,02	2,50	1,00	0,01	0,83
Aca	<i>Acanthurus nigricans</i>				1	0,01	2,00				0,33	0,00	0,67
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	10	0,08	2,88	3	0,03	1,10				4,33	0,04	1,33
Aca	<i>Naso brachycentron</i>				2	0,03	0,26				0,67	0,01	0,09
Aca	<i>Naso lituratus</i>				1	0,01	3,91				0,33	0,00	1,30
Aca	<i>Zebrasoma scopas</i>				4	0,05	0,22				1,33	0,02	0,07
Aca	<i>Zebrasoma veliferum</i>							1	0,01	0,33	0,33	0,00	0,11
Ant	<i>Pseudanthias hypselosoma</i>	20	0,20	0,86							6,67	0,07	0,29
Ant	<i>Pseudanthias squamipinnis</i>	20	0,25	1,08							6,67	0,08	0,36
Ble	<i>Ecsenius bicolor</i>	1	0,01	0,01							0,33	0,00	0,00
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>				1	0,01	0,02				0,33	0,00	0,01
Can	<i>Canthigaster valentini</i>							1	0,01	0,02	0,33	0,00	0,01
Cha	<i>Chaetodon auriga</i>	2	0,03	0,50				1	0,01	0,10	1,00	0,01	0,20
Cha	<i>Chaetodon citrinellus</i>	3	0,03	0,11							1,00	0,01	0,04
Cha	<i>Chaetodon kleinii</i>	3	0,03	0,11	3	0,04	0,16				2,00	0,02	0,09
Cha	<i>Chaetodon lineolatus</i>				2	0,03	1,69				0,67	0,01	0,56
Cha	<i>Chaetodon mertensii</i>	2	0,02	0,07	1	0,02	0,07				1,00	0,01	0,05
Cha	<i>Chaetodon ornatissimus</i>	2	0,02	0,33							0,67	0,01	0,11
Cha	<i>Chaetodon pelewensis</i>				2	0,03	0,67				0,67	0,01	0,22
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	3	0,03	0,11							1,00	0,01	0,04
Cha	<i>Chaetodon speculum</i>	2	0,02	0,17							0,67	0,01	0,06
Cha	<i>Chaetodon trifascialis</i>	1	0,01	0,06							0,33	0,00	0,02
Epi	<i>Cephalopholis urodeta</i>	1	0,01	0,97	1	0,01	2,00				0,67	0,01	0,99
Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>							1	0,01	10,67	0,33	0,00	3,56
Lab	<i>Bodianus loxozonus</i>							1	0,01	3,91	0,33	0,00	1,30
Lab	<i>Cheilinus chlorourus</i>	1	0,01	2,60							0,33	0,00	0,87
Lab	<i>Cheilinus trilobatus</i>	1	0,01	3,91							0,33	0,00	1,30
Lab	<i>Gomphosus varius</i>	6	0,05	0,51	6	0,08	0,32				4,00	0,04	0,28
Lab	<i>Halichoeres hortulanus</i>	1	0,01	0,37				1	0,01	3,91	0,67	0,01	1,42
Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>	2	0,02	1,13	2	0,02	2,67				1,33	0,01	1,26
Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>	5	0,04	0,18							1,67	0,01	0,06
Lab	<i>Thalassoma amblycephalum</i>	100	1,00	6,86							33,33	0,33	2,29
Lab	<i>Thalassoma hardwicke</i>	5	0,04	0,29							1,67	0,01	0,10
Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	10	0,08	0,36	10	0,10	0,69	2	0,02	0,14	7,33	0,07	0,39
Lab	<i>Thalassoma lutescens</i>	10	0,08	0,36	7	0,09	0,60				5,67	0,06	0,32
Lab	<i>Thalassoma nigrofasciatum</i>	15	0,13	0,86	10	0,13	0,86				8,33	0,08	0,57
Mic	<i>Ptereleotris evides</i>				5	0,06	0,27	8	0,08	0,20	4,33	0,05	0,16
Mul	<i>Parupeneus barberinoides</i>				3	0,04	0,55				1,00	0,01	0,18
Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>				5	0,06	1,66	1	0,01	0,84	2,00	0,03	0,84
Poc	<i>Centropyge bicolor</i>							2	0,02	0,09	0,67	0,01	0,03
Poc	<i>Centropyge bispinosa</i>	3	0,03	0,03				2	0,02	0,09	1,67	0,02	0,04
Poc	<i>Centropyge flavissima</i>	2	0,02	0,04							0,67	0,01	0,01
Poc	<i>Centropyge tibicen</i>				2	0,02	0,09	1	0,01	0,04	1,00	0,01	0,04
Pom	<i>Abudefduf whitleyi</i>	5	0,04	0,10	15	0,15	1,54				6,67	0,06	0,55
Pom	<i>Chromis fumea</i>	20	0,17	0,21	25	0,21	0,27	10	0,08	0,11	18,33	0,15	0,20
Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>	5	0,04	0,02	8	0,07	0,09	5	0,05	0,03	6,00	0,05	0,04

¹⁶ Données par rapport à la liste restreinte du cahier des charges, cf. [annexe 01](#).

Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>							10	0,10	0,13	3,33	0,03	0,04
Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>	20	0,17	0,09	20	0,20	0,26	20	0,20	0,26	20,00	0,19	0,20
Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>				5	0,04	0,05	5	0,05	0,13	3,33	0,03	0,06
Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>	5	0,04	1,83	5	0,05	1,00				3,33	0,03	0,94
Sca	<i>Scarus dimidiatus</i>							1	0,01	3,91	0,33	0,00	1,30
Sca	<i>Scarus flavipectoralis</i>				5	0,06	19,53				1,67	0,02	6,51
Sca	<i>Scarus ghobban</i>	3	0,03	13,50							1,00	0,01	4,50
Sca	<i>Scarus niger</i>							1	0,01	2,81	0,33	0,00	0,94
Sca	<i>Scarus rubroviolaceus</i>	1	0,01	36,00							0,33	0,00	12,00
Sca	<i>Scarus schlegeli</i>				2	0,02	6,25				0,67	0,01	2,08
Sig	<i>Siganus fuscescens</i>				15	0,13	8,44				5,00	0,04	2,81
Sca	<i>Scarus chameleon</i>				2	0,02	9,00				0,67	0,01	3,00
Sca	<i>Scarus ghobban</i>				3	0,03	13,50	1	0,01	1,56	1,33	0,01	5,02
Sca	<i>Scarus niger</i>				1	0,01	2,60				0,33	0,00	0,87
Sca	<i>Scarus rubroviolaceus</i>	1	0,01	36,00							0,33	0,00	12,00
Sca	<i>Scarus schlegeli</i>							1	0,01	1,30	0,33	0,00	0,43
Sig	<i>Siganus fuscescens</i>							6	0,04	1,18	2,00	0,01	0,39
Sig	<i>Siganus punctatus</i>				2	0,03	2,92				0,67	0,01	0,97
Zan	<i>Zanclus cornutus</i>				1	0,01	0,03				0,33	0,00	0,01
Total		300	2,80	82,14	171	1,77	57,20	78	0,76	32,19	183,00	1,78	57,17
Biodiversité		34			29			21			59		
Indice de Shannon =		4,662											
Equitabilité =		0,792											

Sur l'ensemble des transects de la station, 549 individus appartenant à 59 espèces différentes ont pu être observés. Ils représentent une densité de 1.78 poissons/m² pour une biomasse de 57.17 g/m².

109 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 blochii</i>	Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>	Pin	<i>Parapercis hexophtalma</i>
Aca	<i>Acanthurus lineatus</i>	Gob	<i>Valenciennea strigata</i>	Ple	<i>Assessor macneilli</i>
Aca	<i>Acanthurus mata</i>	Hae	<i>Plectorhinchus chaetodonoides</i>	Poc	<i>Centropyge bicolor</i>
Aca	<i>Acanthurus nigricans</i>	Hae	<i>Plectorhinchus picus</i>	Poc	<i>Centropyge bispinosa</i>
Aca	<i>Ctenochaetus cyanocheilus</i>	Hol	<i>Myripristis botsche</i>	Poc	<i>Centropyge flavissima</i>
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	Lab	<i>Anampses femininus</i>	Poc	<i>Centropyge tibicen</i>
Aca	<i>Naso brachycentron</i>	Lab	<i>Anampses neoguinaicus</i>	Poc	<i>Pomacanthus semicirculatus</i>
Aca	<i>Naso lituratus</i>	Lab	<i>Bodianus axillaris</i>	Poc	<i>Pomacanthus sexstriatus</i>
Aca	<i>Zebrasoma scopas</i>	Lab	<i>Bodianus loxozonus</i>	Pom	<i>Abudefduf whitleyi</i>
Aca	<i>Zebrasoma veliferum</i>	Lab	<i>Cheilinus chlorourus</i>	Pom	<i>Amphiprion clarkii</i>
Ant	<i>Pseudanthias hypselosoma</i>	Lab	<i>Cheilinus trilobatus</i>	Pom	<i>Chromis chrysur</i>
Ant	<i>Pseudanthias squamipinnis</i>	Lab	<i>Cirrhilabrus punctatus</i>	Pom	<i>Chromis fumea</i>
Bal	<i>Sufflamen fraenatus</i>	Lab	<i>Coris batuensis</i>	Pom	<i>Chromis leucura</i>
Ble	<i>Ecsenius bicolor</i>	Lab	<i>Gomphosus varius</i>	Pom	<i>Chromis margaritifer</i>
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	Lab	<i>Halichoeres hortulanus</i>	Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>
Can	<i>Canthigaster valentini</i>	Lab	<i>Hemigymnus fasciatus</i>	Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>
Cha	<i>Chaetodon auriga</i>	Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>	Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>
Cha	<i>Chaetodon baronessa</i>	Lab	<i>Hologymnosus doliatus</i>	Pom	<i>Neoglyphidodon nigroris</i>
Cha	<i>Chaetodon bennetti</i>	Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>	Pom	<i>Plectroglyphidodon dickii</i>
Cha	<i>Chaetodon citrinellus</i>	Lab	<i>Macropharyngodon meleagris</i>	Pom	<i>Plectroglyphidodon johnstonianus</i>
Cha	<i>Chaetodon kleinii</i>	Lab	<i>Novaculichthys taeniourus</i>	Pom	<i>Pomacentrus lepidogenys</i>



Cha	<i>Chaetodon lineolatus</i>	Lab	<i>Oxycheilinus celebicus</i>	Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>
Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	Lab	<i>Oxycheilinus diagrammus</i>	Pom	<i>Pomacentrus nagasakiensis</i>
Cha	<i>Chaetodon mertensii</i>	Lab	<i>Thalassoma amblycephalum</i>	Sca	<i>Cetoscarus ocellatus</i>
Cha	<i>Chaetodon ornatissimus</i>	Lab	<i>Thalassoma hardwicke</i>	Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>
Cha	<i>Chaetodon pelewensis</i>	Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	Sca	<i>Scarus dimidiatus</i>
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	Lab	<i>Thalassoma lutescens</i>	Sca	<i>Scarus flavipectoralis</i>
Cha	<i>Chaetodon speculum</i>	Lab	<i>Thalassoma nigrofasciatum</i>	Sca	<i>Scarus forsteni</i>
Cha	<i>Chaetodon trifascialis</i>	Mic	<i>Ptereleotris evides</i>	Sca	<i>Scarus ghobban</i>
Cha	<i>Chaetodon unimaculatus</i>	Mon	<i>Amanes scopas</i>	Sca	<i>Scarus niger</i>
Cha	<i>Chaetodon vagabundus</i>	Mul	<i>Parupeneus barberinoides</i>	Sca	<i>Scarus rubroviolaceus</i>
Cha	<i>Forcipiger flavissimus</i>	Mul	<i>Parupeneus cyclostomus</i>	Sca	<i>Scarus schlegeli</i>
Cha	<i>Heniochus acuminatus</i>	Mul	<i>Parupeneus indicus</i>	Sig	<i>Siganus fuscescens</i>
Cha	<i>Heniochus monoceros</i>	Mul	<i>Parupeneus multifasciatus</i>	Sig	<i>Siganus punctatus</i>
Cha	<i>Heniochus varius</i>	Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>	Zan	<i>Zanclus cornutus</i>
Ech	<i>Echeneis naucrates</i>	Pin	<i>Parapercis cylindrica</i>	Syn	<i>Synodus variegatus</i>
Epi	<i>Cephalopholis urodeta</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)*

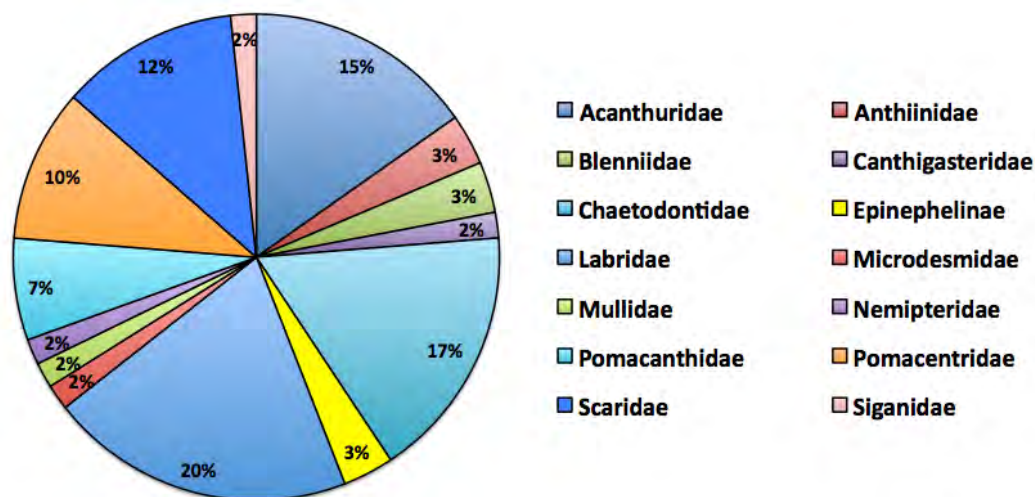
Familles	2007	2008	2009	2010 a	2010 b	2011 a	2011 b	2012 a	2012 b	2013 a	2013 b	2014 a	2014 b	2015 a	2015 b
Acanthuridae	2	1	3	5	7	4	7	4	7	9	4	7	6	8	9
Anthiinae	1	2	0	1	0	2	1	1	1	0	0	0	0	2	2
Balistidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Blenniidae	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	2	2
Caesionidae	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0
Canthigasteridae	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1
Chaetodontidae	6	7	5	6	8	11	12	11	8	6	7	10	11	14	10
Epinephelinae	2	3	1	3	1	1	1	2	1	1	0	3	2	2	2
Labridae	4	9	4	7	9	9	10	9	10	10	8	11	12	11	12
Microdesmidae	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Mullidae	1	2	1	2	2	3	2	1	2	1	2	1	2	2	1
Nemipteridae	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
Pomacanthidae	3	4	5	4	5	4	2	3	4	4	3	1	4	6	4
Pomacentridae	5	3	6	5	6	6	6	5	3	5	7	4	6	6	6
Pseudochromidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	7	0	0	0
Scaridae	2	5	3	5	2	8	4	5	5	3	3	0	4	8	7
Siganidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1
Zanclidae	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0
Total espèces	28	39	31	42	44	50	48	45	43	42	37	49	51	68	59
Total familles	11	12	11	13	12	11	12	13	11	11	10	12	12	16	14

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	214	238	291	14/18

Figure n°86 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST11)

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](#).

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
2015 b	Transect A	300,00	2,80	82,14			
	Transect B	171,00	1,77	57,20			
	Transect C	78,00	0,76	32,19			
	Moy. ABC	183,00	1,78	57,17	59	81	109
2015 a	Moy. ABC	184,67	1,64	134,53	67	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	53	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	44	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	51	79	116
2010 b	Moy. ABC	180	1,59	75,10	44	61	88
2010 a	Moy. ABC	93,33	1,86	75,42	43	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 ¹⁷	Moy. ABC	123,67	1,64	174,47	29	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](#).

Tableau n°136 : Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST11)

	Nb ind.	Densité	Biom.	Biodiv.1	Biodiv.2	Biodiv.3
Variance	1 345,86	0,30	2 097,96	99,12	178,70	327,07
Ecart type	36,69	0,55	45,80	9,96	13,37	18,08
Moyenne	121,27	1,68	89,30	45,53	65,53	95,73
Coef. de Var.	0,30	0,33	0,51	0,22	0,20	0,19

Commentaires :

- L'hydrodynamisme sur la station était modéré mais concernait toute la tranche d'eau.
- La densité est moyenne.
- La biomasse est faible.
- La biodiversité est forte avec des valeurs au-dessus de la moyenne. C'est la seule station où se rencontre régulièrement *Acanthurus lineatus*.

¹⁷ 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.

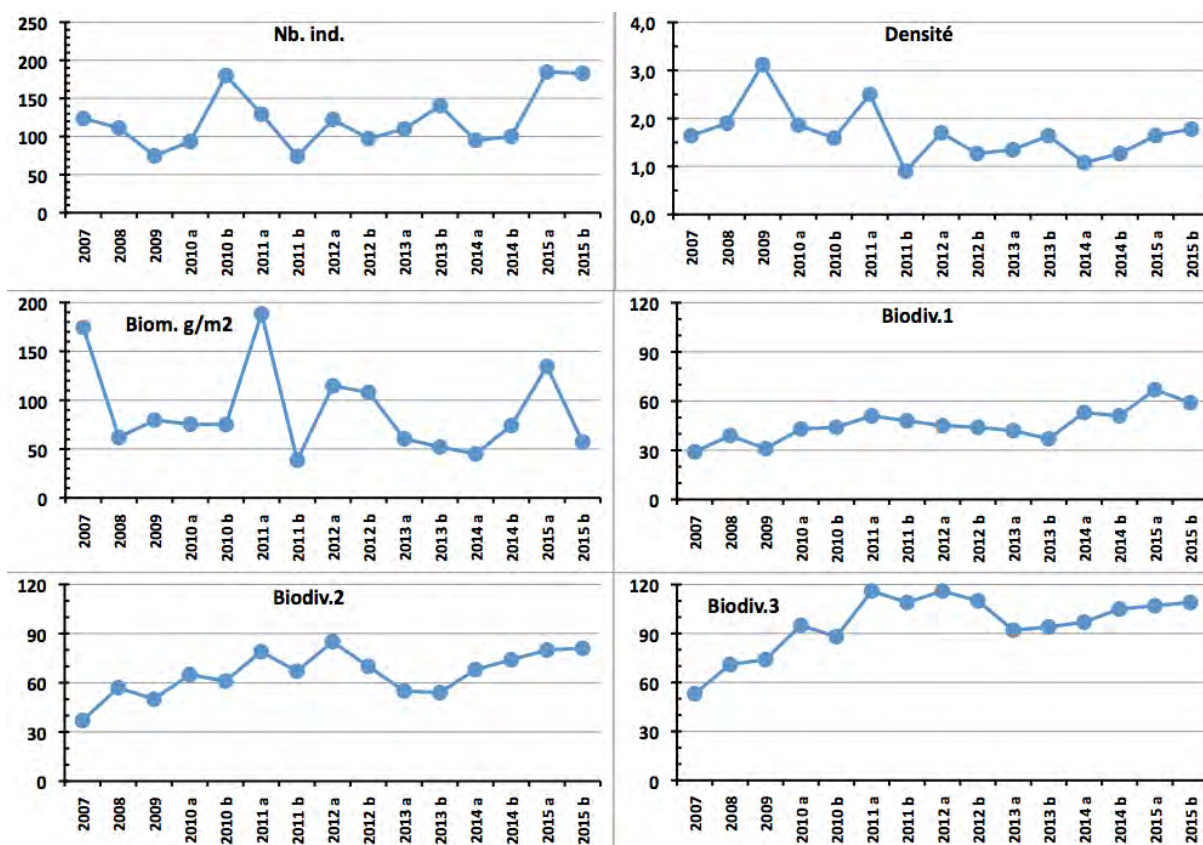


Figure n°87 : Evolution des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST11)

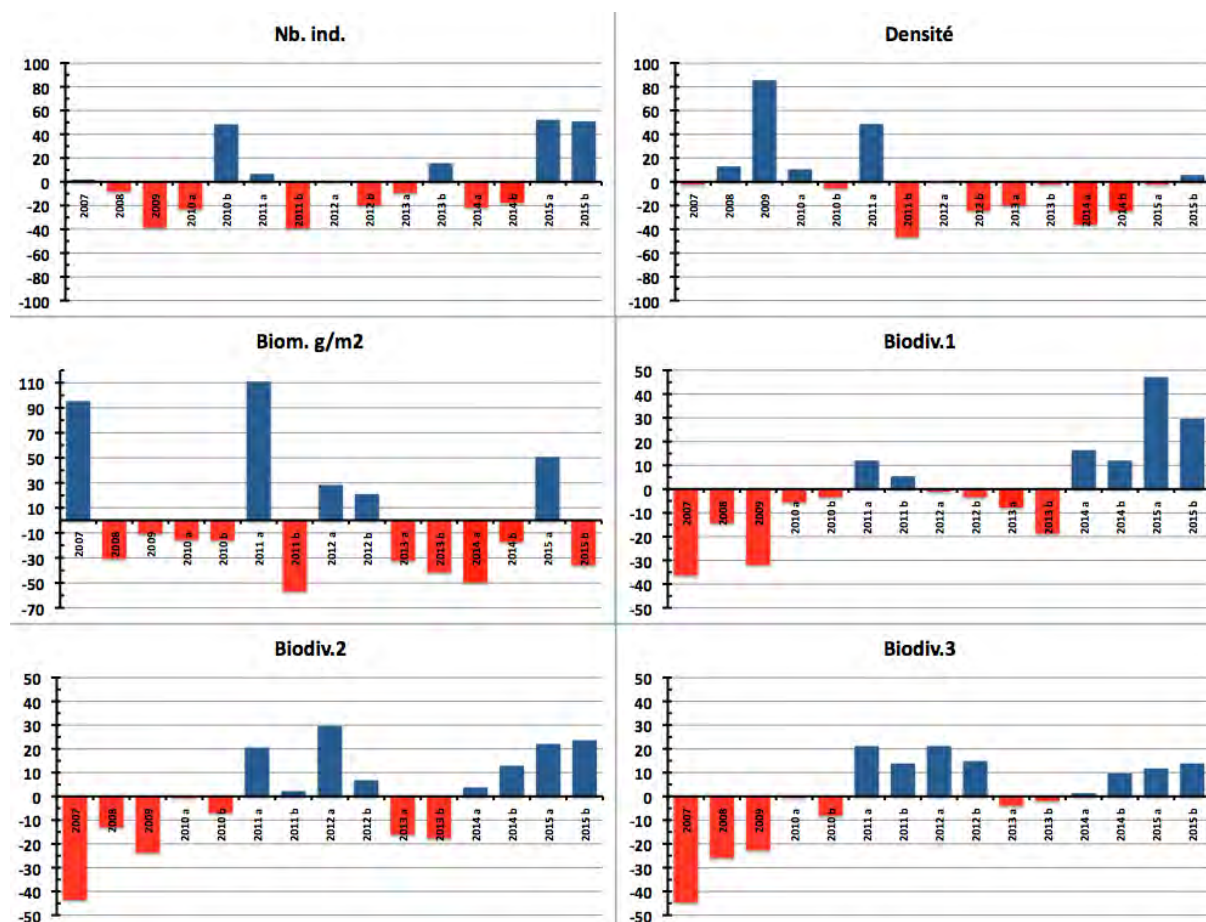


Figure n°88 : Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2007 (ST11)



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 julliinei* et *C. orientalis*) sont relativement bien développées et colonisent les massifs coralliens vivants et les blocs coralliens





Variations entre mars et octobre 2015

Indicateur Corail :

- La biodiversité corallienne reste importante (légère résilience du récif) :

Mars 2015 : 119 espèces dont 111 espèces scléactiniaires

Octobre 2015 : 121 espèces coralliennes dont 112 espèces scléactiniaires

- Le recouvrement corallien est de 30.5 % au transect A et 21 % en B

- Le blanchissement a diminué et il se manifeste toujours sur des colonies isolées :

Mars 2015 : 7/111 espèces de scléactiniaires et 0.85% de la surface totale observée

Octobre 2015 : 3/112 espèces de scléactiniaires et 0.5% 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 (transect A) et quelques anomalies de croissance sur des colonies de *Porites* en A aussi

- Dégradations mécaniques : en mars 2015, les transect A et B présentaient de nombreuses colonies coralliennes retournées (particulièrement les Fungiidae), arrachées et les deux couloirs d'effondrement de débris de part et d'autre de la station s'étaient élargis. Désormais, ces colonies sont pour la plupart dégradées et colonisées par du turf algal

Autres indicateurs :

- Cyanobactéries : recouvrement faible (niveau 2)

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

- Algue brune *Lobophora* : le recouvrement est modéré et reste stable sur l'ensemble de la station

- Algue rouge *Asparagopsis taxiformis* : recouvrement faible en A (développement saisonnier : le recouvrement n'a jamais été très important pour cette station < niveau2) (développement saisonnier)

- *Cliona* (éponge) : stable

Les corallivores :

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

- Présence de *Drupella cornus* (abondance modérée niveau 2 en A&B)



Photo n°30 : Position en surface par rapport à la côte (ST12)



De nombreux coraux branchus brisés et des débris coralliens forment des couloirs d'effondrement de chaque côté des transects sur la pente sédimentaire

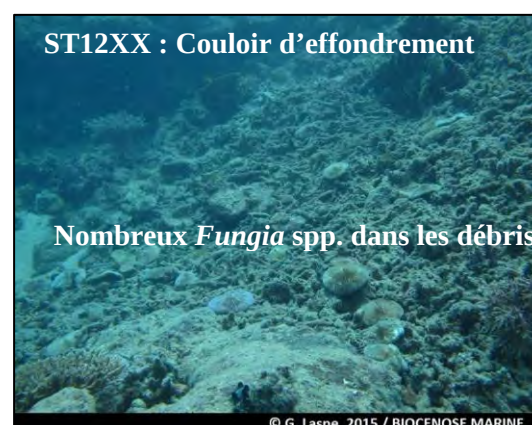
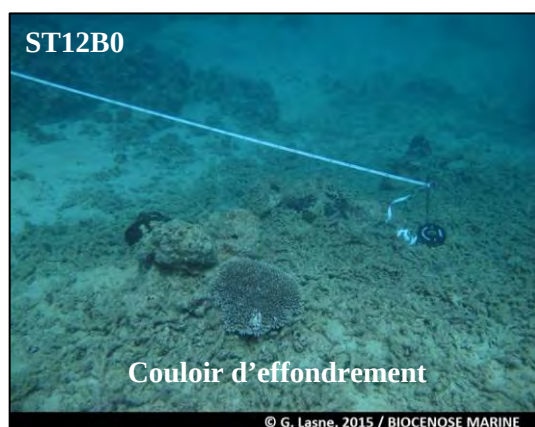


Photo n°31 : Vue d'ensemble des transects (ST12)

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.

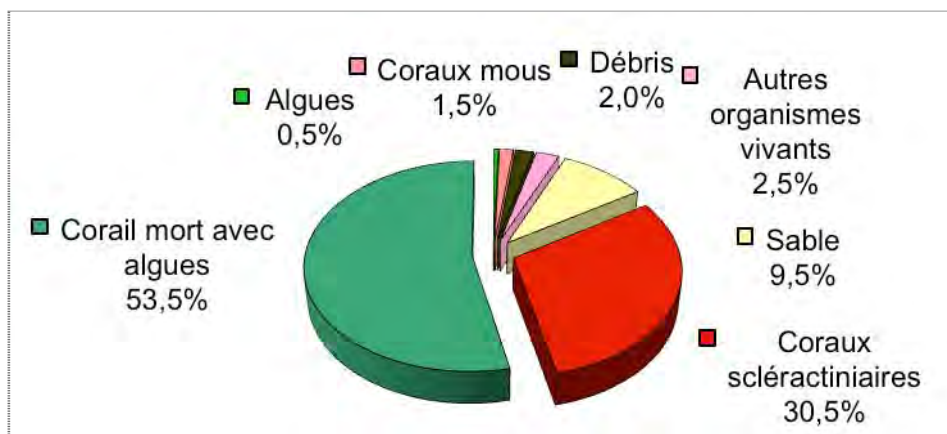


Figure n°89 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST12A

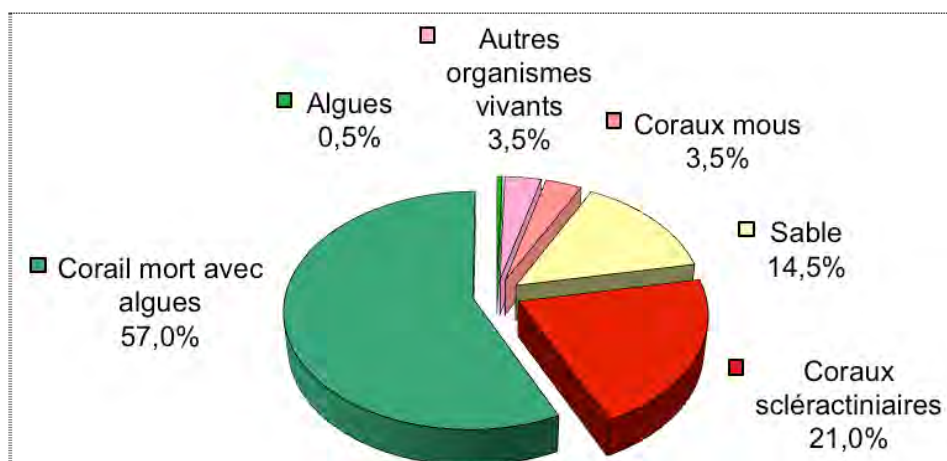


Figure n°90 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST12B

Les deux transects sont riches en coraux scléactiniaires vivants, avec 30.5% et 21% respectivement chacun (très légère hausse en A depuis 3 missions, ce qui en fait le meilleur taux depuis le début du suivi).

Le reste du substrat majoritaire fait une large part aux coraux morts recouverts d'algues (53.5% et 57%). Le recouvrement est toujours majoritairement biotique pour chaque transect (88.5% et 85.5%).

A noter : **0.5% de cyanobactéries 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 octobre 2015, la richesse spécifique de la station Ugo (ST12) est composée de :

- **121 espèces coralliennes** (dont 112 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 (112 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 Agaraciidae (11 taxons), les Mussidae (6 taxons), les Dendrophylliidae (5 taxons), les Merulinidae (5 taxons), les Pocilloporidae (5 taxons), les Poritidae (5 taxons), les Pectiniidae (4 taxons), les Siderastreidae (4 taxons), les Astrocoeniidae (3 taxons), les Caryophylliidae (1 taxon), les Oculinidae (1 taxon).
Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Trachyphylliidae.
Le blanchissement corallien affecte 3/112 espèces de scléractiniaires (2,7%).
Le blanchissement visuel est de 0,5% de la surface totale observée.
- **54 espèces d'invertébrés** dont 22 espèces de mollusques ; 6 espèces de cnidaires : alcyonaires (4 taxons), hydrozoaires (1 taxon), zoanthaires (1 taxon) ; 14 espèces d'échinodermes : échinides (5 taxons), astéries (3 taxons), holothurides (3 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 8 espèces d'éponges ; 4 espèces d'ascidies.
- **10 espèces de macrophytes** : algues rouges (4 taxons), algues vertes (4 taxons), algues brunes (2 taxons).
- **2 espèces de cyanobactéries**,

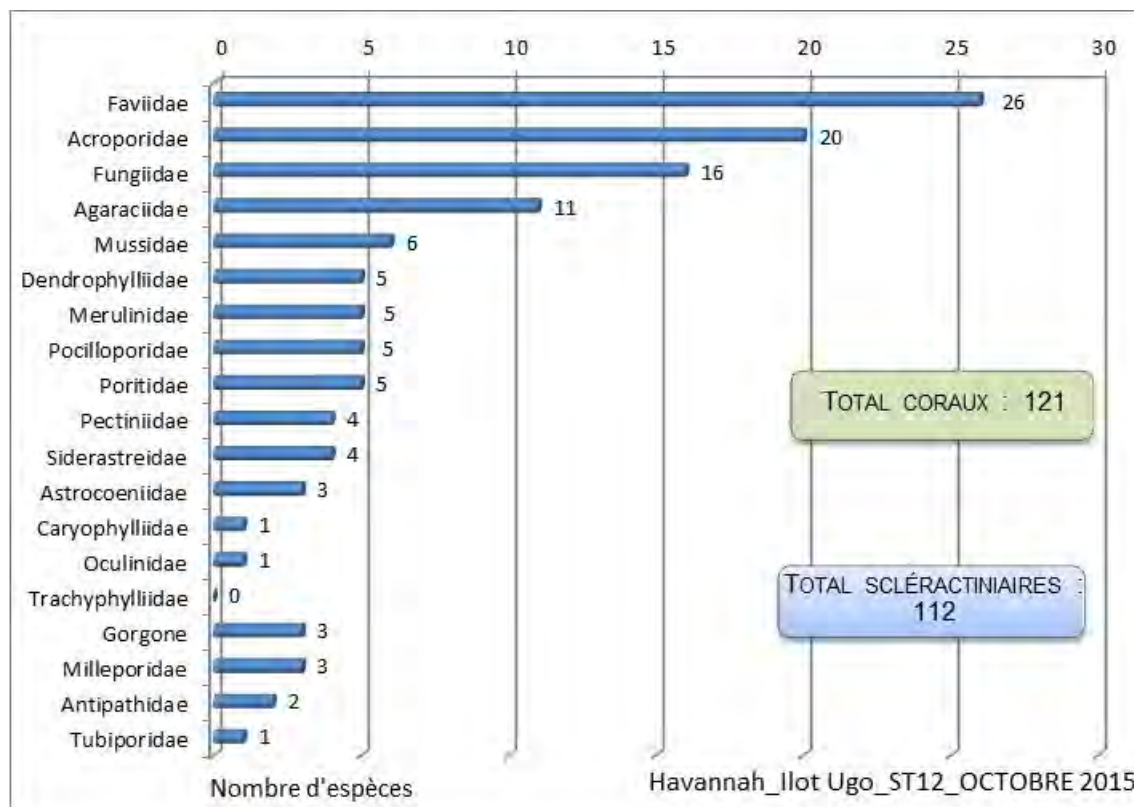


Figure n°91 : Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne (ST12)

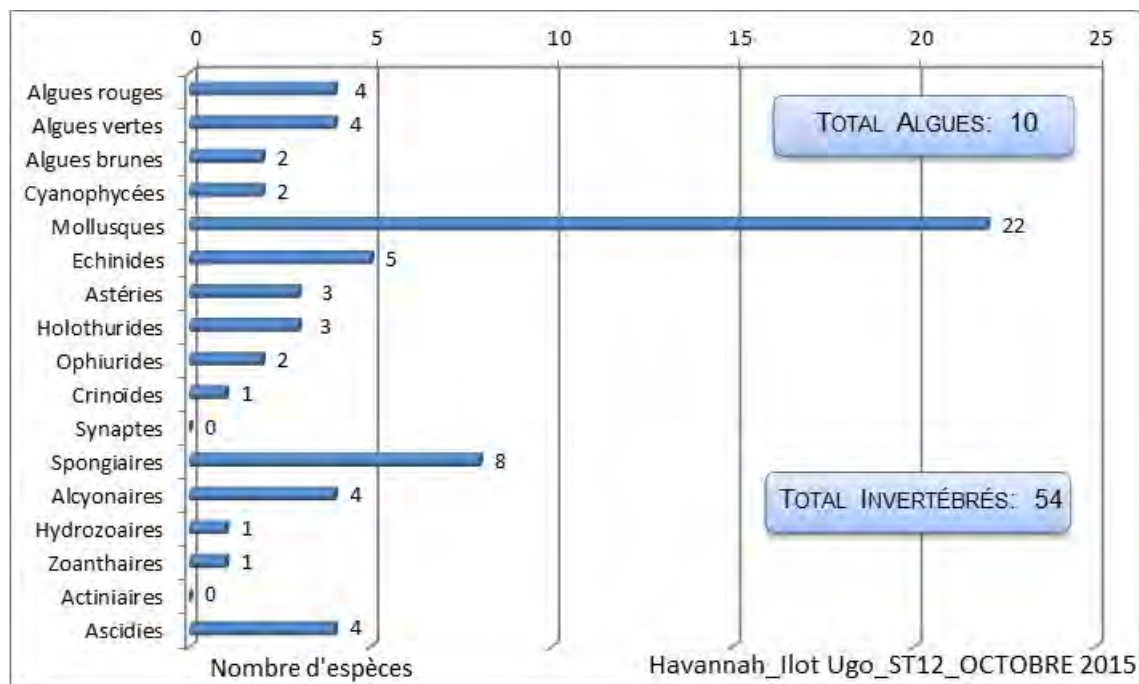


Figure n°92 : Répartition par sous groupe de la richesse spécifique des macrophytes et des invertébrés (hors coraux durs) (ST12)

4.12.2.1 Benthos Transect 12 A

4.12.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST12A)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST12A est composée de 112 espèces coralliennes dont 105 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 (105 taxons au sein de 14 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (25 taxons), les Acroporidae (20 taxons), les Fungiidae (15 taxons), les Agaraciidae (10 taxons), les Dendrophylliidae (5 taxons), les Merulinidae (5 taxons), les Mussidae (5 taxons), les Pocilloporidae (5 taxons), les Poritidae (4 taxons), les Siderastreidae (4 taxons), les Pectiniidae (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 3/105 espèces de scléractiniaires (2,9%).

Le blanchissement visuel est de 0,6% de la surface du couloir.

Tableau n°137 : Variations entre mars et octobre 2015 : 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)
5 espèces : •Gorgone ind.sp. (A2), •Montipora tuberculosa (A1), •Pavona cactus (A1), •Favia spp. (3spp./+1spp.) (A3), •Goniastrea retiformis (A1).	6 espèces : •Cirripathes sp. (A2/+ 1), •Astreopora gracilis (A2/+ 1), •Montipora danae (A2/+ 1), •Pachyseris rugosa (A2/+ 1), •Fungia granulosa (A2/+ 1), •Alveopora spongiosa (A2/+ 1).	3 espèces blanchies (2,9%) : ➢ 2 espèces précédemment blanchies (1,9%) : •Acropora (branchu) (1spp.B*, B1), •Acropora (tabulaire) (1spp.B*, B1) ; ➢ Une seule espèce nouvellement blanchie •Porites sp. (B1, N).
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
Une seule espèce : •Favia fava (A0/-1)	Aucune	➢ 3 espèces ont réintégré leurs zooxanthelles : •Fungia spp. (-3spp.B*) (B- 2, øß) ; ➢ aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître ;

> 3 espèces ont vu leur blanchissement se réduire : •*Acropora* spp.(branchu)(-2spp.B*)(ΔB-1).

4.12.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST12A)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST12A est composée de :

- 46 espèces d'invertébrés dont 20 espèces de mollusques ; 5 espèces de cnidaires : alcyonaires (3 taxons), hydrozoaires (1 taxon), zoanthaires (1 taxon) ; 10 espèces d'échinodermes : échinides (3 taxons), holothurides (3 taxons), ophiurides (2 taxons), astéries (1 taxon), crinoïdes (1 taxon) ; 7 espèces d'éponges ; 4 espèces d'ascidies ;
- 10 espèces de macrophytes : algues rouges (4 taxons), algues vertes (4 taxons), algues brunes (2 taxons) ;
- 1 espèce de cyanobactéries.

Tableau n°138 : Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST012A)

Evolution de la richesse spécifique des biocénoses*	Evolution de l'abondance
Algues	
3 nouvelles espèces d'algues recensées, dont 3 espèces d'algues rouges : • <i>Asparagopsis taxiformis</i> (A2), • <i>Gibsmithia hawaiiensis</i> (A1), • <i>Trichogloea requienii</i> (A1) 2 espèces d'algues disparues, dont 2 espèces d'algues vertes : • <i>Caulerpa</i> sp. (A0/-2), • <i>Neomeris vanbosseae</i> (A0/-2)	Aucune espèce d'algues n'augmente. Aucune espèce d'algues ne diminue.
Cyanobactéries	
☒	Une espèce de cyanobactéries augmente d'abondance : • <i>Phormidium</i> sp. (A2/+ 1).
Cnidaires	
Une espèce de cnidaires disparue : > pour les zoanthaires (-1 sp) : • <i>Zoanthidae</i> ind.sp. (A0/-2)	☒
Echinodermes	
Une nouvelle espèce d'échinodermes recensée : > pour les holothurides (1 sp) : • <i>Thelenota ananas</i> (A1) 3 espèces d'échinodermes disparues : > pour les astéries (-1 sp) : • <i>Gomophia egyptiaca</i> (A0/-1) > pour les échinides (-1 sp) : • <i>Diadema savignyi</i> (A0/-2) > pour les holothurides (-1 sp) : • <i>Holothuria fuscopunctata</i> (A0/-1)	2 espèces d'échinodermes diminuent d'abondance : > pour les astéries (1 espèce) : • <i>Fromia indica</i> (A1/- 1) ; > pour les échinides (1 espèce) : • <i>Diadema setosum</i> (A1/- 1).
Mollusques	
2 nouvelles espèces de mollusques recensées : > pour les gastéropodes (2 sp) : • <i>Conus miles</i> (A1), • <i>Vasum</i> sp. (A1) 3 espèces de mollusques disparues : > pour les gastéropodes (-3 sp) : • <i>Chicoreus ramosus</i> (A0/-2), • <i>Drupa morum</i> (A0/-1), • <i>Tectus fenestratus</i> (A0/-1)	7 espèces de mollusques augmentent d'abondance : > pour les bivalves (3 sp) : • <i>Septifer bilocularis</i> (A3/+ 1), • <i>Pteria</i> sp. (A2/+ 1), • <i>Spondylus</i> sp. (A3/+ 1) > pour les gastéropodes (3 sp) : • <i>Latirolagena smaragdula</i> (A2/+ 1), • <i>Chicoreus brunneus</i> (A2/+ 1), • <i>Astraea rhodostoma</i> (A2/+ 1) ; > pour les nudibranches (1 sp) : • <i>Halgerda johnsonorum</i> (A2/+1) Une espèce de mollusques diminue d'abondance : > pour les gastéropodes (1 sp) : • <i>Trochus niloticus</i> (A1/-1)
Eponges	
Une nouvelle espèce d'éponges recensée : • <i>Cymbastella cantharella</i> (A1). Une espèce d'éponges disparue : <i>Clathria rugosa</i> (A0/-2).	☒
Ascidies	
3 espèces d'ascidies disparues : • <i>Didemnum molle</i> (A0/-2), • <i>Citorclinum laboutei</i> (A0/-1), • <i>Polycarpa</i> sp1. (blanche) (A0/-2)	Une espèce d'ascidies augmente d'abondance : • <i>Polycarpa cryptocarpa</i> (A2/+1) Une espèce d'ascidies diminue d'abondance :



	• <i>Polycarpa nigricans</i> (A2/-1)
Bryozoaires	
☒	☒

4.12.2.2 Benthos Transect 12 B

4.12.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST12B)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST12B est composée de 82 espèces coralliennes dont 75 espèces de scléractiniaires, une espèce de millépore (sub massif), 3 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires, une espèce de stolonifère.

Les familles scléractiniaires (75 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 (13 taxons), les Agaraciidae (6 taxons), les Mussidae (5 taxons), les Dendrophylliidae (4 taxons), les Pocilloporidae (4 taxons), les Poritidae (4 taxons), les Pectiniidae (3 taxons), les Astrocoeniidae (2 taxons), 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.

Le blanchissement corallien affecte 2/75 espèces de scléractiniaires (2,7%).

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

Tableau n°139 : Variations entre mars et octobre 2015 : 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)
Une seule espèce : • <i>Antipathus</i> sp. (A1)	3 espèces : • <i>Astreopora gracilis</i> (A2/+ 1), • <i>Lobophyllia hemprichii</i> (A2/+ 1), • <i>Pocillopora damicornis</i> (A2/+ 1).	2 espèces blanchies (2,7%) : ➢ Une seule espèce précédemment blanchie • <i>Acropora</i> (branchu) (1spp.B*, B2, ∞) ➢ Une seule espèce nouvellement blanchie • <i>Porites</i> sp. (B1, N).
Espèce (s) disparue (s) (Mortalité)	Diminution d'abondance	Evolution du blanchissement
Une seule espèce : • <i>Turbinaria frondens</i> (A0/-1)	2 espèces : • <i>Astreopora moretonensis</i> (A1/- 1) • <i>Polyphyllia talpina</i> (A1/- 1).	➢ 2 espèces ont réintégré leurs zooxanthelles : • <i>Fungia</i> spp. (-2spp.B*) (B- 2, ∅) ; ➢ aucune espèce n'a vu son blanchissement s'accroître ni se réduire.

4.12.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST12B)

En octobre 2015, la richesse spécifique du transect ST12B est composée de :

- 39 espèces d'invertébrés dont 14 espèces de mollusques ; 6 espèces de cnidaires : alcyonaires (4 taxons), hydrozoaires (1 taxon), zoanthaires (1 taxon) ; 9 espèces d'échinodermes : échinides (3 taxons), astéries (2 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon), holothurides (1 taxon) ; 7 espèces d'éponges ; 3 espèces d'ascidies ;
- 6 espèces de macrophytes : algues vertes (4 taxons), algues brunes (1 taxon), algues rouges (1 taxon) ;
- 2 espèces de cyanobactéries.

Tableau n°140 : Variations entre mars et octobre 2015 : Les biocénoses* (ST012B)

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>Neomeris vanbosseae</i> (A0/-2)	Aucune espèce d'algues n'augmente. Aucune espèce d'algues ne diminue.
Cyanobactéries	
☒	Une espèce de cyanobactéries augmente d'abondance : • <i>Symploca hydroides</i> (A2/+ 1).





Cnidaires	
3 espèces de cnidaires disparues : > pour les alcyonaires (-1 sp) : • <i>Chironophthya</i> sp. (A0/-1) > pour les actiniaires (-1 sp) : • <i>Cryptodendrum adhaesivum</i> (A0/-1) > pour les zoanthaires (-1 sp) : • <i>Zoanthidae</i> ind.sp. (A0/-2)	☒
Echinodermes	
Une espèce d'échinodermes disparue : > pour les holothurides (-1 sp) : • <i>Actinopyga palauensis</i> (A0/-1)	☒
Mollusques	
2 nouvelles espèces de mollusques recensées : > pour les gastéropodes (2 sp) : • <i>Drupella cornus</i> (A2), • <i>Lambis lambis</i> (A1) 4 espèces de mollusques disparues : > pour les gastéropodes (-2 sp) : • <i>Trochus niloticus</i> (A0/-1), • <i>Vasum</i> sp. (A0/-1) > pour les nudibranches (-2 sp) : • <i>Phyllidia ocellata</i> (A0/-1), • <i>Phyllidiella pustulosa</i> (A0/-1)	Une espèce de mollusques augmente d'abondance : > pour les gastéropodes (1 espèce) : • <i>Drupa morum</i> (A2/+ 1).
Eponges	
Une nouvelle espèce d'éponges recensée : <i>Cymbastella cantharella</i> (A2). 2 espèces d'éponges disparues : • <i>Dysidea arenaria</i> (A0/-1), • <i>Clathria rugosa</i> (A0/-2).	☒
Ascidies	
Une espèce d'ascidies disparue : • <i>Polycarpa</i> sp1. (blanche) (A0/-1).	Une espèce d'ascidies diminue d'abondance : • <i>Polycarpa nigricans</i> (A2/- 1).
Bryozoaires	
☒	☒

4.12.3 Les poissons (ST12)

La liste des espèces observées¹⁸ 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 striatus</i>				2	0,03	0,50	1,00	0,015	0,25
Aca	<i>Zebrasoma scopas</i>	1	0,01	0,13				0,50	0,005	0,065
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	1	0,01	0,05				0,50	0,005	0,025
Cae	<i>Caesio caeruleaurea</i>	200	1,25	200,00	50	0,31	50,00	125,00	0,78	125
Cae	<i>Pterocaesio marri</i>	30	0,19	30,00	50	0,31	50,00	40,00	0,25	40
Can	<i>Canthigaster valentini</i>	1	0,01	0,03	1	0,01	0,02	1,00	0,015	0,025
Cha	<i>Chaetodon auriga</i>				1	0,01	0,18	0,50	0,005	0,09
Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>				1	0,01	22,78	0,50	0,005	11,39
Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>	3	0,04	0,05	4	0,05	0,22	3,50	0,045	0,13
Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	4	0,05	0,22	5	0,06	1,25	4,50	0,055	0,735
Mul	<i>Parupeneus multifasciatus</i>				3	0,04	1,30	1,50	0,02	0,65
Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>	6	0,08	2,59	6	0,06	2,07	6,00	0,07	2,335
Poc	<i>Centropyge bicolor</i>	2	0,03	0,06	4	0,05	0,06	3,00	0,04	0,065
Poc	<i>Centropyge bispinosa</i>	2	0,03	0,06				1,00	0,015	0,03
Poc	<i>Centropyge tibicen</i>	3	0,04	0,09	2	0,03	0,06	2,50	0,03	0,08
Poc	<i>Pygoplites diacanthus</i>				1	0,01	2,00	0,50	0,005	1
Pom	<i>Abudefduf whitleyi</i>	10	0,13	1,28				5,00	0,065	0,64
Pom	<i>Chromis fumea</i>	25	0,31	0,40				12,50	0,155	0,2
Pom	<i>Chromis viridis</i>	30	0,38	0,20				15,00	0,19	0,1
Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>	4	0,05	0,03	7	0,09	0,11	5,50	0,07	0,07
Pom	<i>Dascyllus aruanus</i>				15	0,19	0,24	7,50	0,095	0,12
Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>				15	0,19	0,24	7,50	0,095	0,12
Pom	<i>Pomacentrus aurifrons</i>				30	0,38	0,48	25,00	0,19	0,24
Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>	6	0,08	0,10	5	0,06	0,08	5,50	0,07	0,09
Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>	3	0,04	6,00				1,50	0,02	3
Sca	<i>Scarus flavipectoralis</i>	5	0,06	10,00				2,50	0,03	5
Total		336	2,77	251,29	202	1,88	131,59	269,00	2,34	191,45
Biodiversité		18			16			26		
Indice de Shannon =		2,975								
Equitabilité =		0,633								

Sur l'ensemble des transects de la station, 538 individus appartenant à 26 espèces différentes ont pu être observés. Ils représentent une densité de 2.34 poissons/m² pour une biomasse de 191.45 g/m².

87 espèces complémentaires (e.g. hors des transects et hors liste restreinte [*en rouge*]) ont été observées sur la station (cf. [tableau 142](#)).

¹⁸ Données par rapport à la liste restreinte du cahier des charges, cf. [annexe 01](#).

Tableau n°142 : Liste des espèces complémentaires (ST12)

Fam	Espèces	Fam	Espèces	Fam	Espèces
Aca	<i>Acanthurus blochii</i>	Hae	<i>Plectorhinchus flavomaculatus</i>	Poc	<i>Pygoplites diacanthus</i>
Aca	<i>Acanthurus nigricauda</i>	Lab	<i>Anampses neoguinaicus</i>	Pom	<i>Abudefduf whitleyi</i>
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	Lab	<i>Bodianus axillaris</i>	Pom	<i>Chromis atripes</i>
Aca	<i>Naso unicornis</i>	Lab	<i>Cheilinus trilobatus</i>	Pom	<i>Chromis fumea</i>
Aca	<i>Zebrasoma scopas</i>	Lab	<i>Cirrhitilabrus punctatus</i>	Pom	<i>Chromis leucura</i>
Aca	<i>Zebrasoma veliferum</i>	Lab	<i>Coris batuensis</i>	Pom	<i>Chromis viridis</i>
Apo	<i>Apogon doederleini</i>	Lab	<i>Epibulus insidiator</i>	Pom	<i>Chromis viridis</i>
Apo	<i>Cheilodipterus artus</i>	Lab	<i>Gomphosus varius</i>	Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>
Apo	<i>Cheilodipterus macrodon</i>	Lab	<i>Halichoeres argus</i>	Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>
Apo	<i>Cheilodipterus quinquelineatus</i>	Lab	<i>Halichoeres prosopoeion</i>	Pom	<i>Dascyllus aruanus</i>
Apo	<i>Ostorhinchus aureus</i>	Lab	<i>Hemigymnus fasciatus</i>	Pom	<i>Dascyllus reticulatus</i>
Apo	<i>Ostorhinchus capricornis</i>	Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>	Pom	<i>Neoglyphidodon nigroris</i>
Aul	<i>Aulostomus chinensis</i>	Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>	Pom	<i>Pomacentrus aurifrons</i>
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	Lab	<i>Labropsis australis</i>	Pom	<i>Pomacentrus brachialis</i>
Cae	<i>Caesio caerulea</i>	Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	Pom	<i>Pomacentrus chrysurus</i>
Cae	<i>Pterocaesio marri</i>	Lab	<i>Thalassoma nigrofasciatum</i>	Pom	<i>Pomacentrus coelestis</i>
Can	<i>Canthigaster valentini</i>	Lut	<i>Lutjanus bohar</i>	Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>
Cha	<i>Chaetodon auriga</i>	Lut	<i>Lutjanus ehrenbergii</i>	Pom	<i>Pomacentrus nagasakiensis</i>
Cha	<i>Chaetodon baronessa</i>	Lut	<i>Lutjanus monostigma</i>	Pom	<i>Pomacentrus simsiang</i>
Cha	<i>Chaetodon flavirostris</i>	Mul	<i>Parupeneus barberinoides</i>	Sca	<i>Chlorurus bleekeri</i>
Cha	<i>Chaetodon lunula</i>	Mul	<i>Parupeneus indicus</i>	Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>
Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	Mul	<i>Parupeneus multifasciatus</i>	Sca	<i>Scarus chameleon</i>
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>	Sca	<i>Scarus dimidiatus</i>
Cha	<i>Chaetodon ulietensis</i>	Pin	<i>Parapercis millepunctata</i>	Sca	<i>Scarus flavipectoralis</i>
Cha	<i>Forcipiger longirostris</i>	Pin	<i>Parapercis xanthozona</i>	Sca	<i>Scarus globiceps</i>
Epi	<i>Cephalopholis boenak</i>	Ple	<i>Assessor macneilli</i>	Sca	<i>Scarus rivulatus</i>
Epi	<i>Epinephelus merra</i>	Poc	<i>Centropyge bicolor</i>	Sig	<i>Siganus doliatus</i>
Epi	<i>Epinephelus ongus</i>	Poc	<i>Centropyge bispinosa</i>	Sig	<i>Siganus vulpinus</i>
Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>	Poc	<i>Centropyge tibicen</i>	Syn	<i>Saurida gracilis</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	147	240	293	12/21

Tableau n°144 : *Nombre d'espèces par famille ichthyologique par mission (ST12)*

Familles	2007	2008	2009	2010	2010	2011	2011	2012	2012	2013	2013	2014	2014	2015	2015
				♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Acanthuridae	Pas d'échantillonnage		3	4	2	1	2	2	2	4	3	3	3	2	2
Anthiinae			0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Blenniidae			2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	0	0	1
Caesionidae			1	0	1	1	0	2	2	1	1	2	2	2	2
Canthigasteridae			1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1
Carangidae			0	1	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
Epinephelinae			2	2	0	3	2	3	4	3	3	2	2	3	1
Gobiidae			0	1	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
Labridae			2	5	3	4	3	3	3	4	6	4	4	4	2
Lethrinidae			0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Lutjanidae			0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Microdesmidae			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Mullidae			0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1
Nemipteridae			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
Pomacentridae			5	8	5	5	6	7	7	3	7	6	6	8	8
Pseudochromidae			0	0	0	0	0	0	1	8	1	1	0	0	0
Scaridae			1	1	1	2	2	2	2	0	3	3	2	2	2
Siganidae			0	2	0	0	0	2	0	3	2	0	0	0	0
Total espèces			23	41	18	30	25	32	32	35	37	28	28	30	26
Total familles			11	15	8	12	11	11	13	13	14	11	11	11	12

Le récapitulatif des résultats en terme de :

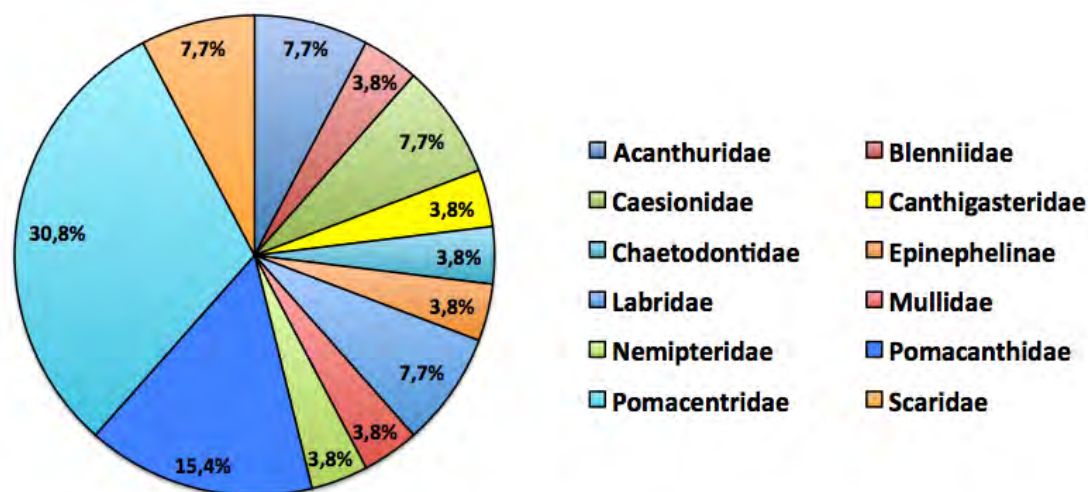
- d'abondance (nombre d'individus, transects/liste restreinte),
- de densité (en poisson/m², transects/liste restreinte),
- de biomasse (en g/m², transects/liste restreinte),
- de biodiversité 1 (espèces observées sur les transects et de la liste restreinte),
- de biodiversité 2 (espèces observées sur 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	12 627,3	1,03	8 183,4	33,49	68,93	116,36
Ecart type	112,37	1,01	90,46	5,79	8,30	10,79
Moyenne	146,35	2,07	91,47	29,92	49,62	81,38
Coef. de Var.	0,77	0,49	0,99	0,19	0,17	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
2015 b	Transect A	336,00	2,77	251,29	18		
	Transect B	202,00	1,88	131,59	18		
	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	34	48	81
2012 a	Moy. ABC	114	1,40	326,70	34	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						

Remarque :

- La densité et la biomasse ont des valeurs exceptionnellement élevées. Ceci est dû à un banc de *Caesio* (composé de deux espèces : *Caesio caerulea* et *Pterocaesio marri*).
- Les paramètres de biodiversité sont voisins de la moyenne.
- L'ichtyofaune de cette station est toujours la plus pauvre des stations du canal de la Havannah.

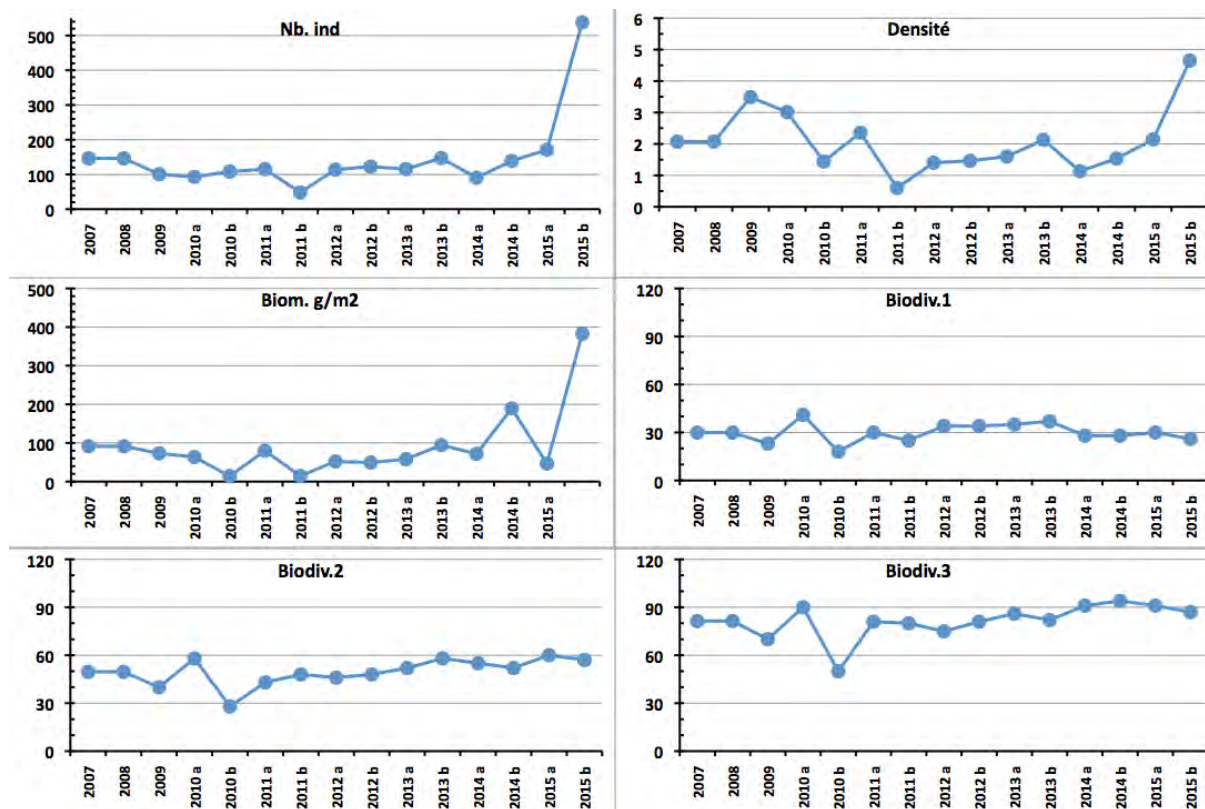


Figure n°94 : Evolution des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2009 (ST12)

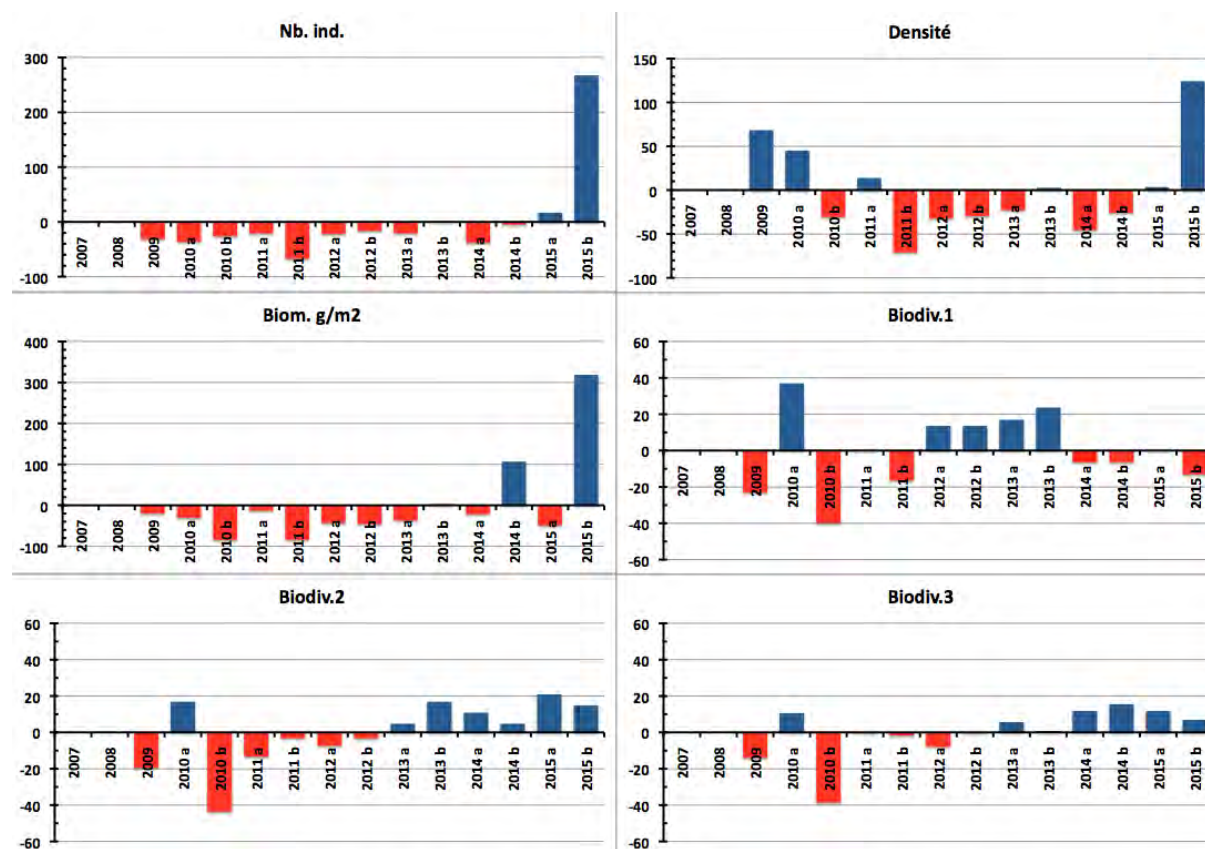


Figure n°95 : Ecart relatif à la moyenne des paramètres biologiques ichthyologiques depuis 2009 (ST12)

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.

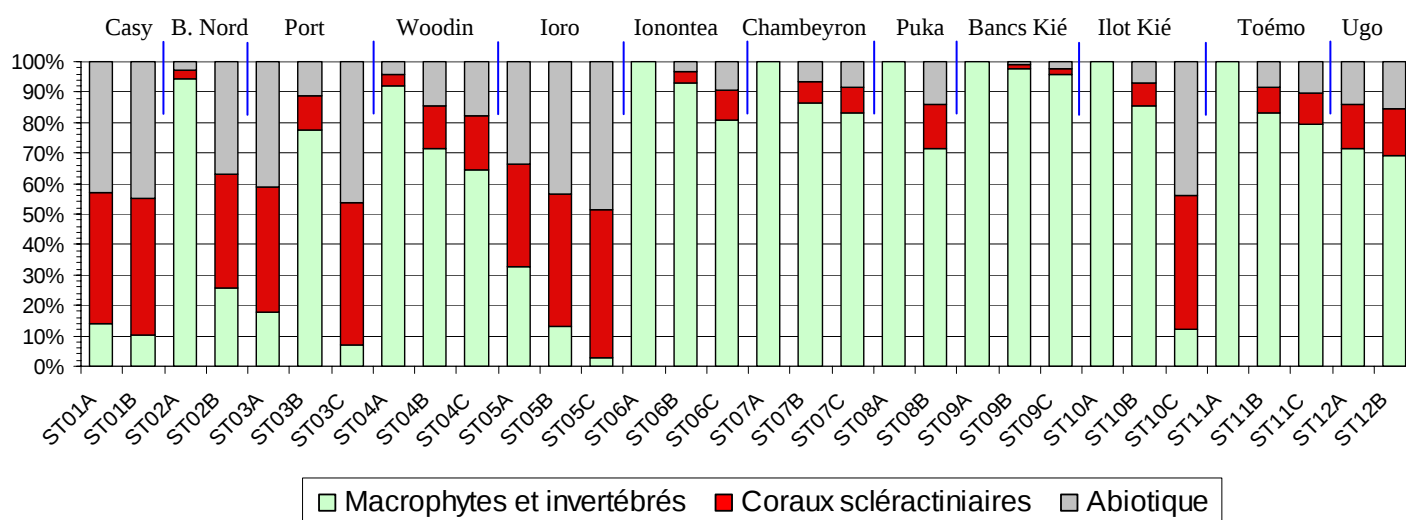


Figure n°96 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat partie biotique/abiotique

Les stations situées en baie de Prony et canal Woodin (à l'exception notable des transects ST02A, ST03B et ST04) ont globalement un substrat à majorité abiotique (moyenne de près de 65.7%). Cependant, ces stations ont un taux de recouvrement corallien (21.2%) toujours en légère hausse par rapport aux missions antérieures (11.6% au plus bas en juin 2009).

Les stations (et les transects dans chaque station) dans le canal de la Havannah sont très diversifiés, avec 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 16.3% en moyenne du recouvrement. La moyenne du taux de recouvrement corallien dans le canal de la Havannah reste stable, à 19.75%.

C'est le transect A de la station ST02 (Creek baie nord) qui présente, comme régulièrement, le plus fort taux de recouvrement corallien scléractiniaire (47%), suivi par la station ST10 (îlot Kié, dans la réserve Merlet) (44.5% et

41.5% pour les 2 premiers transects).

Les variations de recouvrement sur la globalité de la zone d'étude sont à une échelle infime.

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 scléactiniaires,
- ↳ les autres coraux durs (millépores, antipathaires, stolonifères, gorgones),
- ↳ les macrophytes,
- ↳ les invertébrés (hors coraux durs).

La biodiversité corallienne est très contrastée, notamment pour les scléactiniaires dont 29 à 117 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 près de 81 taxa (la légère hausse par rapport aux missions précédentes se confirme).

Le transect où la richesse spécifique est la plus importante est le ST10B (125 espèces coralliennes inventoriées dont 117 scléactiniaires) (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 66 taxa par transect pour l'ensemble



de la zone (avec une moyenne de 37.5 taxa par transect, stable).

Enfin, **la richesse spécifique des macrophytes** est comprise entre 0 à 21 taxa par transect pour l'ensemble de la zone (avec une moyenne de 6.8 taxa par transect, stable).

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. 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.

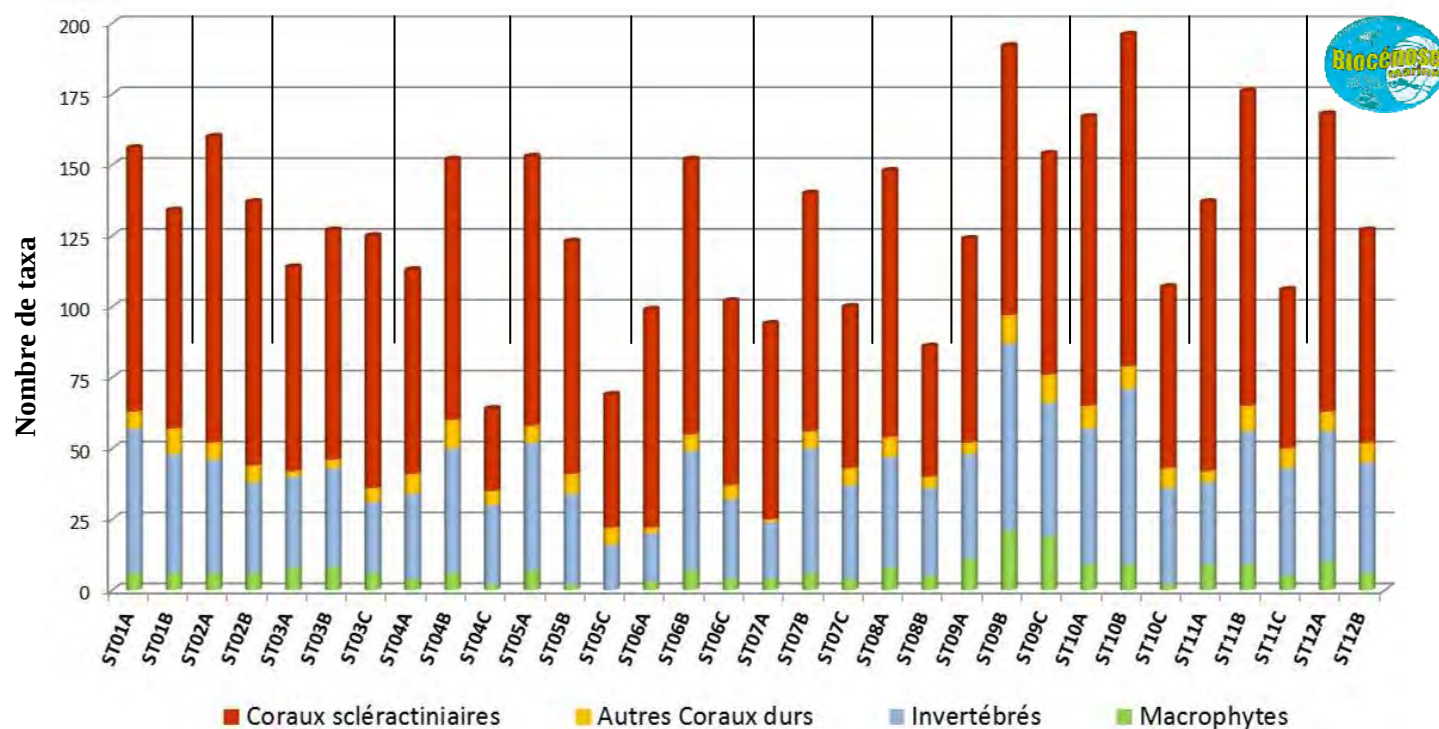


Figure n°97 : Richesse taxonomique du benthos dans 4 groupes clés

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

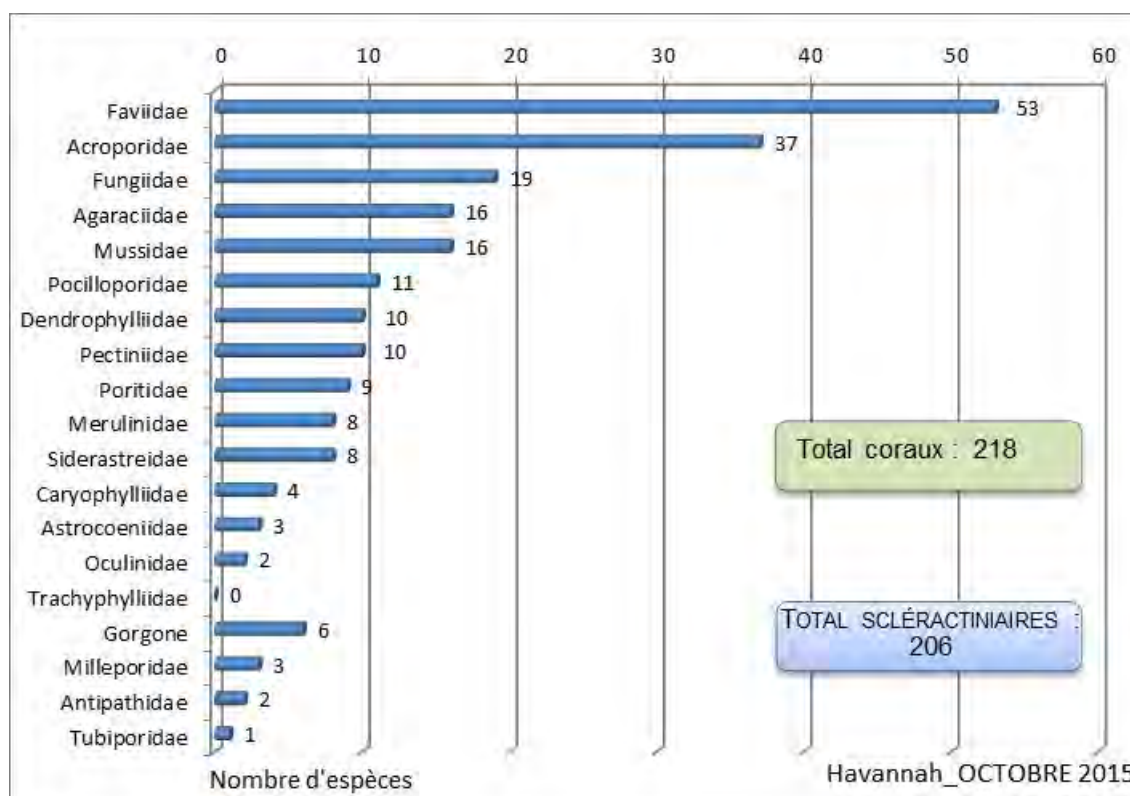


Figure n°98 : Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne pour le canal de la Havannah

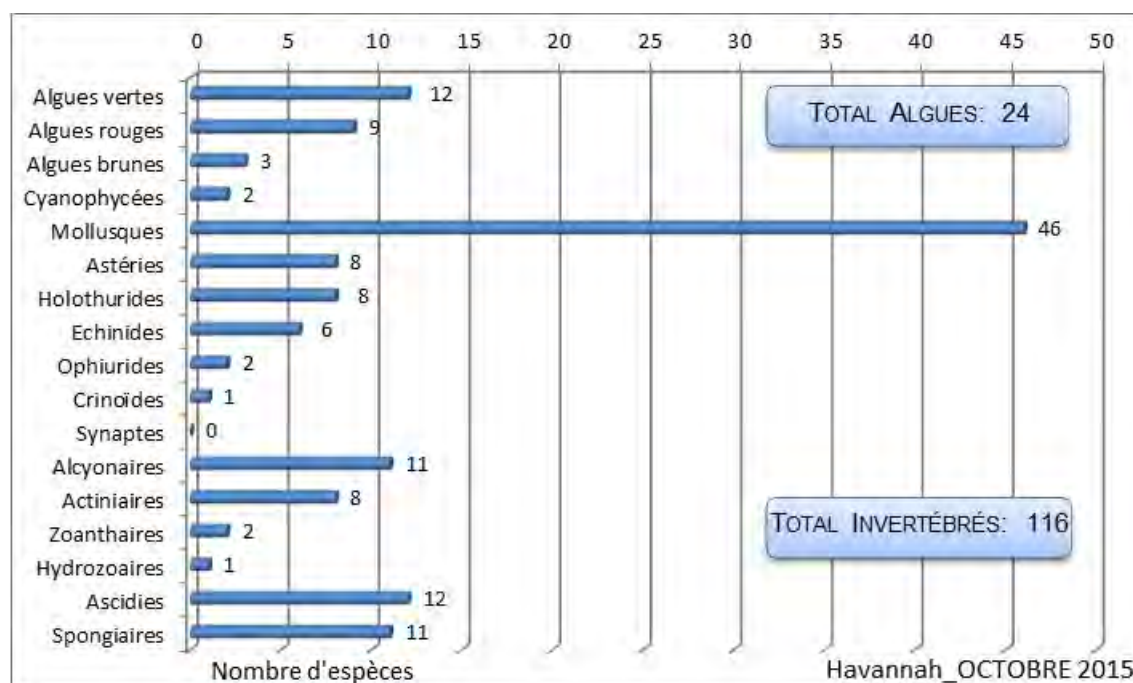


Figure n°99 : Répartition par groupe de la richesse spécifique des macrophytes et invertébrés (hors coraux durs) pour le canal de la Havannah

En octobre 2015, la richesse spécifique du site Havannah est composée de :

- 218 espèces coralliennes (dont 206 espèces de scléractiniaires, 3 espèces de millépores (sub massif, branchu et encroûtant), 6 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires, une espèce de stolonifère.

Les familles scléractiniaires (206 taxons au sein de 14 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (53 taxons), les Acroporidae (37 taxons), les Fungiidae (19 taxons), les Agaraciidae (16 taxons), les Mussidae (16 taxons), les Pocilloporidae (11 taxons), les Dendrophylliidae (10 taxons), les Pectiniidae (10 taxons), les Poritidae (9 taxons), les Merulinidae (8 taxons), les Siderastreidae (8 taxons), les Caryophylliidae (4 taxons), les Astrocoeniidae (3 taxons), les Oculinidae (2 taxons).

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

Le blanchissement corallien affecte 39/206 espèces de scléractiniaires (18,9%).

Le blanchissement visuel est de 0,35% de la surface totale observée.

- **116 espèces d'invertébrés** dont 46 espèces de mollusques ; 22 espèces de cnidaires : alcyonaires (11 taxons), actiniaires (8 taxons), zoanthaires (2 taxons), hydrozoaires (1 taxon) ; 25 espèces d'échinodermes : astéries (8 taxons), holothurides (8 taxons), échinides (6 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 11 espèces d'éponges ; 12 espèces d'ascidies.
- **24 espèces de macrophytes** : algues vertes (12 taxons), algues rouges (9 taxons), algues brunes (3 taxons).
- **2 espèces de cyanobactéries.**

5.2.3.2 Assemblage spécifique du benthos dans le canal Woodin

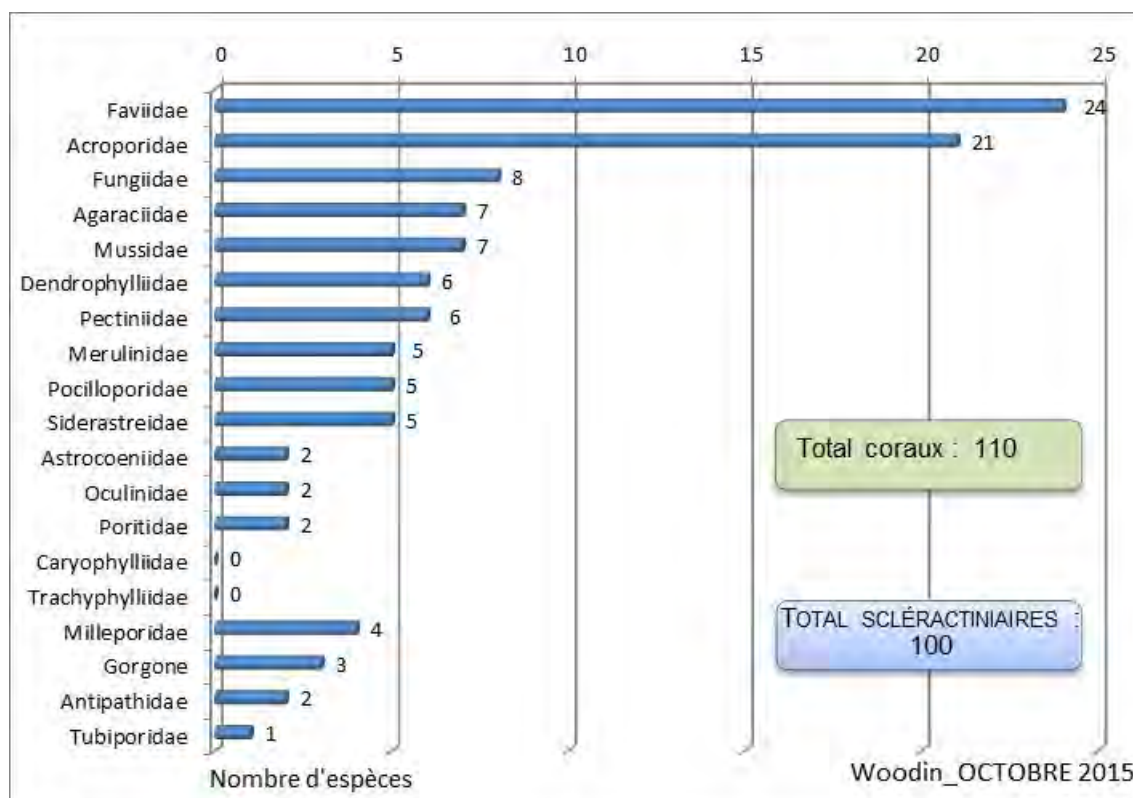


Figure n°100 : Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne pour le canal Woodin

En octobre 2015, la richesse spécifique du site Woodin est composée de :

- **110 espèces coralliennes** (dont 100 espèces de scléractiniaires, 4 espèces de millépores (sub massif, branchu et encroûtant), 3 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires, 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 (21 taxons), les Fungiidae (8 taxons), les Agaraciidae (7 taxons), les Mussidae (7 taxons), les Dendrophylliidae (6 taxons), les Pectiniidae (6 taxons), les Merulinidae (5 taxons), les Pocilloporidae (5 taxons), les Siderastreidae (5 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 5/100 espèces de scléractiniaires (5%). Le blanchissement visuel est de 0,37% de la surface totale observée.

- **51 espèces d'invertébrés** dont 17 espèces de mollusques ; 7 espèces de cnidaires : alcyonaires (4 taxons), zoanthaires (2 taxons), hydrozoaires (1 taxon) ; 14 espèces d'échinodermes : astéries (6 taxons), échinides (3 taxons), holothurides (2 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 9 espèces d'éponges ; 4 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.**

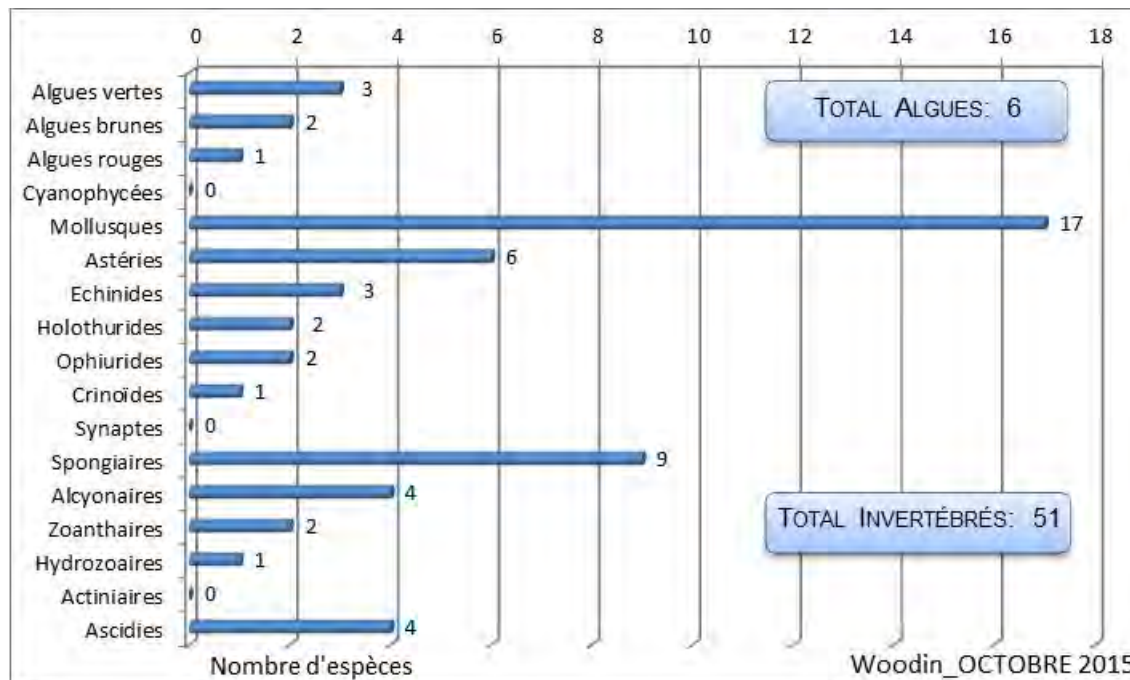


Figure n°101 : Répartition par groupe de la richesse spécifique des macrophytes et invertébrés (hors coraux durs) pour le canal Woodin

5.2.3.3 Assemblage spécifique du benthos dans la baie de Prony

En octobre 2015, la richesse spécifique du site Prony est composée de :

- **167 espèces coralliennes** (dont 157 espèces de scléractiniaires, 4 espèces de millépores (sub massif, branchu et encroûtant), 3 espèces de gorgones, 2 espèces d'antipathaires, une espèce de stolonifère). Les familles scléractiniaires (157 taxons au sein de 14 familles) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (37 taxons), les Acroporidae (31 taxons), les Fungiidae (16 taxons), les Agaraciidae (15 taxons), les Mussidae (11 taxons), les Pectiniidae (10 taxons), les Poritidae (8 taxons), les Pocilloporidae (6 taxons), les Siderastreidae (6 taxons), les Dendrophylliidae (5 taxons), les Merulinidae (5 taxons), les Astrocoeniidae (3 taxons), les Oculinidae (3 taxons), les Caryophylliidae (1 taxon).
Aucun taxon n'a été recensé dans la famille des Trachyphylliidae.
Le blanchissement corallien affecte 5/157 espèces de scléractiniaires (3,2%).
Le blanchissement visuel est de 0,13% de la surface totale observée.
- **72 espèces d'invertébrés** dont 25 espèces de mollusques ; 17 espèces de cnidaires : alcyonaires (13 taxons), zoanthaires (2 taxons), actiniaux (1 taxon), hydrozoaires (1 taxon) ; 15 espèces d'échinodermes : astéries (6 taxons), holothurides (4 taxons), échinides (2 taxons), ophiurides (2 taxons), crinoïdes (1 taxon) ; 9 espèces d'éponges ; 6 espèces d'ascidies.
- **10 espèces de macrophytes** : algues vertes (6 taxons), algues brunes (3 taxons), algues rouges (1 taxon).
- **2 espèces de cyanobactéries.**

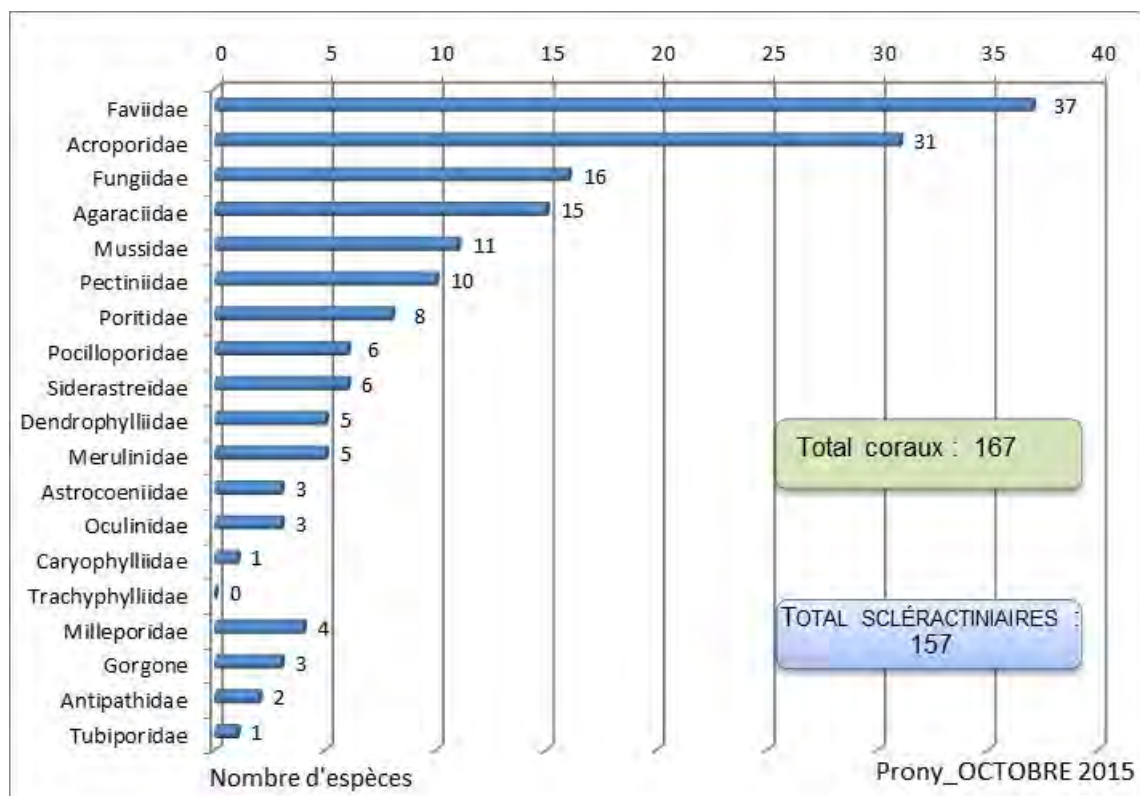


Figure n°102 : Répartition par famille de la richesse spécifique corallienne pour la baie de Prony

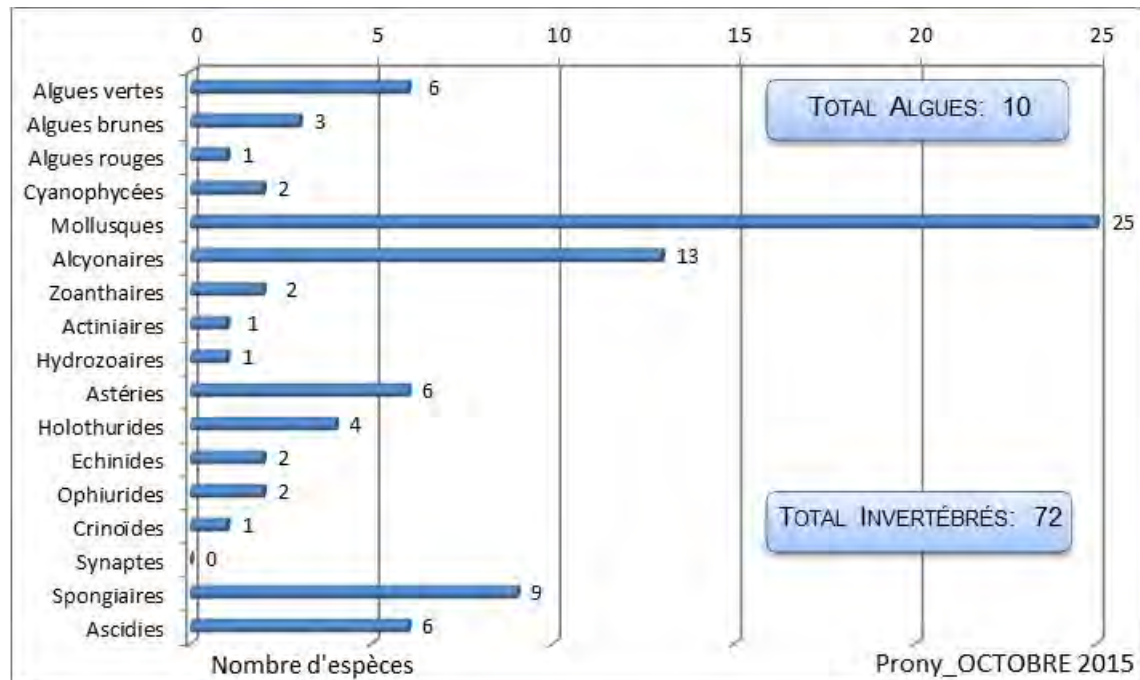


Figure n°103 : Répartition par groupe de la richesse spécifique des macrophytes et invertébrés (hors coraux durs) pour la baie de Prony

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 : 218 taxons, Prony : 167 taxons et Woodin : 110 taxons (dont les scléractiniaires avec respectivement 206, 157 et 100 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) : 148 espèces coralliennes inventoriées dont 139 taxons scléractiniaires.

La station où la richesse spécifique est la plus faible est ST08 (Puka, située sur le récif frangeant du canal de la Havannah entre la baie Kwé et la baie de Port Boisé) : 104 espèces coralliennes inventoriées dont 97 taxons scléractiniaires.

Selon les transects :

Pour cette mission, les transects où la richesse spécifique est la plus importante sont ST10B, ST11B, ST02A et ST12A : respectivement 125, 120, 114 et 112 espèces coralliennes inventoriées dont 115, 111, 108 et 105 taxons scléractiniaires.

Les transects où la richesse spécifique est la plus faible sont ST04C, ST08B et ST05C (situés tous les trois sur une pente sédimentaire) : respectivement 34, 50, 53 espèces coralliennes inventoriées dont 29, 46 et 47 taxons scléractiniaires.

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 80.9 (+/-20.3)** taxons.

Cette diversité corallienne moyenne augmente régulièrement depuis les dernières missions de mars 2015, octobre 2014, avril 2014, septembre et avril 2013, octobre 2012, mars 2012 et septembre 2011 (respectivement : 79.2, 78.3 ; 76.4 ; 73.2 ; 66.21 ; 67.3 ; 64.8 et 61.2 taxons).

Même si certaines espèces n'ont pas été répertoriées pour cette mission, leur disparition a été contrebalancée par l'apparition de nouvelles.

D'autre part, la diversité moyenne des scléractiniaires pour les transects de chaque site sont :

- Baie de Prony (87.6 taxons (+/-12.1)) ;
- Canal de la Havannah (81 taxons (+/-20.3)) ;
- Canal Woodin (64.3 taxons (+/-32.19)).

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, synapses), 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 : 116 taxons, Prony : 84 taxons et Woodin : 51.

Selon les stations : 45 à 72 espèces ont été dénombrées (respectivement ST02 et ST09).

Selon les transects : 16-17 à 66 espèces ont été dénombrées (respectivement ST05-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 **37.5 (+/-8.4) taxons**. Cette diversité moyenne reste plus ou moins stable par rapport aux missions précédentes : de mars 2015 avec 37.7 (+/-13.5) taxons, d'octobre 2014 avec 39 (+/-13.6) taxons, d'avril 2014 avec 38.4 (+/-12.1) taxons, de septembre 2013 avec 36 (+/-11.3) taxons, avril 2013 avec 31.5 (+/-9.9) taxons, d'octobre 2012 avec 31.47 (+/-8.79) taxons.

Cependant, de nombreuses fluctuations spécifiques au sein de chaque groupe et par transect sont observables selon les missions. Il est à noter également que certains organismes présents sur la station 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 : 10 taxons et Woodin : 6 taxons.

Selon les stations : 6 à 22 espèces ont été dénombrées (respectivement ST02-ST04 et ST09).

Selon les transects : 0 à 21 espèces ont été dénombrées (respectivement ST05C et ST09B).

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 6.8 (+/-4.3) taxons**.

La station ST09 a une richesse spécifique très importante pour les macrophytes (avec 11, 21 et 19 espèces respectivement pour les transects A, B et C soit 22 espèces au total pour la station).

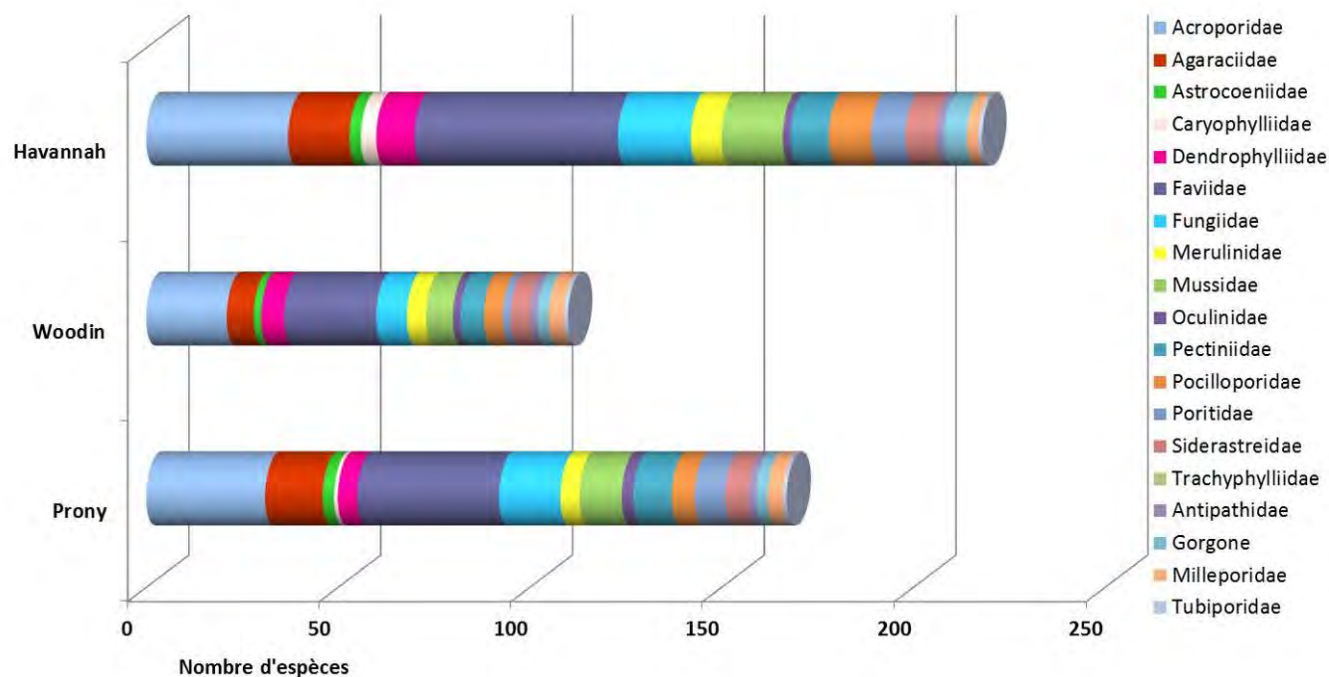


Figure n°104 : Assemblage des coraux par famille pour les trois sites

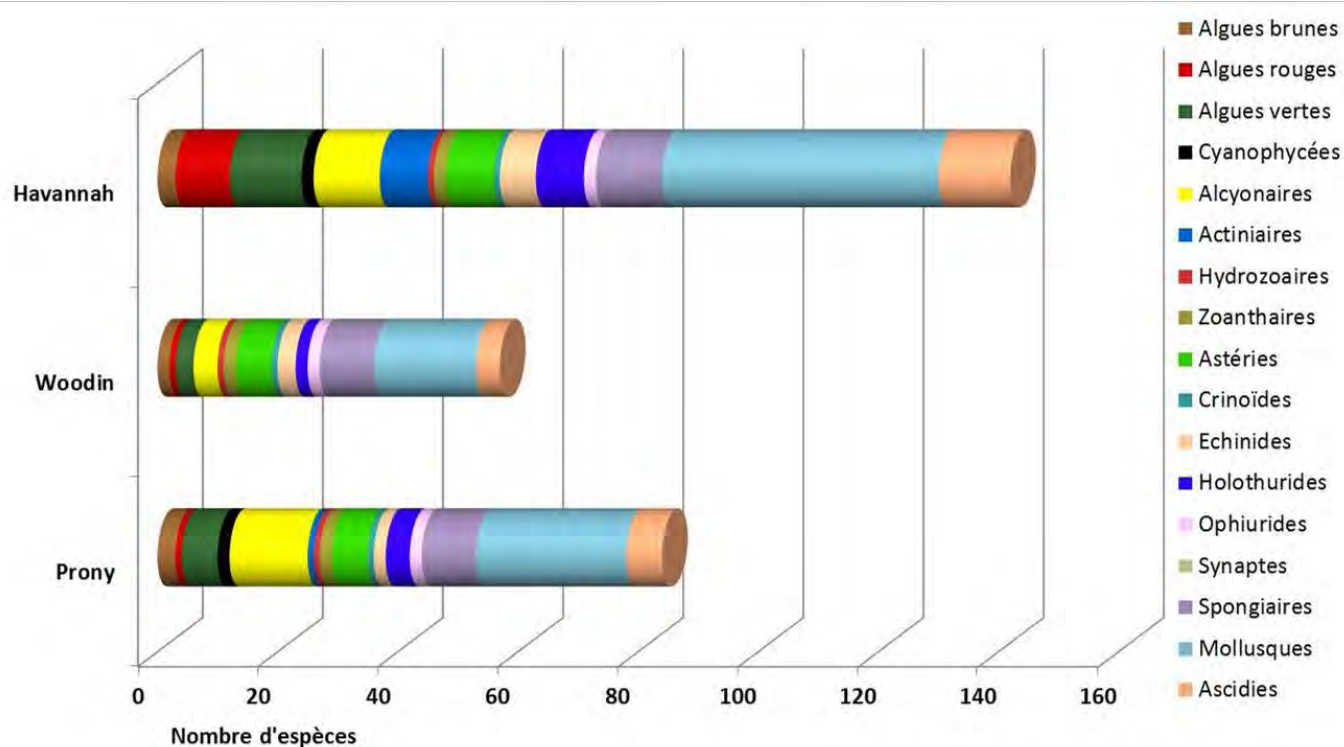
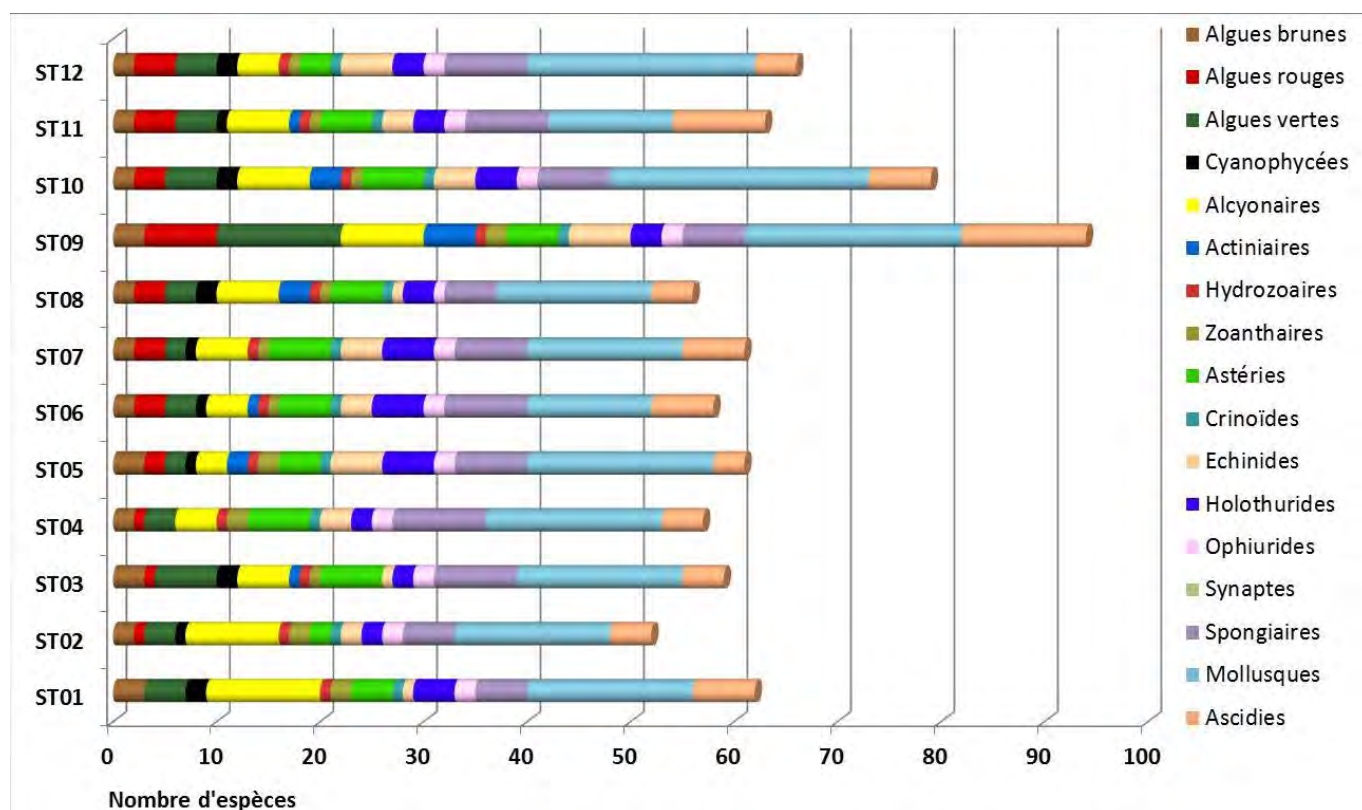
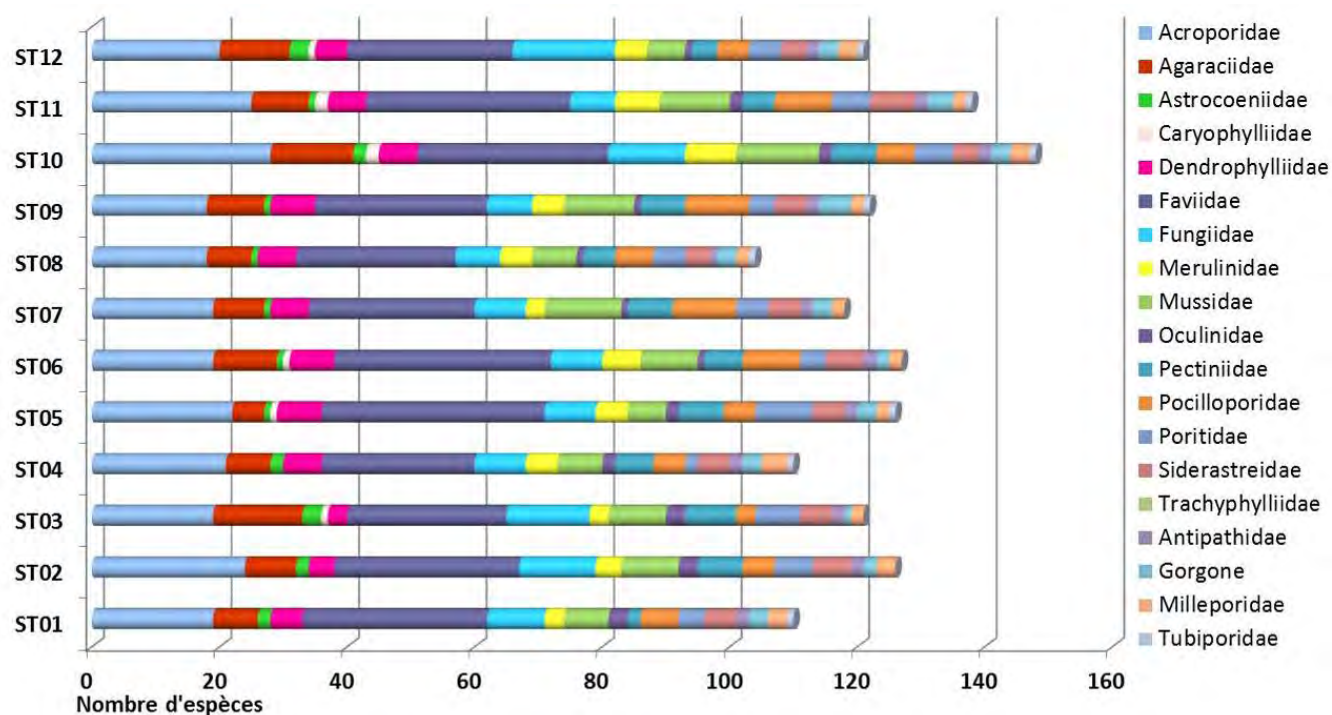
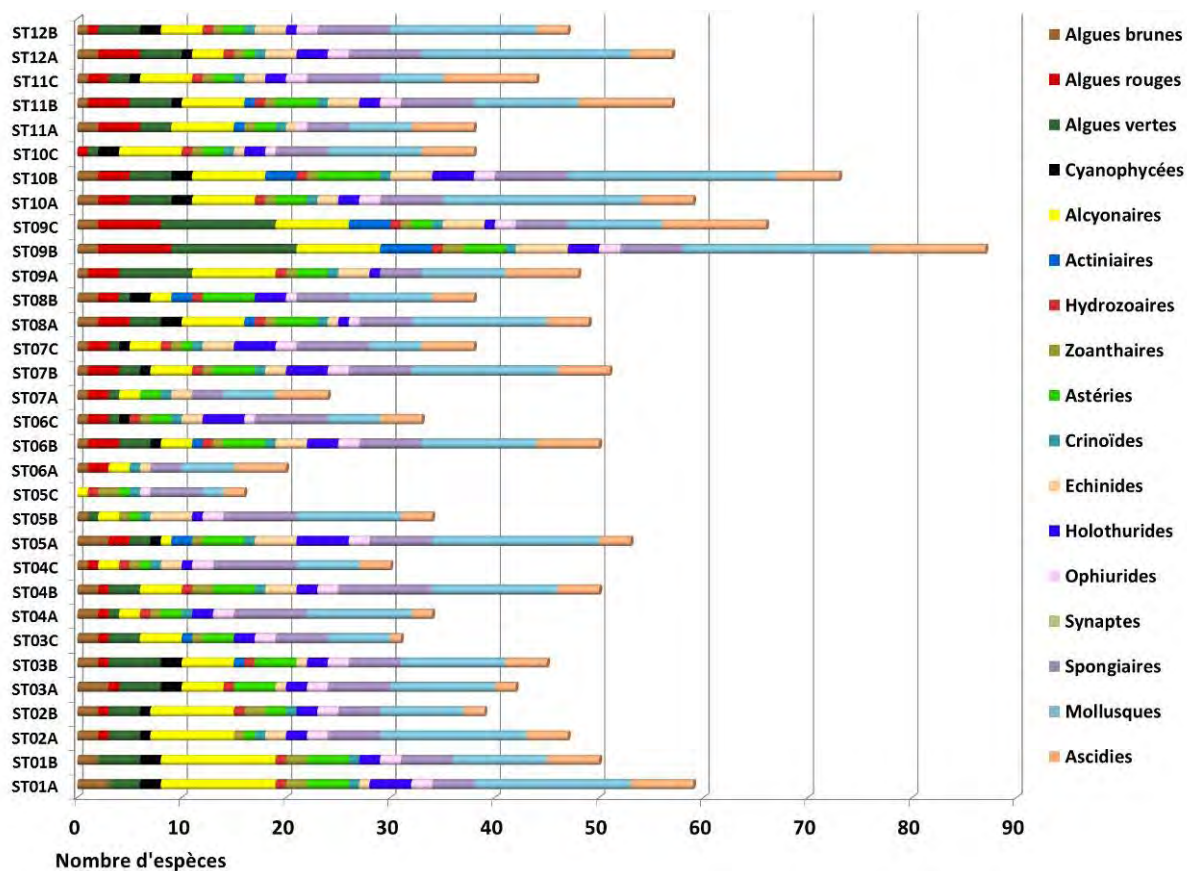
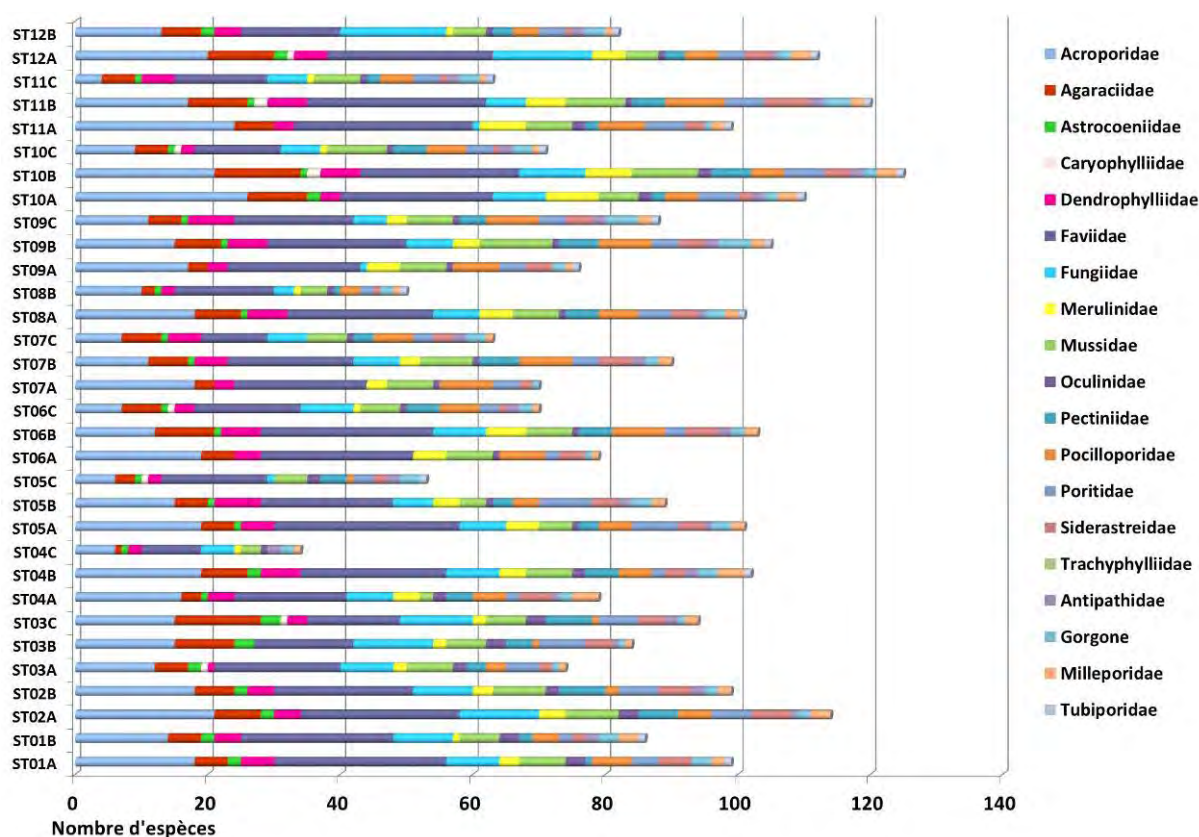


Figure n°105 : Assemblage des invertébrés (hors coraux durs) et des macrophytes par groupe pour les trois sites





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*

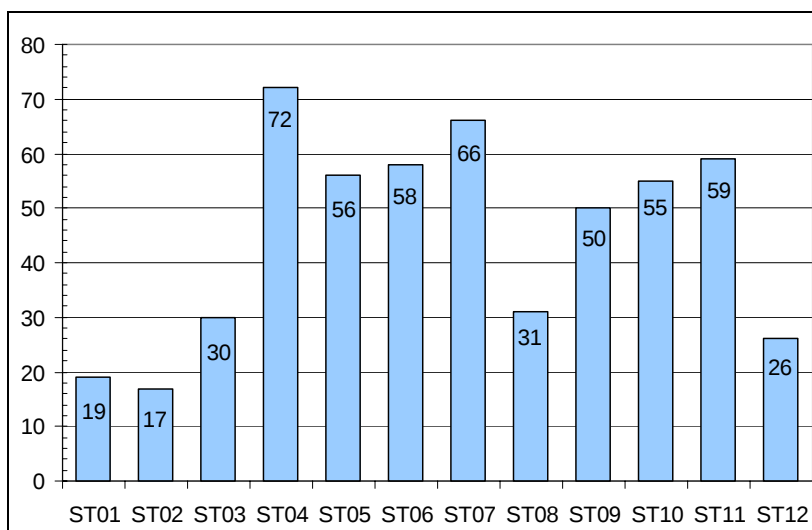
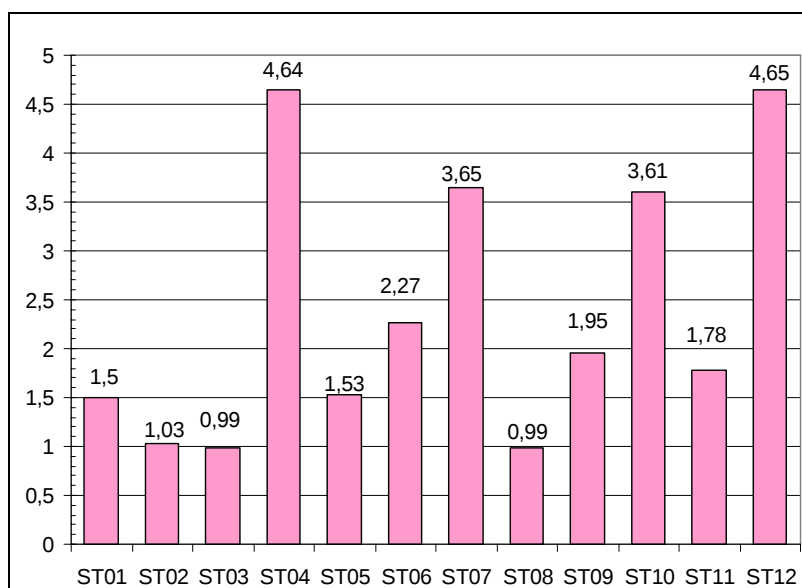
2015 b	Stations	Nb	Dens	Biom	Biod.1	Biod.2	Biod.3	Ish	Eq
Baie de PRONY	ST01 ILOT CASY	116,50	1,50	5,17	19,00	50,00	73,00	3,061	0,721
	ST02 CREEK BAIE NORD	88,00	1,03	20,65	17	45	70	3,216	0,787
	ST03 PORT	77,33	0,99	7,54	30	56	74	3,734	0,761
	Variances (σ^2)	410,0	0,1	69,6	49,0	30,3	4,3	0,124	0,001
	Ecart types (σ)	20,2	0,3	8,3	7,0	5,5	2,1	0,352	0,033
	Moyennes (μ)	93,9	1,2	11,1	22,0	50,3	72,3	3,337	0,756
	Coef. de Var(σ/μ)	0,2	0,2	0,8	0,3	0,1	0,0	0,106	0,044
	Int. de Conf. 95%	23,4	0,3	9,6	8,1	6,4	2,4	0,407	0,038
Canal de la HAVANNAH	ST04 WOODIN	586,67	4,64	609,65	72	90	120	3,588	0,582
	ST05 BANC IORO	143,00	1,53	240,79	56	81	109	4,875	0,840
	ST06 BANC IONONTEA	187,00	2,27	210,72	58	87	112	4,758	0,812
	ST07 B. CHAMBEYRON	337,00	3,65	439,38	66	83	111	4,475	0,740
	ST08 POINTE PUKA	99,00	0,99	20,37	31	60	79	3,951	0,798
	ST09 BANC KIE	183,33	1,95	149,23	50	84	113	4,651	0,824
	ST10 ILOT KIE	350,00	3,61	435,32	55	108	149	4,099	0,709
	ST11 TOEMO	183,00	1,78	57,17	59	81	109	4,662	0,792
	ST12 HUGO	538,00	4,65	382,89	26	57	87	2,975	0,633
	Variances (σ^2)	30856,1	1,9	38650,5	228,0	234,4	390,9	0,400	0,008
	Ecart types (σ)	175,7	1,4	196,6	15,1	15,3	19,8	0,632	0,090
	Moyennes (μ)	289,7	2,8	282,8	52,6	81,2	109,9	4,226	0,748
	Coef. de Var(σ/μ)	0,6	0,5	0,7	0,3	0,2	0,2	0,150	0,121
	Int. de Conf. 95%	117,1	0,9	131,1	10,1	10,2	13,2	0,422	0,060

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 $\alpha = 0,025$.

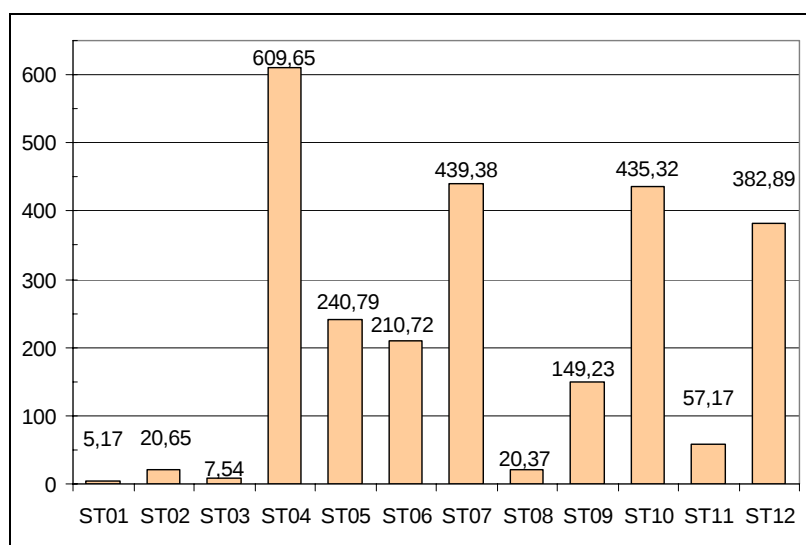
Ce sont les stations de la baie de Prony qui présentent les plus faibles chiffres pour l'abondance, la densité et la biomasse (ST03), ainsi que pour la richesse spécifique (ST02) et l'indice d'équitabilité (ST04). Mais, c'est la ST12 qui a le plus bas indice de Shannon.

La ST05 possède l'indice d'équitabilité (et celui de Shannon) 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 exception de ST04).

Pour cette mission c'est la station ST04 qui est particulièrement riche en diversité et en biomasse. La plus grande densité se trouve en ST12.

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.

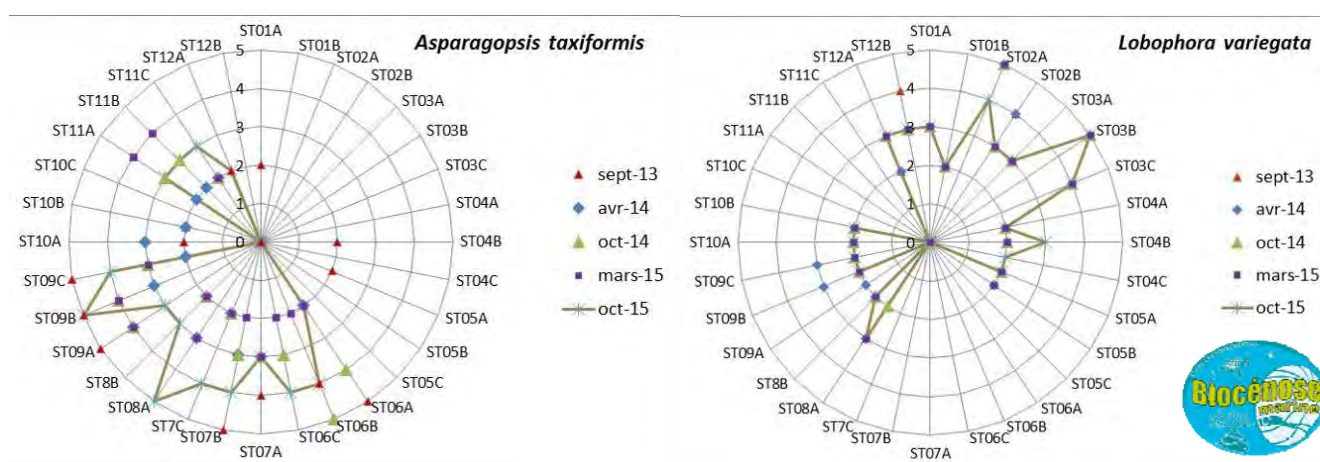


Figure n°113 : Abondance semi quantitative (1 à 5) d'*Asparagopsis taxiformis* et de *Lobophora variegata* entre septembre 2013 et octobre 2015

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 octobre 2015 l'algue rouge *Asparagopsis* est toujours très abondante (indice 3 à 5) aux transects médians et inférieurs pour les stations exposées au ressac (ST06, ST07, ST08, ST09 et ST11). Les niveaux supérieurs de ces récifs sont très brassés (indice 2 à 3) et même si les attaches de cette algue sont robustes, les thalles ont du mal à se développer en abondance.

La station de Puka (ST08A) n'a jamais présenté autant de recouvrement d'*Asparagopsis*. Les thalles se développent le plus généralement sur des débris coralliens, des colonies mortes en place et la dalle. Le balayement des thalles sur les coraux vivants peut entraîner quelques zones de blanchissement sur certaines colonies coralliennes isolées.

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. De plus, 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 est très localisé : il a augmenté lors de la mission de septembre 2013 pour les stations Puka (ST08) et Ugo (ST12) et lors de la mission d'avril 2014 pour les bancs Kié (ST09). Cependant, une grande partie du recouvrement algal peut être balayé lors de la sénescence des thalles pour les stations soumises régulièrement à des agents hydrodynamiques importants comme dans le canal (mission du mois d'octobre 2014).

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) comme constaté en mars 2015. De fait, il y avait pour cette mission un développement modéré de l'algue *Lobophora* sur les débris (particulièrement en ST04B).

En octobre 2015, la station du Creek baie nord (ST02) présente une abondance importante en *Lobophora* pour le niveau supérieur (niveau 4). Les thalles de *Lobophora* se développent à la base et à travers les coraux branchus. 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 quai vraquier (ST03) ne présente pas une croissance des coraux branchus aussi importante. Les thalles de *Lobophora* 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. L'apport de particules terrigènes paraît être le facteur perturbant à la croissance corallienne pour la station ST03.

Ces deux genres sont actuellement suivis avec attention à chaque campagne.



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 163).

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.

Pour cette mission, il y a très peu de variations générales : les stations apparaissent stables notamment en ce qui concerne le pourcentage de recouvrement en coraux scléractiniaires (fourchette entre - 4% (ST05A&B) et + 10.5% (ST06B)), avec une tendance générale en très très légère hausse (+ 0.844% en tout en moyenne sur les 12 stations, soit 32 transects). Ainsi, la tendance générale, depuis le début du suivi, à la hausse (plus ou moins régulière ou forte) est confirmée.

Au niveau individuel, les variations qui apparaissent sont peu nombreuses puisque seuls 2 transects sont concernés et sont exactement contraires à celles enregistrées à la dernière mission (qui elles-mêmes étaient à l'inverse de la mission précédente, etc.) :

- ST04C : avec le mouvement inverse de la dernière fois et donc encore une fois un retour à des valeurs antérieures : +48% dans le groupe « macrophytes et invertébrés » et donc une diminution du recouvrement abiotique (- 52%) qui est la résultante d'une disparition du sable, au profit du substrat « corail mort avec algues » ;
- ST08B : qui voit elle aussi une diminution de l'abiotique (- 54.5%) du fait de la disparition du sable au profit du substrat « corail mort avec algues » (+ 54.5% pour le groupe « macrophytes et invertébrés »). Cela correspond aux valeurs mesurées lors de la campagne d'octobre 2014.

Ces mouvements dans le recouvrement par les sédiments fins (vase et/ou sable) sont liés aux grands phénomènes hydrodynamiques climatiques et peuvent être observés régulièrement. Ils ne sont pas alarmants dans ces cas isolés.

Par ailleurs, il faut noter que pour cette mission le recouvrement en cyanobactéries est à des niveaux qui sont particulièrement bas :

- seuls 9 transects sont concernés (sur 32 suivis)
- des taux variant entre 0.5% et 1% au maximum.

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 (mars 2015) sont comparées directement avec les données de la mission précédente (octobre 2014),
- 2/ l'ensemble des résultats comparables des 11 missions précédentes 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 $ddl = p-1$ soit 7 pour l'analyse par années

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 répliquat 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 mars à octobre 2015, la richesse spécifique absolue corallienne a évoluée de + 8 à – 4 espèces par transect.

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, les assemblages spécifiques de l'ensemble du récif peuvent évoluer dans le temps à la suite d'événements exceptionnels.

- Les transects présentant une baisse de diversité absolue (comprise entre -3 et -4 espèces) sont localisés en ST02A, ST09B et ST10C. Cette diminution est relativement faible et aucune anomalie ou cause à effet n'a été décelée. Nos observations montrent plutôt des récifs en bon état de santé (particulièrement pour ST02A avec une croissance importante des coraux branchus).

- Les transects présentant une augmentation de diversité absolue (comprise entre +3 et +8 espèces) sont beaucoup plus nombreux et localisés particulièrement en ST01B, ST03C, ST04BC, ST06ABC, ST07C, ST08B, ST11A,





ST12B. Ces transects présentent 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 du début d'année 2015).

- **Les récifs de la baie de Prony** ont une richesse spécifique corallienne qui est perturbée principalement selon les épisodes pluvieux (eau douce de surface et matière en suspension). Ainsi les perturbations sont majoritairement d'ordre de la dessalure et sédimentaire. Cependant, la majorité des transects sont implantées 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 aggravé si les terrains sont dénudés 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). 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 :

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).

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. § 7.1.5.3).

6.2.1.2 Pour les coraux scléractiniaires, depuis le début

Les valeurs des biodiversités α des **coraux scléractiniaires** des différentes transects pour les 12 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	10/2015	03/2015*	10/2014	04/2014	09/2013	04/2013*	10/2012	03/2012	10/2011	03/2011*	09/2010	03/2010
ST01A	93	94	94	90	93	73	72	53	52	52	52	41
ST01B	77	72	68	68	67	52	49	43	41	43	41	34
ST02A	108	111	109	107	106	97	91	84	83	79	81	77
ST02B	93	93	91	90	87	78	77	74	66	68	66	65
ST03A	72	73	71	71	67	54	60	49	47	46	44	38
ST03B	81	81	75	74	75	66	60	60	52	49	49	44
ST03C	89	86	85	83	79	68	65	65	56	54	51	48
ST04A	72	71	71	68	60	56	52	56	51	48	41	40
ST04B	92	88	82	81	74	61	59	52	47	43	40	36
ST04C	29	25	23	23	23	17	21	17	17	14	14	12
ST05A	95	93	98	98	92	77	69	64	57	57	59	59
ST05B	82	82	79	81	76	68	69	63	55	58	57	57
ST05C	47	48	47	41	41	37	36	45	42	42	41	41
ST06A	77	72	75	76	75	69	73	67	65	64	77	77
ST06B	97	91	91	89	81	77	82	84	74	66	65	65
ST06C	65	62	60	59	60	52	71	79	79	76	71	71
ST07A	69	69	66	61	59	53	55	50	50	50	53	51
ST07B	84	82	83	81	74	66	66	71	65	63	64	60





ST07C	57	53	52	53	38	39	48	39	40	41	40	39
ST08A	94	92	90	92	89	90	102	95	90	91	95	93
ST08B	46	41	34	34	32	30	43	47	48	49	54	53
ST09A	72	70	73	71	69	64	66	61	55	52	56	54
ST09B	95	98	97	94	86	77	66	60	57	52	51	50
ST09C	78	79	75	74	68	61	53	50	48	41	41	41
ST10A	102	102	109	107	104	104	104	103	97	93	100	97
ST10B	117	115	113	107	103	90	92	94	90	90	93	92
ST10C	64	68	69	69	65	59	58	56	53	55	56	56
ST11A	95	88	87	86	86	84	84	83	77	74	77	74
ST11B	111	109	107	101	98	92	90	92	90	88	88	88
ST11C	56	48	49	41	42	40	44	54	57	53	53	53
ST12A	105	102	103	100	98	93	95	91	89	87	85	78
ST12B	75	76	79	76	76	75	81	73	68	67	68	65

Les étoiles rouges indiquent que les missions succèdent à une phase dépressionnaire

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 12 dernières missions et [tableau 150](#) pour les 7 dernières missions.

L'analyse des variances de la richesse spécifique des coraux scléractiniaires pour les 12 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	11	F obs.	5.71
K2=n-p	372	F95%	1.81
		F99%	2.3

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 7 dernières campagnes ne montre toujours pas de similarité de similarité pour F97.5%, mais seulement 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°150 : *Analyse de la Variance de la biodiversité α des coraux scléractiniaires depuis 2012*

k1=p-1	6	F obs.	2.51
K2=n-p	217	F95%	2.14
		F97.5%	2.47
		F99%	2.89

Tableau n°151 : *Analyse de la Variance de la richesse spécifique (RSp.) des coraux scléractiniaires pour tous les transects depuis 2010*

	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	80,91	79.19	78.28	76.44	73,28	66,22	67,28	64,81	61,19	59,53	60,09	57,78
Ecart type	20,27	20.91	21.64	21.42	21,23	20,31	19,41	19,32	18,32	18,12	19,46	19,76
Intervalle de confiance (IC:0,95)	7,02	7.25	7.5	7.42	7,36	7,04	6,73	6,70	6,35	6,28	6,74	6,85
Coefficient de Variation	0.25	0.26	0.28	0.28	0.29	0,31	0,29	0,30	0,30	0,30	0,32	0,34



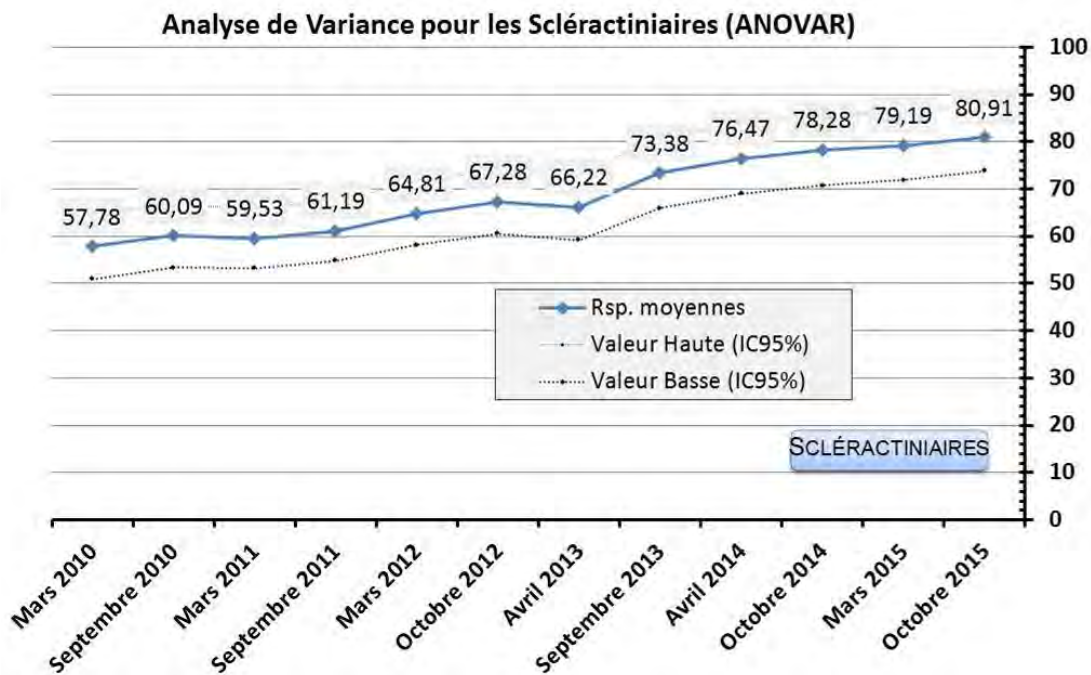


Figure n°114 : Valeur de la richesse spécifique moyenne des coraux scléractiniaires depuis 2010
Les valeurs hautes et basses représentent l'intervalle de confiance

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 et avril 2013 sont corrélées aux dépressions Vania-Zelia et Fréda qui se sont déroulées respectivement en début d'année 2011 et 2013.

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).

Les récifs ayant subi en début d'année 2015 des perturbations mécaniques (fragmentation et mobilisation de matériels coralliens) présentent en octobre 2015 le plus grand nombre d'espèces nouvellement recensées. De manière générale, suite aux événements dépressionnaires les récifs se régénèrent progressivement (résilience par remobilisation, fragmentation et bouturage).

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 12).

Tableau n°152 : Analyses non paramétriques Friedman (analyse en colonne) de la richesse spécifique des coraux scléractiniaires depuis 2010

KHI 2 obs.	176.3			
Ddl = 11	Khi² 95%	Khi² 97,5%	Khi² 99%	Khi² 99,5%
Valeur Khi²	19.675	21.920	24.725	26.757

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 une exception pour mars 2011 et avril 2013.

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). 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 et dans une moindre mesure en mars 2015.

Toutefois le protocole a été amélioré jusqu'en octobre 2012 : la résilience du récif est présente mais avec une moindre amplitude que les chiffres ne le laissent percevoir.

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 en baie de Prony, seulement les transects étudiés ne sont pas installés dans les zones sous influence de la dessalure des 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.

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 exposés 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 et de nombreux débris et blocs coralliens dévalent les pentes récifales jusqu'à parfois constituer des couloirs d'effondrement (ST04, ST06, ST07 et ST12).

D'autre part, il apparaît également que les niveaux bathymétriques inférieurs (transects B&C) des stations du canal de la Havannah et canal Woodin sont perturbés lors d'une deuxième phase (les débris dévalent par gravité, les pentes récifales au fur et à mesure du temps).

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.

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	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	10	10	10	10	10	6,5	6,5	5	3	3	3	1
ST01B	12	11	9	9	9	7	6	4,5	2,5	4,5	2,5	1
ST02A	10	10	10	10	10	7	6	5	2,5	2,5	2,5	2,5
ST02B	10	10	10	10	10	6,5	6,5	5	2	4	2	2
ST03A	10,5	10,5	10,5	10,5	8	6	7	4,5	4,5	3	2	1
ST03B	10	10	10	10	10	6	6	6	4	2,5	2,5	1
ST03C	12	10	10	10	8	6	6	6	2,5	2,5	2,5	2,5
ST04A	10,5	10,5	10,5	10,5	8	6,5	4,5	6,5	4,5	3	1,5	1,5
ST04B	11,5	11,5	9,5	9,5	8	6,5	6,5	5	3,5	3,5	1,5	1,5
ST04C	12	11	8,5	8,5	8,5	5	8,5	5	5	2	2	2
ST05A	10	10	10	10	10	7	6	5	2,5	2,5	2,5	2,5





ST05B	10	10	10	10	10	6,5	6,5	5	1	3	3	3
ST05C	11	11	11	5,5	5,5	1,5	1,5	9	5,5	5,5	5,5	5,5
ST06A	9,5	5	9,5	9,5	9,5	4	6	3	1,5	1,5	9,5	9,5
ST06B	12	10,5	10,5	9	6,5	5	6,5	8	4	2	2	2
ST06C	6	3,5	3,5	3,5	3,5	1	8	11	11	11	8	8
ST07A	11	11	11	9	8	5	7	2	2	2	5	5
ST07B	10,5	10,5	10,5	10,5	7,5	5	5	7,5	5	2,5	2,5	1
ST07C	11	11	9	11	4	4	8	4	4	4	4	4
ST08A	9	6	2	7,5	4,5	2	12	10,5	2	4,5	10,5	7,5
ST08B	7,5	5	2,5	2,5	2,5	2,5	6	7,5	9	10	12	11
ST09A	11	8,5	11	11	8,5	6	7	5	2,5	2,5	2,5	2,5
ST09B	10	12	10	10	8	7	6	4,5	4,5	2	2	2
ST09C	11,5	11,5	9,5	9,5	8	7	6	5	4	2	2	2
ST10A	7,5	7,5	11,5	11,5	7,5	7,5	7,5	7,5	2,5	1	4	2,5
ST10B	11,5	11,5	10	9	8	4	4	4	4	4	4	4
ST10C	8	10	11,5	11,5	9	6,5	6,5	3,5	1	3,5	3,5	3,5
ST11A	12	11	10	7	7	7	7	7	2,5	2,5	2,5	2,5
ST11B	11	11	11	8,5	8,5	4	4	4	4	4	4	4
ST11C	9	5,5	5,5	3	3	1	3	9	12	9	9	9
ST12A	11,5	10	11,5	9	8	6	7	5	4	3	2	1
ST12B	6,5	9	11,5	9	9	6,5	11,5	5	3,5	2	3,5	1
Somme des rangs	325,5	305,5	300,5	285	245,5	169	205,5	184,5	126	114,5	125,5	109
Ordonnement	12	11	10	9	8	5	7	6	4	2	3	1

Les étoiles rouges indiquent que les missions succèdent à une phase dépressionnaire

En octobre 2015, aucune anomalie de rang n'est enregistrée pour les stations de la baie de Prony et du canal Woodin. Par contre, pour le canal de la Havannah, les stations ST06, ST08, ST10 et ST12 enregistrent les plus grandes anomalies de rang.

Les stations ST06, 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*.

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 clones, 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, synaptes), 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.





Les événements hydrodynamiques et climatiques, la prédation, la disponibilité en nourriture et la grande mobilité des organismes benthiques sont principalement à l'origine de variation de diversité et d'abondance d'une mission à l'autre, surtout lorsque ces événements deviennent extrêmes.

En effet, lors des événements dépressionnaires, les invertébrés sont balayés, arrachés du substrat et/ou ils se déplacent vers des zones moins perturbées.

Les perturbations subies par les récifs génèrent une remobilisation de matériels coralliens 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 événement d'une ampleur exceptionnelle, une recrudescence d'espèces mobiles (échinodermes, mollusques...) en constante recherche de nourriture peut être constatée.

De mars à octobre 2015, la richesse spécifique absolue des invertébrés a évoluée de -9 à +8 espèces par transect. 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 -5 et -9 espèces) sont encore localisés principalement dans les zones hydrodynamiques importantes (canal de la Havannah). Les niveaux bathymétriques vont être variables selon la géolocalisation des stations (ST07A, ST08B, ST09ABC, ST10BC, ST11B et ST12AB). Ces zones ont été fragilisées en début d'année 2015 par Pam et/ou elles avaient été colonisées rapidement par des invertébrés mobiles et ces derniers ont évolués sur les récifs à la recherche de nourriture. D'autre part, la diversité absolue diminue très peu pour les transects de Prony (maximum : -4 espèces pour le transect ST01B).

- Les transects présentant une augmentation de diversité absolue (comprise entre 5 et 8 espèces) sont localisés de préférence dans les zones calmes (ST01A, ST03B) ou au contraire ayant été perturbées en début d'année 2015 par Pam (ST04AC, ST06AC, ST07BC, ST10A, ST11A).

En effet, le remaniement des débris coralliens entraîne un apport de nourriture pour les échinodermes, les mollusques mais également pour l'ichtyofaune.

Ainsi, 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 événement 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.

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 se déplacent 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 (cf. le cas actuel avec l'augmentation de diversité des invertébrés dû à l'apport de débris coralliens).

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.





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	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	51	44	46	48	48	39	42	32	27	24	23	23
ST01B	42	46	39	37	41	29	33	28	23	18	17	18
ST02A	40	40	38	38	37	33	27	25	21	20	15	17
ST02B	32	29	28	31	28	26	30	26	24	19	17	19
ST03A	32	33	35	38	31	25	32	20	20	16	17	15
ST03B	35	29	28	35	33	26	26	22	15	9	7	5
ST03C	25	22	24	28	24	18	30	23	19	17	15	13
ST04A	30	23	28	31	24	19	22	21	22	16	18	17
ST04B	44	44	43	47	45	35	32	28	26	20	21	20
ST04C	28	24	22	28	20	18	20	24	26	24	21	19
ST05A	45	42	39	42	42	27	28	24	23	15	17	16
ST05B	32	36	34	35	40	30	33	30	31	23	22	23
ST05C	16	20	20	21	21	20	19	20	21	21	19	20
ST06A	17	13	20	26	15	19	16	20	20	7	11	15
ST06B	42	39	45	38	41	36	34	26	28	16	14	17
ST06C	28	21	28	29	38	27	26	25	25	13	14	16
ST07A	20	25	20	18	14	26	14	17	14	8	17	17
ST07B	44	36	40	38	39	31	25	27	27	20	19	19
ST07C	33	28	31	27	32	24	18	25	28	18	19	21
ST08A	39	42	42	39	34	35	50	39	34	23	24	26
ST08B	31	36	34	36	29	23	29	30	27	24	24	27
ST09A	37	44	49	46	43	39	34	32	31	20	22	26
ST09B	66	71	78	80	64	63	49	44	38	25	26	26
ST09C	47	56	57	53	54	45	44	37	36	24	25	26
ST10A	48	41	45	30	30	21	31	31	25	20	19	19
ST10B	62	67	68	57	47	42	36	35	31	25	26	26
ST10C	34	40	43	41	38	36	31	36	35	26	28	27
ST11A	29	23	31	30	34	27	30	42	43	18	15	19
ST11B	47	53	53	50	48	45	37	45	39	22	20	24
ST11C	38	38	39	39	29	35	31	35	34	24	25	25
ST12A	46	53	41	39	40	37	38	30	20	14	19	19
ST12B	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 12 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 12 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	11	F obs.	20.22
K2=n-p	372	F95%	1.81
		F99%	2.30

Tableau n°156 : Analyse de la Variance de la richesse spécifique des invertébrés (hors coraux durs) pour tous les transects depuis 2010

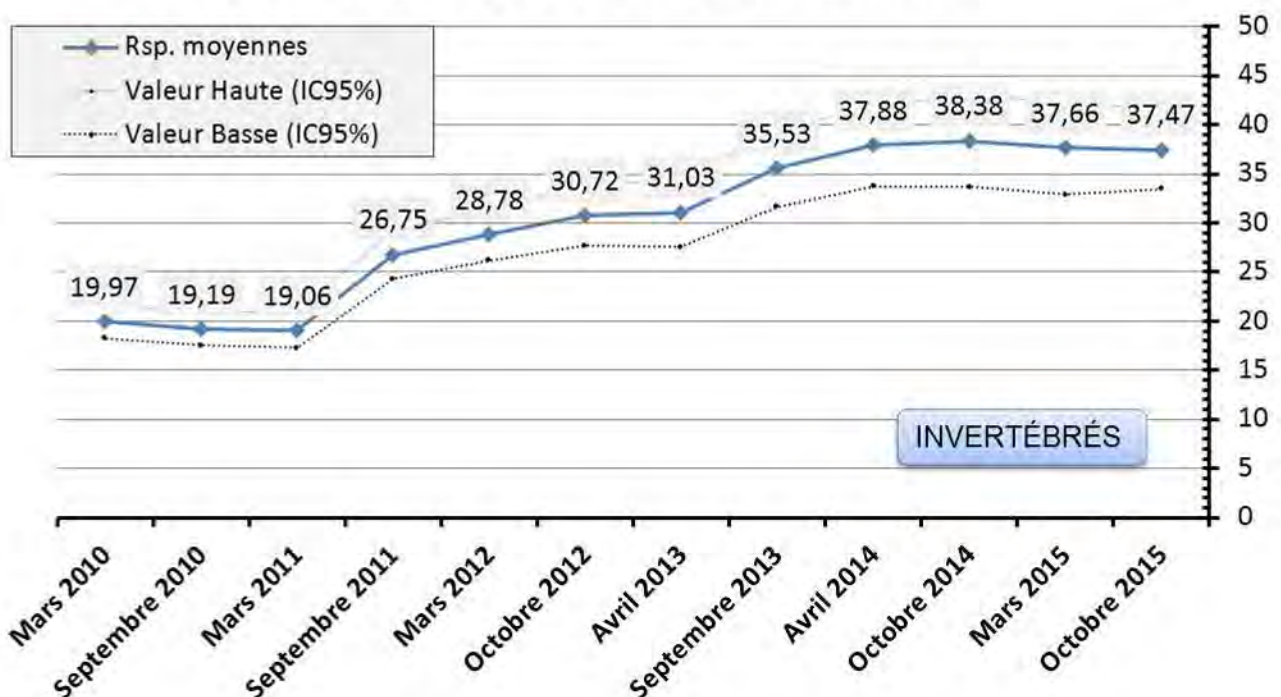
	10/15	03/15*	10/14	04/14	09/13	04/13*	10/12	03/12	10/11	03/11*	09/10	03/10
Richesse spécifique moyenne	37,47	37,66	38,38	37,88	35,53	31,03	30,72	28,78	26,75	19,06	19,19	19,97
Ecart type	11,33	13,45	13,21	11,71	10,97	9,78	8,58	7,33	6,96	5,00	4,65	4,89
Intervalle de confiance (IC:0,95)	4,00	4,76	4,67	4,14	3,88	3,46	3,03	2,59	2,46	1,77	1,64	1,73
Coefficient de Variation	0.3	0,36	0,34	0,31	0,31	0,32	0,28	0,25	0,26	0,26	0,24	0,24

Malgré ces contraintes il peut être constaté que :

- Entre juin 2009 et mars 2011, la richesse spécifique des invertébrés (hors coraux durs) paraît stable, ce qui ne signifie pas qu'il n'y ait pas de changements dans l'assemblage des espèces (grande mobilité).
- 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 du début d'année 2011 et 2013. 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 2015, la diversité absolue des invertébrés reste relativement stable (légère augmentation de diversité).

Entre mars et octobre 2015, la diversité absolue des invertébrés reste relativement stable.

Analyse de Variance pour les Macro-invertébrés (ANOVAR) (BM* hors Coraux durs, Algues et Cyanobactéries)

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 12).

Tableau n°157 : *Analyses non paramétriques Friedman (analyse en colonne) de la richesse spécifique des invertébrés (hors coraux durs) depuis 2010*

KHI 2 obs.	224.6			
ddl= 11	Khi² 95%	Khi² 97,5%	Khi² 99%	Khi² 99,5%
Valeur Khi²	19.675	21.920	24.725	26.757

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 2015 :

- Les récifs ont subi des dégradations induites par les événements dépressionnaires Vania- Zelia (début d'année 2011), Fréda (début d'année 2013) et Pam (début d'année 2015). 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 dernières missions 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.

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	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	12	7,5	10	10	10	6	7,5	5	4	2	2	2
ST01B	10,5	12	9	8	10,5	6	7	5	4	2,5	1	2,5
ST02A	11,5	11,5	9	9	9	7	6	5	4	3	1	2
ST02B	11,5	9	7,5	11,5	7,5	5,5	10	5,5	4	2	2	2
ST03A	8,5	8,5	11	12	8,5	6	8,5	3,5	3,5	3,5	3,5	1
ST03B	11,5	9	8	11,5	10	6	6	6	4	3	1,5	1,5
ST03C	8,5	6	8,5	11,5	8,5	4,5	11,5	8,5	4,5	3	2	1
ST04A	11	7	10	12	9	4	7	5	7	1	2,5	2,5
ST04B	10	10	10	10	10	7	6	5	4	1,5	3	1,5
ST04C	11,5	8	6	11,5	3,5	1,5	3,5	8	10	8	5	1,5
ST05A	10	10	10	10	10	6	6	6	4	1,5	3	1,5
ST05B	6,5	11	9,5	9,5	12	4,5	8	4,5	6,5	2	2	2
ST05C	1	6	6	10,5	10,5	6	2,5	6	10,5	10,5	2,5	6
ST06A	6,5	3	10	12	4,5	8	6,5	10	10	1	2	4,5
ST06B	10,5	9	12	7,5	10,5	7,5	6	4	5	2	2	2
ST06C	9	4	9	9	12	9	9	5,5	5,5	2	2	2
ST07A	9,5	11,5	9,5	8	3	11,5	3	6	3	1	6	6
ST07B	12	8	10,5	9	10,5	7	4	5,5	5,5	3	1,5	1,5
ST07C	11,5	8,5	10	6,5	11,5	5	2	6,5	8,5	2	2	4





ST08A	8	10,5	10,5	8	4,5	6	12	8	4,5	2	2	2
ST08B	8,5	11	11	11	6,5	2	6,5	8,5	4,5	2	2	4,5
ST09A	7	10	11,5	11,5	9	8	6	5	4	1	2	3
ST09B	8	10	11,5	11,5	8	8	5	5	5	2	2	2
ST09C	8	11	11	9	11	6,5	6,5	4,5	4,5	2	2	2
ST10A	12	10	11	6,5	6,5	3,5	8,5	8,5	5	3,5	1,5	1,5
ST10B	10	11,5	11,5	9	8	7	6	5	4	1	2,5	2,5
ST10C	5	11	11	11	9	7	4	7	7	1,5	3	1,5
ST11A	6	4	8	8	10	5	8	11,5	11,5	1,5	1,5	3
ST11B	9	11,5	11,5	9	9	6,5	4	6,5	5	2	2	2
ST11C	9,5	9,5	11,5	11,5	4	7,5	5	7,5	6	2	2	2
ST12A	11	12	9	9	9	6	7	5	2,5	2,5	2,5	2,5
ST12B	8	12	11	8	8	8	8	3	3	3	3	3
Somme des rangs	293	293,5	315,5	312	273,5	199	206,5	195,5	174	80,5	74,5	78,5
Ordonnement	9	10	12	11	8	6	7	5	4	3	1	2

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 envahissant 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 recoupent.

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) 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	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	6	7	8	6	8	5	9	7	8	7	7	6
ST01B	6	7	8	7	8	7	8	7	9	7	8	6
ST02A	6	7	6	5	5	6	8	5	5	5	5	5
ST02B	6	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5
ST03A	8	7	6	6	6	8	10	8	7	6	8	8
ST03B	8	5	5	6	5	6	6	6	5	5	5	5
ST03C	6	5	4	4	3	4	5	5	5	5	5	5
ST04A	4	5	5	5	7	4	8	7	5	4	4	5
ST04B	6	5	4	6	7	4	5	4	3	3	3	3
ST04C	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
ST05A	7	5	7	7	9	6	8	6	4	4	5	5
ST05B	2	4	5	5	5	3	4	3	2	2	1	4
ST05C	0	1	1	1	3	1	1	1	1	2	2	2
ST06A	3	3	4	2	2	2	5	3	5	2	6	6
ST06B	7	8	8	7	7	4	8	5	7	4	7	5
ST06C	4	7	6	6	5	3	7	5	7	3	4	3
ST07A	4	4	4	3	3	1	3	4	3	2	4	7
ST07B	6	5	8	7	5	3	6	4	2	0	2	4
ST07C	4	4	6	6	2	2	4	3	4	0	0	0
ST08A	8	9	8	10	8	6	13	8	9	6	5	5
ST08B	5	6	6	7	4	4	8	6	10	4	4	4
ST09A	11	12	17	18	11	10	13	10	7	5	4	6
ST09B	21	22	24	20	14	15	16	13	9	8	9	9
ST09C	19	19	20	17	12	9	16	12	9	9	7	11
ST10A	9	6	7	7	7	7	10	7	8	6	7	7
ST10B	9	6	7	6	6	4	3	3	4	4	4	4
ST10C	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1
ST11A	9	4	9	6	8	4	6	6	7	3	3	7
ST11B	9	8	11	7	7	8	9	9	8	6	6	5
ST11C	5	4	4	4	4	7	8	3	6	3	1	2
ST12A	10	9	9	6	5	3	7	4	3	4	4	3
ST12B	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 12 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 12 séries ont des variances différentes.



Tableau n°160 : *Analyse de la Variance de la biodiversité α des macrophytes depuis 2010*

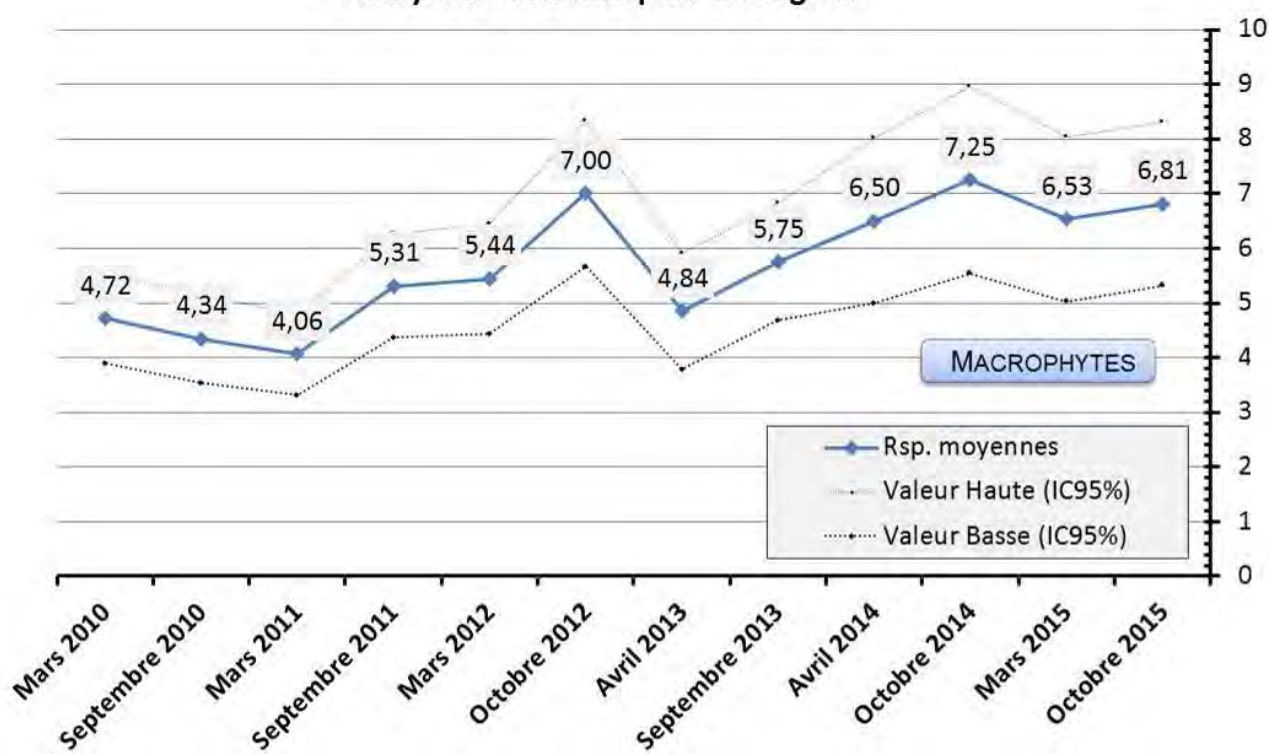
k1=p-1	11	F obs.	3.13
K2=n-p	372	F95%	1.81
		F99%	2.30

Tableau n°161 : *Analyse de la Variance de la richesse spécifique des macrophytes pour tous les transects depuis 2010*

	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	6.81	6.53	7.25	6.5	5,75	4,84	7,00	5,44	5,31	4,06	4,34	4,72
Ecart type	4.31	4.35	4.91	4.35	3,09	3,05	3,85	2,91	2,74	2,17	2,34	2,37
Intervalle de confiance (IC:0,95)	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	0.63	0.67	0.68	0.67	0,54	0,63	0,55	0,53	0,52	0,53	0,54	0,50

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.

Analyse de Variance pour les Algues*

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 12).



Tableau n°162 : *Analyses non paramétriques Friedman (analyse en colonne) de la richesse spécifique des macrophytes depuis 2010*

KHI 2 obs.	77.6			
ddl= 11	Khi² 95%	Khi² 97,5%	Khi² 99%	Khi² 99,5%
Valeur Khi²	19.675	21.920	24.725	26.757

L'Ho d'identité de colonnes n'est pas vérifiée. Le rejet n'est pas aussi important que pour les invertébrés mais ce test montre que des variations de biodiversité existent entre les missions. La diversité des macrophytes montre 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 et mars 2015 (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.
- La valeur la plus basse de diversité coïncide avec les phases dépressionnaires (mars 2011, avril 2013 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 et octobre 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	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	3	6,5	10	3	10	1	12	6,5	10	6,5	6,5	3
ST01B	1,5	5	9,5	5	9,5	5	9,5	5	12	5	9,5	1,5
ST02A	9	11	9	4	4	9	12	4	4	4	4	4
ST02B	12	7	7	1,5	1,5	7	7	7	7	7	7	7
ST03A	9	5,5	2,5	2,5	2,5	9	12	9	5,5	2,5	9	9
ST03B	12	4	4	9,5	4	9,5	9,5	9,5	4	4	4	4
ST03C	12	8	3	3	1	3	8	8	8	8	8	8
ST04A	2,5	7	7	7	10,5	2,5	12	10,5	7	2,5	2,5	7
ST04B	10,5	8,5	6	10,5	12	6	8,5	6	2,5	2,5	2,5	2,5
ST04C	11,5	5,5	5,5	11,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
ST05A	9	4	9	9	12	6,5	11	6,5	1,5	1,5	4	4
ST05B	3	8	11	11	11	5,5	8	5,5	3	3	1	8
ST05C	1	5	5	5	12	5	5	5	5	10	10	10
ST06A	6	6	8	2,5	2,5	2,5	9,5	6	9,5	2,5	11,5	11,5
ST06B	7	11	11	7	7	1,5	11	3,5	7	1,5	7	3,5
ST06C	4,5	11	8,5	8,5	6,5	2	11	6,5	11	2	4,5	2
ST07A	9	9	9	4,5	4,5	1	4,5	9	4,5	2	9	12
ST07B	9,5	7,5	12	11	7,5	4	9,5	5,5	2,5	1	2,5	5,5
ST07C	8,5	8,5	11,5	11,5	4,5	4,5	8,5	6	8,5	2	2	2
ST08A	6,5	10	6,5	10	6,5	2,5	12	6,5	10	2,5	2,5	2,5





ST08B	6	8	8	10	3	3	11	8	12	3	3	3
ST09A	7	7	11,5	11,5	7	7	10	7	3	3	1	3
ST09B	11	11	11	9	6,5	6,5	6,5	6,5	2,5	2,5	2,5	2,5
ST09C	11	11	11	9	6,5	2,5	8	6,5	2,5	2,5	2,5	5
ST10A	11	1,5	6	6	6	6	12	6	10	1,5	6	6
ST10B	12	9,5	9,5	9,5	9,5	4	4	4	4	4	4	4
ST10C	10	10	10	4	4	4	4	4	10	10	4	4
ST11A	11,5	2,5	11,5	6	10	2,5	6	6	8,5	2,5	2,5	8,5
ST11B	10	7	12	4,5	4,5	7	10	10	7	2,5	2,5	1
ST11C	9	6,5	6,5	6,5	6,5	11	12	3,5	10	3,5	1,5	1,5
ST12A	11	11	11	8	7	3,5	9	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
ST12B	11	11	11	7,5	3,5	3,5	7,5	7,5	1	7,5	3,5	3,5
Somme des rangs	267,5	244	274	229	208,5	153	286	203,5	202	121,5	149	158
Ordonnancement	10	9	11	8	7	3	12	6	5	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 (figure 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 comme ce début d'année 2015.

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 (< 6 espèces). Ces nouvelles espèces sont issues de ponte. Les récifs de la baie de Prony n'enregistrent pas de perturbation mécanique. La majorité des espèces proviennent de colonies juvéniles.

Canal Woodin : la colonisation de nouvelles espèces est modérée (entre 3 et 7 espèces) mais de plus en plus importante avec la profondeur. Ces nouvelles espèces sont issues pour la grande majorité de colonies désolidarisées et/ou de la fragmentation.

Canal de la Havannah : le recrutement de nouvelles espèces est relativement conséquent (< 10 espèces). Ces nouvelles espèces sont issues pour la grande majorité de colonies désolidarisées et/ou de la fragmentation.

Comme pour la mission précédente, le transect (ST08B) présente un recrutement relativement conséquent (7 nouvelles espèces). La plupart des nouvelles espèces recensées sont encore caractéristiques d'un milieu contraint par la turbidité (*Astreopora explanata*, *Turbinaria mesenterina*, *Echinopora gemmacea*, *Hydnophora exesa*) ou mobile (*Polyphyllia talpina*).

→ 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 cours 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.

Ces variations positives sont les plus importantes (jusqu'à 11 espèces en ST08A) pour les niveaux supérieurs et médians des stations suivantes : ST02A, ST06B, ST07B, ST08A, et ST12A (entre 6 et 11 espèces).

Les genres les plus concernés par ces augmentations d'abondance sont généralement de forme branchue,





encroûtante et libre.

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).

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 (disparition d'espèce) des récifs de l'ensemble des trois systèmes est relativement faible (< 4 espèces) avec deux transects plus élevés (ST03A et ST10C : 6 espèces).

La mortalité corallienne des récifs de la baie de Prony est faible au niveau spécifique (généralement comprise entre 0 et 3 espèces par transect avec un maximum de 6 espèces pour ST03A). Elle est induite principalement par la sédimentation, puis dans une moindre mesure par les maladies coralliennes et les corallivores. Les corallivores n'ont pas été observés lors de cette mission ; cependant, cela ne signifie pas qu'ils aient été absents entre les deux missions.

La mortalité corallienne des récifs du canal Woodin est très faible au niveau spécifique (comprise entre 1 et 2 espèces). Elle peut être induite par les courants de marée, l'effondrement de débris coralliens, les maladies coralliennes et dans une moindre mesure les corallivores et la sédimentation. Les corallivores n'ont pas été observés lors de cette mission ; cependant, cela ne signifie pas qu'ils aient été absents entre les deux missions.

La mortalité corallienne des récifs du canal de la Havannah est faible au niveau spécifique (généralement comprise entre 0 et 4 espèces par transect avec un maximum de 6 espèces pour ST010C). Cette mortalité est induite par l'hydrodynamisme, l'effondrement et l'accumulation des débris coralliens, les maladies coralliennes et/ou les corallivores.

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 pour les stations ST02 et ST03 (entre 5 et 9 espèces) et également dans le canal de la Havannah pour les stations ST05, ST09 et ST10 (entre 5 et 8 espèces).

Cette mortalité est induite par la sédimentation en baie de Prony et par l'hydrodynamisme, l'effondrement et l'accumulation des débris coralliens et de sable ainsi que les maladies coralliennes dans le canal de la Havannah. La station ST10 est particulièrement perturbée par les corallivores (*Drupella cornus*).

6.2.2.3 Le blanchissement des coraux

Le nombre d'espèce influencée par 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 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 recouvrement des colonies coralliennes blanchies

En octobre 2015, le recouvrement de coraux blanchis est faible pour l'ensemble des stations du suivi biologique (moyenne = 0.29 +/- 0.33 et blanchissement maximum inférieur à 1.5% de la surface observée par transect de 100m²). Ce phénomène n'est pas généralisé et les colonies coralliennes blanchies sont réparties de manière dispatchée. Les transects couloirs, dont les colonies blanchies ont le plus de recouvrement, sont positionnés dans les niveaux bathymétriques supérieurs et médians du canal de la Havannah : ST06A, ST07A, ST10AB, ST11A et ST12A (recouvrement en colonies blanchies compris entre 0.6 et 1.5%).

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.

Baie de Prony : le blanchissement est très faible (jusqu'à 2 espèces par couloirs) et concerne particulièrement le genre *Acropora*. Les causes du blanchissement sont la maladie corallienne (bande blanche) et la sédimentation récente (ST01 et ST02).

La sédimentation est principalement liée à l'érosion des sols (accentuée par l'activité anthropique). Elle dépend également des précipitations et du ruissellement qui participent au transport des particules terrigènes par l'intermédiaires des creeks et rivières jusqu'au lagon.

Lorsque le dépôt de sédiment est récent, les colonies coralliennes peuvent être perturbées et expulser leurs zooxanthelles (blanchissement corallien). Cet état blanchi ne dure pas très longtemps si les polypes de la colonie n'arrivent pas à se dégager de la pellicule sédimentaire (mucus, grands polypes, croissance rapide). La plupart du temps la sédimentation n'entraîne pas de blanchissement mais une mortalité rapide (entière ou partielle) de la colonie par étouffement et colmatage (cas de la station ST03 avec aucune espèce blanchie mais présentant des lésions par sédimentation et développement algal).

La dessalure des eaux de surface (ici générée en début d'année par les fortes précipitations) entraîne également un blanchissement important sur la bordure littorale peu profonde de la baie de Prony. La mortalité corallienne dépendra de l'amplitude de cette dessalure et surtout de la durée d'exposition. Cependant ces perturbations ne sont pas enregistrées dans le suivi des 3 stations de la baie de Prony (problème de positionnement des transects en dessous de 5 m de profondeur).

Canal Woodin : le blanchissement est faible (jusqu'à 3 espèces par couloirs) et concerne particulièrement le genre *Acropora* et *Tubastraea micrantha*. Les causes du blanchissement sont les agents hydrodynamiques parfois intenses (colonies retournées ou arrachées) et la formation de couloir d'effondrement récent. Lors des missions précédentes le transect ST04B présentait la maladie corallienne de la bande blanche.

Canal de la Havannah : le blanchissement peut-être important pour les transects couloirs positionnés dans les niveaux bathymétriques supérieurs et médians (ST06A, ST07AB, ST10AB et ST11AB : 9 à 18 espèces ; et dans une moindre mesure ST06B : 5 espèces). De nombreuses colonies ont été désolidarisées du substrat en début d'année 2015 puis remobilisées au cours de l'année. Les causes du blanchissement sont les agents hydrodynamiques parfois intenses (colonies retournées ou arrachées) et la formation de couloir d'effondrement récent. Quelques espèces d'*Acropora* tabulaire sont atteintes par la maladie de la bande blanche et la prédation des corallivores (*Drupella cornus*) affecte particulièrement la station ST10 (18 et 16 espèces présentant du blanchissement respectivement pour les transect ST10A et ST10B).

Remarque sur l'indicateur du blanchissement des coraux : bien que le blanchissement des coraux soit relativement faible du point de vue du recouvrement, les observations spécifiques démontrent que de nombreuses espèces peuvent être perturbées selon leur sensibilité et leur géolocalisation.

→ Ainsi l'approche spécifique s'avère être une source d'information très importante pour décrire au mieux l'état de santé des récifs.

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 [14, 15].

Ainsi, elles peuvent entraîner la dégradation de larges surfaces coralliennes et faire diminuer la biodiversité.

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 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 et ST08).

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 petit 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. Le blanchissement ne sera pas important en recouvrement mais le nombre d'espèces influencées peut être conséquent.

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).

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.

→ **Les récifs de la baie de Prony et du canal Woodin** présentaient quelques colonies d'*Acropora* tabulaires affectées par la maladie de la bande blanche. Dorénavant, les proportions de colonies affectées restent très faibles (ST01A et ST04B). Les colonies touchées précédemment sont désormais mortes en place et recouvertes par du turf, des corallines et/ou quelques cyanobactéries.

→ **Les récifs du canal de la Havannah** sont les plus affectés par cette maladie (missions précédentes ST06AB, ST07AB, ST08AB, ST09AB, ST10AB et ST11AB). Ces transects coïncident avec les niveaux dégradés régulièrement par les agents hydrodynamiques et le développement de cyanobactéries. Les genres perturbés généralement : *Acropora* tabulaire et branchu, *Seriatopora*, *Pocillopora* et *Montipora*.

En octobre 2015, il y aurait une régression d'abondance de colonies affectées par la maladie de la bande blanche. Les colonies affectées particulièrement en ST01A et ST08B sont mortes en place (pas de résilience possible) mais il n'y aurait pas de propagation sur de nouvelles colonies. Désormais, les transects les plus perturbés sont ST10AB et dans une moindre mesure ST07A, ST10C et ST11AB.





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 progressive puis elles meurent en place.

→ 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 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 influencé 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 et en ST08B. La taille des lésions sur les colonies de *Porites* et *Diploastrea heliophora* peut atteindre plus de 30 cm de diamètre. Les tumeurs sont formées par des groupes de polypes avec des taux de croissance plus élevés.

6.2.2.4.2 Les lésions rencontrées de manière épisodique dans la zone d'étude

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 a été recensée seulement sur la grande colonie de *Porites* sp. au transect ST08B mais les polypes étaient encore présents (possibilité de réintégrer les zooxanthelles).

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 a été recensée seulement sur une colonie de *Montipora* sp. au transect ST03A.

Une attention particulière doit être portée à la station ST08 Puka.

En effet, cette station est particulièrement perturbée depuis mars 2011 par ces maladies ou lésions. Les espèces affectées sont plus diversifiées que sur les autres stations (*Acropora* tabulaire et branchu, *Seriatopora hystrix*, *Seriatopora calendrium*, *Porites* sp., *Isopora palifera*, *Pocillopora damicornis*, *Stylophora pistillata*, *Hydnophora exesa*).

→ La conjonction des nombreux facteurs perturbateurs (apport particulier important (provenant principalement de la baie Kwé ?), possible apport de matières organiques et bactérien (baie de Port Boisé), hydrodynamisme important) peut être la cause de ces dégradations et de la résilience restreinte observée sur ce récif.

→ La réduction de l'apport de particules terrigènes pourrait certainement améliorer l'état de santé des récifs dans la zone d'étude.





6.2.2.5 Les principales espèces concurrentes

Aucun phénomène de prolifération permanente n'a été constaté (figure 117).

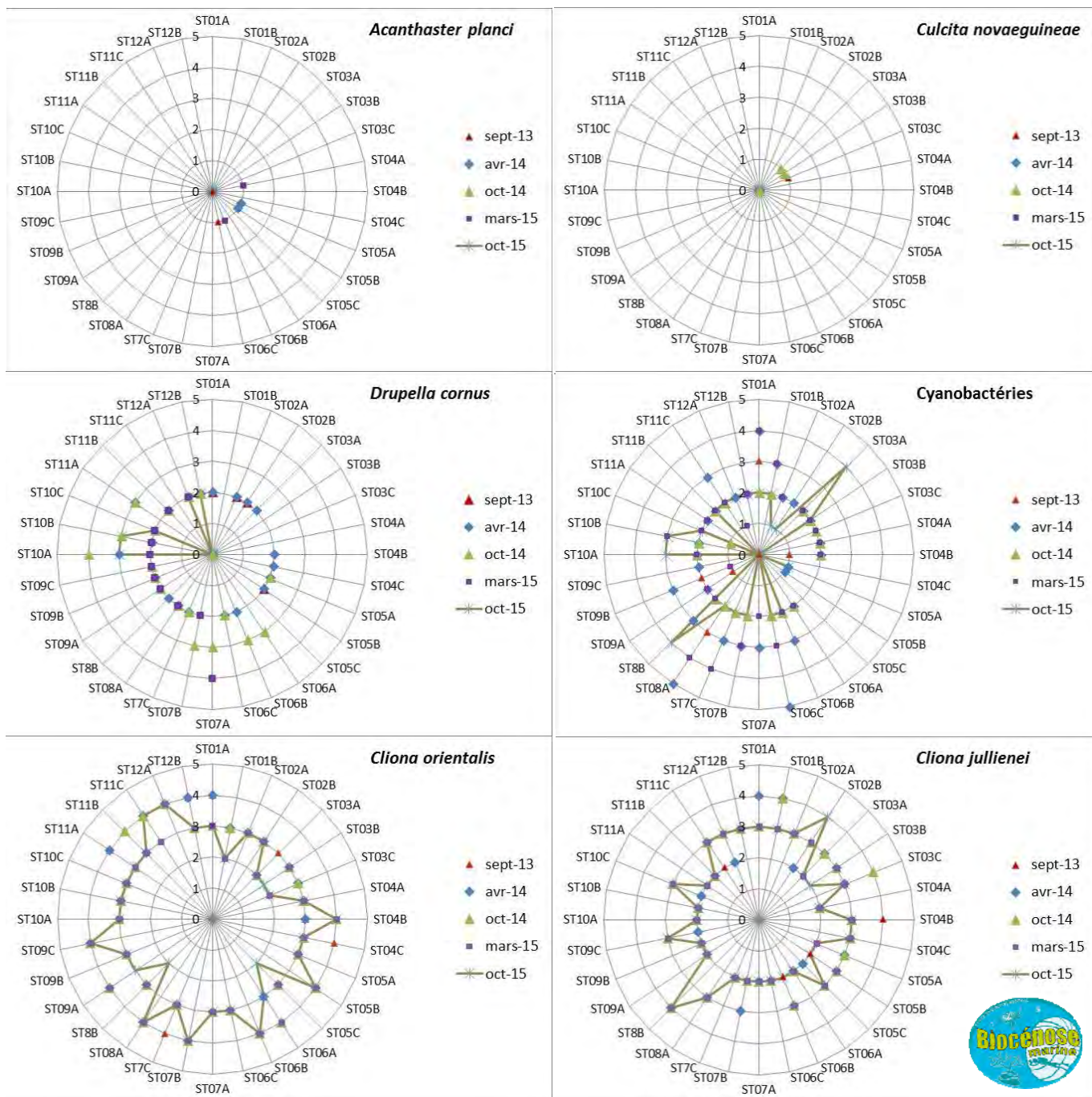


Figure n°117 : Abondance semi-quantitative (1 à 5) des principales espèces cibles depuis septembre 2013



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.

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). Les autres transects les plus perturbés en début d'année 2015 montrent une diminution du recouvrement.

→ ST03A-ST08B : Les cyanobactéries se développent en de grandes plaques plurimétriques sur le sédiment. En effet, de nombreuses espèces de cyanobactéries n'apparaissent qu'en été lorsque la température des eaux superficielles augmente. 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.

Bien que le recouvrement des cyanobactéries soit important pour ces stations, les dégradations occasionnées sont mineures pour le moment.

→ ST10A&B : Les cyanobactéries se développent particulièrement sur les colonies du genre *Acropora* 1) affectées par la maladie de la bande blanche ou 2) subissant la prédation du corallivore *Drupella cornus*. Cette station est à surveiller avec une grande attention.

Jusqu'à présent, sur la zone d'étude, il n'a jamais été constaté de prolifération de cyanobactéries qui perdure dans le temps. Leur recouvrement peut être important et il a été constaté lors des missions précédentes, mais jusqu'à ce jour, leur développement n'est pas pérenne (fluctuations).

 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.



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 effet la station ST10 présente des dégradations constantes de *Drupella cornus* depuis avril 2014 (nombreuses colonies mortes en place).





Les éponges encroûtante

Les éponges incrustantes *Cliona orientalis* et *Cliona julliinei* 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. julliinei* 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 julliinei* 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 julliinei* : 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 julliinei* : 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.

6.2.3 Evolution globale des stations par rapport à mars 2015

Les particularités de chaque station de suivi environnemental et les variations entre la mission de mars 2015 et celle-ci (octobre 2015) sont présentées dans le [tableau 166](#).

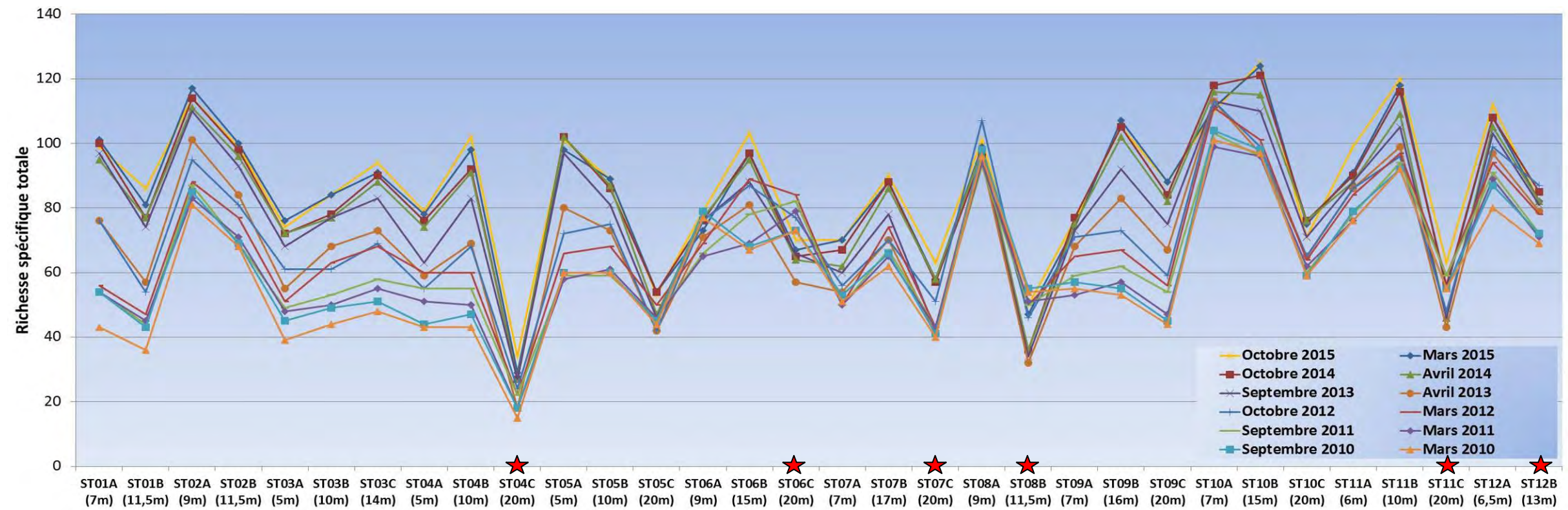


Figure n°118 : Comparaison des richesses spécifiques (coraux), par transect, depuis 2010
Les étoiles rouges indiquent une baisse de diversité très importante en avril 2013(Fréda).

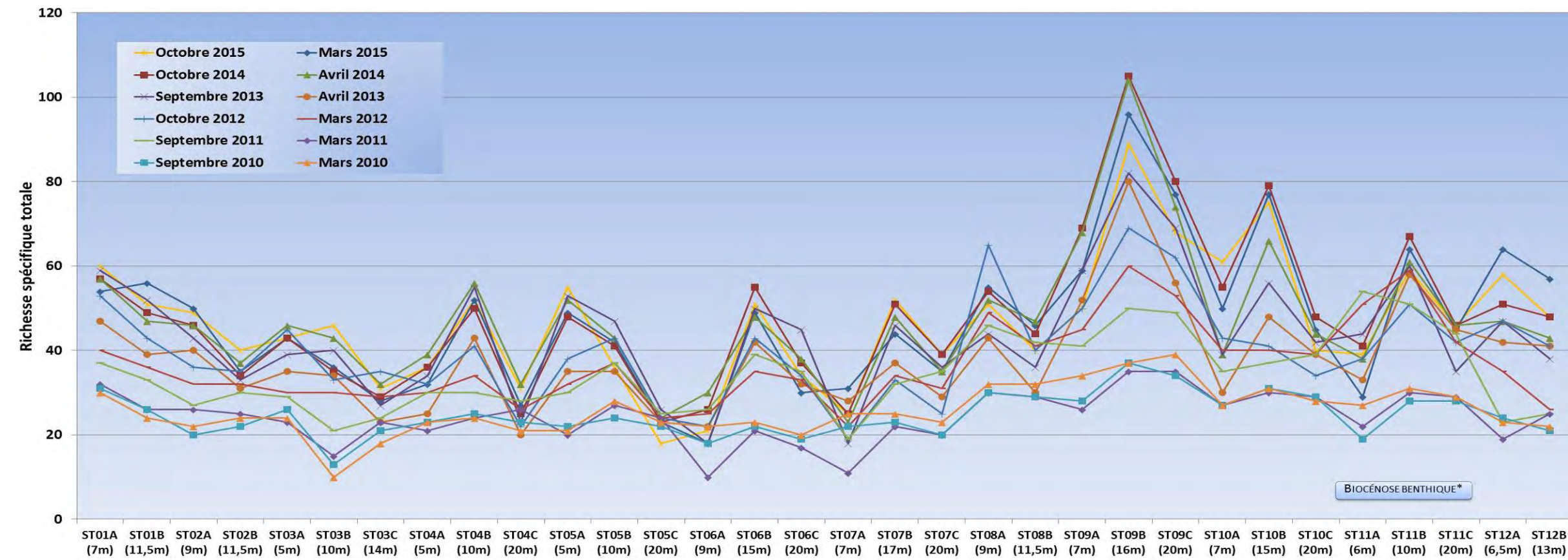


Figure n°119 : Comparaison des richesses spécifiques (biocénoses, hors coraux durs), par transect, depuis 2010

Indicateurs de l'état de santé des coraux entre mars et octobre 2015

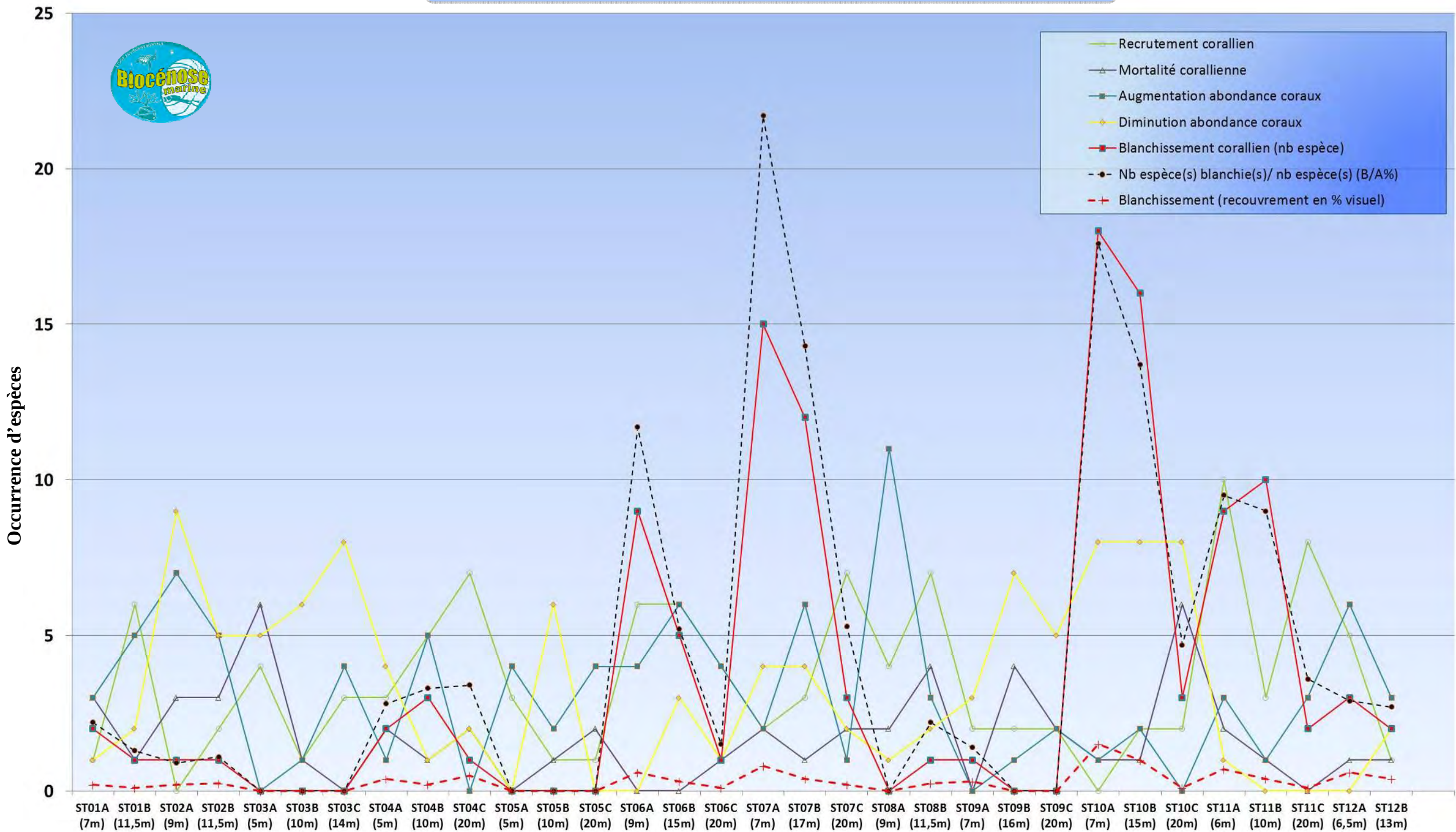


Figure n°120 : Indicateurs de l'état de santé des coraux (occurrence du nombre d'espèces concernées) entre mars et octobre 2015

Tableau n°164 : Evolution du taux de recouvrement du substrat entre mars et octobre 2015 (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	-1	-2	-2	2,5	5,5	2,5	2	-6,5	-2	48	0,5	0,5	1	-6	-9	-0,5	-2	-1	-1	1	54,5	0	0,5	-0,5	-1	0,5	1,5	1,5	-11,5	-2	-1,5	-2,5
Coraux sléractinaires	-1	-1	1,5	0,5	2	-1,5	1,5	8	3,5	4	-4	-4	-1,5	6	10,5	-1	2	-2	0	-0,5	0	0	-0,5	0,5	1	-0,5	-2	-1,5	5,5	-1,5	3,5	-0,5
Abiotique	2	3	0,5	-3	-7,5	-1	-3,5	-1,5	-1,5	-52	3,5	3,5	0,5	0	-1,5	1,5	0	3	1	-0,5	-54,5	0	0	0	0	0	0,5	0	6	3,5	-2	3

Code couleur :

- Le taux de recouvrement a augmenté en octobre 2015 par rapport à mars 2015
- Le taux de recouvrement est équivalent (à +/-20%) entre mars et octobre 2015
- Le taux de recouvrement a diminué en octobre 2015 par rapport à mars 2015

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 mars et octobre 2015 (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	-1	-1	-1	1	1	3	1	-1	1	1	2	-2	-1	0	-1	-3	0	1	0	-1	-1	-1	-1	0	3	3	0	5	1	1	1	-1
Cyanobactéries	0	0	0	1	0	1	-1	-2	-1	0	1	0	0	-1	0	0	-1	-1	-1	0	0	-1	-1	0	1	0	1	-1	0	0	0	0
Invertébrés	7	-4	0	3	-1	6	3	7	0	4	3	-4	-4	4	3	7	-5	8	5	-3	-5	-7	-5	-9	7	-5	-6	6	-6	0	-7	-8
Coraux scléractiniaires	-1	5	-3	0	-1	0	3	1	4	4	2	0	-1	5	6	3	0	2	4	2	5	2	-3	-1	0	2	-4	7	2	8	3	-1
Autres coraux	-1	0	0	-1	-1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	-2	0	1	1	-1	-1	0	1	0	0	1	1
Richesse taxonomique totale	4	0	-4	4	-2	10	6	5	4	10	9	-6	-6	9	8	7	-6	10	9	-2	-3	-7	-9	-9	10	-1	-9	18	-3	9	-2	-9

Code couleur :

- La richesse taxonomique a augmenté en octobre 2015 par rapport à mars 2015
- La richesse taxonomique est équivalente (à +/-2 taxa prêt) entre mars et octobre 2015
- La richesse taxonomique a diminué en octobre 2015 par rapport à mars 2015

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).

Tableau n°166 : Particularités de chaque station et évolution entre mars et octobre 2015

Localisation	Station		Particularités des stations	Variations des biocénoses entre mars et octobre 2015
Baie de Prony	ST01	Casy	Etude de croissance de 7 colonies de <i>Pocillopora damicornis</i> colonisant les piquets du transect A 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 reste importante : <i>Mars 2015 : 111 espèces dont 102 espèces scléractiniaires</i> Octobre 2015 : 110 espèces coralliennes dont 101 espèces scléractiniaires - Le recouvrement corallien est de 13.5 % au transect A et 4.5 % en B - Le blanchissement a encore diminué au niveau spécifique, il se manifeste très occasionnellement sur des colonies isolées. La majorité des colonies ont réintégré leurs zooxanthelles, les autres sont mortes en place par la maladie de la bande blanche <i>Mars 2015 : 12/102 espèces de scléractiniaires et 1.5% de la surface totale observée</i> Octobre 2015 : 3/101 espèces de scléractiniaires et 0.15% 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 2 cm / 6.5 mois (taux d'accroissement moyen 5.17%) Cette croissance diminue avec le temps mais varie également selon les saisons et l'emplacement des colonies les unes par rapport aux autres (voir § 7.2) - Lésions coralliennes : la maladie de la bande blanche sur les <i>Acropora</i> tabulaires a nettement diminué d'abondance en A. Les colonies anciennement affectées sont mortes en place et recouvertes par du turf algal et quelques cyanobactéries. Désormais, il n'apparaît pas de nouvelle propagation de cette lésion. Autres indicateurs : - Cyanobactéries : recouvrement en diminution sur toute la station (niveau 2). Elles colonisent des colonies coralliennes mortes en place, les débris coralliens et les <i>Acropora</i> tabulaire - Le turf algal se développe modérément sur les débris coralliens et les colonies coralliennes au fur et à mesure de leur dégradation - Algue brune <i>Lobophora</i> : le recouvrement est modéré et stable - Algue rouge <i>Asparagopsis taxiformis</i> : absente - <i>Cliona</i> (éponge) : stable Les corallivores : - Absence des <i>Acanthaster planci</i> et des <i>Culcita novaeguineae</i> - 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 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 de la baie de Prony : <i>Mars 2015 : 128 espèces dont 121 espèces scléractiniaires</i> Octobre 2015 : 126 espèces coralliennes dont 119 espèces scléractiniaires - Les colonies d'<i>Acropora</i> et <i>Anacropora</i> en A forment de grands massifs plurimétriques de plus en plus denses (croissance importante) - Le recouvrement corallien est de 47 % au transect A et 24.5 % en B - Le blanchissement a diminué et il se manifeste sur seulement 2 colonies isolées : <i>Mars 2015 : 8/121 espèces de scléractiniaires et 1.25% de la surface totale observée</i> Octobre 2015 : 2/119 espèces de scléractiniaires et 0.23% de la surface totale observée - Lésions coralliennes : absence de la maladie de la bande blanche, quelques taches noires (hypermycose endolithique). Les lésions les plus fréquentes sont induites par la sédimentation - Perturbations sédimentaires : dépôts sédimentaires sur colonies coralliennes (particulièrement en B) Autres indicateurs : - Cyanobactéries : recouvrement très faible en A&B (niveau 1) - Le turf algal se développe modérément sur les débris coralliens



Localisation	Station		Particularités des stations	Variations des biocénoses entre mars et octobre 2015
				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	Indicateur Corail : - La biodiversité corallienne augmente en bas de pente récifale : <i>Mars 2015 : 122 espèces dont 117 espèces scléractiniaires</i> <i>Octobre 2015 : 121 espèces dont 116 espèces scléractiniaires</i> - Le recouvrement corallien est de 6 % au transect A, 28.5 % en B et 13 % en C - Le blanchissement n’a pas été constaté, il se manifestait auparavant sur de nombreuses colonies isolées (particulièrement en A) : <i>Mars 2015 : 19/117 espèces de scléractiniaires et 0.87% de la surface totale observée</i> <i>Octobre 2015 : aucune espèce blanchie, toutes les espèces ont réintégré leurs zooxanthelles</i> - Lésions coralliennes : pas de maladie observée, par contre le sédiment et les algues brunes entrainent des lésions irréversibles à la base des colonies coralliennes (compensées par la croissance) - Perturbations sédimentaires : dépôts sédimentaires sur des colonies coralliennes Autres indicateurs : - Cyanobactéries : recouvrement important en A (niveau 4) et faible en B (niveau 2). Elles colonisent principalement le substrat vaso-sableux (plaque plurimétriques), quelques colonies coralliennes mortes en place et les débris coralliens - Le turf algal se développe modérément sur les débris coralliens - Algue brune <i>Lobophora</i> : le recouvrement est important mais reste stable → caractère envahissant potentiel - Algue rouge <i>Asparagopsis taxiformis</i> : absente - <i>Cliona</i> (éponge) : stable et légère diminution en B Les corallivores : - Absence des <i>Acanthaster planci</i> et <i>Culcita novaeguineae</i> (alternance cyclique de <i>Culcita</i>) - Absence de <i>Drupella cornus</i>

Localisation	Station		Particularités des stations	Variations des biocénoses entre mars et octobre 2015
Canal Woodin	ST04	Woodin	Le recouvrement corallien au transect A est particulièrement composé par les colonies de <i>Millepora</i>, <i>Seriatopora</i> et <i>Acropora</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	Indicateur Corail : - La biodiversité corallienne reste importante : <i>Mars 2015 : 112 espèces dont 102 espèces scléractiniaires</i> Octobre 2015 : 110 espèces coralliennes dont 100 espèces scléractiniaires - Le recouvrement corallien est de 41 % au transect A, 25 % en B et 9 % en C - Le blanchissement a nettement diminué, il se manifestait sur des colonies retournées et arrachées (A et B) <i>Mars 2015 : 23/102 espèces de scléractiniaires et 1.63% de la surface totale observée</i> Octobre 2015 : 5/100 espèces de scléractiniaires et 0.37% de la surface totale observée - Lésions coralliennes : la maladie de la bande blanche a nettement diminué et ne semble pas se propager sur d'autres colonies. Les colonies affectées en A&B sont mortes en place - Dégradations mécaniques : en A&B : petit couloir d'effondrement en mars 2015 (Pam) ; en C : les plus grandes colonies de <i>Tubastraea micrantha</i> se sont effondrées - Perturbations sédimentaires : le dépôt sédimentaire observé sur les colonies coralliennes en A&B en mars 2015 a été balayé par les courants de marée. Cependant, quelques colonies de <i>Seriatopora hystrix</i>, <i>Acropora</i> spp. ont été dégradées (colonies mortes en place ou nécrosées) au droit d'un petit creek. Il reste toujours la branche d'arbre en A Autres indicateurs : - Cyanobactéries : absence sur l'ensemble de la station - Le turf algal se développe modérément sur les débris coralliens et les colonies coralliennes particulièrement au niveau médian de la pente récifale - Algue brune <i>Lobophora</i> : le recouvrement est faible et reste stable (nouvelle colonisation dans les débris de <i>Tubastraea</i> en C) - Algue rouge <i>Asparagopsis taxiformis</i> : absente - <i>Cliona</i> (éponge) : stable Les corallivores : - Absence des <i>Acanthaster planci</i> et des <i>Culcita novaeguineae</i> - Absence de <i>Drupella cornus</i>

Localisation	Station		Particularités des stations	Variations des biocénoses entre mars et octobre 2015
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 : <i>Mars 2015 : 128 espèces dont 118 espèces scléactiniaires</i> Octobre 2015 : 126 espèces coralliennes dont 118 espèces scléactiniaires - Le recouvrement corallien est de 22 % au transect A, 25.5 % en B et 0.5 % en C - Le blanchissement a diminué (absence) : <i>Mars 2015 : 8/118 espèces de scléactiniaires et 0,5% de la surface totale observée</i> Octobre 2015 : Il n’y a aucune espèce blanchie - 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) Autres indicateurs : - Cyanobactéries : quasi-absence (stabilité depuis les dernières missions) - Le turf algal se développe faiblement 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 est faible et reste stable en A. Les nouveaux thalles en B sont désormais absents - Algue rouge <i>Asparagopsis taxiformis</i> : absente - <i>Cliona</i> (éponge) : stable et légère diminution en B&C 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 est importante : <i>Mars 2015 : 123 espèces dont 117 espèces scléactiniaires</i> Octobre 2015 : 127 espèces coralliennes dont 121 espèces scléactiniaires - Le recouvrement corallien est de 29.5 % au transect A, 31 % en B et 9.5 % en C - Le blanchissement a diminué et il se manifeste sur des colonies isolées (hydrodynamisme important et remobilisation des débris) : <i>Mars 2015 : 27/117 espèces de scléactiniaires et 1.23% de la surface totale observée</i> Octobre 2015 : 12/121 espèces de scléactiniaires et 0.33% 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). Les deux colonies de <i>Seriatopora hystrix</i> et <i>Pectinia lactuca</i> affectées en octobre 2014 sont également mortes - Dégradations mécaniques en A et B (hydrodynamisme important et remobilisation des débris) Autres indicateurs : - Cyanobactéries : recouvrement faible et en diminution en A et C. Elles colonisent les colonies coralliennes mortes en place, les <i>Acropora</i> tabulaires et surtout les débris coralliens - 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 a très nettement augmenté en B&C (développement saisonnier : le recouvrement peut être très important et varie énormément selon les saisons - caractère invasif de septembre à décembre) - <i>Cliona</i> (éponge) : stable et légère diminution en A&B Les corallivores : - Absence des <i>Acanthaster planci</i> et des <i>Culcita novaeguineae</i> - Absence de <i>Drupella cornus</i> (présence importante en octobre 2014)

Localisation	Station		Particularités des stations	Variations des biocénoses entre mars et octobre 2015
	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 : <i>Mars 2015 : 116 espèces dont 109 espèces scléractiniaires</i> - Octobre 2015 : 118 espèces coralliennes dont 111 espèces scléractiniaires - Le recouvrement corallien est de 17 % au transect A, 10.5 % en B et 1.5 % en C - Le blanchissement a diminué et il se manifeste sur des colonies isolées, retournées et/ou arrachées : <i>Mars 2015 : 27/109 espèces de scléractiniaires et 1.23% de la surface totale observée</i> - Octobre 2015 : 18/111 espèces de scléractiniaires et 0.47% de la surface totale observée - Lésions coralliennes : absence de la maladie de la bande blanche, les colonies d’<i>Acropora</i> tabulaires affectées sont désormais mortes en place (au transect A) - Dégradations mécaniques en A et B : nombreuses colonies retournées et arrachées (hydrodynamisme important et remobilisation des débris) Autres indicateurs : - Cyanobactéries : recouvrement faible (niveau 2) et en nette diminution pour l’ensemble de la station. Elles colonisent quelques colonies coralliennes mortes en place, les <i>Acropora</i> tabulaires et surtout les débris coralliens - 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 a très nettement augmenté en B&C (développement saisonnier : le recouvrement peut être très important et varie énormément selon les saisons - caractère invasif de septembre à décembre) - <i>Cliona</i> (éponge) : stable Les corallivores : - Absence des <i>Acanthaster planci</i> et des <i>Culcita novaeguineae</i> - Absence de <i>Drupella cornus</i> (présence importante en mars 2015 : niveau 4 en A, modéré niveau 2 en B et absence en C)
	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 puis avril 2013 : → accentuées par les tempêtes tropicales (Vania, Zelia et Fréda) - baisse recouvrement et diversité corallienne : mortalité importante, coraux tabulaires retournés et nombreux débris coralliens - maladies coralliennes affectant un grand nombre d’espèces depuis mars 2011 - développement des spongiaires (<i>Cliona</i>) - développement des corallivores (<i>Drupella cornus</i>) - développement de turf algal et de cyanobactéries → Désormais la richesse corallienne augmente avec la présence de colonies juvéniles → Le dépôt sédimentaire est toujours soutenu	Indicateur Corail : - La biodiversité corallienne est en légère augmentation (résilience <u>lente</u> du récif dégradé) : <i>Mars 2015 : 102 espèces dont 95 espèces scléractiniaires</i> - Octobre 2015 : 104 espèces coralliennes dont 97 espèces scléractiniaires - Présence de colonies coralliennes juvéniles en A et B - Présence de nouvelles espèces coralliennes en B caractérisant un milieu contraint par la turbidité et les courants de marée (la diversité reste faible en B avec 50 espèces) - Le recouvrement corallien est de 26 % au transect A et 3.5 % en B - Le blanchissement a fortement diminué (voir quasi absent), il se manifestait sur des colonies isolées (surtout en A par l’hydrodynamisme) : <i>Mars 2015 : 22/95 espèces de scléractiniaires et 1.35% de la surface totale observée</i> - Octobre 2015 : 1/97 espèces de scléractiniaires et 0.13% de la surface totale observée - Lésions coralliennes : Les colonies coralliennes montrant auparavant les signes distinctifs de mauvais état de santé sont pour la plupart mortes en place en octobre 2014 (maladie de la bande blanche et perte de tissu) La maladie de la tache noire (hypermycose endolithique) ne parait pas être une cause de mortalité. Cette lésion persiste sur les colonies massives et encroûtantes (A > B) En B, les anomalies de croissance de la colonie de <i>Porites</i> plurimétrique sont toujours importantes mais évoluent peu. En mars 2015, cette colonie de <i>Porites</i> montrait également un blanchissement sur 1 m², désormais les zooxanthelles ont réintégré les polypes



Localisation	Station		Particularités des stations	Variations des biocénoses entre mars et octobre 2015
				dépresseions/cyclones puis dernièrement par Pam en mars 2015) Autres indicateurs : - Cyanobactéries : recouvrement est en diminution en A (niveau 2) et devient très important en B (niveau 4). Elles colonisent principalement le substrat vaso-sableux, 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 est modéré et reste stable - Algue rouge <i>Asparagopsis taxiformis</i> : le recouvrement a nettement augmenté en A (niveau 5) et reste modéré en B (développement saisonnier : le recouvrement peut être très important et varie énormément selon les saisons - caractère invasif de septembre à décembre) - <i>Cliona</i> (éponge) : stable et légère diminution en B Les corallivores : - Absence des <i>Acanthaster planci</i> et des <i>Culcita novaeguineae</i> - Absence de <i>Drupella cornus</i> (diminution depuis mars 2015 : abondance modérée et stable niveau 2 en A)
	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 ↗ La pente récifale est abrupte et la dalle est arasée par les courants de marée et la houle ↗ Le développement des coraux est restreint par la contrainte hydrodynamique ↗ 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 reste importante : <i>Mars 2015 : 122 espèces dont 113 espèces scléactiniaires</i> Octobre 2015 : 122 espèces coralliennes dont 112 espèces scléactiniaires Un grand nombre de gorgones se sont développées aux pourtours de la station - Le recouvrement corallien est de 20 % au transect A, 14 % en B et 10.5 % en C - Le blanchissement a fortement diminué, désormais il se manifeste sur deux colonies, retournées, arrachées dans couloir d’effondrement de débris. <i>Mars 2015 : 33/113 espèces de scléactiniaires et 1.7% de la surface totale observée</i> Octobre 2015 : 1/112 espèces de scléactiniaires et 0.1% de la surface totale observée - Lésions coralliennes : désormais absentes, la maladie de la bande blanche était sur quelques colonies d’<i>Acropora</i> tabulaire et <i>Seriatopora hystrix</i> mais ces colonies sont mortes en place - Dégradations mécaniques sur l’ensemble de la station et particulièrement en A et B en fin de transect. Nombreuses colonies coralliennes retournées, arrachées et formation d’un couloir d’effondrement de débris avec cuvettes de sable (suite de Pam en mars 2015) Autres indicateurs : - Cyanobactéries : absence - Le turf algal se développe abondamment sur les débris coralliens et la dalle - Algue brune <i>Lobophora</i> : le recouvrement est faible et reste stable (absence en A) - Algue rouge <i>Asparagopsis taxiformis</i> : le recouvrement a nettement augmenté en &C (développement saisonnier : le recouvrement peut être très important et varie énormément selon les saisons - caractère invasif de septembre à décembre) - <i>Cliona</i> (éponge) : stable et légère diminution en A Les corallivores : - Absence des <i>Acanthaster planci</i> et des <i>Culcita novaeguineae</i> - Absence de <i>Drupella cornus</i> (diminution depuis mars 2015 : abondance modérée et stable niveau 2 sur l’ensemble de la station)
	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 évènements dépressionnaires du début d’année 2011 et 2013	Indicateur Corail : - La biodiversité corallienne est la plus importante de l’ensemble du réseau de suivi : <i>Mars 2015 : 148 espèces dont 139 espèces scléactiniaires</i> Octobre 2015 : 148 espèces coralliennes dont 139 espèces scléactiniaires Bien qu’il n’y ait pas de changement de diversité totale pour l’ensemble de la station entre les deux derniers semestres, il y a quand même des modifications spécifiques au sein de chaque transect (particulièrement en



Localisation	Station		Particularités des stations	Variations des biocénoses entre mars et octobre 2015
			↩ 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> ↩ 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	C) - Le recouvrement corallien est de 44 % au transect A, 41.5 % en B (2^{ème} plus important taux de recouvrement corallien des 12 stations étudiées) et 7 % en C - Le blanchissement a légèrement diminué mais il reste conséquent en nombre d’espèces stressées. Il se manifeste toujours sur des colonies isolées : <i>Mars 2015 : 31/139 espèces de scléractiniaires et 1.33% de la surface totale observée</i> Octobre 2015 : 23/139 espèces de scléractiniaires et 0.87% de la surface totale observée - Lésions coralliennes : la maladie de la bande blanche sur des colonies d’<i>Acropora</i> tabulaires en A et B puis dans une moindre mesure en C -Dégradations mécaniques en A et B. Colonies coralliennes retournées, arrachées et débris coralliens - Perturbations sédimentaires : dépôts d’origine carbonatée remobilisés par les courants sur les colonies coralliennes (C) (ex de <i>Pachyseris speciosa</i>) - Perturbations des corallivores : de nombreuses colonies coralliennes (particulièrement <i>Acropora</i> branchus et tabulaires) sont perturbées par des <i>Drupella cornus</i> <u>Autres indicateurs :</u> - Cyanobactéries : recouvrement important en A&B (niveau 3). Elles colonisent les colonies coralliennes mortes en place, les <i>Acropora</i> tabulaires et surtout les débris coralliens - Le turf algal se développe modérément sur les débris coralliens et les colonies coralliennes au fur et à mesure de leur dégradation - Algue brune <i>Lobophora</i> : le recouvrement est faible et stable (absence en C) - Algue rouge <i>Asparagopsis taxiformis</i> : Absence (développement saisonnier : le recouvrement n’a jamais été très important pour cette station. Cependant, il varie selon les saisons) - Une éponge incrustante colonise petit à petit la grande colonie d’<i>Echinopora horrida</i> au début du transect A - <i>Cliona</i> (éponge) : stable <u>Les corallivores :</u> - Absence des <i>Acanthaster planci</i> et des <i>Culcita novaeguineae</i> - Présence de <i>Drupella cornus</i> : augmentation d’abondance au niveau 3 pour A&B. Perturbations cycliques de ce corallivore sur les colonies coralliennes
	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 le cyclone Pam en mars 2015 → 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 invasif : 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>)	<u>Indicateur Corail :</u> - La biodiversité corallienne est importante et en augmentation : <i>Mars 2015 : 133 espèces dont 124 espèces scléractiniaires</i> Octobre 2015 : 138 espèces coralliennes dont 129 espèces scléractiniaires - Le recouvrement corallien est de 34.5 % au transect A, 30 % en B et 5 % en C - Le blanchissement a légèrement augmenté du point de vue spécifique mais il a également diminué en recouvrement. Il se manifeste sur des colonies isolées, retournées et arrachées : <i>Mars 2015 : 12/124 espèces de scléractiniaires et 0.8% de la surface totale observé</i> Octobre 2015 : 15/129 espèces de scléractiniaires et 0.4% de la surface totale observée - Lésions coralliennes : maladie de la bande blanche quelques colonies d’<i>Acropora</i> tabulaires en A&B - Dégradations mécaniques sur l’ensemble de la station et particulièrement en A et B



Localisation	Station		Particularités des stations	Variations des biocénoses entre mars et octobre 2015
				Les corallivores : - Absence des <i>Acanthaster planci</i> et des <i>Culcita novaeguineae</i> - Absence de <i>Drupella cornus</i> (diminution d’abondance par rapport à mars 2015 pour B) - Absence du spécimen d’<i>Ovula ovum</i> de mars 2015en C
	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 reste importante (légère résilience du récif) : <i>Mars 2015 : 119 espèces dont 111 espèces scléractiniaires</i> - Octobre 2015 : 121 espèces coralliennes dont 112 espèces scléractiniaires - Le recouvrement corallien est de 30.5 % au transect A et 21 % en B - Le blanchissement a diminué et il se manifeste toujours sur des colonies isolées : <i>Mars 2015 : 7/111 espèces de scléractiniaires et 0.85% de la surface totale observée</i> - Octobre 2015 : 3/112 espèces de scléractiniaires et 0.5% 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 (transect A) et quelques anomalies de croissance sur des colonies de <i>Porites</i> en A aussi - Dégradations mécaniques : en mars 2015, les transect A et B présentaient de nombreuses colonies coralliennes retournées (particulièrement les Fungiidae), arrachées et les deux couloirs d’effondrement de débris de part et d’autre de la station s’étaient élargis. Désormais, ces colonies sont pour la plupart dégradées et colonisées par du turf algal Autres indicateurs : - Cyanobactéries : recouvrement faible (niveau 2) - Le turf algal se développe abondamment sur les débris coralliens et les colonies coralliennes au fur et à mesure de leur dégradation - Algue brune <i>Lobophora</i> : le recouvrement est modéré et reste stable sur l’ensemble de la station - Algue rouge <i>Asparagopsis taxiformis</i> : recouvrement faible en A (développement saisonnier : le recouvrement n’a jamais été très important pour cette station < niveau2) (développement saisonnier) - <i>Cliona</i> (éponge) : stable Les corallivores : - Absence des <i>Acanthaster planci</i> et des <i>Culcita novaeguineae</i> - Présence de <i>Drupella cornus</i> (abondance modérée niveau 2 en A&B)

6.3 Ichtyologie

Les pages qui suivent présentent les résultats obtenus en octobre 2015 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 et mars 2015.

Les données 2005 ne sont pas reprises ici, mais elles sont disponibles toutefois dans un des rapports précédents (de 2008 [16]).

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.

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 ».

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.

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 [17 à 23]. 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.

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

Densités		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
Baie de PRONY	n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	CASY	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
	CREEK	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
	Le PORT	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
	Moy.	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
	Ecart type	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
	Int. de c. ±	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
	Coef. Var.	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
	ANOVA	degrés de liberté k1 et k2				F _{obs}				F _{0,95}			Ho			
Canal de la HAVANNAH		14		30		1,70				2,31			Acceptée			
	n	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	WOODIN	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
	Banc IORO	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
	IONONTEA	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
	B. CHAMB	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
	Point PUKA	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
	Banc KIE	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
	Ilot KIE	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
	TOEMO	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
	Ilot UGO	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
	Moy.	2,90	3,31	3,63	2,55	1,56	2,26	1,25	2,04	1,66	2,61	1,67	1,35	2,36	2,83	2,78
	Ecart type	1,73	2,39	2,12	0,60	0,84	1,32	0,87	1,31	0,95	1,89	0,84	0,49	0,79	1,78	1,37
	Int. de c. ±	1,15	1,59	1,42	0,40	0,56	0,88	0,58	0,87	0,63	1,26	0,56	0,33	0,52	1,18	0,92
	Coef. Var.	0,60	0,72	0,59	0,23	0,54	0,59	0,70	0,64	0,57	0,73	0,50	0,36	0,33	0,63	0,49
	ANOVA	degrés de liberté k1 et k2				F _{obs}				F _{0,95} (F _{0,995})			Ho			
		14		120		2,36				1,80 (2,46)			Rejetée			

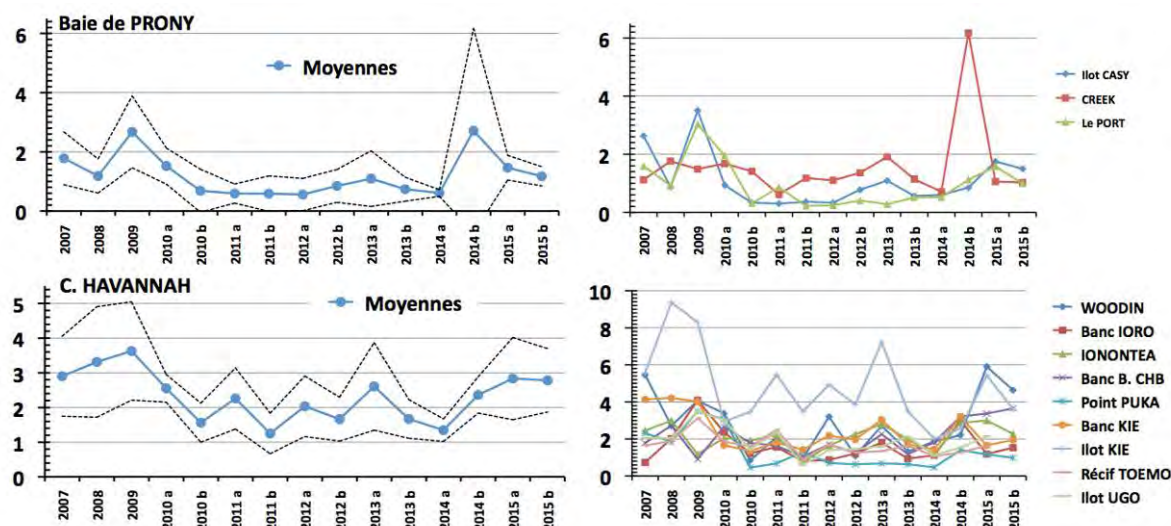


Figure n°121 : Evolution des densités ichthyologiques moyennes depuis 2007, par campagne

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

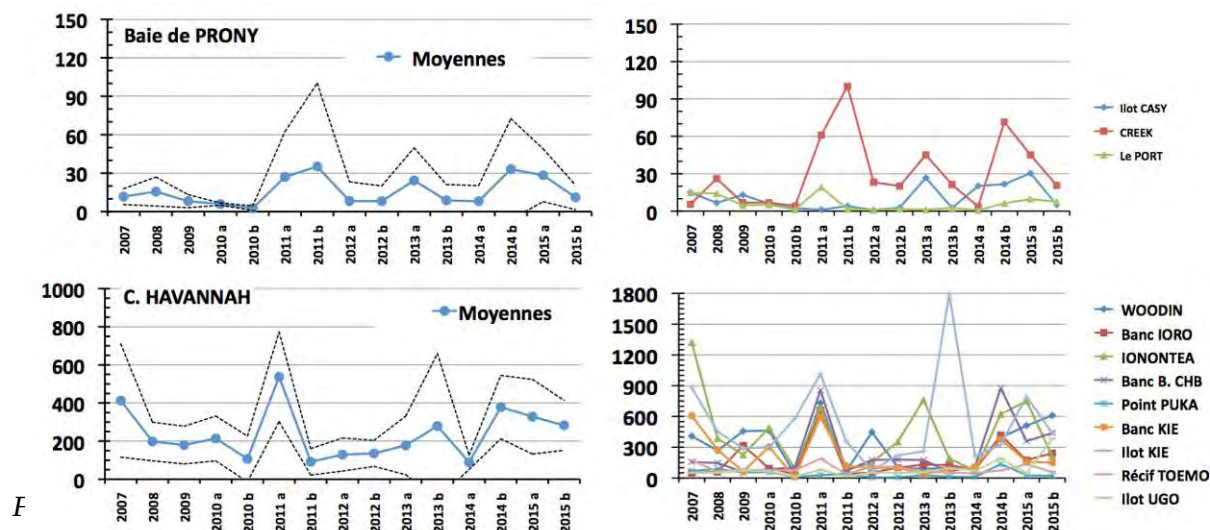


Tableau n°168 : Analyse de la Variance des biomasses ichthyologiques (g/m²) moyennes par campagne

Biomasses		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
Baie de PRONY	n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	CASY	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
	CREEK	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
	Le PORT	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
	Moy.	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
	E. type	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
	I. de c. ±	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
	C. de Var.	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
	ANOVA	degrés de liberté k1=14 k2=30				F _{obs} 1,30				F _{0,95} 2,31				Ho Acceptée		

Canal de la HAVANNAH	n	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	WOODIN	408	268	456	461	39	731	65	447	106	87	98	86	392	510	610
	B. IORO	48	58	316	94	38	661	41	51	100	130	126	84	416	174	241
	IONONT	1322	386	227	488	93	688	77	152	353	760	192	69	622	750	211
	B. CHB	155	147	57	85	104	855	71	176	179	175	62	111	874	359	439
	P. PUKA	67	88	53	58	12	28	40	5	7	27	13	9	135	28	20
	Banc KIE	608	274	63	303	11	593	119	96	99	41	79	109	377	158	149
	Ilot KIE	882	452	291	298	576	1015	357	73	220	259	1795	214	325	795	435
	TOEMO	174	62	80	75	75	188	39	111	108	61	52	45	74	135	57
	Ilot UGO	50	50	73	64	14	80	14	52	49	58	95	72	189	46	383
	Moy.	413	198	180	214	107	538	91	129	136	178	279	89	378	328	283
	E. type	446	152	148	176	180	353	104	130	103	231	571	56	249	294	197
	I. de c. ±	297	101	99	117	120	235	69	87	69	154	380	38	166	196	131
	C. de Var.	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
	ANOVA	degrés de liberté				F _{obs}				F _{0,95} (F _{0,995})				Ho		
		k1=14		k2=120		2,27				1,80 (2,46)				Rejetée		

Figure n°123 : Evolution des biomasses ichtyologiques 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 ichtyologiques 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
Baie de PRONY	n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	I. CASY	16	9	11	13	11	12	13	9	12	18	9	20	21	30	19
	CREEK	6	12	9	10	8	13	16	14	16	8	29	10	27	30	17
	PORT	15	14	9	10	11	16	13	14	18	13	23	22	20	27	30
	Moy.	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
	E. type	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
	I. de c. ±	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
	C. de Var.	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
	ANOVA	degrés de liberté				F _{obs}				F _{0,95} (F _{0,995})				Ho		
		k1=14		k2=30		4,54				2,31 (4,18)				Rejetée		
Canal de la HAVANNAH	n	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	WOODIN	37	39	35	54	26	64	42	51	48	47	47	52	50	71	72
	B. IORO	22	30	44	42	24	56	43	36	41	48	44	47	51	64	56
	IONONT	45	41	31	44	37	51	46	44	53	80	58	40	49	80	58
	B. CHB	33	44	29	45	38	46	43	44	53	46	52	43	64	70	66
	P. PUKA	28	30	28	29	14	26	33	27	23	26	28	26	29	38	31
	Banc KIE	36	32	35	34	28	39	48	45	37	43	48	39	52	62	50
	Ilot KIE	46	37	49	52	67	59	58	52	53	57	54	51	54	67	55

TOEMO	29	39	31	43	44	51	48	45	44	42	37	53	51	67	59
Ilot UGO	28	28	23	41	18	30	25	34	34	35	37	28	28	30	26
Moy.	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
E. type	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
I. de c. ±	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
C. de Var.	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
ANOVA	degrés de liberté				F_{obs}				F_{0,95} (F_{0,9995})				Ho		
	k1=14		k2=120		3,91				1,80 (3,08)				Rejetée		

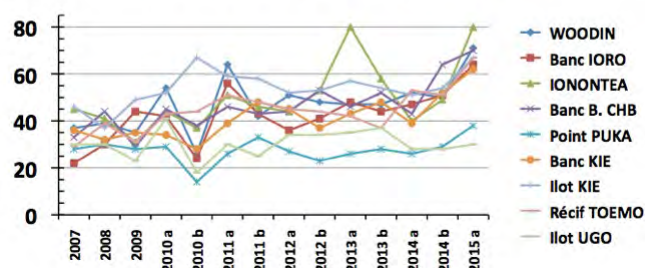
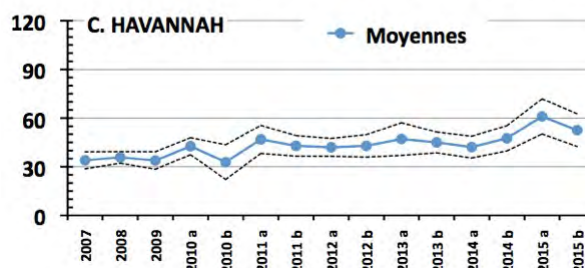
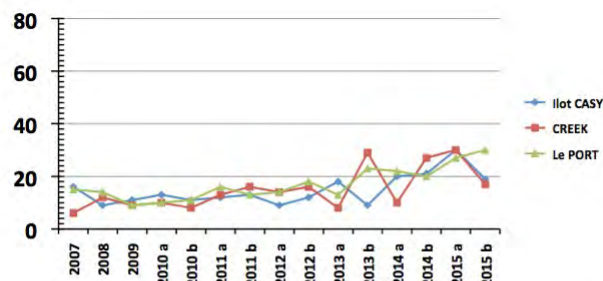
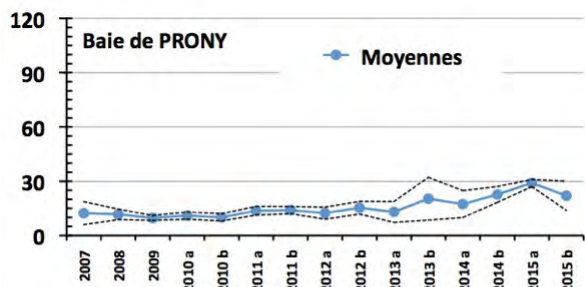


Figure n°124 : Evolution des biodiversités 1 ichthyologiques moyennes depuis 2007, par campagne

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 ichthyologiques 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	2014b	2015a	2015b
Baie de PRONY	n	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	I. CASY	34	47	56	66	55	37	37	56	49	58	39	72	75	76	73
	CREEK	33	30	34	47	55	35	54	52	51	68	61	54	69	69	70
	Le PORT	34	47	39	50	64	64	66	59	55	62	53	53	66	74	74
	Moy.	34	41	43	54	58	45	52	56	52	63	51	60	70	73,0	72,3
	E. type	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
	I. de c. ±	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
	C. de Var.	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
	ANOVA	degrés de liberté k1 et k2				F_{obs}				F_{0,95} (F_{0,9995})				Ho		
		k1=14		k2=30		5,14				2,31 (3,72)				Rejetée		
Canal de la HAVANNAH	n	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	WOODIN	54	89	81	110	92	111	88	108	90	110	92	122	115	140	120
	B. IORO	50	52	69	79	66	94	84	88	96	115	104	114	91	113	109
	IONONT	60	67	81	94	81	102	124	125	123	140	117	113	126	156	112
	B. CHB	56	82	106	113	86	97	91	100	102	114	101	112	114	116	111
	P. PUKA	44	68	66	80	41	76	101	98	77	76	61	95	103	101	79
	Banc KIE	55	62	60	66	75	86	91	100	95	98	98	113	117	118	113

Ilot KIE	84	71	116	167	113	131	145	146	134	153	148	155	152	139	149
TOEMO	53	71	74	95	88	116	109	116	110	92	94	98	105	107	109
Ilot UGO	77	77	70	92	50	81	80	75	81	86	82	91	94	91	87
Moy.	59	71	80	100	77	99	101	106	101	109	100	113	113	120	110
E. type	13	11	19	29	22	18	21	21	19	25	24	19	18	21	20
I. de c. ±	9	7	13	20	15	12	14	14	13	17	16	13	12	14	13
C. de Var.	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
ANOVA	degrés de liberté				F_{obs}				F_{0,95} (F_{0,99})				Ho		
	k1=14		k2=120		6,58				1,80 (3,08)				Rejetée		

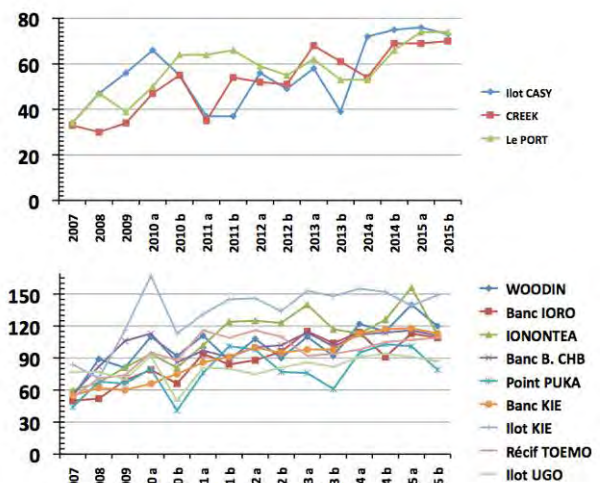
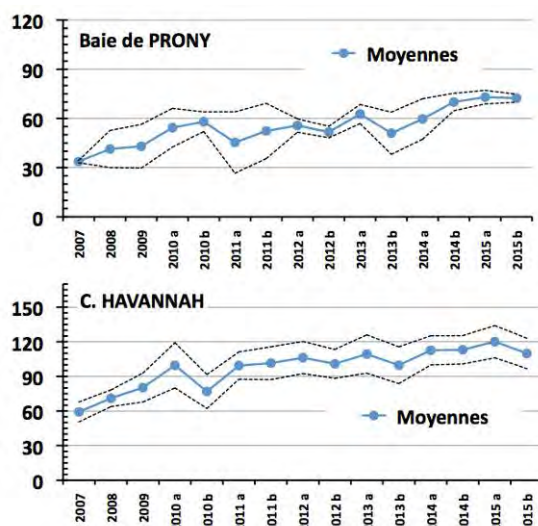


Figure n°125 : Evolution des biodiversités 3 ichtyologiques moyennes depuis 2007, par campagne

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	ICasy 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
n	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
μ	1,06	1,62	0,97	2,70	1,64	2,09	1,95	1,35	2,41	4,86	1,68	1,87
σ	0,95	1,36	0,82	1,59	0,96	0,71	0,79	0,99	1,08	2,20	0,57	0,75
Int. de C.	0,51	0,73	0,44	0,85	0,51	0,38	0,42	0,53	0,58	1,18	0,31	0,40
Coef. de Var.	0,89	0,84	0,85	0,59	0,59	0,34	0,40	0,73	0,45	0,45	0,34	0,40
ANOVA	Ho = « Egalité des moyennes en colonnes »											
	Degrés de liberté			Paramètre de Fisher-Snédecor							Ho	
Zones	$k_1=p-1=2$		$k_2=n-p=12$	F_{obs}				$F_{0,95} (F_{0,9995})$				
PRONY	2		42	1,47				3,20				Acceptée
C. HAVANNAH	8		126	11,20				2,02 (3,75)				Rejetée

n : nombre de missions depuis 2007 ; μ : moyennes ; σ : écart type ; Int. de C. : intervalle de confiance

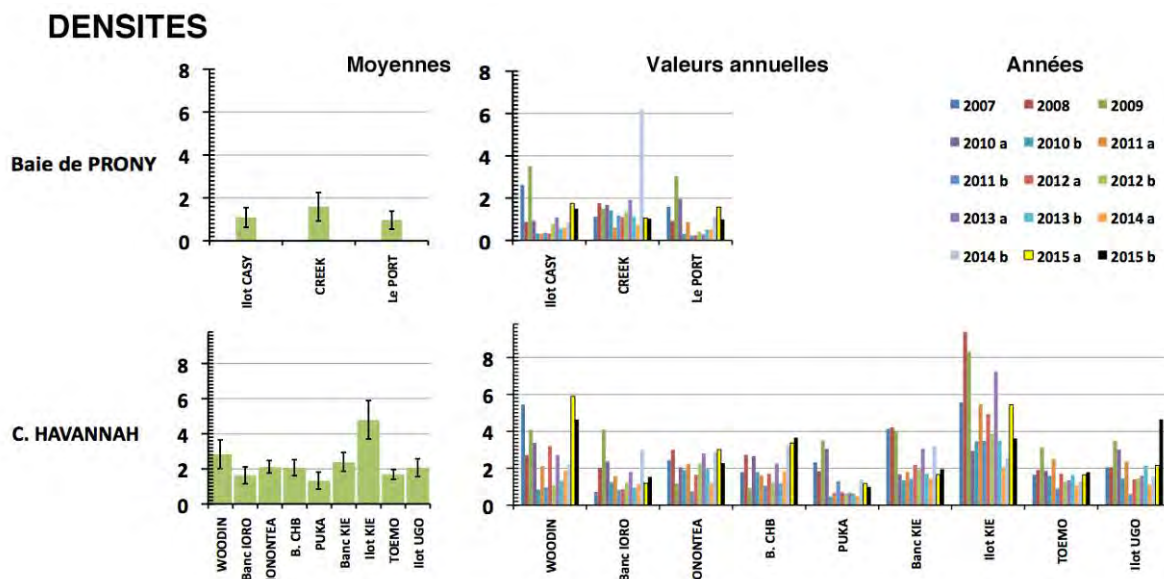


Figure n°126 : Evolution des densités ichtyologiques moyennes depuis 2007, par station

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	ICasy 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
n	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
μ	10,5	30,7	6,0	317,5	171,8	425,9	256,6	39,3	205,2	532,6	89,0	85,8
σ	10,0	28,6	5,9	224,8	174,4	350,0	268,7	36,0	189,4	439,7	45,7	91,7
Int. de C.	5,1	14,8	3,0	116,1	90,1	180,7	138,8	18,6	97,8	227,1	23,6	47,3
Coef. de Var.	0,9	0,9	1,0	0,7	1,0	0,8	1,0	0,9	0,9	0,8	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	42		8,19			3,20 (9,21)				Rejetée	
C. HAVANNAH	8	126		7,15			2,02 (3,75)				Rejetée	

n : nombre de missions depuis 2007 ; μ : moyennes ; σ : écart type ; *Int. de C.* : intervalle de confiance

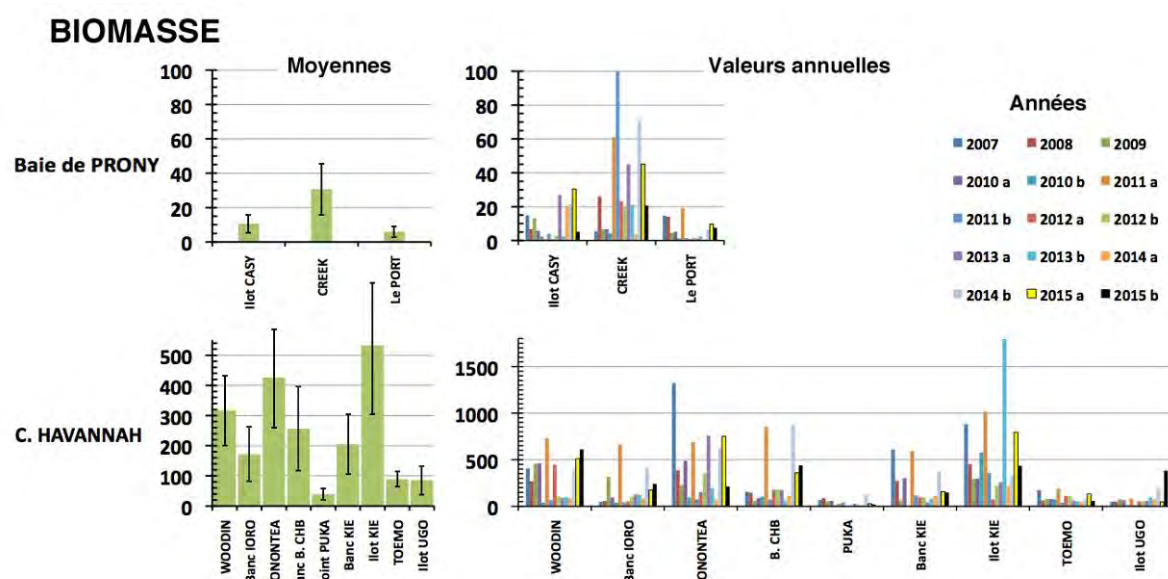


Figure n°127 : Evolution des biomasses ichthyologiques moyennes depuis 2007, par station

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 ichthyologiques (ind./m²) par station

Années	ICasy 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
n	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
μ	14,9	15,0	17,0	49,0	43,2	50,5	47,7	27,7	41,9	54,1	45,5	29,9
σ	5,8	7,8	6,2	12,8	11,7	14,0	11,6	5,2	9,0	7,5	10,0	5,8
Int. de C.	3,0	4,0	3,2	6,6	6,0	7,3	6,0	2,7	4,6	3,9	5,1	3,0
Coef. de Var.	0,39	0,52	0,37	0,26	0,27	0,28	0,24	0,19	0,21	0,14	0,22	0,19
ANOVAR	Ho = « Egalité des moyennes en colonnes »											
	Degrés de liberté			Paramètre de Fisher-Snédecor						Ho		
Zones	k₁=p-1	k₂=n-p		F_{obs}			F_{0,95} (F_{0,9995})					
PRONY	2	42		2,08			3,20			Acceptée		
C. HAVANNAH	8	126		11,76			2,02 (3,75)			Rejetée		

n : nombre de missions depuis 2007 ; *μ* : moyennes ; *σ* : écart type ; *Int. de C.* : intervalle de confiance

BIODIVERSITE 1

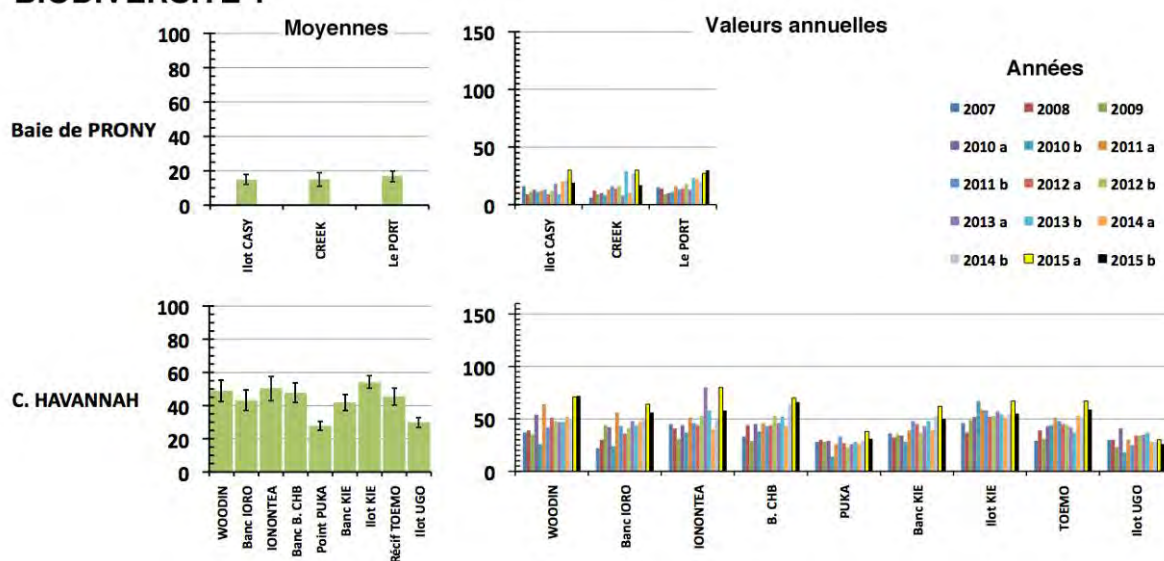


Figure n°128 : Evolution des biodiversités 1 ichthyologiques moyennes depuis 2007, par station

6.3.1.2.3.2 La biodiversité 3

La biodiversité 3 correspond à toutes les espèces rencontrées sur toute la station.

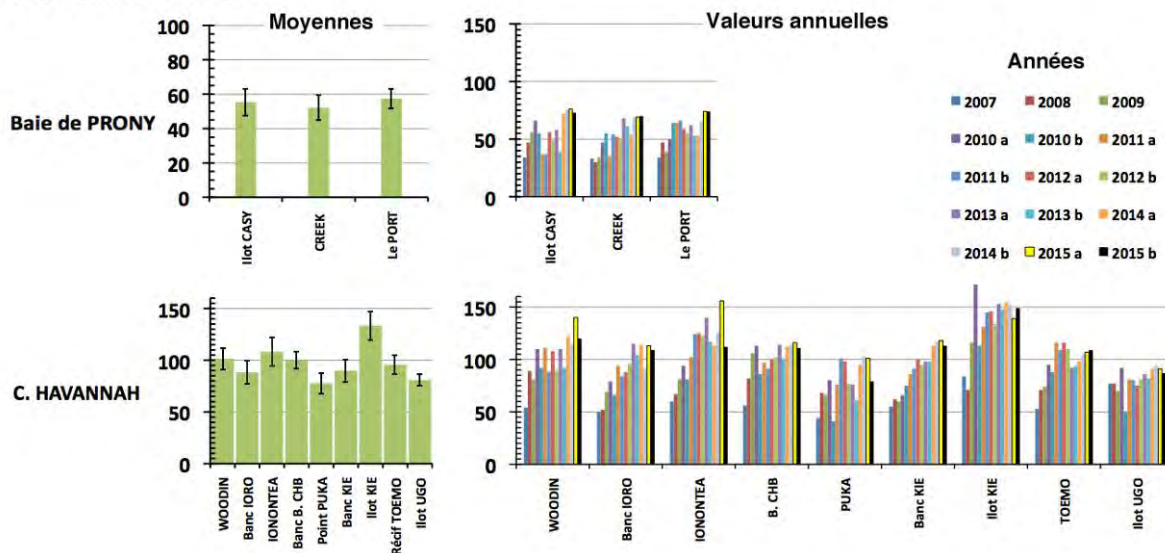
L'analyse des variances de la biodiversité 3 pour les différentes stations (cf. [tableau 174](#)) montre une **homogénéité** des campagnes pour les 3 stations de la **baie de Prony** et une **hétérogénéité** des campagnes pour les 9 stations du **canal de la Havannah**.

Tableau n°174 : Analyse de la Variance des biodiversités 3 moyennes ichtyologiques (ind./m²) par station

Années	ICasy 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
n	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
μ	55,3	52,1	57,3	101,5	88,3	108,1	100,1	77,7	89,8	133,5	95,8	80,9
σ	14,7	14,0	11,7	20,8	21,6	27,0	16,2	19,7	21,6	26,9	18,1	11,0
Int. de C.	7,6	7,2	6,0	10,7	11,1	14,0	8,4	10,2	11,2	13,9	9,3	5,7
Coef. de Var.	0,27	0,27	0,20	0,20	0,24	0,25	0,16	0,25	0,24	0,20	0,19	0,14
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		42	1,77				3,20		Acceptée		
HAVANNAH	8		126	9,66				2,02 (3,75)		Rejetée		

n : nombre de missions depuis 2007 ; *μ* : moyennes ; *σ* : écart type ; *Int. de C.* : intervalle de confiance

BIODIVERSITE 3

Figure n°129 : Evolution des biodiversités 3 ichtyologiques moyennes depuis 2007, par station

6.3.1.3 Synthèse

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 (15)					
	Paramètres testés	Densité	Boimasse 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	Boimasse g/m ²	Biodiv 1	Biodiv 3
pour	les stations de Prony	Accep. ***	Rejet *	Accep. **	Accep. ***
	les stations du Canal	Rejet ***	Rejet ***	Rejet ***	Rejet ***

NB : L'utilisation de l'ANOVA peut être critiquée puisque les données ne se plient pas à « l'hypothèse de normalité » et que leur « homoscedasticité » n'a pas été vérifiée. Pour justifier cet emploi malgré tout : cf. [annexe 03](#).

Les [figures 121](#) à [129](#) montrent une grande variabilité des valeurs, notamment pour les données de densité et de biomasse. Les ANOVAs acceptent l'Ho de similarité uniquement à Prony, c'est-à-dire pour un groupe de stations d'une part peu nombreuses et d'autre part très pauvres. Soulignons que le rejet de l'Ho pour la biomasse à Prony ([tableau 176](#)) est uniquement dû à la station Creek baie nord (ST02). Les écarts de valeurs à cette station correspondent aux différents positionnements par rapport aux transects, d'un banc de *Caesio* et de quelques grosses espèces (saumonées) nichant dans les massifs coralliens alentour. La part que prennent ces bancs ou grosses espèces dans le bruit de fond des rares espèces résidentes est important quel que soit leur positionnement sur ces petits transects. Cela revient à dire que les données de biomasse et de densité prises avec la méthode du TLV, reflètent en fait, les fluctuations de la visibilité (cf. critiques de la prise de données en [annexe 03](#)). Ce travers est particulièrement amplifié dans des zones souvent baignées par des eaux turbides comme les 3 stations de la baie de Prony.

Les paramètres de biodiversité montrent une progression temporelle. Si les petites variations d'une mission à l'autre, traduisent de réelles différences, en revanche, la tendance globale à la hausse est clairement due à l'opérateur. Indépendamment du fait qu'avec le temps, l'opérateur connaît de mieux en mieux l'ichtyofaune de la région –ce qui influence les résultats des deux ou trois premières missions- il connaît surtout de mieux en mieux chacune des stations et notamment le positionnement sur les transects des espèces résidentes. L'inférence de ceci est que, dans le temps de plongée imparti, l'opérateur a de plus en plus de temps à consacrer à la recherche des espèces occasionnelles.

La comparaison directe de la moyenne des variances entre stations et entre missions est très informative. Pour ce faire, l'égalité de ces deux variances moyennes est testée par le test de conformité du rapport des deux variances. Il s'agit donc d'un test F de Snedecor avec pour degré de liberté $k_1 = n_1 - 1$ et $k_2 = n_2 - 1$. Les indices 1 et 2 étant pour les données en ligne ou en colonne, i.e. entre missions ou entre stations. Ces comparaisons sont présentées [tableau 177](#).

Tableau n°177 : Comparaisons des variances ichtyologiques entre missions vs entre stations

F Snedecor	ddl	F _{0,95}	Densité	Biomasse	Biodiv α 1	Biodiv α 3
PRONY	$k_1 = 2 ; k_2 = 14$	3,74	1,13*	20,10	2,85	3,32
C. HAVANNAH	$k_1 = 8 ; k_2 = 14$	2,70	1,40*	1,20	1,30	1,04

Ainsi, exceptée la biomasse à Prony, toutes les Ho sont vérifiées. La variabilité entre missions est donc similaire à la variabilité entre stations. Pour le groupe de Prony, comme pour celui du canal de la Havannah les variations des paramètres mesurés d'une mission à l'autre sur une même station sont du même ordre de grandeur que les variations entre stations de ces mêmes paramètres mesurés lors d'une même mission. Notons que c'est toujours la variance « entre missions » qui est légèrement supérieure à celle « entre stations » sauf pour la densité où c'est l'inverse. Quoi qu'il en soit, le test renseigne que ces très faibles différences sont fortuites.

Il n'y a donc que le paramètre de « biomasse » des stations de Prony qui échappe à cette règle ; certainement à cause des bancs occasionnels de *Caesio* dont l'influence sur la moyenne est exacerbée par le trop faible nombre de stations dans la baie.

Enfin et bien que le cahier des charges n'en fasse pas mention, signalons que les stations de Prony sont peuplées de nombreux juvéniles et que la station du Port (ST03) ne comporte que des juvéniles. Ce caractère ajoute encore au contraste entre les stations de Prony et celles du canal de la Havannah.

6.3.2 Test non paramétrique

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 13 missions les unes par rapport aux autres.

C'est un test de rangs dérivés de Wilcoxon [24], 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 interchangeables¹⁹. Le test de Friedman est donc particulièrement adapté.

Le test de Friedman [25] 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 préétabli. 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.
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 8, 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.

¹⁹ Dans une ANOVA ou dans un test de Kruskal & Wallis les valeurs à l'intérieur d'une même série peuvent être interchangeables sans que cela modifie le résultat du test.

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 Ho : « 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)					(D) Toutes MISSIONS depuis 2007 (ddl = 14)				
(12 stations)	Densité	Biomasse	Biodiv. 1	Biodiv. 3	2007—2015 b	Densité	Biomasse	Biodiv. 1	Biodiv. 3
χ^2_{obs}	85,3	126,4	131,7	130,9	χ^2_{obs}	209,9	198,6	200,8	252,3
	$\chi^2_{\text{tab } 0,95} = 19,7$		$\chi^2_{\text{tab } 0,999} = 31,3$			$\chi^2_{\text{tab } 0,95} = 23,7$		$\chi^2_{\text{tab } 0,999} = 36,1$	
(B) STATIONS de la baie de Prony (ddl = 2)					(C) STATIONS du canal de la Havannah (ddl = 8)				
(3 stations)	Densité	Biomasse	Biodiv. 1	Biodiv. 3	(9 stations)	Densité	Biomasse	Biodiv. 1	Biodiv. 3
χ^2_{obs}	4,13	8,23	0,93	4,43	χ^2_{obs}	48,0	68,8	69,6	70,9
	$\chi^2_{\text{tab } 0,95} = 5,99$		$\chi^2_{\text{tab } 0,990} = 9,21$			$\chi^2_{\text{tab } 0,95} = 15,5$		$\chi^2_{\text{tab } 0,999} = 26,1$	
<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'Ho bien au-delà de la probabilité P(0,999) voire même P(0,9995). En B en revanche, l'Ho 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	
					2015b	2015a
Ilot CASY	4,5	1	2	2,4	11	11
CREEK	3	3,5	1	2,1	12	12
Le PORT	1,5	2	4,5	3,1	10	10
WOODIN	11,5	12	12	11,9	1	2
Banc IORO	4,5	8	7,5	6,9	6	5
IONONTEA	8	7	9,5	8,5	4	7
B. CHBEY	10	10,5	11	10,6	2	3
Pte PUKA	1,5	3,5	4,5	3,5	9	9
Banc KIE	7	6	6	6,3	8	6
Ilot KIE	9	10,5	7,5	8,6	3	1
TOEMO	6	5	9,5	7,5	5	4
UGO	11,5	9	3	6,6	7	8
Rappel : Note = (Densité + Biomasse + 2 * Bα.1)/4						

B - Missions	Classement des Missions					
	D	B	Bα1	note	Rangs	
					2015b	2015a
2007	13	14	3	8,3	7	6
2008	14	8	4	7,5	9	8
2009	15	6	2	6,3	11	10
2010 a	9	9	6	7,5	8	7
2010 b	3	3	1	2,0	15	14
2011 a	7	15	10	10,5	4	3
2011 b	1	2	7	4,3	14	13
2012 a	6	4	5	5,0	12	11
2012 b	5	5	9	7,0	10	9
2013 a	8	7	11	9,3	6	5
2013 b	4	10	12	9,5	5	4
2014 a	2	1	8	4,8	13	12
2014 b	11	13	13	12,5	2	2
2015 a	12	12	15	13,5	1	1
2015 b	10	11	14	12,3	3	

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 groupes, mais deux points sont à mettre en exergue :

- l'îlot Kié (ST10) recule et quitte le groupe de tête,
- le groupe de queue garde la même composition mais peut être scindé en deux : le Port (ST03) et Puka

(ST08) avec une note proche de 3, puis Casy (ST01) et le Creek (ST02) avec une note proche de 2.

Groupes	Stations	Notes
1° Groupe	Creek ; Casy ; Le Port ; Puka	de 2 à 3,5
2° Groupe	Banc Kié ; Ugo ; Ioro	de 6 à 7
3° Groupe	Toemo ; Ionontea ; <i>Ilot Kié</i>	de 7,5 à 8,5
4° Groupe	Basse Chambeyron ; Woodin	de 10,5 à 12

Le [tableau 179B](#) relatif au classement des missions est également modifié puisque cette mission prend la troisième place et décale donc d'un point le rang des missions de rangs supérieurs.

6.3.3 Indice Global Annuel (IGA) et Indice Annuel par Station (IAS)

Ces indices synoptiques servent à apprécier la « qualité » 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 :

$$I = (\text{Densité} + \text{Biomasse} + 2 * \text{Biodiversité}) / 4$$

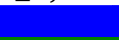
Ils sont ensuite associés à une échelle de cotation allant de 1 à 4 à laquelle est associé un code couleur ([tableau 180](#)).

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 Prony seraient toujours en rouge et cette grille ne serait pas informative.

Tableau n°180 : Clé de cotation des Indices ichthyologiques

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	8-12	13-17	≥ 18
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	2,00-2,99	≥ 3,00
Biomasse (g/m ²)	< 100	100-199	200-399	≥ 400
Biodiv.(1)	< 20	20-29	30-39	≥ 40
Indice moyen	1 à 1,50	1,75 à 2,25	2,50 à 3,00	≥ 3,25
Codes couleurs				

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 en octobre 2015 et rappel des missions précédentes (ichthyologie)

Stations	Cotations	IAS	Rappels des IAS précédents
----------	-----------	-----	----------------------------

	Dens.	Biom.	Bα.1	2015 b	2015 a	2014 b	2014 a	2013 b	2013 a	2012 b	2012 a
Ilot CASY	3	1	4	2,50	3,75	2,75	3,25	1,75	3,25	1,75	1,50
CREEK	2	3	3	2,25	3,50	3,50	1,25	3,50	3,00	2,75	3,00
Le PORT	2	1	4	2,25	3,00	2,50	2,75	2,75	2,00	2,50	1,95
WOODIN	4	4	4	4,00	4,00	3,50	2,75	3,50	3,00	3,50	3,50
IORO	2	3	4	3,25	3,00	4,00	2,75	2,75	3,00	2,50	2,50
IONONTEA	3	3	4	3,50	4,00	3,75	2,75	3,00	3,75	3,50	3,50
B. CHB	4	4	4	4,00	3,75	4,00	3,00	3,75	3,25	3,25	3,00
PUKA	1	1	3	2,00	2,25	3,00	1,50	1,50	1,50	1,75	1,75
Banc KIE	2	2	4	3,00	3,00	3,75	2,50	2,75	3,25	3,00	3,00
Ilot KIE	4	4	4	4,00	4,00	3,50	3,50	4,00	3,75	4,00	4,00
TOEMO	2	1	4	2,75	3,00	2,75	2,75	2,25	2,75	3,00	3,00
Ilot UGO	4	3	2	2,75	2,00	2,00	1,75	2,50	2,25	1,75	2,00

Tableau n°182 : Cotation des missions depuis 2007 (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

En octobre 2015, la qualité du milieu marin, jugée à travers le peuplement de poissons, est bonne (comme les 2 missions précédentes).

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 globalement 2 fois plus forte dans le canal de la Havannah qu'en baie de Prony et ce rapport peut atteindre un facteur 10 avec certaines stations comme celles de Woodin et l'îlot Kié.

Les **Biomasses** varient d'un facteur 1 à 12 entre les stations du Canal et seulement de 1 à 4 dans la Baie. Entre ces deux zones ce rapport est en moyenne de 1 à 15 et de 1 à 70 entre les valeurs extrêmes.

La **Biodiversité** (Biodiv.1) - limitée par le cahier des charges de la DENV - est en moyenne 3 fois plus faible dans la baie de Prony que dans le canal de la Havannah et un même contraste existe entre les stations du Canal (comme Ugo vs îlot Kié ou Woodin).

Les stations de Prony sont homogènes (biomasse exceptée) ; celles du Canal sont hétérogènes.

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	6	14,9	3,2	55,3	8,2
CREEK	1,6	0,7	31	16	15,0	4,3	52,1	7,8
Le PORT	1,0	0,4	6	3	17,0	3,5	57,3	6,5
WOODIN	2,8	0,9	318	125	49,0	7,1	101,5	11,5
Banc IORO	1,6	0,5	172	97	43,2	6,5	88,3	12,0
IONONTEA	2,1	0,4	426	194	50,5	7,8	108,1	15,0
Banc B. CHB	2,1	0,5	257	149	47,7	6,4	100,1	9,0
Pointe PUKA	1,3	0,5	39	20	27,7	2,9	77,7	10,9
Banc KIE	2,4	0,6	205	105	41,9	5,0	89,8	12,0
Ilot KIE	4,8	1,2	533	244	54,1	4,2	133,5	14,9
Récif TOEMO	1,7	0,3	89	25	45,5	5,5	95,8	10,0
Ilot UGO	2,1	0,6	86	51	29,7	3,2	80,7	6,2

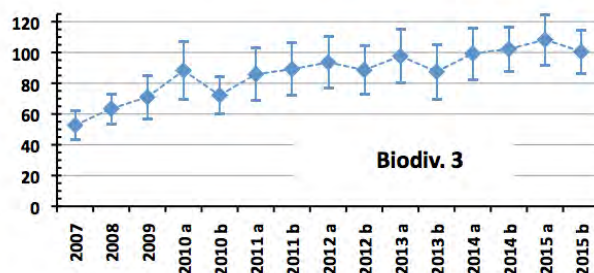
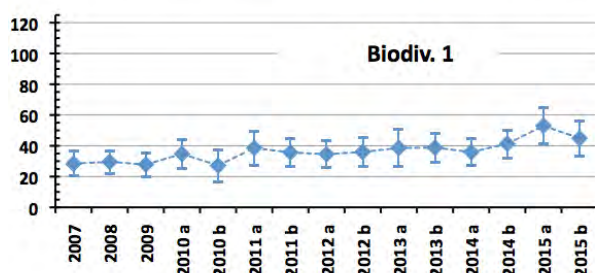
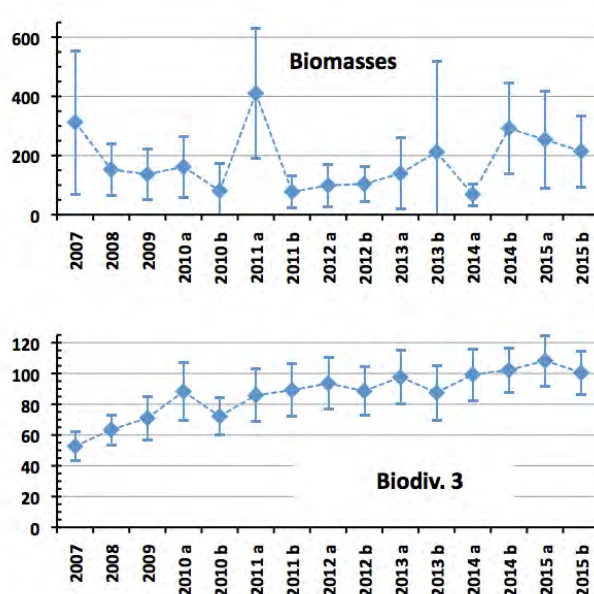
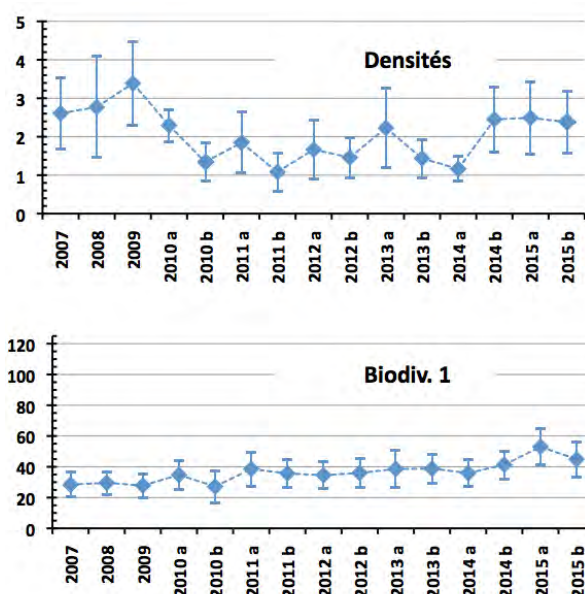
6.3.4.2 Synopsis des résultats par mission

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
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
Biom (g/m2)	336 ± 274	161 ± 100	137 ± 89	162 ± 107	87 ± 91	410 ± 219	77 ± 55	99 ± 72
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
Biodiv. Totale	53 ± 10	64 ± 10	71 ± 14	88 ± 19	72 ± 12	86 ± 17	89 ± 17	93 ± 17

Missions	2012 b	2013 a	2013 b	2014 a	2014 b	2015 a	2015 b	
Densité	1,46 ± 0,5	2,23 ± 1,0	1,44 ± 0,5	1,16 ± 0,3	2,36 ± 0,5	2,49 ± 1,0	2,38 ± 0,8	
Biom (g/m2)	104 ± 67	140 ± 121	211 ± 290	68 ± 35	378 ± 166	253 ± 165	242 ± 120	
Biodiv. CDC	36,0 ± 08,8	38,6 ± 11,7	38,8 ± 08,4	35,9 ± 08,3	47,6 ± 07,8	53,0 ± 11,6	44,9 ± 07,8	
Biodiv. Totale	89 ± 16	98 ± 17	88 ± 18	99 ± 17	113 ± 12	108 ± 16	100 ± 14	



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 5 (maximum 2011a, minimum 2014a). Des biomasses spectaculaires sont atteintes en présence de bancs de Sprats (*Spratelloides gracilis*) comme à Basse

Chambeyron (ST07) en 2011a. Par ailleurs, le positionnement conjoncturel sur les transects d'un banc sédentaire (i.e. banc de Caesio) explique également la grande variabilité de ce paramètre.

Les **Biodiversités**, en revanche, varient peu et plus unanimement sur l'ensemble de la zone. Elles tendent à augmenter sensiblement depuis le début des observations et cette augmentation porte essentiellement sur des espèces non commerciales.

6.3.4.3 Le peuplement de poissons

Structure

Le nombre d'espèces / famille / station change peu d'une mission à l'autre.

Mais, et notamment pour les familles très diversifiées comme les Labridés, Scaridés, Acanthuridés, etc., les espèces présentes changent. Elles se relayent, d'une mission à l'autre sur une même station. L'examen des listes d'espèces montre que :

- L'ubiquité²⁰ 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 9 missions sur les 15 réalisées, alors que plus de 50% des espèces ont été vues au plus 4 fois. Certaines peuvent disparaître durant plusieurs années.

Classement

Le peuplement de poissons peut être considéré comme stable depuis 2007. Sa note a fluctué entre 6 et 9 (/12) depuis cette date, avec une valeur basse de 4 en octobre 2010 et une valeur haute de 11 en mars 2015.

Selon le calcul de l'IGA, le peuplement de poissons de mars 2015 a la note de 3+ ce qui le place 2^{ème} position (ex aequo avec octobre 2014) : 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 -	2010 b	2-	2012 b	3-	2014 b	3+
2008	2+	2011 a	3+	2013 a	3=	2015 a	4=
2009	2+	2011 b	2+	2013 b	3=	2015 b	3+
2010 a	3=	2012 a	2+	2014 a	3=		

²⁰ 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 [16], une synthèse bibliographique avait été réalisée sur ces sujets :

- ↳ la bio-géographie 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, trois missions ont été réalisées, et à cette occasion, une synthèse bibliographique (rapport [26]) a été réalisée sur ces sujets :

- ↳ 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 (rapport [27]) :

- ↳ 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 (rapports [28, 29]) :

- ↳ réactualisation des données météorologiques,
- ↳ impacts potentiels des conditions météorologiques sur l'état de santé des communautés marines.

Lors du rapport de la mission de juin 2009 [30], une 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.

Lors du rapport de la mission de mars-avril 2010 [31], une 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.

Lors du rapport de la mission de septembre 2010 [32], puis de mars 2011 [33], une 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 [16, 30 à 41] 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.

Pour ce rapport (comme pour les 2 précédents [40,41]), deux nouveaux paragraphes sont 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 événements dépressionnaires du début d'année 2011 se sont superposés au phénomène climatique « La Niña » (cf. § 7.1.5.2).

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 : [40]). 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 [42] 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 [43] 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'Oeil montrent que ce phénomène de dessalure était persistant dans la couche d'eau superficielle une semaine après les pluies [44]. 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., 40, 45].

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, des vents atteignant 89.6km/h et des précipitations importantes (72.2mm) (cf. données quotidienne enregistrée par Météo France stations de Goro mine, Goro usine et ancienne pépinière).

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 australienne²¹. 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.

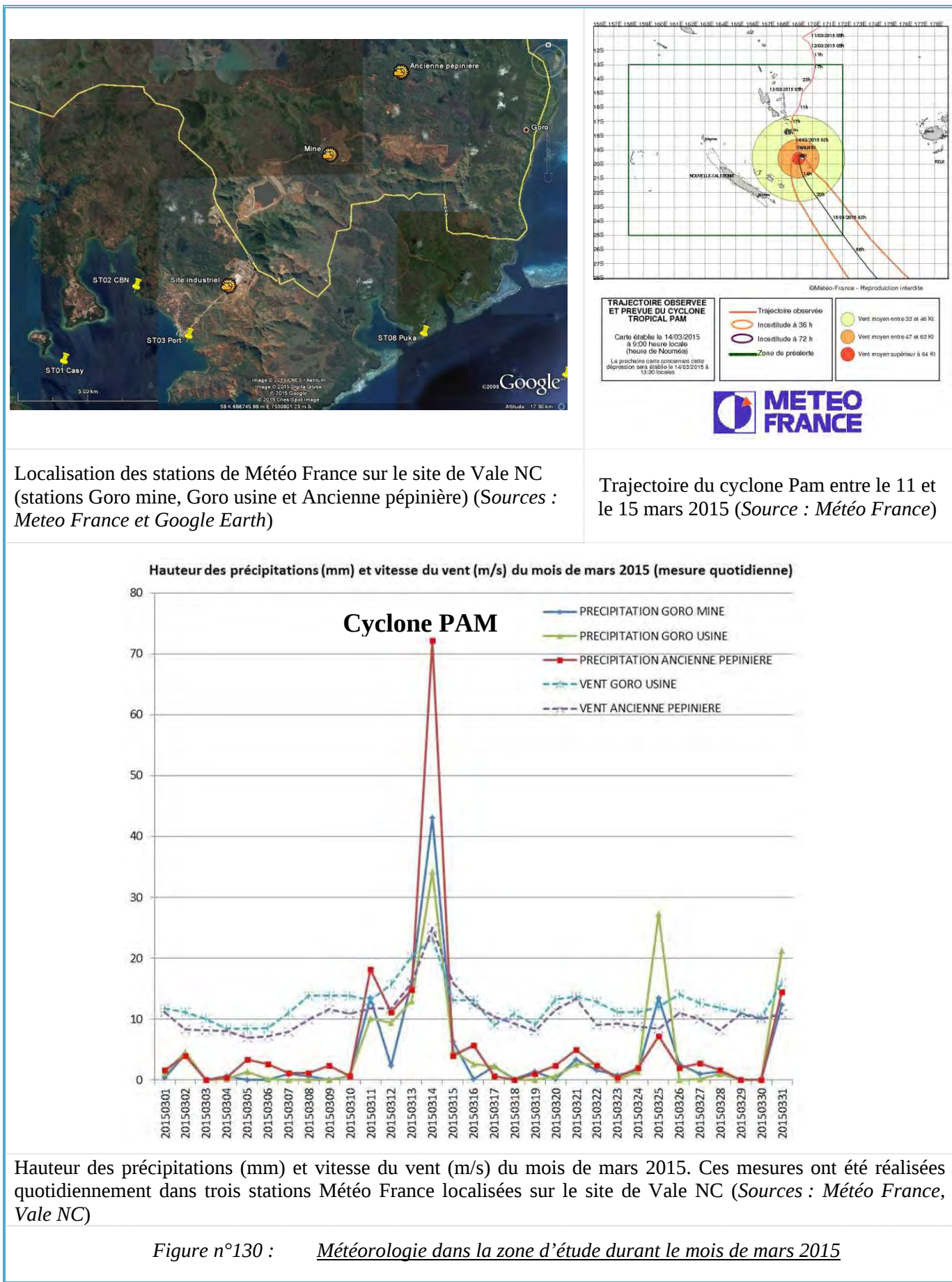
Les stations météorologiques situées sur le site de Vale NC (cf. [figure 130](#)) ont enregistré un maximum d'intensité de vent et de précipitation le samedi 14 mars (selon les 3 stations : le maximum des précipitations était compris entre 34.2 et 72.2 mm et le maximum de vent entre 23.3 et 24.9 m/s 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.

²¹ 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 Le phénomène ENSO

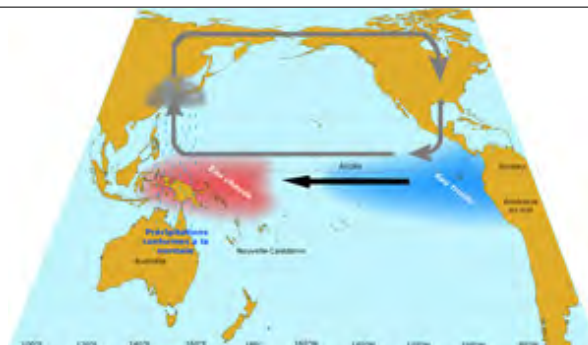
7.1.5.1 Généralités

Ces données sont issues du site de Météo France et Météo nc [46].

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.

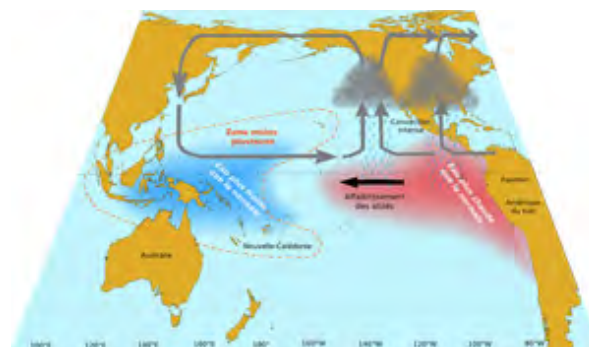
Trois phases peuvent être distinguées :

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



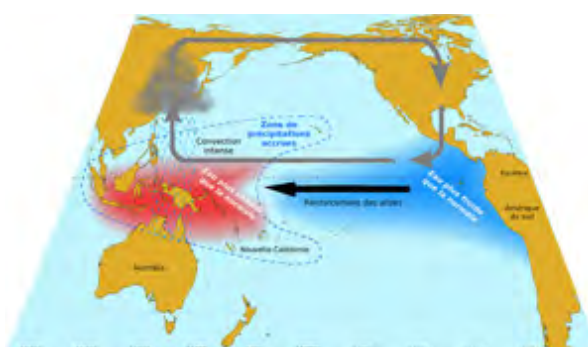
Circulations et principales caractéristiques climatiques dans le Pacifique en phase neutre pendant l'été austral (adaptée de [47]).

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 [47]).

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 [47]).

7.1.5.2 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).

7.1.5.3 El Niño

Ces données sont issues du site de Météo France et Météo nc [46].

« 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 :

- 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 périodes El Niño ; c'est l'opposé en périodes 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. »

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 être 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 [48].

7.2.2 Cas de la station 01

Des planulas²² 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 XX),
- juin 2009 pour les colonies B et C (piquet 0),
- avril 2010 pour les colonies A et D (piquets 0 et X).

Les colonies coralliennes ne sont donc pas issues de la même phase de ponte :

- les colonies E, F et G sont résultantes de la ponte de novembre 2007,
- les colonies B et C sont résultantes de la ponte de novembre 2008,
- les colonies A et D sont résultantes de la ponte de novembre 2009.

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](#).

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. Cependant, les taux de croissance peuvent également varier selon les conditions environnementales, la saisonnalité et le régime dépressionnaire ([tableau 187](#) et [figure 131](#)).

Les colonies E, F et G ont la même date de ponte et sont suivies sur la plus longue période de temps :

²² Planula : larve ciliée résultant de la fécondation d'un gamète femelle par un gamète male chez les éponges et les cnidaires.

→ **Des ralentissements de croissance** importants sont marqués pour 5 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 et d'octobre 2014 à mars 2015.

Cette diminution 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) ainsi que du mois de mars 2015 (passage éloigné du cyclone Pam).

Ces perturbations environnementales ont une influence directe sur l'apport d'eau douce et de matières en 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 131) 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 1^{er} et 3^{ème} 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 3^{ème} 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.
- 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).

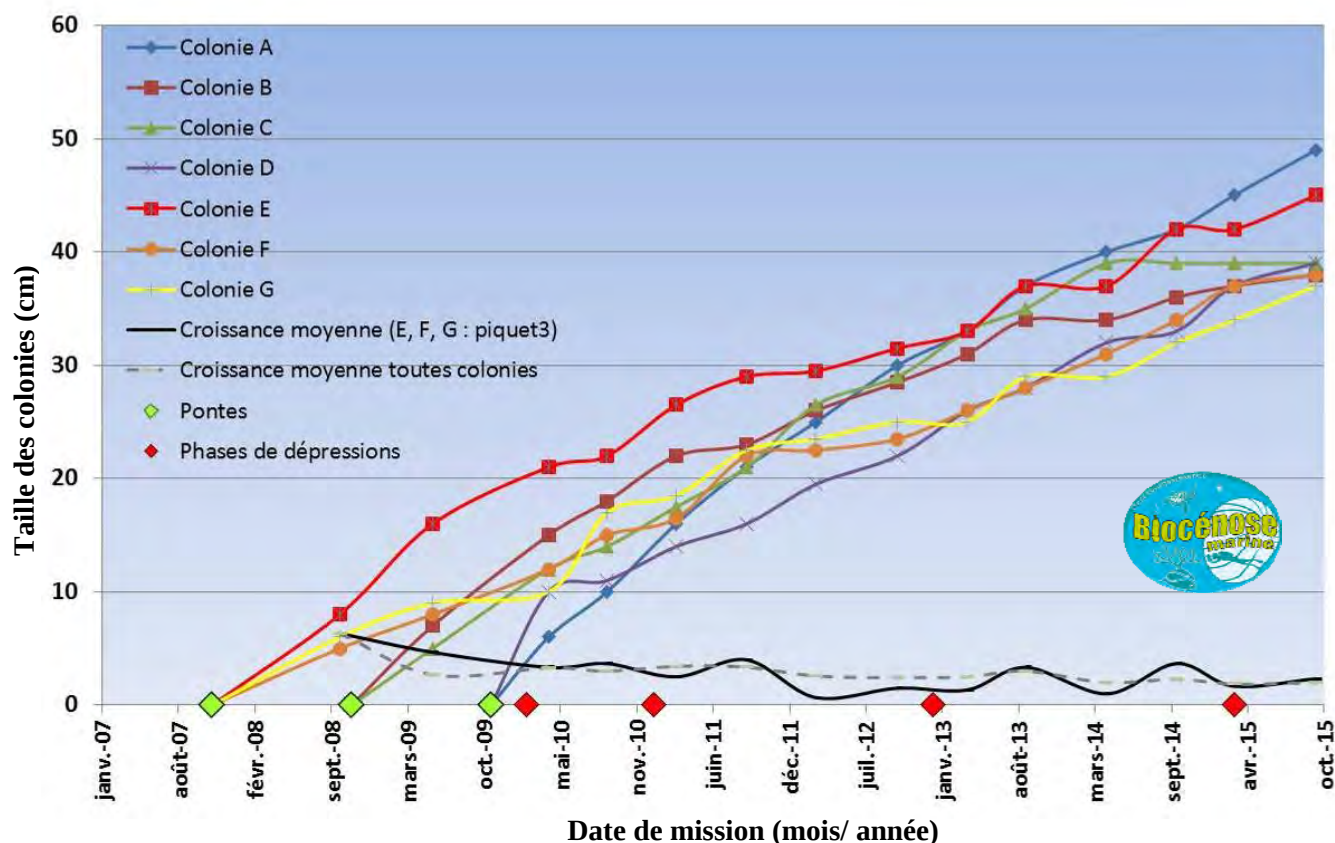


Figure n°131 : Courbes de croissance des colonies coralliennes fixées sur les piquets du transect A de la station 01

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)

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.

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.14	Mars 15	Oct. 2015
Piquet 0	Colonie A	/	/	6	10	16	21	25	30	33	37	40	42	45	49
	Colonie B	/	7	15	18	22	23	26	28,5	31	34	34	36	37	38
	Colonie C	/	5	12	14	17,5	21	26,5	29	33	35	39	39	39	39
Piquet X	Colonie D	/	/	10	11	14	16	19,5	22	26	28	32	33	37	39
Piquet XX	Colonie E	8	16	21	22	26,5	29	29,5	31,5	33	37	37	42	42	45
	Colonie F	5	8	12	15	16,5	22	22,5	23,5	26	28	31	34	37	38
	Colonie G	6	9	10	17	18,5	22,5	23,5	25	25	29	29	32	34	37
Nb mois entre les missions		11	7,5	9,5	6	6	6	6	7	6	6	6	6	5,5	
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
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
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
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

Tableau n°188 : *Nombre d'espèces coralliennes échantillonnées inscrites sur la liste UICN, par transect*

UICN	ST 01 A	ST 01 B	ST 02 A	ST 02 B	ST 03 A	ST 03 B	ST 03 C	ST 04 A	ST 04 B	ST 04 C	ST 05 A	ST 05 B	ST 05 C	ST 06 A	ST 06 B	ST 06 C	ST 07 A	ST 07 B	ST 07 C	ST 08 A	ST 08 B	ST 09 A	ST 09 B	ST 09 C	ST 10 A	ST 10 B	ST 10 C	ST 11 A	ST 11 B	ST 11 C	ST 12 A	ST 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	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	0
EN	0	0	1	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	0	1
VU	6	3	7	7	5	6	7	2	7	0	6	8	1	3	6	5	1	5	5	9	1	2	7	7	7	10	2	3	7	6	11	8	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	0
LR-nt	22	17	19	15	13	9	9	8	12	4	21	16	8	22	16	9	19	16	10	22	10	18	19	15	20	25	11	20	22	13	19	7	52
LR-lc	44	39	55	46	34	42	45	36	48	11	43	36	23	33	52	32	29	44	30	39	22	29	48	37	48	56	34	41	52	24	46	37	103
DD	1	1	2	1	2	2	2	3	4	2	2	3	2	1	3	3	1	1	1	2	1	2	1	1	1	2	1	2	2	1	3	2	9

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).

Lors de cette mission, parmi les **scléractiniaires** échantillonnés, un certain nombre est inscrit sur cette liste rouge ([tableau 188](#) et [figure 132](#), [tableaux a](#) et [c annexe 05](#)).

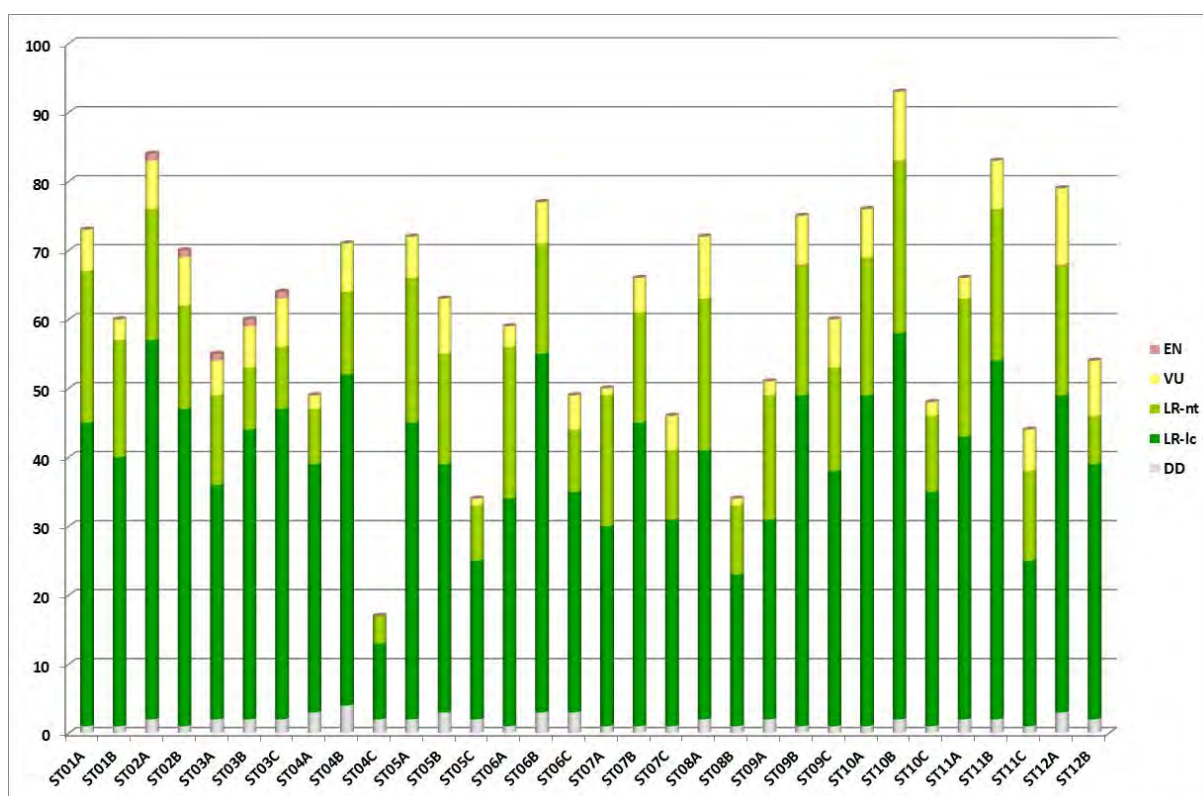


Figure n°132 : Nombre d'espèces coralliennes échantillonnées inscrites sur la liste UICN, par transect

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, seuls les bénitiers du genre *Tridacna* présents sont référencés comme **risques mineurs** « LR : Lower Risk » et le **reste des espèces** est classé pour le moment en **données insuffisantes** « DD : data déficient ».

Lors de cette mission quatre espèces de bénitiers ont été observées : *Tridacna maxima*, *T. crocea*, *T. squamosa* et *T. derasa* (nouvelle espèce) ([tableaux b](#) et [d annexe 05](#)).

Les transects concernés sont : ST01A, ST02A, ST03A, ST04A, ST05A, ST06A&B, ST07A&B, ST08A, ST09A&B, ST10A&B, ST11A&B et ST12A.

7.3.2 Code de l'Environnement de la Province Sud

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)

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)

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 du comité pour la protection de l'environnement et de la commission intérieure en charge de l'environnement.

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).

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 189](#).

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 n'a pas été observé lors de cette mission.

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 :

- ST10 (Ilot Kié) : un napoléon (*Cheilinus undulatus*). C'est un habitué, qui fréquente un gros massif corallien situé à une vingtaine de mètres du transect bas ;
- 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°189 : 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		Cephalopodes	<i>Nautilus</i>	<i>macromphalus</i>	Nautilé

7.3.2.3 Espèces protégées

Notion existante en Province Nord, elles n'ont pas été définies en Province Sud.

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)

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 après avis du comité pour la protection de l'environnement.

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 après avis du comité pour la protection de l'environnement.

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

Les zones d'étude de la baie de Prony, du canal de la Havannah et du canal Woodin 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 diversifiée 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 et Pam).

Pour cette année 2015, les événements climatiques et météorologiques exceptionnels qu'il faut retenir :

- **Le cyclone Pam** (catégorie 5) est passé relativement loin de la zone d'étude entre le 13 et le 15 mars mais il a tout de même engendré le 14 mars 2015 une forte houle, des vents atteignant les 89.6 km/h et des précipitations importantes atteignant 72.2 mm (cf. § 7.1.4).
- **El Niño** s'est officiellement déclaré à la toute fin de l'année 2014, puis il s'est intensifié en mai 2015 et se renforce encore au fur et à mesure de l'année 2015. Ce phénomène climatique s'accompagne 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. § 7.1.5.3).

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).

Il n'y a pas à relever de grandes variations temporelles : **les pourcentages des différentes composantes sont globalement très 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 » (ST04C, ST08B). 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 continue à croître tout doucement globalement (+ 0.84% en tout en moyenne sur les 12 stations, soit 32 transects) ;
- Pour cette mission le recouvrement en cyanobactéries est à des niveaux qui ne sont pas alarmants et parmi les plus bas depuis le début du suivi (2007) :
 - ↳ seuls 9 transects sont concernés (sur 32 suivis)
 - ↳ les taux varient entre 0.5% et 1% au maximum.

Malgré tout, cet indicateur reste à surveiller précisément.

8.2 Les communautés benthiques

8.2.1 Etat général

Les coraux

De manière générale, **l'ensemble de la zone est très diversifié** notamment pour les coraux. L'assemblage d'espèces coralliennes est défini par les conditions environnementales les plus dominantes et se répartissent selon les trois grandes zones d'études (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 tend vers une augmentation depuis le début du suivi (amélioration du protocole et aussi une grande résilience des récifs coralliens) avec toutefois des régressions suite aux événements exceptionnels et aussi localement par les variations des conditions environnementales dû à l'activité anthropique (remobilisation des sédiments et augmentation d'apport de matériel terrigène respectivement en ST03 Port et ST08 Puka).

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 de la Nouvelle-Calédonie 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 : 1 espèce classée « en danger », 19 espèces « vulnérable », 52 espèces « quasi menacé » et 103 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* classé en danger ou *Turbinaria reniformis* et *Turbinaria mesenterina* classée 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).

En octobre 2015, les récifs ayant subi en début d'année des perturbations mécaniques (fragmentation et mobilisation de matériel corallien) présentent un grand nombre d'espèces nouvellement recensées (bonne résilience : bouturage naturel et transfert d'espèces entre niveaux bathymétriques).

Les récifs perturbés par la sédimentation (ST02, ST03 et ST08) peuvent avoir au contraire des réponses de résilience tout à fait variables selon la durée d'exposition aux apports terrigènes (cf. § plus bas sur les perturbations d'ordre sédimentaire).

Les invertébrés

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, 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.

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.

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 particulièrement important et tend à augmenter en ST03 (Port).

Par contre en ST02 (Creek baie nord), où cette algue est également bien présente, la croissance des coraux branchus (*Acropora* et *Anacropora*) est telle qu'elle régresse depuis cette année.

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 2015 (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, des phases de dégradation (principalement d'ordre cyclonique en 2011, 2013 et 2015 et sédimentaire depuis 2011) suivies par des réactions en chaîne liées (développement de turf algal, cyanobactéries, lésions coralliennes et prédation des corallivores) mais aussi par une incroyable résilience des récifs, ont été mises en valeur à travers les inventaires des différentes missions.

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 blanchi 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).

En octobre 2015, de nombreux débris, colonies fragmentées et des cuvettes de sable ont été dispersés sur les pentes récifales des stations les plus exposées du canal de la Havannah. Ce matériel corallien provient de la fragmentation et remobilisation des colonies coralliennes dégradées lors des événements dépressionnaires du début d'année 2015.

Si la diversité absolue des invertébrés (hors coraux durs) reste stable, il y a encore des changements d'espèces au niveau des assemblages (principalement échinodermes, gastéropodes et éponges). Suites aux dégradations mécaniques du début d'année 2015, certaines espèces sont venues coloniser les récifs du canal de la Havannah pour s'alimenter des fruits de la remobilisation des sédiments et matériel corallien. Désormais, ces espèces s'étant déplacées, elles ont laissées la place à d'autres espèces des mêmes groupes qui ont un régime alimentaire différent.

Il est important de noter que ces perturbations mécaniques favorisent le bouturage naturel et la dispersion des espèces par niveaux bathymétriques (comme pour cette dernière mission d'octobre 2015).

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.

En cette fin d'année 2015, la sécheresse est importante, ainsi l'apport terrigène en milieu marin est potentiellement réduit.

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).

La station ST02 peut être perturbée de manière épisodique principalement durant les périodes de fortes précipitations. Elle présente un recouvrement d'algue brune *Lobophora* en diminution à la faveur des coraux branchus (*Acropora* et *Anacropora*) qui ont une croissance relativement importante en cette fin d'année 2015. Ces indicateurs signifient que les conditions environnementales sont favorables pour l'édification des colonies.

La station ST03 peut être perturbée de manière épisodique durant les périodes de fortes précipitations (comme la station ST02) mais aussi régulièrement par la remobilisation des sédiments (ancrages et circulation des bateaux). Cette station présente régulièrement un recouvrement important de cyanobactéries, l'algue brune *Lobophora* se développe de plus en plus à la base des coraux et les dépôts sédimentaires entraînent des lésions sur les colonies coralliennes. La diversité reste conséquente et les espèces ont toujours été adaptées aux conditions hyper sédimentaires.

Hypothèse : en cette période de sécheresse importante de fin d'année 2015, la différence d'apport terrigène entre les deux stations (ST02 et ST03) pourrait provenir de la remobilisation des sédiments induits par l'activité portuaire (ancrage et circulation de 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.

Cette station a certainement la résilience la plus lente par rapport à l'ensemble des récifs composant le réseau de suivi biologique. Elle se démarque depuis mars 2011, quant aux indicateurs d'état de santé biologique (maladies coralliennes, anomalies de croissance, hypermycose endolithique, lésions coralliennes sédimentaires, cyanobactéries, turf algal, gastéropodes corallivores, variation de richesse spécifique en dent de scie et maintenant début de modification de l'assemblage des espèces coralliennes vers des espèces adaptées à la turbidité).

Ces changements dans l'assemblage spécifique corallien et les réactions en chaîne observées depuis plusieurs années peuvent être induits par un apport régulier de particules terrigènes (provenant de la baie Kwé ?). Bien que l'inventaire présente de nouvelles espèces coralliennes, ces dernières pourraient caractériser une perturbation sédimentaire car elles sont généralement inventoriées dans les milieux contraints par la turbidité. Cependant l'apport de particules ne doit pas être intense, ni continu car le récif montre une résilience en yoyo (diversité, croissance des coraux branchus, nouvelles espèces, réintégration des zooxanthelles).

De plus, les apports de matière organique et bactériens de l'hôtel (Port Boisé) pourraient avoir des répercussions non négligeable sur le développement algal, cyanobactériens et des maladies coralliennes.

Remarques :

- 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 se développeront, les espèces non adaptées diminueront peu à peu d'abondance et elles seront potentiellement remplacées par d'autre.
- Le réseau de suivi biologique n'a pas de station biologique d'observation en baie de Kwé et en baie de Port Boisé.
- 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 (baie Kué).

La réduction de l'apport de particules terrigènes en baie Kwé et l'amélioration du traitement des eaux usées de l'hôtel (Port Boisé) pourraient certainement améliorer l'état de santé des récifs dans la zone d'étude.

Les perturbations liées à la dessalure

Les perturbations causées par la dessalure des eaux de surface ne peuvent pas être mises en valeur de manière quantitative car aucun transect n'est installé entre 0 et 3 m de profondeur (zone d'influence de l'eau douce). Cependant, lors de chaque suivi biologique des observations sont tout de même réalisées sur les stations et leurs pourtours, dont vers le littoral.

Ainsi, il apparaît clairement que les fortes précipitations en période humide entraînent une expulsion de zooxanthelles (blanchissement corallien totale ou partielle selon la dessalure) sur les platiers récifaux de la baie de Prony. L'épaisseur de la couche d'eau saumâtre va dépendre de plusieurs facteurs dont l'intensité des précipitations et la direction du vent.

En octobre 2015, aucune dégradation induite par la dessalure des eaux de surface n'a été constatée.

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. Il y a toujours 4 groupes très distincts de stations, mais certaines d'entre elles ont changé de groupe dans le classement :

Groupes	Octobre 2015	Mars 2015
1	Ilot Casy, Creek, Port et Puka	Ilot Casy, Creek, Port et Puka
2	l'Ilot Ugo, Ioro, et Banc Kie	l'Ilot Ugo, Ioro, Ionontea et Banc Kié
3	Toémo, Ionontea et l'Ilot Kié	Toémo et Basse Chambeyron
4	Basse Chambeyron et Woodin	Woodin et l'Ilot Kié

Comparaison de la mission d'octobre 2015 à la moyenne des précédentes, par station

Les quatre graphiques de la [figure 133](#) présentent station par station, l'écart relatif de la valeur d'octobre 2015 à la moyenne de la station sur la période du suivi :

$$\Delta = (X_{2015\ b} - X_{\text{moy}}) / X_{\text{moy}}$$

La **Densité** est plus forte que la moyenne sur 4 stations. Elle est relativement forte à Ugo.

La **Biomasse** : Seules 5 stations ont une biomasse plus forte que la moyenne. L'originalité d'Ugo est due à un banc de Caesio.

La **Biodiversité 1** : Ce paramètre présente des écarts positifs sur toutes les stations, sauf à Ugo.

La **Biodiversité 3** : Lors de cette mission, la biodiversité observées fut partout supérieure à la moyenne.

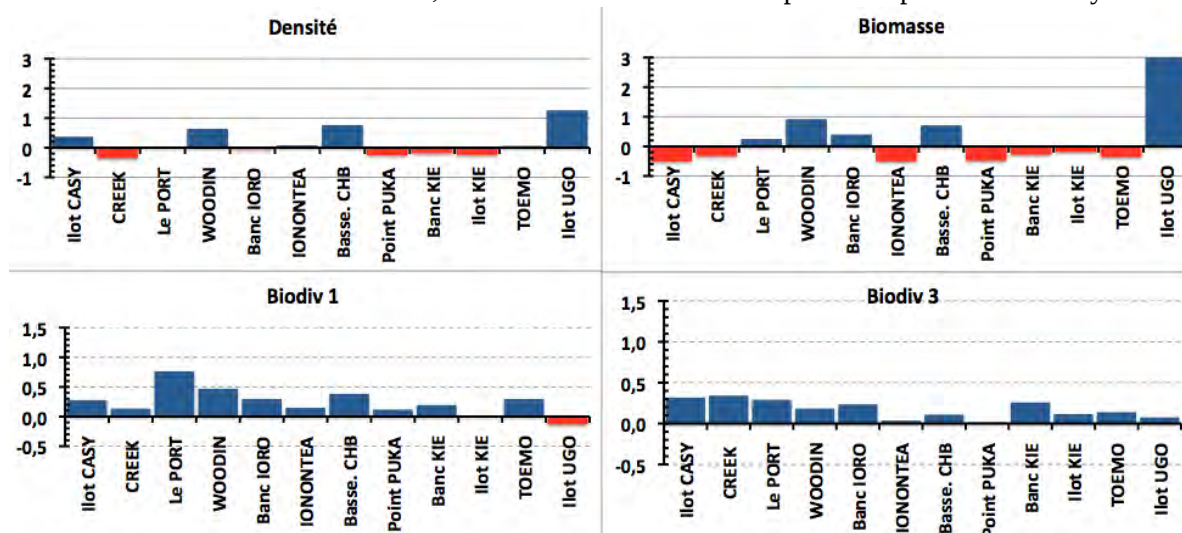


Figure n°133 : Ecarts des valeurs obtenues en octobre 2015 à chaque station, avec la moyenne sur 2007-2015 (Ichtyologie)

Comparaison de la mission d'octobre 2015 à la moyenne globale des stations, par mission

Les quatre graphiques de la [figure 134](#) 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 :

$$\Delta = (X_{2015\ b} - X_{\text{moy}}) / X_{\text{moy}}$$

Les écarts à la moyenne des valeurs d'octobre 2015 sont, pour tous les paramètres, à la hausse et importants.

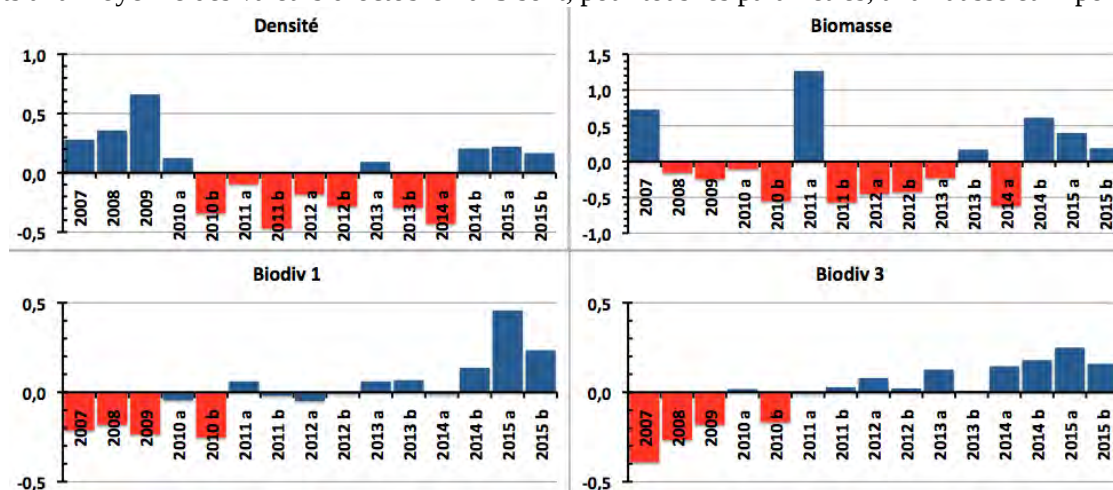


Figure n°134 : Ecarts par mission des résultats ichtyologiques en octobre 2015 de l'ensemble des stations, avec la moyenne sur 2007-2015 (Ichtyologie)

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 :

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 (cf. [tableau 190](#)).

Tableau n°190 : Cotation IGA

CODES 1		CODES 2		CODES 3		CODES 4	
Cotation	Couleurs	Cotation	Couleurs	Cotation	Couleurs	Cotation	Couleurs
1,00	1 -	1,75	2 -	2,50	3 -	3,25	4 -
1,25	1	2,00	2	2,75	3	3,50	4
1,50	1 +	2,25	2 +	3,00	3 +	≥ 3,75	4 +

L'application aux 14 dernières missions est donnée dans le [tableau 191](#).

Tableau n°191 : Classement des missions

2007	3 -	2010 b	2-	2012 b	3-	2014 b	3+
2008	2+	2011 a	3+	2013 a	3=	2015 a	4=
2009	2+	2011 b	2+	2013 b	3=	2015 b	3+
2010 a	3=	2012 a	2+	2014 a	3=		

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 très 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 scléactiniaires. 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 d'octobre 2015, la moyenne de recouvrement des scléactiniaires est de 19.75% (stable par rapport à mars 2015 ([tableaux a](#) et [b annexe 04](#))).

Cela varie de 0.5% (ST05C) pour les plus faibles à 47% (ST02A) 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 32](#)).

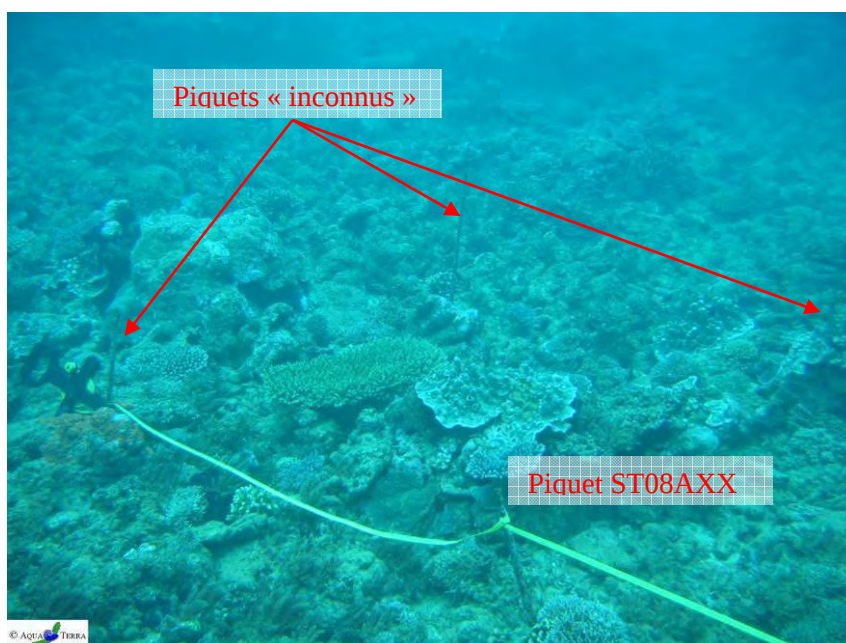


Photo n°32 : Station 08 : fin de transect A : 3 autres piquets formant un quadrat

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, métrage sur le transect (en lettre romaine pour éviter de confondre avec la profondeur)

Exemple comme pour la [photographie 32](#) : 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 135).

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 métrés.

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.

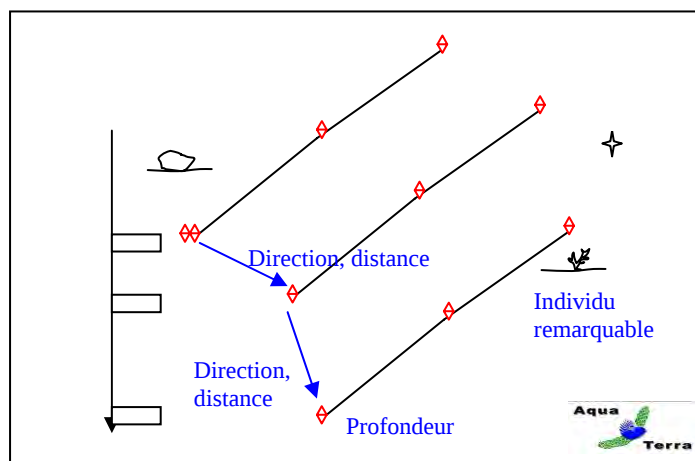


Figure n°135 : Exemple de schéma descriptif d'une station

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 [40].

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.

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'ŒIL.

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 octobre-novembre 2015. Un réseau de suivi environnemental (piquets permanents) a été installé et permettra de revenir sur les mêmes sites. Les données 2015 recueillies 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.

	Aeby G.S., Tribollet A., Lasne G., Work T.M., in press. Assessing threats from coral and CCA disease on the reefs of New Caledonia. <i>Journal of Marine and Freshwater Research</i>
	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
44	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)
16	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
26	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
27	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
30	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
28	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
31	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
29	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
32	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
33	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)
	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
34	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
35	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
40	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
36	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
37	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
	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 « Herbier 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
38	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
39	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
41	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
	Aqua Terra, 2015 : Compte-rendu de mission, septembre 2015 : Etat de référence après dragage du milieu marin sous le quai vraquier. Document : AquaTerra_CR059-15_V02 18 pages
	Arias-González J.E., Legendre P., Rodríguez-Zaragoza F. A., 2008. Scaling up beta diversity on Caribbean coral reefs Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 366, 28–36
	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
17	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
	Baron J., 1992. Bivalves d'intérêt économique et peuplements benthiques associés sur les substrats meubles intertidaux de Nouvelle-Calédonie. Thèse Doct. : Univ. Aix-Marseille II, Marseille (France) : 301p
	Beliass 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
	Bellwood D.R., Hughes T.P., 2001. Regional-scale assembly rules and biodiversity of coral reefs. Science 292, 1532–1534
	Bellwood D.R., Hughes T.P., Connolly S.R., Tanner J., 2005. Environmental and geometric constraints on Indo-Pacific coral reef biodiversity. Ecology Letters 8, 643–651
	Bemvenuti C. E., Rosa-Filho J. S., Elliott M., 2002. Changes in soft-bottom macrobenthic assemblages after a sulphuric acid spill in the Rio Grande Harbor (RS, Brazil). Braz. J. Biol., 63(2): 183-194, 2003. 12p
	Benzone 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
	Biocénose, 2008. Etude Environnementale des communautés coralliennes de la Péninsule du Cap Bocage. "Etat des lieux 2008". 53p
	Biocenose marine, 2014. CR de mission du 08 mai 2014 (Partenariat Biocenose marine, AQUA TERRA et ACREM). Evaluation de l'état de santé du milieu marin de la zone du creek baie nord (7ème mission / 08 mai 2014). PO E68 779. Document : BIOCENOSE MARINE CR_135_15052014 (23 diapos)
	Biocenose marine, AQUA TERRA et ACREM, 2014. Evaluation de l'état de santé du milieu marin de la zone du creek baie nord (7ème mission / 08 mai 2014). Rapport d'étude n°135_2014_V03. 146 p
	Biocenose marine, 2014. CR de mission du 21 mai 2014 (Partenariat Biocenose marine, AQUA TERRA et ACREM). Evaluation de l'état de santé du milieu marin de la zone du creek baie nord (8ème mission / 21 mai 2014). PO E68 779. CR_136_109062014 (29 diapos)
	Biocenose marine, AQUA TERRA et ACREM, 2014. Evaluation de l'état de santé du milieu marin de la zone du creek baie nord (8ème mission / 21 mai 2014). PO E68 779. Rapport d'étude n°135_2014_V03. 146 p
	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
51	Buckland S. T., 1992. Fitting density functions with polynomials. <i>Applied Statistics</i> ,41, 63:76
52	Buckland S. T., 2006. Point transect surveys for songbirds: robust methodologies. <i>The Auk</i> ,123, (2), 345-345

53	Buckland S. T., Anderson D. R., Burnham K. P., Laak J. L., Borchers D. L. and Thomas L., 2001. Introduction to distance sampling - Estimating abundance of biological populations. <i>Oxford University Press</i> , Oxford
54	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
18	Box et Andersen, 1955. Permutation theory in the derivation of robust criteria and the study of departures from assumption. <i>J. Roy. Statist. Soc., Ser. B</i> 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
	Cabioch G., Payri C. & Pichon M., 2002. Mission Nouvelle-Calédonie. Octobre–novembre 2001. Forages îlot Bayes. Morphologie générale et Communautés algo-coralliennes. In : Cabioch G., Payri C., Pichon M., Corrège T., Butscher J., Dafond N., Escoubeyrou K, Ihilly C., Laboute P., Menou J.L. & Nowicki L., 2002. Forages sur l'îlot Bayes sur le récif barrière de Poindimié (côte Est de Nouvelle-Calédonie) du 7 septembre au 27 octobre 2001. Rapports de mission, Sciences de la Terre, Géologie - Géophysique, Centre de Nouméa, n° 47 : 22 p. + annexes
	Catala R., 1950. Contribution à l'étude écologique des îlots coralliens du Pacifique Sud. <i>Bull. Biol. France, Belgique</i> , t. 84, p.234-310, pl. 1-2, 11 fig. Paris
	Catala R., 1958. Effets de fluorescence provoquée sur des coraux par l'action des rayons ultraviolets. <i>C. r. Acad. Sci., Paris</i> , 247: 1678-1679
	Catala R., 1959. Fluorescent effects from corals irradiated with ultra violet rays. <i>Nature</i> , 183 : 949
	Catala R., 1960. Nouveaux organismes marins présentant des effets de fluorescence par l'action des rayons ultraviolets. <i>C. r. Acad. Sci., Paris</i> , 250 (6) : 1128
57	Chakravorti S., 1967. Effect of the inequality of variances in analysis of variance ratio. <i>Biometrika</i> 16, 103-120
	Chevalier J.P., 1964. Compte-rendu des missions effectuées dans le Pacifique en 1960 et 1962 (Mission d'étude des récifs coralliens de Nouvelle Calédonie). <i>Cah. Pac.</i> , 6 : 172-175
	Chevalier J.P., 1968. Géomorphologie de l'île Maré. Les récifs actuels de l'île Maré. Les Madréporaires fossiles de Maré. in : Expéd. fr. sur les récifs coralliens de la Nouvelle-Calédonie. Paris : Singer-Polignac. 3 : 1-155
	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.) : <i>Biology and geology of coral reefs</i> . 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
	Chorus I. & Bartram J., 1999. Toxic Cyanobacteria in Water : A guide to their public health consequences, monitoring and management. Geneva : World Health Organization, 416
	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
19	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
	Cyrus P., 1984. The influence of turbidity on fish distribution in Natal estuaries. Ph. D. Thesis : University of Natal, Pietermaritzburg (Afrique du Sud) : 202p
56	Dagnelie P., 1980. Théorie et méthodes statistiques, Les Presses Agronomiques de Gembloux, (Vol II) 463 p
	Davis T.A., Volesky B. and Mucci A., 2003. A revue de biochemistry of heavy metal biosorption by brown algae. <i>Wat. Res.</i> , 37: 4311-4330
	Dietrich D.R., 2001. Détecter les cyanotoxines des eaux. <i>Biofutur</i> , 209, 44-47
20	Donaldson, 1968. Robustness of the F-test to error of both kinds and the correlation between the numerator and denominator of the F-ratio. <i>J. Amer. Statist. Ass.</i> 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). <i>Proc. 4th int. Coral Reef Symp., Manila</i> , 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
45	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

25	Friedman M., 1937. The use of ranks to avoid the normality implicit in the analysis of variance. J. Amer. Statist. Ass. (32) 675-701p
	Gabrié C., Cros A., Chevillon C., Downer A. 2005. Analyse Eco-régionale marine de Nouvelle-Calédonie. Atelier d'identification des aires de conservation prioritaire. 112p
	Gabrié 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
	Gardiner J.S., 1899. On the solitary corals. in : WILLEY A. (ed.), Zoological results based on material from New Britain, New Guinea, Loyalty Islands and elsewhere collected during the 1895-1896 and 1897. Londres : Camb. Univ. Press. Part 2 : 161-170
	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. Micronesico, 21, 53-70
21	Geary, 1956. Test de la normalité. Ann. Inst. Poincaré 15, 35-65
42	Ginger Soproner, 2013. Avis sur les mortalités observées en juillet 2013, Rapport final, 29p
	Goldman J.C. & Carpenter E.J., 1974. A kinetic approach to the effect of temperature on algal growth. Limnol. Oceanogr. 19: 756-66
	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
22	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
48	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
58	Horsnell G., 1953. The effect of unequal group variances on the F-test for homogeneity of group means. Biometrika 40, 128-136
14	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
15	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
	Kirkman H. & Kendrick G. A., 1997. Ecological significance and commercial harvesting of drifting and beachcast macroalgae and seagrasses in Australia: A review; J. Appl. Phycol. 9 311-326
	Krishnamurthy V., 1967. Seaweed drift on the Indian coast. Proceedings of the Symposium "Indian Ocean"; Bull. Nat. Inst. Sci. India 38 657-666
59	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. Cybium 2005, 29 (3): 235-252
50	Kulbicki M., Sarramagna S., 1999. Adequacy of several density estimates obtained from underwater visual censuses: a case study of Chaetodontidae and Pomacanthidae. Aquatic Living Resources 12, 315±325
	Laboute P., 1988. The presence of scleractinian corals and their means of adapting to a muddy environment: the "Gail Bank", p. 107-111, graph., phot. - International Coral Reef Symposium, 1988/08/8-12, Townsville
	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
49	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 p93
	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 scléractiniaux du Grand Lagon Nord – Mission CoRalCal 3-IRD. (CRISP). 119p
	Lasne G., 2010. Inventaire des coraux scléractiniaux 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
	Levi C., Bargibant G., Menou J.L., Laboute P., 1998. Sponges of the New Caledonian Lagoon. Edition de l'ORSTOM. 214p
	MacArthur R.H. et MacArthur J., 1961. On bird species diversity. Ecology, 42, 594-598
	McClanahan T.R., Nugues M. and Mwachireya S., 1994. Fish and sea urchin herbivory and competition in Kenyan coral reef lagoons: the role of reef management. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 184 (2): 237-254
43	Météo France, 2013. Bulletin météorologique exceptionnel. http://www.meteo.nc/actualites/364-episode-pluvieux-debut-juillet-2013
	Motomura I., 1932. A statistical treatment of associations, Jpn. J. Zool. 44: 379-383
11	Mundy C., 1985. These about accuracy and precision of the LIT method. James Cook University Townsville
	Nair R.R. et Hashimi N.H., 1986. Influence of estuaries on shelf sediment texture. J. Coast. Res. 2 : 199-203
	Norton A. C., Mathieson A. C. and Neushul M., 1982. A review of some aspects of form and function in seaweeds; Bot. Mar. 25 501-510
	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 Sargassum bed, 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
	Payri C.E. & N'Yeurt A.D.R., 1997. A revised Checklist of Polynesian benthic Marine Algae, Australian Systematic Botany, 10: 867-910
	Payri C., N'Yeurt A.R. & Orempüller J., 2001. Algae of french Polynesia -Algues de Polynésie Française. Edition Au Vent des îles - tahiti, 320pp
7	Payri C. et Richer de Forges B., 2006. Compendium of marine species from New Caledonia. Doc. Sci. Tech. II7 volume spécial, IRD
	Payri C., Petek S., Menou J.L., Lasne G., Butscher J., 2007. Biodiversité et substances marines des îles Fidji (Algues, Eponges, Ascidies, Echinodermes)
	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. <i>et al.</i> , 2007. Biodiversité des coraux scléractiniaires de Nouvelle-Calédonie. Rapport de mission confidentiel du Diahot du 17 novembre au 12 décembre 2006 (EPHE), 26p
	Raju P. V. & Venugopal R., 1971. Appearance and growth of <i>Sargassum plagiophyllum</i> (Mart) C. Ag. on a fresh substratum; Bot. Mar. 14(1) 36-38
	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
8	Randall J.E., 2005. Reef and shore fishes of the South Pacific. University of Hawaii, Press book. 707 p
	Reynolds & Casterlin, 1977. Effect of temperature on the growth rate of <i>Griffithsia tenuis</i> C. Agardh (rhodophyta: ceramiales). Hydrobiologia vol. 56, 3, pag. 225-227
	Richer de Forges B., 1998. Thèse : La diversité du Benthos marin de Nouvelle-Calédonie : de l'espèce à la notion de patrimoine. Muséum national d'histoire naturelle. 326p
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.
	Rossier O. and Kulbicki M., 2000. A comparison of fish assemblages from two types of algal beds and coral reefs in the south-west lagoon of New Caledonia. Cybium, 24: 3-26
48	Sato M., 1984. Mortality and growth of juvenile coral <i>Pocillopora damicornis</i> (Linnaeus) Univ. Ryukyus, dep. marine sci., Okinawa 903 01, JAPON
	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
	Soproner, Août 2008. Rapport A001.08027.001 "Etat des lieux du milieu marin situé aux abords de la mine de Cap Bocage et précinisations". 72p + annexes
	Spalding M.D., Ravilious C. & Green E.P., 2001. World atlas of coral reefs. University of California Press, 424 p
23	Srivastava, 1959. Effect of non-normality on the power of the analysis of variance test. Biometrika 46, 114-122
55	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

	Tuamisto H., Ruokolainen K. and Yli-Halla M., 2003. Dispersal, environment, and floristic variation of western Amazonian forests. <i>Science</i> 299 : 241-44
	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. <i>Mem. Austral. Inst. Marine Sci.</i> 4. 422 pp
	Veron J.E.N., Wallace C.C., 1984. Scleractinia of eastern Australia. IV Family Acroporidae. <i>Aust. Inst. Mar. Sci. Monogr. Ser.</i> 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. <i>Invert. Tax.</i> 8: 961-88
	Wallace C., 1997. New species of the coral genus <i>Acropora</i> and new records of recently described species from Indonesia. <i>Zool. J. Linn. Soc.</i> 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. <i>Annu. Rev. Ecol. Syst.</i> , 25: 237-262
	Wallace C. et Wolstenholme J., 1998. Revision of the coral genus <i>Acropora</i> in Indonesia. <i>Zool. J. Linn. Soc.</i> 123: 199-384
	Wells J.W., 1984. Notes on Indo-Pacific Scleractinian corals. Part 10. <i>Pac. Sci.</i> , 38 (3) : 205-219
	Whittaker R.H., 1960. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. <i>Ecological Monographs</i> 30, 279-338
	Whittaker, R. H., 1972. Evolution and measurement of species diversity <i>Taxon</i> 21 : 213-251
	Whittaker R.H., 1977. Species diversity in land communities. <i>Evolutionary Biology</i> 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. <i>UNESCO Rep. Mar. Sci.</i> , 46 : 19-42
	Wijsman-Best M., 1972. Systematics and ecology of New Caledonia Faviidae (Coelenterata, Scleractinia). <i>Bijdr. Dierk.</i> , 42 (1) : 1-90
	Wijsman-Best M., 1973. A new species of the Pacific coral genus <i>Blastomussa</i> from New Caledonia. <i>Pac. Sci.</i> , 27 (2) : 154-155
	Wijsman-Best M., 1974. Habitat-induced modification of reef corals (Faviidae) and its consequences for taxonomy. In: <i>Proceedings of the Second international coral reef symposium (Cameron-A-M editor), Volume 2; coral settlement and growth</i> : 217-228
24	Wilcoxon F., 1945. Individual comparisons by ranking methods. <i>Biometrics Bulletin</i> 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. <i>Journal of Invertebrate Pathology</i> 120: 50-8
47	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
46	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 342
Annexe n°2	:	Caratéristiques terrain de la campagne d'échantillonnage d'octobre 2015	p 345
Annexe n°3	:	Critiques sur la collecte et l'analyse des données de l'ichtyofaune	p 346
Annexe n°4	:	Résultats bruts de l'échantillonnage LIT d'octobre 2015	p 354
Annexe n°5	:	Résultats bruts de l'échantillonnage du benthos d'octobre 2015	p 355
Annexe n°6	:	Nomenclature UICN	P 365

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.

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 sclérentinières	<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, Bénitiers
	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.



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>ulietensis</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>flavirostris</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>melannotus</i>	<i>Forcipiger</i>	<i>longirostris</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>mertensii</i>	<i>Hemitaenichthys</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>tristegus</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 d'octobre 2015

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)
24/03/2015	11h/13h	Flot	Casy	OK	Couvert 80%	SE 10 nds	Clapot SE 0,7 m	Nul	9 à 11 m	27,3°C à 7,5 m
24/03/2015	14h/16h	Fin flot	Creek baie nord	OK	Couvert 50%	SE 12 nds	Clapot SE 0,5 m	Nul	5 à 11 m	29,4°C à 925 m
28/03/2015	9h/11h	Début jasant	Port	OK	Beau, couvert 30-40%	SE 10 nds	Clapot SE 0,1 m	Nul	4 à 5 m	26,4°C à 8,4 m
25/03/2015	9h/11h	Etal jasant	Woodin	OK	Beau, couvert 80-90%	Nul	Nul	Faible à moyen	8 à 11 m	26,7°C à 10,4 m
25/03/2015	13h/15h	Mi flot	Ioro	OK	Beau, couvert 10%	E SE 5 nds	Clapot E SE 0,1 m	Faible à moyen	4 à 10 m	25,9°C à 10,4 m
26/03/2015	10h/12h	Etal jasant	Ionontea	OK	Beau, couvert 10%	SE 8 nds	Houle cassée + Clapot SE 0,8 m	Trop	10 à 12 m	25,7°C à 12,7 m
26/03/2015	13h/15h	Flot	Basse Chambeyron	OK	Beau, couvert 10%	SE 8 nds	Houle cassée + Clapot SE 0,8 m	Fort	10 à 15 m	25,5°C à 14 m
28/03/2015	12h/14h	Etal jasant	Puka	OK	Beau, couvert 10%	SE 10 nds	Houle 1m 5s, Clapot SE 0,1 m	Faible à moyen	8 à 9 m	26,7°C à 9,1 m
28/03/2015	9h/11h	Jasant	Bancs Kié	TAX changé, TBX remis	Beau, couvert 10%	SE 10 nds	Houle 1m lge 5-6m, Clapot SE 0,6 m	Faible	15 à 20 m	27,1°C à 13,5 m
27/03/2015	12h/14h	Début flot	Ilot Kié	OK	Beau, couvert 30%	SE 3 nds	Nul	Faible	12 à 15 m	25,9°C à 13,6 m
27/03/2015	9h/11h	Fin jasant	Toémo	OK	Couvert 100%	Faible	Houle SE 1m	Moyen à fort	10 à 15 m	27,9°C à 13,3 m
28/03/2015	12h/14h	Jasant	Ugo	TA0 disparu	Beau, couvert 20%	S SE 4 nds	Nul	Nul	10 à 13 m	26,2°C à 7,8 m

* cela comprend le temps sur site, sans les trajets
** par rapport à l’agenda corrigé (voir tableaux suivants)

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	-0,4	-0,05	0,74
Nouméa = Port de référence				0,95	

Annexe 02 : Tableau c : Agenda des marées (corrigées selon le lieu)

Mercredi	25/03/2015	4:42	0,55	Mardi	24/03/2015	3:53	0,3
		10:42	1			9:55	1,1
		16:59	0,35			16:14	0,1
						22:35	1,15
Jeudi	26/03/2015	23:34	1,05	Mercredi	25/03/2015	4:37	0,4
		5:30	0,65			10:32	1
		11:22	0,9			16:54	0,2
		17:45	0,4				
Vendredi	27/03/2015	0:31	0,95	Dimanche	29/03/2015	2:48	0,9
		6:27	0,7			9:04	0,6
		12:10	0,8			14:46	0,7
		18:42	0,5			21:14	0,45
Samedi	28/03/2015	1:41	0,9				
		7:44	0,75				
		13:20	0,75				
		19:57	0,55				
Dimanche	29/03/2015	2:58	0,9				
		9:09	0,75				
		14:56	0,7				
		21:19	0,6				

Annexe n° 03Critiques sur la collecte et l'analyse des données de l'ichtyofaune Critique sur la collecte des données

La collecte des données *in situ* se fait classiquement par estimations visuelles en plongées [48, 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) [49]. 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 au cadre mathématique de son utilisation. Quelques unes sont développées dans cette annexe.

Première critique relative au couple géomorphologie du fond/comportement des poissons :

Les fortes biomasses comme celles observées à Ionontea en 2013, ou dans d'autres stations du Canal et même de Prony, sont dues à la présence de quelques individus de grosses espèces comme certaines loches, lutjans, loches catex, 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 leurs techniques de captures sur ce comportement et des publications en attestent dont celle de Kulbicki et Saramegna, (1999) [50]. En fait, il s'agit 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 inféodés au massif qui s'approchent du plongeur, entrent immédiatement dans l'espace du transect et 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 nycthémeraux 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 » [51 à 55] dont elle prétend s'inspirer (thème développé plus loin).

Concrètement sur les stations du suivi on rencontre toujours le cas A à Ionontea, Basse-Chambeyron, Bancs Kié, Creek baie nord et le cas B à Woodin, Toémo, Ugo et l'îlot Kié.



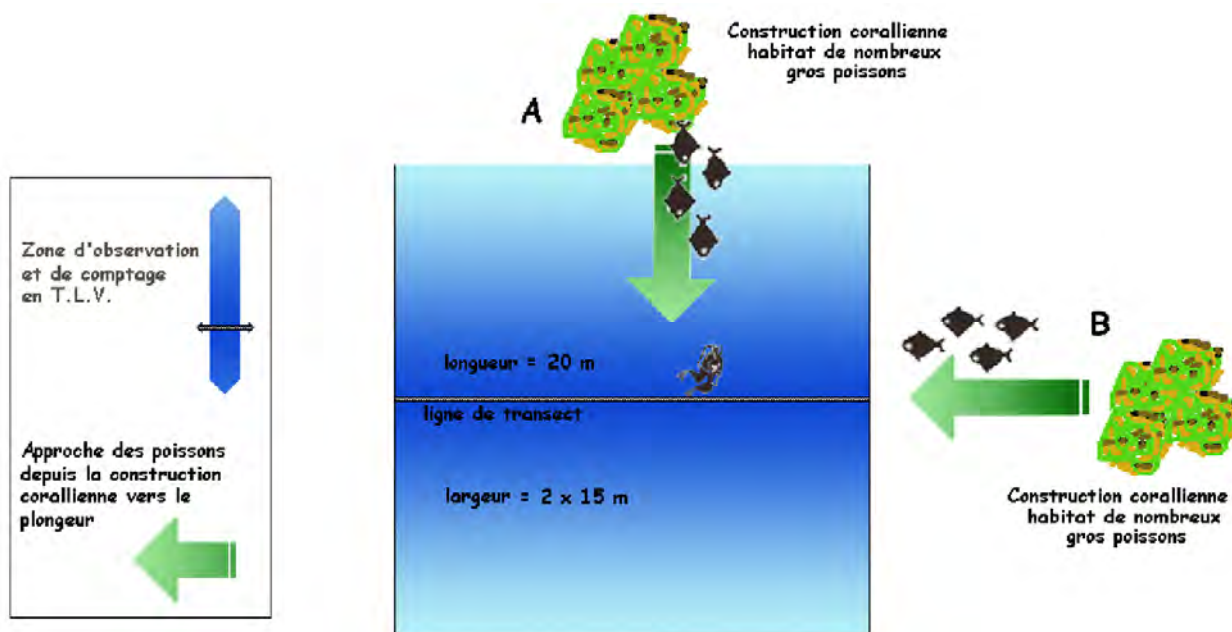


Figure A : Schéma : Zone de comptage et approche des poissons

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. margaritifera*), etc. Tous n'ont pas le même comportement, certains sont calme et se déplacent lentement (*Caesio*), d'autres par « à coups » (Pomacentridés), d'autres sont agités (*Scarus* spp.) voire très agités, mais restent sur la station autour du plongeur toute la plongée (*Lutjanus adetii*), 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 kg²³. Cette biomasse, ramenée à la surface de toute la station correspond à 700 g/m².

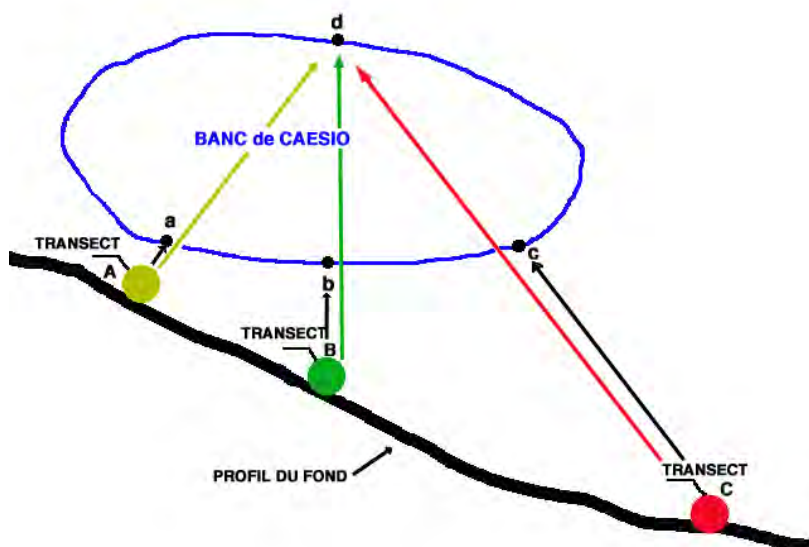


Figure B : Schéma : position du banc de *Caesio*(ST10), mission de mars 2015. Vue en coupe

²³ Biomasse calculée avec les paramètres de Kulbicki et al, (2005) [10]

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 d_1 et d_2 , 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 : d_1 sera la distance du transect au point a et d_2 celle du transect au point d.
La distance $d_1 = 1$ m et $d_2 = 5$ m, la biomasse calculée pour le seul transect A est alors de $1\,950\text{ g/m}^2$ et le tiers pour l'ensemble de la station soit 650 g/m^2
- Si le banc est observé à partir du transect B, d_1 sera la distance du transect au point b et d_2 celle qui le sépare du point d. Ainsi, $d_1 = 2$ m et $d_2 = 7$ m, si bien que la biomasse calculée pour la station n'est plus que de 470 g/m^2 et $1\,420\text{ g/m}^2$ 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 $d_1 = 5$ m et $d_2 = 10$ m et la biomasse calculée n'est plus alors que de 310 g/m^2 pour la station et de 920 g/m^2 pour le seul transect C.

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/m^2 pour la moitié vue de A et 710 g/m^2 pour celle vue de B, soit une estimation totale de $1\,690\text{ g/m}^2$ et une moyenne de 560 g/m^2 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/m^2 , pour le deuxième tiers vu du transect B, 470 g/m^2 et pour le dernier tiers vu du transect C, 310 g/m^2 . Soit $1\,430\text{ g/m}^2$ au total et une moyenne de 480 g/m^2 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	d_1 m	d_2 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 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 d_1 et d_2 .

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) [54].

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 » et le travail de Kulbicki et Saramegna (1999) [50] 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 puat (*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.

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, 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.



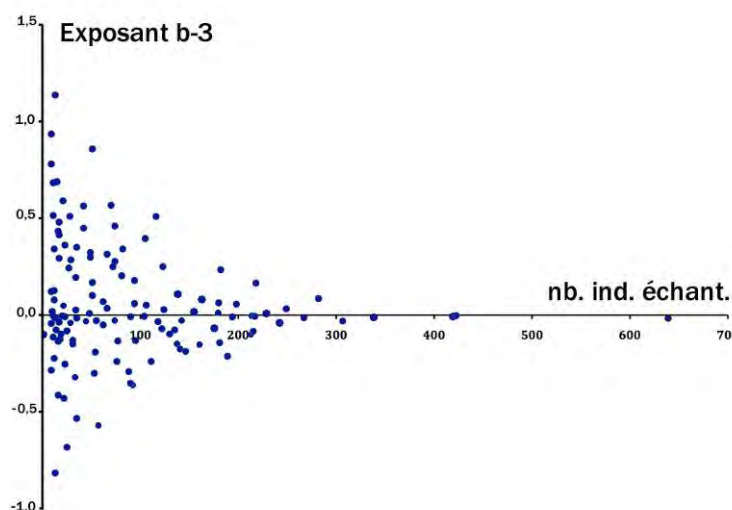


Figure C : Nuage des points (b-3, n) issu des données poissons de l'article Kulbicki et al, 2005 [10]

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 construit²⁴, 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.

Ce point n'est important que dans le cas où les valeurs observées sortent des fourchettes de valeurs utilisées par Kulbicki et al. (2005) pour calculer a et b.

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.

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

²⁴ 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

résidents des petites espèces (poissons anges, gobies, poissons fléchettes, petits labridés comme les *Thalassoma*, poissons demoiselles, etc.)

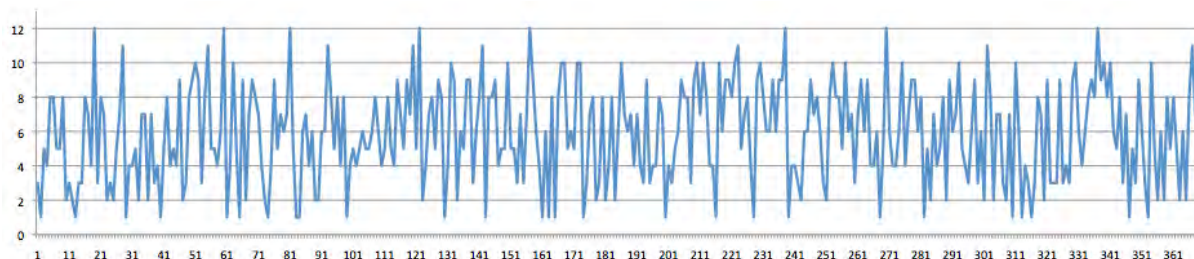


Figure D : simulation de la variation quotidienne d'un paramètre

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.

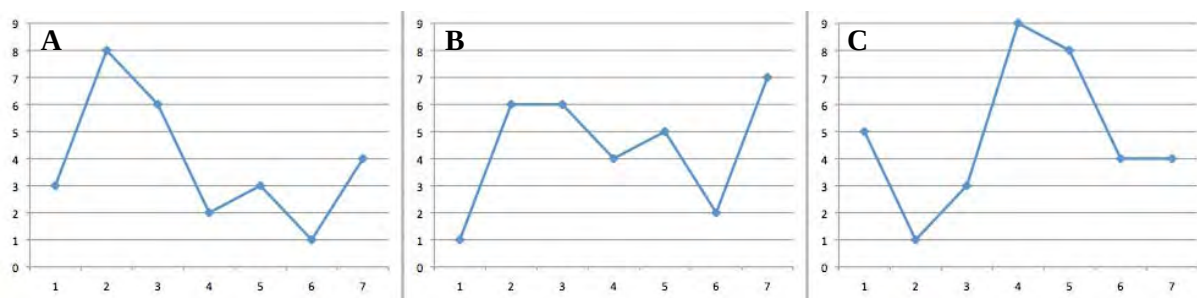


Figure E : Extraî de la figure D à des moments différents

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) :

Il apparaît, que 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.

Toutefois, 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 ».

NB : Les ANOVAs que nous pratiquons sur les données poissons sont à « un » seul critère de classification²⁵ et le protocole est fixe.

Qu'est ce qui définit qu'un protocole est fixe ou aléatoire ?

²⁵ Chaque ANOVA compare les stations sur un seul critère à la fois. Ce sera soit la Densité, soit la Biomasse, soit la Biodiversité.

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.

Ici, 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 de plus, les transects sur chaque station sont également positionnés une fois pour toutes.

Ceci étant précisé, revenons à 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) [56] 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 [17] ; Box et Andersen, 1955 [18] ; Cochran, 1947 [19] ; Donaldson, 1968 [20] ; Geary, 1956 [21] ; Hack, 1958 [22] ; Srivastava, 1959 [23]). 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.

Par ailleurs, en ce qui concerne le problème théorique d'homoscédasticité des données²⁶ (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 [56] 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 [18, 57, 58].

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 homoscédasticité²⁷.

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

²⁶ Homoscédasticité : hypothèse d'égalité des variances des erreurs aléatoires de chaque observation.

²⁷ 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.



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) [24] 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 [25]

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 [59]

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.

Annexe n° 04

Résultats bruts de l'échantillonnage LIT d'octobre 2015

Annexe 03 : Tableau a : Recouvrement du susbtrat (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	5,5	2,5	44,5	16,5	1,5	22	3,5	12,5	3,5	0	1,5	1	0	5,5	1	0	10	1,5	1	6,5	0,5	3,5	3,5	2,5	21	5	0	8	5	0	12	4,5	
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	0	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	4,5	0	0	0	0	0	0	1	9	0	1,5	1,5	0	3,5	0	1,5	0,5	1,5	0	1,5	1	0	1	0	4,5	0	0	1,5	0	0	1	0	
CB	Corail branchu	2,5	0,5	0	0,5	0,5	1	1,5	24,5	8,5	7,5	1	1	0,5	3,5	7,5	0	2	3	0	4	0	5	3,5	2,5	5	3	0	11	5,5	0	1,5	0,5	
CE	Corail encroûtant	1	0	0	2,5	0	2,5	4,5	1	2	1	14	4,5	0	12	8,5	6,5	2	3	0,5	10,5	1	7	3	5	9	22,5	4,5	6,5	18	3	1,5	2,5	
CF	Corail foliaire	0	0	1	4	0	0,5	2	1	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2,5	0,5	
CM	Corail massif	0	1,5	1,5	0,5	4	1,5	1,5	0	2	0,5	2	17,5	0	5	14	1,5	2	1	0	3,5	1	4,5	2,5	0,5	2,5	10,5	2,5	1	0	2	9	11	
CS	Corail submassif	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	6,5	1,5	0	0	0	
CMR	Fungia	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	3	2	
CME	Millepora	0	0	2,5	0,5	0	0	0	18	7,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	1,5	2	1,5	1	0	0	0	0	0	0	
SC	Coraux mous	11	6	12	8,5	1	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	2,5	0	1	2,5	6	4,5	6,5	1	0	0	1	3,5	1,5	1,5	3,5	
SP	Éponges	0	1,5	0	0	1	0	0	0,5	3	4	2,5	1,5	1	3,5	4,5	0,5	1,5	1,5	4	0	7	2	3,5	1,5	0	3	1	1	3	3	2,5	3	
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	0,5	0	0	0	0	0	1,5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	2,5	0	0	0	1	0,5	2,5	0	0,5	
AA	Assemblages algales	0	0	13	2,5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8	7	0	0	0	2	8	11,5	6	12,5	0	0	0	4	3	7	0	0	
CA	Algue calcaire	0	0	4	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0,5	13,0	10,1	15,5	16	14	9	0	0	12	6,5	12	0	0	0	4	2,5	7	0	0	
HA	Halimeda	0	0,5	11,5	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	2,5	0	1	0	0	0	0	0	0	2,5	1	0	0	0,5	0	0	0	0	
MA	Macroalgue	0	0	0	0	1	36	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
F	Algue filamenteuse	0,5	0	0,5	0	0	0	0,5	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0,5	0	0	0,5	0,5	
DCA	Corail mort avec algues	10	9,5	7,5	19,5	25	24	9,5	37,5	50,5	66,5	36	14,5	3,5	53,0	40,4	58,0	64,5	58	73,5	70,5	63	48,5	61,5	48	52,5	49,5	19	53,5	51	63	53,5	57	
DC	Corail mort	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
S	Sable	65	78	0	0	0	0	0	0	6,5	19,5	37	57,5	94,5	0	2,5	9,5	0	6,5	9	0	16	0	1	2	0	3	72	0	3,5	8	9,5	14,5	
R	Débris	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	0	0	3	3	2	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	1,5	44,5	65,5	9	75,5	2,5	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
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	0
	Abiotique	65	78	1,5	44,5	65,5	9	75,5	2,5	12,5	19,5	39,5	57,5	94,5	0	2,5	9,5	0	6,5	9	0	16	0	1	2	0	4,5	73	0	6,5	11	11,5	14,5	
	Biotique	35	22	98,5	55,5	34,5	91	24,5	97,5	87,5	80,5	60,5	42,5	5,5	100	97,5	90,5	100	93,5	91	100	84	100	99	98	100	95,5	27	100	93,5	89	88,5	85,5	
Dont coraux scléractiniaitres		13,5	4,5	47	24,5	6	28,5	13	41	25	9	22	25,5	0,5	29,5	31	9,5	17	10,5	1,5	26	3,5	20	14	10,5	44	41,5	7	34,5	30	5	30,5	21	

Annexe 03 : 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	21,5	17,5	51,5	31	28,5	62,5	11,5	56,5	62,5	71,5	38,5	17	5	70,5	66,5	81	83	83	89,5	74	80,5	80	85	87,5	56	54	20	65,5	63,5	84	58	64,5
Coraux sléractinaires	13,5	4,5	47	24,5	6	28,5	13	41	25	9	22	25,5	0,5	29,5	31	9,5	17	10,5	1,5	26	3,5	20	14	10,5	44	41,5	7	34,5	30	5	30,5	21
Abiotique	65	78	1,5	44,5	65,5	9	75,5	2,5	12,5	19,5	39,5	57,5	94,5	0	2,5	9,5	0	6,5	9	0	16	0	1	2	0	4,5	73	0	6,5	11	11,5	14,5



Annexe n° 05

Résultats bruts de l'échantillonnage du benthos d'octobre 2015

Annexe 04 : Tableau a : Inventaire des coraux et leur abondance (1 à 5) (stations de la baie de Prony et du canal Woodin)

Groupe	Famille	Genre	Transect Espece	UICN	PS	ST01A	ST01B	ST02A	ST02B	ST03A	ST03B	ST03C	ST04A	ST04B	ST04C
Antipathaire	Antipathidae	Antipathus	sp.	/			2		1			1		2	2
Antipathaire	Antipathidae	Cirripathes	sp.	/		-1	2	2	2	-1	2	2	2	2	2
Gorgone	Briareidae	Briareum	stechei	DD		2	3	2	2	2	2	2			
Gorgone	Gorgone	Indéterminé	sp.	/		2(2spp)	2(2spp)	2	2				2(2spp)	2(2spp)	2(2spp)
Gorgone	Plexauridae	Astrogorgia	mengalia	DD										1	
Milleporina	Milleporidae	Millepora	spp. (branchu)	/		3	2	4(2spp)	2	2	2	2	5(2spp)	3(2spp)	1
Milleporina	Milleporidae	Millepora	spp. (encroûtant)	/		2	2	2	2			2	2	2	
Milleporina	Milleporidae	Millepora	spp. (submassif)	/			2						2	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)	3(4spp) (B1)	5(6spp)	5(5spp)	3(3spp)	5(5spp)	4(4spp)	5(6spp)	5(5spp)	2
Scléractiniaire	Acroporidae	Acropora	spp. (tabulaire)	/		3(2spp) (B1)	3(2spp)	2	2	-2			3(3spp) (B2)	4(2spp)	1
Scléractiniaire	Acroporidae	Anacropora	forbesi	VU				2	2		2	2			
Scléractiniaire	Acroporidae	Anacropora	puertogalerae	LR-lc				3	2	2	2	2			
Scléractiniaire	Acroporidae	Astreopora	explanata	LR-nt				1	2			2	-1		
Scléractiniaire	Acroporidae	Astreopora	gracilis	LR-lc		2	2		2	2	2	2	2	2	
Scléractiniaire	Acroporidae	Astreopora	listeri	LR-lc				1		1					
Scléractiniaire	Acroporidae	Astreopora	moretonensis	VU				2	3	1	2	3		2	-2
Scléractiniaire	Acroporidae	Astreopora	myriophthalma	LR-lc		2	2	2	2		1	2		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)	4(4spp)	3(3spp)	4(2spp)	2(2spp)	3(3spp)	4(3spp)	4(3spp)	3(5spp)	2(2spp)
Scléractiniaire	Acroporidae	Montipora	spp. (branchu)	/		2		3	2	2	2	2			
Scléractiniaire	Acroporidae	Montipora	stellata	LR-lc						2					
Scléractiniaire	Acroporidae	Montipora	tuberculosa	LR-lc				2			2	1	2	2	
Scléractiniaire	Acroporidae	Montipora	undata	LR-nt		2	2			-1	-1				
Scléractiniaire	Acroporidae	Montipora	verrucosa	LR-lc		2		2					2	2	
Scléractiniaire	Agaraciidae	Leptoseris	explanata	LR-lc								1			
Scléractiniaire	Agaraciidae	Leptoseris	foliosa	LR-lc				2	2	LR-lc	2	2			
Scléractiniaire	Agaraciidae	Leptoseris	gardineri	LR-lc					2		2	2			
Scléractiniaire	Agaraciidae	Leptoseris	hawaiiensis	LR-lc										1	
Scléractiniaire	Agaraciidae	Leptoseris	mycetoseroides	LR-lc								1			
Scléractiniaire	Agaraciidae	Leptoseris	papyracea	LR-lc								2			
Scléractiniaire	Agaraciidae	Leptoseris	scabra	LR-lc			2				1	2		1	
Scléractiniaire	Agaraciidae	Leptoseris	tubulifera	LR-lc			1	2	2		2	2			
Scléractiniaire	Agaraciidae	Leptoseris	yabei	VU		1		2				2		1	
Scléractiniaire	Agaraciidae	Pachyseris	rugosa	VU							2	2			
Scléractiniaire	Agaraciidae	Pachyseris	speciosa	LR-lc		2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Scléractiniaire	Agaraciidae	Pavona	cactus	VU				2		2	2	1			
Scléractiniaire	Agaraciidae	Pavona	decussata	VU		2				2					
Scléractiniaire	Agaraciidae	Pavona	explanulata	LR-lc				2	2	2	1	2	2	2	
Scléractiniaire	Agaraciidae	Pavona	maldivensis	LR-lc		1	1							1	
Scléractiniaire	Agaraciidae	Pavona	varians	LR-lc		2	2	2	2	2	2	3	2	2	1
Scléractiniaire	Astrocoeniidae	Palauastrea	ramosa	LR-nt						2	1	2			
Scléractiniaire	Astrocoeniidae	Stylocoeniella	armata	LR-lc		2	2	2	2	2	2	3	2	2	1
Scléractiniaire	Astrocoeniidae	Stylocoeniella	quentheri	LR-lc		2	2	2	1		2	3		2	
Scléractiniaire	Caryophylliidae	Euphyllia	divisa	DD						1		1			
Scléractiniaire	Dendrophylliidae	Tubastraea	micrantha	DD									2	3(B2)	4(B2)
Scléractiniaire	Dendrophylliidae	Tubastraea	sp.	/		2	2	2	2			2	3	5	4
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		-2						2	
Scléractiniaire	Dendrophylliidae	Turbinaria	reniformis	VU		2	2	2	2			2	2	2	
Scléractiniaire	Dendrophylliidae	Turbinaria	stellulata	VU		2	1	2	1						
Scléractiniaire	Faviidae	Barabattoia	amicorum	LR-lc		3	3	3	2	2	2	3	2	2	1
Scléractiniaire	Faviidae	Caulastrea	curvata	VU					1						
Scléractiniaire	Faviidae	Caulastrea	furcata	LR-lc		-1	2				1	1			
Scléractiniaire	Faviidae	Cyphastrea	chalcidicum	LR-lc		1	2						1	1	1
Scléractiniaire	Faviidae	Cyphastrea	japonica	LR-lc		2	1	2	3	2	3	3	2	2	
Scléractiniaire	Faviidae	Cyphastrea	ocellina	VU							1				
Scléractiniaire	Faviidae	Cyphastrea	serailia	LR-lc		3	2	2	2	2	1	2	2	2	2
Scléractiniaire	Faviidae	Diploastrea	heliopora	LR-nt		1									
Scléractiniaire	Faviidae	Echinopora	gemmacea	LR-lc		2	2	2	2	1	2	2	2	2	
Scléractiniaire	Faviidae	Echinopora	horrida	LR-nt								-1			
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(2spp)	3(2spp)	2(3spp)	2(2spp)	2
Scléractiniaire	Faviidae	Favia	stelligera	LR-nt		2	2	2							
Scléractiniaire	Favites	Favites	abdit	LR-nt		2	1	2		1				2	
Scléractiniaire	Faviidae	Favites	flexuosa	LR-nt					-1						
Scléractiniaire	Faviidae	Favites	halicora	LR-nt		2	2	2		2			1	2	
Scléractiniaire	Faviidae	Favites	spp.	/		2(3spp)	2(2spp)	2(3spp)	2(2spp)	2(2spp)	2(2spp)	2(3spp)	2(2spp)	2(2spp)	2(2spp)
Scléractiniaire	Faviidae	Goniastrea	australensis	LR-lc		3	3	2	2	2	1	1	2	2	1
Scléractiniaire	Faviidae	Goniastrea	favulus	LR-nt				1							
Scléractiniaire	Faviidae	Goniastrea	pectinata	LR-lc		2				-1					
Scléractiniaire	Faviidae	Goniastrea	retiformis	LR-lc				2		1				1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	inaequalis	LR-nt		2	2	2		1				2	1
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	purpurea	LR-lc			-1	-1						1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		1	2	-1	1				1	1	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptoria	phrygia	LR-nt		2	2	2	2	2					
Scléractiniaire	Faviidae	Montastrea	curta	LR-lc		2	2	2	1	2	2		2	2	
Scléractiniaire	Faviidae	Montastrea	sp.	/				2	2	2	2	1			
Scléractiniaire	Faviidae	Montastrea	valenciennesi	LR-nt			1		1				1	1	
Scléractiniaire	Faviidae	Oulophyllia	crispa	LR-nt			1								
Scléractiniaire	Faviidae	Platygyra	daedalea	LR-lc				2		1			2	1	
Scléractiniaire	Faviidae	Platygyra	pini	LR-lc		2	1	1	2		1	1			
Scléractiniaire	Faviidae	Platygyra	sinensis	LR-lc		2	2	1	1		1			2	
Scléractiniaire	Fungiidae	Cantharellus	jebbi	LR-lc		2	1	2	2	2	2	2		1	
Scléractiniaire	Fungiidae	Cantharellus	noumeae	EN				1	2	2	2	2			



Scléractiniaire	Fungiidae	Cycloseris	cyclolites	LR-lc		1	2				2	2			
Scléractiniaire	Fungiidae	Cycloseris	sp.	/		2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
Scléractiniaire	Fungiidae	Fungia	echinata	LR-lc									2	2	1
Scléractiniaire	Fungiidae	Fungia	granulosa	LR-lc				2							
Scléractiniaire	Fungiidae	Fungia	horrida	LR-lc				2							
Scléractiniaire	Fungiidae	Fungia	simplex	DD				2			2		1	2	1
Scléractiniaire	Fungiidae	Fungia	spp.	/		2(2spp)	2(2spp)	3(3spp)	3(3spp)	2(2spp)	3(3spp)	4(4spp)	2(3spp)	2(3spp)	2(2spp)
Scléractiniaire	Fungiidae	Heliofungia	actiniformis	VU						2	1				
Scléractiniaire	Fungiidae	Lithophyllon	mokai	LR-lc		2	2	2	2	1	2	2			
Scléractiniaire	Fungiidae	Polyphyllia	novaehiberniae	LR-nt			1								
Scléractiniaire	Fungiidae	Polyphyllia	talpina	LR-lc		2	2	2	2	1	2	1			
Scléractiniaire	Fungiidae	Sandalolitha	robusta	LR-lc		2	1	2	2		1	2	1	2	-1
Scléractiniaire	Merulinidae	Hydnophora	exesa	LR-nt		1		2	1		1	2	1	1	
Scléractiniaire	Merulinidae	Hydnophora	microconos	LR-nt		2							2		
Scléractiniaire	Merulinidae	Hydnophora	rigida	LR-lc				2	-1					1	
Scléractiniaire	Merulinidae	Merulina	ampliata	LR-lc		2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
Scléractiniaire	Merulinidae	Merulina	scabricula	LR-lc				1	1	1			1	1	
Scléractiniaire	Mussidae	Acanthastrea	echinata	LR-lc		2	2	2	2	2			2	2	1
Scléractiniaire	Mussidae	Blastomussa	merleti	LR-lc				1	2		2	2			
Scléractiniaire	Mussidae	Lobophyllia	corymbosa	LR-lc		2	2	2	2	2	2	2		2	
Scléractiniaire	Mussidae	Lobophyllia	hattaii	LR-lc				2	1	2	1	2			
Scléractiniaire	Mussidae	Lobophyllia	hemprichii	LR-lc		1	1	2	2	1	1			2	
Scléractiniaire	Mussidae	Lobophyllia	pachysepta	LR-nt		2	2		1	2				1	
Scléractiniaire	Mussidae	Scolymia	australis	LR-lc		2	2	2	2	-2	1	2		2	1
Scléractiniaire	Mussidae	Scolymia	vitiensis	LR-nt		2	2	2	2	2	2	1	2	2	1
Scléractiniaire	Mussidae	Symphyllia	radians	LR-lc				1							
Scléractiniaire	Mussidae	Symphyllia	recta	LR-lc		1								1	
Scléractiniaire	Mussidae	Symphyllia	valenciennesii	LR-lc						1		1			
Scléractiniaire	Oculinidae	Galaxea	astreata	LR-lc		2	2	2		1	2	2	2	2	
Scléractiniaire	Oculinidae	Galaxea	fascicularis	LR-nt		3	2	2	2	2	2	2	3	2	2
Scléractiniaire	Oculinidae	Galaxea	paucisepta	LR-nt		2	1	2	2	-2	2	2			
Scléractiniaire	Pectiniidae	Echinomorpha	nishihirai	LR-nt				2	2		2	2			
Scléractiniaire	Pectiniidae	Echinophyllia	aspera	LR-lc				1	2				1	1	
Scléractiniaire	Pectiniidae	Echinophyllia	echinoporoides	LR-lc				1	1			1		1	
Scléractiniaire	Pectiniidae	Echinophyllia	orpheensis	LR-lc		1	2	2	2			2	2	1	
Scléractiniaire	Pectiniidae	Echinophyllia	sp.	/						1	2	2			
Scléractiniaire	Pectiniidae	Mycedium	elephantotus	LR-lc			1	2	2(B1)	1	2	2	1	2(B1)	
Scléractiniaire	Pectiniidae	Oxypora	glabra	LR-lc				1	1		1	1	1		
Scléractiniaire	Pectiniidae	Oxypora	sp.	/								1			
Scléractiniaire	Pectiniidae	Pectinia	lactuca	VU					2					1	
Scléractiniaire	Pectiniidae	Pectinia	paonia	LR-nt						1					
Scléractiniaire	Pocilloporidae	Pocillopora	damicornis	LR-lc		4	3	3	2	2	2	2	3	3	
Scléractiniaire	Pocilloporidae	Pocillopora	meandrina	LR-lc		1									
Scléractiniaire	Pocilloporidae	Pocillopora	verrucosa	LR-lc		2	2	1					2	2	
Scléractiniaire	Pocilloporidae	Seriatopora	caliendrum	LR-nt		2		1							
Scléractiniaire	Pocilloporidae	Seriatopora	histris	LR-lc		3	2	2(B1)	2	2			5	3(B1)	
Scléractiniaire	Pocilloporidae	Stylophora	mordax	DD									2	2	
Scléractiniaire	Pocilloporidae	Stylophora	pistillata	LR-nt		3	2	2		2			3	2	
Scléractiniaire	Poritidae	Alveopora	catalai	LR-nt							2	2			
Scléractiniaire	Poritidae	Alveopora	sp.	/		2		2	2	2	2	2			
Scléractiniaire	Poritidae	Alveopora	spongiosa	LR-nt				2	2						
Scléractiniaire	Poritidae	Goniopora	sp.	/		2	1	2	2	2	2	3			
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	3	2	2	2				
Scléractiniaire	Poritidae	Porites	sp.	/				2	2	2	2	3	2	2	
Scléractiniaire	Siderastreidae	Coscinaraea	columna	LR-lc		2	1	2	2	1	1	2	2	2	
Scléractiniaire	Siderastreidae	Psammocora	contigua	LR-nt		1		2	1						
Scléractiniaire	Siderastreidae	Psammocora	explanulata	LR-lc										-1	
Scléractiniaire	Siderastreidae	Psammocora	haimeana	LR-lc		1		1	2		1	2	2	2	
Scléractiniaire	Siderastreidae	Psammocora	nierstraszi	LR-lc		1		1			1		2	1	
Scléractiniaire	Siderastreidae	Psammocora	profundacella	LR-lc				2	1			1	2		
Scléractiniaire	Siderastreidae	Psammocora	superficialis	LR-lc		1	1	2	2	1	2	1	1	1	
Stolonifera	Tubiporidae	Tubipora	musica	LR-nt		2	2							2	

Annexe 04 : 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	Transect	UICN	PS	ST01A	ST01B	ST02A	ST02B	ST03A	ST03B	ST03C	ST04A	ST04B	ST04C
				Espece												
Algues brunes	Phéophycées	Dictyotaceae	Dictyota	sp.	DD		2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Algues brunes	Phéophycées	Dictyotaceae	Lobophora	variegata	DD		3	2	4	3	3	5	4	2	3	2
Algues brunes	Phéophycées	Dictyotaceae	Padina	sp.	DD		1				1					
Algues rouges	Rhodophycées	Coralinaceae	Amphiroa	sp.	DD				2	2	2	3	3	2	2	2
Algues vertes	Chlorophycées	Caulerpacaeae	Caulerpa	sp.	DD							2			1	
Algues vertes	Chlorophycées	Codiaceae	Codium	sp.	DD		2	2					2			
Algues vertes	Chlorophycées	Dasycladaceae	Neomeris	vanbosseae	DD						-2					
Algues vertes	Chlorophycées	Halimedeae	Halimeda	sp.	DD		2	2(2spp)	4(2spp)	2(2spp)	3(2spp)	3(2spp)	3(2spp)	2	2(2spp)	
Algues vertes	Chlorophycées	Udoteaceae	Chlorodesmis	fastigiata	DD		-1	-1			2	2				
Algues vertes	Chlorophycées	Valoniaceae	Ventricaria	ventricosa	DD		1	1	2	2	2	1				
Ascidies	Ascidies	Didemnidae	Didemnum	molle	DD		2									
Ascidies	Ascidies	Didemnidae	Didemnum	sp. (blanche)	DD		2	2	2							
Ascidies	Ascidies	Styelidae	Polycarpa	aurita	DD		3	3	2	2	2	2		2	2	1
Ascidies	Ascidies	Styelidae	Polycarpa	cryptocarpa	DD		2	2	2	2	3	2			2	2
Ascidies	Ascidies	Styelidae	Polycarpa	nigricans	DD		2	2	2	-3	-3	2	2	2	2	2
Ascidies	Ascidies	Styelidae	Polycarpa	sp1. (blanche)	DD		2	2				1	-1		2	
Bryozoaires	Cyclostomes	Tetraplariidae	Alcyonidium	sp.	DD				2					3	4	4
Cnidaires	Actiniaires	Actinodiscidae	Discosoma	sp.	DD						-2	2	2			
Cnidaires	Alcyonaires	Alcyoniidae	Cladiella	sp.	DD		2	2								
Cnidaires	Alcyonaires	Alcyoniidae	klyxum	sp.	DD		2	2	2	2						
Cnidaires	Alcyonaires	Alcyoniidae	Lobophytum	sp.	DD		2	2	2						2	
Cnidaires	Alcyonaires	Alcyoniidae	Rhytisma	sp.	DD		2	2				2				
Cnidaires	Alcyonaires	Alcyoniidae	Sarcophyton	sp.	DD		5(2spp)	4(2spp)	5(2spp)	5(2spp)	2	3	3	3	3	1
Cnidaires	Alcyonaires	Alcyoniidae	Sinularia	dura	DD		2	3	3	3	2	2	2			
Cnidaires	Alcyonaires	Alcyoniidae	Sinularia	flexibilis	DD		2	2								
Cnidaires	Alcyonaires	Alcyoniidae	Sinularia	leptoclados	DD				2	2						
Cnidaires	Alcyonaires	Alcyoniidae	Sinularia	sp.	DD		3	3	2	2	2	3	3		1	2
Cnidaires	Alcyonaires	Nephtheidae	Nephthea	sp.	DD		2	2	4	4	2	2	2	2	3	
Cnidaires	Alcyonaires	Nephtheidae	Xenia	sp.	DD		3	2								
Cnidaires	Alcyonaires	Nidaliidae	Chironephthya	sp.	DD			-1		2						
Cnidaires	Hydrozoaires	Indéterminé	Indéterminé	sp.	DD		2	2		2	2	2		3	4	3
Cnidaires	Zoanthaires	Zoanthidae	Indéterminé	sp.	DD		2	2		2		-2	2		2	-2
Cnidaires	Zoanthaires	Zoanthidae	Palythoa	sp.	DD		2	2	2	2				2	2	2
Cyanobactéries	Cyanophycées	Phormidiaceae	Phormidium	sp.	DD		2	2	1	1	4	2	-2	-2	-2	
Cyanobactéries	Cyanophycées	Phormidiaceae	Symploca	hydnoïdes	DD		2	2			2	1		-2		
Echinodermes	Astéries	Acanthasteridae	Acanthaster	planci	DD									-1		
Echinodermes	Astéries	Ophidiasteridae	Celerina	heffernani	DD						1	1			1	-1
Echinodermes	Astéries	Ophidiasteridae	Fromia	indica	DD		1	1				1	1		-2	
Echinodermes	Astéries	Ophidiasteridae	Fromia	milleporrella	DD										1	





Echinodermes	Astéries	Ophidiasteridae	<i>Fromia</i>	<i>monilis</i>	DD						2	1			1	1
Echinodermes	Astéries	Ophidiasteridae	<i>Gomophia</i>	<i>egyptiaca</i>	DD		1	1		1	1		1		1	
Echinodermes	Astéries	Ophidiasteridae	<i>Linckia</i>	<i>multifora</i>	DD		2	1				1		2	-1	
Echinodermes	Astéries	Ophidiasteridae	<i>Nardoa</i>	<i>gomophia</i>	DD		2	2	1	1	1		1	1		-1
Echinodermes	Crinoides	Indéterminé	Indéterminé	sp.	DD		2	2	2	2				3	5	5
Echinodermes	Echinides	Diadematidae	<i>Diadema</i>	<i>setosum</i>	DD		2		1	-1	-1		-2		2	1
Echinodermes	Echinides	Diadematidae	<i>Echinometrix</i>	<i>diadema</i>	DD										1	
Echinodermes	Echinides	Echinometridae	<i>Echinometra</i>	<i>mathaei</i>	DD					-1						
Echinodermes	Echinides	Echinometridae	<i>Parasalenia</i>	<i>gratiosa</i>	DD				2		1	1			2	1
Echinodermes	Holothurides	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>edulis</i>	DD		2	2	2	2		2	2		2	2
Echinodermes	Holothurides	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>flavomaculata</i>	DD		2		3	3	1	2	3	1	2	
Echinodermes	Holothurides	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>fuscopunctata</i>	DD		1	1								
Echinodermes	Holothurides	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>whitmaei</i>	DD		1	-1								
Echinodermes	Holothurides	Stichopodidae	<i>Stichopus</i>	<i>variegatus</i>	DD			-1								
Echinodermes	Ophiurides	Ophiocomidae	<i>Echinometrix</i>	<i>caryophyllata</i>	DD		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Echinodermes	Ophiurides	Ophiocomidae	<i>Ophiure</i>	ind.	DD		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Eponges	Spongiaires	Anchinoidae	<i>Hamigera</i>	<i>strongylata</i>	DD							-2	2	2	4	2
Eponges	Spongiaires	Ancorinidae	<i>Stellata</i>	sp.	DD										2	2
Eponges	Spongiaires	Axinellidae	<i>Cymbastella</i>	<i>cantharella</i>	DD										2	2
Eponges	Spongiaires	Callyspongiidae	<i>Dactylia</i>	<i>delicata</i>	DD							1	1	2	2	1
Eponges	Spongiaires	Clionidae	<i>Cliona</i>	<i>julliinei</i>	DD		3	3	3	4	2	2	3	2	3	3
Eponges	Spongiaires	Clionidae	<i>Cliona</i>	<i>orientalis</i>	DD		3	2	3	3	2	2	2	3	4	3
Eponges	Spongiaires	Dysideidae	<i>Dysidea</i>	<i>arenaria</i>	DD		-1	-1			1					
Eponges	Spongiaires	Dysideidae	<i>Dysidea</i>	<i>herbacea</i>	DD		2	1	2		2	-2		2	1	
Eponges	Spongiaires	Indéterminé	Indéterminé	sp.(noire)	DD				2	2	2	2		3	3	3
Eponges	Spongiaires	Indéterminé	Indéterminé	sp.(orange)	DD			1							-1	
Eponges	Spongiaires	Microcionidae	<i>Clathria</i>	<i>rugosa</i>	DD										-2	-2
Eponges	Spongiaires	Niphatidae	<i>Gelliodes</i>	<i>carcosa</i>	DD			-1								
Eponges	Spongiaires	Spirastrellidae	<i>Spheciospongia</i>	<i>vagabunda</i>	DD		5	2	3	3	3	2	2	2	3	2
Mollusques	Bivalves	Arcidae	<i>Arca</i>	<i>ventricosa</i>	DD						2			2	2	
Mollusques	Bivalves	Gryphaeidae	<i>Hytissa</i>	<i>hyotis</i>	DD				2			2			2	2
Mollusques	Bivalves	Isognomonidae	<i>Isognomon</i>	<i>isognomon</i>	DD		3	3	3	3	2	3	3	3	3	2
Mollusques	Bivalves	Mytilidae	<i>Septifer</i>	<i>bilocularis</i>	DD		2	2	3	2	2		2	3	3	
Mollusques	Bivalves	Ostreidae	<i>Saccostrea</i>	<i>cucullata</i>	DD						2					
Mollusques	Bivalves	Ostreidae	<i>Saccostrea</i>	sp.	DD				3							
Mollusques	Bivalves	Pinnidae	<i>Pinna</i>	sp.	DD						-2			1	1	
Mollusques	Bivalves	Pteridae	<i>Pteria</i>	sp.	DD		2	2	2	2		1	2		2	
Mollusques	Bivalves	Spondylidae	<i>Pedum</i>	<i>spondyloideum</i>	DD		3	3	2	2	2	2		3	3	
Mollusques	Bivalves	Spondylidae	<i>Spondylus</i>	sp.	DD		2	2	2	2	1	2	2	2	2	
Mollusques	Bivalves	Tridacnidae	<i>Tridacna</i>	<i>maxima</i>	LR-cd		1		1		1			1		
Mollusques	Bivalves	Tridacnidae	<i>Tridacna</i>	<i>squamosa</i>	LR-cd				1					1		
Mollusques	Gastéropodes	Conidae	<i>Conus</i>	<i>distans</i>	DD				-1							
Mollusques	Gastéropodes	Conidae	<i>Conus</i>	<i>miles</i>	DD		1	1	1							
Mollusques	Gastéropodes	Conidae	<i>Conus</i>	<i>textile</i>	DD		1									
Mollusques	Gastéropodes	Coralliophillidae	<i>Coralliophila</i>	sp.	DD				2							
Mollusques	Gastéropodes	Coralliophillidae	<i>Coralliophila</i>	<i>violacea</i>	DD		2		2	2	2	2			2	
Mollusques	Gastéropodes	Fasciolaridae	<i>Latirolagena</i>	<i>smaragdula</i>	DD		1		1		2			1	2	1
Mollusques	Gastéropodes	Muricidae	<i>Chicoreus</i>	<i>brunneus</i>	DD		1									1
Mollusques	Gastéropodes	Strombidae	<i>Lambis</i>	<i>lambis</i>	DD		1		-1	-1		1				
Mollusques	Gastéropodes	Strombidae	<i>Lambis</i>	<i>scorpius</i>	DD		1			1						
Mollusques	Gastéropodes	Turbinidae	<i>Astraea</i>	<i>rhodostoma</i>	DD		2	2	2	1		2	2	2	2	
Mollusques	Gastéropodes	Vasidae	<i>Vasum</i>	sp.	DD										1	
Mollusques	Nudibranches	Chromodorididae	<i>Cadlinella</i>	sp.	DD							1				
Mollusques	Nudibranches	Chromodorididae	<i>Chromodoris</i>	<i>leopardus</i>	DD		1	1								
Mollusques	Nudibranches	Chromodorididae	<i>Glossodoris</i>	<i>rubroannulatus</i>	DD											1
Mollusques	Nudibranches	Chromodorididae	<i>Risbecia</i>	<i>tryoni</i>	DD						1		2			
Mollusques	Nudibranches	Dorididae	<i>Halgerda</i>	<i>johnsonorum</i>	DD			-1				2				
Mollusques	Nudibranches	Phyllidiidae	<i>Phyllidia</i>	<i>ocellata</i>	DD											1
Mollusques	Nudibranches	Phyllidiidae	<i>Phyllidiella</i>	<i>pustulosa</i>	DD			1						-2	-2	
Vers	Annélides polychètes	Serpulidae	<i>Spirobranchus</i>	<i>giganteus</i>	DD		3	3	3	2	2	2		3	3	-2



Annexe 04 : Tableau c : Inventaire des coraux et leur abondance (1 à 5) (stations du canal de la Havannah)

			Transect	UICN	PS	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
Groupe	Famille	Genre	Espece																								
Antipathaire	Antipathidae	Antipathus	sp.	/			2	2		2	2		1	2				2	2	1	2	2		2	2		1
Antipathaire	Antipathidae	Cirripathes	sp.	/		1	2	2		2	2		2	2	1	-1		2	2	2	2	2		2	2	2	2
Gorgone	Briareidae	Briareum	stechei	DD		1	2	2					2	2	2	1								2	2	1	2
Gorgone	Gorgone	Indéterminé	sp.	/		2(2spp)	2(2spp)	2(2spp)	2	2(2spp)	2(2spp)	2	2	2(2spp)	2(2spp)	2	2(2spp)	3(4spp)	3(4spp)	2(2spp)	2(2spp)	2(3spp)	2	2(3spp)	2(2spp)	2	2(2spp)
Gorgone	Melithaeidae	Melithaea	ochracea	DD														2	2								
Milleporina	Milleporidae	Millepora	spp. (branchu)	/		3	2			2			2		2	-1		2	2	2	2					2	
Milleporina	Milleporidae	Millepora	spp. (encroûtant)	/		2	2		2	2	1		2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	
Milleporina	Milleporidae	Millepora	spp. (submassif)	/																2	2		2	2		1	2
Scléractiniaire	Acroporidae	Acropora	cytherea	LR-lc																2(B1)	2(B1)						
Scléractiniaire	Acroporidae	Acropora	florida	LR-nt			2		2	2			1		2					2(B1)	2(B1)		2	2			
Scléractiniaire	Acroporidae	Acropora	formosa	LR-nt								-2			2								2			2	
Scléractiniaire	Acroporidae	Acropora	gemmifera	LR-lc					2																		
Scléractiniaire	Acroporidae	Acropora	hyacinthus	LR-nt																2(B1)	2(B1)						
Scléractiniaire	Acroporidae	Acropora	millepora	LR-nt		2			2			1			2		2						2				
Scléractiniaire	Acroporidae	Acropora	monticulosa	LR-nt		2			2			2					2			2			2				
Scléractiniaire	Acroporidae	Acropora	robusta	LR-lc																2							
Scléractiniaire	Acroporidae	Acropora	spp. (branchu)	/		4(3spp)	3(3spp)	2(2spp)	5(4spp) (B2)	3(3spp) (B1)	2	5(5spp) (B2)	3(2spp) (B2)	2(2spp) (B1)	4(4spp)	3(2spp)	5(4spp)	4(3spp)	4(3spp)	5(8spp) (B2)	5(5spp) (B2)	2(2spp)	5(6spp) (B2)	4(3spp) (B2)	2(2spp)	4(5spp) (B1)	3(3spp) (B2)
Scléractiniaire	Acroporidae	Acropora	spp. (tabulaire)	/		3(2spp)	2(2spp)	2	5(3spp) (B2)	3(2spp) (B1)	2(2spp)	5(3spp) (B2)	3(2spp) (B2)	2(B1)	4(2spp)	2	5(3spp)	5(3spp)	4(2spp)	4(3spp) (B2)	3(2spp) (B2)	2(2spp) (B1)	5(4spp) (B2)	4(3spp) (B2)		3(3spp) (B1)	2(2spp)
Scléractiniaire	Acroporidae	Astreopora	explanata	LR-nt		1									1	1						1					
Scléractiniaire	Acroporidae	Astreopora	gracilis	LR-lc		2	2		2	2		2	2		2	1	2	2	2	2	2	1	2	2		2	2
Scléractiniaire	Acroporidae	Astreopora	listeri	LR-lc																				1			
Scléractiniaire	Acroporidae	Astreopora	moretonensis	VU											2			1		1	1				1	1	
Scléractiniaire	Acroporidae	Astreopora	myriophthalma	LR-lc					2	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	2		2	2		2	1
Scléractiniaire	Acroporidae	Astreopora	sp.	/		2	2	2									2	2	1		2		2	2			
Scléractiniaire	Acroporidae	Isopora	palifera	LR-nt		2	2		1						2	2				2	2(B1)		2(B1)	2		2	
Scléractiniaire	Acroporidae	Montipora	danae	LR-lc		2			1											2	2					2	
Scléractiniaire	Acroporidae	Montipora	hispida	LR-lc		2																1				2	
Scléractiniaire	Acroporidae	Montipora	spp.	/		4(4spp)	4(3spp)	2(2spp)	5(4spp) (B1)	3(4spp)	3(3spp)	5(4spp)	4(3spp)	2(2spp)	3(4spp)	2(3spp)	5(3spp)	4(3spp)	4(3spp)	4(2spp)	4(2spp) (B1)	3(2spp)	5(4spp)	5(4spp) (B1)	3(2spp)	4(4spp)	4(3spp)
Scléractiniaire	Acroporidae	Montipora	spp. (branchu)	/			2																				
Scléractiniaire	Acroporidae	Montipora	tuberculosa	LR-lc		2														2	2		2	2		1	2
Scléractiniaire	Acroporidae	Montipora	undata	LR-nt			2					2	1				2	2		1	1						
Scléractiniaire	Acroporidae	Montipora	verrucosa	LR-lc		1	1					2					2	1		1	1		2			2	
Scléractiniaire	Agaraciidae	Coeloseris	mayeri	LR-lc														1									
Scléractiniaire	Agaraciidae	Gardineroseris	planulata	LR-lc					2	2					1		1	2		2	2		2	2	1	1	
Scléractiniaire	Agaraciidae	Leptoseris	explanata	LR-lc							1																1
Scléractiniaire	Agaraciidae	Leptoseris	hawaiiensis	LR-lc						1	1		1	1				1			1			1		1	
Scléractiniaire	Agaraciidae	Leptoseris	mycetoseroides	LR-lc																	1	-1					
Scléractiniaire	Agaraciidae	Leptoseris	scabra	LR-lc									-1	-1				1			1	1		1			
Scléractiniaire	Agaraciidae	Leptoseris	yabei	VU						1	1				1	1			1		1	1		1	1	1	1
Scléractiniaire	Agaraciidae	Pachyseris	rugosa	VU																1	1					2	
Scléractiniaire	Agaraciidae	Pachyseris	speciosa	LR-lc		2	2	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2(B1)	2	2	2	2	2
Scléractiniaire	Agaraciidae	Pavona	cactus	VU											1											1	
Scléractiniaire	Agaraciidae	Pavona	clavus	LR-lc					1	1										1	1	-1					
Scléractiniaire	Agaraciidae	Pavona	decussata	VU		2	2								2					1	1					2	1
Scléractiniaire	Agaraciidae	Pavona	duerdeni	LR-lc					1(B1)	2		1	1	-1				-1	1	1	2		2	2			
Scléractiniaire	Agaraciidae	Pavona	explanulata	LR-lc		2	2	2		1	1		2	1				2	2	2	2	1	2	2	1	2	1
Scléractiniaire	Agaraciidae	Pavona	maldivensis	LR-lc		2	1			2		1	2		1					2(B1)	1		2	2		2	
Scléractiniaire	Agaraciidae	Pavona	varians	LR-lc		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2
Scléractiniaire	Astrocoeniidae	Palauastrea	ramosa	LR-nt																						2	
Scléractiniaire</																											



Scléractiniaire	Faviidae	Cyphastrea	chalcidicum	LR-lc		1	1	1		1	1	1	1				1	2		1		2	1	2	2		
Scléractiniaire	Faviidae	Cyphastrea	japonica	LR-lc		2	2	1		2								2	2	-1				2	2		
Scléractiniaire	Faviidae	Cyphastrea	microphthalma	LR-lc									1					2									
Scléractiniaire	Faviidae	Cyphastrea	serailia	LR-lc		2	2	1	2	2	1	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	1			2	1(B1)		1		2	1		2	1	2	2	2		2	2		
Scléractiniaire	Faviidae	Echinopora	horrida	LR-nt		1													2(B1)	2				2	1		
Scléractiniaire	Faviidae	Echinopora	lamellosa	LR-lc		2	1			2	1				2			2	1	2(B1)	2		2	2	1		
Scléractiniaire	Faviidae	Favia	favus	LR-lc								1						1		2(B1)		1			-1		
Scléractiniaire	Faviidae	Favia	laxa	LR-nt																1							
Scléractiniaire	Faviidae	Favia	maritima	LR-nt		1					1																
Scléractiniaire	Faviidae	Favia	matthai	LR-nt				1																			
Scléractiniaire	Faviidae	Favia	maxima	LR-nt					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	1	2	2	1	1	1			2	2		1	1		2	2		2		
Scléractiniaire	Faviidae	Favia	spp.	/		2(3spp)	2(2spp)	2(2spp)	2(2spp)	2(2spp)	2	2(2spp) (B1)	2(2spp)	2	2(3spp)	2(2spp)	2(3spp)	2(2spp)	2(3spp)	2(2spp)	2(2spp)	2	3(4spp)	3(4spp)	2(2spp)	3(3spp)	2(2spp)
Scléractiniaire	Faviidae	Favia	stelligera	LR-nt		1			2	2			1		1							2		1			
Scléractiniaire	Faviidae	Favites	abditata	LR-nt		2			2	2					1		2	1		2	2		2		1		
Scléractiniaire	Faviidae	Favites	chinensis	LR-nt								1															
Scléractiniaire	Faviidae	Favites	flexuosa	LR-nt				1			1																
Scléractiniaire	Faviidae	Favites	halicora	LR-nt		2	1		2	1		2			2		2		2	2		2	2		2		
Scléractiniaire	Faviidae	Favites	pentagona	LR-lc				1																			
Scléractiniaire	Faviidae	Favites	spp.	/		2(3spp)	2(2spp)	2(2spp)	2(3spp)	2(2spp)	2(2spp)	2(2spp) (B1)	2(2spp)	2	2(3spp)	2(2spp)	3(3spp) (B2)	2(2spp)	2(2spp)	2(2spp)	2(3spp)	2	3(3spp)	3(4spp)	2(2spp)	3(3spp)	2(2spp)
Scléractiniaire	Faviidae	Goniastrea	aspera	LR-lc					1	1																	
Scléractiniaire	Faviidae	Goniastrea	australensis	LR-lc		2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	3	2	2	2	1	2	2(B1)	1		
Scléractiniaire	Faviidae	Goniastrea	favulus	LR-nt													1	-1							1		
Scléractiniaire	Faviidae	Goniastrea	pectinata	LR-lc		1																			1		
Scléractiniaire	Faviidae	Goniastrea	retiformis	LR-lc													1	1							1		
Scléractiniaire	Faviidae	Goniastrea	sp.	/					1	1										2			2				
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	inaequalis	LR-nt			2	1	1		2	2	1	1			2	2		2	2		1	2	1	2	
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	purpurea	LR-lc				1		1			1			1											
Scléractiniaire	Faviidae	Leptastrea	transversa	LR-lc		2	1			1							1			1	1		1	1	1		
Scléractiniaire	Faviidae	Leptoria	phrygia	LR-nt		2	2		2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2		
Scléractiniaire	Faviidae	Montastrea	annuligera	DD					1	1	2				1		1					1					
Scléractiniaire	Faviidae	Montastrea	curta	LR-lc		2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2		
Scléractiniaire	Faviidae	Montastrea	sp.	/		1																2	1				
Scléractiniaire	Faviidae	Montastrea	valenciennesi	LR-nt				2			1																
Scléractiniaire	Faviidae	Oulastrea	crispata	LR-lc																		1					
Scléractiniaire	Faviidae	Oulophyllia	bennettiae	LR-nt																	1	1		1			
Scléractiniaire	Faviidae	Oulophyllia	crispa	LR-nt		1			1									1			1						
Scléractiniaire	Faviidae	Oulophyllia	sp.	/		1														1							
Scléractiniaire	Faviidae	Platygyra	daedalea	LR-lc		2	2		2	2		2	1		2	1	2	2	2	2	1	2	2				
Scléractiniaire	Faviidae	Platygyra	pini	LR-lc			1		2			1	1		1	-1		-1	1		1	2	2	2			
Scléractiniaire	Faviidae	Platygyra	sinensis	LR-lc		1			2	1		2			1	1	2	2	2		1	1	2	1	1		
Scléractiniaire	Fungiidae	Ctenactis	sp.	/																2	2		2		2		
Scléractiniaire	Fungiidae	Cycloseris	cyclolites	LR-lc				1						1	1			1	2		1			2	2		
Scléractiniaire	Fungiidae	Cycloseris	sp.	/					1	2				1	2	2	1	2	2	2	1	-1	2	1	2		
Scléractiniaire	Fungiidae	Fungia	echinata	LR-lc		1																		2	2		
Scléractiniaire	Fungiidae	Fungia	granulosa	LR-lc					2	2														2	2		
Scléractiniaire	Fungiidae	Fungia	horrida	LR-lc		2	2		2	2										2	2						
Scléractiniaire	Fungiidae	Fungia	repanda	LR-lc								2	2									1			2		
Scléractiniaire	Fungiidae	Fungia	simplex	DD		2	2			2	1									1	1				2		
Scléractiniaire	Fungiidae	Fungia	spp.	/		2(2spp)	2(2spp)			2(2spp)	2(2spp)		2(2spp) (B1)	2(2spp) (B1)	3(3spp)	2		2(3spp)	2(2spp)	2(2spp)	3(2spp)	2	1	2(2spp)	2(2spp)	4(5spp)	5(5spp)
Scléractiniaire	Fungiidae	Heliofungia	actiniformis	VU																					1		
Scléractiniaire	Fungiidae	Herpolitha	limax	LR-lc					1	1					1			1	-1					1(B1)	1	1	
Scléractiniaire	Fungiidae	Podabacia	crustacea	LR-lc																	1						
Scléractiniaire	Fungiidae	Polyphyllia	novaehiberniae	LR-nt																							



Scléractiniaire	Mussidae	Lobophyllia	hattaii	LR-lc												1	1	1			1		1	1		
Scléractiniaire	Mussidae	Lobophyllia	hemprichii	LR-lc		1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1		1	1	2	1	2	2		2	2
Scléractiniaire	Mussidae	Lobophyllia	pachysepta	LR-nt		1	-1							1	-1			2	1							
Scléractiniaire	Mussidae	Lobophyllia	sp.	/															2	1	1					
Scléractiniaire	Mussidae	Scolymia	australis	LR-lc											1		1	1		1					1	
Scléractiniaire	Mussidae	Scolymia	vitiensis	LR-nt		2	2	2	2	2	1	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								1	1					
Scléractiniaire	Mussidae	Symphyllia	recta	LR-lc					1	1	1			1		1	1					1	1	1	1	
Scléractiniaire	Mussidae	Symphyllia	sp.	/			1			1		2		1		1	1			1	1	1	1			
Scléractiniaire	Mussidae	Symphyllia	valenciennesii	LR-lc							1	1					1		1	1	1	1	1			
Scléractiniaire	Mussidae	Symphyllia	wilsoni	LR-lc				2				1					1			1	1					
Scléractiniaire	Oculinidae	Galaxea	astreata	LR-lc			1					1							2	1		2				
Scléractiniaire	Oculinidae	Galaxea	fascicularis	LR-nt		3	2	2	3(B2)	3(B2)	2	4(B2)	3(B1)	2	3	2	3	3	3	3	3	2	5(B1)	5(B1)	2	2
Scléractiniaire	Pectiniidae	Echinophyllia	aspera	LR-lc						1	1		1	1			1		1	1		1	1			
Scléractiniaire	Pectiniidae	Echinophyllia	echinoporoides	LR-lc		1							1	1	1	1		1		1	1					
Scléractiniaire	Pectiniidae	Echinophyllia	orpheensis	LR-lc		1				1	1		1		1		2	1		1	1		1	1	1	
Scléractiniaire	Pectiniidae	Echinophyllia	sp.	/			1														1		1			
Scléractiniaire	Pectiniidae	Mycedium	elephantotus	LR-lc			1	1		2	2		2(B1)	1	2		2	1		2(B1)	1		2	1	1	
Scléractiniaire	Pectiniidae	Oxypora	glabra	LR-lc				1							1		1									
Scléractiniaire	Pectiniidae	Oxypora	lacera	LR-lc							1							1			1	1				
Scléractiniaire	Pectiniidae	Oxypora	sp.	/								1														
Scléractiniaire	Pectiniidae	Pectinia	lactuca	VU		2	1	1		2	2		2(B1)		2			1	1	2(B1)	2		1	2	1	
Scléractiniaire	Pectiniidae	Pectinia	paeonia	LR-nt			1						1											1		
Scléractiniaire	Pocilloporidae	Pocillopora	damicornis	LR-lc		3	2	2	4	3	2	3(B2)	3(B1)	2	4	2	3	3	3(B2)	3(B2)	2	5(B1)	3(B1)	2	2	
Scléractiniaire	Pocilloporidae	Pocillopora	eydouxi	LR-nt				2	2		2			2		1	1					2	2			
Scléractiniaire	Pocilloporidae	Pocillopora	kelleheri	LR-lc					1	1	-1	1	1				2	2	2				1	1		
Scléractiniaire	Pocilloporidae	Pocillopora	meandrina	LR-lc					1		3(B2)	3(B1)				2	2	2			1	2	2			
Scléractiniaire	Pocilloporidae	Pocillopora	verrucosa	LR-lc		2	2		2	2	1	2(B1)	2	2	2	2	2	2	2	2(B1)	2(B1)	1	3	2	1	
Scléractiniaire	Pocilloporidae	Seriatopora	caliendrum	LR-nt		1			2	2(B1)	1	2(B1)	2(B1)	2	4	2	2	2	3(B2)	2(B1)	2	5(B1)	4(B1)	2		
Scléractiniaire	Pocilloporidae	Seriatopora	histris	LR-lc		2	2		2(B1)	2	2	2(B1)	2(B1)	1	4	1	2	2	3(B1)	3(B2)	2(B2)	3	2(B1)	2	2	
Scléractiniaire	Pocilloporidae	Seriatopora	stellata	LR-nt								2(B1)														
Scléractiniaire	Pocilloporidae	Stylophora	mordax	DD				2(B1)								1						3	2		1	
Scléractiniaire	Pocilloporidae	Stylophora	pistillata	LR-nt		2	2		3	3	1	2(B1)	3(B12)	1	3	2		2	1	3(B2)	2(B2)	2		2	2	
Scléractiniaire	Pocilloporidae	Stylophora	subseriata	LR-lc								1						1								
Scléractiniaire	Poritidae	Alveopora	sp.	/		2	2			1	1		-1					2	2		1	2	2		2	
Scléractiniaire	Poritidae	Alveopora	spongiosa	LR-nt				1			1	2	1	2		1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Scléractiniaire	Poritidae	Goniopora	sp.	/		2	2	2				1		1		2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	
Scléractiniaire	Poritidae	Porites	cylindrica	LR-nt		2	2																	2	2	
Scléractiniaire	Poritidae	Porites	lichen	LR-lc		2	2							3	1			2	2		2	2				
Scléractiniaire	Poritidae	Porites	lobata	LR-nt		4	3		2	3	2	2	2	2	4	2	2	1	2	2	-2	2(B1)	2	2		
Scléractiniaire	Poritidae	Porites	lutea	LR-lc		2	2		2	2																
Scléractiniaire	Poritidae	Porites	nigrescens	VU			2																			
Scléractiniaire	Poritidae	Porites	sp.	/		2	3	2			2	3	3	2	2		2	2	1	2	2	2	2	4(B1)	3(B1)	
Scléractiniaire	Siderastreidae	Coscinaraea	columna	LR-lc		2	2	2	2	2		1	2	1	2	1	2	2	2	2	1	2	2	1	2	
Scléractiniaire	Siderastreidae	Coscinaraea	exesa	LR-lc						1			1										1			
Scléractiniaire	Siderastreidae	Psammocora	contigua	LR-nt		2	2		1	2		2	2		2		1	2	1	2		2	2		2	
Scléractiniaire	Siderastreidae	Psammocora	digitata	LR-nt				1												2			1			
Scléractiniaire	Siderastreidae	Psammocora	haimeana	LR-lc			1					1	1		1		2	1								
Scléractiniaire	Siderastreidae	Psammocora	nierstraszi	LR-lc				1	1					1					1				1			
Scléractiniaire	Siderastreidae	Psammocora	profundacella	LR-lc		1	1	1		1	1		1	1		1		2					1	1		
Scléractiniaire	Siderastreidae	Psammocora	superficialis	LR-lc		1									2						2	1		1		
Stolonifera	Tubiporidae	Tubipora	musica	LR-nt			2								2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	

Annexe 04 : Tbleau d : Inventaire des Macrophytes et des Invertébrés et leur abondance (1 à 5) (stations du canal de la Havannah)

				Transect	UICN	PS	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
Groupe	Sous groupe	Famille	Genre	Espece			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	Dictyotaceae	<i>Dictyota</i>	sp.	DD		2	2			2			3	2	3	3	-2	3	3	2	2		2	3	2	2	
Algues brunes	Phéophycées	Dictyotaceae	<i>Lobophora</i>	<i>variegata</i>	DD		2	-2								3	2		2	2	2	2				3	3	
Algues brunes	Phéophycées	Dictyotaceae	<i>Padina</i>	sp.	DD														-2									
Algues brunes	Phéophycées	Sargassaceae	<i>Turbinaria</i>	<i>ornata</i>	DD		2			3			4					3						2				
Algues rouges	Rhodophycées	Bonnemaïsoniaceae	<i>Asparagopsis</i>	<i>taxiformis</i>	DD					2	4	4	3	4	4	5	3	3	5	4				3	3	3	2	
Algues rouges	Rhodophycées	Coralinaceae	<i>Amphiroa</i>	sp.	DD		2	-2	-2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2	3	2		
Algues rouges	Rhodophycées	Coralinaceae	<i>Amphiroa</i>	<i>vanbosseae</i>	DD						-2	-2																
Algues rouges	Rhodophycées	Dumontiaceae	<i>Gibsmithia</i>	<i>hawaiiensis</i>	DD														2	1	1	1				1		
Algues rouges	Rhodophycées	Galaxauraceae	<i>Actinotrichia</i>	sp.	DD																		2	2				
Algues rouges	Rhodophycées	Galaxauraceae	<i>Galaxaura</i>	sp.	DD											2			2									
Algues rouges	Rhodophycées	Hypneaceae	<i>Hypnea</i>	<i>spinella</i>	DD																					2	2	
Algues rouges	Rhodophycées	Indéterminé	Indéterminé	sp.	DD													2	2	2								
Algues rouges	Rhodophycées	Liagoraceae	<i>Trichogloea</i>	<i>requienii</i>	DD		1				1			1					2	2	1	1		3	2		1	
Algues rouges	Rhodophycées	Rhodomelaceae	<i>Neurymenia</i>	<i>fraxinifolia</i>	DD														2	2								
Algues vertes	Chlorophycées	Caulerpaceae	<i>Caulerpa</i>	<i>serrulata</i>	DD														-2	-2								
Algues vertes	Chlorophycées	Caulerpaceae	<i>Caulerpa</i>	sp.	DD													2	3(2spp)	3(2spp)	2			1	2		-2	
Algues vertes	Chlorophycées	Codiaceae	<i>Codium</i>	<i>platyclados</i>	DD														3	3								



Algues vertes	Chlorophycées	Codiaceae	Codium	sp.	DD							2	-2			2	2			2	4	4		2			2	2	2	2	
Algues vertes	Chlorophycées	Codiaceae	Codium	spongiosum	DD															2	3	3									
Algues vertes	Chlorophycées	Dasycladaceae	Bornetella	oligospora	DD															2	3	3									
Algues vertes	Chlorophycées	Dasycladaceae	Neomeris	vanbosseae	DD			2												-2	-2							-2	-2		
Algues vertes	Chlorophycées	Halimedaceae	Halimeda	sp.	DD			2	2			2	-2	2	2			2(2spp)	2	2(2spp)	3(2spp)	3(2spp)	3(2spp)	2(2spp)	2	2(2spp)	2(2spp)	2	3(2spp)	2(2spp)	
Algues vertes	Chlorophycées	Siphonocladaceae	Dictyosphaeria	verluisii	DD															3	3	2									
Algues vertes	Chlorophycées	Udoteaceae	Chlorodesmis	fastigiata	DD							-1						2			2	-2	1	1			-2		2	2	
Algues vertes	Chlorophycées	Valoniaceae	Ventricaria	ventricosa	DD							2	1								2	2									
Ascidies	Ascidies	Diazonidae	Atriolum	robustum	DD																2	2									
Ascidies	Ascidies	Didemnidae	Didemnum	molle	DD															2	3					3	3	2	-2		
Ascidies	Ascidies	Didemnidae	Didemnum	sp. (blanche)	DD						2	2		2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2		2	2	2		
Ascidies	Ascidies	Indéterminé	Encroutante	verte	DD						2	2		2						4	3	3									
Ascidies	Ascidies	Indéterminé	Encroutante	violet blanc	DD															4	3	3	2	2		2	2	2			
Ascidies	Ascidies	Polycitoridae	Citorclinum	laboutei	DD																1	-1				2	1	-1			
Ascidies	Ascidies	Polycitoridae	Clavelina	detorta	DD																-3	-2									
Ascidies	Ascidies	Styelidae	Polycarpa	aurita	DD			2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	3	3	4	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2
Ascidies	Ascidies	Styelidae	Polycarpa	clavata	DD							2	2	2	2	2				2	2	2	2	1		2	2				
Ascidies	Ascidies	Styelidae	Polycarpa	cryptocarpa	DD			2	2	-1	2	2	2	1	2	2	2	2	2	4	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	
Ascidies	Ascidies	Styelidae	Polycarpa	nigricans	DD			3	3	2	3	3	2	2	3	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2	2	3	2	2	2	2
Ascidies	Ascidies	Styelidae	Polycarpa	pigmentata	DD																	1									
Ascidies	Ascidies	Styelidae	Polycarpa	sp1. (blanche)	DD			-1	-1			-1								-2	-2	-1	2	2		-1		2	2	-2	-1
Ascidies	Ascidies	Styelidae	Polycarpa	sp2. (transparente)	DD															-1	-1										
Bryozoaires	Cyclostomes	Tetraplariidae	Alcyonidium	sp.	DD			3	3	3								2	2	2	3	3	2	3	2		2	2			
Cnidaires	Actiniaires	Actinodiscidae	Discosoma	rhodostoma	DD													2								2	3				
Cnidaires	Actiniaires	Actinodiscidae	Discosoma	sp.	DD																2	2				2					
Cnidaires	Actiniaires	Indéterminé	Indéterminé	sp.	DD							-2	-2																		
Cnidaires	Actiniaires	Stichodactylidae	Heteractis	aurora	DD			1																							
Cnidaires	Actiniaires	Stichodactylidae	Heteractis	crispa	DD																										
Cnidaires	Actiniaires	Stichodactylidae	Heteractis	magnificus	DD																										
Cnidaires	Actiniaires	Stichodactylidae	Heteractis	sp.	DD																	1									
Cnidaires	Actiniaires	Stichodactylidae	Stichodactyla	sp.	DD																	2	2								
Cnidaires	Actiniaires	Thalassianthidae	Cryptodendrum	adhaesivum	DD			1				1										1	1		1					-1	
Cnidaires	Alcyonaires	Alcyoniidae	Cladiella	sp.	DD													3		2	2					3	3	-2			
Cnidaires	Alcyonaires	Alcyoniidae	klyxum	sp.	DD																										
Cnidaires	Alcyonaires	Alcyoniidae	Lobophytum	sp.	DD							2						2	2	4	2	2		2	2	3	3	2			
Cnidaires	Alcyonaires	Alcyoniidae	Rhytisma	sp.	DD															3	3	2									
Cnidaires	Alcyonaires	Alcyoniidae	Sarcophyton	sp.	DD			2			2	2	3	3		3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	2	4	3	5(2spp.)	
Cnidaires	Alcyonaires	Alcyoniidae	Sinularia	sp.	DD				-1					1	2	3	2	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	2	2	3	
Cnidaires	Alcyonaires	Nephtheidae	Dendronephthya	sp.	DD															2	3	3	2	2	1						
Cnidaires	Alcyonaires	Nephtheidae	Nephthea	sp.	DD				1			2			2			2		3	5	4	2	2		3	4	2	2	2	
Cnidaires	Alcyonaires	Nephtheidae	Xenia	sp.	DD						2				2					3	4	4	3	3	2	4	3	2			
Cnidaires	Alcyonaires	Nidaliidae	Chironephthya	sp.	DD				1	1					1							3	-2							-1	
Cnidaires	Hydrozoaires	Indéterminé	Indéterminé	sp.	DD			-2	-2	2		2	2		2	2	2	2	2	3	3	2	2	2			2	2	2	2	
Cnidaires	Zoanthaires	Zoanthidae	Indéterminé	sp.	DD					2												2			-2	-2		-2	-2	-2	
Cnidaires	Zoanthaires	Zoanthidae	Palythoa	sp.	DD			2	2																						



Echinodermes	Ophiurides	Ophiocomidae	<i>Ophiomastix</i>	<i>caryophyllata</i>	DD		2	1			2			2	2			-2	2	2	2	2		2	2	2	2	
Echinodermes	Ophiurides	Ophiocomidae	<i>Ophiure</i>	ind.	DD		2	2	2		2	2	-2	2	2	2	2	-2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Eponges	Spongiaires	Anchinoidae	<i>Hamigera</i>	<i>strongylata</i>	DD			2	2		2			2	1			1	1	2	2	2		2	2	1	2	
Eponges	Spongiaires	Axinellidae	<i>Cymbastella</i>	<i>cantharella</i>	DD						1				1						2	2				1	2	
Eponges	Spongiaires	Callyspongiidae	<i>Dactylia</i>	<i>delicata</i>	DD																1					1		
Eponges	Spongiaires	Clionidae	<i>Cliona</i>	<i>julliinei</i>	DD		2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	4	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	
Eponges	Spongiaires	Clionidae	<i>Cliona</i>	<i>orientalis</i>	DD		3	4	2	3	4	3	3	4	3	4	2	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	
Eponges	Spongiaires	Dysideidae	<i>Dysidea</i>	<i>arenaria</i>	DD																-1			1	1		-1	
Eponges	Spongiaires	Dysideidae	<i>Dysidea</i>	<i>herbacea</i>	DD					2				2	1	2	1	2		2	2		2	-2		2		
Eponges	Spongiaires	Indéterminé	Indéterminé	sp. (noire)	DD		3	3	2		3	3		3	3	3	3	5	4	3	3	2		3	2	3	3	
Eponges	Spongiaires	Indéterminé	Indéterminé	sp. (orange)	DD		2	2								-2					-2	-1						
Eponges	Spongiaires	Microcionidae	<i>Clathria</i>	<i>bargibanti</i>	DD			-1																				
Eponges	Spongiaires	Microcionidae	<i>Clathria</i>	<i>rugosa</i>	DD		2	3	2			2					-2		-2	-2		-2	-3		2	1	-2	-2
Eponges	Spongiaires	Spirastrellidae	<i>Spheciaspongia</i>	<i>vagabunda</i>	DD		2	2		3	2	2	2	2	2	3	3		3	2	2	2	2	2	2	3	3	
Mollusques	Bivalves	Arcidae	<i>Arca</i>	<i>ventricosa</i>	DD		2	2							2					2	2	2	2	2	2	2	2	
Mollusques	Bivalves	Gryphaeidae	<i>Hyotissa</i>	<i>hyotis</i>	DD		2	1			2	2		2	-1						2	2	2	2	2	2	2	
Mollusques	Bivalves	Gryphaeidae	<i>Hyotissa</i>	sp.	DD																2	2						
Mollusques	Bivalves	Isognomonidae	<i>Isognomon</i>	<i>isognomon</i>	DD		3	3	2					2	2	3	2		2	2	2	2	2				3	2
Mollusques	Bivalves	Mytilidae	<i>Septifer</i>	<i>bilocularis</i>	DD		3	4	2	2	2	2		2	2	2	3	2		2	2	2			2	2	3	2
Mollusques	Bivalves	Ostreidae	<i>Saccostrea</i>	<i>cucullata</i>	DD																			2	2			
Mollusques	Bivalves	Ostreidae	<i>Saccostrea</i>	sp.	DD																3	3	2					
Mollusques	Bivalves	Pinnidae	<i>Athrina</i>	sp.	DD																1							
Mollusques	Bivalves	Pinnidae	<i>Pinna</i>	sp.	DD													-2	-2		1							
Mollusques	Bivalves	Pteridae	<i>Pteria</i>	sp.	DD			1	-2						2	-2		2			2	2	2				2	
Mollusques	Bivalves	Spondylidae	<i>Pedum</i>	<i>spondyloideum</i>	DD		3	3		3	3	2	2	2	3	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2
Mollusques	Bivalves	Spondylidae	<i>Spondylus</i>	sp.	DD		2	2					2	2		2	1		2	2	2	2	2	2			3	2
Mollusques	Bivalves	Tridacnidae	<i>Tridacna</i>	<i>crocea</i>	LR-lc		2											-2	2									
Mollusques	Bivalves	Tridacnidae	<i>Tridacna</i>	<i>derasa</i>	VU													1										
Mollusques	Bivalves	Tridacnidae	<i>Tridacna</i>	<i>maxima</i>	LR-cd		2		2	2		2	2		1			1	2		2	2		2	2		1	
Mollusques	Bivalves	Tridacnidae	<i>Tridacna</i>	<i>squamosa</i>	LR-cd		1				-1	1			1									1			1	
Mollusques	Gastéropodes	Cerithiidae	<i>Cerithium</i>	sp.	DD									1	1													
Mollusques	Gastéropodes	Conidae	<i>Conus</i>	<i>capitaneus</i>	DD					1								1	-1									
Mollusques	Gastéropodes	Conidae	<i>Conus</i>	<i>distans</i>	DD									1								-1						
Mollusques	Gastéropodes	Conidae	<i>Conus</i>	<i>litteratus</i>	DD		1																					
Mollusques	Gastéropodes	Conidae	<i>Conus</i>	<i>miles</i>	DD					1								1	1			1				1	1	
Mollusques	Gastéropodes	Conidae	<i>Conus</i>	<i>virgo</i>	DD									1														
Mollusques	Gastéropodes	Coralliophillidae	<i>Coralliophila</i>	<i>violacea</i>	DD		2	2		2	2	2	2	2	2	3	2	2	2		2	2	2	2	2	2	3	2
Mollusques	Gastéropodes	Cymatiidae	<i>Charonia</i>	<i>tritonis</i>	DD	1							-1															
Mollusques	Gastéropodes	Fasciolariidae	<i>Latirolagena</i>	<i>smaragdula</i>	DD		2			2				2		2			1	1	1	2			2		2	
Mollusques	Gastéropodes	Muricidae	<i>Chicoreus</i>	<i>brunneus</i>	DD																					2		
Mollusques	Gastéropodes	Muricidae	<i>Chicoreus</i>	<i>ramosus</i>	DD																2	2					-2	
Mollusques	Gastéropodes	Muricidae	<i>Chicoreus</i>	sp.	DD					-1																		
Mollusques	Gastéropodes	Muricidae	<i>Drupa</i>	<i>grossularia</i>	DD													1	1				1	1				
Mollusques	Gastéropodes	Muricidae	<i>Drupa</i>	<i>morum</i>	DD															1		2				-1	2	
Mollusques	Gastéropodes	Muricidae	<i>Drupa</i>	<i>ricinus</i>	DD					2								1	2		1	-1						
Mollusques	Gastéropodes	Muricidae	<i>Drupella</i>	<i>cornus</i>	DD								-4	-2		-2		-2	-2	-2	3	3	2		-2	2	2	
Mollusques	Gastéropodes	Ovulidae	<i>Ovula</i>	<i>ovum</i>	DD																					-1		
Mollusques	Gastéropodes	Strombidae	<i>Lambis</i>	<i>lambis</i>	DD		1	-1						1		2	1		1	-1		1	-1			1	1	
Mollusques	Gastéropodes	Strombidae	<i>Lambis</i>	<i>scorpius</i>	DD						1						1											
Mollusques	Gastéropodes	Trochidae	<i>Tectus</i>	<i>fenestratus</i>	DD																		2				-1	1
Mollusques	Gastéropodes	Trochidae	<i>Trochus</i>	<i>niloticus</i>	DD																1	-1			-1		1	-1
Mollusques	Gastéropodes	Turbinidae	<i>Astraea</i>	<i>rhodostoma</i>	DD		2	2		2			-2	2		2		2	2	1	2	2		2		2	2	
Mollusques	Gastéropodes	Turbinidae	<i>Turbo</i>	<i>argyrostomus</i>	DD													-1	-1						-1	1		
Mollusques	Gastéropodes	Turbinidae	<i>Turbo</i>	<i>setosus</i>	DD		1			-1	1		-2	1					1	-1					-1			
Mollusques	Gastéropodes	Vasidae	<i>Vasum</i>	sp.	DD																					1	-1	
Mollusques	Nudibranches	Aglagidae	<i>Cheilidonura</i>	<i>inornata</i>	DD		2																					
Mollusques	Nudibranches	Chromodorididae	<i>Risbecia</i>	<i>tryoni</i>	DD										2						2	-1			-1		2	
Mollusques	Nudibranches	Dorididae	<i>Halgerda</i>	<i>johnsonorum</i>	DD														1	1							2	
Mollusques	Nudibranches	Notodorididae	<i>Notodoris</i>	<i>citrina</i>	DD																1							
Mollusques	Nudibranches	Phyllidiidae	<i>Phyllidia</i>																									

Annexe 04 : 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	18	14	21	18	12	15	15	16	19	6	19	15	6	19	12	7	18	11	7	18	10	17	15	11	26	21	9	24	17	4	20	13
	Agaraciidae	5	5	7	6	5	9	13	3	7	1	5	5	3	5	9	6	3	6	6	7	2	3	7	5	9	13	5	6	9	5	10	6
	Astrocoeniidae	2	2	2	2	2	3	3	1	2	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	2	1	1	0	1	1	2	2
	Caryophylliidae	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	2	0	1	0



	Dendrophylliidae	5	4	4	4	1	0	3	4	6	2	5	7	2	4	6	3	3	5	5	6	2	3	6	7	3	6	2	3	6	5	5	4
	Faviidae	26	23	24	21	19	15	14	17	22	9	28	20	16	23	26	16	20	19	10	22	15	20	21	18	23	24	13	27	27	14	25	15
	Fungiidae	8	9	12	9	8	12	11	7	8	5	7	6	1	0	8	8	0	7	6	7	3	1	7	5	8	10	6	1	6	6	15	16
	Merulinidae	3	1	4	3	2	2	2	4	4	1	5	4	0	5	6	1	3	3	0	5	1	5	4	3	8	7	1	7	6	1	5	1
	Mussidae	7	6	8	8	7	6	6	2	7	3	5	4	5	7	7	6	7	8	6	7	4	7	11	7	6	10	9	7	9	7	5	5
	Oculinidae	3	3	3	2	2	3	3	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	2	1	1	1	1
	Pectiniidae	1	2	6	7	3	4	7	4	5	0	3	3	4	0	5	5	0	6	3	5	1	0	6	4	2	6	5	2	5	2	3	3
	Pocilloporidae	6	4	5	2	3	1	1	5	5	0	5	4	1	7	8	6	8	8	6	6	3	7	8	8	5	5	6	7	9	5	5	4
	Poritidae	4	2	6	6	5	7	6	2	2	0	7	8	3	2	3	3	4	4	3	5	2	4	4	4	6	6	4	6	6	4	4	4
	Siderastreidae	5	2	6	5	2	4	4	5	3	0	4	4	2	4	5	1	2	5	3	4	1	4	4	4	2	4	1	3	7	1	4	1
	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	2	0	1	2	1	2	2	1	2	2	0	2	2	0	2	2	1	0	0	2	2	2	2	2	0	2	2	1	2
Gorgone	Gorgone	3	3	2	2	1	1	1	2	3	2	3	3	3	1	2	2	1	2	3	3	2	2	5	5	2	2	3	1	4	3	2	3
Milleporina	Milleporidae	2	3	3	2	1	1	2	4	4	1	2	2	0	1	2	1	0	2	1	2	1	1	2	2	3	3	1	2	2	1	3	1
Stolonifera	Tubiporidae	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Total (Classt)		99	86	114	99	74	84	94	79	102	34	101	89	53	79	103	70	70	90	63	101	50	76	105	88	110	125	71	99	120	63	112	82
Sous-total SCL		93	77	108	93	72	81	89	72	92	29	95	82	47	77	97	65	69	84	57	94	46	72	95	78	102	117	64	95	111	56	105	75
Sous-total Autres		6	9	6	6	2	3	5	7	10	5	6	7	6	2	6	5	1	6	6	7	4	4	10	10	8	8	7	4	9	7	7	7

Annexe 04 : 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	3	2	2	2	3	2	2	2	2	1	3	1	0	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	0	2	1	1	1	1	2	1
Algues rouges	Rhodophycées	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0	0	2	3	2	2	3	2	3	2	3	7	6	3	3	1	4	4	2	4	1
Algues vertes	Chlorophycées	3	4	3	3	4	5	3	1	3	0	2	1	0	0	3	1	1	2	1	3	1	7	12	11	4	4	1	3	4	2	4	4
Cyanobactéries	Cyanophycée	2	2	1	1	2	2	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	2	2	0	0	0	2	2	2	0	1	1	1	2
Cnidaïres	Alcyonaires	11	11	8	8	4	5	4	2	4	2	1	2	1	2	3	0	2	4	3	6	2	8	8	7	6	7	6	6	6	5	3	4
Cnidaïres	Actiniaires	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	0	5	4	0	3	0	1	1	0	0	0
Cnidaïres	Hydrozoaires	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
Cnidaïres	Zoanthaires	2	2	1	2	0	0	1	1	2	1	1	1	2	0	1	1	0	1	1	1	0	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Echinodermes	Astéries	4	4	1	2	4	4	3	2	4	1	4	1	1	0	4	2	2	4	1	4	5	3	4	2	3	6	2	2	4	2	1	2
Echinodermes	Crinoïdes	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Echinodermes	Echinides	1	0	2	0	1	1	0	0	3	2	4	4	0	1	3	2	2	2	3	1	0	3	5	4	2	4	1	1	3	2	3	3
Echinodermes	Holothurides	4	2	2	2	2	2	2	2	2	1	5	1	0	0	3	4	0	4	4	1	3	1	3	1	2	4	2	0	2	2	3	1
Echinodermes	Ophiurides	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	0	2	1	0	2	2	1	1	0	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2
Echinodermes	Synaptes	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
Eponges	Spongiaires	4	5	5	4	6	5	5	7	9	8	6	7	5	3	6	7	3	6	7	5	5	4	6	5	6	7	5	4	7	7	7	7
Mollusques	Mollusques	15	9	14	8	10	10	6	10	12	6	16	10	2	5	11	5	5	14	5	13	8	8	18	9	19	20	9	6	10	6	20	14
Ascidies	Ascidies	6	5	4	2	2	4	1	2	4	3	3	3	2	5	6	4	5	5	5	4	4	7	11	10	5	6	5	6	9	9	4	3
Total		59	50	47	39	42	45	31	34	50	30	53	34	16	20	50	33	24	51	38	49	38	48	87	66	59	73	38	38	57	44	57	47
Sous-total Invertébrés		51	42	40	32	32	35	25	30	44	28	45	32	16	17	42	28	20	44	33	39	31	37	66	47	48	62	34	29	47	38	46	39
Sous-total Algues		6	6	6	6	8	8	6	4	6	2	7	2	0	3	7	4	4	6	4	8	5	11	21	19	9	9	2	9	9	5	10	6
Sous-total Cnidaïres		14	14	9	11	5	7	6	4	7	4	4	3	4	2	6	2	2	6	5	9	5	10	16	13	8	12	8	8	9	7	5	6
Sous-total Echinodermes		12	9	8	7	9	9	7	7	12	7	16	9	3	2	13	10	5	13	11	8	9	8	15	10	10	17	7	5	12	9	10	9

Annexe 04 : 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	19	24	19	21	22	19	19	18	18	28	25	20
	Agaraciidae	7	8	14	7	5	10	8	7	9	13	9	11
	Astrocoeniidae	2	2	3	2	1	1	1	1	1	2	1	3
	Caryophylliidae	0	0	1	0	1	1	0	0	0	2	2	1
	Dendrophylliidae	5	4	3	6	7	7	6	6	7	6	6	5
	Faviidae	29	29	25	24	35	34	26	25	27	30	32	26
	Fungiidae	9	12	13	8	8	8	8	7	7	12	7	16
	Merulinidae	3	4	3	5	5	6	3	5	5	8	7	5
	Mussidae	7	9	9	7	6	9	12	7	11	13	11	6
	Oculinidae	3	3	3	2	2	1	1	1	1	2	2	1
	Pectiniidae	2	7	8	6	7	6	7	5	7	7	5	4
	Pocilloporidae	6	5	3	5	5	9	10	6	10	6	9	5
	Poritidae	4	6	7	2	9	4	5	5	4	6	6	5
	Siderastreidae	5	6	5	5	5	6	5	4	5	4	7	4
	Trachyphylliidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Antipathaire	Antipathidae	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2
Gorgone	Gorgone	3	2	1	3	3	2	3	3	5	3	4	3
Milleporina	Milleporidae	3	3	2	4	2	2	2	2	2	3	2	3
Stolonifera	Tubiporidae	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1



Total (Classt)	110	126	121	110	126	127	118	104	122	148	138	121
Sous-total SCL	101	119	116	100	118	121	111	97	112	139	129	112
Sous-total Autres	9	7	5	10	8	6	7	7	10	9	9	9

Annexe 04 : 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	3	2	3	2	3	2	2	2	3	2	2	2
Algues rouges	Rhodophycées	0	1	1	1	2	3	3	3	7	3	4	4
Algues vertes	Chlorophycées	4	3	6	3	2	3	2	3	12	5	4	4
Cyanobactéries	Cyanophycée	2	1	2	0	1	1	1	2	0	2	1	2
Cnidaires	Alcyonaires	11	9	5	4	3	4	5	6	8	7	6	4
Cnidaires	Actiniaires	0	0	1	0	2	1	0	3	5	3	1	0
Cnidaires	Hydrozoaires	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cnidaires	Zoanthaires	2	2	1	2	2	1	1	1	2	1	1	1
Echinodermes	Astéries	4	2	6	6	4	5	6	5	5	6	5	3
Echinodermes	Crinoïdes	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Echinodermes	Echinides	1	2	1	3	5	3	4	1	6	4	3	5
Echinodermes	Holothurides	4	2	2	2	5	5	5	3	3	4	3	3
Echinodermes	Ophiurides	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2
Echinodermes	Synaptés	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eponges	Spongiaires	5	5	8	9	7	8	7	5	6	7	8	8
Mollusques	Mollusques	16	15	16	17	18	12	15	15	21	25	12	22
Ascidies	Ascidies	6	4	4	4	3	6	6	4	12	6	9	4
Total		62	52	59	57	61	58	61	56	94	79	63	66
Sous-total Invertébrés		53	45	47	51	53	49	53	46	72	67	52	54
Sous-total Algues		7	6	10	6	7	8	7	8	22	10	10	10
Sous-total Cnidaires		14	12	8	7	8	7	7	11	16	12	9	6
Sous-total Echinodermes		12	9	11	14	17	16	18	11	17	17	14	14

Annexe 04 : Tableau i : Richesse spécifique des coraux par site

Groupe	Famille	Prony	Woodin	Havannah
Scléractiniaire	Acroporidae	31	21	37
	Agaraciidae	15	7	16
	Astrocoeniidae	3	2	3
	Caryophylliidae	1	0	4
	Dendrophylliidae	5	6	10
	Faviidae	37	24	53
	Fungiidae	16	8	19
	Merulinidae	5	5	8
	Mussidae	11	7	16
	Oculinidae	3	2	2
	Pectiniidae	10	6	10
	Pocilloporidae	6	5	11
	Poritidae	8	2	9
	Siderastreidae	6	5	8
	Trachyphylliidae	0	0	0
Antipathaire	Antipathidae	2	2	2
Gorgone	Gorgone	3	3	6
Milleporina	Milleporidae	4	4	3
Stolonifera	Tubiporidae	1	1	1
Total (Classt)		167	110	218
Sous-total SCL		157	100	206
Sous-total Autres		10	10	12

Annexe 04 : Tableau j : Richesse spécifique du macrobenthos par site

Groupe	Sous-groupe	Prony	Woodin	Havannah
Algues brunes	Phéophycées	3	2	3
Algues rouges	Rhodophycées	1	1	9
Algues vertes	Chlorophycées	6	3	12
Cyanobactéries	Cyanophycée	2	0	2
Cnidaires	Alcyonaires	13	4	11
Cnidaires	Actiniaires	1	0	8
Cnidaires	Hydrozoaires	1	1	1
Cnidaires	Zoanthaires	2	2	2
Echinodermes	Astéries	6	6	8
Echinodermes	Crinoïdes	1	1	1
Echinodermes	Echinides	2	3	6
Echinodermes	Holothurides	4	2	8
Echinodermes	Ophiurides	2	2	2
Echinodermes	Synaptés	0	0	0
Eponges	Spongiaires	9	9	11
Mollusques	Mollusques	25	17	46
Ascidies	Ascidies	6	4	12
Total		84	57	142
Sous-total Invertébrés		72	51	116
Sous-total Algues		10	6	24
Sous-total Cnidaires		17	7	22
Sous-total Echinodermes		15	14	25

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](#).

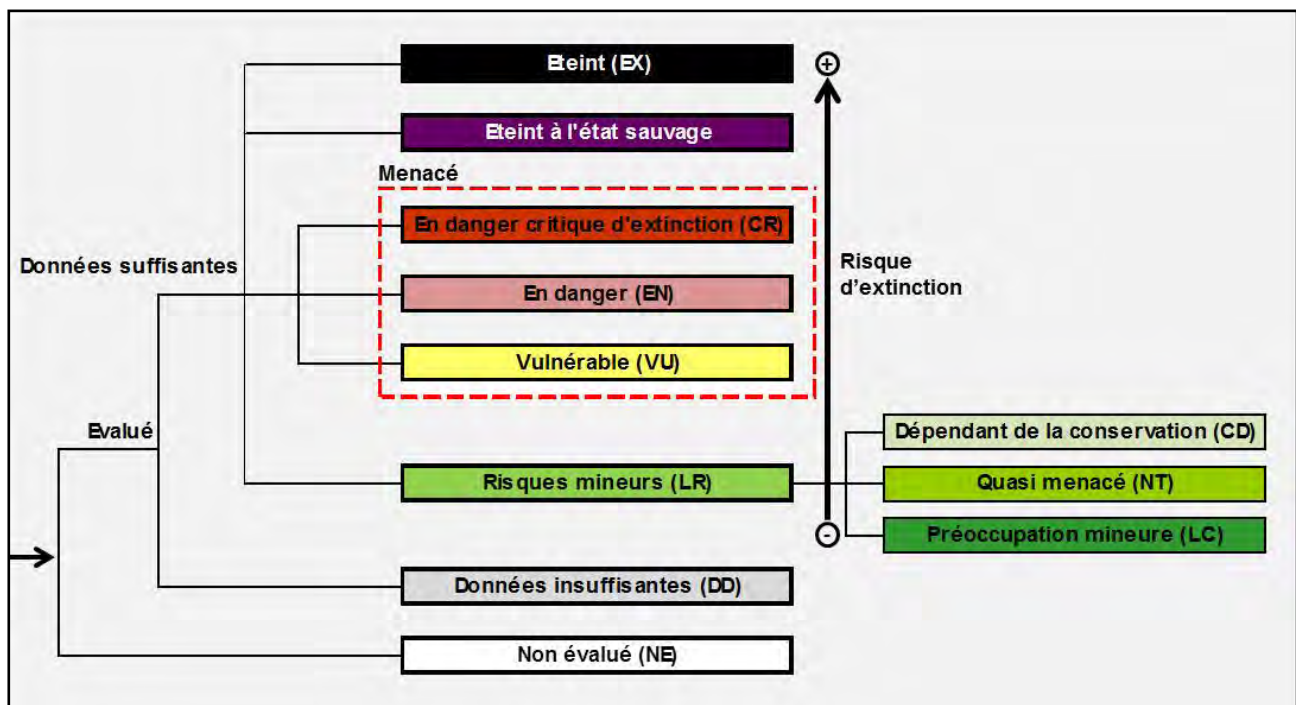


Figure n°136 : Annexe 05 : Figure a : Classification de la liste rouge UICN

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

Milieu marin : états initiaux & suivis, échantillonnage terrain : courantologie, substrat (LIT), benthos & coraux, poissons (TLV), prélèvements eau & sédiment. Toutes les méthodes du guide du CNRT. Dossier DAODPM

Milieu eaux douces : états initiaux & suivis avec prélèvements eau & sédiment et faune benthique. **Indices biotiques** (dont IBNC et IBS), indice EPT, structure des populations ...

Plans de restauration et de réhabilitation : milieu marin (récifs), mangroves et rivières

Gestion de la flore et écologie : états initiaux, **inventaires floristiques**, zonation de formations végétales, études d'impact, plans de conservation, **plans de restauration**, revégétalisation de sites miniers, génie végétal, valorisation du milieu naturel, **Maitrise d'œuvre** / suivi de chantier en revégétalisation

Mines et carrières : techniques minières, exploitation, **fermeture de site** (gestion des eaux, terrassement, revégétalisation), **gestion des eaux** (audit, conception d'ouvrages, plans), dossiers de **Demande d'Autorisation d'Exploitation** nouvelle ou en régularisation selon le nouveau Code Minier, **Demande de Travaux de Recherche** selon le nouveau Code minier, ICPE, hydrologie et hydrogéologie, **Maitrise d'œuvre** / **suivi de chantier** en terrassement, gestion des eaux et revégétalisation

Etudes Environnementales, ICPE, EFE, EI, DAODPM : dans les domaines des déchets, des projets industriels, des projets d'aménagement, des projets en milieu naturel (maritime, dulçaquicole ou terrestre), pour la conception de projet dans un but de développement durable (aménagements aquatiques, écotourisme, épuration biologique des eaux, rédaction de plan HSE, suivi de chantier, de certification, ...)

Formation, sensibilisation, management : environnement, normes, réglementations, audits internes, **Management qualité** – Norme ISO 9001, **Management environnemental** – Norme ISO 14001