



EVALUATION DE L'IMPACT SUR LE MILIEU MARIN

**POLLUTION A L'ACIDE SULFURIQUE
DANS LE CREEK BAIE NORD**

4^{ème} mission / avril 2011

PROJET GORO NICKEL

VALE NOUVELLE CALEDONIE





Caractéristiques du dossier :

Titre du document	Evaluation de l'impact sur le milieu marin. Pollution à l'acide sulfurique dans le Creek baie nord	
Référence du document	Rap 019-11_V01	
Référence du contrat	E 29830	
Numéro de l'affaire	019-11	
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, pollution, acide sulfurique, blanchissement	

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	Août 2011
	Experts partenaires	Rapport remis (format électronique) : version préliminaire (draft) pour relecture du fond	
	AQUA TERRA	En interne : pour relecture pour contrôle qualité	
01	VALE NC	Rapport final remis au Client (3 exemplaires papier + 1 CDRom)	Septembre 2011

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 019-11_V00	Août 2011	AQUA TERRA	Vale NC Biocénose	Septembre 2011
Rap 019-11_V01	Septembre 2011	AQUA TERRA		

E q u i p e d e t r a v a i l

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. Plongeur niveau III.



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

Pour ACREM :

- **Claude CHAUVET** : professeur émérite des Universités à l'Université de Nouvelle Calédonie, biologiste marin.



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 ichthyologiques et traitements/analyses des résultats liés ; enregistrements vidéos (films).

Pour BIOCENOSE :

- **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 sites sous-marins. Plongeur niveau III, CAH IB.



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 :

- **Gilbert SARRAILH** : Plongeur CAH1B, Capitaine 200.

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 2011, pour Biocénose, Valérie Vaillet 2011, pour AQUA TERRA



Table des Matières

EQUIPE DE TRAVAIL	3
TABLE DES MATIERES	4
LISTE DES TABLEAUX	7
LISTE DES FIGURES	9
LISTE DES CARTES	10
LISTE DES PHOTOS	10
1 PREAMBULE	11
2 OBJECTIF DE L'ETUDE	12
3 SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	13
3.1 DONNEES METEOROLOGIQUES	13
3.1.1 Sources : MétéoFrance	13
3.1.1.1 Contexte météorologique général de la Nouvelle-Calédonie	13
3.1.1.2 Phénomène La Niña	14
3.1.1.3 La saison cyclonique	15
3.1.2 Sources : Vale Nouvelle-Calédonie	16
3.1.2.1 Vents	16
3.1.2.2 Pluviométrie	17
3.1.2.3 Effluent marin	19
3.2 IMPACTS DES CONDITIONS METEOROLOGIQUES SUR LE MILIEU BIOLOGIQUE MARIN	21
3.2.1 1 ^{ère} mission : avril 2009	21
3.2.2 2 ^{ème} mission : juin 2009	22
3.2.3 3 ^{ème} mission : décembre 2009	22
4 METHODOLOGIE	24
4.1 ZONE D'ETUDE	24
4.1.1 Contexte général	24
4.1.2 Présentation des zones étudiées	24
4.2 LES TRAVAUX D'ECHANTILLONNAGE	26
4.2.1 Pour les zones définies pour cette mission et ne faisant pas partie du réseau de surveillance	26
4.2.2 Pour la station ST02, faisant partie du réseau de surveillance	27
4.3 LES METHODES D'ECHANTILLONNAGE	27
4.3.1 Le substrat	27
4.3.2 Le benthos	27
4.3.3 Les poissons	30
5 RESULTATS PAR ZONES	31
5.1 ZONE 01 = PLATIER SUD DU CREEK BAIE NORD	32
5.1.1 Description générale	32
5.1.2 Observations	32
5.1.2.1 Le benthos	33
5.1.2.2 Les poissons	34
5.2 ZONE 02 = NORD CREEK BAIE NORD	37
5.2.1 La zone	37
5.2.1.1 Description générale	37
5.2.1.2 Observations	37
5.2.1.2.1 Le benthos (Zone 02)	38
5.2.1.2.2 Les poissons (Zone 02)	39
5.2.1.3 Le blanchissement	42
5.2.2 La radiale	45
5.2.3 Le transect	47
5.2.3.1 Le substrat	47
5.2.3.2 Le benthos	47
5.2.3.2.1 Les Scléactiniaires (Transect Zone 02)	47
5.2.3.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (Transect Zone 02)	49
5.2.3.3 Les coraux blanchis	51
5.2.3.4 Les poissons	66
5.2.4 Les piquets	67
5.2.4.1 Les piquets 1 et 4	67
5.2.4.2 Les piquets 2 et 3	68
5.3 ZONE 03 = NORD CREEK BAIE NORD	69

5.3.1	Description générale.....	69
5.3.2	Observations	69
5.3.2.1	Le benthos.....	69
5.3.2.2	Les poissons.....	71
5.3.3	Le blanchissement.....	73
5.4	ZONE 04 = NORD CREEK BAIE NORD	75
5.4.1	Description générale.....	75
5.4.2	Observations	75
5.4.2.1	Le benthos.....	75
5.4.2.2	Les poissons.....	77
5.4.3	Le blanchissement.....	79
5.5	ZONE 05 = ILOT GABRIEL	81
5.5.1	Description générale.....	81
5.5.2	Observations	82
5.5.2.1	Le benthos.....	82
5.5.2.2	Les poissons.....	83
5.5.3	Le blanchissement.....	86
5.6	ZONE 06 = SUD CREEK BAIE NORD	88
5.6.1	La zone.....	88
5.6.1.1	Description générale.....	88
5.6.1.2	Observations.....	88
5.6.1.2.1	Le benthos (Zone 06).....	89
5.6.1.2.2	Les poissons (Zone 06).....	90
5.6.1.3	Le blanchissement.....	93
5.6.2	La radiale.....	95
5.6.3	Le transect.....	97
5.6.3.1	Le substrat.....	97
5.6.3.2	Le benthos.....	97
5.6.3.2.1	Les Scléactiniaires (Transect Zone 06).....	98
5.6.3.2.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (Transect Zone 06).....	99
5.6.3.2.3	Les évolutions du benthos (Transect Zone 06).....	99
5.6.3.3	Les coraux blanchis.....	101
5.6.3.4	Les poissons.....	116
5.7	ZONE 07 = RADE DU PORT	118
5.7.1	Description générale.....	118
5.7.2	Observations.....	118
5.7.2.1	Le benthos.....	119
5.7.2.2	Les poissons.....	120
5.7.3	Le blanchissement.....	122
5.8	ZONE 08 = BAIE DE CARENAGE.....	124
5.8.1	Description générale.....	124
5.8.2	Observations.....	124
5.8.2.1	Le benthos.....	125
5.8.2.2	Les poissons.....	127
5.8.3	Le blanchissement.....	129
5.9	STATION 02 = CREEK BAIE NORD	132
5.9.1	Fiche descriptive (ST02).....	132
5.9.1.1	Localisation géographique (ST02).....	132
5.9.1.2	Description générale (ST02).....	132
5.9.1.3	Caractéristiques principales (ST02).....	132
5.9.1.4	Récapitulatifs des variations en 2009 (ST02).....	133
5.9.2	Schéma structural (ST02).....	134
5.9.3	Le substrat (ST02).....	135
5.9.4	Le benthos (ST02).....	135
5.9.4.1	Benthos Transect 02 A.....	136
5.9.4.1.1	Les Scléactiniaires (ST02A).....	136
5.9.4.1.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST02A).....	137
5.9.4.2	Benthos Transect 02 B.....	138
5.9.4.2.1	Les Scléactiniaires (ST02B).....	138
5.9.4.2.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST02B).....	139
5.9.5	Les poissons (ST02).....	140
6	RESULTATS GENERAUX / SYNTHESE.....	142
6.1	SUBSTRAT	142
6.2	BENTHOS.....	142

6.3	ICHTYOLOGIE.....	143
7	COMPARAISON AVEC LES DONNEES HISTORIQUES	146
7.1	SUBSTRAT	146
7.2	BENTHOS.....	147
7.2.1	<i>Généralités.....</i>	<i>147</i>
7.2.2	<i>Les communautés coralliennes</i>	<i>150</i>
7.2.2.1	Diversité corallienne.....	151
7.2.2.2	Etat de santé des coraux	152
7.2.2.3	Blanchissement	154
7.2.3	<i>Les communautés benthiques, hors coraux.....</i>	<i>159</i>
7.3	ICHTYOLOGIE.....	162
7.3.1	<i>Données quantitatives.....</i>	<i>162</i>
7.3.2	<i>Données qualitatives.....</i>	<i>166</i>
7.3.2.1	Biodiversité α par zone.....	166
7.3.2.2	Biodiversités γ et β par zone.....	167
7.3.2.3	Présence de juvéniles	171
8	CONCLUSION	173
9	RECOMMANDATIONS.....	176
10	SOURCES.....	177
A N N E X E S		181
ANNEXE N°1		182
METHODOLOGIE GENERALE D'ECHANTILLONNAGE DES COMMUNAUTES RECIFALES		182
ANNEXE N°2		191
LEGENDE DES SCHEMAS STRUCTURAUX.....		191
ANNEXE N°3		192
RESULTATS BRUTS DE L'ECHANTILLONNAGE LIT (AVRIL 2011)		192
ANNEXE N°4		194
RESULTATS BRUTS DE L'ECHANTILLONNAGE DU BENTHOS (AVRIL 2011).....		194
ANNEXE N°5		203
RESULTATS BRUTS DE L'ECHANTILLONNAGE ICHTYOLOGIQUE (AVRIL 2011).....		203

Liste des Tableaux

Tableau n°01 :	Enregistrements des vents	17
Tableau n°02 :	Enregistrements de la pluviométrie.....	17
Tableau n°03 :	Cumuls max et durée de retour de la pluviométrie.....	19
Tableau n°04 :	Coordonnées des stations du réseau de surveillance, dans la baie de Prony	25
Tableau n°05 :	Localisation des zones étudiées.....	25
Tableau n°06 :	Indices semi-quantitatifs d'abondance – cas classique.....	28
Tableau n°07 :	Indices semi-quantitatifs d'abondance – présence de grandes colonies (plusieurs m ²)....	28
Tableau n°08 :	Code couleur pour la comparaison temporelle d'une même station.....	28
Tableau n°09 :	Degré de blanchissement pour une espèce (/ 100 m ²).....	29
Tableau n°010 :	Echelle d'abondance des organismes benthiques	30
Tableau n°011 :	Degré de blanchissement pour une espèce.....	30
Tableau n°012 :	Signification des abréviations des noms de famille.....	30
Tableau n°013 :	Nature des échantillonnages pour les différentes zones.....	31
Tableau n°014 :	Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 01)	33
Tableau n°015 :	Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 01).....	34
Tableau n°016 :	Poissons rencontrés dans la zone 01	34
Tableau n°017 :	Distribution du nombre d'espèces par famille pour les 4 missions (Zone 01).....	35
Tableau n°018 :	Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 02)	38
Tableau n°019 :	Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 02).....	39
Tableau n°020 :	Liste des poissons rencontrés dans la zone 02	39
Tableau n°021 :	Distribution du nombre d'espèces par famille pour les 4 missions (Zone 02).....	41
Tableau n°022 :	Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Transect zone 02).....	48
Tableau n°023 :	Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Transect Zone 02).....	50
Tableau n°024 :	Poissons échantillonnés sur le transect de la zone 02.....	66
Tableau n°025 :	Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 03)	70
Tableau n°026 :	Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 03).....	71
Tableau n°027 :	Poissons rencontrés dans la zone 03	71
Tableau n°028 :	Distribution du nombre d'espèces par famille pour les 4 missions (Zone 03).....	72
Tableau n°029 :	Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 04)	76
Tableau n°030 :	Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 04).....	77
Tableau n°031 :	Poissons rencontrés dans la zone 04	77
Tableau n°032 :	Distribution du nombre d'espèces par famille pour les 4 missions (Zone 04).....	78
Tableau n°033 :	Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 05)	82
Tableau n°034 :	Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 05).....	83
Tableau n°035 :	Poissons rencontrés dans la zone 05	84
Tableau n°036 :	Distribution du nombre d'espèces par famille pour les 4 missions (Zone 05).....	85
Tableau n°037 :	Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 06)	89
Tableau n°038 :	Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 06).....	90
Tableau n°039 :	Poissons rencontrés dans la zone 06	90
Tableau n°040 :	Distribution du nombre d'espèces par famille pour les 4 missions (Zone 06).....	92
Tableau n°041 :	Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Transect zone 06).....	98
Tableau n°042 :	Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Transect zone 06).....	99
Tableau n°043 :	Poissons échantillonnés sur le transect de la zone 06.....	116
Tableau n°044 :	Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 07)	119
Tableau n°045 :	Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 07).....	120
Tableau n°046 :	Poissons rencontrés dans la zone 07	120
Tableau n°047 :	Distribution du nombre d'espèces par famille pour les 4missions (Zone 07).....	121
Tableau n°048 :	Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 08)	126
Tableau n°049 :	Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 08).....	127
Tableau n°050 :	Poissons rencontrés dans la zone 08.....	127
Tableau n°051 :	Distribution du nombre d'espèces par famille pour les 4 missions (Zone 08).....	128

Tableau n°052 :	<i>Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST02A)</i>	136
Tableau n°053 :	<i>Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST02A)</i>	137
Tableau n°054 :	<i>Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST02B)</i>	139
Tableau n°055 :	<i>Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST02B)</i>	140
Tableau n°056 :	<i>Poissons échantillonnés sur les transects de la zone 02</i>	141
Tableau n°057 :	<i>Paramètres des poissons échantillonnés, toutes espèces (transect zones 02 & 06)</i>	143
Tableau n°058 :	<i>Tests de comparaisons temporelles des paramètres des poissons échantillonnés, toutes espèces (transect zones 02 & 06)</i>	144
Tableau n°059 :	<i>Test de Student entre la moyenne des valeurs obtenues au moment de l'accident (avril et juin 2009) et celle des valeurs obtenues 6 mois et deux ans plus tard (déc. 09 et avril 2011)</i>	144
Tableau n°060 :	<i>Taux de recouvrement du substrat selon les missions, depuis 2009 (%)</i>	148
Tableau n°061 :	<i>Evolution du taux de recouvrement du substrat, selon les missions, depuis 2009 (%)</i> ...	148
Tableau n°062 :	<i>Richesse taxonomique du benthos, selon les missions, depuis 2009</i>	149
Tableau n°063 :	<i>Evolution de la richesse taxonomique du benthos, selon les missions, depuis 2009 (gain/perte en taxa)</i>	149
Tableau n°064 :	<i>Richesse spécifique totale des coraux (nombre d'espèces), par zones et périodes</i>	151
Tableau n°065 :	<i>Indicateurs de l'état de santé des coraux (abondance, mortalité, recrutement, blanchissement) entre décembre 2009 et avril 2011</i>	153
Tableau n°066 :	<i>Nombre d'espèces coralliennes influencées par le blanchissement, par zone et période</i>	155
Tableau n°067 :	<i>Taux de blanchissement au niveau spécifique, par zone et période</i>	156
Tableau n°068 :	<i>Taux de blanchissement au niveau du recouvrement -estimation visuelle- par zone et période</i>	157
Tableau n°069 :	<i>Récapitulatif des résultats ichtyologiques, depuis 2007 (ST02)</i>	164
Tableau n°070 :	<i>Mise en exergue des écarts inter-annuels (2007 à 2009) des paramètres quantitatifs de densité et de biomasse, relativement aux écarts intra-annuel sur l'année 2009</i>	164
Tableau n°071 :	<i>Comparaison des moyennes et Coefficients de Variations entre les données des suivis annuels (n=6) et les données des missions « accident d'acide » (n=4) sur la station ST02</i>	164
Tableau n°072 :	<i>Biodiversités α de la faune ichthyologique</i>	166
Tableau n°073 :	<i>Tableau des classements dans le temps</i>	166
Tableau n°074 :	<i>Tableau des classements dans l'espace</i>	167
Tableau n°075 :	<i>Liste des espèces ichtyologiques toutes zones au cours des 4 missions</i>	167
Tableau n°076 :	<i>Nombre d'espèces totales observées par famille : toutes zones confondues et au cours des quatre missions</i>	170
Tableau n°077 :	<i>Diversités spatiales entre zones à chaque mission et diversité temporelle entre les missions</i>	171
Tableau n°078 :	<i>Proportion d'espèces présentes à l'état de juvénile</i>	171
Tableau n°079 :	<i>Annexe 01 : Catégories et composantes de substrat retenues pour l'échantillonnage et le traitement des données</i>	185
Tableau n°080 :	<i>Annexe 01 : Liste des poissons indicateurs</i>	187
Tableau n°081 :	<i>Annexe 01 : Exemple de calcul pour le recouvrement du substrat</i>	188
Tableau n°082 :	<i>Annexe 01 : Exemple de calcul pour « poisson »</i>	190
Tableau n°083 :	<i>Annexe 03 : Recouvrement du substrat (en %) pour toutes les catégories</i>	192
Tableau n°084 :	<i>Annexe 03 : Répartition du recouvrement (en %) du substrat, partie biotique/abiotique</i>	193
Tableau n°085 :	<i>Annexe 04 : Inventaire des coraux : Totaux des espèces par famille, des espèces coralliennes et des espèces blanchies, par zone et par station (transect/100m²)</i>	194
Tableau n°086 :	<i>Annexe 04 : Inventaire des macrophytes et invertébrés : Totaux des espèces par groupe, par zone et par station (transect/100m²)</i>	195
Tableau n°087 :	<i>Annexe 04 : Inventaire des coraux (Groupe, Famille, Genre, Espèce) et leur abondance par zone et par station (transect/100m²)</i>	196
Tableau n°088 :	<i>Annexe 04 : Inventaire des macrophytes et invertébrés (Groupe, Famille, Genre, Espèce) et leur abondance par zone et par station (transect/100m²)</i>	199
Tableau n°089 :	<i>Annexe 04 : Inventaire des taxons cibles (liste DENV) par zone et par station (transect/100m²)</i>	201
Tableau n°090 :	<i>Annexe 05 : Liste des espèces présentes sur toutes les zones, par période</i>	203

Liste des Figures

Figure n°01 :	Anomalie mensuelle de la température de l'océan superficiel (°C).....	14
Figure n°02 :	Anomalie mensuelle des précipitations (mm/j).....	14
Figure n°03 :	Evolution du SOI au cours des 30 derniers mois	15
Figure n°04 :	La ZCIT selon les saisons.....	15
Figure n°05 :	Image satellitaire de la tempête tropicale Vania et du cyclone Zelia	16
Figure n°06 :	Trajet de la tempête tropicale Vania et du cyclone Zelia	16
Figure n°07 :	Pluviométrie sur site pour le 1 ^{er} trimestre 2011	18
Figure n°08 :	Profils salinité-température dans la colonne d'eau pour deux stations (l'une en baie de Prony, proche du Creek baie nord (ST15) et l'autre au centre du canal de la Havannah (ST09))	21
Figure n°09 :	Nombre d'espèces par famille pour les 4 missions (Zone 01).....	36
Figure n°010 :	Nombre d'espèces par famille pour les 4 missions (Zone 02).....	42
Figure n°011 :	Schéma structural de la radiale en zone 02.....	46
Figure n°012 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour le transect de la zone 02	47
Figure n°013 :	Position des colonies coralliennes, suivies, sur le transect de la zone 02.....	65
Figure n°014 :	Richesse spécifique par famille de poissons (Transect Zone 02)	67
Figure n°015 :	Densité (nb individus/m ²) par famille de poissons (Transect Zone 02).....	67
Figure n°016 :	Nombre d'espèces par famille pour les 4 missions (Zone 03).....	73
Figure n°017 :	Nombre d'espèces par famille pour les 4 missions (Zone 04).....	79
Figure n°018 :	Nombre d'espèces par famille pour les 4 missions (Zone 05).....	86
Figure n°019 :	Nombre d'espèces par famille pour les 4 missions (Zone 06).....	92
Figure n°020 :	Schéma structural de la radiale en zone 06.....	96
Figure n°021 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour la zone 06.....	97
Figure n°022 :	Position des colonies coralliennes, suivies, sur le transect de la zone 06.....	115
Figure n°023 :	Richesse spécifique par famille de poissons (Transect Zone 06)	117
Figure n°024 :	Densité (nb individus/m ²) par famille de poissons (Transect Zone 06).....	117
Figure n°025 :	Nombre d'espèces par famille pour les 4missions (Zone 07).....	122
Figure n°026 :	Nombre d'espèces par famille pour les 4 missions (Zone 08).....	129
Figure n°027 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST02A	135
Figure n°028 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST02B	135
Figure n°029 :	Richesse spécifique par famille de poissons (ST02).....	141
Figure n°030 :	Densité (nb individus/m ²) par famille de poissons (ST02).....	141
Figure n°031 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat partie biotique/abiotique.....	142
Figure n°032 :	Richesse taxonomique du benthos dans les 3 groupes clés	143
Figure n°033 :	Représentation des moyennes pour les transects des zones 02 et 06.....	144
Figure n°034 :	Richesse spécifique des coraux par zone, selon les 4 missions d'inventaire.....	152
Figure n°035 :	Indicateurs de l'état de santé des coraux (abondance, mortalité, recrutement, blanchissement) entre décembre 2009 et avril 2011	153
Figure n°036 :	Rapport entre les espèces coralliennes blanchies et la totalité des espèces coralliennes inventoriées pour toutes les zones et stations de prospection et pour les quatre missions d'inventaire.	156
Figure n°037 :	Recouvrement en blanchissement corallien estimé visuellement pour toutes les zones et stations de prospection et pour les quatre missions d'inventaire.....	157
Figure n°038 :	Abondance (échelle 1 à 5) des <i>Culcita novaeguineae</i> pour toutes les zones et pour les quatre missions.....	160
Figure n°039 :	Abondance (échelle 1 à 5) des cyanobactéries pour toutes les zones et pour les quatre missions	161
Figure n°040 :	Evolution temporelle des paramètres quantitatifs (effectifs, densité et biomasse, sans les espèces contingentes) (transect zone 02).....	162
Figure n°041 :	Evolution temporelle des paramètres quantitatifs (effectifs, densité et biomasse, sans les espèces contingentes) (transect zone 06).....	163
Figure n°042 :	Evolution temporelle des paramètres quantitatifs (station 02)	163
Figure n°043 :	Rreprésentation des rangs des stations	167

Figure n°044 :	Annexe 01 : Schéma théorique d'une station composée de 3 transects (A, B, C), de 20 m de long	182
Figure n°045 :	Annexe 01 : Diagramme schématique d'un transect	184
Figure n°046 :	Annexe 01 : Comptage des poissons : méthode des transects à largeur variable.....	186

Liste des Cartes

Carte n°01 :	Position des stations météorologiques sur le site de Vale Nouvelle-Calédonie	20
Carte n°02 :	Situation géographique générale.....	24
Carte n°03 :	Localisation des stations du réseau de surveillance.....	25
Carte n°04 :	Localisation des zones et de la station 02	26
Carte n°05 :	Localisation de la zone 01.....	32
Carte n°06 :	Localisation de la zone 02.....	37
Carte n°07 :	Localisation de la zone 03.....	69
Carte n°08 :	Localisation de la zone 04.....	75
Carte n°09 :	Localisation de la zone 05.....	81
Carte n°010 :	Localisation de la zone 06.....	88
Carte n°011 :	Localisation de la zone 07.....	118
Carte n°012 :	Localisation de la zone 08.....	124
Carte n°013 :	Localisation de la station 02 (Creek baie nord).....	132
Carte n°014 :	Blanchissement corallien (estimation visuelle), sur une échelle de 10	158

Liste des Photos

Photo n°01 :	Halimeda gigas sur un substrat vaseux et détritique (Zone 01).....	32
Photo n°02 :	Vue sur le cap (Zone 02).....	37
Photo n°03 :	Evolution de Cliona julienei vs Montastrea sp.(transect zone 02).....	50
Photo n°04 :	Ilot Gabriel, face est (Zone 05)	81
Photo n°05 :	Zone 06, de la surface.....	88
Photo n°06 :	Cap rocheux entre les zones 01 et 06, de la surface.....	89
Photo n°07 :	Vestiges d'anciens socles dénudés où reposaient les pieds de colonies d'alcyonnaire du genre Sinularia (Zone 06)	101
Photo n°08 :	Exemple de ces mêmes alcyonnaires en décembre 2009.....	101
Photo n°09 :	Zone 07, de la surface.....	118
Photo n°010 :	Zone 08, de la surface.....	125
Photo n°011 :	Position en surface par rapport à la côte (ST02).....	132

Crédit photographique : Grégory Lasne 2011, pour Biocénose, Valérie Vaillet 2011, pour AQUA TERRA.
Photographies aériennes : Google Earth



1 Préambule

Dans le sud de la Nouvelle-Calédonie, sur la commune du Mont-Dore, le projet Goro Nickel réalisé par la société VALE Nouvelle-Calédonie arrive à la fin de la phase construction.

L'usine construite développe un procédé hydrométallurgique. C'est une technique d'extraction des métaux par lixiviation des latérites. Cela nécessite, entre autre, de grandes quantités d'acide sulfurique. C'est pourquoi VALE NC a fait édifier une usine de production d'acide sur le site.

Le 1^{er} avril 2009, une fuite d'acide sulfurique est survenue sur le site de l'usine VALE NC. Environ 42 m³ d'acide sulfurique à 98% se sont échappés du fait de la rupture d'un joint. Bien que la majorité ait été récupérée ou neutralisée, une partie s'est écoulée dans le Creek baie nord tuant environ 3 000 poissons, crevettes et anguilles (source : rapport Lloyd's Register [01]).

Le Creek baie nord se jette dans la baie du même nom et plus généralement dans la baie de Prony dans le sud de la Nouvelle-Calédonie. Cette zone est classée comme prioritaire par l'AER (analyse éco-régionale marine) et apparaît comme zone tampon pour la partie sud du lagon inscrite à l'UNESCO (patrimoine mondial), notamment pour sa biodiversité corallienne.

La Société VALE NC a donc demandé la réalisation, en urgence, d'une mission « d'évaluation de l'impact de cette pollution à l'acide sulfurique, sur le milieu marin » à la SARL AQUA TERRA.

Cette mission s'est déroulée sur site du 07 au 09 avril 2009 (soit environ 1 semaine après l'accident).

Trois documents ont alors été remis :

- Le rapport final (document AquaTerra_Rap_009-09_V2 [02]) présentant les objectifs attendus et de la méthodologie, les résultats de la mission et synthèse et une discussion des résultats débouchant sur des recommandations ;
- Un Atlas photographique (document AquaTerra_AtlasPho_009-09_V1 [03]) : qui est composé de photographies *in situ* de la faune et de la flore benthiques (©G.Lasne) ainsi que des vues d'ensemble des stations. Les organismes sont inventoriés et classés (©Biocénose) par transect (profondeur et position GPS). L'identification des biocénoses et la nature des substrats rencontrés dans les couloirs de 2.5 m de part et d'autres des transect s'appuient sur les observations terrain et sur les critères taxonomiques recueillis dans la bibliographie ;
- Une vidéo regroupant les films pris sur chaque transect.

Pour suivre les impacts potentiels dans le temps de cet accident, une 2^{ème} puis une 3^{ème} mission ont été commandées à la SARL AQUA TERRA et ont été réalisées du 22 au 25 juin 2009 (soit environ 11 semaines, presque 2 mois, après la 1^{ère} mission) puis du 07 au 10 décembre 2009 (soit 8 mois après la 1^{ère} mission).

6 documents ont à nouveau été remis :

- Le rapport final de la 2^{ème} mission (document AquaTerra_Rap_018-09_V3 [04]) et de la 3^{ème} mission (document AquaTerra_Rap_048-09_V2 [06]) ;
- Les Atlas photographique liés (document AquaTerra_AtlasPho_018-09_V1 [05] et AquaTerra_AtlasPho_048-09_V1 [07]) ;
- Les vidéos regroupant les films pris sur chaque transect.

Afin de poursuivre cette surveillance, la Société VALE NC a commandé une 4^{ème} mission de suivi, 2 ans après l'accident, objet du présent document.

Le Mandataire est donc ici la SARL AQUA TERRA, représentée par Valérie VAILLET, avec l'aide technique et scientifique de deux sous-traitants majeurs : ACREM pour la partie Ichtyologique et BIOCENOSE pour la partie Benthique corallienne¹.

Ce document est le rapport final de cette mission, qui s'est déroulée sur site du 21 mars au 1^{er} avril 2001 (soit quasi exactement au jour près 2 ans après l'accident).

Il est à compléter par un Atlas photographique [08] et des Vidéos.

¹ 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 mission est de suivre l'évolution de l'état de santé du milieu marin (par rapport aux trois premières missions de 2009) et d'évaluer l'impact potentiel sur l'environnement marin de la fuite d'acide sulfurique dans le Creek baie nord ainsi que celui de phénomènes naturels météorologiques tels qu'il y en a eu en début d'année 2011 (oscillation des zones de convergences, deux fortes dépressions).

Lors de l'accident, en avril, l'arrivée de l'acide sulfurique dans le milieu marin (embouchure du Creek baie nord) a pu avoir pour conséquence de provoquer une brusque diminution du pH.

Du fait de leur sensibilité et de leur immobilité, les coraux sont de très bons bio-indicateurs dans le cas d'un événement stressant, tel qu'une diminution brusque du pH.

L'étude s'est donc faite au travers la réalisation d'un état de santé des communautés coralliennes et des poissons associés dans le pourtour de l'embouchure du creek Baie Nord, ainsi que dans la baie de Prony plus généralement, avec une attention particulière sur les coraux blanchis.

L'évaluation de l'état de santé des communautés coralliennes a été réalisée (comme pour les missions de suivi du réseau de surveillance, dans le cadre réglementaire de l'ICPE et auparavant dans le cadre des études de l'état des lieux) sur la base des recommandations du cahier des charges validé par la DENV (cf. [annexe 01](#)), 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 tout autre cause de changements.

L'analyse temporelle a été effectuée selon les données disponibles des campagnes précédentes d'avril, de juin et de décembre 2009.

Du fait de la participation de 2 autres spécialistes (ACREM en ichtyologie et Biocénose 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 Synthèse bibliographique

Lors du 1^{er} puis du 2^{ème} rapport ([02, 04]), une synthèse bibliographique avait 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 : la physiologie et les paramètres influant,
- des explications sur deux phénomènes pouvant influencer sur la couverture corallienne, qui avaient été observés lors de la mission de juin : les cyanobactéries et les étoiles de mer *Culcita*,
- un relevé des données pluviométriques de la zone, de janvier à juin 2009.

Lors du 3^{ème} rapport [06], les données météorologiques du 3^{ème} trimestre 2009 avait été présentées avec un résumé des impacts potentiels des conditions météorologiques sur l'état de santé des communautés marines pour chaque mission.

Nous proposons ici de réactualiser ces données pour la période concernée, soit le 1^{er} trimestre 2011.

3.1 Données météorologiques

3.1.1 Sources : MétéoFrance

3.1.1.1 Contexte météorologique général de la Nouvelle-Calédonie

La Nouvelle-Calédonie, située juste au nord du tropique du Capricorne, subit les influences tropicales et tempérées plus ou moins fortement selon les saisons. Leurs effets sont toutefois limités par l'environnement maritime et la présence quasi permanente de l'alizé.

On distingue deux saisons principales :

- **En saison chaude**, centrée sur le premier trimestre, l'influence tropicale est prédominante et le temps rythmé par la position de la ZCPS (Zone de Convergence du Pacifique Sud) et de la ZCIT (Zone de Convergence Inter-Tropicale), ainsi que par les trajectoires des dépressions tropicales. Les précipitations sont abondantes et les températures moyennes sont élevées bien que les extrêmes soient limités par l'influence maritime et l'alizé. La Nouvelle-Calédonie se trouve dans une région très touchée par les dépressions tropicales qui sont à l'origine de dégâts très importants (dernières en date Vania et Zelia en début d'année 2011).
- **En saison fraîche**, de juin à septembre, la ZCIT se trouve dans l'hémisphère nord et la ZCPS se décale vers le nord-est. Les perturbations des régions tempérées remontent vers le nord et les fronts froids associés peuvent affecter la Nouvelle-Calédonie où ils se manifestent par des précipitations et parfois des "coups d'ouest". Ces épisodes perturbés interrompent un temps généralement sec et frais avec des températures minimales relativement basses en certaines régions.

La transition entre ces deux saisons n'est pas toujours évidente à distinguer :

- **La saison sèche**, d'août à novembre, est à cheval entre la saison fraîche et la saison chaude. Cette partie de l'année se caractérise par des précipitations très faibles associées à des températures fraîches la nuit, mais de plus en plus élevées la journée sous l'action du rayonnement solaire qui atteint son maximum en décembre. L'évapotranspiration très importante n'est pas compensée par les maigres précipitations et les feux de brousse se propagent facilement sur une végétation déshydratée sous l'action d'un alizé renforcé par les brises thermiques. Le retour des précipitations est donc très attendu mais il peut être dramatiquement retardé pendant les épisodes El Niño.
- **En fin de saison chaude/début de saison fraîche**, la température de l'eau de mer encore chaude peut favoriser la formation d'épisodes pluvio-orageux importants, voire de dépressions subtropicales.

Ces « normales » peuvent être perturbées par le phénomène climatique La Niña qui est à l'origine de pluies et de chaleurs record en Nouvelle-Calédonie.



3.1.1.2 Phénomène La Niña

L'année 2010 a vu l'apparition d'un cycle La Niña, qui après avoir atteint son paroxysme l'été dernier à un niveau record, a décliné progressivement pour atteindre un stade faible en mars 2011.

En mars 2011, le recul de La Niña dans l'océan Pacifique tropical se poursuivait.

Impacts sur les températures

Le long de l'équateur, la température de la surface de l'océan Pacifique demeure certes inférieure à la normale en mars (entre -1°C et 0.5°C), mais ces écarts ont diminué de 0.5°C environ depuis fin février 2011.

Ailleurs dans le Pacifique, on remarque toujours la présence d'une vaste zone d'eau d'anomalie chaude (entre 0.5° et 2.5°C) en forme de fer à cheval qui s'étend de l'Indonésie jusqu'aux latitudes moyennes (Nouvelle-Zélande) et incluant la Nouvelle-Calédonie. Là aussi, les écarts à la normale ont diminué en valeur absolue, d'environ 1°C dans la partie australe.

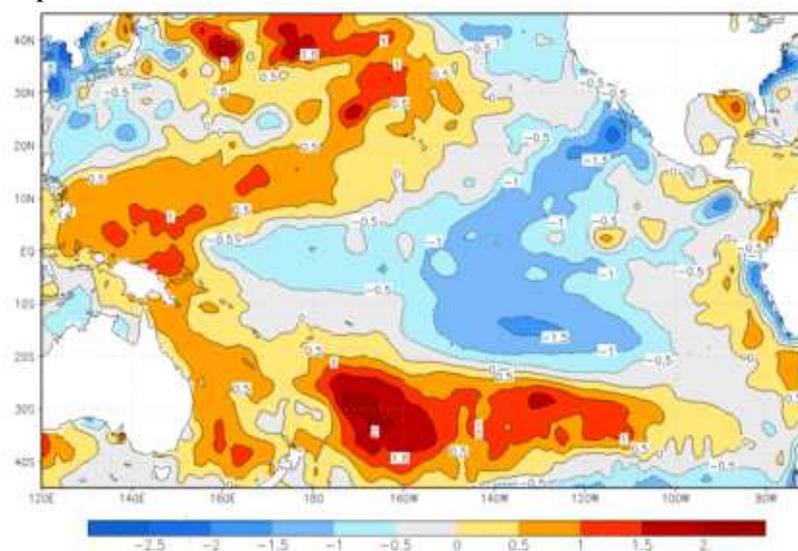


Figure n°01 : Anomalie mensuelle de la température de l'océan superficiel ($^{\circ}\text{C}$)
(source : NOAA NCEP EMC CMB GLOBAL Reyn_SmithOlv2, mars 2011)

Impacts sur les précipitations

Une fois encore, la répartition spatiale des précipitations est typique de La Niña, ce qui contraste avec l'examen de l'océan Pacifique où le phénomène montre des signes de déclin. En mars 2011, les précipitations ont été très en dessous des normales dans la bande équatoriale de part et d'autre de la ligne de changement de date, des îles Salomon aux îles Tokelau. La ZCPS a été peu active ce mois-ci, d'où des cumuls inférieures à proches des normales à l'ouest de Fiji.

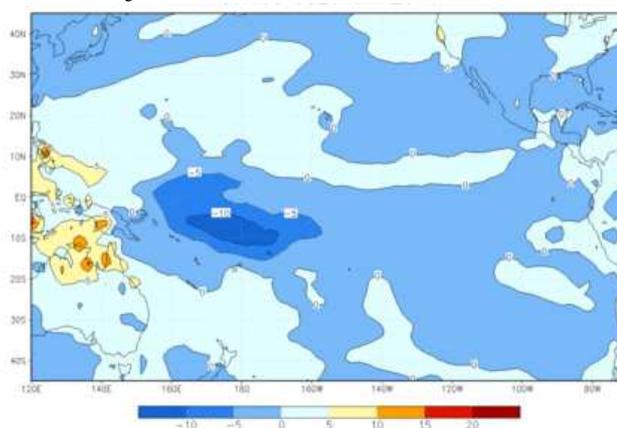


Figure n°02 : Anomalie mensuelle des précipitations (mm/j)
(Période de référence : 1979 - 1995)
(source : NOAA NCEP CPC CAMS_OPI v0208, mars 2011)

L'indice SOI (Southern Oscillation Index)

Bien que des signes de déclin du phénomène soit évident lorsque l'on observe l'océan, La Niña semble toujours autant vigoureuse à l'examen des paramètres atmosphériques. Le SOI se maintient à un niveau élevé. La valeur moyenne atteinte en mars (+ 21.4) est la plus forte jamais atteinte pour ce mois depuis le début des calculs, en 1876.



Figure n°03 : Evolution du SOI au cours des 30 derniers mois
(source : Bureau Of Meteorology, Mars 2011)

3.1.1.3 La saison cyclonique

La saison cyclonique débute généralement mi-novembre et se termine à la mi-avril.

La ZCIT (Zone de Convergence Inter-Tropicale) est une ceinture de basses pressions qui entoure le globe, oscillant grossièrement autour de l'équateur. Elle est le siège d'une forte instabilité avec de puissants cumulonimbus à forte extension verticale. C'est essentiellement dans cette zone, vers laquelle convergent les alizés des deux hémisphères, que se forment les ondes tropicales et les dépressions tropicales.

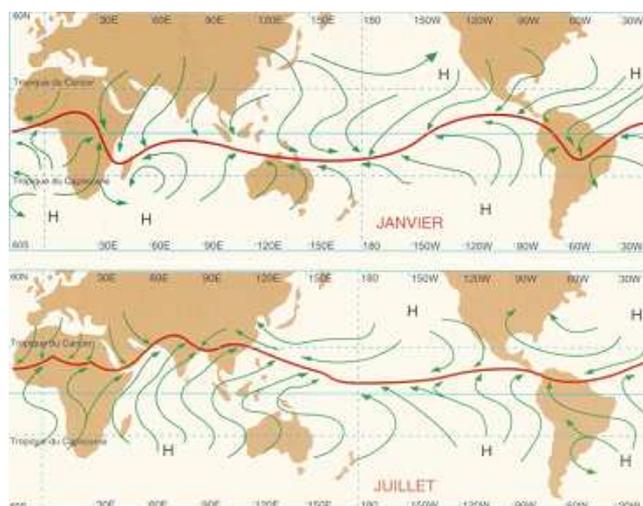


Figure n°04 : La ZCIT selon les saisons

En 2011, la saison cyclonique a débuté de façon assez active dans l'hémisphère sud. La tempête tropicale Vania a concerné la Nouvelle-Calédonie au milieu du mois de janvier avec son lot de pluies, parfois jusqu'à 200 mm, mais aussi de rafales de vent supérieures à 150 km/h. Elle a été tout de suite suivie par le premier cyclone de la saison, baptisé Zelia, qui a atteint la catégorie 2 en passant nettement au sud de la Nouvelle-Calédonie, mais en provoquant toutefois encore des précipitations (jusqu'à 100 mm sur le nord de l'île). Ensuite, Zelia a touché les îles Norfolk sans faire de dégâts.

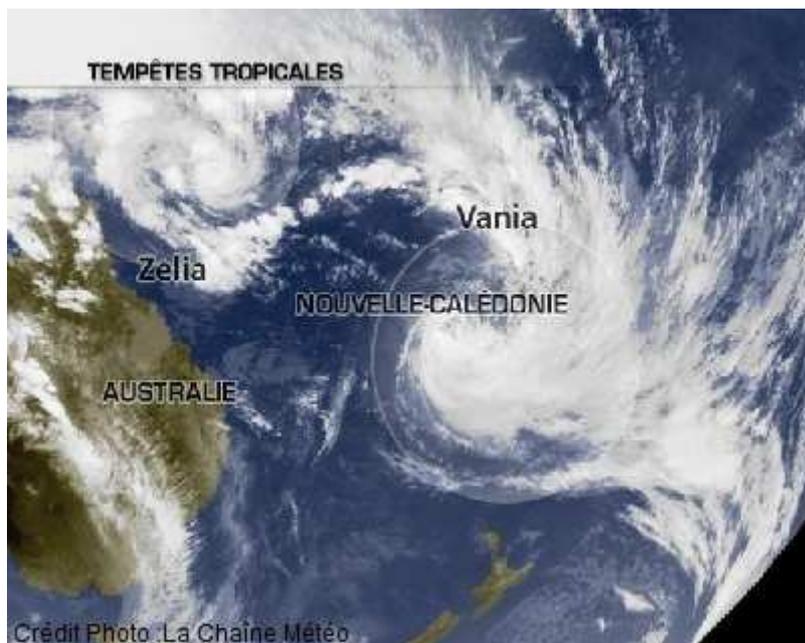


Figure n°05 : Image satellitaire de la tempête tropicale Vania et du cyclone Zelia (15 janvier 2011)

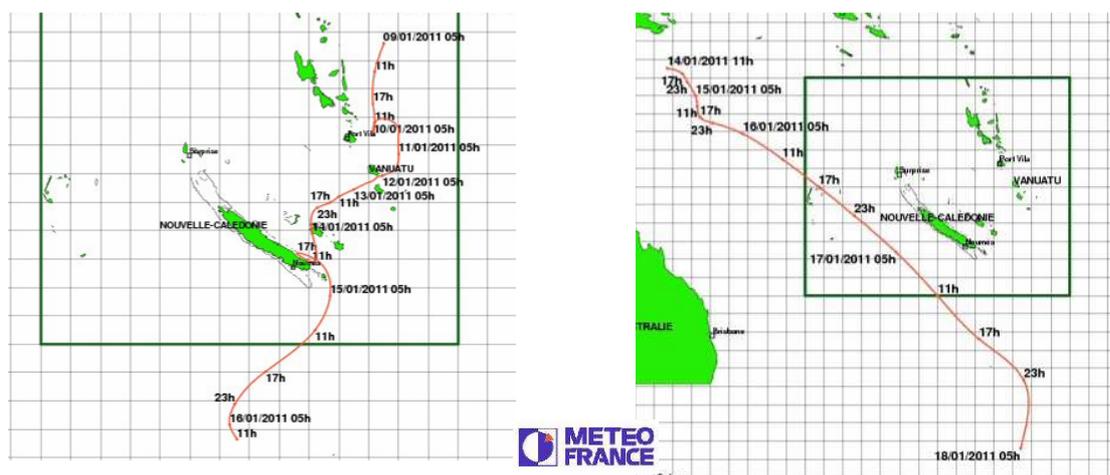


Figure n°06 : Trajet de la tempête tropicale Vania et du cyclone Zelia (Source Météo France)

3.1.2 Sources : Vale Nouvelle-Calédonie

Les données enregistrées pendant le passage de Vania sur le site du projet Goro Nickel, par Vale Nouvelle-Calédonie sont présentées ci-dessous.

Les enregistrements sont réalisés par 4 stations automatiques (cf. [carte 01](#)) installées en fin d'année 2010 et opérées par Météo France.

Les stations A et B enregistrent la pluviométrie et les vitesses et direction du vent ; les stations C et D n'enregistrent que la pluviométrie.

3.1.2.1 Vents

Les maxima enregistrés pendant le passage de la dépression sont donnés dans le [tableau 01](#).

Tableau n°01 : Enregistrements des vents

VENTS (km/h)	STATION A	STATION B
Horaires moyens max.	47.5 (le 14/01/11 de 8h00 à 9h00)	68 (le 14/01/11 de 8h00 à 9h00)
Instantanés max.	101.2 (le 14/01/11 de 8h00 à 9h00)	151.9 (le 14/01/11 de 3h00 à 4h00)

3.1.2.2 Pluviométrie

Données instantannées

Les données enregistrées à la station B pendant le 1^{er} trimestre 2011 sont données dans le [tableau 02](#) et la [figure 07](#).

On peut ainsi remarquer que le 15/01/2011, il a été enregistré 397.3 mm de pluie en 24h. Pour le 1^{er} trimestre 2011 entier c'est 1 275.4 mm d'eau qui sont tombés.

Tableau n°02 : Enregistrements de la pluviométrie

Date	mm en24 h	Cumul (mm)	Date	mm en24 h	Cumul (mm)	Date	mm en24 h	Cumul (mm)
01/01/2011	57,3	57,3	01/02/2011	5	727,9	01/03/2011	0	973
02/01/2011	1,8	59,1	02/02/2011	0,8	728,7	02/03/2011	2,4	975,4
03/01/2011	6,8	65,9	03/02/2011	15,6	744,3	03/03/2011	0	975,4
04/01/2011	13	78,9	04/02/2011	15,5	759,8	04/03/2011	0	975,4
10/01/2011	4,4	83,3	05/02/2011	2,6	762,4	05/03/2011	0	975,4
11/01/2011	8,4	91,7	06/02/2011	0,2	762,6	06/03/2011	0,2	975,6
12/01/2011	12,5	104,2	07/02/2011	7,2	769,8	07/03/2011	18,5	994,1
13/01/2011	25,1	129,3	08/02/2011	1,6	771,4	08/03/2011	23,6	1017,7
14/01/2011	70,3	199,6	09/02/2011	0	771,4	09/03/2011	17,1	1034,8
15/01/2011	397,3	596,9	10/02/2011	0	771,4	10/03/2011	1,2	1036
16/01/2011	19,3	616,2	11/02/2011	0	771,4	11/03/2011	8,1	1044,1
17/01/2011	16,8	633	12/02/2011	19,8	791,2	12/03/2011	85	1129,1
18/01/2011	27	660	13/02/2011	23,4	814,6	13/03/2011	70,6	1199,7
19/01/2011	27,5	687,5	14/02/2011	4,8	819,4	14/03/2011	0,6	1200,3
20/01/2011	0,2	687,7	15/02/2011	0,8	820,2	15/03/2011	0	1200,3
21/01/2011	0,2	687,9	16/02/2011	14,4	834,6	16/03/2011	20,9	1221,2
22/01/2011	24	711,9	17/02/2011	26,8	861,4	17/03/2011	0	1221,2
23/01/2011	3,8	715,7	18/02/2011	21,7	883,1	18/03/2011	4,2	1225,4
24/01/2011	0	715,7	19/02/2011	44,6	927,7	19/03/2011	3,6	1229
25/01/2011	0	715,7	20/02/2011	10,6	938,3	20/03/2011	0	1229
26/01/2011	0	715,7	21/02/2011	0	938,3	21/03/2011	0	1229
27/01/2011	1,8	717,5	22/02/2011	11,6	949,9	22/03/2011	0	1229
28/01/2011	0,2	717,7	23/02/2011	2	951,9	23/03/2011	0	1229
29/01/2011	1,4	719,1	24/02/2011	0,2	952,1	24/03/2011	0	1229
30/01/2011	2,4	721,5	25/02/2011	0	952,1	25/03/2011	0,2	1229,2
31/01/2011	1,4	722,9	26/02/2011	0	952,1	26/03/2011	0,2	1229,4
			27/02/2011	14,7	966,8	27/03/2011	0	1229,4

			28/02/2011	6,2	973	28/03/2011	0	1229,4
						29/03/2011	21,5	1250,9
						30/03/2011	0	1250,9
						31/03/2011	24,5	1275,4

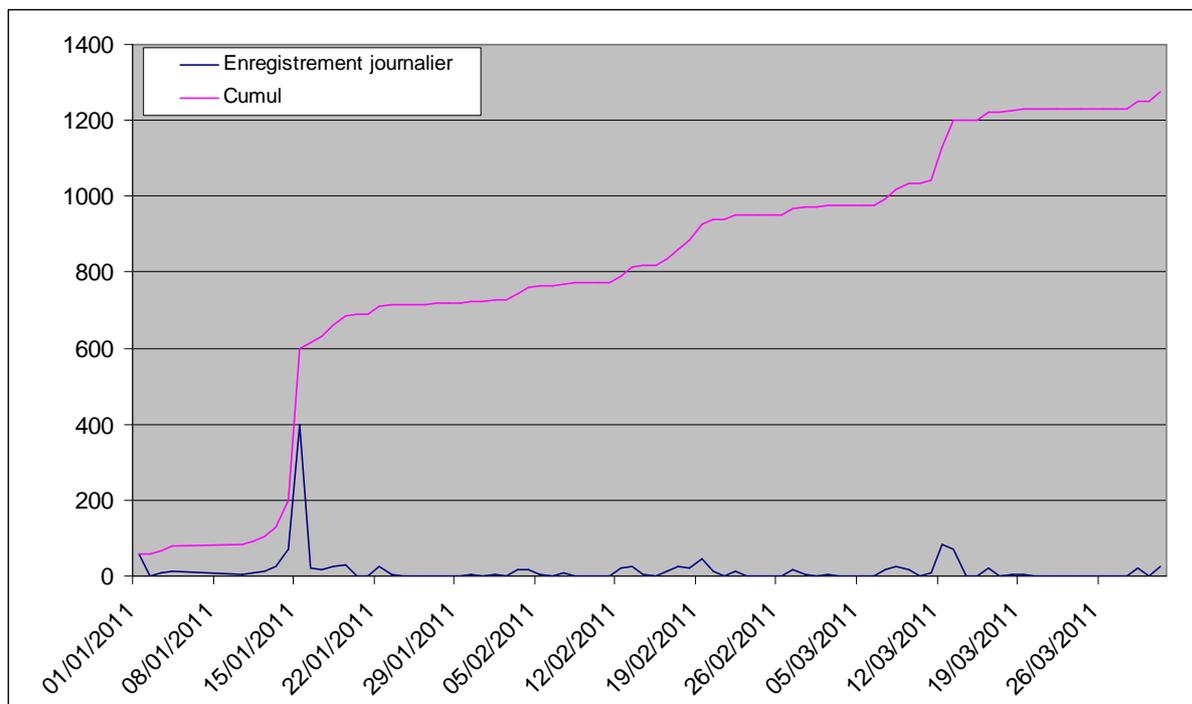


Figure n°07 : Pluviométrie sur site pour le 1^{er} trimestre 2011
(Source Vale Nouvelle-Calédonie)

Période de retour

Les précipitations sont enregistrées sous forme de cumul par intervalle de 6 mn, selon les standards de Mété France. Les cumuls max en fonction des durées d'observation pendant le passage de la dépression sont donnés dans le [tableau 03](#).

L'évaluation de la période de retour a été réalisée à partir des enregistrements effectués par les 3 stations historiques (A, B et C) et sur la base des IDF (courbe Intensité-Durée-Fréquence) établies par Vale Nouvelle-Calédonie et par la Davar (cf. [tableau 03](#)).

Les IDF de Vale Nouvelle-Calédonie établies en 2006 ont peu de représentativité statistique car établies sur 9 ans seulement. Elles présentent néanmoins l'avantage d'avoir été établies avec les enregistrements des stations d'observation actuelle. Etant donnée la faible profondeur des données, elles ont tendance à fortement surévaluer la période de retour des pluies peu fréquentes.

L>IDF Davar de 2001 a plus de valeur statistique car établie sur une plus grande série de données. Toutefois, de part la localisation en crête de la station Davar (au col de l'antenne), l'application de sa courbe IDF sur les stations Vale Nouvelle-Calédonie peut être problématique.

De part sa trajectoire, on peut considérer que les pluies de Vania sont statistiquement homogènes sur Goro et qu'il n'y a pas de différence statistique marquée entre l'usine (station B) et la mine (station A).

Sur cette base, Vale Nouvelle-Calédonie a proposé une période de retour de l'ordre de 10 ans pour une durée d'intégration de 24 h et inférieur à 5 ans pour les durées inférieures.

Tableau n°03 : Cumuls max et durée de retour de la pluviométrie

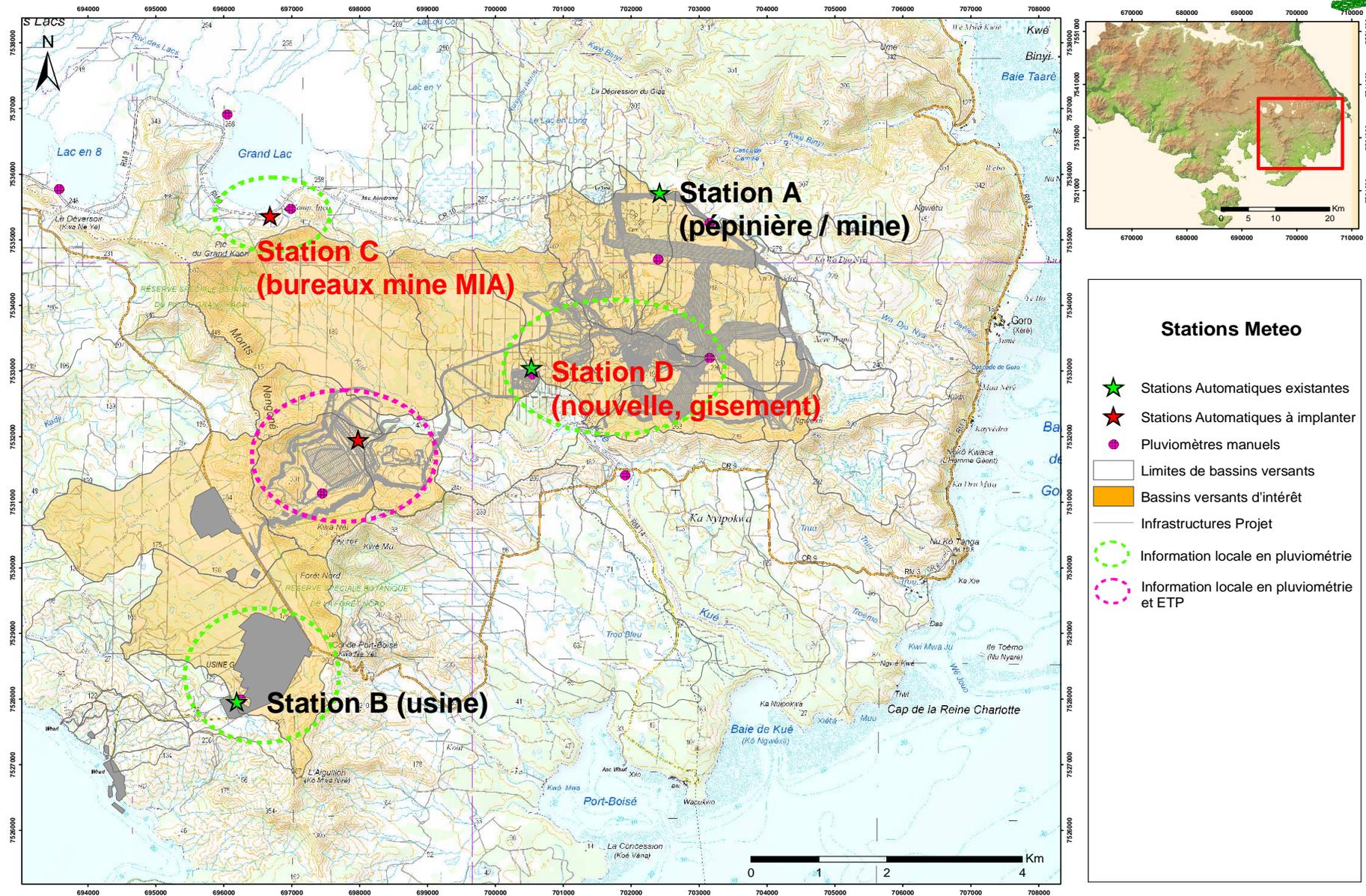
DUREE D'OBSERVATION / STATION	CUMUL MAX (mm)			DUREE DE RETOUR IDF VNC (ANNEE)			DUREE DE RETOUR IDF DAVAR (ANNEE)		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
6 mn	8.5	7.8	7.8				0.3	0.2	0.2
30 mn	33.1	32.2	32.8	0.5	1.2	0.5	1.0	0.9	1.0
1 h	58.5	59.2	60.7	1.0	1.8	1.1	1.9	2.0	2.3
2 h	97.1	89.5	99.0	1.6	1.9	1.4			
3 h	115.3	113.0	116.7	1.7	2.2	1.7	3.1	2.2	3.4
6 h	215.9	170.7	204.4	4.4	3.7	5.5	13.4	3.9	9.8
12 h	382.9	315.0	361.2	22.7	21.9	11.3			
24 h	475.3	399.5	450.6	19.7	64.3	13.9	21.4	8.8	16.0
48 h	538.6	475.7	518.1						
72 h	563.0	495.2	538.8						

3.1.2.3 Effluent marin

Les importants volumes d'eau accumulés pendant le passage de la dépression, essentiellement dans le parc à résidus de la Kué Ouest, ont dû être traités dans la station de traitement des effluents et évacués par l'émissaire marin.

La vidange engagée nécessitera entre 4 à 5 mois pour atteindre le niveau normal d'opération, selon les estimations de Vale Nouvelle-Calédonie. Néanmoins, le niveau actuel permettrait de contenir la crue centennale à l'intérieur de l'aire couverte par la géomembrane.

Il n'y a pas eu de non-conformité réglementaire au niveau des rejets d'effluent marin pendant et lors des semaines suivant le passage de Vania.



Carte n°01 : Position des stations météorologiques sur le site de Vale Nouvelle-Calédonie



3.2 Impacts des conditions météorologiques sur le milieu biologique marin

L'influence de l'eau douce et de l'apport de matière en suspension peut être conséquente dans les zones d'embouchures, en fonction des bassins versants qui leurs sont associés. Cet apport est irrégulier et n'intervient le plus généralement que durant les périodes de crues ou de précipitations soutenues (il n'y avait pas eu d'influence majeure de l'eau douce durant la période des missions de juin et décembre 2009). Cette variabilité d'apport d'eau douce (flux de courants froids plus ou moins chargés de sédiments), a été observée en plongée au mois d'avril 2009 et peut être corrélée avec les données de pluviométries enregistrées par trois stations météo placées sur le site (cf. résumé climatique de 2009 [06]). D'un point de vue général le début d'année 2009 (février à mai) est caractérisé par une saison humide (données pluviométrique importante) puis de juin à décembre les précipitations diminuent largement définissant la saison sèche.

Le début d'année 2011 est quant à lui caractérisé par une pluviométrie et des conditions hydrodynamiques importantes du fait du passage de la dépression Vania en milieu du mois de janvier.

3.2.1 1^{ère} mission : avril 2009

Les deux mois de février et mars, précédents la fuite d'acide sulfurique dans le Creek baie nord, présentent un écart positif à la normale des précipitations de plus de 80 à 97%. Ces précipitations abondantes correspondent à deux phases La Niña successives (anomalie positive de précipitation). Il en résulte une dessalure des eaux de surface dans le lagon, une diminution de la température de surface, une augmentation du ruissellement à terre et une augmentation de la charge particulaire et sédimentaire transportée par les rivières et charriée aux embouchures.

Les suivis de la structure de la colonne d'eau confirment totalement ces faits : salinité, température, turbidité et fluorométrie de la surface jusqu'au fond sont étroitement dépendants de l'influence des apports terrigènes et de la pluviométrie dans la baie du Prony et, au contraire, ils sont indépendants de ces apports en zone d'influence maritime.

Ainsi, deux profils CTD (obtenus avec une sonde multiparamétrique SBE, en date du 16.03.2009) sont présentés [figure 08](#) :

- Le profil de la station ST15, proche du creek de la baie nord, correspond aux eaux influencées par les apports terrigènes de la Baie du Prony, avec notamment une dessalure marquée en surface ;
- Le profil de la station ST09, au centre du canal de la Havannah, est quant à lui typique de la signature des eaux océaniques, avec une homogénéité de paramètres mesurés de la surface à 45 m de profondeur.

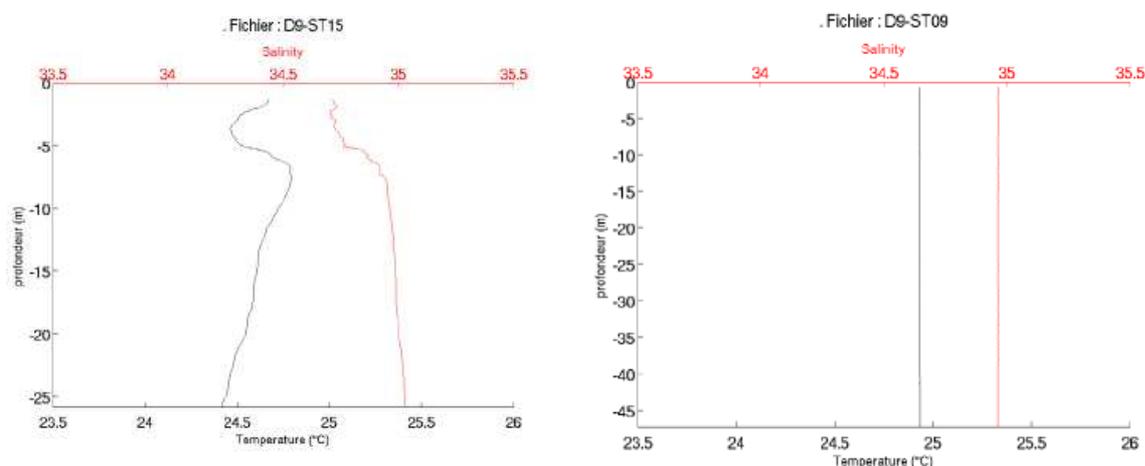


Figure n°08 : Profils salinité-température dans la colonne d'eau pour deux stations (l'une en baie de Prony, proche du Creek baie nord (ST15) et l'autre au centre du canal de la Havannah (ST09))

A ce phénomène La Niña vient s'ajouter un événement dépressionnaire (dépression Jasper) à partir du 26

mars, impliquant l'augmentation du vent et des précipitations. L'ensemble de ces facteurs peut, en partie, être à l'origine du blanchissement corallien. Ces variations naturelles conséquentes des paramètres environnementaux sont déstabilisantes pour la biologie corallienne et perturbent inévitablement le processus de photosynthèse des coraux scléactiniaires. Le phénomène de blanchissement a été observé dans l'ensemble de la baie de Prony mais également sur plusieurs récifs frangeants de la Nouvelle-Calédonie. Le phénomène est amplifié aux embouchures des rivières et reste particulièrement important à l'embouchure de la baie nord (influence supplémentaire possible de l'acide).

Une perturbation naturelle est indéniable dans l'ensemble des récifs de la baie de Prony (dépression Jasper entre le 24 et 26 mars 2009 et anomalie positive des précipitations en début d'année 2009 impliquant une dessalure des eaux de surface, variation des températures, variation de turbidité...) et particulièrement aux embouchures des creeks qui charrient de l'eau douce et des particules en suspension. Les récifs de l'ensemble de la baie de Prony ont été influencés en partie selon un gradient d'éloignement des creeks et des rivières.

Cependant les récifs environnants le Creek baie nord ont été plus particulièrement blanchis. La baisse du pH à l'embouchure du Creek baie nord a pu avoir une influence supplémentaire sur le blanchissement corallien naturel :

- 1) **dans un premier temps et majoritairement sur les récifs à proximité du Creek baie nord (zones 1 et 6)**
- 2) **et dans un second temps et dans une moindre mesure sur les récifs au pourtour du Creek baie nord (zones 3, 4 et 5).**

3.2.2 2^{ème} mission : juin 2009

Le mois de mai précédent la mission a également un écart positif à la normale des précipitations de plus de 76% (données pour l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie). Cependant les coraux scléactiniaires présentent une incroyable résilience. C'est-à-dire que ces organismes ont une capacité à bien vivre et à se reconstruire après un traumatisme. Les coraux sont très sensibles aux variations des paramètres environnementaux (expulsion des zooxanthelles) mais leur capacité à reprendre vitalité est importante si le phénomène perturbateur est sur du court terme et ne dépasse pas un seuil de non retour.

- Le recouvrement en coraux blanchi a diminué pour toutes les zones prospectées et particulièrement dans les zones les plus blanchies lors de la mission d'avril 2009.
- La majorité des colonies blanchies lors de la mission d'avril 2009 sont en cours de recolonisation par les zooxanthelles (couleur pâle lors de la campagne de juin 2009).
- Les dégradations récifales observées sont le blanchissement corallien et l'hyper sédimentation (avril et juin 2009).
- Aucune colonie corallienne ne présente de marque de dissolution des carbonates.
- Les espèces encore blanchies se retrouvent principalement dans les zones où la dessalure est la plus importante (embouchures de creek et de rivière) (cf. [carte 14](#)).
- Toutes les colonies blanches ou pâles ont encore leurs polypes.
- Les colonies étant recolonisées par les zooxanthelles présentent de grande chance de survie.
- Cependant quelques colonies coralliennes n'ont pas été retrouvées lors de la deuxième mission : même si on les considère comme mortes, le taux de mortalité est faible.

3.2.3 3^{ème} mission : décembre 2009

La fin d'année 2009 subit un phénomène El Niño et depuis le mois d'août, les précipitations sont faibles par rapport aux normales saisonnières (août - 55%, septembre + 15%, octobre - 38%, novembre - 46%). Ces conditions climatiques sont favorables à la résilience des communautés coralliennes dans la zone d'étude et particulièrement celle des coraux scléactiniaires.



Communautés benthiques (hors coraux)

- La faune (hors coraux) et la flore benthique des différentes zones prospectées sont diversifiées et ne présentent pas de signe de dégradation (pas de mortalité observée).
- Dans toutes les zones prospectées, les alcyonaires du genre *Sarcophyton* et *Sinularia* qui présentaient des marques de blanchissement pour les missions d'avril et de juin 2009 sont maintenant en bonne santé et ne montrent plus de stigmate de blanchissement.
- Les macrophytes ne présentent aucune marque de dégradation. Une augmentation du couvert algal a été observée sur les hauts de platier des zones 1, 2 et 5 (développement des macrophytes qui s'inscrit dans le cycle de variation des normales saisonnières). Le genre *Padina* se développe sur le platier de des zones 01 et 02, et le genre *Asparagopsis armata* est en fin de développement sur la partie sommitale du récif de la zone 5.
- Présence de *Culcita novaeguineae* en zones 02, 05 et 08 (1 à 2 individus par zone) et absence depuis le mois de juin 2009 en zones 03, 04 et 07.
- **Présence de cyanobactéries** en très faibles proportions (zones 04, 05, 06, 07 et ST02). Cependant une prolifération importante de cyanobactéries en forme de pompon a été constatée en zone 08. Ce phénomène est à surveiller en particulier et pourrait faire l'objet d'une future station témoin dans le suivi environnemental général de la baie de Prony car cette station n'est pas sous influence de l'activité minière. Absence des cyanobactéries depuis le mois de juin 2009 en zone 03 (il y avait une prolifération sur tout le haut du platier qui a complétement disparu).

Communautés coralliennes

Cette baisse des précipitations durant le deuxième semestre a permis aux coraux de se régénérer et de se stabiliser par rapport à leur activité biologique. Au mois d'avril l'apport de matière en suspension et d'eau douce de la rivière était plus conséquent que pour les mois de juin et une longue période plutôt sèche a été marquée entre le mois d'août et décembre. Cette baisse des précipitations a permis aux coraux de se régénérer et de se stabiliser par rapport à leur activité biologique.

- **Le recouvrement en coraux blanchi a diminué** pour toutes les zones prospectées et particulièrement dans les zones les plus blanchies lors de la mission d'avril 2009 et de juin 2009.
- **Le blanchissement est dorénavant très ponctuel.** Les colonies blanchies sont disséminées de manière hétérogène et caractérisent les espèces les plus sensibles aux variations des paramètres environnementaux (*Acropora*, *Montipora*, *Galaxea*, *Seriatopora* et *Stylophora pistilata*).
- La quasi totalité des colonies blanchies lors de la mission d'avril 2009 ont réintégré leurs zooxanthelles ou sont en cours de recolonisation.
- Les espèces encore influencées par le blanchissement (colonie de couleur pâle « D ») se retrouvent principalement dans les zones où la dessalure est la plus importante (embouchures de creek et de rivière : Zone 06 < Z02 < Z03 < Z08 < Z07). Cependant le phénomène perturbateur agit dans de moindre proportion que pour le mois d'avril 2009.
- Les dégradations récifales observées sont une légère mortalité corallienne pour les zones 02, 06, 07 et 08 (2 à 3% de mortalité dans les zones d'embouchure de rivière). Ces dégradations se manifestent le plus généralement par des colonies mortes en place, recouvertes par une fine couche sédimentaire ou de gazon algal ; Et dans le zone 8 par une augmentation de recouvrement des débris coralliens et par la prolifération de cyanobactéries (mortalité de 3 à 5%).
- Aucune colonie corallienne ne présente de marque de dissolution des carbonates.
- Toutes les colonies blanches ou pâles ont encore leurs polypes.
- Les colonies étant recolonisées par les zooxanthelles présentent de plus en plus de chance de survie.

Bien que les récifs coralliens fassent partie des écosystèmes les plus vulnérables au monde, les coraux scléactiniaires présentent une très forte résilience. C'est-à-dire que ces organismes ont une capacité à bien vivre et à se reconstruire après un traumatisme. Les coraux sont très sensibles aux variations des paramètres environnementaux (expulsion des zooxanthelles) mais leur capacité à reprendre vitalité est importante si le phénomène perturbateur est sur du court terme.

4 Méthodologie

Les protocoles d'échantillonnage appliqués dans le cadre de cette étude ont rigoureusement respecté le cahier des charges « suivis de l'état des communautés coralliennes, du réseau de surveillance » élaboré sous contrôle de la DENV et fourni par Vale Nouvelle-Calédonie (cf. [annexe 01](#)).

4.1 Zone d'étude

4.1.1 Contexte général

La zone d'étude générale est comprise dans la baie de Prony (sud de la Grande Terre), de part et d'autre de l'embouchure du Creek baie nord, sur des zones pouvant être impactées ou non par cette fuite.

Le contexte géographique général est présenté sur la [carte 02](#).



Carte n°02 : Situation géographique générale

4.1.2 Présentation des zones étudiées

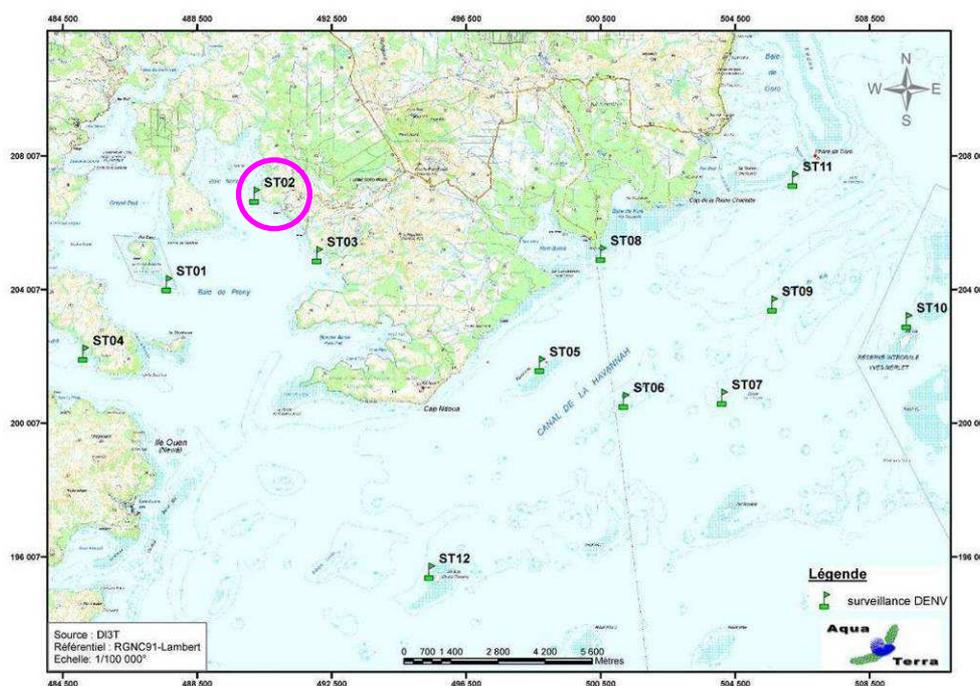
N'ayant aucune donnée biologique précise pré-accident et aucune information sur le trajet de l'éventuel panache acide, en avril 2009, il avait été établi un protocole d'échantillonnage couvrant :

- plusieurs zones dans la baie nord, selon un gradient d'éloignement de l'embouchure du creek (zones 01 à 06),
- ainsi que des zones situées dans la rade du port et dans la baie du carénage (hors atteinte du sinistre), ces zones servant de références (zones 07 et 08).

Pour information, nous rappelons que trois stations du réseau de surveillance (dans le cadre du suivi réglementaire de l'ICPE et auparavant dans le cadre des études de l'état des lieux) sont situées dans la baie de Prony. Leurs coordonnées sont données dans le [tableau 04](#) et elles sont positionnées sur la [carte 03](#).

Tableau n°04 : Coordonnées des stations du réseau de surveillance, dans la baie de Prony

STATIONS			COORDONNEES (WGS 84 RGNC 91)		INFLUENCE POSSIBLE DE LA FUITE
			LONGITUDE	LATITUDE	
Baie de Prony	Ilot Casy	01	166°51.066	22°21.804	Non
	Creek Baie Nord	02	166°52.546	22°20.356	Oui
	Port	03	166°53.639	22°21.312	Non



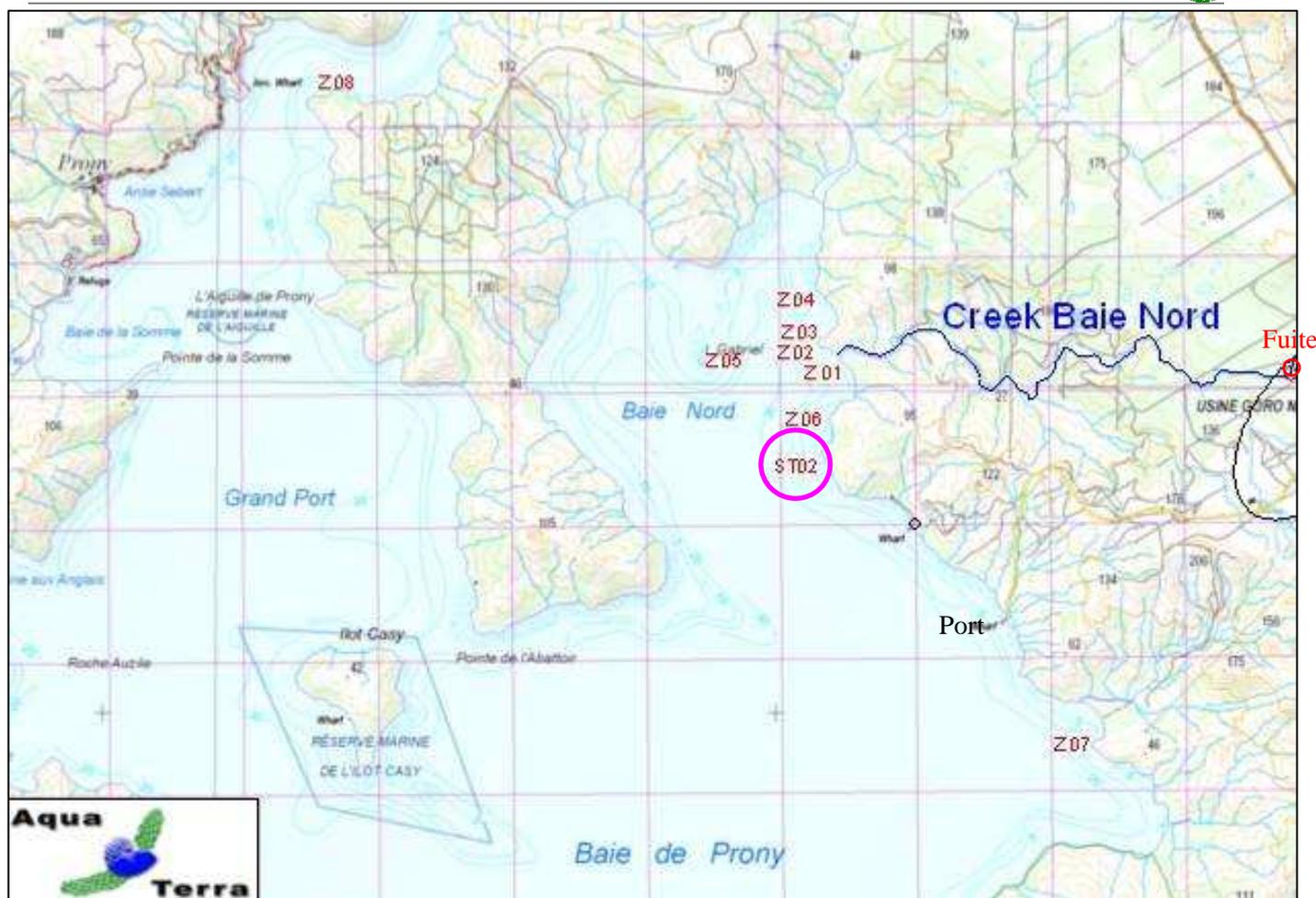
Carte n°03 : Localisation des stations du réseau de surveillance

Sur ces trois stations, nous avons retenu la station 02 (rond mauve sur les cartes 03 et 04), qui est la plus près mais éloignée de près de 900 m de l'embouchure du Creek baie nord, et qui a donc été échantillonnée. L'intérêt est que ses résultats peuvent être comparés à ceux d'années précédentes (depuis 2007).

La liste des différentes zones échantillonnées ainsi que leur situation est donnée dans le tableau 05 et sur la carte 04.

Tableau n°05 : Localisation des zones étudiées

SITUATION	ZONE	INFLUENCE POSSIBLE DE LA FUITE
Baie Nord	Embouchure du creek	Oui
	Zone 01	
	Zone 02	
	Zone 03	
	Zone 04	
	Zone 05	
	Zone 06	
	Station 02	
Rade du port	Zone 07	Non
Baie du Carénage	Zone 08	



Carte n°04 : Localisation des zones et de la station 02

4.2 Les travaux d'échantillonnage

4.2.1 Pour les zones définies pour cette mission et ne faisant pas partie du réseau de surveillance

Les investigations ont donc porté sur 8 zones.

Sur chacune des 8 zones (notées Zone 01 à 08) un parcours libre (en scaphandre autonome) d'au moins 30 mn a été réalisé, afin de :

- décrire la zone globalement (substrat, profondeur, visibilité, biotope, ...),
- repérer les espèces de poissons, en distinguant s'il s'agissait de juvéniles ou d'adultes, de sédentaires ou de pélagiques,
- délimiter les zones de blanchissement de corail,
- relever les espèces coralliennes présentes, leur densité et le rapport blanchi,
- réaliser des photographies et des films.

Au niveau des zones 02 et 06, situées de part et d'autre de l'embouchure du Creek baie nord, nous avons réalisé une **radiale** : parcours en bouteille depuis le bas du tombant (respectivement 23 m et 16 m de profondeur) jusqu'à la surface, en suivant les fonds, ce qui nous a permis de réaliser des photographies et des films.

Ici aussi ont été notés :

- les caractéristiques générales de chaque « étage »,
- les espèces de poissons rencontrés, en distinguant s'il s'agissait de juvéniles ou d'adultes, de sédentaires ou de pélagiques,
- les limites des zones de blanchissement de corail,
- les espèces coralliennes présentes, leur densité et le rapport blanchi.

Par ailleurs, toujours sur ces deux mêmes zones, nous avons échantillonné le transect matérialisé en 2009 en suivant exactement le protocole du cahier des charges validé par la DENV (mis en place dans le cadre du suivi du réseau de surveillance cf. [annexe 01](#)).

Enfin, en zone 02, nous avons aussi échantillonné les 4 piquets qui avaient été placés en 2009 avec un choix délibéré de leur emplacement : près de colonies remarquables et/ou présentant de fort blanchissement, afin de pouvoir suivre l'évolution de leur état.

4.2.2 Pour la station ST02, faisant partie du réseau de surveillance

Cette station était déjà matérialisée sous l'eau et a été échantillonnée en suivant exactement le protocole du cahier des charges validé par la DENV (cf. [annexe 01](#)) et comme cela avait été fait lors des missions précédentes.

4.3 Les méthodes d'échantillonnage

Comme nous l'avons vu précédemment, l'échantillonnage a suivi le protocole du cahier des charges validé par la DENV.

Ce protocole est détaillé en [annexe 01](#) et les grands principes sont rappelés ci-dessous.

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

4.3.1 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 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) [09] est largement utilisée par les experts locaux pour l'évaluation de l'état des peuplements récifaux et des organismes associés (cf. cahier des charges en [annexe 01](#)).

4.3.2 Le benthos

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

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

Prestations complémentaires pour la station 02

Par rapport au cahier des charges, le travail a été approfondi, et l'échantillonnage a été en fait le plus exhaustif possible (tous les organismes benthiques - scléactiniaires, macrophytes et invertébrés - et non que les taxons cibles), avec une détermination au niveau taxonomique le plus bas possible.

Par contre, la densité en organisme dans une zone d'étude étendue est difficile à évaluer précisément et peut conduire à de nombreuses erreurs. Afin de simplifier les opérations sous-marines et d'éviter les erreurs d'abondance, une échelle de recouvrement de 1 à 5 ([tableau 06](#)) a été mise en place au sein des groupes faunistiques suivant :

- Scléactiniaires (coraux) à l'échelle du genre et si possible de l'espèce.
- Algues à l'échelle du genre et si possible de l'espèce.
- Spongiaires et ascidies à l'échelle du genre et si possible de l'espèce.
- Bénéitiers, trocas à l'échelle du genre.
- Echinodermes (étoiles de mer, oursins, holothuries, crinoïdes) à l'échelle du genre.

Cette échelle d'abondance a été modifiée par rapport à l'échelle d'abondance de English et al, 1997 [10]. 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 scléactiniaires, les macrophytes et les invertébrés sur l'ensemble de l'échelle.

Tableau n°06 : *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 40
5	Important	plus de 41

Certains genres de scléactiniaires (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 07).

Tableau n°07 : *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)

Afin de pouvoir évaluer rapidement le changement d'état de la station par rapport à la mission précédente (recrutement, mortalité, blanchissement et abondance.), un code couleur simple a été établi, comme présenté dans le tableau 08.

Tableau n°08 : *Code couleur pour la comparaison temporelle d'une même station*

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
Recolonisation zooxanthelles	En cours de recolonisation par les zooxanthelles (couleur pâle) La colonie présente de grandes chances de survie
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 particulières pour les zones

1 / Objectif : évaluation du blanchissement par transect

Si les espèces recensées sont influencées par le blanchissement, elles seront alors mises en valeur dans les tableaux par un surlignage de couleur rouge et une échelle de degré de blanchissement (numéroté de B1 à B5) sera annotée à côté de l'abondance (tableau 09).

Tableau n°09 : *Degré de blanchissement pour une espèce (/ 100 m²)*

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

Lorsque le degré de blanchissement est égal au degré d'abondance en organisme cela signifie que la totalité des colonies de l'espèce considérée est blanchie.

Exemple 01 : pour des *Acropora spp. (branchus)* :

4 (5spp) (B3)

Cette case signifie :

« 4 » (21 à 40 colonies/100m²), le recouvrement en *Acropora branchus* est fort
 « 5spp », 5 espèces d'*Acropora sp.* ont été recensées dans le périmètre
 « B3 », le blanchissement est moyen.

Les Acropora sont variés, ils ont un recouvrement fort, de nombreuses colonies sont influencées par le blanchissement, cependant quelques colonies sont encore en bonne santé.

Exemple 02 : même exemple, mission suivante :

4 (5spp) (B2)

Cette case signifie :

« 4 » (21 à 40 colonies/100m²), le recouvrement en *Acropora branchus* est fort
 « 5spp », 5 espèces d'*Acropora sp.* ont été recensées dans le périmètre
 « Couleur orange » : des colonies de cette espèce ne sont plus totalement blanchies, leur polypes sont présents et sont en cours de recolonisation par les zooxanthelles (couleur pâle)
 « B2 », le blanchissement est faible et a diminué par rapport à avril 09.

Les Acropora sont variés (5 espèces) et ils ont un recouvrement fort. Les colonies sont maintenant faiblement influencées par le blanchissement, les polypes sont encore présents et la recolonisation des zooxanthelles est en cours (couleur pâle). Les colonies de cette espèce présentent de grandes chances de survie.

2 / Objectif : évaluation de la diversité, abondance et blanchissement par zone

Au cours de l'évaluation de la diversité et du blanchissement en baie de Prony, nous avons prospecté huit zones pour lesquelles nous n'avons pas systématiquement installé des transects fixes.

Pour chaque zone un inventaire des biocénoses benthiques et leur abondance a été réalisé. Il est difficile de comptabiliser un nombre de colonie ou d'individu par espèce, si l'espace n'est pas défini. Cependant on peut évaluer si une espèce est plus ou moins abondante sur un site (évaluation semi-quantitative).

Les échelles type d'abondance ont été reprises (sans comptage) : tableaux 10 et 11.

Tableau n°010 : *Echelle d'abondance des organismes benthiques*

ECHELLE	ABONDANCE EN ORGANISMES
1	Présence
2	Recouvrement faible
3	Recouvrement moyen
4	Recouvrement fort
5	Recouvrement important

Tableau n°011 : *Degré de blanchissement pour une espèce*

ECHELLE	DEGRE DE BLANCHISSEMENT
B1	Présence blanchissement
B2	Blanchissement faible
B3	Blanchissement moyen
B4	Blanchissement fort
B5	Blanchissement important

4.3.3 Les 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 la fuite ou toute autre cause de changements.

Pour cela, c'est la méthode dite des transects à largeur variable « TLV » qui a été appliquée (cf. cahier des charges en [annexe 01](#)).

Dans le cas de la problématique posée (« impact de la fuite d'acide ? »), une attention particulière a été apportée à la présence de juvéniles, ainsi qu'à celle des poissons fouisseurs.

Pour la nomenclature, il a été choisi de désigner les sous-familles quand elles existent et d'utiliser la nomenclature et l'orthographe de J.E. Randal [10]. Ainsi la (très) grande famille des Serranidae est subdivisée en ses sous-familles (comme les Epinephelinae et Anthiinae) ou encore les Microdesmidae sont subdivisés entre les Ptereleotrinae et Microdesmidae. Egalement le choix du genre *Chlorurus* et non *Scarus* pour certaines espèces de Scaridae. L'orthographe Pinguipedidae et non Penguipedidae, etc.

La notation « juvénile » dans les tableaux précise la présence de juvéniles mais n'exclut pas la présence d'adultes pour la même espèce.

Tableau n°012 : *Signification des abréviations des noms de famille*

Aca	<i>Acanthuridae</i>	Hae	<i>Haemulidae</i>	Pin	<i>Pinguipedidae</i>
Ant	<i>Anthiinae</i>	Hol	<i>Holocentridae</i>	Poc	<i>Pomacanthidae</i>
Apo	<i>Apogonidae</i>	Kyp	<i>Kyphosidae</i>	Pom	<i>Pomacentridae</i>
Ble	<i>Blenniidae</i>	Lab	<i>Labridae</i>	Pri	<i>Priacanthidae</i>
Cae	<i>Caesionidae</i>	Let	<i>Lethrinidae</i>	Pte	<i>Ptereleotrinae</i>
Car	<i>Carangidae</i>	Lut	<i>Lutjanidae</i>	Sca	<i>Scaridae</i>
Cen	<i>Centriscidae</i>	Mic	<i>Microdesmidae</i>	Sco	<i>Scombridae</i>
Cha	<i>Chaetodontidae</i>	Mon	<i>Monacanthidae</i>	Scr	<i>Scorpenidae</i>
Eph	<i>Ephippidae</i>	Mul	<i>Mullidae</i>	Sig	<i>Siganidae</i>
Epi	<i>Epinephelinae</i>	Mur	<i>Muraenidae</i>	Tet	<i>Tetrodonidae</i>
Gob	<i>Gobiidae</i>	Nem	<i>Nemipteridae</i>		32

5 Résultats par zones

Différents échantillonnages ont été réalisés (tous en scaphandre autonome) sur les différentes zones et la station 02, comme cela est résumé dans le [tableau 13](#).

Tableau n°013 : *Nature des échantillonnages pour les différentes zones*

	NATURE DE L'ECHANTILLONNAGE
Zone 01	Observations générales, benthos, poissons, blanchissement Photographies & vidéos
Zone 02	Observations générales, benthos, poissons, blanchissement Radiale avec observations générales et schéma structural Echantillonnage d'un transect : LIT, benthos, TLV poissons, colonies coralliennes blanchies Observations des colonies coralliennes remarquables autour des 4 piquets Photographies & vidéos
Zone 03	Observations générales, benthos, poissons, blanchissement Photographies & vidéos
Zone 04	Observations générales, benthos, poissons, blanchissement Photographies & vidéos
Zone 05	Observations générales, benthos, poissons, blanchissement Photographies & vidéos
Zone 06	Observations générales, benthos, poissons, blanchissement Radiale avec observations générales et schéma structural Echantillonnage d'un transect : LIT, benthos, TLV poissons, colonies coralliennes blanchies Photographies & vidéos
Zone 07	Observations générales, benthos, poissons, blanchissement Photographies & vidéos
Zone 08	Observations générales, benthos, poissons, blanchissement Photographies & vidéos
Station 02	Echantillonnage des 2 transects : LIT, benthos, TLV poissons, colonies coralliennes blanchies Photographies & vidéos

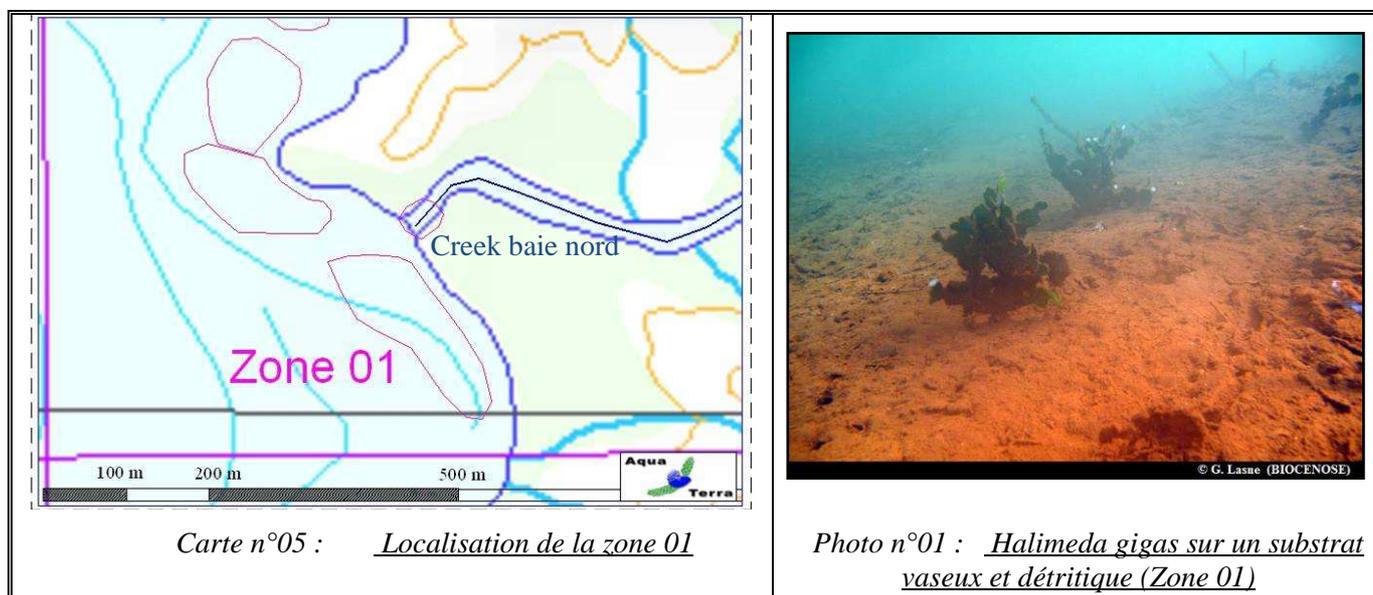
5.1 Zone 01 = Platier sud du Creek baie nord

5.1.1 Description générale

Caractéristiques physiques de cette zone

LOCALISATION	Au sud de l'embouchure du Creek baie nord
MODE D'EXPLORATION	Palmes Masque Tuba (PMT)
SUPERFICIE APPROXIMATIVE EXPLORÉE	16 500 m ²
PROFONDEUR	Jusqu'à 3 m
VISIBILITE	Faible : 50 cm
SUBSTRAT	Vaseux + dépôt organique

Localisation géographique



5.1.2 Observations

Cette zone est située au sud de l'embouchure du Creek baie nord.

L'estran forme une plage de sable.

La végétation est typique de bord de mer, sur terrain latéritique, avec notamment : pandanus - *Pandanus* sp., cocotiers - *Cocos nucifera*, agaves, pins colonnaires – *Araucaria columnaris*, etc.

C'est une zone sédimentaire de sable grossier envasé, la proportion de la vase latéritique augmentant au fur et à mesure de l'éloignement de l'embouchure.

La turbidité est élevée et augmente encore au moindre mouvement près du fond qui remet le substrat en suspension. Par ailleurs, selon les marées, le substrat meuble (sédiment fin latéritique) est plus ou moins remobilisé dans la colonne d'eau.

La visibilité était moyenne. Les quelques colonies coralliennes présentes dans l'ensemble de la zone ont un recouvrement très faible et elles sont disséminées de manière hétérogène.

Il y a peu de vie fixée.

On note la présence de zones d'amas organiques et de quelques souches servant de « dispositif de

concentration de poissons » ou encore de rares rochers avec des algues (sargasses, *Halimeda*).

5.1.2.1 Le benthos

La richesse spécifique et le recouvrement biotique sont très faibles (aucune espèce scléactiniaire, 7 espèces de macrophytes, 1 espèce d'holothurie et d'hydraire). Ces quelques hydraires colonisent les souches d'arbres et débris organiques déposés sur la vase latéritique au début de la pente sédimentaire.

La seule espèce de scléactiniaire *Pocillopora damicornis* de la famille des Pocilloporidae photographiée en avril 2009 était de couleur légèrement pâle mais ne présentait pas réellement de marque de blanchissement. En juin 2009, cette colonie avait réintégré une densité de zooxanthelles plus importante mais elle était légèrement blanchie à la base. En décembre 2009, elle avait intégralement réintégré des zooxanthelles (légère dépigmentation). Cette colonie n'a pas été retrouvée lors de cette mission d'avril 2011 (ce qui ne signifie pas qu'elle ait disparu).

Tableau n°014 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 01)*

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléactiniaire		
Acroporidae	0	0
Agaraciidae	0	0
Astrocoeniidae	0	0
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	0	0
Faviidae	0	0
Fungiidae	0	0
Merulinidae	0	0
Mussidae	0	0
Oculinidae	0	0
Pectiniidae	0	0
Pocilloporidae	0	0
Poritidae	0	0
Siderastreidae	0	0
Total scléactiniaire	0	-
Non Scléactiniaire		
Milleporidae	0	0
Tubiporidae	0	0
Gorgone	0	0
Antipathaire	0	0
Total coraux (A)	0	-
dont nb. esp. blanchies (B)	0	-
Blanchissement	B/A	Visuel
	0	0

Tableau n°015 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 01)

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	0	0
Algue brune	2	2
Algue rouge	0	0
Algue verte	5	3
Cyanobactéries	0	0
Anémone	0	0
Ascidie	0	0
Astérie	0	0
Crinoïde	0	0
Echinide	0	0
Holothurie	1	2
Hydraire	1	3
Mollusque	0	0
Spongiaire	0	0
Zoanthaire	0	0
TOTAL	9	-

Variation entre les missions de décembre 2009 et avril 2011

SCLERACTINIAIRES	MACROPHYTES et INVERTEBRES
<p>La richesse spécifique corallienne de ce niveau bathymétrique est nulle. La seule espèce de scléactiniaire <i>Pocillopora damicornis</i> de la famille des Pocilloporidae n'a pas été recensée.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evolution de la richesse spécifique des coraux : <p>- Mortalité de 1 espèce (<i>Pocillopora damicornis</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Variation d'abondance : aucun • Blanchissement corallien : aucun 	<ul style="list-style-type: none"> • Algues (variation saisonnière) : <p>- Absence de l'algue brune <i>Padina</i> sp. - Légère diminution du recouvrement <i>Neomeris van bossea</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Absence de cyanobactéries • Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) : Aucun changement

5.1.2.2 Les poissons

La biodiversité est toujours aussi faible. Les poissons adultes sont des Gobidés fouisseurs. Tous les autres poissons rencontrés, aussi bien en 2009 qu'en 2011 sont des juvéniles qui vivent à l'abri des souches transportées par le Creek. Des bancs nomades de jeunes Carangidés transitent sur le site.

La biodiversité ichtyologique s'élève à 16 espèces de poissons rencontrés, qui sont listées dans le [tableau 16](#).

Tableau n°016 : Poissons rencontrés dans la zone 01

FAMILLE	ESPECE	ETAT
Acanthuridae	<i>Acanthurus blochii</i>	Juvénile
	<i>Acanthurus mata</i>	Juvénile
Carangidae	<i>Carangoides ferdau</i>	Juvénile
	<i>Gnathanodon speciosus</i>	

Chaetodontidae	<i>Heniochus acuminatus</i>	Juvénile
Epinephelinae	<i>Epinephelus cyanopodus</i>	Juvénile
Gobiidae	<i>Amblyeliotris fontanesii</i>	
	<i>Amblyeliotris</i> sp.	
	<i>Oxyurichthys</i> sp.	
Lutjanidae	<i>Lutjanus fulviflamma</i>	Juvénile
	<i>Lutjanus quinquelineatus</i>	Juvénile
	<i>Lutjanus vitta</i>	Juvénile
Nemipteridae	<i>Scolopsis bilineatus</i>	Juvénile
Pomacentridae	<i>Chrysiptera taupou</i>	Juvénile
	<i>Neopomacentrus bankieri</i>	Juvénile
Siganidae	<i>Siganus puellus</i>	Juvénile

Comme en 2009, en 2011, à part les 3 espèces de Gobiidae et la carangue *G. speciosus* (qui n'est pas ichtyophage et n'est donc pas là pour manger les juvéniles) tous les autres poissons de cette station sont des juvéniles.

Tableau n°017 : Distribution du nombre d'espèces par famille pour les 4 missions (Zone 01)

	Avril 2009	Juin 2009	Déc. 2009	Avril 2011
Aca	0	0	1	2
Car	0	0	2	2
Cha	1	1	1	1
Epi	0	1	0	1
Gob	2	3	3	3
Hae	1	0	0	0
Lab	0	1	2	0
Lut	1	2	1	3
Mul	0	0	1	0
Nem	1	1	0	1
Pom	1	1	1	2
Sig	0	0	2	1
Tot	7	10	14	16
χ^2 obs	23,57			
ddl =	33			
χ^2 th 0,05	47,40			

Le test de χ^2 est hautement significatif. Il accrédite l'hypothèse d'identité H_0 . Les 4 résultats sont hautement similaires.

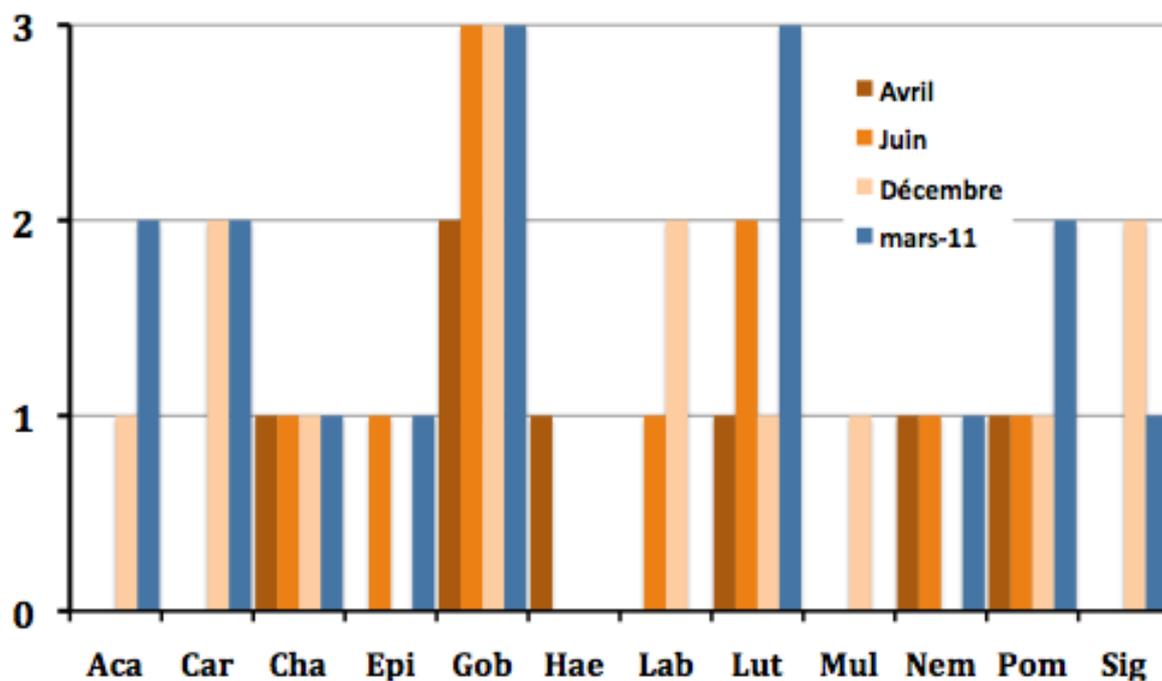


Figure n°09 : Nombre d'espèces par famille pour les 4 missions (Zone 01)

5.2 Zone 02 = Nord Creek baie nord

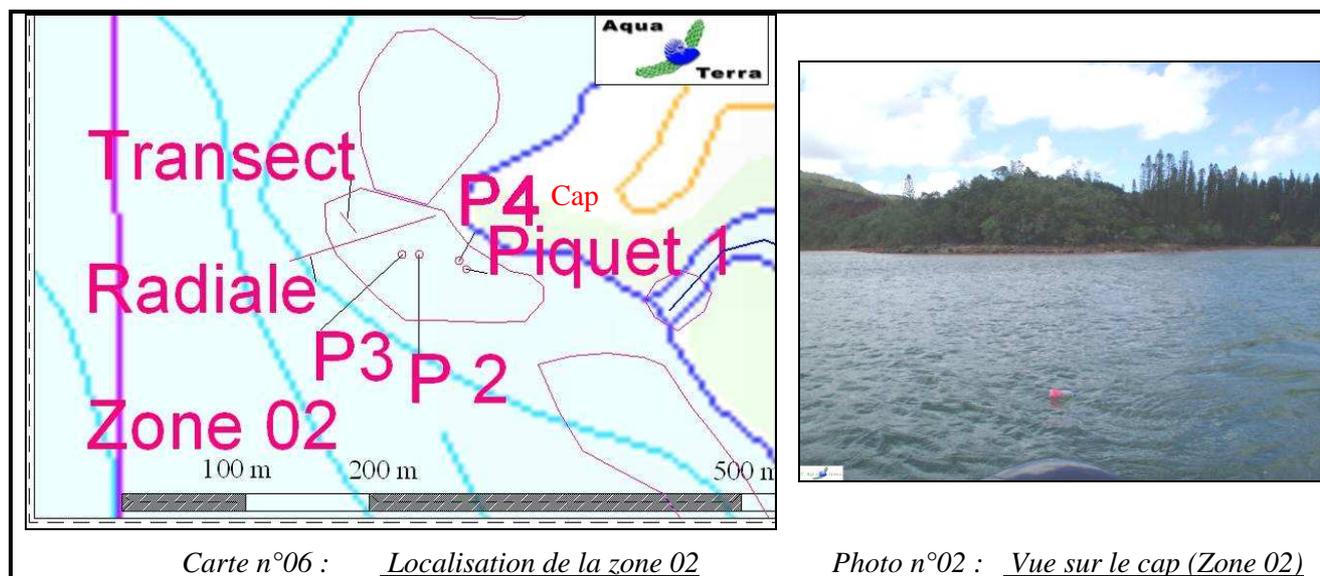
5.2.1 La zone

5.2.1.1 Description générale

Caractéristiques physiques de cette zone

LOCALISATION	Au nord de l'embouchure du Creek baie nord
MODE D'EXPLORATION	Scaphandre autonome
SUPERFICIE APPROXIMATIVE EXPLORÉE	11 700 m ²
PROFONDEUR	De 0 à 23 m
VISIBILITE	Faible : 50 cm
SUBSTRAT	Vaseux, recouvert de nombreuses colonies

Localisation géographique



5.2.1.2 Observations

Cette zone correspond à la partie nord (droite) de l'embouchure du Creek baie nord.

L'estran est composé de cailloux/galets puis de blocs rocheux de plus en plus gros et se terminant au nord en pointe rocheuse (cap).

La baie de Prony en général, et particulièrement la baie Nord, est bien protégée de la houle océanique. Les conditions hydrodynamiques dans la baie sont de ce fait faibles. Lorsque les Alizés soufflent (vent orienté du SE et dominant en Nouvelle-Calédonie), ils créent des courants de surface qui ont tendance à confiner les eaux du creek dans la zone qui est au nord de l'embouchure et limitée par un petit promontoire rocheux (nommé « cap » sur les illustrations), aussi bien durant les marées montantes que descendantes.

Les conditions hydrodynamiques générales semblent donc faire converger les eaux du creek dans cette zone. Ces eaux présentent deux facteurs majeurs (une salinité moindre et une turbidité pouvant être élevée) pouvant perturber et stresser les communautés coralliennes (possibilité de blanchissement naturel).

C'est une zone construite et très diversifiée (en forme et espèce), faite de massifs plus ou moins importants, séparés par des espaces détritiques envasés, avec beaucoup d'algues. La zone est bien vivante.

5.2.1.2.1 Le benthos (Zone 02)

La zone comprend un récif frangeant bien colonisé dans la partie du front récifal et une pente sédimentaire composée de vase et colonisée dans sa partie supérieure par de nombreuses colonies coralliennes dispersées de manière hétérogène.

Tableau n°018 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 02)*

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire	0 à 7 m		7 à 23 m	
Acroporidae	19	5	17	4
Agaraciidae	5	2	10	3
Astrocoeniidae	1	2	1	1
Caryophyllidae	1	2	0	0
Dendrophyllidae	5	3	3	3
Faviidae	20	5	15	4
Fungiidae	3	2	5	3
Merulinidae	4	3	2	2
Mussidae	4	2	3	2
Oculinidae	3	3	3	3
Pectiniidae	4	2	4	2
Pocilloporidae	4	4	4	3
Poritidae	4	4	4	3
Siderastreidae	3	2	2	2
Total scléractiniaire	80	-	73	-
Non Scléractiniaire				
Milleporidae	2	3	2	4
Gorgone	1	1	1	3
Tubiporidae	0	0	0	0
Antipathaire	0	0	2	1
Total coraux (A)	83	-	78	-
dont nb. esp. blanchies (B)	9	-	7	-
Blanchissement	B/A	Visuel	B/A	Visuel
	10.84 %	5%	8.97%	>5%

Le recouvrement corallien diminue largement avec la profondeur, le substrat biotique est composé en majorité par les coraux branchus et massifs dans les 8 premiers mètres de profondeur. Sous cette limite, la pente sédimentaire devient plus inclinée, les dépôts latéritiques sont peu remobilisés et les macrophytes et les alcyonaires sont dominants.

D'autre part, le recouvrement corallien et la richesse spécifique sont de plus en plus importants selon un gradient d'éloignement de l'embouchure du creek jusqu'au petit cap rocheux un peu plus au nord.

Tableau n°019 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 02)

Groupe Macrophytes et Invertébrés	0 à 7 m		7 à 23 m	
	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	3	3	3	3
Algue brune	3	4	1	5
Algue rouge	1	3	1	3
Algue verte	7	3	6	3
Cyanobactéries	1	0	0	0
Anémone	0	0	1	1
Ascidie	0	0	0	0
Astérie	4	3	4	3
Crinoïde	0	0	0	0
Echinide	1	2	1	2
Holothurie	4	3	4	3
Hydraire	0	0	0	0
Mollusque	7	3	8	4
Spongiaire	3	3	4	4
Zoanthaire	1	2	1	2
TOTAL	35	-	34	-

5.2.1.2.2 Les poissons (Zone 02)

La biodiversité des poissons est plus importante qu'en zone 01. La proportion d'espèces présentes à l'état de juvéniles qui était de 67 % en avril 2009, puis avait baissée à 27% en juin 2009 puis revenue à 50% en décembre 2009 est toujours en mars 2011 à 50%.

Le nombre d'espèces de Chaetodons qui avait augmenté en décembre 2009 est de nouveau au niveau de juin 2009. *Chaetodon baronessa* n'a pas été revu mais les corallivores quasi exclusifs comme *Chaetodon melannotus* et *Chaetodon plebeius* sont là. *Heniochus acuminatus* et *Chaetodon ulietensis* sont toujours présents. On trouve toujours des planctonophages comme *Pomacentrus aurifrons* présents en grand nombre. Les herbivores et les carnivores benthiques comme les labridés ont une abondance équivalente à celle de 2009.

La biodiversité ichthyologique s'élève à 47 espèces de poissons rencontrés, qui sont listées dans le [tableau 20](#).

Tableau n°020 : Liste des poissons rencontrés dans la zone 02

FAMILLE	ESPECE	ETAT
Acanthuridae	<i>Acanthurus blochii</i>	Juvénile
	<i>Zebrasoma veliferum</i>	Juvénile
Apogonidae	<i>Archamia fucata</i>	
Blenniidae	<i>Ecsenius bicolor</i>	
Chaetodontidae	<i>Chaetodon auriga</i>	Juvénile
	<i>Chaetodon lunulatus</i>	
	<i>Chaetodon melannotus</i>	Juvénile
	<i>Chaetodon plebeius</i>	Juvénile
	<i>Chaetodon ulietensis</i>	Juvénile

	<i>Heniochus acuminatus</i>	Juvénile
Epinephelinae	<i>Cephalopholis boenak</i>	
	<i>Plectropomus leopardus</i>	Juvénile
Gobiidae	<i>Amblygobius phalaena</i>	Juvénile
	<i>Ctenogobiops feroculus</i>	
Labridae	<i>Cheilinus chlorourus</i>	Juvénile
	<i>Coris batuensis</i>	
	<i>Epibulus insidiator</i>	Juvénile
	<i>Halichoeres argus</i>	Juvénile
	<i>Halichoeres prosopeion</i>	
	<i>Hemigymnus melapterus</i>	
	<i>Labroides dimidiatus</i>	
	<i>Oxycheilinus diagrammus</i>	Juvénile
	<i>Thalassoma lunare</i>	
Lethrinidae	<i>Lethrinus harak</i>	
Lutjanidae	<i>Lutjanus quinquelineatus</i>	
Microdesmidae	<i>Gunnellichthys pleurotaenia</i>	
Mullidae	<i>Parupeneus barberinoides</i>	Juvénile
	<i>Parupeneus barberinus</i>	
	<i>Parupeneus indicus</i>	Juvénile
	<i>Parupeneus multifasciatus</i>	Juvénile
Nemipteridae	<i>Scolopsis bilineatus</i>	Juvénile
Pomacentridae	<i>Abudefduf sexfasciatus</i>	
	<i>Abudefduf whiteleyi</i>	
	<i>Amblyglyphidodon curacao</i>	
	<i>Amblyglyphidodon orbicularis</i>	
	<i>Chromis viridis</i>	Juvénile
	<i>Chrysiptera rollandi</i>	
	<i>Dascyllus aruanus</i>	
	<i>Pomacentrus aurifrons</i>	
	<i>Pomacentrus bankanensis</i>	Juvénile
	<i>Pomacentrus chrysurus</i>	
	<i>Pomacentrus moluccensis</i>	
Scaridae	<i>Chlorurus bleekeri</i>	Juvénile
	<i>Scarus flavipectoralis</i>	Juvénile
	<i>Scarus ghobban</i>	Juvénile
Siganidae	<i>Siganus vulpinus</i>	Juvénile
Tetrodonidae	<i>Canthigaster valentini</i>	

Tableau n°021 : *Distribution du nombre d'espèces par famille pour les 4 missions (Zone 02)*

	Avril 2009	Juin 2009	Déc. 2009	Avril 2011
Aca	0	3	4	2
Ant	0	0	1	
Apo	0	3	1	1
Cae	0	0	1	
Car	0	0	1	
Cha	6	6	10	6
Epi	0	4	3	2
Gob	0	1	1	2
Hol	0	1	1	
Lab	6	10	11	9
Let	0	1	1	1
Lut	0	3	4	1
Mul	0	3	4	4
Nem	0	1	3	1
Pin	0	0	1	
Poc	0	1	1	
Pom	3	9	8	11
Sca	0	1	3	3
Sig	0	2	3	1
Tet	0	0	1	1
Tot	15	49	63	45
χ^2 obs	36,17			
ddl =	57			
χ^2 th 0,05	75,62			

Le test de χ^2 est hautement significatif. Il accrédite l'hypothèse d'identité Ho. Les 4 résultats sont hautement similaires.

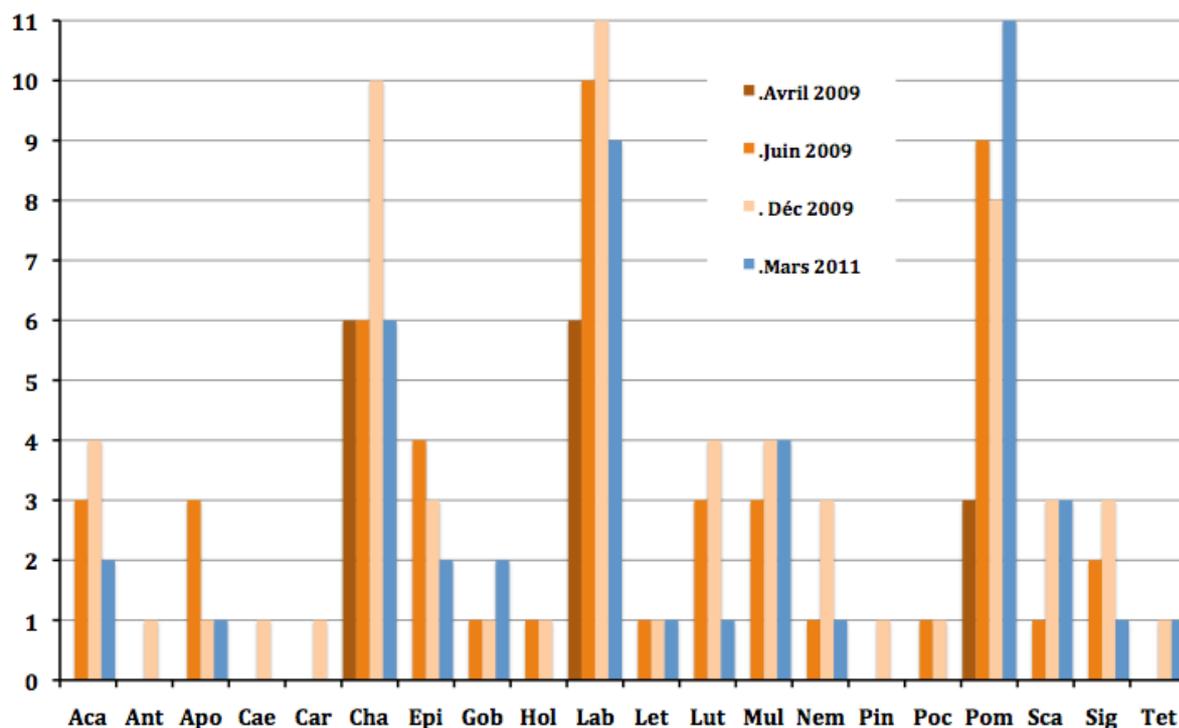


Figure n°010 : Nombre d'espèces par famille pour les 4 missions (Zone 02)

5.2.1.3 Le blanchissement

L'évolution du blanchissement de la zone 02 (cf. tableaux 66 et 67) se caractérise par plusieurs points comme décrits ci-dessous.

Rétrospective des observations (avril à décembre 2009)

Les colonies coralliennes s'édifiant sur le récif frangeant et la pente sédimentaire jusqu'à 7 m de profondeur étaient fortement influencées par le blanchissement corallien durant le mois d'avril 2009, puis les observations durant le mois de juin 2009 ont révélé que la grande majorité des colonies influencées par le stress montraient une forte résilience (recolonisation par les zooxanthelles suffisante pour survivre) mais étaient encore pour la plupart de couleur pâle.

Au mois de juin 2009, quelques colonies étaient encore blanchies. Ce phénomène concernait un petit nombre d'espèce et le blanchissement ne se dispersait plus par patch. Le taux de mortalité était faible. Les colonies qui n'avaient pas été retrouvées étaient essentiellement de petites tailles ou de forme branchue. Elles étaient recouvertes par un gazon algal en très peu de temps et/ou par une couche de sédiment. D'autre part, la présence de *Culcita novaeguineae* pouvaient également expliquer l'absence de certaines colonies (et particulièrement de forme branchue *Acropora* et *Pocillopora* qui constituent leur alimentation privilégiée).

En décembre 2009, le blanchissement corallien avait considérablement diminué dans la zone 02 depuis la mission de juin 2009, passant de 20 à 10% de recouvrement des colonies coralliennes en phase latente. Les colonies les plus abondantes et les plus impactées par le stress étaient les genres *Acropora* et de *Montipora* branchus (seule l'espèce *Seriatopora histrix* montre des variations de blanchissement). Ces colonies étaient encore légèrement pâles, mais elles avaient récupéré une bonne partie de leurs symbiotes (zooxanthelles). Il est aussi fortement possible que cette couleur pâle soit leur couleur originelle en considérant les facteurs environnementaux « eau douce ». La mortalité était faible (2 à 3% depuis la mission d'avril 2009) : Quelques colonies de petites tailles étaient recouvertes par un gazon algal ou par une fine couche de sédiment latéritique (*Acropora* spp., *Montipora* spp., *Porites* sp., *Fungia* sp., *Favia* et *Favites* spp.). L'abondance des coraux, macrophytes et invertébrés était sensiblement la même par rapport à la mission de juin 2009. Les macrophytes du genre *Padina* avaient proliféré sur le haut du platier (prolifération saisonnière qui reste dans

l'ordre des variations habituelles). Présence nouvelle de l'algue rouge *Triclogloea requienii* en très faible proportion et de *Holothuria atra* (1 seul spécimen). Et deux spécimens de *Culcita novaeguineae* qui ont été observées dans cette zone (les colonies coralliennes en périphérie ne montraient pas de stigmaté corrélable à ce prédateur).

Variation entre les missions de décembre 2009 et avril 2011 (zone 02 entre 0 et 7 m)

La richesse spécifique corallienne de cette zone est de 83 espèces dont une espèce de gorgone et deux espèces de *Millepora* (b ranchu et encroûtant). Les familles scléactiniaires (80 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (20 taxons), les Acroporidae (19 taxons), les Dendrophyllidae (5 taxons), Les Agaraciidae (5 taxons), les Merulinidae (4 taxons), les Mussidae (4 taxons), les Pectiniidae (4 taxons), les Pocilloporidae (4 taxons) et les Poritidae (4 taxons).

En avril 2011, la richesse spécifique a sensiblement augmenté (6 espèces nouvellement recensées) depuis les missions précédentes et le blanchissement corallien (9/83 espèces) ne représente plus que 5 % du recouvrement corallien (% visuel).

La mortalité des coraux (diminution d'abondance de 6 espèces) concerne particulièrement les espèces branchues installées en bordures du rivage (influence de l'eau douce). Sur la pente sédimentaire, quelques colonies isolées sont également blanchies mais ce phénomène provient de la prédation des *Culcita novaeguineae* (corallivore) dont l'abondance est en légère augmentation.

SCLERACTINIARES	MACROPHYTES et INVERTEBRES
<ul style="list-style-type: none"> • Evolution de la richesse spécifique des coraux : <ul style="list-style-type: none"> - Recrutement : 6 nouvelles espèces coralliennes (<i>Astreopora myriophthalma</i>, <i>Montipora tuberculosa</i>, <i>Leptoseris tubulifera</i>, <i>Pavona cactus</i>, <i>Galaxea paicisepta</i>, <i>Coscinaraea columna</i>) - Mobilité de 1 espèce (<i>Ctenactis</i> sp.). Les Fungiidae sont mobiles, leur abondance est variable dans la zone et de ce fait leur absence n'est pas caractéristique de mortalité • Variation d'abondance : <ul style="list-style-type: none"> - Diminution d'abondance de 6 espèces : <i>Acropora</i> 1sp. (tabulaire), <i>Anacropora</i> 1sp., <i>Montipora saramensis</i>, <i>Lobophyllia corymbosa</i>, <i>Lobophyllia hemprichii</i>, <i>Galaxea astreata</i> - Augmentation d'abondance pour 5 espèces : <i>Cyphastrea japonica</i>, <i>Fungia</i> 2spp., <i>Pectinia lactuca</i>, <i>Porites cylindrica</i> • Blanchissement corallien observé sur 9 espèces : <i>Acropora</i> 3spp. (branchu), <i>Montipora</i> 3spp., <i>Favia abdita</i>, <i>Pocillopora damicornis</i>, <i>Seriatopora histrix</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Algues (variation saisonnière) : <ul style="list-style-type: none"> - Absence de l'algue rouge <i>Triclogloea requienii</i> - Présence nouvelle d'<i>Acrainvillea obscura</i> - Diminution du recouvrement des algues vertes : <i>Caulerpa</i> sp., <i>Codium</i> sp., <i>Neomeris van bossea</i> - Diminution du recouvrement des algues brunes : <i>Padina</i> sp. et <i>Turbinaria ornata</i> • Présence de cyanobactéries : Leur développement est rare et concentré sur les substrats vaseux • Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) : <ul style="list-style-type: none"> - Présence nouvelle de 2 espèces d'astéries (<i>Celerina heffernani</i> et <i>Fromia</i> sp.) - Présence nouvelle de 1 espèce de zoanthaire (indéterminé) - Augmentation de l'abondance de l'astérie <i>Culcita novaeguinea</i> <ul style="list-style-type: none"> - Augmentation de l'abondance de l'holothurie (<i>Holothuria atra</i>) - Diminution d'abondance de 2 espèces d'holothurie (<i>Holothuria flovomaculata</i> et <i>Stichopus variegatis</i>) - Diminution d'abondance des alcyonaires (<i>Sarcophyton</i> 2spp.)

Variation entre les missions de décembre 2009 et avril 2011 (zone 02 entre 7 et 23 m)

La richesse spécifique corallienne de ce transect n'est pas importante. Ce niveau bathymétrique est colonisé par 78 espèces coralliennes dont 2 espèces de *Millepora* (branchu et encroûtant), 1 espèce de gorgone indéterminée et 2 espèces d'antipathaires. Les familles scléactiniaires (73 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (17 taxons), les Faviidae (15 espèces), Les Agaraciidae (10 taxons), les Fungiidae (5 taxons), les Poritidae (4 taxons), les Pectiniidae (4 taxons) et les Pocilloporidae (4 taxons).

En avril 2011, la richesse spécifique a sensiblement augmenté (6 espèces nouvellement recensées) depuis les

missions précédentes et le blanchissement corallien (7/78 espèces) est inférieur 5 % du recouvrement corallien (% visuel).

La mortalité des coraux (diminution d'abondance de 9 espèces) concerne particulièrement les espèces sensibles aux variations des paramètres environnementaux (Acroporidae et petits polypes). Sur la pente sédimentaire, quelques colonies isolées sont également blanchies mais ce phénomène provient de la prédation des *Culcita novaeguineae* (corallivore) dont l'abondance est en légère augmentation.

SCLERACTINIAIRES	MACROPHYTES et INVERTEBRES
<ul style="list-style-type: none"> • Evolution de la richesse spécifique des coraux : - Recrutement : 6 nouvelles espèces coralliennes (<i>Astreopora moretonensis</i>, <i>Montipora tuberculosa</i>, <i>Leptoseris tubulifera</i>, <i>Pavona cactus</i>, <i>Galaxea paucisepta</i>, <i>Psammocora digitata</i>) - Mortalité : toutes les espèces ont été recensées • Variation d'abondance : - Diminution d'abondance de 9 espèces : <i>Acropora</i> 2spp. (branchu), <i>Acropora</i> 1sp. (tabulaire), <i>Astreopora gracilis</i>, <i>Montipora</i> 2spp., <i>Montipora stellata</i>, <i>Leptoseris hawaiiensis</i>, <i>Barrattoia amicorum</i>. - Augmentation d'abondance pour 1 espèce de gorgone • Blanchissement corallien observé sur 7 espèces : <i>Acropora</i> 3spp. (branchu), <i>Montipora</i> 2spp., <i>Leptoseris scabra</i>, <i>Seriatopora histrix</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Algues (variation saisonnière) : - Diminution du recouvrement des algues vertes : <i>Caulerpa</i> sp., <i>Codium</i> sp., <i>Neomeris van bossea</i> • Absence de cyanobactéries • Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) : - Diminution d'abondance pour 2 espèces d'alcyonaires (<i>Sarcophyton</i> 2spp. et <i>Sinularia</i> cf. <i>leptocladus</i>) - Présence nouvelle de 2 espèces d'astéries (<i>Celerina heffernani</i> et <i>Nardoa gomophia</i>) - Augmentation de l'abondance de l'astérie <i>Culcita novaeguinea</i> (3 spécimens) - Présence nouvelle de 1 espèce de zoanthaire (indéterminé)



5.2.2 La radiale

Une radiale en scaphandre autonome à été réalisée sur la zone 02 afin de :

- pouvoir réaliser un schéma structural de la zone (cf. [figure 11](#)),
- délimiter aussi en profondeur le phénomène de blanchissement.

Son départ se positionne par 23 m de profondeur et nous sommes remontés vers la côte, de manière perpendiculaire à celle-ci, en suivant les fonds, jusqu'à une profondeur de 2 mètres. Le chemin parcouru fait environ 120 mètres de long.

Sur la page qui suit, la couleur du tour des photos renvoie à la profondeur où elles ont été prises (étoiles colorées sur le schéma).

Légende du schéma en [annexe 02](#).

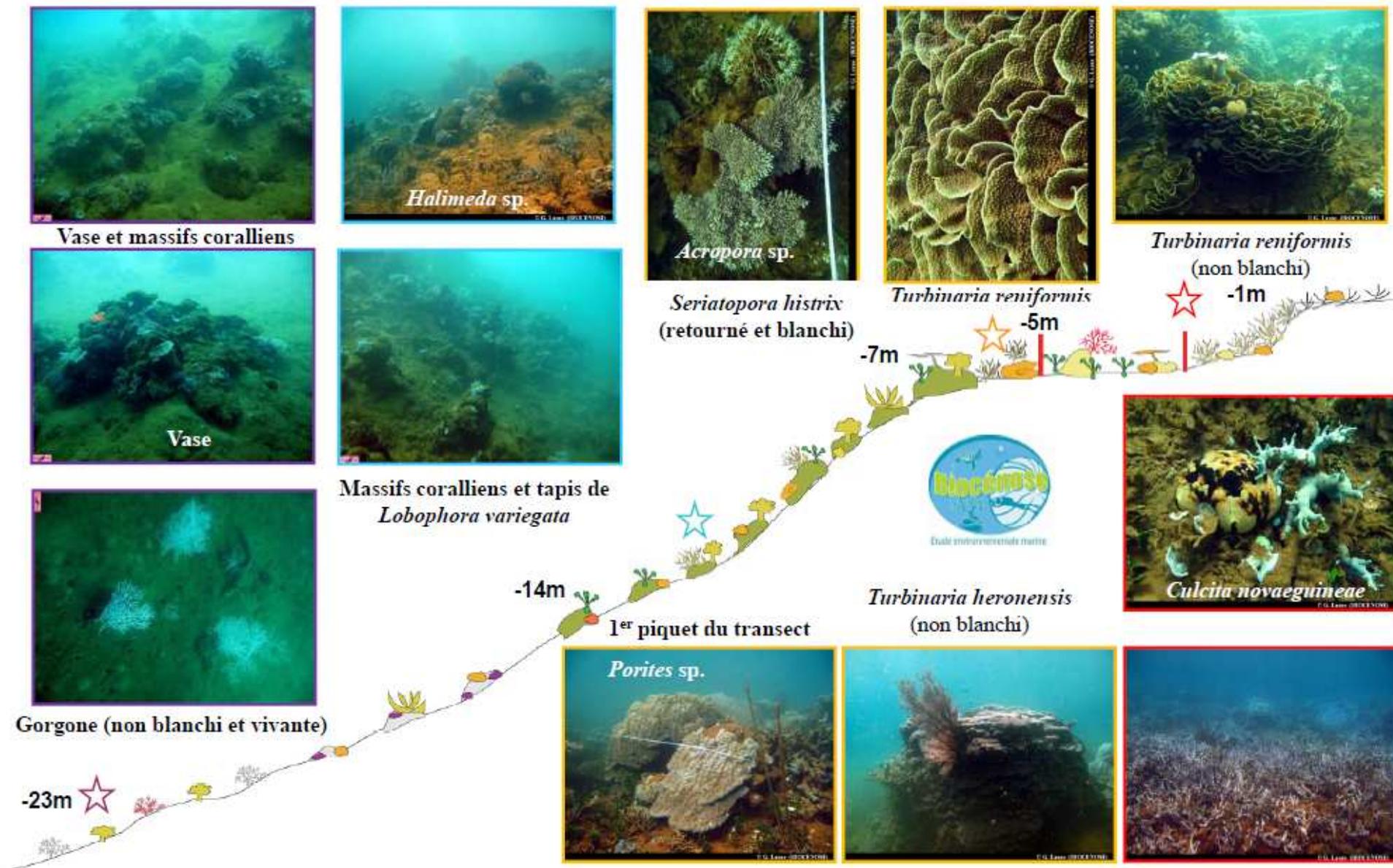


Figure n°011 : Schéma structural de la radiale en zone 02

5.2.3 Le transect

Le transect a été positionné à 5 mètres de profondeur dans une direction du sud-est vers le nord-ouest.

5.2.3.1 Le substrat

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la [figure 12](#) pour le transect positionné dans cette zone.

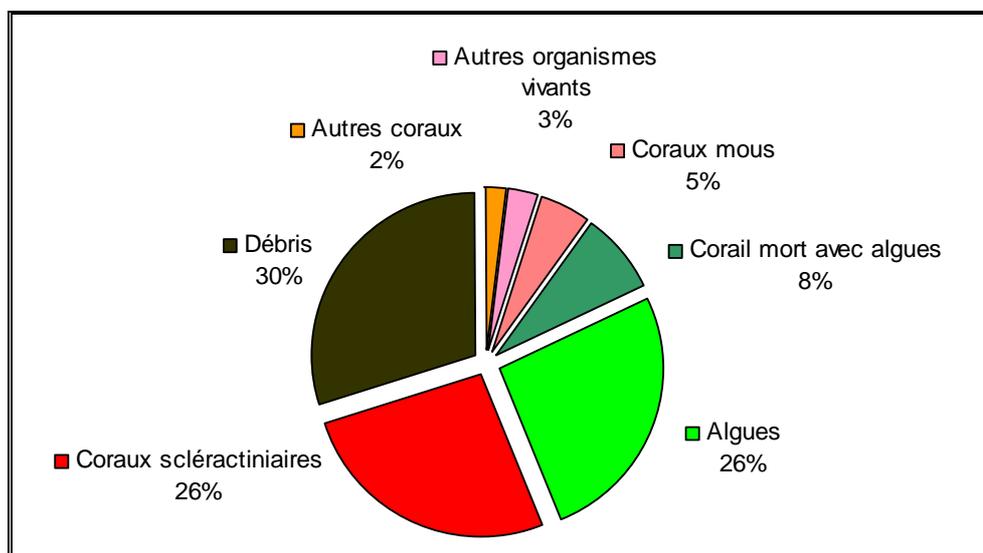


Figure n°012 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour le transect de la zone 02

Le transect de la zone 02 est caractérisé par un substrat à dominance biotique (70%), qui est composé de coraux scléactiniaires (26%), d'algues (26%) et d'alcyonaires (5%).

La partie abiotique est essentiellement constituée par des débris coralliens (30%).

Il n'y a quasiment aucune évolution par rapport à la campagne de décembre 2009.

5.2.3.2 Le benthos

La liste des taxons cibles échantillonnés sur cette station est fournie [annexe 04](#).

Les espèces inféodées à ce milieu sont adaptées aux conditions turbides et à la faible pénétration de la lumière dans l'eau (croissance rapide, fabrication de mucus pour se dégager de la sédimentation).

Ce récif est assez ancien, certaines colonies dépassant la taille métrique (*Turbinaria reniformis*, *Porites lobata*, *Favia* sp., *Acropora* spp. branchu, *Acropora* spp. tabulaire). D'autre part, le recrutement est assez important, de nombreuses petites colonies jonchant les massifs coralliens et se fixant sur les débris

5.2.3.2.1 Les Scléactiniaires (Transect Zone 02)

La richesse spécifique corallienne de ce transect n'est pas importante. Ce niveau bathymétrique est colonisé par 39 espèces coralliennes dont 2 espèces de *Millepora* (branchu et encroûtant). Les familles scléactiniaires (37 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (9 espèces) et les Acroporidae (7 taxons).

Tableau n°022 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Transect zone 02)

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléactiniaire		
Acroporidae	7	3
Agaraciidae	3	2
Astrocoeniidae	1	2
Caryophyllidae	1	1
Dendrophyllidae	3	3
Faviidae	9	3
Fungiidae	1	2
Merulinidae	1	2
Mussidae	2	2
Oculinidae	1	2
Pectiniidae	2	2
Pocilloporidae	2	2
Poritidae	3	2
Siderastreidae	1	2
Total scléactiniaire	37	-
Non Scléactiniaire		
Milleporidae	2	2
Gorgone	0	0
Tubiporidae	0	0
Antipathaire	0	0
Total coraux (A)	39	-
dont nb. esp. blanchies (B)	4	-
Blanchissement	B/A	Visuel
	10.26%	<5%

Rétrospective des observations (avril à décembre 2009)

- **Lors de la mission d'avril 2009**, la moitié des espèces coralliennes dans le couloir (15 espèces sur 30 présentes) avaient rejetées leurs zooxanthelles (couleur blanche).
- **Lors de la mission de juin 2009**, plus que 7 espèces étaient de couleur pâle (en cours de recolonisation par les zooxanthelles) : *Acropora* spp., *Montipora* spp., *Turbinaria mesenterina* et *Seriatopora histrix*. Les grandes colonies de *Turbinaria reniformis* avaient repris toute leur vitalité, et les colonies de *Seriatopora histrix* retrouvaient peu à peu l'ensemble de leur couleur d'origine. Certaines espèces n'étaient pas influencées par le blanchissement (*Porites cylindrica*, *Psammocora contigua*, ...).
- **Lors de la mission de décembre 2009**, plus que deux espèces sont influencées par le blanchissement. L'espèce *Galaxea fascicularis* est de couleur pâle et son recouvrement est faible et l'espèce *Seriatopora histrix* est à nouveau blanchie (avec encore ses polypes). Ce phénomène de re-blanchissement n'est pour l'instant pas expliqué mais cette espèce demeure très sensible aux variations de l'environnement.
D'autre part les colonies de *Turbinaria reniformis* montrent un liseré blanc à leur extrémité caractéristique d'une bonne santé et d'une croissance relativement rapide (taux de croissance supérieur à la recolonisation des zooxanthelles). Cependant dans l'ensemble la couleur jaune de cette espèce n'est plus aussi vive que pour le mois de juin 2009.

L'influence des courants d'eau douce n'est pas un phénomène nouveau dans cette zone et la taille de certaines colonies atteste que le récif est assez ancien.

Les colonies coralliennes sont effectivement sensibles aux courants d'eau douce mais elles ont pour la quasi-totalité retrouvé de nouvelles zooxanthelles en l'espace de seulement 8 mois.

Variation entre décembre 2009 et avril 2011

En avril 2011, la richesse spécifique a encore augmenté (8 espèces nouvellement recensées) depuis les missions précédentes et le blanchissement corallien (4/39 espèces particulièrement sensibles aux variations des paramètres environnementaux : *Acropora* 2 spp. branchu, *Montipora* et *Seriatopora histrix*) est inférieur à 5 % du recouvrement corallien (% visuel).

La mortalité des coraux (diminution d'abondance de 2 espèces) concernent les espèces les plus influencées lors des missions précédentes (colonies retournées de *Seriatopora histrix* et *Turbinaria mesenterina*). Le développement des cyanobactéries est en légère augmentation et concentré sur les coraux morts et les nouveaux débris.

Quelques colonies isolées (*Montipora* sp.) sont également blanchies mais ce phénomène provient de la prédation des *Calcita novaeguineae* (corallivore) dont l'abondance est en légère augmentation.

- **Evolution de la richesse spécifique des coraux :**

- Recrutement de 8 nouvelles espèces coralliennes : *Astreopora moretonensis*, *Leptoseris tubulifera*, *Pavona cactus*, *Pavona varians*, *Euphyllia ancora*, *Lithophyllum mokai*, *Palauastrea ramosa* et une espèce de *Millepora* encroûtante.

- Mortalité : toutes les espèces ont été recensées

- **Variation d'abondance :**

- Diminution d'abondance de 2 espèces : *Seriatopora histrix* et *Turbinaria mesenterina*

- Augmentation d'abondance 3 espèces : *Barrabattoia amicorum*, *Favia* sp., *Favites* sp.

- **Blanchissement corallien** observé sur 4 espèces : *Acropora* 2spp. (branchu), *Montipora* 1sp., *Seriatopora histrix*.

5.2.3.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (Transect Zone 02)

Le recouvrement par les macrophytes et les invertébrés est important dans cette station et ils ne présentent pas de marque de blanchissement. De nombreux alcyonaires (*Sarcophyton* et *Sinularia*) se répartissent sur les petits massifs et les débris coralliens. Ces organismes peuvent être de grandes tailles (proche du mètre). Leur recouvrement en légère diminution et quelques spécimens montrent des traces de nécroses (prédation des astéries *Calcita novaeguineae*).

L'espèce *C. novaeguineae* est en augmentation dans la zone, elle s'alimente principalement de nuit et se déplace constamment à la recherche de nourriture. Elle est considérée comme un prédateur du corail et elle peut affecter en abondance certaines espèces d'*Acropora* et de *Pocillopora*.

Les algues brunes du genre *Lobophora variegata* envahissent l'ensemble des massifs et débris coralliens, le genre *Padina* est moins abondant et les algues vertes *Halimeda* sp., *Caulerpa* et *Neomeris* s'éparpillent à travers les débris coralliens.

Les spongiaires (*Cliona jullienei* et *C. orientalis*) ne sont pas abondantes, cependant une colonie corallienne de *Montastrea* sp. est en train de se faire encroûter sous le transect : évolution entre avril et juin 2009 = ≈ 1 cm/2 mois ; entre juin et décembre 2009 = ≈ 2 cm/5 mois et entre décembre 2009 et avril 2011 = ≈ 6 cm/15 mois) (cf. [photographie 03](#)).



Mission Avril 2009



Mission Juin 2009



Mission Décembre 2009



Mission Avril 2011

Photo n°03 : *Evolution de Cliona julieni vs Montastrea sp.(transect zone 02)*Tableau n°023 : *Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Transect Zone 02)*

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	1	3
Algue brune	2	5
Algue rouge	0	0
Algue verte	4	3
Cyanobactéries	2	2
Anémone	0	0
Ascidie	0	0
Astérie	5	2
Crinoïde	0	0
Echinide	1	1
Holothurie	2	2
Hydraire	0	0
Mollusque	2	3
Spongiaire	3	3
Zoanthaire	0	0
TOTAL	22	-

● Variation entre les missions de juin 2009 et décembre 2009 (Transect Zone 02 à 5 m)

- Les genres et espèces scléactiniaires n'ayant pas encore réintégré l'ensemble de leurs zooxanthelles ont un recouvrement faible (3%) (D/A = 6.9%) : *Seriatopora histrix*, *Galaxea fascicularis*. L'espèce *Seriatopora histrix* doit être très sensible aux variations environnementales car on observe de grandes variations de pigmentation entre les différentes missions (totalement blanchie au mois d'avril, recolonisation importante par les zooxanthelles au mois de juin et à nouveau dépigmentée au mois de décembre 2009).
- Les genres et espèces de scléactiniaires ayant réintégré leurs zooxanthelles depuis la mission de juin 2009 sont : *Acropora* tabulaires et branchus, *Montipora* spp., *Turbinaria mesenterina*.
- Absence de *Culcita novaeguineae* dans le couloir.
- Les cyanobactéries sont présentes mais ne prolifèrent pas.
- Les holothuries sont peu nombreuses et peu diversifiées. L'espèce *Holothuria flovomaculata* est nouvellement présente et *Holothuria edulis* se disperse à travers les débris coralliens.

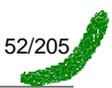
● Variation entre les missions de décembre 2009 et avril 2011 (Transect Zone 02 à 5 m)

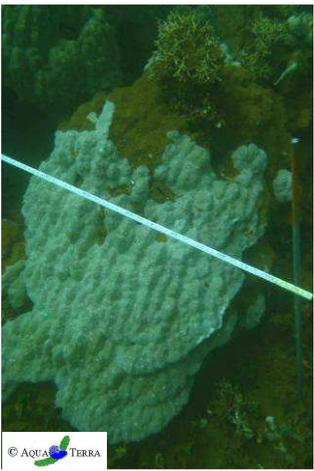
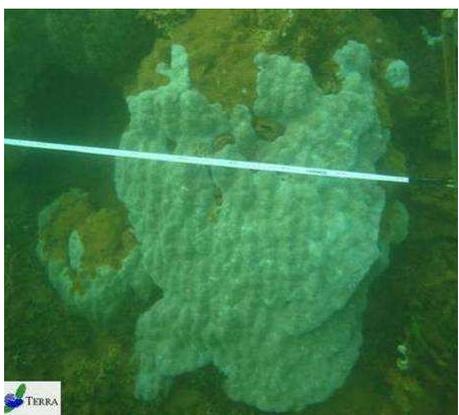
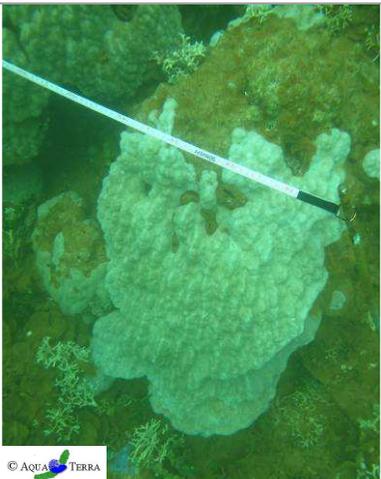
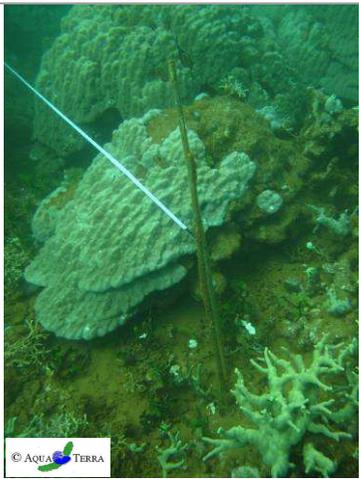
- **Algues (variation saisonnière) :**
 - Diminution du recouvrement des algues brunes : *Padina* sp.
 - Diminution du recouvrement des algues vertes : *Caulerpa* sp.
 - **Présence de cyanobactéries :** Leur développement est en augmentation et concentré sur les coraux morts et les nouveaux débris
 - **Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) :**
 - Présence nouvelle de 4 espèces d'astéries (*Celerina heffernani*, *Fromia* sp. et *Nardoa gomophia*, *Culcita novaeguinea*)
 - Abondance de l'astérie *Culcita novaeguinea* (2 spécimens dans le couloir)
 - Présence nouvelle d'une espèce d'échinide (*Diadema setosum*)
 - Présence nouvelle de 2 espèces d'échinodermes (Echinide : *Diadema savignyi* ; Holothurie : *Holothuria fuscopunctata*)
 - Diminution d'abondance des alcyonaires (*Sarcophyton* sp.)

5.2.3.3 Les coraux blanchis

Les caractéristiques des colonies qui ont été relevées en avril, juin puis en décembre 2009 et enfin en avril 2011 sont données pour chacune dans les tableaux suivants et leur positionnement global sur la [figure 13](#).

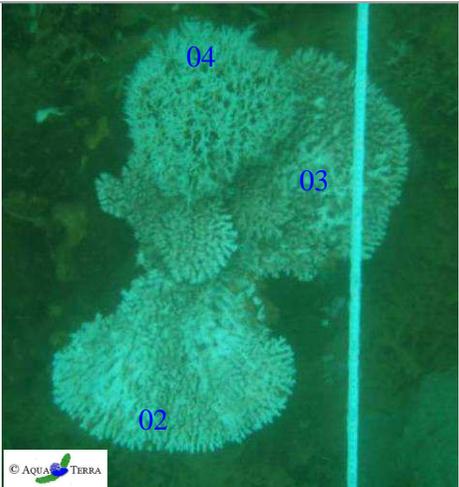
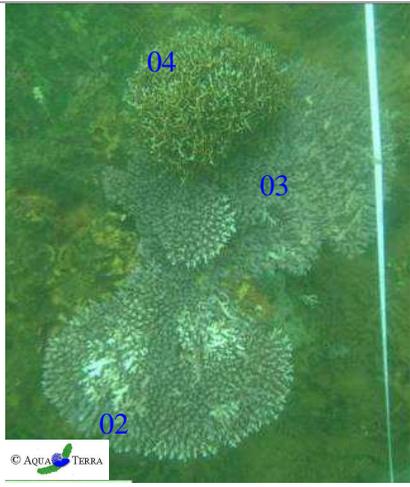
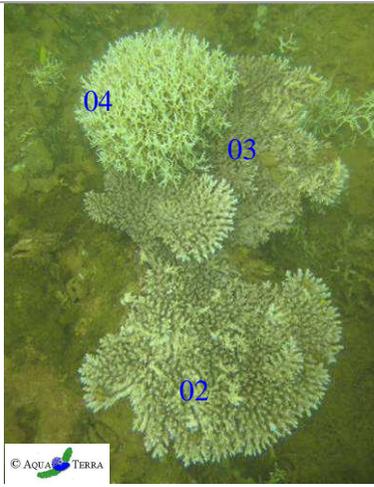
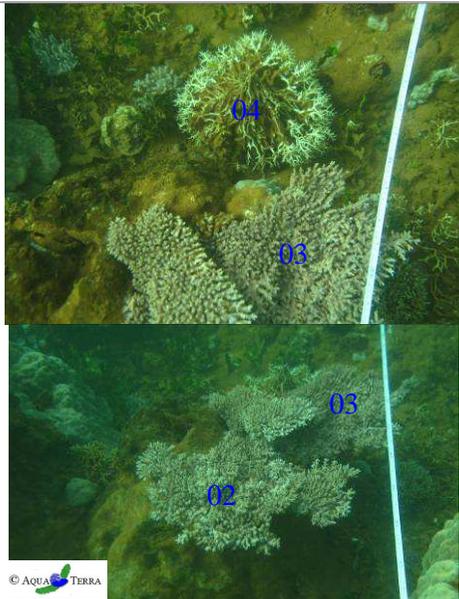
Dans les tableaux, la position sur le transect est codifiée ainsi : le 1^{er} chiffre est la longueur sur le transect / le 2^{ème} pour l'écartement latéral puis la lettre - D ou G - pour le côté : à droite ou à gauche.

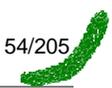


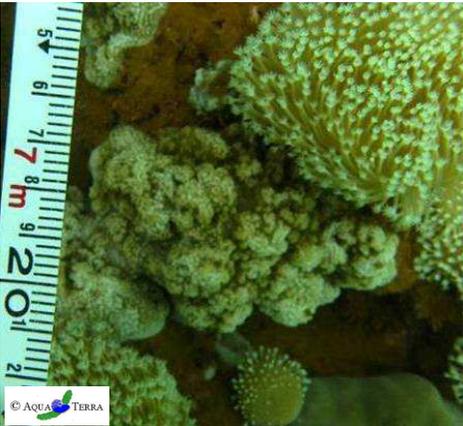
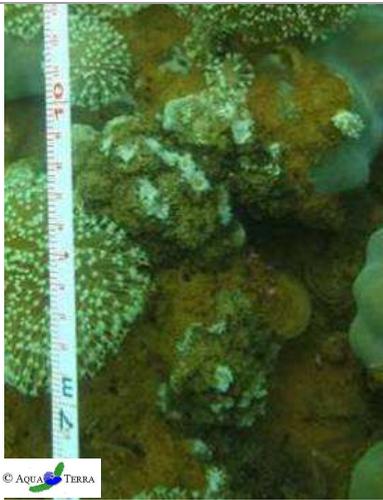
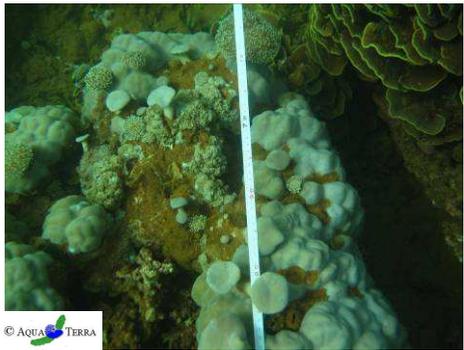
COLONIE 01			
Position sur le transect	0 / 0		
Nom	<i>Porites lobata</i> (Poritidae)		
Diamètre	> 1 m		
	Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat décembre 2009
Début de blanchissement et vivant	Normal		
			
			

COLONIE 02			
Position sur le transect	1.6 / 0.1 G		
Nom	<i>Acropora sp.</i> (Acroporidae)		
Diamètre	40 cm		
	Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat décembre 2009
Blanc et vivant	Normal, avec quelques branches cassées encore blanches		

COLONIE 03			
Position sur le transect	2 / 0		
Nom	<i>Acropora sp.</i> (Acroporidae)		
Diamètre	40 cm		
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat décembre 2009	Etat avril 2011
Blanc et vivant	Normal	Normal	Normal

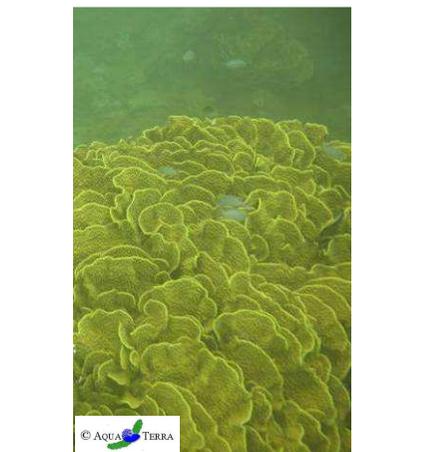
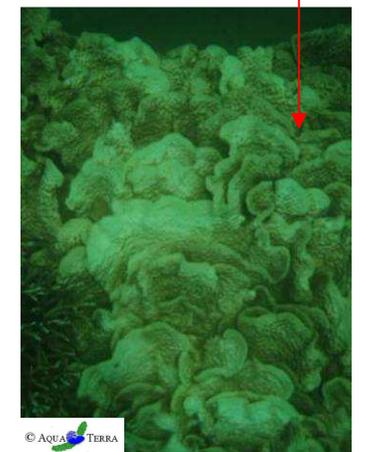
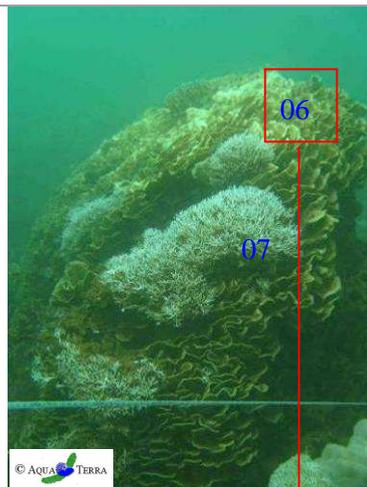
COLONIE 04			
Position sur le transect	2.1 / 0.1 G		
Nom	<i>Seriatopora hystrix</i> (Pocilloporidae)		
Diamètre	30 cm		
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat décembre 2009	Etat avril 2011
Blanc et vivant	Normal	Bon, mais plus pâle qu'en juin	Tombé, à l'envers à terre. Blanchi
			

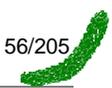


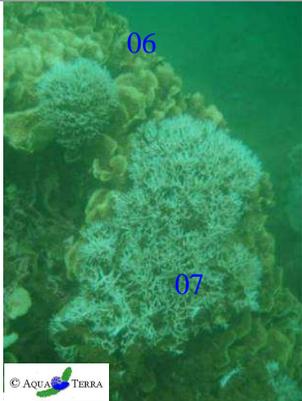
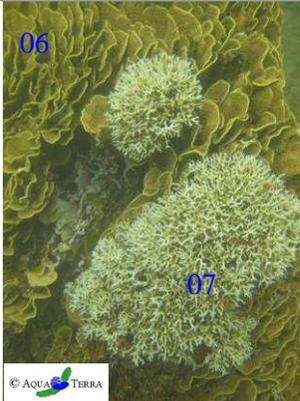
COLONIE 05			
Position sur le transect	7.2 / 0		
Nom	<i>Montipora</i> sp. (Acroporidae)		
Diamètre	10 cm		
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat décembre 2009	Etat avril 2011
En cours de blanchissement et vivant	A retrouvé des zooxanthelles, mais traces de dégradations	Bon : plus de trace de dégradation, mais plus pâle qu'en juin	Normal
			

COLONIE 06

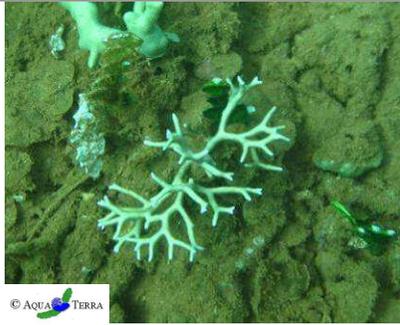
Position sur le transect	6.8 à 7.4 / 0.3 D		
Nom	<i>Turbinaria reniformis</i> (Dendrophylliidae)		
Diamètre	> 1 m		
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat décembre 2009	Etat avril 2011
Traces de blanchissement et vivant	Normal	Normal	Normal

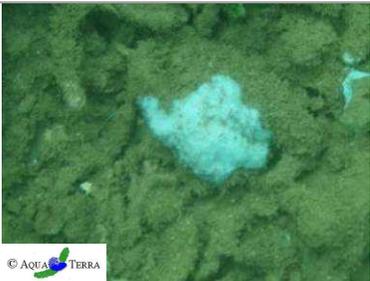




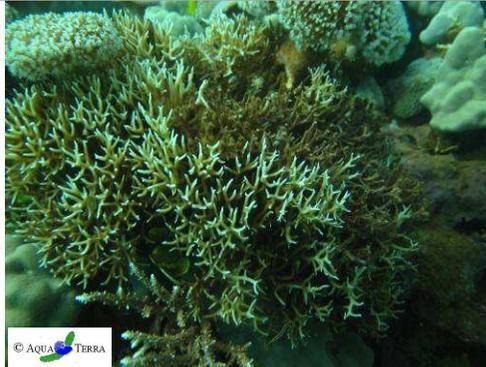
COLONIE 07			
Position sur le transect	7.4 / 0.4 D (sur colonie 06)		
Nom	<i>Seriatopora hystrix</i> (Pocilloporidae)		
Diamètre	40 cm, plusieurs colonies		
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat décembre 2009	Etat avril 2011
Traces de blanchissement et vivant	Normal	Bon, mais plus pâle qu'en juin	Normal
			

COLONIE 7.5			
Position sur le transect	19.7 / 0		
Nom	<i>Millepora</i> sp. (Milleporidae)		
Diamètre	10 cm		
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat décembre 2009	Etat avril 2011
<i>Non relevé, donc à priori normal</i>		Pâle	<i>Non retrouvé</i>
			

COLONIE 08				
Position sur le transect	9.4 / 0.5 D			
Nom	<i>Millepora</i> sp. (Milleporidae)			
Diamètre	< 10 cm			
	Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat décembre 2009	Etat avril 2011
Blanc et vivant	Normal		Bon, mais plus pâle qu'en juin	Pâle
				

COLONIE 09				
Position sur le transect	9.5 / 0.3 G			
Nom	<i>Montipora</i> sp. (Acroporidae)			
Diamètre	< 10 cm			
	Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat décembre 2009	Etat avril 2011
Blanc et vivant				<i>Non retrouvé</i>
				

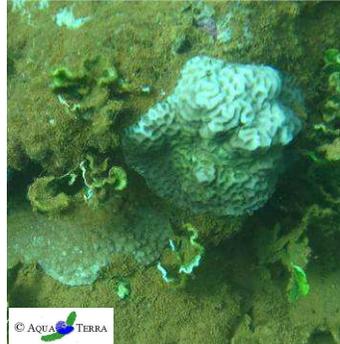
COLONIE 10			
Position sur le transect	10.1 / 2 D		
Nom	<i>Goniastrea pectinata</i> (Faviidae)		
Diamètre	< 10 cm		
	Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat décembre 2009
Blanc et vivant		<i>Non retrouvé</i>	Mort et recouvert par gazon algal et sédiments
			

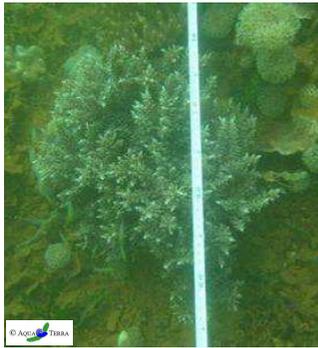
COLONIE 11			
Position sur le transect	11.4 / 0.2 G		
Nom	<i>Seriatopora hystrix</i> (Pocilloporidae)		
Diamètre	40 cm		
	Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat décembre 2009
Blanc et vivant		Normal	Bon, mais plus pâle qu'en juin
			
			

COLONIE 12			
Position sur le transect	12.4 / 0.4 G		
Nom	<i>Turbinaria stellulata</i> (Dendrophylliidae)		
Diamètre	10 cm		
	Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat décembre 2009
Blanc et vivant	<i>Non retrouvé</i>		
			

COLONIE 13			
Position sur le transect	12.4 / 0.5 D		
Nom	<i>Merulina ampliata</i> (Merulinidae)		
Diamètre	10 cm		
	Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat décembre 2009
Blanc et vivant	<i>Non retrouvé</i>		
			

COLONIE 14			
Position sur le transect	13 / 0.6 G		
Nom	<i>Merulina ampliata</i> (Merulinidae)		
Diamètre	10 cm		
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat décembre 2009	Etat avril 2011
Blanc et vivant	Normal	Normal	Normal avec de la sédimentation
			

COLONIE 15			
Position sur le transect	13.6 / 0.2 G		
Nom	<i>Goniastrea pectinata</i> (Faviidae)		
Diamètre	10 cm		
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat décembre 2009	Etat avril 2011
Blanc et vivant	Normal	Normal	Normal, mais dessous pâle
			

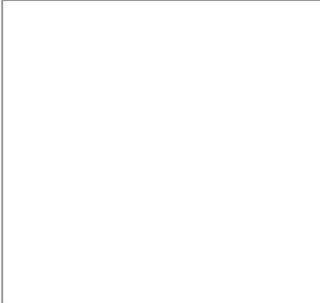
COLONIE 16			
Position sur le transect	18.2 / 0		
Nom	<i>Acropora</i> sp. (Acroporidae)		
Diamètre	60 cm		
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat décembre 2009	Etat avril 2011
Blanc et vivant	Normal	Bon, mais plus pâle qu'en juin	Normal, légèrement renversé
			

COLONIE 17			
Position sur le transect	18.9 / 0.2 D		
Nom	<i>Turbinaria stellulata</i> (Dendrophylliidae)		
Diamètre	< 10 cm		
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat décembre 2009	Etat avril 2011
Blanc et vivant	Normal	Normal	<i>Non retrouvé</i>
			

COLONIE 18			
Position sur le transect	19 / 0.1 D		
Nom	<i>Cyphastrea serailia</i> (Faviidae)		
Diamètre	10 cm		
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat décembre 2009	Etat avril 2011
Blanc et vivant	Normal	Normal	<i>Non retrouvé</i>
			

COLONIE 19			
Position sur le transect	19.5 / 0.1 G		
Nom	<i>Turbinaria mesenterina</i> (Dendrophylliidae)		
Diamètre	10 cm		
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat décembre 2009	Etat avril 2011
Blanc et vivant	Normal	Normal	Normal, mais avec une <i>Culcita</i> en prédation
			

COLONIE 20			
Position sur le transect	19.6 / 0.3 G		
Nom	<i>Turbinaria stellulata</i> (Dendrophylliidae)		
Diamètre	20 cm		
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat décembre 2009	Etat avril 2011
Blanc et vivant	Normal	Normal	Normal, mais une grande partie morte
			

COLONIE 20.5			
Position sur le transect	19.7 / 0		
Nom	<i>Acropora</i> sp. (Acroporidae)		
Diamètre	10 cm		
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat décembre 2009	Etat avril 2011
<i>Non relevé, donc à priori normal</i>		Pâle	Normal, peut-être un peu pâle
			

COLONIE 21			
Position sur le transect	19.9 / 0		
Nom	<i>Turbinaria reniformis</i> (Dendrophylliidae)		
Diamètre	10 cm		
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat décembre 2009	Etat avril 2011
Blanc et vivant	Normal, croissance poussée	Normal	Normal, mais avec une partie morte
			

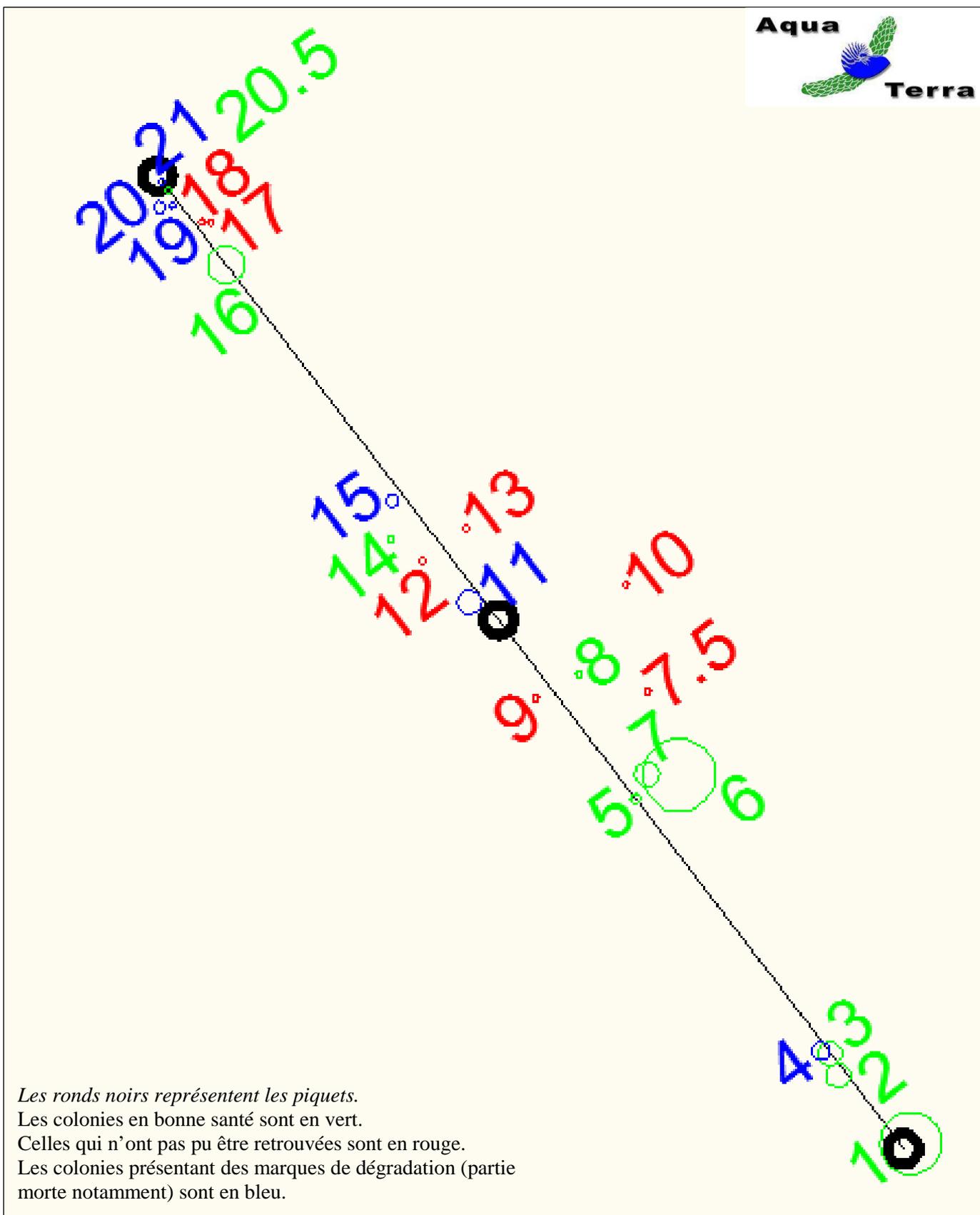


Figure n°013 : Position des colonies coralliennes, suivies, sur le transect de la zone 02



Lors de la **mission d'avril 2009**, il y avait donc 21 colonies qui étaient blanchies sur le transect de la zone 02.

Lors de la **mission de juin 2009**, 4 colonies n'ont pu être retrouvées (9, 10, 12 et 13) : ces colonies étaient très petites (diamètre < 10 cm) : ou nous ne les avons pas reconnues, ou plus vraisemblablement, du fait de leur état de faiblesse, de leur petite taille et de l'hyper sédimentation sur zone, elles ont été recouvertes par les sédiments.

La colonie 02 (*Acropora sp.*) a complètement retrouvé ses couleurs, mais quelques branches (qui étaient déjà cassées en avril) sont toujours blanches. La colonie 05 a aussi été recolonisée par des zooxanthelles, mais des marques nettes de dégradations sont encore présentes.

Sinon, toutes les autres colonies, soient 15 sur 21 (plus de 71%), ont été recolonisées par des zooxanthelles et ont retrouvé leurs couleurs et donc un bon état de santé.

En décembre 2009 il n'a y a pas de mortalité par rapport à juin. Les colonies 02 & 05 n'ont plus leurs marques de dégradations.

Malgré tout, on peut noter que certaines colonies, indiquées « normales » en juin 2009 selon leur activité biologique et leur teneur en zooxanthelles, paraissaient légèrement plus pâles pour cette mission du mois de décembre 2009. La teneur en zooxanthelles dans les tissus coralliens peut varier selon la saisonnalité (variations des paramètres environnementaux) et la couleur de pigmentation peut également varier selon la durée de l'intégration des différents types de zooxanthelles (la couleur tend à pâlir avec le temps). Ces caractéristiques sont particulièrement observables dans les zones d'embouchure de creek et rivière. Des observations sur une plus grande échelle de temps permettront de comparer et de définir les types de coloration selon les variations des paramètres environnementaux et leur durée de recolonisation.

Par ailleurs, deux nouvelles colonies pâles ont été observées lors de cette mission (numérotées 7.5 & 20.5).

En avril 2011, une des 2 colonies nouvellement pâles en décembre 2009 a disparu (n°7.5) alors que l'autre est à nouveau en bonne santé (n°20.5). Deux colonies (n°17 & 18) n'ont pas été retrouvées et plusieurs (4) ont des parties qui sont mortes (n°11, 19, 20, 21). La n°19 était même en train d'être prédatée par une étoile de mer *Culcita novaeguineae*. Enfin, si la colonie d'*Acropora sp.* n°16 est en bonne santé, elle est légèrement renversée. De même pour la colonie de *Seriatopora hystrix* (n°4) du début de transect qui est tombé à terre, mais à l'envers et qui est pâle (paraît être en train de mourir).

5.2.3.4 Les poissons

Sur l'ensemble du transect, 124 individus appartenant à 19 espèces différentes (9 familles) (figure 14) ont pu être observés (tableau 24). Ils représentent une densité de 5.51 poissons/m² (figure 15) pour une biomasse de 9.18 g/m².

Tableau n°024 : Poissons échantillonnés sur le transect de la zone 02

FAMILLE	ESPECE	NOMBRE	DENSITE (ind./m ²)	BIOMASSE (g/m ²)
Acanthuridae	<i>Zebrasoma veliferum</i>	1	0,02	0,03
Chaetodontidae	<i>Chaetodon plebeius</i>	1	0,02	0,05
Gobidae	<i>Amblygobius phalaena</i>	1	0,05	0,34
	<i>Ctenogobius feroculus</i>	2	0,10	0,43
Labridae	<i>Epibulus insidiator</i>	1	0,03	0,48
	<i>Halichoeres argus</i>	3	0,15	0,65
	<i>Halichoeres prosopion</i>	1	0,05	0,51
	<i>Thalassoma lunare</i>	1	0,02	0,13
Mullidae	<i>Parupeneus multifasciatus</i>	1	0,02	0,03
Nemipteridae	<i>Scolopsis bilineatus</i>	4	0,07	0,68
Pomacentridae	<i>Abudefduf whitleyi</i>	5	0,13	0,43
	<i>Chrysiptera rollandi</i>	4	0,10	0,08

	<i>Pomacentrus aurifrons</i>	70	3,50	2,72
	<i>Pomacentrus bankanensis</i>	2	0,10	0,19
	<i>Pomacentrus chrysurus</i>	10	0,50	0,39
	<i>Pomacentrus moluccensis</i>	10	0,50	0,93
Scaridae	<i>Scarus flavipectoralis</i>	4	0,10	1,02
	<i>Scarus ghobban</i>	1	0,03	0,06
Siganidae	<i>Siganus vulpinus</i>	2	0,04	0,04
TOTAL		124	5,51	9,18

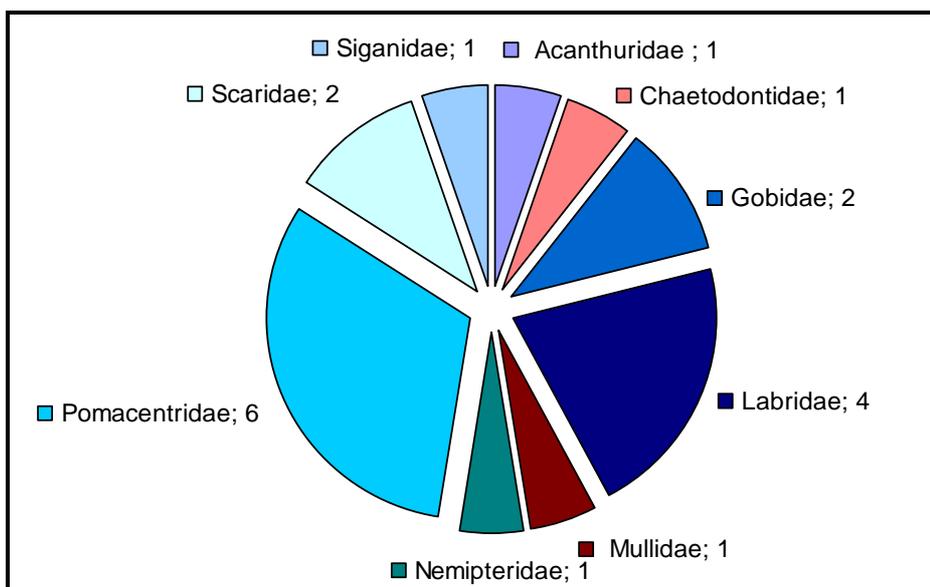


Figure n°014 : *Richesse spécifique par famille de poissons (Transect Zone 02)*

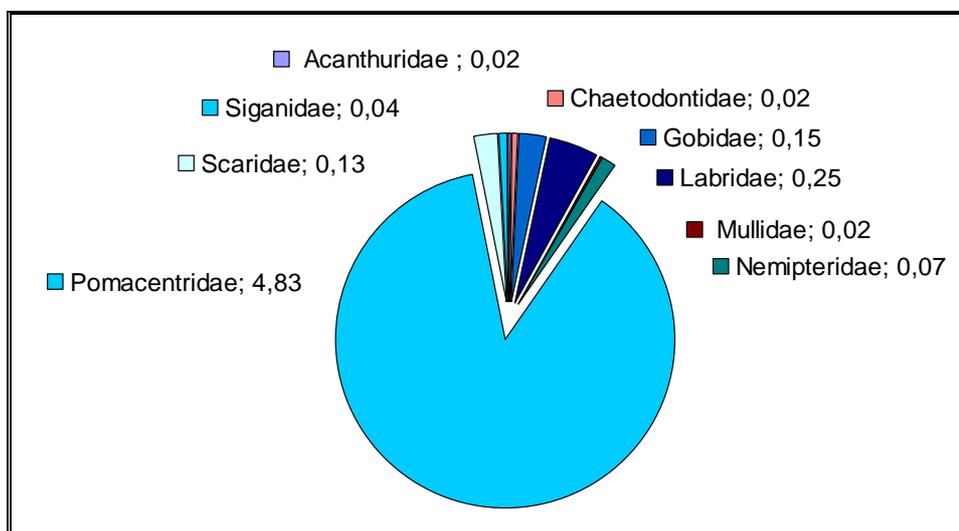


Figure n°015 : *Densité (nb individus/m²) par famille de poissons (Transect Zone 02)*

5.2.4 Les piquets

5.2.4.1 Les piquets 1 et 4

Les piquets 1 et 4 sont positionnés à 1.5 m de profondeur sur le front récifal du récif frangeant. La couverture corallienne est estimée à 55%.

Le blanchissement a largement diminué dans cette zone, passant de 65% de la couverture corallienne au mois d'avril (colonies blanchies) à 25% au mois de juin (colonies pâles), de 5 à 10% au mois de décembre 2009 (colonies encore pâles) puis enfin à 5% au mois d'avril 2011 (colonies blanchies par un nouvel apport d'eau douce : dépression Vania et phénomène La Niña).

Les principales colonies observables autour du piquet 1 sont : *Merulina ampliata* (blanchies) et *Montipora* sp. (blanchies), *Porites* sp., *Favia* sp., *Galaxea fascicularis*, *Astreopora gracilis*.

Les principales colonies observables autour du piquet 4 sont : *Montipora* cf. *samarensis* (quelques colonies blanchies), *Stylophora pistillata* (1 colonie blanche), *Pocillopora damicornis*, *Acropora* sp. (branchu), *Favia* sp., *Lobophyllia corymbosa*.

5.2.4.2 Les piquets 2 et 3

Les piquets 2 et 3 sont distants de 14 m. Ils sont positionnés à 5 m de profondeur, sur la pente sédimentaire composée de vase et de roche sur laquelle s'édifient de nombreuses colonies coralliennes branchues et massives. La couverture corallienne est estimée à 35% et le blanchissement a également diminué dans cette zone, passant de 80% de la couverture corallienne au mois d'avril (colonies blanchies) à 20% au mois de juin (colonies pâles), à 5 % au mois de décembre 2009 (colonies encore pâles) puis enfin inférieur à 5% au mois d'avril 2011 (colonies blanchies par un nouvel apport d'eau douce : dépression Vania et phénomène La Niña).

Les principales colonies observables autour des piquets 2 et 3 sont : *Stylophora pistillata* (blanchies), *Caulastrea furcata* (blanchies), *Palauastrea ramosa*, *Acropora* sp., *Goniopora* sp., *Astreopora gracilis*, *Caulastrea* sp., *Porites* sp..

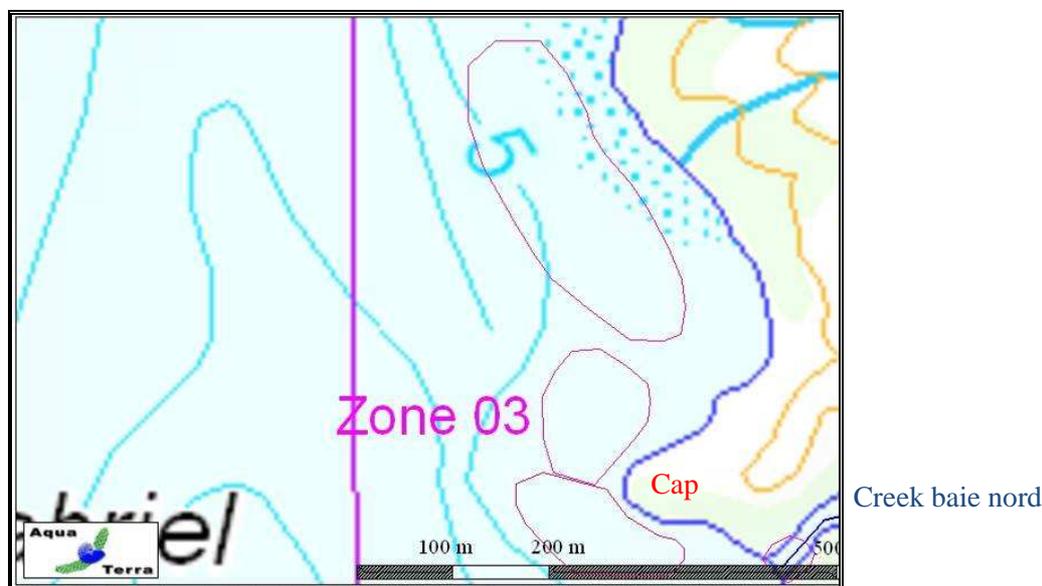
5.3 Zone 03 = Nord Creek baie nord

5.3.1 Description générale

Caractéristiques physiques de cette zone :

LOCALISATION	Au nord de l'embouchure du Creek baie nord
MODE D'EXPLORATION	Scaphandre autonome
SUPERFICIE APPROXIMATIVE EXPLOREE	11 700 m ²
PROFONDEUR	Jusqu'à 4 m
VISIBILITE	Faible : 50 cm
SUBSTRAT	Vaseux, recouvert de nombreuses colonies

Localisation géographique :



Carte n°07 : Localisation de la zone 03

5.3.2 Observations

Cette zone est située au nord de l'embouchure du Creek baie nord, dans le prolongement de la zone 02 mais derrière le cap rocheux, ce qui lui confère d'être protégée partiellement de l'influence du panache du creek.

Elle ressemble à la précédente.

5.3.2.1 Le benthos

La zone comprend le récif frangeant et la pente sédimentaire. Cette dernière a un recouvrement corallien bien plus important que la zone 2, car l'apport sédimentaire est bien plus faible (influence moindre du panache turbide). De ce fait l'installation et la croissance des coraux sont favorisées.

Concernant le récif frangeant et le haut de la pente sédimentaire, de grands buissons d'*Acropora grandis* et d'*Acropora* spp. s'étalent dans la partie sommitale du récif. Les organismes benthiques ont un recouvrement et une diversité similaire à la zone 2 (excepté quelques espèces supplémentaires comme *Astreopora myriophthalma*, *Leptastrea inaequalis*, *Polyphyllia talpina*, *Scolymia australis*, *Pectinia*

paeonia, *Alveopora* sp., *Psammocora digitata* et *Psammocora superficialis*).

Tableau n°025 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 03)*

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléactiniaire		
Acroporidae	20	5
Agaraciidae	5	3
Astrocoeniidae	1	2
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	4	2
Faviidae	16	4
Fungiidae	7	4
Merulinidae	1	2
Mussidae	4	2
Oculinidae	2	3
Pectiniidae	2	2
Pocilloporidae	4	3
Poritidae	5	3
Siderastreidae	3	2
Total scléactiniaire	74	-
Non Scléactiniaire		
Milleporidae	3	3
Gorgone	0	0
Tubiporidae	0	0
Antipathaire	1	2
Total coraux (A)	78	-
dont nb. esp. blanchies (B)	19	-
Blanchissement	B/A	Visuel
	24.36%	5%

Tableau n°026 : *Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 03)*

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	6	4
Algue brune	3	5
Algue rouge	1	3
Algue verte	6	5
Cyanobactéries	0	0
Anémone	0	0
Ascidies	1	2
Astérie	1	2
Crinoïde	0	0
Echinide	1	2
Holothurie	3	3
Hydraire	0	0
Mollusque	6	3
Spongiaire	3	2
Zoanthaire	1	2
TOTAL	32	-

5.3.2.2 Les poissons

Le paysage de cette zone ressemble à celui de la zone 02 qui lui est contiguë. La biodiversité en poissons y reste inférieure, comme en juin et décembre alors qu'elle était du même ordre de grandeur en avril 2009. Cette biodiversité avait toutefois considérablement augmenté en décembre 2009 et elle est en avril 2011 encore légèrement au-dessus.

La biodiversité ichtyologique s'élève à 31 espèces de poissons rencontrés, qui sont listées dans le [tableau 27](#).

Tableau n°027 : *Poissons rencontrés dans la zone 03*

FAMILLE	ESPECE	ETAT
Acanthuridae	<i>Acanthurus blochii</i>	Juvénile
	<i>Zebrasoma veliferum</i>	Juvénile
Apogonidae	<i>Apogon aureus</i>	
Chaetodontidae	<i>Chaetodon auriga</i>	Juvénile
	<i>Chaetodon bennetti</i>	
	<i>Chaetodon flavirostris</i>	Juvénile
	<i>Chaetodon lunulatus</i>	Juvénile
	<i>Chaetodon plebeius</i>	Juvénile
	<i>Chaetodon speculum</i>	
Epinephelinae	<i>Anyperodon leucogrammicus</i>	Juvénile
	<i>Cephalopholis boenak</i>	Juvénile
	<i>Epinephelus ongus</i>	Juvénile
	<i>Epinephelus polyphekadion</i>	Juvénile
	<i>Plectropomus leopardus</i>	
Haemulidae	<i>Plectorhinchus pictum</i>	
Labridae	<i>Halichoeres argus</i>	Juvénile
	<i>Oxycheilinus diagrammus</i>	Juvénile

Lethrinidae	<i>Lethrinus harak</i>	
Microdesmidae	<i>Gunnellichthys monostigma</i>	
Mullidae	<i>Parupeneus indicus</i>	Juvénile
	<i>Parupeneus barberinoides</i>	Juvénile
	<i>Parupeneus barberinus</i>	Juvénile
Nemipteridae	<i>Scolopsis bilineatus</i>	
Pomacentridae	<i>Amblyglyphidodon curacao</i>	
	<i>Chromis atripectoralis</i>	
	<i>Chrysiptera rollandi</i>	
	<i>Neopomacentrus filamentosus</i>	
	<i>Pomacentrus aurifrons</i>	
	<i>Pomacentrus chrysurus</i>	
Scaridae	<i>Chlorurus sordidus</i>	Juvénile
	<i>Scarus flavipectoralis</i>	Juvénile
	<i>Scarus ghobban</i>	Juvénile
Siganidae	<i>Siganus vulpinus</i>	Juvénile

Tableau n°028 : Distribution du nombre d'espèces par famille pour les 4 missions (Zone 03)

	Avril 2009	Juin 2009	Déc. 2009	Avril 2011
Aca	0	0	1	2
Apo	0	0	2	1
Cha	6	2	5	6
Epi	0	4	3	5
Hae	0	0	0	1
Lab	4	0	3	2
Let	0	0	0	1
Mic	0	1	0	1
Mon	0	0	1	0
Mul	0	0	1	3
Mur	0	0	1	0
Nem	1	0	2	1
Pom	5	4	7	6
Sca	2	1	2	3
Sig	0	0	1	1
Tot	15	49	63	45
χ^2 obs	34,19			
ddl =	42			
χ^2 th 0,05	58,12			

Le test de χ^2 est hautement significatif. Il accrédite l'hypothèse d'identité Ho. Les 4 résultats sont hautement similaires.

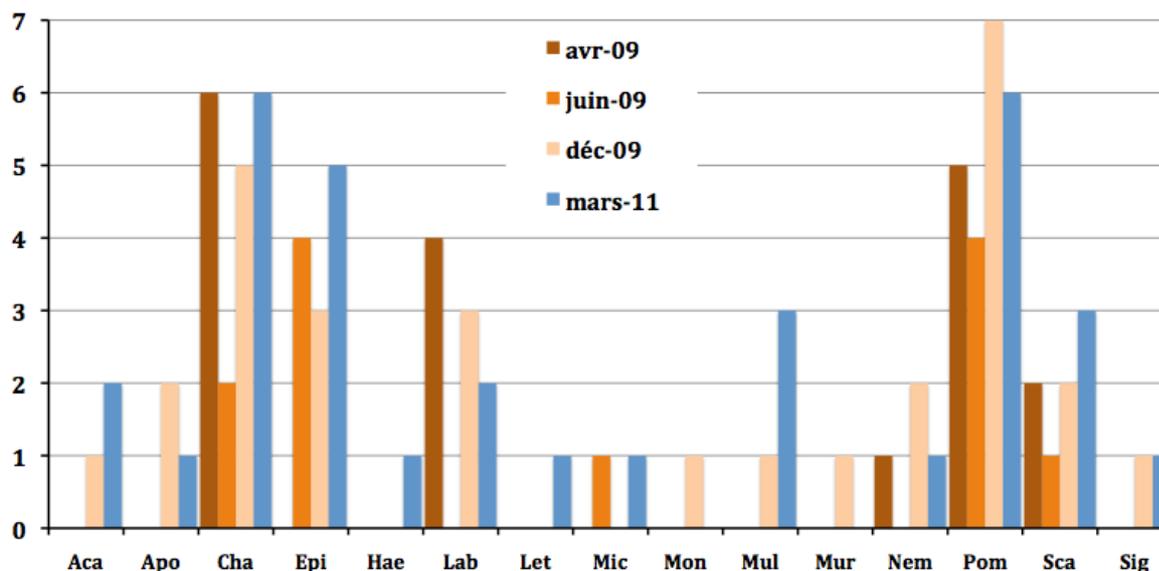


Figure n°016 : Nombre d'espèces par famille pour les 4 missions (Zone 03)

5.3.3 Le blanchissement

Variation entre les missions de juin 2009 et décembre 2009 (zone 03 entre 0 et 8 m)

- Les genres et espèces de scléactiniaires n'ayant pas encore réintégré l'ensemble de leurs zooxanthelles ont un recouvrement faible (2%) (D/A = 14.86%) : *Acropora* branchu, *Favia* spp., *Lobophyllia corymbosa*, *Anacropora* sp., *Fungia* spp., *Palauastrea ramosa*. L'état de santé de cette dernière espèce est difficile à caractériser car on peut l'observer de couleur relativement pâle dans un contexte normal.
- Les genres et espèces de scléactiniaires ayant réintégré leurs zooxanthelles depuis la mission de juin 2009 sont : *Astreopora myriophthalma*, *Montipora* spp., *Turbinaria mesenterina*, *Barrattoia amicorum*, *Platygyra sinensis*.
- La mortalité est faible (visuel 2%). Quelques colonies coralliennes sont récemment recouvertes par du sédiment d'origine latéritique (*Acropora* spp., *Porites* sp., *Fungia* spp.).
- Les cyanobactéries (*Phormidium* sp.) ont totalement disparu sur le haut du récif malgré le réchauffement des eaux. Au mois de juin, elles proliféraient abondamment sur des algues et débris coralliens (en haut de récif).
- Les algues vertes du genre *Halimeda* ont quelques thalles de couleur blanche. Ces thalles, de 10 à 15 cm, sont constitués d'une suite d'éléments calcifiés discoïdes. Le cycle saisonnier production/mortalité du genre *Halimeda* existe et se manifeste par la dépigmentation des éléments calcifiés.
- Absence des astéries *Culcita novaeguineae*, *Nardoa gomophia* et *Fromia* sp.

Variation entre les missions décembre 2009 et avril 2011 (zone 03 entre 0 et 8 m)

La richesse spécifique de cette zone est de 78 espèces coralliennes dont 1 espèce d'antipathaire et 3 espèces de *Millepora* (branchu, sub massif et encroûtant). Les familles scléactiniaires (74 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (20 taxons), les Faviidae (16 taxons), les Fungiidae (7 taxons), les Poritidae (5 taxons), Les Agaraciidae (5 taxons), les Dendrophyllidae (4 taxons), les Mussidae (4 taxons) et les Pocilloporidae (4 taxons).

En avril 2011, la richesse spécifique a très légèrement augmenté (1 espèce nouvellement recensée) depuis les missions précédentes. Par contre le blanchissement corallien affecte de nombreuses espèces (19/78 espèces) mais le recouvrement des espèces blanchies reste faible et équivalent à 5 % du recouvrement corallien (% visuel). Nous observons sur ce récif deux origines du blanchissement : a) dans une moindre mesure les colonies sensibles aux variations des paramètres environnementaux (*Merulina ampliata*, *Galaxea astreata*, *G. fascicularis*, *Pocillopora damicornis*, *Seriatopora histrix*, *Stylophora pistillata*) et installées à faible profondeur en bordure de rivage, montrent des signes de sensibilité (expulsion des zooxanthelles due certainement à la dessalure).

Et b) l'autre origine proviendrait surtout de la prédation des astéries *Culcita novaeguinea*. Cette espèce est en augmentation dans la zone, elle se déplace constamment à la recherche de nourriture et s'alimente principalement de nuit, mais nous l'avons observée de jour en train de dévorer des colonies de *Pavona cactus*, *P. paeonia*, *Pectinia lactuca*, *Porites*, *Acropora* et de *Barrabattoia amicorum*.

La mortalité des coraux (diminution d'abondance de 5 espèces) concerne les espèces les plus influencées lors des missions précédentes et qui se répartissent majoritairement à faible profondeur au bord du rivage. Les cyanobactéries n'ont pas été observées dans cette zone.

SCLERACTINIAIRES	MACROPHYTES et INVERTEBRES
<ul style="list-style-type: none"> • Evolution de la richesse spécifique des coraux : - Recrutement : 1 nouvelle espèce corallienne (<i>Stylocoeniella armata</i>) - Mortalité : toutes les espèces ont été recensées • Variation d'abondance : - Diminution d'abondance de 5 espèces : <i>Acropora</i> 2spp. (branchu), <i>Acropora grandis</i>, <i>Anacropora</i> sp., <i>Montipora</i> cf. <i>samarensis</i> • Blanchissement corallien observé sur 19 espèces : <i>Acropora</i> 3spp. (branchu), <i>Montipora</i> 2spp., <i>Pavona cactus</i>, <i>Barrabattoia amicorum</i>, <i>Favia</i> 1sp., <i>Favites</i> 1sp., <i>Fungia</i> 2spp., <i>Merulina ampliata</i>, <i>Galaxea astreata</i>, <i>G. fascicularis</i>, <i>Pectinia lactuca</i>, <i>P. paeonia</i>, <i>Pocillopora damicornis</i>, <i>Seriatopora histrix</i>, <i>Stylophora pistillata</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Algues (variation saisonnière) : - Diminution du recouvrement des algues vertes : <i>Caulerpa</i> sp., <i>Codium</i> sp. • Absence de cyanobactéries • Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) : - Présence nouvelle de <i>Culcita novaeguinea</i> (7 spécimens) - Présence nouvelle de 1 espèce de zoanthaire (<i>Palythoa</i> sp.) - Nécroses de 3 genres d'alcyonaires <i>Cladiella</i>, <i>Sinularia</i> et <i>Lobophytum</i> (prédation des astéries <i>Culcita novaeguineae</i>) - Diminution d'abondance de 1 espèce d'holothurie (<i>Holothuria hilla</i>) - Diminution d'abondance des alcyonaires (<i>Sarcophyton</i> 2spp., <i>Cladiella</i>, <i>Sinularia</i> cf. <i>leptocladus</i> et <i>Lobophytum</i>) - Absence d'une espèce d'holothurie (<i>Holothuria atra</i>)

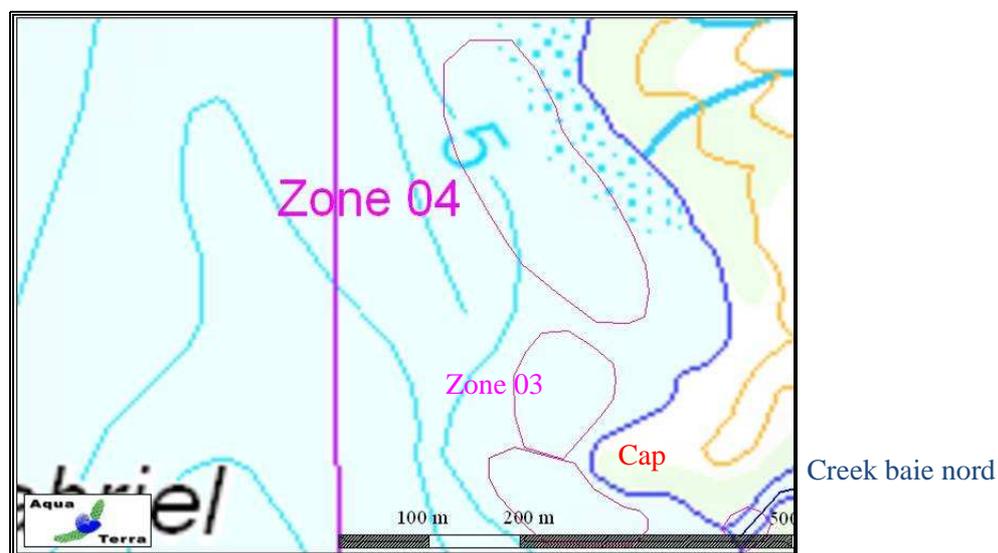
5.4 Zone 04 = Nord Creek baie nord

5.4.1 Description générale

Caractéristiques physiques de cette zone :

LOCALISATION	Au nord du Creek baie nord
MODE D'EXPLORATION	Scaphandre autonome
SUPERFICIE APPROXIMATIVE EXPLOREE	37 800 m ²
PROFONDEUR	Jusqu'à 7 m
VISIBILITE	Faible : 60 cm
SUBSTRAT	Sableux, recouvert de nombreuses colonies Dépôts latéritiques

Localisation géographique :



Carte n°08 : Localisation de la zone 04

5.4.2 Observations

Cette zone est dans le prolongement nord du récif frangeant et dans la continuité nord de la zone 03. Cependant, l'orientation et la configuration du récif frangeant sont différentes par rapport à la zone 03. Tout d'abord cette partie de récif n'est pas protégée par le cap rocheux (zone 03) de l'influence du panache du Creek baie nord. Lors des vents soutenus de SE, le panache du Creek baie nord pourrait apporter des matières en suspension jusqu'à cette zone. De plus, une rivière située plus au nord pourrait être à l'origine d'apport d'eau douce. Ces deux paramètres pourraient induire un blanchissement supplémentaire par rapport à la zone 03.

5.4.2.1 Le benthos

La zone comprend toujours le récif frangeant et la pente sédimentaire. Les organismes associés varient très peu par rapport à la zone 03.

Le taux de recouvrement en espèce blanchie qui était à la mission d'avril à 35%, puis lors de la mission de juin à 5% s'est stabilisé à 2% pour le mois de décembre 2009 et avril 2011.

De grands buissons d'*Acropora grandis* et *Montipora* spp. se répartissent en haut du récif. Au mois d'avril 2009, ces colonies branchues étaient affectées par le blanchissement de manière diffuse (patch). Par la suite au mois de juin 2009, elles étaient en train d'être recolonisées par les zooxanthelles et au mois de décembre la plus grande partie de ces colonies a retrouvé ses couleurs d'origine. La mortalité était relativement faible (environ 2%).

Tableau n°029 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 04)*

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	22	5
Agaraciidae	5	2
Astrocoeniidae	1	1
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	4	2
Faviidae	18	4
Fungiidae	4	3
Merulinidae	2	2
Mussidae	6	2
Oculinidae	2	3
Pectiniidae	1	2
Pocilloporidae	4	2
Poritidae	5	3
Siderastreidae	4	2
Total scléractiniaire	78	-
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	2	3
Gorgone	0	0
Tubiporidae	0	0
Antipathaire	0	0
Total coraux (A)	80	-
dont nb. esp. blanchies (B)	8	-
Blanchissement	B/A	Visuel
	10%	2%

Tableau n°030 : *Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 04)*

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	3	5
Algue brune	5	5
Algue rouge	1	3
Algue verte	6	5
Cyanobactéries	0	0
Anémone	0	0
Ascidies	1	2
Astérie	2	2
Crinoïde	0	0
Echinide	1	2
Holothurie	4	3
Hydraire	0	0
Mollusque	6	4
Spongiaire	2	4
Zoanthaire	0	0
TOTAL	31	-

5.4.2.2 Les poissons

Cette zone ressemble à la zone 02. La biodiversité en poissons est du même ordre de grandeur. Elle est en avril 2011 en diminution par rapport à celle juin et décembre 2009, mais reste au-dessus de celle d'avril 2009.

La biodiversité ichthyologique s'élève à 35 espèces de poissons rencontrés, qui sont listées dans le [tableau 31](#).

Tableau n°031 : *Poissons rencontrés dans la zone 04*

FAMILLE	ESPECE	ETAT
Acanthuridae	<i>Acanthurus blochii</i>	
	<i>Zebrasoma veliferum</i>	Juvénile
Balistidae	<i>Pseudobalistes flavimarginatus</i>	
Chaetodontidae	<i>Chaetodon auriga</i>	
	<i>Chaetodon plebeius</i>	Juvénile
	<i>Chaetodon speculum</i>	Juvénile
	<i>Chaetodon vagabundus</i>	
	<i>Heniochus acuminatus</i>	
Epinephelinae	<i>Cephalopholis boenak</i>	
	<i>Plectropomus leopardus</i>	
Labridae	<i>Cheilinus chlorourus</i>	Juvénile
	<i>Cheilinus trilobatus</i>	
	<i>Choerodon fasciatus</i>	
	<i>Coris batuensis</i>	
	<i>Epibulus insidiator</i>	Juvénile
	<i>Oxycheilinus diagrammus</i>	Juvénile
	<i>Thalassoma lunare</i>	Juvénile

	<i>Halichoeres argus</i>	Juvénile
Lethrinidae	<i>Lethrinus harak</i>	
Mullidae	<i>Parupeneus indicus</i>	Juvénile
Pomacanthidae	<i>Pomacanthus imperator</i>	
Pomacentridae	<i>Amblyglyphidodon orbicularis</i>	
	<i>Chrysiptera rollandi</i>	Juvénile
	<i>Dascyllus aruanus</i>	
	<i>Neopomacentrus nemurus</i>	
	<i>Pomacentrus aurifrons</i>	
	<i>Pomacentrus chrysurus</i>	
	<i>Pomacentrus moluccensis</i>	
Scaridae	<i>Scarus bleekeri</i>	Juvénile
	<i>Scarus flavipectoralis</i>	Juvénile
	<i>Scarus rivulatus</i>	Juvénile
Siganidae	<i>Siganus doliatus</i>	Juvénile
	<i>Siganus puellus</i>	Juvénile
	<i>Siganus vulpinus</i>	Juvénile
Tetrodonidae	<i>Canthigaster valentini</i>	

Tableau n°032 : *Distribution du nombre d'espèces par famille pour les 4 missions (Zone 04)*

	Avril 2009	Juin 2009	Déc. 2009	Avril 2011
Aca	0	3	2	2
Apo	0	3	3	0
Bal	0	0	0	1
Ble	0	0	1	0
Cha	6	7	7	5
Epi	1	5	4	2
Gob	0	1	1	0
Hol	0	1	0	0
Lab	7	12	11	8
Let	0	1	0	1
Lut	0	1	1	0
Mul	0	3	2	1
Nem	1	1	1	0
Poc	1	1	1	1
Pom	4	7	10	7
Sca	1	1	3	3
Sig	0	3	3	3
Tet	0	0	1	1
Tot	21	50	51	35
χ^2 obs	30,08			
ddl =	51			
χ^2 th 0,05	68,67			

Le test de χ^2 est hautement significatif. Il accrédite l'hypothèse d'identité H_0 . Les 4 résultats sont hautement similaires.

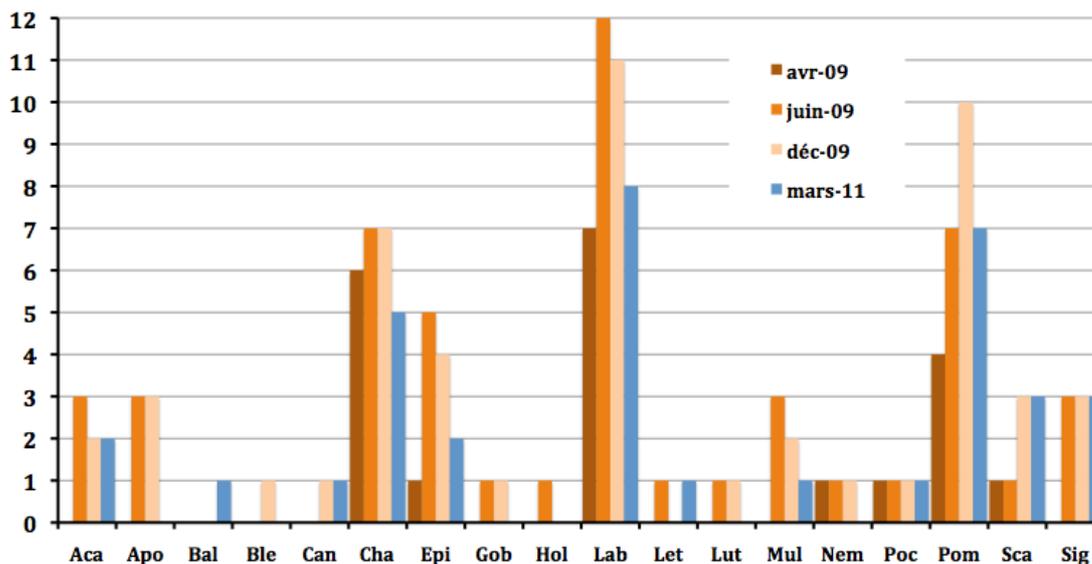


Figure n°017 : Nombre d'espèces par famille pour les 4 missions (Zone 04)

5.4.3 Le blanchissement

Variation entre les missions de juin 2009 et décembre 2009 (zone 04 entre 0 et 8 m)

- Les genres et espèces de scléactiniaires n'ayant pas encore réintégré l'ensemble de leur zooxanthelles ont un recouvrement faible : *Acropora grandis* et *Acropora* spp. branchu, *Palauastrea ramosa*.
- Les genres et espèces de scléactiniaires ayant réintégré leurs zooxanthelles depuis la mission de juin 2009 sont : *Montipora* spp., *Pavona decussata*, *Favites* spp. *Favia* spp., *Fungia* spp. *Pocillopora damicornis*, *Seriatopora histrix*, *Porites* sp.
- De nouvelles espèces de scléactiniaire sont recensées sur cette zone : *Psammocora digitata* et *Turbinaria radicalis* (cette dernière espèce est relativement rare pour la Nouvelle-Calédonie).
- Absence de *Culcita novaeguineae*
- Les cyanobactéries (*Phormidium* sp.) sont en très faibles proportions. Elles proliféraient sur des algues et débris coralliens au mois d'avril, légère diminution au mois de juin 2009 et quasi absence au mois de décembre malgré le réchauffement des eaux.

Variation entre les missions de décembre 2009 et avril 2011 (zone 04 entre 0 et 8 m)

La richesse spécifique de cette zone est de 80 espèces coralliennes dont deux espèces de *Millepora* (branchu et encroûtant). Les familles scléactiniaires (78 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (22 taxons), les Faviidae (18 taxons), les Mussidae (6 taxons), Les Agaraciidae (5 taxons), les Poritidae (5 taxons), les Dendrophyllidae (4 taxons), les Fungiidae (4 taxons), les Pocilloporidae (4 taxons) et les Siderastreidae (4 taxons).

En avril 2011, la richesse spécifique n'a pas évolué depuis les missions précédentes. Et le blanchissement corallien (8/80 espèces) à un recouvrement très faible 2% (% visuel). L'origine de la perturbation provient de quelques résurgences d'eau douce qui ressortent de la dalle à travers les buissons d'*Acropora* et de *Montipora*. Ces résurgences n'avaient pas été détectées auparavant et sont certainement à l'origine du blanchissement « en patch » observé lors des missions précédentes.

Les colonies blanchies sont des espèces particulièrement sensibles aux variations des paramètres environnementaux *Acropora* 3 spp. (branchu), *Montipora samarensis*, *Montipora* 3 spp., *Pocillopora*

damicornis.

La mortalité des coraux (diminution d'abondance de 8 espèces) concerne particulièrement les espèces branchues installées en bordures du rivage (influence de l'eau douce).

Sur la pente sédimentaire, quelques colonies isolées sont également mortes mais ce phénomène provient d'une ancienne prédation des astéries *Culcita novaeguineae* (corallivore) (absente de la zone 04, lors de cet inventaire). Les cyanobactéries n'ont pas été observées dans cette zone.

SCLERACTINIAIRES	MACROPHYTES et INVERTEBRES
<ul style="list-style-type: none"> • Evolution de la richesse spécifique des coraux : - Recrutement : aucune espèce nouvelle - Mortalité : toutes les espèces ont été recensées • Variation d'abondance : - Diminution d'abondance de 8 espèces : <i>Acropora</i> 2spp. (branchu), <i>Acropora grandis</i>, <i>Montipora</i> cf. <i>samarensis</i>, <i>Montipora</i> 2spp., <i>Pavona decussata</i>, <i>Millepora branchu</i> • Blanchissement corallien observé sur 8 espèces : <i>Acropora</i> 3spp. (branchu), <i>Montipora samarensis</i>, <i>Montipora</i> 3spp., <i>Pocillopora damicornis</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Algues (variation saisonnière) : - Présence nouvelle de l'algue brune : <i>Dictyota</i> sp. - Diminution du recouvrement des algues brunes : <i>Padina</i> sp., <i>Sargassum</i> sp. et <i>Turbinaria ornata</i> - Diminution du recouvrement des algues vertes : <i>Caulerpa</i> sp., <i>Codium</i> sp. • Absence de cyanobactéries • Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) : - Diminution d'abondance des alcyonaires (<i>Sarcophyton</i> 2spp.) - Diminution d'abondance de l'holothurie (<i>Holothuria flovomaculata</i>)

5.5 Zone 05 = Ilot Gabriel

5.5.1 Description générale

Caractéristiques physiques de cette zone :

LOCALISATION	Sur le tombant est de l'îlot Gabriel
MODE D'EXPLORATION	Scaphandre autonome
SUPERFICIE APPROXIMATIVE EXPLOREE	12 500 m ²
PROFONDEUR	Jusqu'à 10 m
VISIBILITE	Moyenne : 3 à 5 m
SUBSTRAT	Débris coralliens

Localisation géographique :



Carte n°09 : Localisation de la zone 05

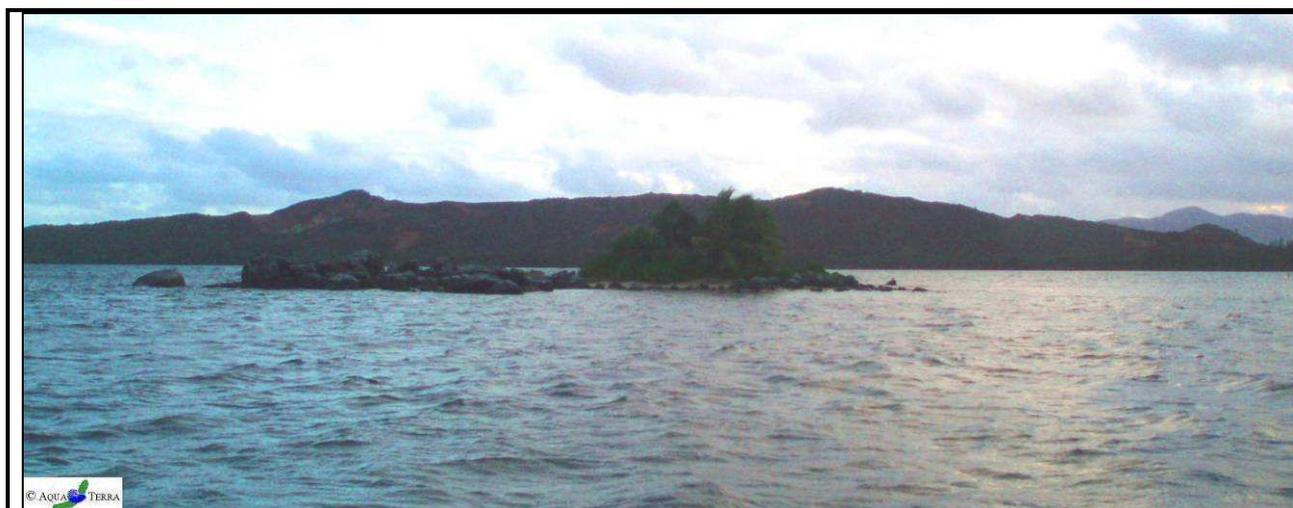


Photo n°04 : Ilot Gabriel, face est (Zone 05)

5.5.2 Observations

L'îlot Gabriel se situe au milieu de la Baie Nord en face de l'embouchure du creek. La station se situe sur le tombant est de cet îlot et face donc à l'embouchure du Creek baie nord (900 m en direct).

La zone récifale du côté est de l'îlot, est composée d'un platier d'une centaine de mètre de largeur et d'un petit tombant récifal d'une dizaine de mètres de profondeur. Ensuite la profondeur augmente selon la pente sédimentaire qui est composée de vase sableuse et de quelques débris coralliens.

5.5.2.1 Le benthos

Dans les pourtours de l'îlot de grands micros atolls de *Porites lobata* s'édifient dans de petites cuvettes. Le platier récifal a un recouvrement corallien important composé en majorité de coraux de forme branchue (*Acropora* spp., *Montipora* spp., *Pocillopora* spp., *Echinophyllia horrida*) et dans une moindre mesure de forme massive (*Porites*, *Lobophyllia corymbosa*) et encroûtante (*Montipora*, *Galaxea*, ...).

Tableau n°033 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 05)*

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	16	5
Agaraciidae	2	2
Astrocoeniidae	1	2
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	4	3
Faviidae	15	4
Fungiidae	7	3
Merulinidae	4	2
Mussidae	3	2
Oculinidae	2	3
Pectiniidae	5	4
Pocilloporidae	2	4
Poritidae	4	5
Siderastreidae	3	2
Total scléractiniaire	68	-
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	2	3
Gorgone	0	0
Tubiporidae	0	0
Antipathaire	0	0
Total coraux (A)	70	-
dont nb. esp. blanchies (B)	7	-
Blanchissement	B/A	Visuel
	10%	< 10%

Sur la largeur du platier s'étalent de grands champs d'*Acropora grandis* et d'*Acropora* spp., et s'éparpillent de nombreuses colonies coralliennes de tailles décimétriques à métriques (*Pavona decussata*, *Galaxea fascicularis*, *Psammocora contigua*, *Favia* spp., *Goniastrea pectinata*, *Fungia* spp. et *Ctenactis* sp., ...).

La diversité corallienne devient plus variée à l'approche du tombant récifal. De grandes colonies coralliennes de taille métrique s'édifient (*Echinophyllia horrida* forme de grands buissons et *Turbinaria*

reniformis se développe en coupelle foliacée). De plus des espèces coralliennes peu communes s'édifient sur ce tombant (*Sandalolitha dentata*, *Platygyra* sp., *Pectinia lactuca* et *P. paeonia*).

Le recouvrement corallien du tombant récifal, diminue légèrement à la faveur des alcyonaires et des algues.

Les alcyonaires, en particulier les genres *Sinularia* et *Sarcophyton* et dans une moindre mesure les genres *Cladiella* et *Lobophytum*, sont bien développés sur la partie sommitale du tombant.

Vers une dizaine de mètres de profondeur, quelques grandes colonies coralliennes s'édifient au début de la pente sédimentaire (*Acropora* branchus et tabulaires) puis ensuite la pente est trop forte et trop meuble, seules quelques holothuries s'éparpillent sur le substrat.

Les algues sont diversifiées avec comme dominance principale les algues brunes (*Lobophora variegata*, *Padina*, *Turbinaria* et quelques *Sargasses*).

Les algues vertes forment des petits bouquets d'*Halimeda* qui s'étalent entre les colonies coralliennes, les genres *Caulerpa*, *Neomeris* et *Codium* se dispersent dans les infractuosités de la dalle.

Sur le haut du platier l'algue rouge *Asparagopsis armata* a proliféré depuis la dernière mission du mois de juin 2009. Elle s'est développée abondamment dans la zone de déferlement à travers les débris coralliens ainsi que les coraux branchus. Maintenant cette algue est en début de phase de décomposition (cycle saisonnier classique).

Les mollusques ont une diversité variée et les coquilles sont de tailles très respectables (*Tridacna squamosa*, *T. maxima*, *T. crocea*, *Spondylus* sp., *Isognomon isognomon*, *Athrina* sp. *Pteria* sp. et *Arca ventricosa*).

Tableau n°034 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 05)

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	5	5
Algue brune	4	4
Algue rouge	2	5
Algue verte	4	3
Cyanobactéries	2	3
Anémone	1	1
Ascidie	1	2
Astérie	3	2
Crinoïde	0	0
Echinide	1	2
Holothurie	6	3
Hydraire	0	0
Mollusque	9	4
Spongiaire	3	2
Zoanthaire	2	2
TOTAL	43	-

5.5.2.2 Les poissons

La richesse spécifique est la plus forte des zones étudiées. La présence de planctonophages de pleine eau (Caesionidae) est à remarquer, tout comme celle de *Siganus puellus*, « Poisson picot » qui se nourrit d'algues et de petits invertébrés fixés dans les zones coralliennes en bonne santé. Comme en décembre 2009, il y a toujours un grand nombre de Chaetodons, notamment des corallivores quasi exclusifs comme *Chaetodon melannotus*, *C. plebeius* et *Chaetodon baronessa*.

La biodiversité ichthyologique s'élève à 65 espèces de poissons rencontrés, qui sont listées dans le [tableau 35](#).

Tableau n°035 : *Poissons rencontrés dans la zone 05*

FAMILLE	ESPECE	ETAT
Acanthuridae	<i>Acanthurus blochii</i>	Juvénile
	<i>Acanthurus nigricauda</i>	
	<i>Ctenochaetus striatus</i>	
	<i>Naso unicornis</i>	Juvénile
	<i>Zebrasoma veliferum</i>	Juvénile
Apogonidae	<i>Apogon aureus</i>	
	<i>Apogon selas</i>	
	<i>Ostrorhinchus compressus</i>	
Blenniidae	<i>Atrosalarias fuscus</i>	
	<i>Ecsenius bicolor</i>	
	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	
Caesionidae	<i>Caesio cuning</i>	
Carangidae	<i>Gnathanodon speciosus</i>	
Chaetodontidae	<i>Chaetodon auriga</i>	Juvénile
	<i>Chaetodon baronessa</i>	Juvénile
	<i>Chaetodon ephippium</i>	
	<i>Chaetodon lunulatus</i>	
	<i>Chaetodon melannotus</i>	
	<i>Chaetodon plebeius</i>	Juvénile
	<i>Chaetodon unimaculatus</i>	Juvénile
	<i>Chaetodon vagabundus</i>	
	<i>Chaetodon speculum</i>	Juvénile
	Chaetodontidae	<i>Anyperodon leucogrammicus</i>
<i>Cephalopholis boenak</i>		Juvénile
<i>Plectropomus leopardus</i>		
Gobiidae	<i>Valenciennea sp</i>	
Gramministinae	<i>Diploprion bifasciatum</i>	
Labridae	<i>Bodianus mesothorax</i>	Juvénile
	<i>Cheilinus chlorourus</i>	Juvénile
	<i>Cheilinus trilobatus</i>	Juvénile
	<i>Epibulus insidiator</i>	Juvénile
	<i>Halichoeres argus</i>	Juvénile
	<i>Hemigymnus fasciatus</i>	
	<i>Hemigymnus melapterus</i>	Juvénile
	<i>Labroides dimidiatus</i>	
	<i>Labropsis australis</i>	
	<i>Oxycheilinus celebicus</i>	Juvénile
<i>Oxycheilinus diagrammus</i>		
	<i>Thalassoma lunare</i>	
Lethrinidae	<i>Monotaxis grandoculis</i>	Juvénile
Microdesmidae	<i>Ptereleotris microlepis</i>	

Mullidae	<i>Parupeneus barberinus</i>	Juvénile
	<i>Parupeneus indicus</i>	Juvénile
Nemipteridae	<i>Scolopsis bilineatus</i>	Juvénile
Pinguipedidae	<i>Parapercis hexophtalma</i>	
Pomacentridae	<i>Abudefduf whiteyi</i>	
	<i>Amblyglyphidodon curacao</i>	
	<i>Chromis margaritifer</i>	
	<i>Chrysiptera rollandi</i>	
	<i>Dascyllus aruanus</i>	Juvénile
	<i>Neoglyphidodon nigroris</i>	
	<i>Neopomacentrus nemurus</i>	
	<i>Plectroglyphidodon lacrymatus</i>	
	<i>Pomacentrus aurifrons</i>	
	<i>Pomacentrus chrysurus</i>	
	<i>Pomacentrus moluccensis</i>	
	<i>Pomacentrus vaiuli</i>	
Scaridae	<i>Chlorurus bleekeri</i>	Juvénile
	<i>Chlorurus sordidus</i>	Juvénile
	<i>Scarus flavipectoralis</i>	Juvénile
	<i>Scarus frenatus</i>	Juvénile
Siganidae	<i>Siganus corallinus</i>	
	<i>Siganus doliatus</i>	
	<i>Siganus puellus</i>	Juvénile
	<i>Siganus vulpinus</i>	Juvénile

Tableau n°036 : Distribution du nombre d'espèces par famille pour les 4 missions (Zone 05)

Fam	Avril 2009	Juin 2009	Déc. 2009	Avril 2011	Fam	Avril 2009	Juin 2009	Déc. 2009	Avril 2011
Aca	1	3	6	5	Lab	6	15	20	12
Apo	0	3	5	3	Let	0	0	1	1
Ble	1	2	3	3	Mic	0	2	2	1
Cae	2	1	2	1	Mon	0	0	1	0
Can	0	1	0	0	Mul	0	3	3	2
Car	1	0	0	1	Nem	0	1	1	1
Cha	4	7	12	9	Pin	1	2	1	1
Epi	3	1	5	3	Poc	1	0	1	0
Gob	0	1	1	1	Pom	4	11	12	12
Gra	0	0	0	1	Sca	1	6	5	4
Hae	1	0	1	0	Sco	0	1	1	0
Hol	0	0	1	0	Sig	1	3	4	4
					Total	27	63	88	65
						χ² obs	40,51		
						ddl =	69		
						χ² th 0,05	89,36		

Le test de χ^2 est hautement significatif. Il accrédite l'hypothèse d'identité H_0 . Les 4 résultats sont hautement similaires.

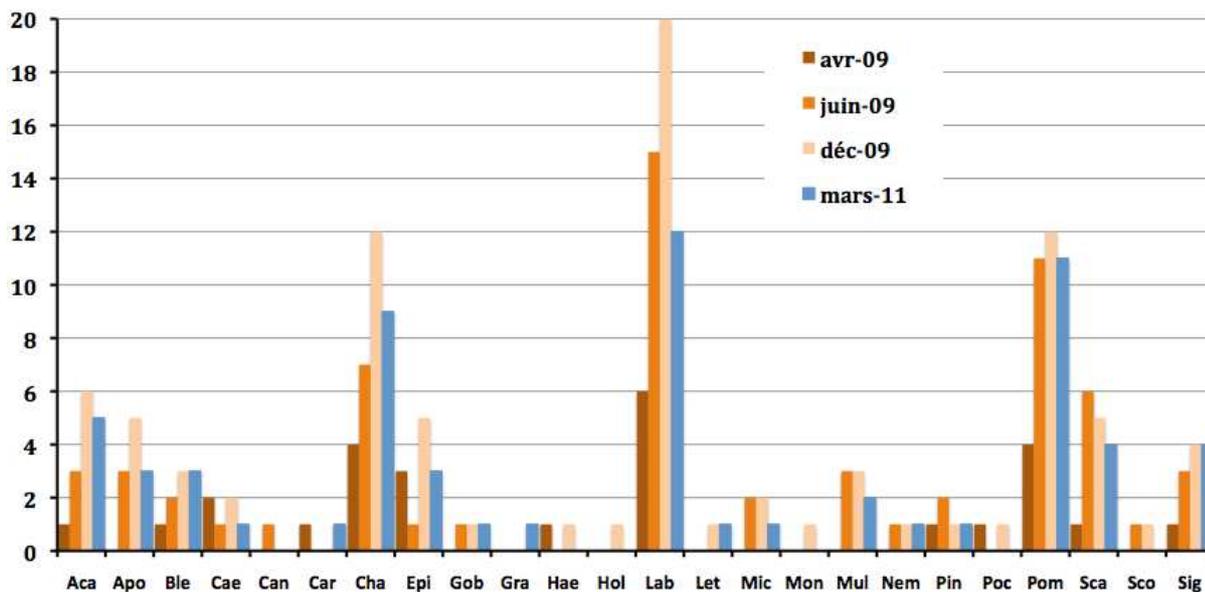


Figure n°018 : Nombre d'espèces par famille pour les 4 missions (Zone 05)

5.5.3 Le blanchissement

Variation entre les missions de juin 2009 et décembre 2009 (zone 05 entre 0 et 10 m)

- Aucune colonie scléactiniaire n'a été observée blanchie (D/A=5,8%), mais quelques colonies d'*Acropora* spp. et de *Favia* spp. paraissent encore un peu pâle (1%).
- Les genres et espèces de scléactiniaires ayant réintégré leurs zooxanthelles depuis la mission de juin 2009 sont : *Acropora* spp., *Montipora* spp.
- L'anémone *Heteractis* sp. qui avait été observée blanchie au mois de juin a récupéré un niveau viable de zooxanthelles.
- Efflorescence/mortalité algale d'*Asparagopsis armata* (algue rouge) sur le haut du platier (zone de déferlement). Cette augmentation relativement rapide de la concentration d'algue rouge est observée (depuis 1.5 mois) sur l'ensemble des récifs de Nouvelle-Calédonie où les conditions hydrodynamiques sont relativement soutenues. Désormais ces algues prennent une couleur brunâtre qui caractérise une mortalité à venir et donc une diminution du couvert algal. Ce phénomène est saisonnier et s'inscrit dans le processus normal du renouvellement algal et ne devrait pas avoir de conséquence sur l'environnement.
- Les holothuries sont toujours nombreuses et diversifiées en bas de récif (début de la pente sédimentaire). L'espèce *Holothuria flovomaculata* est dominante et l'abondance des autres espèces varie peu (*Holothuria edulis*, *H. fuscopunctata*, *Stichopus variegatus*, *Bohadschia argus*). Deux nouvelles espèces pour cette zone (*Holothuria atra* et *Holothuria* sp.).

Variation entre les missions de décembre 2009 et avril 2011 (zone 05 entre 0 et 10 m)

La richesse spécifique de cette zone est de 70 espèces coralliennes dont deux espèces de *Millepora* (branchu et encroûtant). Les familles scléactiniaires (68 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (16 taxons), les Faviidae (15 taxons), les Fungiidae (7 taxons), les Pectiniidae (5 taxons), les Poritidae (4 taxons), les Dendrophyllidae (4 taxons) et les Merulinidae (4

taxons).

En avril 2011, la richesse spécifique n'a pas évoluée depuis la mission précédente. Et le blanchissement corallien (7/70 espèces) est inférieur à 10 % du recouvrement corallien (% visuel).

Les espèces influencées par ce phénomène s'édifient dans les petites profondeurs (inférieure à 6 m) et sont caractéristique d'espèces sensibles aux variations des paramètres environnementaux (*Acropora* 3 spp. (branchu), *Montipora* 1 sp., *Echinopora gemmacea*, *Galaxea fascicularis*, *Echinophyllia horrida*).

La mortalité des coraux (diminution d'abondance de 9 espèces) concerne particulièrement les espèces branchues et les colonies installées dans le niveau bathymétrique supérieur (1 à 4 m). Ces colonies ont été dégradées mécaniquement comme l'atteste l'augmentation du recouvrement en débris corallien. Le développement des cyanobactéries est en légère augmentation et concentré sur les coraux morts et les nouveaux débris. Quelques colonies isolées (*Galaxea fascicularis*) sont également blanchies sur le tombant et en bas de pente récifale mais ce phénomène provient de la prédation des *Culcita novaeguineae* (corallivore) dont l'abondance est en légère augmentation.

Bien que la baie de Prony fut protégée de la houle et des vents violents induits par les évènements dépressionnaires du début d'année 2011, l'îlot Gabriel a tout de même été exposé aux agents hydrodynamiques (dégradations mécaniques observées particulièrement sur le sommet du récif) comme l'atteste l'augmentation des débris, la diminution d'abondance des colonies coralliennes, le blanchissement modéré et le développement des cyanobactéries sur les nouveaux débris.

SCLERACTINIAIRES	MACROPHYTES et INVERTEBRES
<ul style="list-style-type: none"> • Evolution de la richesse spécifique des coraux : <ul style="list-style-type: none"> - Recrutement : aucune nouvelle espèce recensée - Mortalité : toutes les espèces ont été recensées - Mobilité de 1 espèce supplémentaire (<i>Fungia</i> 1 sp.) <p>Les Fungiidae sont mobiles, leur abondance est variable dans la zone</p> <ul style="list-style-type: none"> • Variation d'abondance : <ul style="list-style-type: none"> - Diminution d'abondance de 9 espèces : <i>Acropora</i> 3 spp. (branchu), <i>Montipora</i> 1 sp., <i>Pachyseris speciosa</i>, <i>Turbinaria mesenterina</i>, <i>T. reniformis</i>, <i>Echinophyllia horrida</i>, <i>Porites nigrescens</i> • Blanchissement corallien observé sur 7 espèces : <i>Acropora</i> 3 spp. (branchu), <i>Montipora</i> 1 sp., <i>Echinopora gemmacea</i>, <i>Galaxea fascicularis</i>, <i>Echinophyllia horrida</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Algues (variation saisonnière) : <ul style="list-style-type: none"> - Diminution du recouvrement des algues vertes : <i>Halimeda</i> sp. - Diminution du recouvrement des algues brunes : <i>Padina</i> sp. et <i>Turbinaria ornata</i> - Diminution du recouvrement des algues rouges : <i>Aspparagopsis armata</i> - Absence des algues vertes : <i>Codium</i> sp., <i>Neomeris van bossea</i> • Présence de cyanobactéries : Leur développement est modéré et concentré sur les nouveaux débris coralliens et les colonies blanchies • Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) : <ul style="list-style-type: none"> - Présence de l'astérie <i>Culcita novaeguinea</i> <ul style="list-style-type: none"> - Augmentation de l'abondance de l'holothurie (<i>Bohadschia argus</i>) - Diminution d'abondance des alcyonaires (<i>Sarcophyton</i> 2 spp.) - Diminution d'abondance de 2 espèces d'astérie (<i>Celerina heffermani</i> et <i>Nardoa</i> sp.) - Diminution d'abondance de 2 espèces d'holothurie (<i>Holothuria flovomaculata</i> et <i>Stichopus variegatus</i>) - Absence de 1 espèce d'holothurie (<i>Holothuria</i> sp.) - Absence de 1 espèce de synapte (<i>Opheodesoma</i> sp.)

5.6 Zone 06 = Sud Creek baie nord

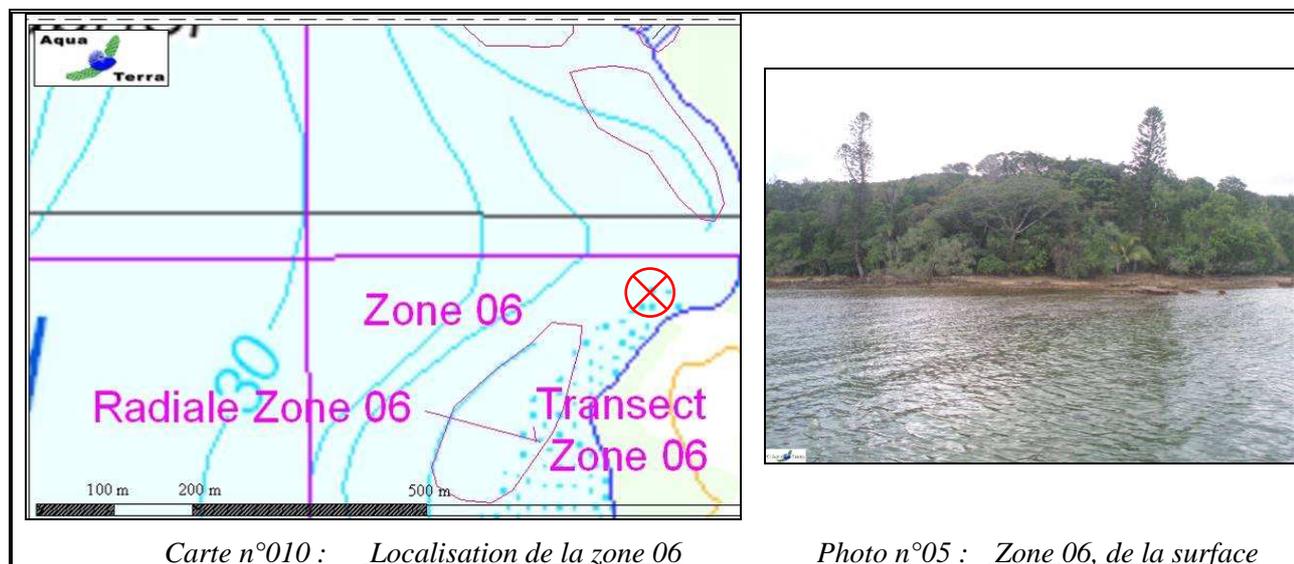
5.6.1 La zone

5.6.1.1 Description générale

Caractéristiques physiques de cette zone :

LOCALISATION	Au sud du Creek baie nord
MODE D'EXPLORATION	Scaphandre autonome
SUPERFICIE APPROXIMATIVE EXPLOREE	24 400 m ²
PROFONDEUR	De 0 à 16 m
VISIBILITE	Faible : < 1 m
SUBSTRAT	Vaseux avec débris coralliens

Localisation géographique :



5.6.1.2 Observations

Cette zone est située au sud de l'embouchure du Creek baie nord (plus de 500 m en direct). Elle est séparée de la zone estuarienne (zone 01) par une profonde cuvette où mouillent fréquemment les voiliers.

Les conditions hydrodynamiques dans la baie sont faibles. Lors des conditions normales (alizés de SE), le panache turbide du creek a tendance à remonter vers le nord. Cependant lorsque le vent est orienté de manière différente que le SE, les courants de marée influencent la dispersion du panache turbide. Ce dernier descend lors des marées basses et remonte lors des marées hautes. Cette zone serait ainsi influencée par le panache durant les marées descendantes.

La partie entre les zones 01 et 06 (croix rouge sur [carte 10](#)) n'a pas été échantillonnée du fait de sa faible profondeur et d'une turbidité élevée. Les fonds étaient vaseux.

C'est un petit cap rocheux où poussent quelques palétuviers (*Rhizophora stylosa*, *Bruguiera gymmorhiza*) (cf. [photographie 06](#)).



Photo n°06 : Cap rocheux entre les zones 01 et 06, de la surface

5.6.1.2.1 Le benthos (Zone 06)

La zone comprend un petit récif frangeant et une pente douce sédimentaire. Le récif frangeant (0 à 2 m de profondeur) est particulièrement colonisé dans la partie du front récifal par des coraux branchus des genres *Acropora*, *Pocillopora* et *Stylophora* et par quelques colonies massives de *Porites*.

Tableau n°037 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 06)

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléactiniaire	0 à 6 m		6 à 16 m	
Acroporidae	17	5	19	5
Agaraciidae	4	2	6	2
Astrocoeniidae	1	1	2	2
Caryophyllidae	0	0	0	0
Dendrophyllidae	3	2	3	2
Faviidae	15	3	17	4
Fungiidae	3	2	7	2
Merulinidae	1	2	2	2
Mussidae	4	2	6	2
Oculinidae	2	2	2	3
Pectiniidae	1	2	4	2
Pocilloporidae	4	4	4	4
Poritidae	3	3	4	4
Siderastreidae	1	2	2	2
Total scléactiniaire	59	-	78	-
Non Scléactiniaire				
Milleporidae	3	3	2	3
Gorgone	0	0	1	2
Tubiporidae	0	0	0	0
Antipathaire	0	0	0	0
Total coraux (A)	62	-	81	-
dont nb. esp. blanchies (B)	26		25	
Blanchissement	B/A	Visuel	B/A	Visuel
	41.94%	40%	30.86%	5%

Dans les profondeurs de 2 à 6 m, la pente douce sédimentaire est composée de vase sableuse sur laquelle repose de grandes colonies coralliennes d'*Acropora grandis*, *Acropora* spp., *Stylophora pistillata* dispersées de manière hétérogène. Des petits massifs coralliens sont recouverts par de grandes colonies d'alcyonaires (*Sinularia* et *Sarcophyton*).

Ces petits massifs sont constitués par l'enchevêtrement de débris coralliens et d'algues (principalement les algues brunes *Lobophora* et *Dictyota* mais aussi *Turbinaria*, *Padina* et les algues vertes *Halimeda* et dans une moindre mesure *Caulerpa*, *Codium* et *Neomeris*).

De nombreux organismes viennent s'y fixer comme les mollusques (*Isognomon isognomon*, *Tridacna*), les échinodermes (échinides, astéries, ...). Les holothuries (*Holothuria hilla*, *H. flovomaculata* et *H. edulis*) colonisent la vase sableuse au pied de ces petits massifs.

Ensuite de 6 m jusqu'à 16 m de profondeur, la pente sédimentaire s'accroît légèrement. Le recouvrement corallien augmente. Les colonies coralliennes sont plus nombreuses et diversifiées avec de grandes étendues touffues d'*Acropora* spp., d'*Anacropora* spp., de *Porites cylindrica* et de multiples colonies de petites tailles.

Les alcyonaires ont encore un recouvrement important mais le genre *Sarcophyton* est dominant pour ce niveau bathymétrique (petite taille).

Tableau n°038 : *Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 06)*

Groupe Macrophytes et Invertébrés	0 à 6 m		6 à 16 m	
	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	4	4	5	4
Algue brune	4	5	2	5
Algue rouge	1	3	1	3
Algue verte	5	5	5	5
Cyanobactéries	2	3	2	3
Anémone	0	0	0	0
Ascidies	0	0	1	2
Astérie	1	2	1	2
Crinoïde	0	0	0	0
Echinide	1	3	1	2
Holothurie	4	4	3	4
Hydraire	0	0	0	0
Mollusque	5	4	5	4
Spongiaire	3	2	3	4
Zoanthetaire	1	2	1	2
TOTAL	31	-	30	-

5.6.1.2.2 Les poissons (Zone 06)

La biodiversité des poissons est du même ordre de grandeur qu'en Zone 05 et n'a pas d'originalité. Nous retrouvons les *Epinephelinae* de décembre 2009.

La biodiversité ichthyologique s'élève à 58 espèces de poissons rencontrés, qui sont listées dans le [tableau 39](#).

Tableau n°039 : *Poissons rencontrés dans la zone 06*

FAMILLE	ESPECE	ETAT
Acanthuridae	<i>Acanthurus blochii</i>	

	<i>Naso unicornis</i>	
	<i>Zebrasoma veliferum</i>	Juvénile
Apogonidae	<i>Apogon aureus</i>	
	<i>Apogon doderleini</i>	
Blenniidae	<i>Ecsenius bicolor</i>	
Chaetodontidae	<i>Chaetodon auriga</i>	
	<i>Chaetodon bennetti</i>	Juvénile
	<i>Chaetodon lunulatus</i>	
	<i>Chaetodon melannotus</i>	Juvénile
	<i>Chaetodon plebeius</i>	
	<i>Chaetodon speculum</i>	Juvénile
	<i>Chaetodon ulietensis</i>	
Epinephelinae	<i>Anyperodon leucogrammicus</i>	Juvénile
	<i>Cephalopholis boenak</i>	
	<i>Cromileptes altivelis</i>	Juvénile
	<i>Epinephelus ongus</i>	Juvénile
	<i>Plectropomus leopardus</i>	
Holocentridae	<i>Sargocentron rubrum</i>	Juvénile
	<i>Sargocentron spiniferum</i>	
Labridae	<i>Cheilinus trilobatus</i>	Juvénile
	<i>Epibulus insidiator</i>	
	<i>Halichoeres argus</i>	Juvénile
	<i>Halichoeres melanurus</i>	Juvénile
	<i>Halichoeres prosopeion</i>	
	<i>Labroides dimidiatus</i>	
	<i>Labropsis australis</i>	
	<i>Oxycheilinus diagrammus</i>	
	<i>Thalassoma lunare</i>	Juvénile
Lethrinidae	<i>Lethrinus harak</i>	Juvénile
Lutjanidae	<i>Lutjanus ehrenbergii</i>	
	<i>Lutjanus fulvus</i>	
Monacanthidae	<i>Oxymonacanthus longirostris</i>	
Mullidae	<i>Parupeneus barberinoides</i>	
	<i>Parupeneus barberinus</i>	Juvénile
	<i>Parupeneus indicus</i>	Juvénile
Nemipteridae	<i>Scolopsis bilineatus</i>	Juvénile
	<i>Scolopsis lineatus</i>	
Pomacanthidae	<i>Pomacanthus sexstriatus</i>	Juvénile
Pomacentridae	<i>Abudefduf sexfasciatus</i>	
	<i>Abudefduf whitleyi</i>	
	<i>Amblyglyphidodon curacao</i>	
	<i>Amblyglyphidodon orbicularis</i>	
	<i>Chrysiptera rollandi</i>	
	<i>Chrysiptera taupou</i>	
	<i>Dascyllus aruanus</i>	
	<i>Pomacentrus aurifrons</i>	juv

	<i>Pomacentrus chrysurus</i>	
	<i>Pomacentrus moluccensis</i>	
	<i>Stegastes aureus</i>	
Scaridae	<i>Chlorurus bleekeri</i>	
	<i>Scarus flavipectoralis</i>	juv
	<i>Scarus ghobban</i>	juv
Siganidae	<i>Siganus doliatus</i>	juv
	<i>Siganus puellus</i>	juv
	<i>Siganus spinus</i>	juv
Tetrodonidae	<i>Arothron nigropunctatus</i>	juv
	<i>Canthigaster valentini</i>	

Tableau n°040 : *Distribution du nombre d'espèces par famille pour les 4 missions (Zone 06)*

Fam	Avril 2009	Juin 2009	Déc. 2009	Avril 2011	Fam	Avril 2009	Juin 2009	Déc. 2009	Avril 2011
Aca	0	2	5	3	Mic	0	0	1	0
Apo	0	3	3	2	Mon	0	0	1	1
Ble	0	1	2	1	Mul	0	2	4	3
Cha	4	6	10	7	Nem	1	1	3	2
Eph	0	0	1	0	Pin	0	0	1	0
Epi	4	1	6	5	Poc	1	0	0	1
Gob	0	1	2	0	Pom	7	11	15	11
Hol	0	0	0	2	Sca	2	3	6	3
Lab	6	3	12	9	Sig	0	1	4	3
Let	0	0	1	1	Tet	0	1	0	2
Lut	0	0	3	2	Total	25	36	80	58
χ² obs						41,00			
ddl =						63			
χ² th 0,05						82,53			

Le test de χ^2 est hautement significatif. Il accrédite l'hypothèse d'identité Ho. Les 4 résultats sont hautement similaires.

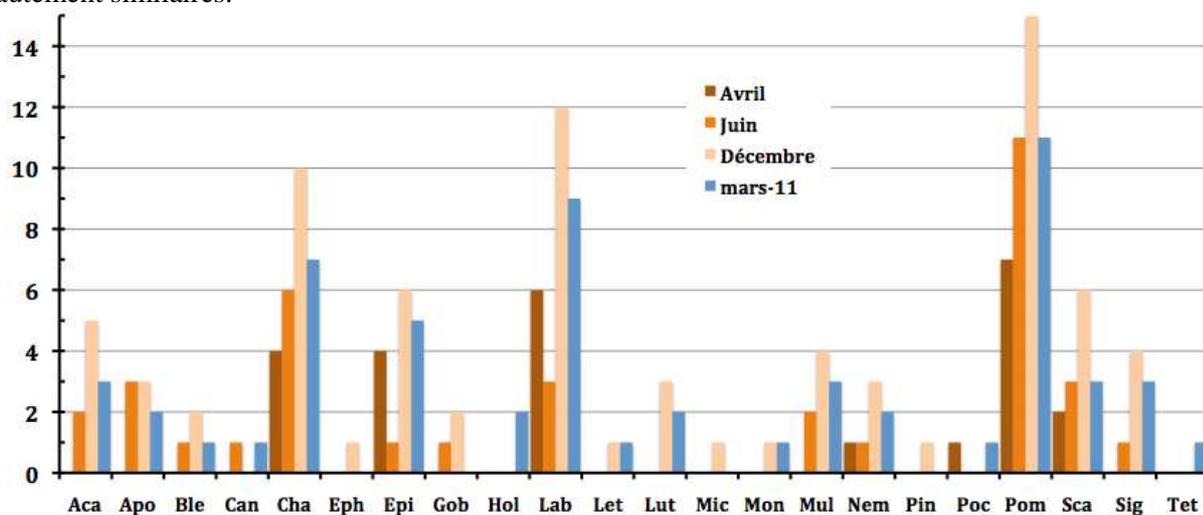


Figure n°019 : *Nombre d'espèces par famille pour les 4 missions (Zone 06)*

5.6.1.3 Le blanchissement

Variation entre les missions de juin 2009 et décembre 2009 (zone 06 entre 0 et 6 m)

- Les genres et espèces de scléactiniaires n'ayant pas encore réintégré l'ensemble de leur zooxanthelles (D/A= 14,29%) ont un recouvrement faible (6%) : *Acropora grandis* et *Acropora* spp. branchu, *Montipora* cf. *samarensis*, *Favia* spp., *Favites* spp., *Galaxea astreata*, *Palauastrea ramosa*, *Stylophora pistillata*.
- Les genres et espèces de scléactiniaires ayant réintégré leurs zooxanthelles depuis la mission de juin 2009 sont : *Acropora* tabulaire, *Isopora palifera*, *Montipora* spp., *Montipora danae*, *Fungia* spp., *Lobophyllia corymbosa*, *Pocillopora damicornis*, *Seriatopora histrix*, *Alveopora* sp.
- L'espèce *Montipora* cf. *undata* a été observée sous une forme branchue. Cette espèce est en fait encroûtante mais elle recouvre ici des tubes de vers (cette originalité est souvent rencontrée en baie de Prony).
- La mortalité est faible (2 à 3% depuis la mission d'avril 2009). Quelques colonies de petites tailles sont recouvertes par un gazon algal ou par une fine couche de sédiment latéritique (*Acropora* spp., *Porites* sp., *Fungia* sp., *Favia* spp., *Stylophora pistillata*).
- Les alcyonaires du genre *Sinularia* ont un recouvrement important dans cette zone et ils ont complètement récupéré leurs zooxanthelles.
- Les cyanobactéries (*Phormidium*) qui étaient relativement abondantes au mois de juin, ont disparu de la zone et une autre espèce de cyanobactéries en forme de pompon (recouvrement faible) est fixée sur les coraux branchus, les débris coralliens ou sur les thalles d'*Halimeda*.
- Les holothuries sont toujours diversifiées (*Holothuria edulis*, *H. flovomaculata* et *H. hilla*) sur le sédiment meuble mais leur abondance est plus faible que pour la mission du mois de juin 2009.

Variation entre les missions de juin 2009 et décembre 2009 (zone 06 entre 6 à 16 m)

- Les genres et espèces de scléactiniaires n'ayant pas encore réintégré l'ensemble de leurs zooxanthelles (D/A = 11,25%) ont un recouvrement faible (3%) : *Acropora* spp. branchu, *Fungia* spp., *Stylophora pistillata*, *Galaxea fascicularis*, *Porites* sp.
- Les genres et espèces de scléactiniaires ayant réintégré leurs zooxanthelles depuis la mission de juin 2009 sont : *Acropora grandis* et *Acropora* tabulaire, *Isopora palifera*, *Montipora* spp., *Pavona varians*, *Caulastrea furcata*, *Hydnophora exesa*, *Pocillopora damicornis*, *Seriatopora histrix*, *Stylophora pistillata*, *Alveopora* sp.
- Quelques espèces de scléactiniaires ont été recensées nouvellement dans cette zone : *Polyphyllia talpina*, *Pectinia lactuca*, *Lithophyllon edwardsi*, *Leptoseria scabra* et *L. tubulifera*.
- Les alcyonaires du genre *Sarcophyton* et *Sinularia* ont un recouvrement important dans cette zone et ils ont complètement récupérés leurs zooxanthelles.
- Les astéries *Fromia* et *Nardoa gomophia* n'ont pas été recensées dans cette zone lors de cette mission.
- L'espèce de cyanobactéries en forme de pompon a été recensée dans cette zone (recouvrement faible), elle est fixée sur les coraux branchus ou les débris coralliens.

Variation entre les missions de décembre 2009 et avril 2011 (zone 06 entre 0 et 6 m)

La richesse spécifique de cette zone est de 62 espèces coralliennes dont 3 espèces de *Millepora* (branchu,



sub massif et encroûtant). Les familles scléactiniaires (59 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (17 taxons), les Faviidae (15 taxons), les Agaraciidae (4 taxons), les Mussidae (4 taxons) et les Pocilloporidae (4 taxons).

En avril 2011, la richesse spécifique n'a pas évoluée depuis la mission précédente. Par contre, le blanchissement corallien (26/62 espèces) est important : 40% du recouvrement corallien (% visuel).

Les espèces influencées par ce phénomène s'édifient dans les petites profondeurs et sont caractéristiques d'espèces sensibles aux variations des paramètres environnementaux (**formes branchues** : *Acropora* 3spp. (branchu), *Acropora* 1sp. (tabulaire), *Acropora grandis*, *Montipora* cf. *samarensis*, *Pocillopora damicornis*, *Seriatopora histrix* et *Stylophora pistillata*) ; **petits polypes** : *Montipora* 2spp., *Pavona cactus*, *Turbinaria mesenterina*, *T. reniformis*, *Favia* sp., *Favites* 2spp.), *Merulina ampliata*, *Lobophyllia corymbosa*, *Galaxea astreata*, *G. fascicularis*).

Certaines colonies d'*Astreopora gracilis*, *Cyphastrea japonica*, *Pavona decussata* et *Fungia* 2spp. montrent des marques de prédatons de l'astérie *Culcita novaeguineae*. Ce corallivore est nouvellement recensée dans cette zone (4 spécimens).

La mortalité des coraux est très importante (diminution d'abondance de 18 espèces) et concerne particulièrement les espèces branchues et quelques espèces sensibles installées dans le niveau bathymétrique supérieur (1 à 4 m). Ces colonies sont généralement mortes sur place (pas de dégradation mécanique) et le turf algal s'est déjà abondamment développé (perturbations supérieures à 1 mois). De plus le développement des cyanobactéries est également important et concentré sur les coraux morts et les nouveaux débris.

On assiste par ailleurs à une diminution générale de l'abondance des alcyonaires pour les genres *Sarcophyton*, *Sinularia* et *Cladiella* (cf. [photographie 07](#)).

Cette zone est régulièrement influencée par le panache turbide d'eau douce du Creek de la baie nord (surtout lors des fortes précipitations et durant les marées basse).

SCLERACTINIARES	MACROPHYTES et INVERTEBRES
<ul style="list-style-type: none"> • Evolution de la richesse spécifique des coraux : <ul style="list-style-type: none"> - Recrutement : aucune espèce nouvelle - Mortalité : toutes les espèces ont été recensées - Mobilité de 1 espèce (<i>Fungia</i> sp.). Les Fungiidae sont mobiles, leur abondance est variable dans la zone • Variation d'abondance : <ul style="list-style-type: none"> - Diminution d'abondance de 18 espèces : <i>Acropora</i> 3spp. (branchu), <i>Acropora</i> 1sp. (tabulaire), <i>Acropora grandis</i>, <i>Anacropora</i> sp., <i>Montipora</i> cf. <i>samarensis</i>, <i>Montipora</i> 2spp., <i>Pavona cactus</i>, <i>Cyphastrea japonica</i>, <i>Pocillopora damicornis</i>, <i>Galaxea astreata</i>, <i>G. fascicularis</i>, <i>Seriatopora histrix</i>, <i>Stylophora pistillata</i>, <i>Porites cylindrica</i> et <i>Millepora</i> (branchu) • Blanchissement corallien observé sur 26 espèces : <i>Acropora</i> 3spp. (branchu), <i>Acropora</i> 1sp. (tabulaire), <i>Acropora grandis</i>, <i>Astreopora gracilis</i>, <i>Montipora</i> cf. <i>samarensis</i>, <i>Montipora</i> 2spp., <i>Pavona cactus</i>, <i>Turbinaria mesenterina</i>, <i>T. reniformis</i>, <i>Cyphastrea japonica</i>, <i>Pavona decussata</i>, <i>Favia</i> sp., <i>Favites</i> 2spp., <i>Fungia</i> 2spp., <i>Merulina ampliata</i>, <i>Lobophyllia corymbosa</i>, <i>Galaxea astreata</i>, <i>G. fascicularis</i>, <i>Pocillopora damicornis</i>, <i>Seriatopora histrix</i> et <i>Stylophora pistillata</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Algues (variation saisonnière) : <ul style="list-style-type: none"> - Diminution du recouvrement des algues brunes : <i>Padina</i> sp., <i>Sargassum</i> sp. et <i>Turbinaria ornata</i> - Diminution du recouvrement des algues vertes : <i>Caulerpa</i> sp. - Absence de l'algue verte <i>Codium</i> sp. • Présence de cyanobactéries : Leur développement est en augmentation et concentré sur les nouveaux débris coralliens et les colonies coralliennes blanchies • Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) : <ul style="list-style-type: none"> - Présence nouvelle de l'astérie <i>Culcita novaeguinea</i> - Présence nouvelle de l'holothurie (<i>Stichopus variegatus</i>) - Présence nouvelle du mollusque (<i>Pedum spondyloidum</i>) - Présence nouvelle de 1 espèce de zoanthaire (<i>Palythoa</i> sp.) - Augmentation de l'abondance des holothuries (<i>Holothuria edulis</i>, <i>H. flovomaculata</i> et <i>H. hilla</i>) - Diminution d'abondance des alcyonaires (<i>Sarcophyton</i> 2spp., <i>Cladiella</i> et <i>Sinularia</i>)

🌊 Variation entre les missions de décembre 2009 et avril 2011 (zone 06 entre 6 et 16 m)

La richesse spécifique de cette zone est de 81 espèces coralliennes dont 1 espèce de gorgone et 2 espèces de *Millepora* (branchu et encroûtant). Les familles sclérectiniaires (78 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (19 taxons), les Faviidae (17 taxons), les Fungiidae (7 taxons), les Agaraciidae (6 taxons), les Mussidae (6 taxons), les Pocilloporidae (4 taxons), les Poritidae (4 taxons) et les Pectiniidae (4 taxons).

En avril 2011, la richesse spécifique n'a pas évoluée depuis la mission précédente et le blanchissement corallien influence de nombreuses espèces (25/81 espèces), cependant le recouvrement des colonies blanchies - 5% du recouvrement corallien (% visuel) - est bien moins conséquent que pour le niveau bathymétrique supérieur (40%).

Les espèces influencées par ce phénomène de blanchissement sont isolées et montrent pour la plupart d'entre elles des marques de nécroses et/ou sont partiellement blanchies et/ou recouvertes par des cyanobactéries (recrudescence de la forme en pompon). Cette signature ne peut être que celle d'un corallivore (*Culcita* ou *Acanthaster*). Plusieurs spécimens de *Culcita novaeguineae* ont été observés en train de « déguster » des Acroporidae (coraux branchus).

La mortalité des coraux est très importante (diminution d'abondance de 11 espèces) et concerne particulièrement les espèces branchues (Acroporidae et Pocilloporidae) et quelques autres espèces appréciées des corallivores (*Pavona cactus* et *Fungia*).

SCLERACTINIAIRES	MACROPHYTES et INVERTEBRES
<ul style="list-style-type: none"> • Evolution de la richesse spécifique des coraux : <ul style="list-style-type: none"> - Recrutement : aucun - Mortalité : toutes les espèces ont été recensées - Mobilité 1 espèce <i>Cycloseris sinensis</i>. Les Fungiidae sont mobiles, leur abondance est variable dans la zone • Variation d'abondance : <ul style="list-style-type: none"> - Diminution d'abondance de 11 espèces : <i>Acropora</i> 2spp. (branchu), <i>Acropora</i> 1sp. (tabulaire), <i>Acropora grandis</i>, <i>Anacropora</i> sp., <i>Montipora</i> cf. <i>samarensis</i>, <i>Montipora</i> 2spp., <i>Pavona cactus</i>, <i>Fungia</i> 2spp. • Blanchissement corallien observé sur 25 espèces : <i>Acropora</i> 3spp. (branchu), <i>Acropora</i> 1sp. (tabulaire), <i>Acropora grandis</i>, <i>Montipora</i> cf. <i>samarensis</i>, <i>Montipora</i> 2sp., <i>Leptoseris scabra</i>, <i>Pavona cactus</i>, <i>Caulastrea furcata</i>, <i>Echinopora gemmacea</i>, <i>G. fascicularis</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Algues (variation saisonnière) : <ul style="list-style-type: none"> - Diminution du recouvrement des algues brunes : <i>Padina</i> sp. • Présence de cyanobactéries : Leur développement est en augmentation et concentré sur les nouveaux débris coralliens et les colonies coralliennes blanchies • Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) : <ul style="list-style-type: none"> - Présence nouvelle de l'astérie <i>Culcita novaeguinea</i> - Diminution d'abondance des alcyonaires (<i>Sarcophyton</i> 2spp.) - Nécroses d'un genre d'alcyonaire (<i>Lobophytum</i>) (prédation de <i>Culcita novaeguineae</i>) - Présence nouvelle de l'holothurie (<i>Holothuria hilla</i>)

5.6.2 La radiale

Une radiale en scaphandre autonome à été réalisée sur la zone 06 afin de :

- pouvoir réaliser un schéma structural de la zone (cf. [figure 20](#)),
- délimiter aussi en profondeur le phénomène de blanchissement.

Son départ se positionne par 16 m de profondeur et nous sommes remontés vers la côte, de manière perpendiculaire à celle-ci, en suivant les fonds, jusqu'à une profondeur de 2 mètres. Le chemin parcouru fait environ 150 mètres de long.

Sur la page qui suit, la couleur du tour des photos renvoie à la profondeur où elles ont été prises (étoiles colorées sur le schéma).

Légende du schéma en [annexe 02](#).



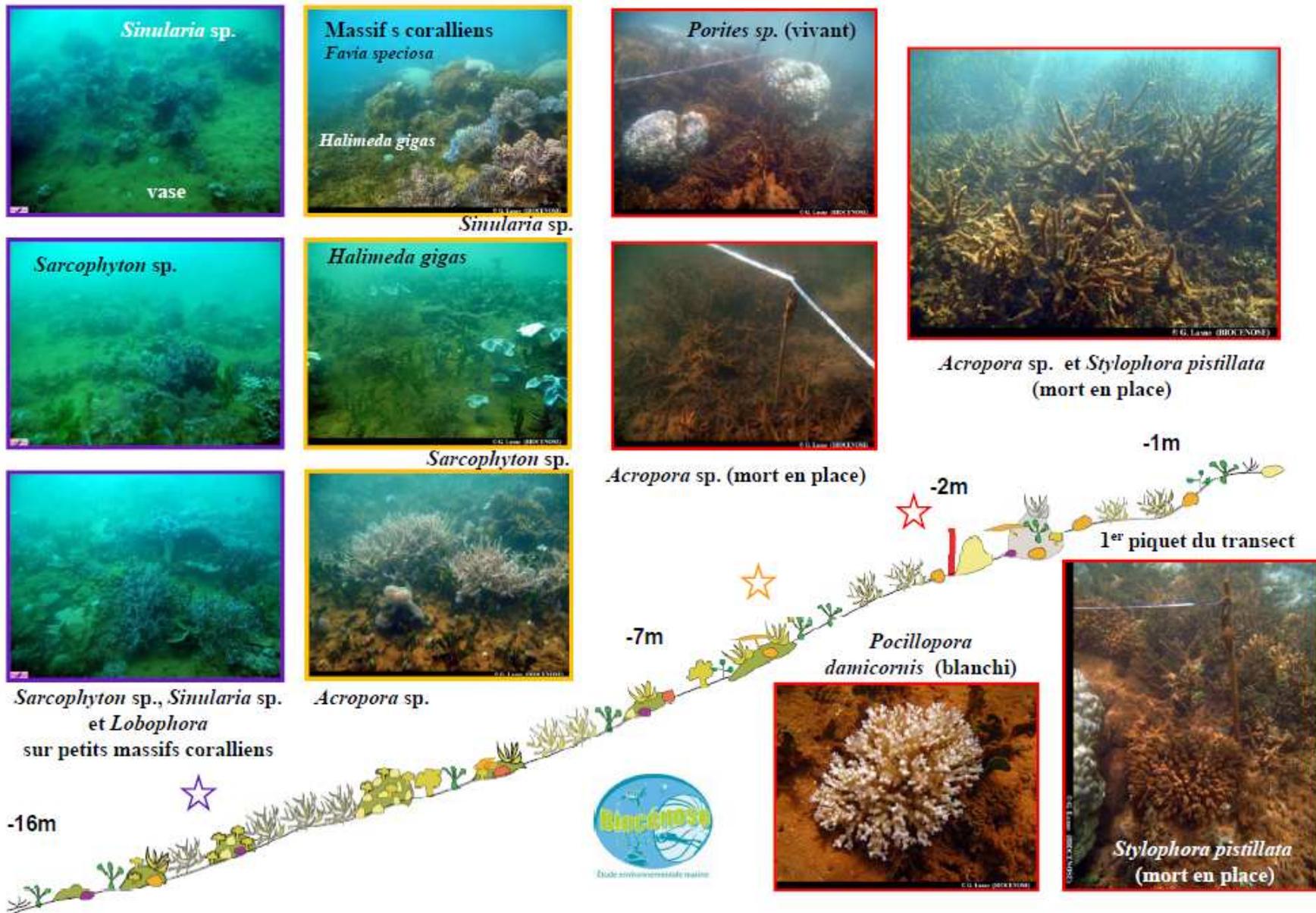


Figure n°020 : Schéma structural de la radiale en zone 06

5.6.3 Le transect

Le transect a été positionné à 2 mètres de profondeur dans la direction du sud vers le nord.

5.6.3.1 Le substrat

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la [figure 21](#) pour le transect positionné dans cette zone.

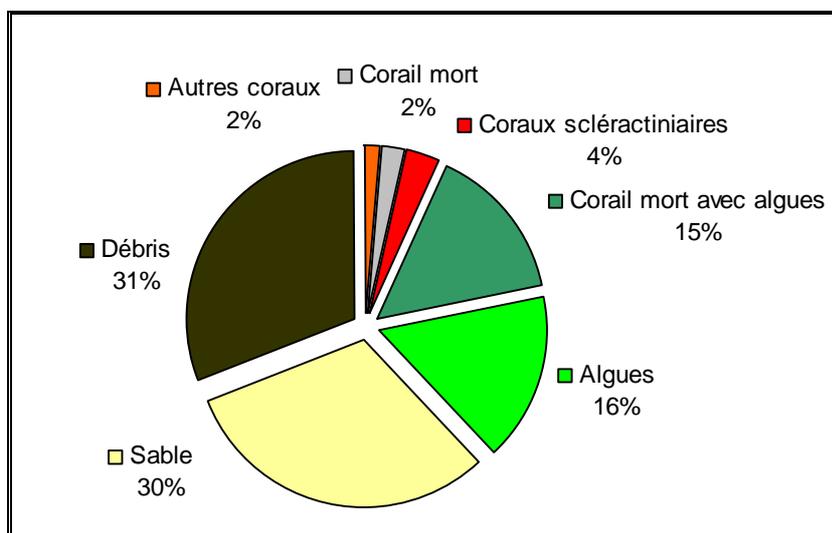


Figure n°021 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour la zone 06

Le transect de la zone 06 est ici caractérisé par un substrat assez abiotique (64%), qui est composé de sable et de débris.

La partie biotique est essentiellement constituée par des algues (16%) et du corail mort avec algues (15%).

Il y a ici un vrai changement par rapport aux missions de 2009, où le rapport biotique/abiotique était inversé par rapport à celui de cette mission 2011.

De même, les taux de coraux scléactiniaires qui étaient > à 20% les 3 premières missions n'est plus que de 3.5% pour celle-ci.

Enfin, il faut noter que les 2% de coraux morts (blancs) observés pour cette mission 2011, ne sont pas simplement des coraux blanchis : les polypes ne sont plus présents.

5.6.3.2 Le benthos

La liste des taxons cibles échantillonnés sur cette station est fournie [annexe 04](#).

Le transect est positionné au début de la pente sédimentaire. L'influence du panache turbide du Creek baie nord au cours des marées descendantes (eau douce et dans une moindre mesure de la turbidité) est un facteur de stress pour les coraux. Hors, entre juin et décembre 2009, les précipitations n'avaient pas été importantes (pas de grande période de crue) : la plupart des coraux s'étaient régénérés.

Jusqu'en décembre 2009, de nombreuses colonies jalonnaient les débris coralliens. Quelques colonies étaient encore influencées par le blanchissement (9/28 espèces recensées) : *Acropora* spp. branchu, *Montipora* spp., *Symphyllia* sp., *Galaxea fascicularis*, *G. astreata*, *Stylophora pistillata*, *Pocillopora damicornis*. Le blanchissement des colonies coralliennes avait considérablement baissé durant les deux mois écoulés entre avril et juin 2009 (passant de 55% à 5% de recouvrement en pourcentage visuel) et s'était stabilisé à 3% au mois de décembre en ne comprenant que des colonies coralliennes de couleur pâle.

La mortalité corallienne a également été observée lors de la mission de décembre 2009 (environ 3%). Elle concernait quelques colonies d'*Acropora* branchu et de *Porites* sp. qui avaient été influencées et stressées lors des événements précédents le mois d'avril 2009.

Jusqu'en décembre 2009, dans le couloir, les organismes benthiques (hors coraux) étaient variés et ne présentaient pas de marque de blanchissement ni de dégradation.

Les algues brunes du genre *Lobophora variegata*, *Turbinaria* et *Dictyota* envahissaient l'ensemble des massifs et débris coralliens. Les genres *Sargassum* et *Padina* étaient disséminés à travers les débris coralliens. Les algues vertes *Halimeda* sp. s'éparpillaient à travers tous les substrats (les massifs, les débris coralliens et la vase).

Les alcyonaires (*Sarcophyton*, *Sinularia* et *Cladiella*) se dispersaient sur les substrats durs.

Quelques cyanobactéries (*Phormidium* et sp. en forme de pompon) se développaient légèrement dans les coraux branchus morts en place et les débris coralliens.

Les holothuries étaient moins diversifiées que pour les missions précédentes. Quelques *Holothuria edulis* et *H. flovomaculata* s'éparpillaient sur le substrat meuble de vase sableuse et à travers les débris coralliens.

5.6.3.2.1 Les Scléractiniaires (Transect Zone 06)

Tableau n°041 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Transect zone 06)*

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	5	2
Agaraciidae	3	2
Astrocoeniidae	0	0
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	0	0
Faviidae	2	2
Fungiidae	0	0
Merulinidae	1	1
Mussidae	1	1
Oculinidae	2	2
Pectiniidae	0	1
Pocilloporidae	3	2
Poritidae	1	2
Siderastreidae	0	0
Total scléractiniaire	18	-
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	1	2
Gorgone	0	0
Tubiporidae	0	0
Antipathaire	0	0
Total coraux (A)	19	-
dont nb. esp. blanchies (B)	15	
Blanchissement	B/A	Visuel
	78.95%	90%

5.6.3.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (Transect Zone 06)

Tableau n°042 : *Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Transect zone 06)*

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	1	2
Algue brune	2	4
Algue rouge	1	2
Algue verte	2	2
Cyanobactéries	2	4
Anémone	0	0
Ascidie	0	0
Astérie	1	2
Crinoïde	0	0
Echinide	0	0
Holothurie	3	2
Hydraire	0	0
Mollusque	4	3
Spongiaire	3	3
Zoanthaire	0	0
TOTAL	19	-

5.6.3.2.3 Les évolutions du benthos (Transect Zone 06)

Variation entre les missions de juin 2009 et décembre 2009 (Transect zone 06 à 2m)

- Le recouvrement en coraux blanchis de cette zone est relativement faible (4%), le rapport (D/A=32,14%) des espèces latentes selon les espèces présentes est le plus élevé de toutes les stations de l'ensemble de la zone d'étude. Il faut tout de même prendre en considération que le nombre d'espèces recensées sur le site est l'un des plus faibles (richesse spécifique faible) et que ces espèces sont effectivement sensibles aux variations environnementales.
- Les genres et espèces de scléactiniaires n'ayant pas encore réintégré l'ensemble de leurs zooxanthelles sont : *Acropora* spp. branchu, *Montipora* spp., *Symphyllia* sp., *Galaxea fascicularis*, *G. astreata*, *Stylophora pistillata*, *Pocillopora damicornis*.
- Les genres et espèces de scléactiniaires ayant réintégré leurs zooxanthelles depuis la mission de juin 2009 sont : *Caulastrea furcata* et quelques colonies de *Pocillopora damicornis*.
- Les macrophytes sont principalement représentés par les algues vertes *Halimeda* et les algues brunes *Lobophora* et *Dictyota* ainsi que deux nouveaux genres recensés dans cette zone : *Sargassum* et *Padina*.
- Les cyanobactéries (*Phormidium* sp. et en forme de pompon) n'étaient pas présentes sur le site au mois de juin 2009. Désormais, elles se développent en faible proportion sur les débris coralliens et les coraux morts en place.
- Les holothuries sont peu diversifiées et peu nombreuses sur le sédiment meuble, cependant *Holothuria flovomaculata* est nouvellement recensée dans cette zone ainsi que le synapte *Opheodesoma*.

• Variation entre les missions de décembre 2009 et avril 2011 (Transect zone 06 à 2m)

La richesse spécifique de cette zone est de 19 espèces coralliennes dont une espèce de *Millepora* (branchu). Les familles scléactiniaires (18 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (5 taxons), les Agaraciidae (3 taxons) et les Pocilloporidae (3 taxons).

En avril 2011, le transect étant positionné entre 1 et 2 m de profondeur et cette zone a dû subir un apport d'eau douce notoire (grande dessalure) durant les événements de pressionnaires du début d'année 2011.

La richesse spécifique a nettement diminuée depuis la mission précédente (mortalité de 9 espèces : *Acropora* 2 spp., *Montipora* 1 sp., *Caulastrea curvata*, *Cyphastrea japonica*, *Montastrea* sp., *Symphyllia* sp., *Echinophyllia orpheensis*, *Porites nigrescens*). En plus de l'absence de ces 9 espèces, la mortalité des coraux est très importante car elle touche l'ensemble des espèces présentes sur le couloir (diminution d'abondance de 19 espèces sur 19 espèces présentes). La majorité des colonies mortes sont encore en place et recouvertes par du turf.

Le blanchissement corallien (15/19 espèces) est presque total avec 90% du recouvrement corallien encore vivant (% visuel). Les espèces encore en vie sont les rescapées d'un phénomène de blanchissement massif.

De plus, certaines colonies comme *Pavona decussata*, *Cyphastrea japonica* montrent des marques de prédateurs de l'astérie *Culcita novaeguineae*. **Ce corallivore est nouvellement recensé dans cette zone (4 spécimens).**

Le développement des cyanobactéries est également très important et concentré sur les coraux morts et les nouveaux débris (recrudescence de la forme en pompon).

La diversité et le recouvrement des macrophytes a également diminué, seule *Lobophora variegata* (algue brune) est encore abondante sinon toutes les autres espèces ont subi des variations (absence ou diminution du recouvrement).

Les éponges se sont développées, profitant de la vulnérabilité des alcyonaires et des coraux scléactiniaires. Les espèces *Cliona orientalis*, *C. juliennei* encroûtent quelques colonies coralliennes et la dalle dénudée par les alcyonaires. L'espèce *Sphaciospongia vagabunda* s'éparpille quand à elle à travers les débris coralliens et le substrat vaseux.

L'abondance des holothuries a également augmenté car elles viennent se nourrir dans les nouveaux débris coralliens (*Holothuria edulis*, *H. hilla* et *H. flovomaculata*).

Les alcyonaires ont subi également des dégradations, leur abondance et leur diversité ont diminué dans le couloir ainsi que dans les zones périphériques. Certains ont carrément disparus comme en témoignent les vestiges d'anciens socles dénudés où reposaient les pieds de colonies du genre *Sinularia* (cf. [photographie 07](#)).

SCLERACTINIAIRES	MACROPHYTES et INVERTEBRES
<ul style="list-style-type: none"> • Evolution de la richesse spécifique des coraux : - Recrutement : aucune nouvelle espèce - Mortalité de 9 espèces : <i>Acropora</i> 2 spp., <i>Montipora</i> 1 sp., <i>Caulastrea curvata</i>, <i>Cyphastrea japonica</i>, <i>Montastrea</i> sp., <i>Symphyllia</i> sp., <i>Echinophyllia orpheensis</i>, <i>Porites nigrescens</i> • Variation d'abondance : - Diminution d'abondance de 19 espèces : <i>Acropora</i> 2 spp. (branchu), <i>Montipora</i> cf. <i>samarensis</i>, <i>Montipora</i> 2 spp., <i>Pavona cactus</i>, <i>Pavona decussata</i>, <i>Favia</i> sp., <i>Favites</i> sp., <i>Merulina ampliata</i>, <i>Lobophyllia corymbosa</i>, <i>Galaxea astreata</i>, <i>G. fascicularis</i>, <i>Pavona varians</i>, <i>Palauastrea ramosa</i>, <i>Pocillopora damicornis</i>, <i>Stylophora pistillata</i>, <i>Porites</i> sp. et <i>Millepora</i> (branchu). 	<ul style="list-style-type: none"> • Algues (variation saisonnière) : - Absence de l'algue verte <i>Neomeris van bossea</i> - Absence de des algues brunes (<i>Sargassum</i> sp. et <i>Turbinaria ornata</i>) - Diminution du recouvrement des algues vertes : <i>Halimeda</i> 1 sp. - Diminution du recouvrement des algues brunes : <i>Padina</i> sp. • Présence de cyanobactéries (prolifération) : Leur développement a énormément augmenté et concentré sur les nouveaux débris coralliens et les colonies coralliennes blanchies • Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) : - Présence nouvelle de l'astérie (<i>Culcita novaeguinea</i>)

- **Blanchissement corallien** observé sur 15 espèces : *Acropora* 2spp. (branchu), *Montipora* cf. *samarensis*, *Montipora* 2sp., *Pavona cactus*, *Pavona decussata*, *Favia* sp., *Favites* sp., *Merulina ampliata*, *Lobophyllia corymbosa*, *Galaxea astreata*, *G. fascicularis*, *Pocillopora damicornis* et *Stylophora pistillata*
- Présence nouvelle de l'holothurie (*Holothuria hilla*)
 - Présence nouvelle du mollusque (*Tridacna maxima*)
 - Présence nouvelle de 1 espèce de spongiaire (*Spheciospongia vagabunda*)
 - Augmentation du recouvrement de 2 éponges encroûtantes (*Cliona orientalis* et *C. jullieni*)
 - Diminution d'abondance des alcyonnaires (*Sarcophyton* 1sp.)
 - Absence d'un genre d'alcyonaire (*Cladiella*)
 - Absence de l'astérie (*Nardoa gomophia*)
 - Absence de 1 espèce d'anémone (*Cryptodendrum adhaesivum*)

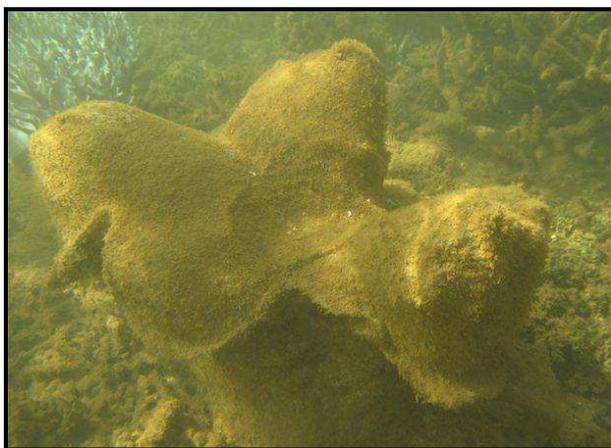


Photo n°07 : Vestiges d'anciens socles dénudés où reposaient les pieds de colonies d'alcyonaire du genre *Sinularia* (Zone 06)

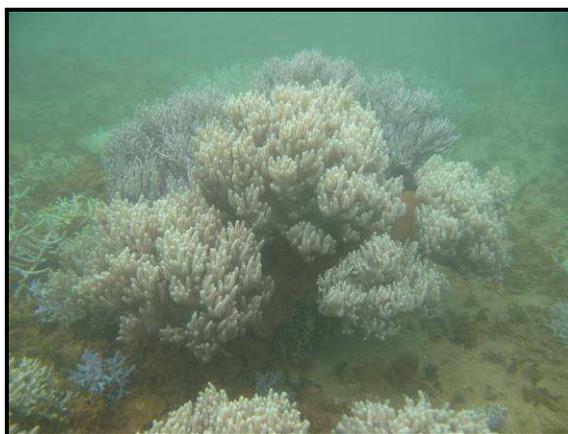


Photo n°08 : Exemple de ces mêmes alcyonnaires en décembre 2009

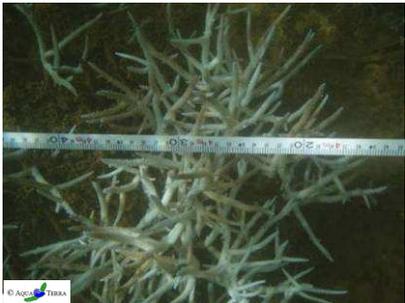
5.6.3.3 Les coraux blanchis

Les caractéristiques des colonies qui ont été relevées en avril, juin, décembre 2009 puis en avril 2011, sont données pour chacune dans les tableaux suivants et leur positionnement global sur la [figure 22](#).

Dans les tableaux, la position sur le transect est codifiée ainsi : le 1^{er} chiffre est la longueur sur le transect / le 2^{ème} pour l'écartement latéral puis la lettre - D ou G - pour le côté : à droite ou à gauche.

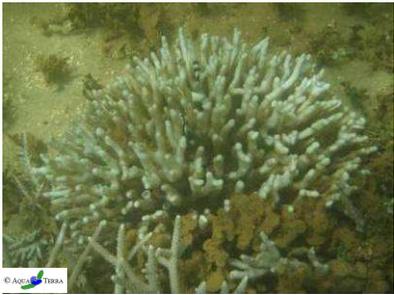
COLONIE 01			
Position sur le transect	0.3 / 0.2 G		
Nom	<i>Stylophora pistillata</i> (Pocilloporidae)		
Diamètre	30 cm		
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat Décembre 2009	Etat Avril 2011
Blanc et vivant	Normal	Normal	Morte
			

COLONIE 02			
Position sur le transect	2.2 / 0.6 G		
Nom	<i>Stylophora pistillata</i> (Pocilloporidae)		
Diamètre	50 cm		
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat Décembre 2009	Etat Avril 2011
Blanc et vivant	Normal	Bon, mais plus pâle qu'en juin	Morte
			

COLONIE 03			
Position sur le transect	4.3 / 0		
Nom	<i>Acropora</i> sp. (Acroporidae)		
Diamètre	30 cm		
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat Décembre 2009	Etat Avril 2011
Partiellement blanc et vivant	Normal, mais avec des branches cassées mortes (recouvertes de sédiment) (plus pâle en décembre)		Morte
			

COLONIE 04			
Position sur le transect	5 / 0.4 D		
Nom	<i>Galaxea astreara</i> (Oculinidae)		
Diamètre	15 cm		
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat Décembre 2009	Etat Avril 2011
Blanc et vivant	Normal	Bon, mais plus pâle qu'en juin	Beaucoup de parties mortes, sédimentation
			

COLONIE 05			
Position sur le transect	5.1 / 0.2 G		
Nom	<i>Stylophora pistillata</i> (Pocilloporidae)		
Diamètre	15 cm		
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat Décembre 2009	Etat Avril 2011
Partiellement blanc et vivant	Normal	Bon, mais plus pâle qu'en juin	Morte
			

COLONIE 06			
Position sur le transect	6.4 / 0.2 D		
Nom	<i>Stylophora pistillata</i> (Pocilloporidae)		
Diamètre	50 cm		
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat Décembre 2009	Etat Avril 2011
Blanc et vivant	Normal	Normal	Morte
			

COLONIE 07			
Position sur le transect	7 / 0.3 G		
Nom	<i>Stylophora pistillata</i> (Pocilloporidae)		
Diamètre	< 10 cm		
	Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat Décembre 2009
Blanc et vivant	Phase de recolonisation des zooxanthelles, encore un peu « pâle »		Morte
			
			

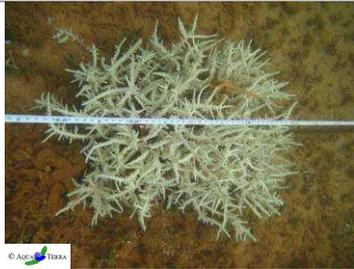
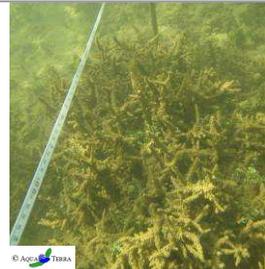
COLONIE 08			
Position sur le transect	8.4 / 0.8 D		
Nom	<i>Stylophora pistillata</i> (Pocilloporidae)		
Diamètre	10 cm		
	Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat Décembre 2009
Blanc et vivant	<i>Non retrouvé</i>		
			

COLONIE 09			
Position sur le transect	8.5 / 0.4 D		
Nom	<i>Caulastrea curvata</i> (Faviidae)		
Diamètre	< 10 cm		
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat Décembre 2009	Etat Avril 2011
En cours de blanchissement	Normal	Normal	Quasiment totalement recouverte de sédiments et tuff
			

COLONIE 10			
Position sur le transect	9.5 / 0.5 D		
Nom	<i>Pocillopora damicornis</i> (Pocilloporidae)		
Diamètre	10 cm		
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat Décembre 2009	Etat Avril 2011
Blanc et vivant	Normal	Normal	Morte
			

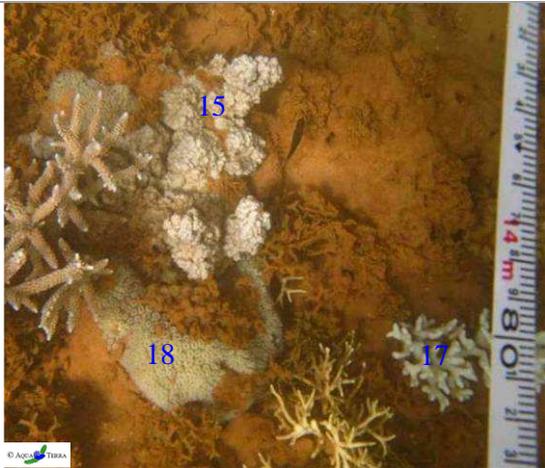
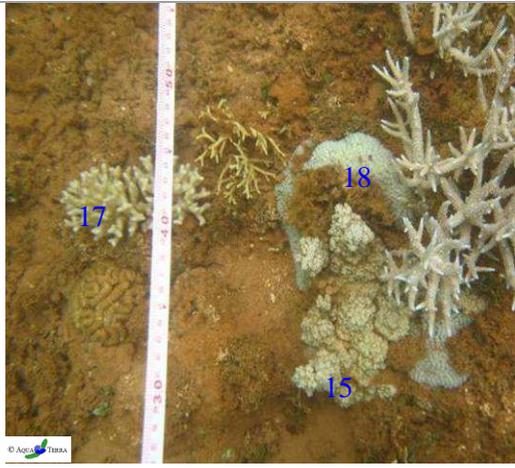
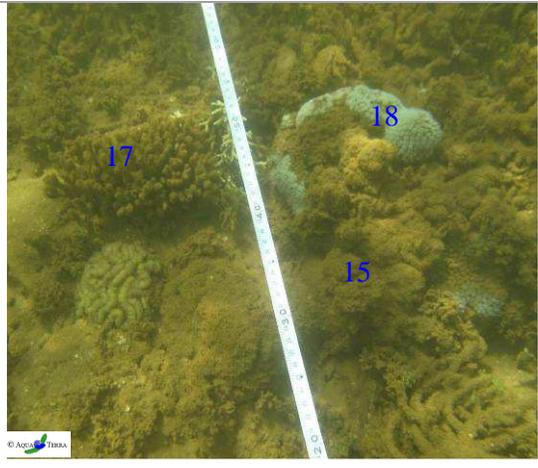


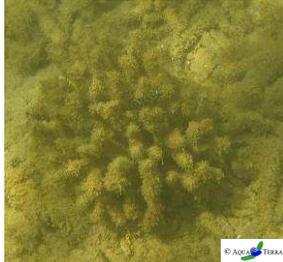
COLONIE 11			
Position sur le transect	9.5 / 2 D		
Nom	<i>Symphillia</i> sp. (Mussidae)		
Diamètre	15 cm		
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat Décembre 2009	Etat Avril 2011
En cours de blanchissement	Normal	Normal	Quasiment totalement recouverte de sédiments
			

COLONIE 12			
Position sur le transect	11.4 / 0		
Nom	<i>Acropora</i> sp. (Acroporidae)		
Diamètre	60 cm		
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat Décembre 2009	Etat Avril 2011
Partiellement blanchi et vivant	Phase de recolonisation des zooxanthelles, encore un peu « pâle »	Encore un peu pâle. Une branche morte et recouverte de sédiments	Morte
			

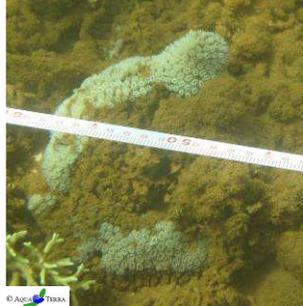
COLONIE 13			
Position sur le transect	12.5 / 1 D		
Nom	<i>Stylophora pistillata</i> (Pocilloporidae)		
Diamètre	40 cm		
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat Décembre 2009	Etat Avril 2011
Blanc et vivant	Phase de recolonisation des zooxanthelles, encore un peu « pâle »	Encore un peu « pâle »	Quasiment totalement morte
			

COLONIE 14			
Position sur le transect	14.6 / 0.8 D		
Nom	<i>Montipora</i> cf. <i>samarensis</i> (Acroporidae)		
Diamètre	< 10 cm		
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat Décembre 2009	Etat Avril 2011
2 branches blanches et vivantes	Normal	Normal, bonne croissance	<i>Non retrouvé</i>
			

COLONIE 15			
Position sur le transect	14.7 / 0.2 D		
Nom	<i>Montipora</i> sp. (Acroporidae)		
Diamètre	15 cm		
	Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat Décembre 2009
Blanc et vivant	<i>Non retrouvé</i>	Normal	Morte
			

COLONIE 16			
Position sur le transect	14.7 / 2 D		
Nom	<i>Stylophora pistillata</i> (Pocilloporidae)		
Diamètre	20 cm		
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat Décembre 2009	Etat Avril 2011
Blanc et vivant	Phase de recolonisation des zooxanthelles, encore un peu « pâle »	Encore un peu « pâle »	Morte
			

COLONIE 17			
Position sur le transect	14.8 / 0		
Nom	<i>Stylophora pistillata</i> (Pocilloporidae)		
Diamètre	10 cm		
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat Décembre 2009	Etat Avril 2011
Blanc et vivant	Phase de recolonisation des zooxanthelles, encore un peu « pâle »	Normal	Morte
			

COLONIE 18			
Position sur le transect	14.8 / 0.2 D		
Nom	<i>Galaxea fascicularis</i> (Oculinidae)		
Diamètre	10 cm		
	Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat Décembre 2009
Blanc et vivant	Normal	Bon, mais plus pâle qu'en juin	Un peu de sédimentation
			
			

COLONIE 19			
Position sur le transect	16.8 / 0.2 G		
Nom	<i>Stylophora pistillata</i> (Pocilloporidae)		
Diamètre	30 cm		
	Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat Décembre 2009
Blanc et vivant	Normal	Bon, mais plus pâle qu'en juin	Morte
			
			

COLONIE 20			
Position sur le transect	16.9 / 0.3 D		
Nom	<i>Galaxea fascicularis</i> (Oculinidae)		
Diamètre	< 10 cm		
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat Décembre 2009	Etat Avril 2011
Blanc et vivant	Normal	Bon, mais plus pâle qu'en juin	Quasiment totalement morte
			

COLONIE 21			
Position sur le transect	17.4 / 0.2 G		
Nom	<i>Stylophora pistillata</i> (Pocilloporidae)		
Diamètre	10 cm		
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat Décembre 2009	Etat Avril 2011
Blanc et vivant	Phase de recolonisation des zooxanthelles, encore un peu « pâle »	Encore un peu « pâle »	Non retrouvé
			

COLONIE 22			
Position sur le transect	17.7 / 0.2 G		
Nom	<i>Stylophora pistillata</i> (Pocilloporidae)		
Diamètre	20 cm		
	Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat Décembre 2009
Blanc et vivant	Normal	Normal	Morte
			
			

COLONIE 23			
Position sur le transect	18.7 / 0.5 D		
Nom	<i>Acropora</i> sp. (Acroporidae)		
Diamètre	10 cm		
	Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat Décembre 2009
Branches blanches et vivantes			<i>Non retrouvé</i>
			

COLONIE 24			
Position sur le transect	19.2 / 0.3 D		
Nom	<i>Pocillopora damicornis</i> (Pocilloporidae)		
Diamètre	15 cm		
	Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat Décembre 2009
Blanc et vivant	Phase de recolonisation des zooxanthelles, encore un peu « pâle »		Encore un peu « pâle »
	Non retrouvé		
			

COLONIE 25			
Position sur le transect	19.7 / 0.3 D		
Nom	<i>Stylophora pistillata</i> (Pocilloporidae)		
Diamètre	50 cm		
	Etat Avril 2009	Etat Juin 2009	Etat Décembre 2009
Blanc et vivant	Phase de recolonisation des zooxanthelles, encore un peu « pâle »		Normal
	Quasiment totalement morte		
			

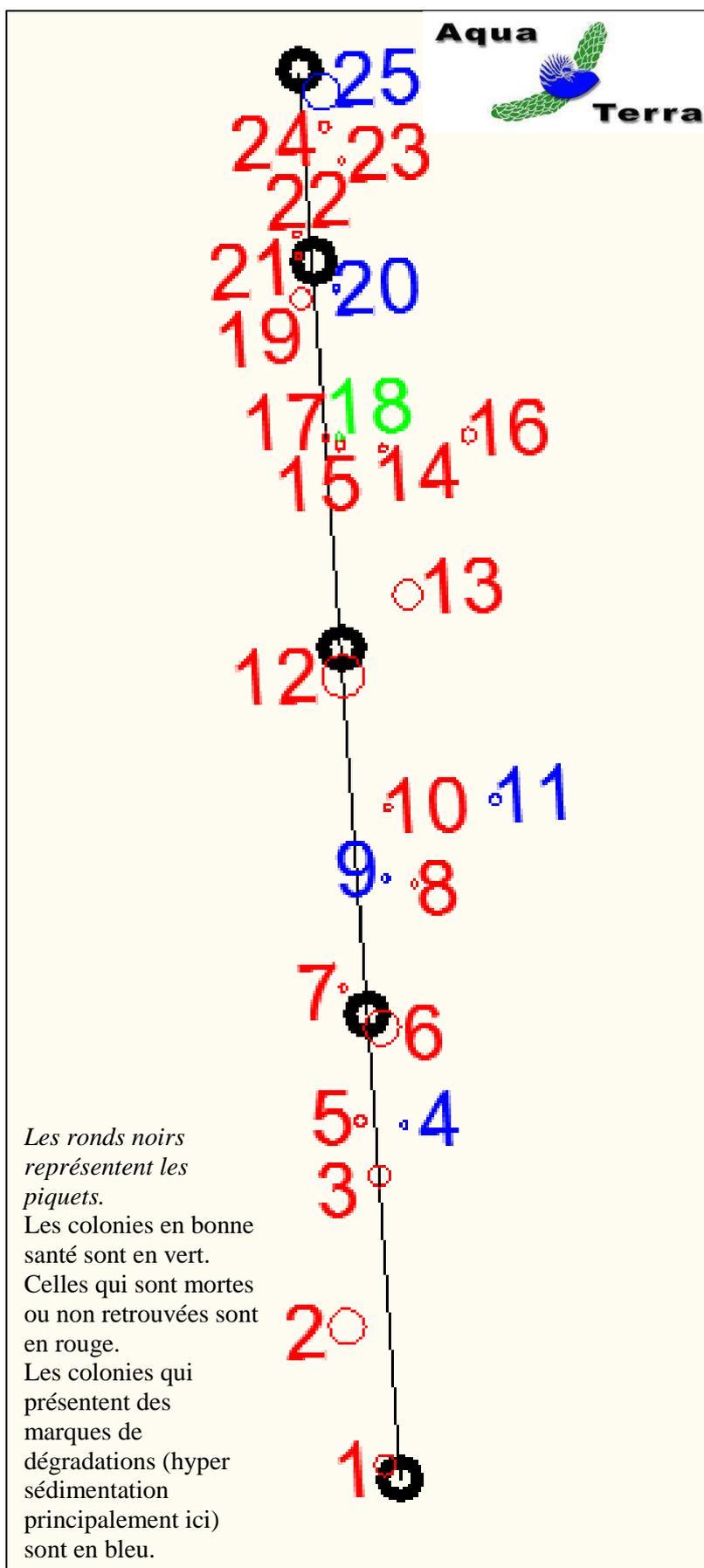


Figure n°022 : Position des colonies coralliennes, suivies, sur le transect de la zone 06

Lors de la **mission d'avril 2009**, il y avait donc 25 colonies qui étaient blanchies sur le transect de la zone 06.

Lors de la **mission de juin 2009**, 3 colonies n'ont pu être retrouvées (8, 15 et 23) : ces colonies étaient très petites (diamètre < 10 cm) : ou nous ne les avons pas reconnues, ou plus vraisemblablement, du fait de leur état de faiblesse, de leur petite taille et de l'hyper sédimentation sur zone, elles ont été recouvertes par les sédiments.

9 colonies ont partiellement retrouvé leurs couleurs, mais demeurent encore un peu « pâles ». Cependant ceci est un bon signe qui prouve qu'elles sont en cours de recolonisation par des zooxanthelles.

Sinon, toutes les autres colonies, soient 13 sur 25 (= 52%), ont été recolonisées par des zooxanthelles et ont retrouvé leurs couleurs et donc un bon état de santé.

Avec les colonies en latence, se sont 88% des colonies coralliennes qui sont en cours de rétablissement, ou rétablies.

En décembre 2009 il n'a y a pas de mortalité par rapport à juin. D'autre part, 4 des 9 colonies notées pâles ont retrouvé un taux de zooxanthelles « normale ». De plus, la colonie 15 comptabilisée comme morte en juin a été retrouvée, en bonne santé, en décembre. Cela porte donc le taux de colonies coralliennes qui sont en cours de rétablissement ou rétablies à 92%.

Cependant, on peut noter que certaines colonies, notées « normales » en juin 2009 selon leur activité biologique et leur teneur en zooxanthelles, paraissent légèrement plus pâles pour cette mission du mois de décembre 2009. La teneur en zooxanthelles dans les tissus coralliens peut varier selon la saisonnalité (variations des paramètres environnementaux) et la couleur de pigmentation peut également varier selon la durée de l'intégration des différents types de zooxanthelles (la couleur tend à pâlir avec le temps). Ces caractéristiques sont particulièrement observables dans les zones d'embouchure de creek et rivière. Des observations sur une plus grande échelle de temps permettront de comparer et de définir les types de coloration selon les variations des paramètres environnementaux et leur durée de recolonisation.

En mars 2011, sur les 25 colonies de départ (avril 2009) :

- les 2 non retrouvées en décembre 2009 sont toujours absentes (n°8, 23),
- 2 colonies supplémentaires n'ont pas été retrouvées (n°14, 24),
- 14 colonies sont mortes, en place, complètement recouvertes de sédiments et de tuff,
- les 7 colonies restantes, encore en vie, présentent toutes des signes forts de dégradations avec une sédimentation excessive, qui laisse présager de leur mort sous peu.

5.6.3.4 Les poissons

Sur l'ensemble du transect, 69 individus appartenant à 24 espèces différentes (8 familles) (figure 23) ont pu être observés (tableau 43). Ils représentent une densité de 2.4 poissons/m² (figure 24) pour une biomasse de 11.6 g/m².

Tableau n°043 : Poissons échantillonnés sur le transect de la zone 06

FAMILLE	ESPECE	NOMBRE	DENSITE (ind./m ²)	BIOMASSE (g/m ²)
Chaetodontidae	<i>Chaetodon bennetti</i>	2	0,04	0,23
	<i>Chaetodon lunulatus</i>	3	0,10	0,29
	<i>Chaetodon lunulatus</i>	1	0,05	0,48
	<i>Chaetodon plebeius</i>	2	0,07	0,38
	<i>Chaetodon speculum</i>	2	0,07	0,19
	<i>Chaetodon ulietensis</i>	1	0,10	0,22
Epinephelinae	<i>Plectropomus leopardus</i>	2	0,01	0,47
Labridae	<i>Cheilinus trilobatus</i>	1	0,01	2,00
	<i>Halichoeres melanurus</i>	1	0,05	0,16
	<i>Thalassoma lunare</i>	3	0,08	0,32
Nemipteridae	<i>Scolopsis bilineatus</i>	2	0,07	1,37
Pomacentridae	<i>Abudefduf sexfasciatus</i>	5	0,17	0,28

	<i>Abudefduf whiteleyi</i>	5	0,13	0,43
	<i>Amblyglyphidodon orbicularis</i>	4	0,10	0,13
	<i>Chrysiptera rollandi</i>	4	0,40	0,03
	<i>Pomacentrus aurifrons</i>	8	0,16	0,04
	<i>Pomacentrus chrysurus</i>	3	0,10	0,08
	<i>Pomacentrus moluccensis</i>	5	0,10	0,25
	<i>Stegastes aureus</i>	3	0,30	1,46
Scaridae	<i>Chlorurus bleekeri</i>	2	0,02	0,18
	<i>Scarus flavipectoralis</i>	5	0,17	1,82
Siganidae	<i>Siganus doliatus</i>	2	0,02	0,06
	<i>Siganus puellus</i>	2	0,07	0,64
Tetrodonidae	<i>Canthigaster valentini</i>	1	0,05	0,13
TOTAL		69	2,40	11,60

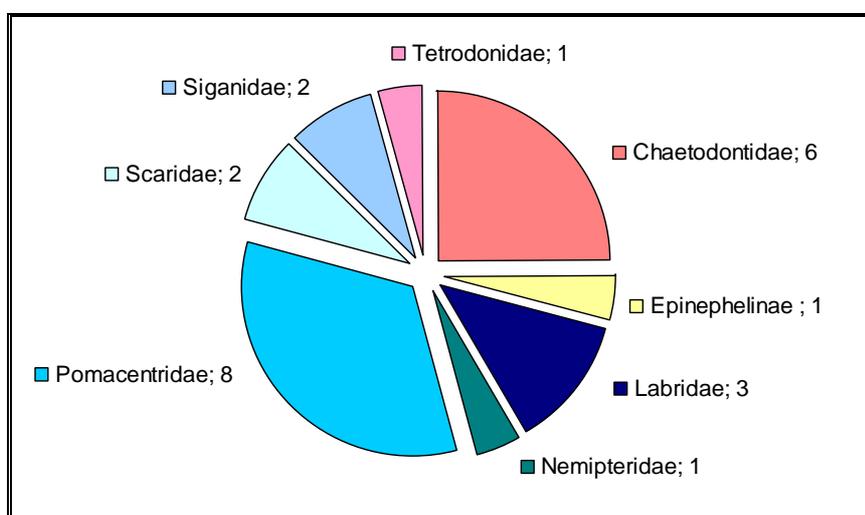


Figure n°023 : Richesse spécifique par famille de poissons (Transect Zone 06)

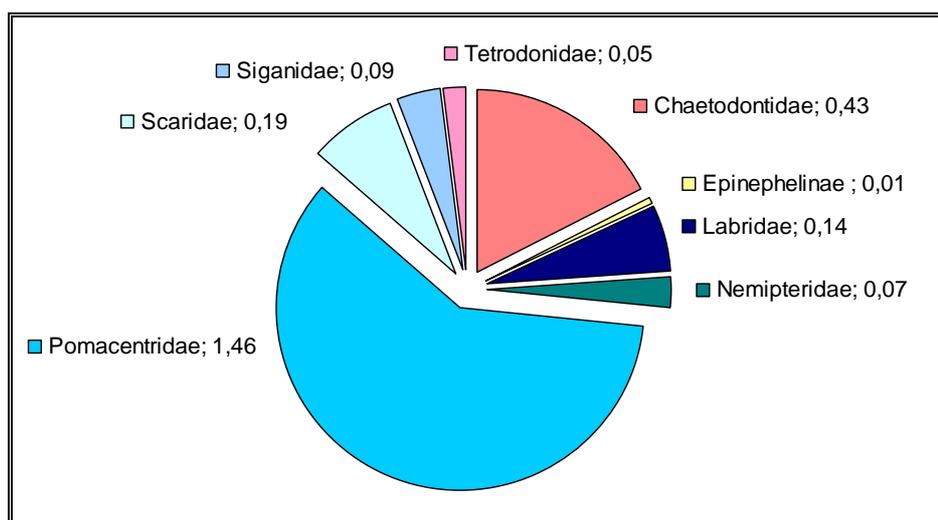


Figure n°024 : Densité (nb individus/m²) par famille de poissons (Transect Zone 06)

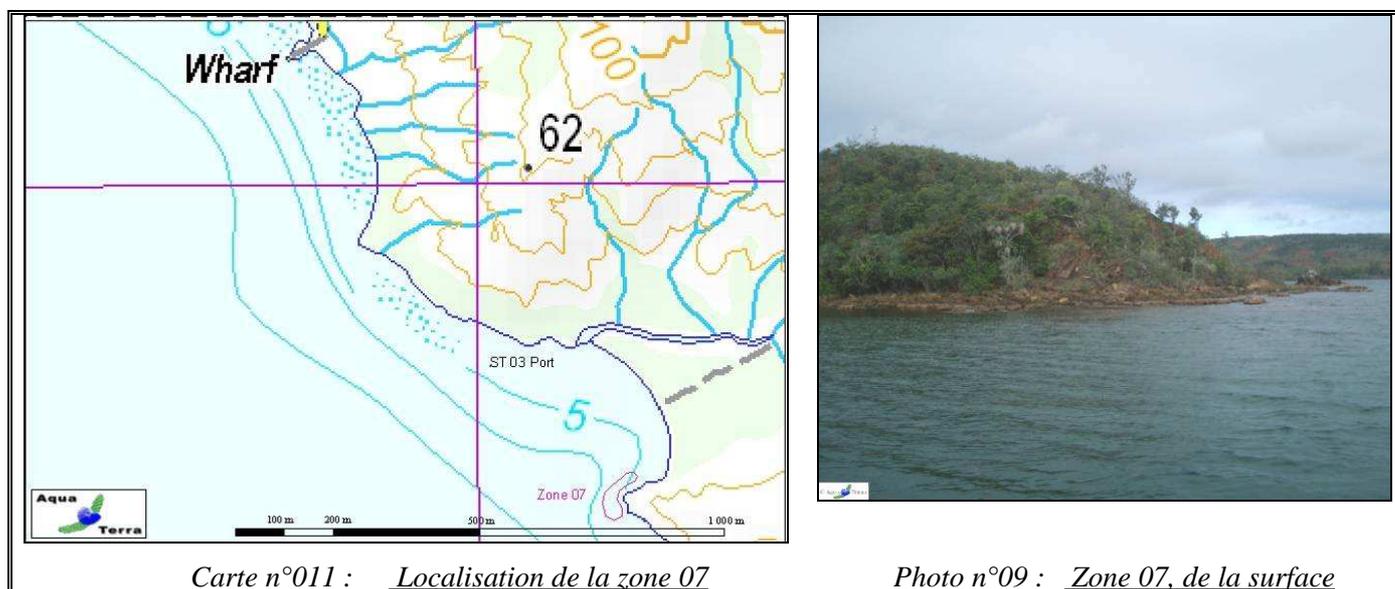
5.7 Zone 07 = Rade du port

5.7.1 Description générale

Caractéristiques physiques de cette zone :

LOCALISATION	Au sud du port du projet
MODE D'EXPLORATION	Scaphandre autonome
SUPERFICIE APPROXIMATIVE EXPLORÉE	3 000 m ²
PROFONDEUR	Jusqu'à 6 m
VISIBILITE	Moyenne 2-3 m
SUBSTRAT	Vaseux

Localisation géographique :



Carte n°011 : Localisation de la zone 07

Photo n°09 : Zone 07, de la surface

5.7.2 Observations

Cette zone est située au sud du Port et de la station appartenant au réseau de surveillance (station 03, Port).
Elle est hors influence totale du Creek baie nord.

Elle est située aussi au niveau d'un cap et au sud d'un petit creek : cette position en fait le pendant de la zone 06 par rapport au Creek incriminé. Toutefois, la couverture corallienne de cette zone est plus faible qu'en zone 06.

Par ailleurs, la cascade située en amont du creek (visible de la zone 07) a un débit variable selon les précipitations (débit avril > débit juin > débit décembre, en 2009).

La visibilité dans l'eau est variable et dépend principalement de l'apport du creek (apport d'eau douce chargée plus ou moins de matières en suspension et masse d'eau douce sur masse d'eau salée).

La zone est composée d'un petit récif frangeant, légèrement envasé, et d'une pente douce sédimentaire peu colonisée par les organismes benthiques. Cette sédimentation provient des apports terrigènes qui sont charriés par le creek et les rivières autour de cette zone. Le substrat de la zone est composé de dalle sur laquelle sont disposés de nombreux blocs coralliens recouverts par un dépôt de sédiment et de turf.

5.7.2.1 Le benthos

La colonisation et le développement des scléactiniaires sont certainement limités par l'apport d'eau douce et de sédiments. Les colonies d'*Acropora* et de *Porites* sont toutefois bien développées, comprises dans des tailles penta-décimétrique à métrique et les autres espèces ont une croissance plus réduite (*Pocillopora damicornis*, *Astreopora myriophthalma*, *A. moretonensis*, *Pavona decussata*, *Porites nigrescens*, *Barabattoia amicorum*, *Leptastrea cf. purpurea*, ...).

Tableau n°044 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 07)

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléactiniaire		
Acroporidae	18	4
Agaraciidae	5	3
Astrocoeniidae	1	2
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	3	2
Faviidae	20	4
Fungiidae	4	2
Merulinidae	1	2
Mussidae	4	3
Oculinidae	2	2
Pectiniidae	2	2
Pocilloporidae	5	4
Poritidae	5	3
Siderastreidae	3	2
Total scléactiniaire	73	-
Non Scléactiniaire		
Milleporidae	2	3
Gorgone	0	0
Tubiporidae	0	0
Antipathaire	0	0
Total coraux (A)	75	-
dont nb. esp. blanchies (B)	42	
Blanchissement	B/A	Visuel
	56%	45%

Les algues n'ont pas un recouvrement important dans cette partie de récif. Ce groupe est principalement représenté par les algues brunes (*Lobophora*) et les algues vertes (*Halimeda*) qui colonisent par petits thalles les substrats durs (dalle, débris coralliens et blocs rocheux).

Les holothuries (*Holothuria flovomaculata* et *Holothuria edulis*) se répartissent sur le substrat vaseux et les débris coralliens. Les oursins *Diadema setosum* se logent dans les cavités basses des gros blocs et de la dalle. Les mollusques sont variés : 7 espèces : *Tridacna crocea*, *T. maxima*, *Spondylus* sp., *Pteria* sp., *Athrina* sp., *Isognomon isognomon* et *Arca ventricosa*.

Les autres organismes benthiques sont disséminés sur la dalle et représentent un faible recouvrement, tels que les alcyonaires (*Sarcophyton*, *Cladiella* et *Sinularia*) et les spongiaires (*Sphēciospongia vagabunda*, *Cliona orientalis* et *C. jullieni*).

Tableau n°045 : *Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 07)*

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	4	3
Algue brune	2	3
Algue rouge	1	2
Algue verte	2	2
Cyanobactéries	2	3
Anémone	0	0
Ascidie	1	2
Astérie	1	2
Crinoïde	0	0
Echinide	1	2
Holothurie	2	2
Hydraire	0	0
Mollusque	7	3
Spongiaire	3	3
Zoanthaire	0	0
TOTAL	26	-

5.7.2.2 Les poissons

Cette zone, au sud du creek sud, rappelle par sa position la zone 06. Toutefois, la couverture corallienne est beaucoup plus faible que celle de la zone 06.

La biodiversité a encore augmenté : 43 espèces réparties sur un plus grand nombre de familles. Nous avons retrouvé les trois Acanthuridae, *Acanthurus blochii*, *Ctenochaetus striatus* et *Zebrasoma veliferum*, ainsi que la plupart des Labridae et des Pomacentridae.

La biodiversité ichthyologique s'élève à 43 espèces de poissons rencontrés, qui sont listées dans le [tableau 46](#).

Tableau n°046 : *Poissons rencontrés dans la zone 07*

FAMILLE	ESPECE	ETAT
Acanthuridae	<i>Acanthurus blochii</i>	Juvénile
	<i>Ctenochaetus striatus</i>	
	<i>Zebrasoma veliferum</i>	Juvénile
Apogonidae	<i>Apogon aureus</i>	
	<i>Apogon doederleini</i>	
Blenniidae	<i>Ecsenius bicolor</i>	
	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	
Chaetodontidae	<i>Chaetodon baronessa</i>	Juvénile
	<i>Chaetodon plebeius</i>	Juvénile
	<i>Heniochus acuminatus</i>	Juvénile
Epinephelinae	<i>Cephalopholis boenak</i>	Juvénile
	<i>Epinephelus coioides</i>	Juvénile
	<i>Plectropomus leopardus</i>	
Gobiidae	<i>Amblygobius phalaena</i>	
Grammistinae	<i>Diploprion bifasciatum</i>	Juvénile
Labridae	<i>Anampses femininus</i>	

	<i>Cheilinus chlorourus</i>	Juvénile
	<i>Choerodon graphicus</i>	
	<i>Coris batuensis</i>	
	<i>Halichoeres argus</i>	Juvénile
	<i>Thalassoma lunare</i>	Juvénile
Lethrinidae	<i>Lethrinus harak</i>	
Microdesmidae	<i>Ptereleotris microleptis</i>	
Mullidae	<i>Parupenaeus indicus</i>	Juvénile
	<i>Upeneus tragula</i>	Juvénile
Nemipteridae	<i>Scolopsis lineatus</i>	Juvénile
Pomacanthidae	<i>Centropyge tibicen</i>	
Pomacentridae	<i>Abudefduf sexfasciatus</i>	
	<i>Chromis viridis</i>	
	<i>Chrysiptera rollandi</i>	
	<i>Chrysiptera taupou</i>	
	<i>Dascyllus aruanus</i>	Juvénile
	<i>Neopomacentrus nemurus</i>	
	<i>Pomacentrus chrysurus</i>	
	<i>Pomacentrus moluccensis</i>	
Pseudochromidae	<i>Pictichromis coralensis</i>	
Scaridae	<i>Scarus bleekeri</i>	Juvénile
	<i>Scarus flavipectoralis</i>	Juvénile
	<i>Scarus frenatus</i>	Juvénile
Siganidae	<i>Siganus doliatus</i>	Juvénile
	<i>Siganus fuscescens</i>	Juvénile
Sphyraenidae	<i>Sphyraena barracuda</i>	
Tetrodonidae	<i>Canthigaster valentini</i>	

Tableau n°047 : *Distribution du nombre d'espèces par famille pour les 4missions (Zone 07)*

Fam	Avril 2009	Juin 2009	Déc. 2009	Avril 2011	Fam	Avril 2009	Juin 2009	Déc. 2009	Avril 2011
Aca	2	2	3	3	Mic	1	0	2	1
Apo	0	0	0	2	Mul	0	0	2	2
Ble	1	1	1	2	Nem	1	0	1	1
Cen	0	0	1	0	Poc	0	0	1	1
Cha	1	0	2	3	Pom	3	5	12	8
Epi	1	0	2	3	Pse	0	0	0	1
Gob	0	0	2	1	Sca	0	0	1	3
Gra	0	0	0	1	Sig	0	0	0	2
Lab	2	0	10	6	Sph	0	0	0	1
Let	0	0	0	1	Tet	1	1	1	1
					Total	13	9	41	43
					χ2 obs	35,96			
					ddl =	57			
					χ2 th 0,05	75,82			

Le test de χ^2 est hautement significatif. Il accrédite l'hypothèse d'identité H_0 . Les 4 résultats sont hautement similaires.

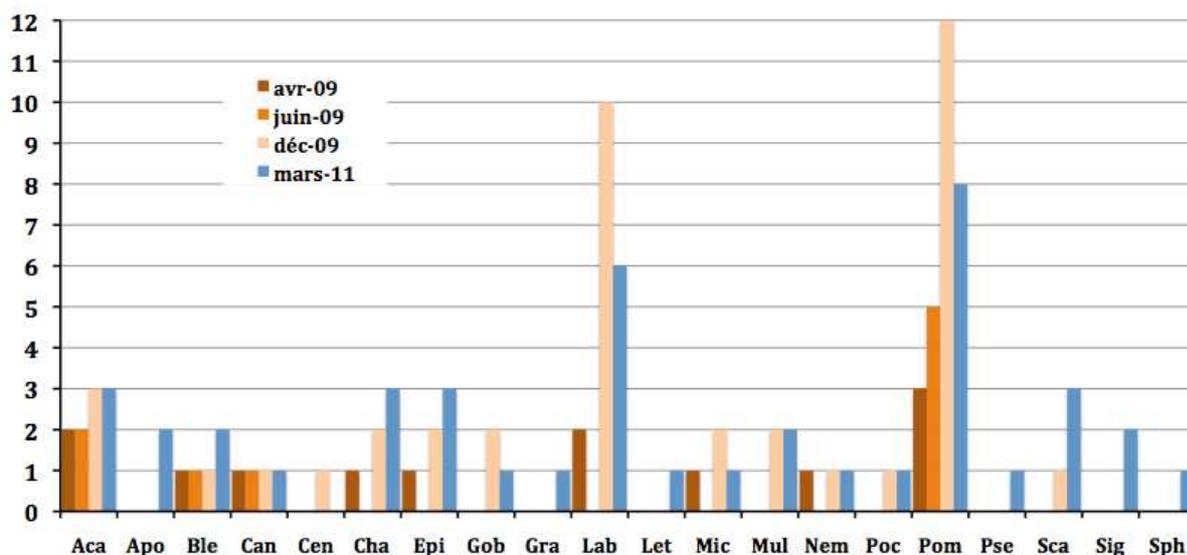


Figure n°025 : Nombre d'espèces par famille pour les 4 missions (Zone 07)

5.7.3 Le blanchissement

Variation entre les missions de juin 2009 et décembre 2009 (zone 07 entre 1 et 6 m)

- D'un point de vue général, les colonies scléactiniaires sont encore de couleur relativement pâle (D/A=25,68%) par rapport à l'ensemble des colonies des autres zones de prospection. Le recouvrement corallien de colonies stressées (15%) est aussi plus élevé que pour les autres stations.
- Les genres et espèces de scléactiniaires n'ayant pas encore réintégré l'ensemble de leur zooxanthelles ont le recouvrement de colonies stressées le plus important de l'ensemble des stations : *Acropora* spp. branchus et tabulaires, *Astreopora myriophthalma*, *Turbinaria stellulata* et *Stylophora pistillata*, *Montipora* spp., *Pavona decussata*, *Barrattoia amicorum*, *Favia* spp., *Goniastrea pectinata*, *Montastrea* sp., *Galaxea fascicularis*, *Merulina ampliata*.
- Quelques colonies de *Galaxea fascicularis*, *Merulina ampliata* sont à nouveau blanchies.
- La mortalité est faible (3% depuis la mission d'avril 2009). Quelques colonies auparavant « blanchies » sont désormais mortes sur place par l'envasement (*Acropora* tabulaire, *Pavona decussata*, *Stylophora pistillata*).
- Les genres et espèces de scléactiniaires ayant réintégré leurs zooxanthelles depuis la mission de juin 2009 sont : *Montipora danae*, *Montipora venosa*, *Pavona cactus*, *Leptoria phrygia*, *Platygyra daedalea*, *Acanthastrea* sp., *Pectinia lactuca*, *Psammocora profundacella*, *Fungia* spp., *Pocillopora damicornis*, *Stylophora pistillata*, *Porites* sp.
- Les espèces scléactiniaires *Astreopora myriophthalma*, *Turbinaria stellulata* et *Stylophora pistillata* étaient encore totalement blanchies au mois de juin 2009 mais désormais elles réintègrent progressivement leurs zooxanthelles.
- Les astéries sont peu nombreuses mais diversifiées (*Fromia monilis*, *Nardoa gomophia*, *Celerina heffernani*). On notera également l'absence par rapport aux missions précédentes de *Culcita novaeguineae*.

- Les macrophytes sont principalement représentés par les algues brunes : *Lobophora* puis dans une moindre mesure par *Padina* et *Dictyota* et une espèce nouvellement recensée dans cette zone : *Hydroclathrus* sp.

Variation entre les missions de décembre 2009 et avril 2011 (zone 07 entre 1 et 6 m)

La richesse spécifique de cette zone est de 75 espèces coralliennes dont 2 espèces de *Millepora* (branchu et encroûtant). Les familles scléractiniaires (73 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (20 taxons), les Acroporidae (18 taxons), les Agaraciidae (5 taxons), les Pocilloporidae (5 taxons), les Poritidae (5 taxons), les Mussidae (4 taxons) et les Fungiidae (4 taxons).

En avril 2011, la richesse spécifique a sensiblement augmentée (2 espèces nouvellement recensées et 1 espèce absente) depuis la mission précédente.

Le blanchissement corallien (42/75 espèces) est très important et atteint 45 % du recouvrement corallien (% visuel).

La mortalité des coraux (diminution d'abondance de 15 espèces) concerne particulièrement les espèces branchues (Acroporidae et Pocilloporidae) installées en bordure du rivage (influence de l'eau douce) mais également les colonies coralliennes à petits polypes sensibles aux variations de l'environnement qui n'ont pas réussi par la suite à s'extirper des dépôts sédimentaires et du développement de turf algal (*Favia* sp., *Cyphastrea japonica*, *Pachyseris speciosa* et *Barrabattoia amicornum*).

De plus, en limite du bas du tombant récifal et de la pente sédimentaire, quelques colonies isolées sont également blanchies mais ce phénomène provient de la prédation des *Culcita novaeguineae* (observation de 1 spécimen corallivore).

Le développement des cyanobactéries est également en augmentation et se concentre sur les coraux morts en place, les quelques nouveaux débris, sur le turf algal et le substrat vaseux.

SCLERACTINIARES	MACROPHYTES et INVERTEBRES
<ul style="list-style-type: none"> • Evolution de la richesse spécifique des coraux : <ul style="list-style-type: none"> - Recrutement : 2 nouvelles espèces coralliennes (<i>Stylocoeniella armata</i>, <i>Goniastrea australiensis</i>) - Mortalité de 1 espèce : <i>Pavona venosa</i> • Variation d'abondance : <ul style="list-style-type: none"> - Diminution d'abondance de 15 espèces : <i>Acropora</i> 3spp. (branchu), <i>Astreopora myriophthalma</i>, <i>Montipora</i> 2sp., <i>Pachyseris speciosa</i>, <i>Cyphastrea japonica</i>, <i>Cyphastrea</i> sp., <i>Favia</i> 2spp., <i>Pocillopora damicornis</i>, <i>Seriatopora histrix</i>, <i>Stylophora pistillata</i>, <i>Barrabattoia amicornum</i> • Blanchissement corallien observé sur 42 espèces : <i>Acropora</i> 5spp. (branchu), <i>Acropora</i> 2sp. (tabulaire), <i>Astreopora moretonensis</i>, <i>Astreopora myriophthalma</i>, <i>Montipora</i> 3spp., <i>Montipora stellata</i>, <i>Montipora undata</i>, <i>Montipora venosa</i>, <i>Pavona cactus</i>, <i>Pavona decussata</i>, <i>Turbinaria mesenterina</i>, <i>T. stellulata</i>, <i>Barabattoia amicornum</i>, <i>Caulastrea curvata</i>, <i>Cyphastrea serailia</i>, <i>Favia</i> 2spp., <i>Favites</i> 2spp., <i>Goniastrea australiensis</i>, <i>Goniastrea pectinata</i>, <i>Leptastrea purpurea</i>, <i>Leptoria phrygia</i>, <i>Montastrea</i> sp., <i>Platygyra daedalea</i>, <i>Merulina ampliata</i>, <i>Lobophyllia corymbosa</i>, <i>Symphyllia</i> sp., <i>Galaxea astreata</i>, <i>G. fascicularis</i>, <i>Echinophyllia orpheensis</i>, <i>Pectinia lactuca</i>, <i>Pocillopora damicornis</i>, <i>Seriatopora histrix</i>, <i>Stylophora pistillata</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Algues (variation saisonnière) : <ul style="list-style-type: none"> - Absence des algues brunes <i>Hydroclathrus</i> sp. et <i>Turbinaria ornata</i> - Diminution du recouvrement des algues brunes : <i>Padina</i> sp. et <i>Lobophora variegata</i> - Absence des algues vertes : <i>Caulerpa</i> sp., <i>Codium</i> sp., <i>Neomeris van bossea</i> - Diminution du recouvrement des algues vertes : <i>Halimeda</i> sp. • Présence de cyanobactéries : Leur développement est en augmentation et concentré sur les coraux morts en place, les quelques nouveaux débris, sur le turf algal et le substrat vaseux • Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) : <ul style="list-style-type: none"> - Présence nouvelle de 1 espèce d'astérie (<i>Culcita novaeguineae</i>) - Présence nouvelle de 1 genre d'alcyonaire (<i>Lobophytum</i>) - Présence nouvelle de 1 espèce de mollusque (<i>Tridacna maxima</i>) - Absence de 3 espèces d'astérie (<i>Celerina heffernani</i>, <i>Fromia monilis</i> et <i>Nardoa gomophia</i>)

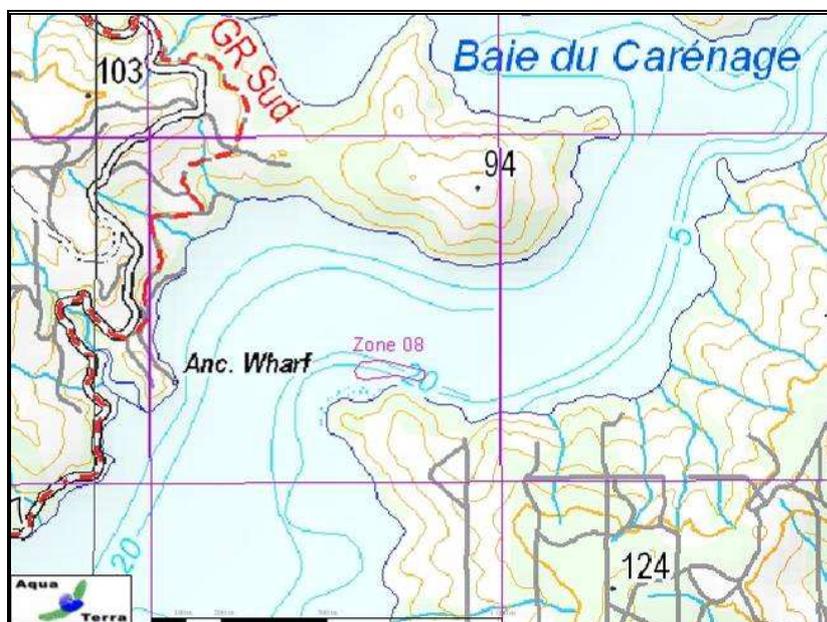
5.8 Zone 08 = Baie de Carénage

5.8.1 Description générale

Caractéristiques physiques de cette zone :

LOCALISATION	Entrée de la baie du Carénage
MODE D'EXPLORATION	Scaphandre autonome
SUPERFICIE APPROXIMATIVE EXPLORÉE	8 000 m ²
PROFONDEUR	Jusqu'à 10 m
VISIBILITE	Moyenne : 3 à 8 m
SUBSTRAT	Forêt de branchus

Localisation géographique :



Carte n°012 : Localisation de la zone 08

5.8.2 Observations

Cette zone est localisée dans la « Baie du Carénage » (rive gauche). C'est-à-dire qu'elle se trouve dans la « Baie de Prony », mais sans rapport avec la Baie Nord Les bassins versants qui s'y déversent n'ont aucune liaison avec les installations industrielles.

Elle est hors influence totale du Creek baie nord. Elle a été évaluée depuis 2009 en raison de son éloignement du Creek baie nord, en temps que zone témoin.

Le point de plongée est très en aval des débouchés des creeks de cette partie de la baie du Carénage. Cette zone est fortement influencée par l'apport d'eau douce mais les matières en suspension sont plutôt faibles (très bonne visibilité dans les premiers mètres jusqu'à 4-5 m de profondeur), ensuite le passage de l'eau saumâtre à l'eau de mer rend la visibilité plus difficile et enfin sous 6-7 m de profondeur l'eau redevient plus limpide (observations mission d'avril, juin, décembre 2009 et avril 2011).



Photo n°010 : Zone 08, de la surface

Le profil du récif frangeant commence par un bord rocheux planté de palétuviers, puis sur une vingtaine de mètre le platier s'étend entre 2 et 3 m de profondeur, lui-même suivi d'un tombant escarpé jusqu'à 25 m. Le rebord rocheux est dépourvu de construction corallienne alors que le platier récifal (jamais découvert à marée basse) est colonisé de manière quasi absolue par de grands massifs de coraux branchus quasi monospécifique (*Acropora grandis*), tandis que la pente escarpée est très diversifiée.

5.8.2.1 Le benthos

La zone est composée par un récif frangeant et par un petit tombant de vingt-cinq mètres de profondeur. Ce récif est bien abrité du vent et de la houle et de ce fait la zone est malheureusement recommandée pour être une très bonne zone de mouillage, les ancres des bateaux pouvant causer alors de forts dégâts.

Jusqu'en Décembre 2009 : Le recouvrement corallien était très important (85%) sur l'ensemble du platier récifal. La diversité n'était pas très importante, la couverture corallienne était composée en grande majorité d'un champ *Acropora* où l'espèce *Acropora* cf. *grandis* était dominante (forme branchue, haute et très fine). La fragilité de ces colonies à dominance branchue se fait ressentir par l'augmentation de la quantité de débris coralliens. Ces colonies s'étendent aussi bien en largeur qu'en hauteur avec des branches d'une finesse exceptionnelle. De plus, de nombreuses colonies de petites tailles se développaient à travers la finesse des branches d'*Acropora*. Ces espèces ont pour la plupart réintégré, depuis le mois d'avril 2009, l'ensemble de leurs zooxanthelles (*Anacropora* spp., *Merulina*, *Montipora* cf. *danae*, *Fungia* spp., ...).

Les colonies d'*Acropora grandis* étaient relativement influencées par le blanchissement au mois d'avril 2009, ces colonies sont très fragile par la finesse de leur squelette et leur demande accru d'énergie pour leur croissance. Au moins de décembre 2009, l'augmentation des débris coralliens provenant manifestement de cette espèce indiquait déjà une mortalité corallienne (augmenté de 3 à 5% dans la zone des 4 à 6 m de profondeur).

Entre avril 2009 et décembre 2009, le platier récifal était de moins en moins influencé par le blanchissement corallien. Les colonies étaient en cours de réintégrer des zooxanthelles, le recouvrement de colonies stressées est passé de 45% à 10% (% visuel) entre le mois d'avril et le mois de juin, pour se stabiliser à 10% au mois de décembre 2009.

Par contre au mois de décembre 2009, le recouvrement des cyanobactéries était très important, elles se développaient surtout sur les débris coralliens et sur les coraux morts en place (principalement les colonies d'*Acropora*). De plus, quelques spécimens d'astéries *Culcita novaeguineae* avaient été observés en petit nombre sur le haut du récif où la prolifération de cyanobactérie avait été localisée.

Le tombant récifal a quant à lui, une richesse spécifique conséquente. Entre 6 et 15 m de profondeur l'eau douce a beaucoup moins d'influence, la diversité corallienne était foisonnante avec un recouvrement corallien important alors que les macrophytes et le reste des invertébrés étaient peu diversifiés. Les massifs d'*Acropora grandis* ne monopolisent plus toute la surface disponible. Les colonies telles que *Echinophyllia*

horrída, *Alveopora catalai*, *Turbinaria reniformis*, *Lobophyllia* cf. *hemprichii*, *Porites cylindrica* s'édifient pour atteindre de grande taille métrique. De plus, une multitude de petites colonies s'enchevêtrent dans la place disponible comme *Galaxea astreata*, *G. fascicularis*, *Caulastrea furcata*, *Pavona cactus*, *Pavona decussata*, *P. explanulata*, *P. varians*, *Fungia* spp., *Acanthastrea echinata*, *Blastomussa merleti*, *Echinophyllia gemmacea*, *Alveopora spongiosa*, *Leptoseris gardineri*, *L. mycetoseroides*....

Au mois d'avril 2009, aucune colonie corallienne n'avait été observée blanchie sur le tombant. Par contre, à **la mission du mois de juin 2009**, l'influence de l'eau douce devait être un peu plus en profondeur et quelques colonies étaient blanchies ou de couleur relativement pâle (*Montipora* sp4, *Fungia* sp., *Palauastrea ramosa* et *Anacropora* sp.). **Au mois de décembre 2009**, aucune colonie s'édifiant sur le tombant ne présentaient des marques de blanchissement.

Tableau n°048 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 08)*

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléactiniaire		
Acroporidae	17	4
Agaraciidae	6	3
Astrocoeniidae	0	0
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	3	2
Faviidae	15	4
Fungiidae	2	2
Merulinidae	3	2
Mussidae	6	3
Oculinidae	2	2
Pectiniidae	3	2
Pocilloporidae	4	3
Poritidae	8	3
Siderastreidae	1	2
Total scléactiniaire	70	-
Non Scléactiniaire		
Milleporidae	2	2
Gorgone	0	0
Tubiporidae	0	0
Antipathaire	0	0
Total coraux (A)	72	-
dont nb. esp. blanchies (B)	42	
Blanchissement	B/A	Visuel
	58.33%	80%

Dans ce type d'écosystème, les nombreuses espèces coralliennes construisent un exosquelette particulièrement fin (conditions environnementales particulières). La compétition spatiale est intense et le « Turn Over » est également important à cause des conditions environnementales très variables (grande influence de l'eau douce et de la turbidité qui entraîne la mortalité de nombreuses colonies de coraux). Lorsqu'une colonie meurt, elle n'est généralement pas cassée car les conditions hydrodynamiques sont plutôt calmes. Les espèces scléactiniales vont alors recoloniser ce nouveau substrat dur en s'édifiant les unes sur les autres créant ainsi un récif à l'aspect de « dentelle » ou de « mille feuilles » relativement fragile avec leurs exosquelettes particulièrement fin.

Ensuite avec la profondeur, le recouvrement corallien chute énormément. A partir d'une quinzaine de mètre, les espèces coralliennes s'éparpillent sur de nombreux débris qui ont dévalé la pente depuis le haut du récif. Ces espèces sont adaptées à la faible pénétration de la lumière dans l'eau et à la sédimentation de particules terrigènes (la mortalité est importante).

Tableau n°049 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 08)

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	2	2
Algue brune	3	5
Algue rouge	1	2
Algue verte	2	3
Cyanobactéries	2	5
Anémone	0	0
Ascidie	0	0
Astérie	0	0
Crinoïde	0	0
Echinide	0	0
Holothurie	0	0
Hydraire	0	0
Mollusque	6	4
Spongiaire	3	3
Zoanthaire	0	0
TOTAL	19	-

5.8.2.2 Les poissons

L'omniprésence d'*Acropora grandis* limite peut-être la richesse spécifique en poissons. La biodiversité qui avait triplée en décembre 2009 par rapport à celle de juin et quintuplé par rapport à celle d'avril prend en 2011 une valeur intermédiaire (32 espèces). Cette diminution est le fait de quelques familles dont surtout les Chaetodonts, les Blennies et les Pomacentridés.

Contrairement aux observations de décembre, il n'y a plus aucune espèce au voisinage des palétuviers, dans leurs racines et autour des blocs rocheux qui bordent ce chenal, c'est-à-dire la zone peu profonde qui peut être envahie par de l'eau douce.

La biodiversité ichthyologique s'élève à 32 espèces de poissons rencontrés, qui sont listées dans le [tableau 50](#).

Tableau n°050 : Poissons rencontrés dans la zone 08

FAMILLE	ESPECE	ETAT
Acanthuridae	<i>Zebrasoma veliferum</i>	Juvénile
Caesionidae	<i>Caesio cuning</i>	Juvénile
Chaetodontidae	<i>Chaetodon lunulatus</i>	
	<i>Chaetodon plebeius</i>	
	<i>Chaetodon ulietensis</i>	
Epinephelinae	<i>Anyperodon leucogrammicus</i>	Juvénile
	<i>Cephalopholis boenak</i>	Juvénile
	<i>Plectropomus leopardus</i>	Juvénile
Labridae	<i>Cheilinus chlorourus</i>	Juvénile
	<i>Cheilinus trilobatus</i>	Juvénile

	<i>Epibulus insidiator</i>	Juvénile
	<i>Halichoeres argus</i>	Juvénile
	<i>Oxycheilinus diagrammus</i>	Juvénile
	<i>Thalassoma lunare</i>	
Nemipteridae	<i>Scolopsis bilineatus</i>	
Pomacanthidae	<i>Pomacanthus sexstriatus</i>	
Pomacentridae	<i>Abudefduf whitleyi</i>	
	<i>Chrysiptera rollandi</i>	
	<i>Neoglyphidodon melas</i>	
	<i>Neopomacentrus nemurus</i>	
	<i>Pomacentrus aurifrons</i>	
	<i>Pomacentrus chrysurus</i>	
	<i>Pomacentrus nagasakiensis</i>	
	<i>Stegastes nigricans</i>	
Scaridae	<i>Scarus flavipectoralis</i>	Juvénile
	<i>Scarus ghobban</i>	Juvénile
Siganidae	<i>Siganus corallinus</i>	Juvénile
	<i>Siganus doliatus</i>	
	<i>Siganus lineatus</i>	
	<i>Siganus puellus</i>	Juvénile
	<i>Siganus spinus</i>	Juvénile
Tetrodonidae	<i>Arothron nigropunctatus</i>	

Tableau n°051 : Distribution du nombre d'espèces par famille pour les 4 missions (Zone 08)

Fam	Avril 2009	Juin 2009	Déc. 2009	Avril 2011	Fam	Avril 2009	Juin 2009	Déc. 2009	Avril 2011
Aca	1	1	2	1	Lut	0	0	3	0
Apo	0	0	1	0	Mul	0	0	1	0
Ble	0	0	4	0	Nem	0	0	1	1
Cae	0	1	1	1	Poc	0	0	0	1
Car	1	0	0	0	Pom	2	3	11	8
Cha	3	4	8	3	Pri	0	0	1	0
Epi	1	3	3	3	Sca	1	1	2	2
Kyp	0	0	1	0	Sig	0	1	2	5
Lab	1	1	6	6	Tet	0	0	0	1
					Total	10	15	47	32
					χ^2 obs	41,14			
					ddl =	51			
					χ^2 th 0,05	68,67			

Le test de χ^2 est hautement significatif. Il accrédite l'hypothèse d'identité Ho. Les 4 résultats sont hautement similaires.

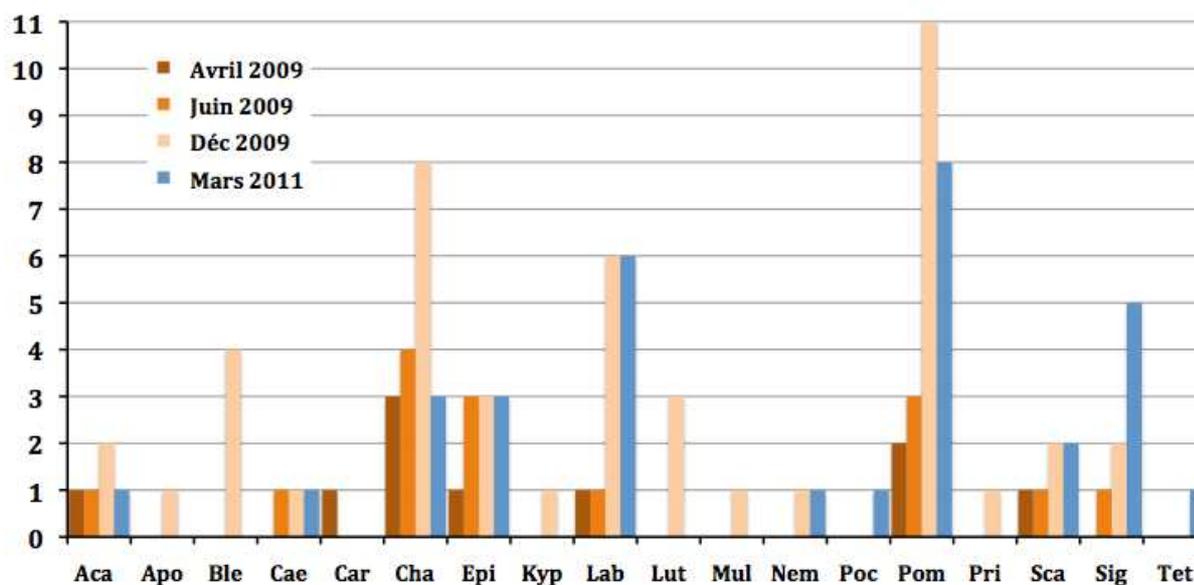


Figure n°026 : Nombre d'espèces par famille pour les 4 missions (Zone 08)

5.8.3 Le blanchissement

Variation entre les missions de juin 2009 et décembre 2009 (zone 08 entre 3 et 10 m)

Cette partie récifale était de moins en moins influencée par le blanchissement corallien. Les colonies sont en cours de réintégrer des zooxanthelles, le recouvrement de colonies stressées est passé de 45% à 10% (comptage visuel) entre le mois d'avril et le mois de juin, pour se stabiliser à 10% au mois de décembre 2009.

- Les genres et espèces de scléactiniaires n'ayant pas encore réintégré l'ensemble de leur zooxanthelles sont encore nombreux sur le platier récifal (D/A=15%). Le recouvrement corallien reste conséquent et s'est stabilisé à 10% : *Acropora grandis*, *Acropora* spp. branchu, *Montipora* spp., *Galaxea astreata*, *Palauastrea ramosa*.
- Quelques colonies d'*Acropora* sp. et de *Galaxea astreata* sont encore totalement blanchies sur le platier récifal.
- Les genres et espèces de scléactiniaires ayant réintégré leurs zooxanthelles depuis la mission de juin 2009 sont : *Acropora* tabulaire, *Anacropora* sp., *Montipora danae*, *Montipora undata*, *Caulastrea furcata*, *Fungia* spp., *Merulina ampliata*, *M. scabricula*, *Oxypora glabra*, *Pocillopora damicornis*, *Seriatopora histrix*, *Stylophora pistillata*.
- Au mois de juin, certaines colonies avaient des marques blanches à leur extrémité (*Pavona cactus*, *Synaraea rus*, *Pectinia paeonia*). Ces marques cycliques (croissance / concentration zooxanthelles) sont caractéristiques d'une croissance plus rapide que l'intégration de zooxanthelles dans les tissus et reflète une calcification importante et donc des colonies en pleine activité. Durant la mission de décembre l'ensemble de ces colonies ne présentaient plus de liserés blancs et avaient donc intégrées une teneur suffisante de zooxanthelles pour leur survie.
- **Dégradation corallienne : Le recouvrement en débris coralliens a augmenté de 3 à 5% dans la zone des 4 à 6 m de profondeur.** Les colonies d'*Acropora grandis* étaient relativement influencées par le blanchissement au mois d'avril, ces colonies sont très fragile par la finesse de leur squelette et

leur demande accrue d'énergie pour leur croissance. Au moins de décembre, l'augmentation des débris coralliens dans la zone proviendrait manifestement de cette espèce. Il est également à rajouter que cette zone est une zone de mouillage reconnue par les navigateurs.

- **Prolifération de cyanobactérie importante.** Cette propagation est localisée et se développe surtout sur les débris coralliens et sur les coraux morts en place (principalement les colonies d'*Acropora*). **Ce phénomène est à surveiller particulièrement et pourrait faire l'objet d'une future station témoin dans le suivi environnemental général de la baie de Prony.**
- **Présente de *Culcita novaeguineae* en petit nombre sur le haut du récif où la prolifération de cyanobactérie a été observée.**

Variation entre les missions de décembre 2009 et avril 2011 (zone 08 entre 3 et 10 m)

La richesse spécifique de cette zone est de 72 espèces coralliennes dont une espèce de gorgone et deux espèces de *Millepora* (branchu et encroûtant). Les familles scléactiniaires (70 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (17 taxons), les Faviidae (15 taxons), les Poritidae (8 taxons), les Agaraciidae (6 taxons), les Mussidae (6 taxons) et les Pocilloporidae (4 taxons).

En avril 2011 (zone du platier récifal et début du tombant récifal jusqu'à 7m de profondeur), la richesse spécifique a diminuée depuis la mission précédente (3 espèces n'ont pas été recensées).

Le blanchissement corallien est quasi général atteignant 90 % du recouvrement corallien (% visuel) et 42/72 espèces sont perturbées par ce phénomène.

La mortalité des coraux (diminution d'abondance de 26 espèces) concerne particulièrement les espèces branchues qui représentent la majorité du recouvrement corallien (Acroporidae et Pocilloporidae) mais toutes les espèces présentant des marques de blanchissement ont été dégradées par l'afflux important d'eau douce créant une dessalure notable en surface. Le turf algal s'est développé de manière exponentielle sur les coraux branchus, ne leur laissant aucune chance de régénération (résilience très faible).

De plus, le développement des cyanobactéries peut être qualifié de **prolifération**. Elles se développent sur l'ensemble des coraux ayant subi des perturbations, sur les coraux morts en place, sur les nouveaux débris et même sur le turf algal. Aucun spécimen d'astérie *Culcita novaeguineae* n'a été observé dans la zone durant cette mission.

Les constatations sont assez alarmantes sur le platier récifal mais sont de cause naturelle. Le recouvrement corallien a énormément régressé, les colonies encore vivantes sont peu abondantes et en considérant le développement algal et la prolifération de cyanobactéries la résilience des colonies blanchies sera faible (mortalité importante).

Par contre sous le niveau bathymétrique de sept mètres de profondeur (tombant récifal), le récif n'a quasiment pas subi de dégradation car l'eau douce est restée en surface. La diversité est toujours aussi abondante et les colonies coralliennes ne présentent pas de marques de blanchissement.

SCLERACTINIAIRES	MACROPHYTES et INVERTEBRES
<ul style="list-style-type: none"> • Evolution de la richesse spécifique des coraux : - Recrutement : aucune nouvelle espèce recensée - Mortalité de 3 espèces : <i>Oxypora glabra</i>, <i>Ctenactis</i>, <i>Cycloseris</i> - Mobilité de 2 espèces (<i>Ctenactis</i> et <i>Cycloseris</i>). Les Fungiidae sont mobiles, leur abondance est variable dans la zone et de ce fait leur absence n'est pas caractéristique de mortalité cependant des exosquelettes ont été retrouvés (mortalité) • Variation d'abondance : - Diminution d'abondance de 26 espèces : <i>Acropora</i> 3 spp. (branchu), <i>Acropora</i> 2 sp. (tabulaire), <i>Acropora grandis</i>, <i>Anacropora</i> 2 sp., <i>Montipora</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Algues (variation saisonnière) : - Présence nouvelle de l'algue brune <i>Dictyota</i> sp. - Diminution du recouvrement de l'algue brune : <i>Lobophora</i> sp. - Absence de l'algue verte : <i>Neomeris van bossea</i> • Présence de cyanobactéries (prolifération) : Leur développement est important et concentré sur les nouveaux débris et les colonies ayant subi des dégradations • Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) : - Diminution d'abondance de 1 espèce de mollusque (<i>Isognomon isognomon</i>) - Présence nouvelle de 2 espèces de mollusque

2spp., *Pavona cactus*, *Turbinaria mesenterina*, *T. reniformis*, *Caulastrea furcata*, *Echinopora gemmacea*, *Favia* sp., *Favites* sp., *Fungia* 2spp., *Seriatopora histrix*, *Stylophora pistillata*, *Alveopora catalai*, *Alveopora* sp., *Alveopora spongiosa*, *Goniopora* sp., *Porites cylindrica*

- **Blanchissement corallien** observé sur 42 espèces : *Acropora* 4spp. (branchu), *Acropora* 2sp. (tabulaire), *Acropora grandis*, *Anacropora* 2sp., *Astreopora myriophthalma*, *Montipora* 3spp., *Montipora undata*, *Pachyseris speciosa*, *Pavona cactus*, *Pavona decussata*, *Turbinaria mesenterina*, *T. reniformis*, *Caulastrea furcata*, *Echinopora gemmacea*, *Favia* 2spp., *Favites* 2spp., *Favites abdita*, *Fungia* 2spp., *Leptastrea purpurea*, *Leptoria phrygia*, *Platygyra sinensis*, *Merulina ampliata*, *Merulina scabricula*, *Acanthastrea echinata*, *Lobophyllia hemprichii*, *Galaxea astreata*, *G. fascicularis*, *Echinophyllia horrida*, *Pectinia lactuca*, *P. paeonia*, *Seriatopora histrix*, *Stylophora pistillata*

(*Tridacna crocea* et *T. maxima*)

- Présence nouvelle de 1 espèce spongiaire (*Spherospongia vagabunda*)

5.9 Station 02 = Creek baie nord

Cette station fait partie du réseau de surveillance (dans le cadre du suivi règlementaire de l'ICPE et auparavant dans le cadre des études de l'état des lieux) : elle n'a pas été positionnée pour surveiller le Creek baie nord.

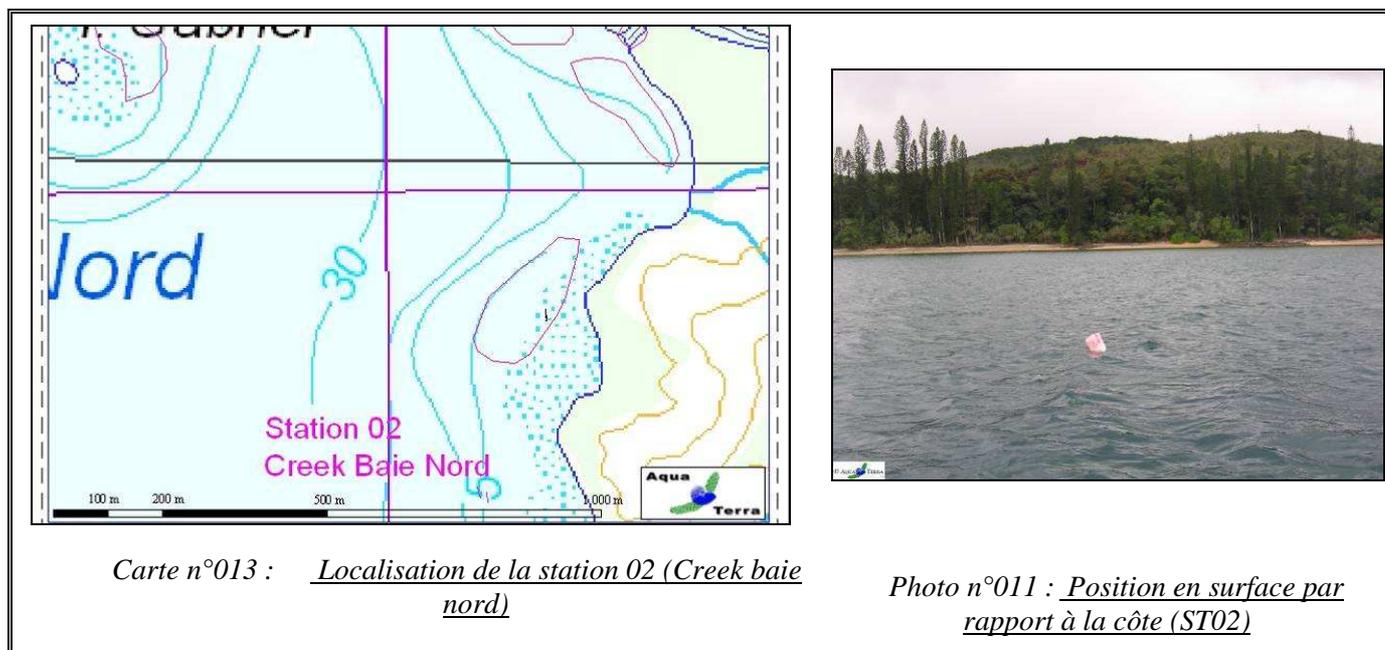
Ce réseau doit être échantillonné de manière semestrielle : le dernier échantillonnage date de fin mars 2011, 1 semaine avant cette mission. Ses résultats sont donc repris ici.

Elle se trouve éloignée de l'embouchure du Creek baie nord de près de 900 m et dans le sud de cette dernière, si bien qu'elle est en dehors du parcours le plus fréquent du panache des eaux du creek et enfin, elle est au voisinage de 10 m de profondeur, donc à une profondeur que les eaux douces du creek ne peuvent atteindre.

5.9.1 Fiche descriptive (ST02)

5.9.1.1 Localisation géographique (ST02)

La station 02 (Creek baie nord) est située au sud de l'embouchure du Creek baie nord, à proximité d'un petit récif (langue récifale). Elle ne compte que deux transects qui sont positionnés face à un amas rocheux sur la plage (photographie 11). Ils ont été installés respectivement à 9 mètres et 12 mètres de profondeur, avec une orientation du sud vers le nord.



Carte n°013 : Localisation de la station 02 (Creek baie nord)

Photo n°011 : Position en surface par rapport à la côte (ST02)

5.9.1.2 Description générale (ST02)

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. Les espèces benthiques vivant dans ce biotope sont adaptées aux conditions de turbidité soutenue 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).

5.9.1.3 Caractéristiques principales (ST02)

Lors de la mission de mars 2011, la station se caractérisait par :

- 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 alcyonaire important (*Sarcophyton*).

- Richesse spécifique importante des coraux (la plus importante de toutes les stations de suivi environnemental de la baie de Prony) : 83 espèces sur le transect A et 70 au transect B.
- Hyper sédimentation : les petites colonies coralliennes ont tendance à s'envaser.
- 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 sécrétions de mucus et/ou de grands polypes pour se dégager de la sédimentation.
- Compétition spatiale importante entre les alcyonaires, les algues brunes et les coraux.

5.9.1.4 Récapitulations des variations en 2009 (ST02)

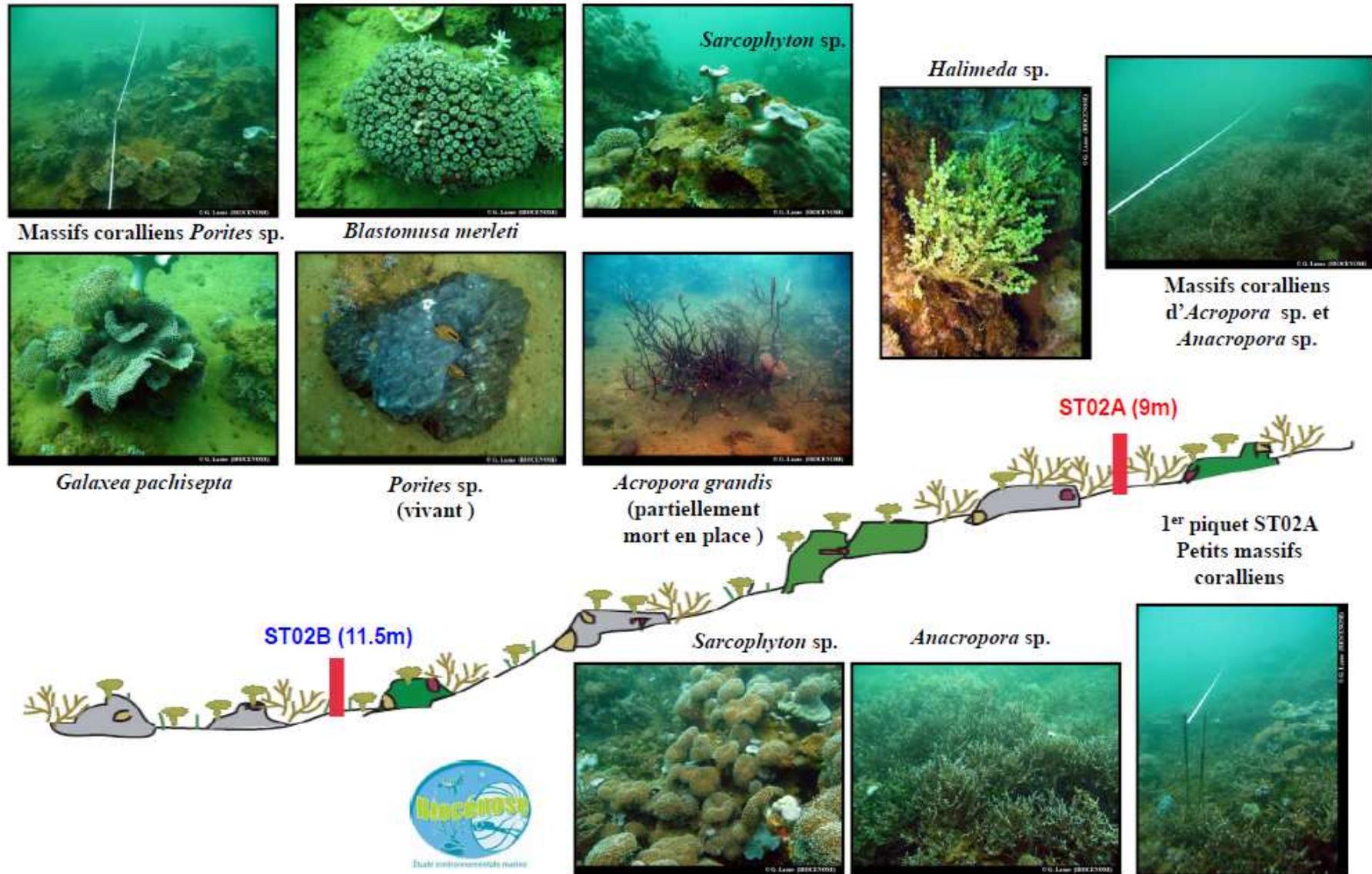
Variation entre les missions de juin 2009 et décembre 2009 (ST02, transect A)

- Les genres et espèces de scléactiniaires n'ayant pas encore réintégré l'ensemble de leur zooxanthelles sont faible (D/A=7,41%) et leur recouvrement ne représente que 2 %.
- Quelques colonies *Acropora* sp. n'ont pas réintégré leur zooxanthelles et quelques autres espèces sont nouvellement blanchies : *Fungia* spp., *Galaxea astreata*, *G. fascicularis* et *Astreopora* cf. *moretonensis*.
- Les genres et espèces de scléactiniaires ayant réintégré leurs zooxanthelles depuis la mission de juin 2009 sont : *Anacropora* sp., *Merulina ampliata*.
- Le recouvrement en débris coralliens et les coraux morts en place ont légèrement augmenté dans le couloir d'étude du transect ST02A.
- Cette légère mortalité corallienne a certainement favorisé le développement modéré de cyanobactéries (*Phormidium* et en forme de pompon) sur les débris coralliens et sur les coraux morts en place.

Variation entre les missions de juin 2009 et décembre 2009 (ST02, transect B)

- Les genres et espèces de scléactiniaires n'ayant pas encore réintégré l'ensemble de leur zooxanthelles sont faible (D/A=8.7%) et leur recouvrement est très faible (<1%) : *Acropora* spp. branchu, *Galaxea astreata*, *Galaxea fascicularis*, *Cyphastrea serailia*.
- Par contre, quelques colonies sont nouvellement blanchies : *Acropora* spp. branchu, *Galaxea astreata*, *Cyphastrea serailia*, *Oxypora glabra*. La cause de se blanchissement pourrait être corrélée aux *Holothuria flovomaculata* observées sur ou à proximité de ces colonies coralliennes.
- Les genres et espèces de scléactiniaires ayant réintégré leurs zooxanthelles depuis la mission de juin 2009 sont : *Porites lobata*, mais une colonie paraît plus pâle.
- L'espèce scléactiniaire *Leptoseris foliosa* a été nouvellement recensée dans le couloir de ce transect et était auparavant identifiée comme *Leptoseris scabra*.
- **Développement modéré de cyanobactéries** (en forme de pompon) sur les débris coralliens et sur les coraux morts encore en place.

5.9.2 Schéma structural (ST02)



5.9.3 Le substrat (ST02)

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

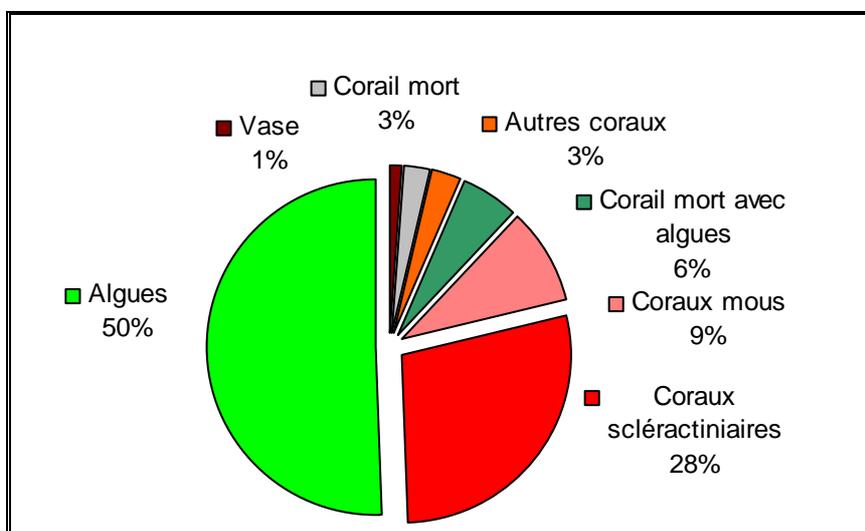


Figure n°027 : *Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST02A*

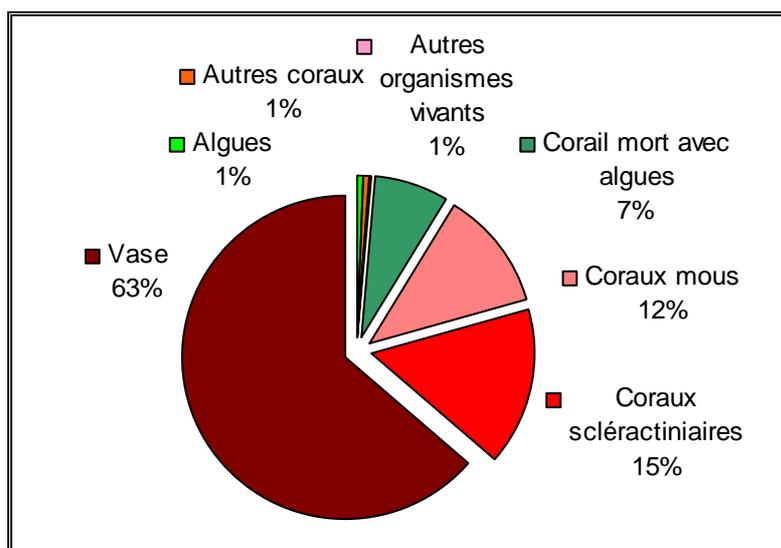


Figure n°028 : *Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST02B*

Pour cette mission (mars 2011), sur le transect A, le recouvrement algal (sur les débris notamment) est plus important qu'en décembre 2009 (+ 12%) qui fait que ce transect est caractérisé par un substrat quasiment totalement biotique (96.5%), avec donc 50.5 % d'algues et 28.5% de coraux scléactiniaires. Parmi ceux-ci, quelques branches d'*Acropora* blanchies (2.5%).

Au contraire, sur le transect B, le substrat est majoritairement abiotique et vaseux (63.5%). La partie biotique est constituée essentiellement pas des alcyonaires et des coraux scléactiniaires (respectivement 12% et 16%) et est en progression par rapport à décembre 2009 (que 7.5% et 9.5% respectivement).

5.9.4 Le benthos (ST02)

La liste des taxons cibles échantillonnés sur cette station est fournie [annexe 04](#).

Les espèces inféodées à ce milieu sont adaptées aux conditions turbides (faible pénétration de la lumière dans l'eau, croissance rapide et/ou grands polypes pour se dégager de la sédimentation).

5.9.4.1 Benthos Transect 02 A

En avril 2011, la richesse spécifique des coraux a légèrement évolué depuis la mission précédente (recrutement de 3 espèces *Goniastrea australensis*, *Echinophyllia aspera* et *Pectinia paeonia* et mortalité de 3 espèces : *Astreopora listeri*, *Pavona venosa*, *Hydnophora pilosa*).

La mortalité des coraux (diminution d'abondance de 3 espèces) concerne des espèces à petits polypes (*Pavona varians*, *Stylocoeniella armata* et *Turbinaria stellulata*).

Le blanchissement corallien influence seulement 3/83 espèces (*Acropora* sp. branchu, *Merulina ampliata*, *Echinophyllia aspera*), ces espèces sont particulièrement sensibles aux variations des paramètres environnementaux. Le recouvrement des colonies blanchies est inférieur à 2% du recouvrement corallien (% visuel).

Le développement des cyanobactéries est en constante régression et l'astérie *Culcita novaeguineae* n'a pas été recensée dans cette zone.

5.9.4.1.1 Les Scléactiniaires (ST02A)

Les genres *Acropora*, *Anacropora* (Acroporidae : 19 espèces) et l'espèce *Hydnophora rigida* sont caractérisés par une croissance rapide (pointes blanches signifiant une croissance rapide car les zooxanthelles n'ont pas encore colonisées leurs extrémités). Ces espèces forment de grands massifs branchus et occupent un recouvrement très important. On peut noter la présence d'*Anacropora puertogalerae* et d'*Acropora grandis*. Les coraux massifs ou encroûtant colonisent généralement les parties verticales des récifs ou des blocs coralliens pour que la sédimentation ne soit pas un obstacle à leur édification.

Tableau n°052 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST02A)*

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléactiniaire		
Acroporidae	19	5
Agaraciidae	7	3
Astrocoeniidae	1	3
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	6	3
Faviidae	12	3
Fungiidae	8	3
Merulinidae	4	3
Mussidae	5	2
Oculinidae	2	3
Pectiniidae	4	3
Pocilloporidae	2	1
Poritidae	7	3
Siderastreidae	2	2
Total scléactiniaire	79	-
Non Scléactiniaire		
Milleporidae	3	5
Gorgone	0	0
Tubiporidae	0	0
Antipathaire	1	1
Total coraux (A)	83	-
dont nb. esp. blanchies (B)	3	
Blanchissement	B/A	Visuel
	3.61%	<2%

Ce niveau bathymétrique est colonisé par 83 espèces coralliennes dont deux espèces de *Millepora* branchu, une espèce de *Millepora* encroûtant et une espèce d'antipathaire. Les familles scléractiniaires (79 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (19 taxons), les Faviidae (12 taxons), les Fungiidae (8 taxons), les Agariciidae (7 taxons), les Poritidae (7 taxons), les Dendrophyllidae (6 taxons), Mussidae (5 taxons), Merulinidae (4 taxons) et les Pectiniidae (4 taxons).

Variations entre décembre 2009 et avril 2011 :

- **Evolution de la richesse spécifique des coraux :**

- Recrutement : 3 nouvelles espèces coralliennes (*Goniastrea australensis*, *Echinophyllia aspera* et *Pectinia paeonia*)

- Mortalité de 3 espèces (*Astreopora listeri*, *Pavona venosa*, *Hydnophora pilosa*)

- Mobilité de 1 espèce (*Polyphyllia talpina*). Les Fungiidae sont mobiles, leur abondance est variable dans la zone et de ce fait leur absence n'est pas caractéristique de mortalité

- **Variation d'abondance :**

- Diminution d'abondance de 3 espèces : *Pavona varians*, *Stylocoeniella armata* et *Turbinaria stellulata*

- Augmentation d'abondance de 2 espèces : *Hydnophora exesa* et *Scolymia australis*

- **Blanchissement corallien** rare observé sur 3 espèces : *Acropora* sp. (branchu), *Merulina ampliata*, *Echinophyllia aspera*.

5.9.4.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST02A)

Les macrophytes et les invertébrés (hors coraux) ne présentent pas d'évolution particulière qui s'écarterait des variations saisonnières. Ces organismes sont également bien adaptés à la forte sédimentation. Leur recouvrement est important et ils colonisent tous les types de substrat. De plus, ils ne présentent aucune trace de blanchissement ou de dégradation.

Tableau n°053 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST02A)

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	9	5
Algue brune	1	5
Algue rouge	1	3
Algue verte	3	2
Cyanobactéries	1	1
Anémone	0	0
Ascidie	0	0
Astérie	1	1
Crinoïde	0	0
Echinide	1	2
Holothurie	2	2
Hydraire	1	3
Mollusque	3	2
Spongiaire	4	4
Zoanthetaire	1	2
TOTAL	28	-

Les algues brunes *Lobophora variegata* abondent sur tous les substrats durs, le genre *Padina* est absent. Les algues vertes *Halimeda* sp. sont moins nombreuses mais reste variées, regroupées en petits bouquets à travers les coraux branchus et sur les massifs (*H. gigas* croit directement dans la vase (macrophyte à bulbe)).

De nombreux alcyonaires se répartissent sur les petits massifs dont les plus nombreux sont représentés par le genre *Sarcophyton*. L'espèce de petite taille se répartie abondamment et recouvrent en masse les roches et les débris coralliens. Les autres espèces d'alcyonaires ont un recouvrement moindre.

Les spongiaires (*Cliona jullienei*, *C. orientalis*) ne présentent pas d'évolution. Les holothuries (*H. edulis*,

Stichopus variegatus, *Holothuria flovomaculata*) sillonnent les débris coralliens déposés sur la vase fine. Cette dernière espèce n'est recensée en Nouvelle-Calédonie que dans la baie de Prony.

Variations entre décembre 2009 et avril 2011 :

- **Algues (variation saisonnière) :**

- Légère augmentation du recouvrement des algues vertes *Halimeda* sp. (toujours aussi variées avec 3 spp.), elles se développent en petits bouquets à travers les coraux branchus et sur les massifs. Les genres *Padina* et *Neomeris* sont encore absent pour cette mission (cycle saisonnier).

- **Présence de cyanobactéries** mais leur recouvrement reste en très faible proportion

- **Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) :**

- Présence nouvelle de 1 espèce d'astérie (*Nardoa gomophia*)
- Présence nouvelle de 2 espèces d'holothuries (*Holothuria edulis* et *Stichopus variegatus*)
- Présence nouvelle de 1 espèce de spongiaire (*Leucetta chagosensis*)
- Diminution d'abondance de 2 genres d'alcyonaires (*Sarcophyton* sp. et *Sinularia leptoclados*)
- Diminution de l'abondance de 1 espèce d'holothurie (*Holothuria flovomaculata*)
- Absence de 1 espèce d'astérie (*Fromia* sp.)
- Absence de 1 espèce de mollusque (*Pedum spondyloidum*)
- Absence de 1 espèce de spongiaire (*Stellata* sp.)

5.9.4.2 Benthos Transect 02 B

En avril 2011, la richesse spécifique a évolué depuis la mission précédente (recrutement de 5 espèces *Pavona venosa*, *Goniastrea reniformis*, *Echinophyllia aspera*, *Galaxea paucisepta* et *Leptoseris tubulifera* et mortalité de 3 espèces : *Goniastrea pectinata*, *Pavonia varians*, *Leptoseris foliosa*).

La mortalité des coraux (diminution d'abondance de 2 espèces) concerne des espèces à petits polypes et à l'exosquellette fragile (*Anacropora puertogalerae*, *Pachyseris speciosa*).

Le blanchissement corallien influence 8/71 espèces (*Acropora grandis*, *Acropora* 1sp. (branchu), *Pavona cactus*, *Turbinaria mesenterina*, *Merulina ampliata*, *Mycedium elephantotus*, *Seriatopora hystrix*, *Porites lobata*). Ces espèces sont particulièrement sensibles aux variations des paramètres environnementaux. Le recouvrement des colonies blanchies est inférieur à 2% du recouvrement corallien (% visuel).

Le développement des cyanobactéries est légèrement en augmentation (forme en pompon) sur les coraux dégradés et l'astérie *Culcita novaeguineae* n'a pas été recensée dans cette zone.

5.9.4.2.1 Les Scléactiniaires (ST02B)

Les coraux branchus sont dominants (croissance rapide), les colonies sont plus dispersées et ne forment pas d'aussi larges massifs qu'à l'étage supérieur. A noter, comme pour la mission précédente, la présence de *Anacropora* sp., *Hydnophora rigida*, *Lithophyllum edwardsi*, *Cyphastrea japonica*, *Porites cylindrica*, *Pavona cactus*, *Barabattoia amicorum*, *Turbinaria mesenterina*, *T. reniformis* et *T. stellulata* ainsi que *Blastomussa merleti*.

Ce niveau bathymétrique est colonisé par 70 espèces coralliennes dont 3 espèces de *Millepora*. La richesse spécifique des scléactiniaires pour ce niveau bathymétrique est l'une des plus importante des stations de la baie de Prony (67 espèces). Elles sont réparties préférentiellement dans les familles des Acroporidae (14 espèces), Faviidae (11 espèces), Agaraciidae (6 espèces), Pectiniidae (6 espèces), Mussidae (5 espèces), les Merulinidae (5 espèces) et les Siderastreidae (4 espèces).

Comme pour le niveau supérieur, les espèces inféodées à ce milieu sont adaptées aux conditions turbides (faible pénétration de la lumière dans l'eau, croissance rapide et/ou grands polypes pour se dégager de la sédimentation). Cependant, le transect est positionné en bas de pente sédimentaire et le taux de sédimentation est plus important que pour le niveau supérieur. Le recouvrement corallien est plus faible et les colonies sont majoritairement de plus petites tailles. Malgré tout, une grande colonie de *Coscinaraea columna* de 3 m de diamètre s'épanouit dans cet environnement chargé de particules terrigènes. A noter, la présence d'espèces caractéristiques des milieux turbides : *Blastomussa merleti*, *Anacropora* sp., *Hydnophora rigida*, *Lithophyllum edwardsi*, *Cyphastrea japonica*, *Porites cylindrica*, *Pavona cactus*, *Turbinaria mesenterina* et *T. stellulata*, *Stylocoeniella armata* et *S. guentheri*. Les espèces *Mycedium elephantotus*, *Leptoseris foliosa*, *L. mycetoseroides*, *L. yabei* sont logées dans des cavités ou bien des surplombs pour être protégées de la sédimentation.



Variations entre décembre 2009 et avril 2011 :

- **Evolution de la richesse spécifique des coraux :**

-Recrutement : 5 nouvelles espèces coralliennes juvéniles (*Pavona venosa*, *Goniastrea reniformis*, *Echinophyllia aspera*, *Galaxea paucisepta* et *Leptoseris tubulifera*)

- Mortalité de 3 espèces : *Goniastrea pectinata*, *Pavonia varians*, *Leptoseris foliosa*

- **Variation d'abondance :**

- Diminution d'abondance pour 2 espèces : *Anacropora puertogalerae*, *Pachyseris speciosa*

- Augmentation d'abondance pour 2 espèces : *Lithophyllum mokai*, *Barrabattoia amicornum*

- **Blanchissement corallien** observé sur 8 espèces : *Acropora grandis*, *Acropora* 1sp. (branchu), *Pavona cactus*, *Turbinaria mesenterina*, *Merulina ampliata*, *Mycedium elephantotus*, *Seriatopora histrix*, *Porites lobata*. La colonie de taille métrique d'*Acropora grandis* en début de transect montrait déjà des signes de blanchissement lors de la mission précédente et ces dégradations s'accroissent au fur et à mesure du temps.

Tableau n°054 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST02B)*

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléactiniaire		
Acroporidae	14	5
Agaraciidae	6	3
Astrocoeniidae	2	3
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	3	3
Faviidae	11	3
Fungiidae	3	3
Merulinidae	5	3
Mussidae	5	2
Oculinidae	2	3
Pectiniidae	6	2
Pocilloporidae	3	2
Poritidae	3	2
Siderastreidae	4	2
Total scléactiniaire	67	-
Non Scléactiniaire		
Milleporidae	3	3
Gorgone	0	0
Tubiporidae	0	0
Antipathaire	0	0
Total coraux	70	-
dont nb. esp. blanchies (B)	8	
Blanchissement	B/A	Visuel
	11.27%	< 2%

5.9.4.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST02B)

Les macrophytes et invertébrés (hors coraux) ne présentent pas d'évolution particulière qui s'écarterait des variations saisonnières. Ils sont également bien adaptés à la forte sédimentation. Leur recouvrement est important et ils colonisent tous les types de substrat.

Les algues brunes *Lobophora variegata* abondent sur tous les substrats durs et les algues vertes du genre *Halimeda* sont dispersées par thalles sur la roche et l'espèce *H. gigas* croît directement dans la vase

(macrophyte à bulbe). Les alcyonaires du genre *Sarcophyton* et *Sinularia* sont toujours très bien développés et de nombreuses colonies sont regroupées sur les substrats durs (pas de blanchissement). L'espèce de petite taille *Sarcophyton* se répartie abondamment et recouvrent en masse les roches et les débris coralliens. Les échinodermes ne sont pas très diversifiés, par contre des crinoïdes ont été inventoriées pour la première fois dans cette station. Les holothuries (*Holothuria flovomaculata* et *H. edulis*) sillonnent les substrats vaseux et les débris coralliens.

Variations entre décembre 2009 et avril 2011 :

- **Algues (variation saisonnière) :**
 - Augmentation du recouvrement des algues brunes : *Lobophora variegata*
 - Absence de l'algue brune *Padina* sp.
 - **Présence de cyanobactéries :** Leur développement a légèrement augmenté et se concentre sur les substrats vaseux
 - **Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) :**
 - Présence nouvelle de 1 espèce d'alcyonaire (*Rhytisma*)
 - Diminution d'abondance des alcyonaires (*Sinularia leptocladus*)
 - Absence de 1 espèce d'ascidie (*Clavelina detorta*)
 - Absence de 1 espèce de spongiaire (*Stellata* sp.).

Tableau n°055 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST02B)

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	10	5
Algue brune	1	5
Algue rouge	1	3
Algue verte	3	3
Cyanobactéries	1	2
Anémone	0	0
Ascidie	0	0
Astérie	1	1
Crinoïde	0	0
Echinide	1	2
Holothurie	1	2
Hydraire	1	3
Mollusque	3	2
Spongiaire	3	3
Zoanthaire	1	2
TOTAL	27	

5.9.5 Les poissons (ST02)

Sur l'ensemble de la station, 174 individus appartenant à 37 espèces différentes (14 familles) ont pu être observés (cf. [tableau 56](#)).

Sur les deux transects, se sont 71 individus appartenant à 13 espèces différentes (7 familles) ([figure 29](#)) qui ont pu être observés. Ils représentent une densité de 0.61 poissons/m² ([figure 30](#)) pour une biomasse de 60.95 g/m².

Tableau n°056 : *Poissons échantillonnés sur les transects de la zone 02*

FAMILLE	ESPECE	NOMBRE	DENSITE (ind./m ²)	BIOMASSE (g/m ²)
Chaetodontidae	<i>Chaetodon lunula</i>	4	0,03	0,32
	<i>Chaetodon melannotus</i>	3	0,02	0,31
	<i>Chaetodon plebeius</i>	2	0,03	0,25
Epinephelinae	<i>Anyperodon leucogrammicus</i>	2	0,03	0,72
	<i>Plectropomus leopardus</i>	2	0,03	31,21
Labridae	<i>Cheilinus trilobatus</i>	1	0,01	0,40
	<i>Hemigymnus melapterus</i>	2	0,01	1,92
Nemipteridae	<i>Scolopsis bilineatus</i>	7	0,09	6,04
Pomacentridae	<i>Chrysiptera rollandi</i>	32	0,20	0,03
Scaridae	<i>Chlorurus sordidus</i>	5	0,06	1,32
	<i>Scarus flavipectoralis</i>	7	0,05	17,10
Siganidae	<i>Siganus puellus</i>	2	0,03	0,82
	<i>Siganus vulpinus</i>	2	0,03	0,47
TOTAL		71	0,61	60,95

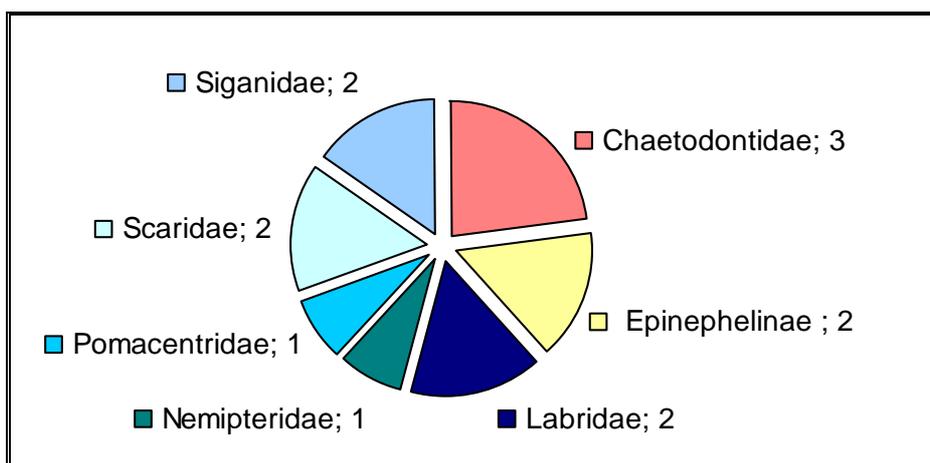


Figure n°029 : *Richesse spécifique par famille de poissons (ST02)*

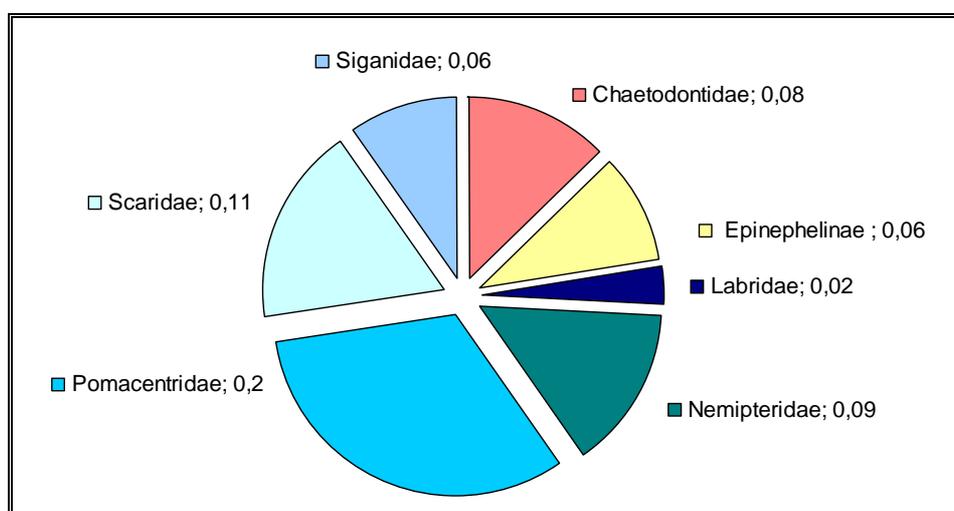


Figure n°030 : *Densité (nb individus/m²) par famille de poissons (ST02)*

6 Résultats généraux / Synthèse

6.1 Substrat

Les pourcentages de recouvrement du substrat, pour toutes les catégories, sont présentés dans le [tableau 83](#) en [annexe 03](#) (résultats pour tous les transects).

Le [tableau 84](#) en [annexe 03](#) et la [figure 31](#) 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 scléactiniaires et le reste (c'est-à-dire : macrophytes & invertébrés avec les autres coraux),
- la partie abiotique.

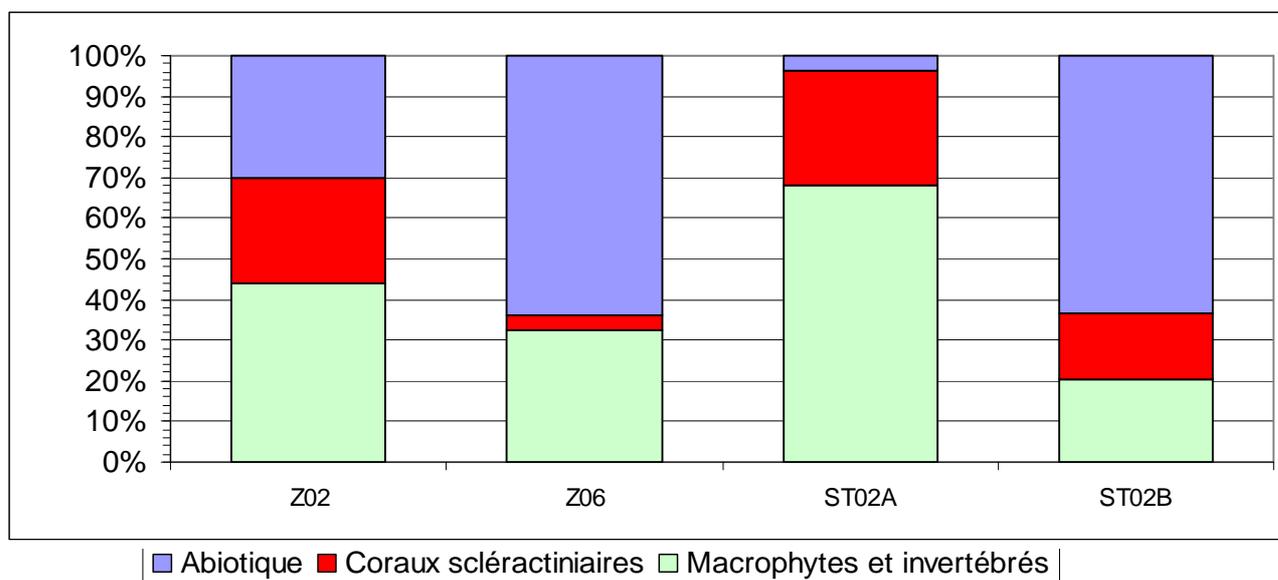


Figure n°031 : *Représentation du recouvrement (en %) du substrat partie biotique/abiotique*

Si précédemment (2009), les deux transects en zones 02 et 06 (de part et d'autre de l'embouchure du Creek baie nord) se ressemblaient avec entre 30% et 40% de substrat abiotique, en avril 2001, le substrat sous le transect de la zone 06 est à nette dominance abiotique avec 64% de recouvrement par du sable et des débris. Les transects de la station 02 sont très différents : le transect A est recouvert par 96.5% de substrat biotique (dominance des algues et coraux scléactiniaires), alors que le transect B (bas) est composé majoritairement de substrat abiotique (63.5%).

Le taux de recouvrement corallien scléactiniaire varie selon les transects et leur profondeur.

Tous les transects les plus profonds ont un taux de recouvrement biotique significativement plus bas que sur les transects supérieurs.

En 2009, les coraux colonisaient entre 14.5% et 26% du substrat pour les zones aux alentours du creek (zones 02 et 06) et entre 23% et 33% pour le transect supérieur de la station 02 (ST02A) pour seulement 9.5% au transect inférieur (ST02B).

En 2011, ces taux sont similaires à part une augmentation à 16% au transect inférieur de la station 02 (ST02B) et toujours pour le transect de la zone 06 une vraie baisse, puisque les scléactiniaires ne couvrent plus que 3.5% du substrat.

6.2 Benthos

Les résultats bruts (listing et abondance) du dénombrement du benthos, sont présentés en [annexe 04](#) (résultats pour tous les transects et les zones).

Les [tableaux 85 & 86](#) en [annexe 04](#) et la [figure 32](#) ci-dessous, récapitulent la richesse spécifique (le nombre de taxa) pour chaque transect de chaque station pour le benthos.

Ce dernier a été réparti en 3 grands groupes :

- les coraux scléactiniaires,
- les autres coraux (durs),
- le reste des organismes vivants, sous l'appellation « macrophytes et invertébrés ».

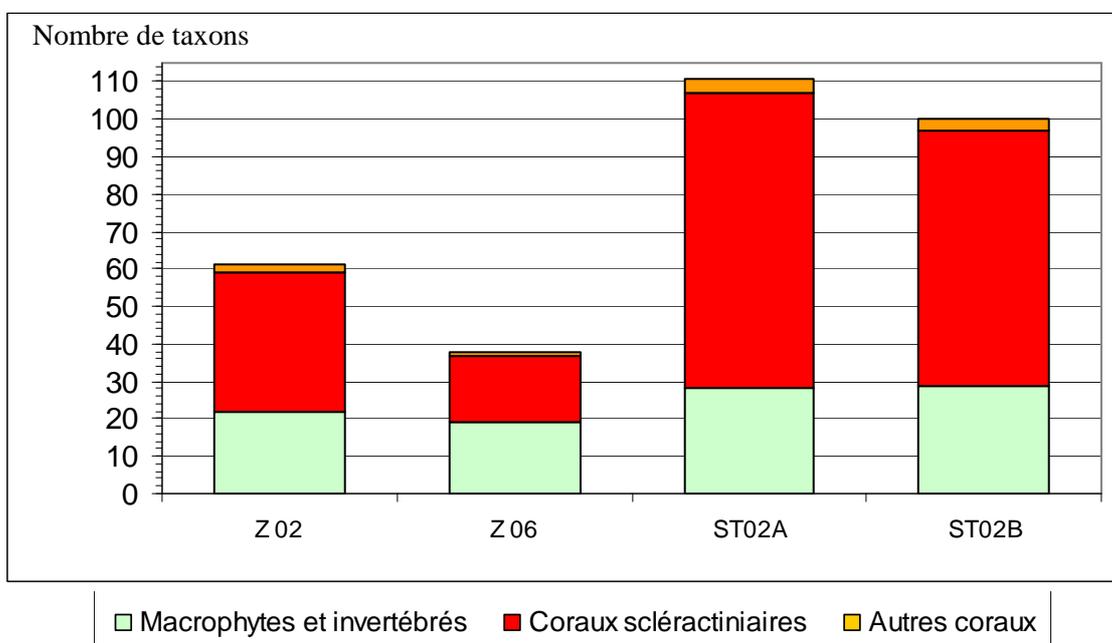


Figure n°032 : Richesse taxonomique du benthos dans les 3 groupes clés

La biodiversité corallienne est très contrastée, notamment pour les scléactiniaires dont 18 à 79 espèces différentes ont été dénombrées selon les transects.

6.3 Ichtyologie

Les paramètres de base quantitatifs peuvent être calculer pour les transects situés en zones 02 & 06, qui sont situés de part et d'autre de l'embouchure du Creek baie nord.

Le [tableau 57](#) présente les différents paramètres (richesse spécifique, abondance, densité et biomasse) pour le transect des zones 02 & 06, selon le listing complet (toutes espèces).

Tableau n°057 : Paramètres des poissons échantillonnés, toutes espèces (transect zones 02 & 06)

	Transect Zone 02				Transect Zone 06				
	2009			2011	2009				2011
Paramètres	Avril	Juin	Déc.	Avril	Paramètres	Avril	Juin	Déc.	Avril
Biodiversité	16	18	35	19	Biodiversité	12	9	28	24
Nombre d'individus	77	78	314	124	Nombre d'individus	52	16	108	69
Densité (Nb/m ²)	0,99	1,27	7,33	5,51	Densité (Nb/m ²)	0,65	0,40	3,50	2,4
Biomasse (g/m ²)	10,66	11,98	21,61	9,18	Biomasse (g/m ²)	3,10	2,47	13,60	11,6

Des comparaisons temporelles (i.e. des différentes missions) peuvent alors être effectuées (cf. [tableau 58](#)).

Les tests portent donc sur des matrices de 2 lignes (deux transects) et quatre colonnes (quatre missions). Le test de Pearson a ainsi un ddl = 3 ($\chi^2_{0,95} = 7,81$) et l'ANOVAR est à $k_1 = 3$ et $k_2 = 4$ ($F_{0,95} = 6,59$ et $F_{0,975} = 9,98$).

Tableau n°058 : Tests de comparaisons temporelles des paramètres des poissons échantillonnés, toutes espèces (transect zones 02 & 06)

Comparaison temporelle				
Ho : les données temporelles (tab.57) sont identiques				
Test de		Biodiv.	Densité	Biom.
Pearson	χ^2_{obs}	3,14	0,11	2,16
ANOVAR	F _{obs}	6,63	3,37	1,82

Ainsi, selon ces tests, toutes les hypothèses d'identité Ho sont acceptées (sauf l'ANOVAR sur la biodiversité qui n'est acceptée qu'à la P_{0,96}).

Cela signifie que pour chaque paramètre, la distribution des valeurs au cours du temps est similaire (test de Pearson). Les variances sont également similaires (ANOVAR). On peut donc regrouper les données pour en calculer la moyenne.

Les comparaisons des moyennes des valeurs regroupées d'avril 09-juin 09 et de décembre 09-avril 11 sont présentées dans le tableau 59.

Tableau n°059 : Test de Student entre la moyenne des valeurs obtenues au moment de l'accident (avril et juin 2009) et celle des valeurs obtenues 6 mois et deux ans plus tard (déc. 09 et avril 2011)

ddl = 3	t _{0,05} = 7,81	
Paramètre	t _{obs}	Hypothèse d'identité
Biodiversité	2,81	acceptée
Densité	3,01	acceptée
Biomasse	1,64	acceptée

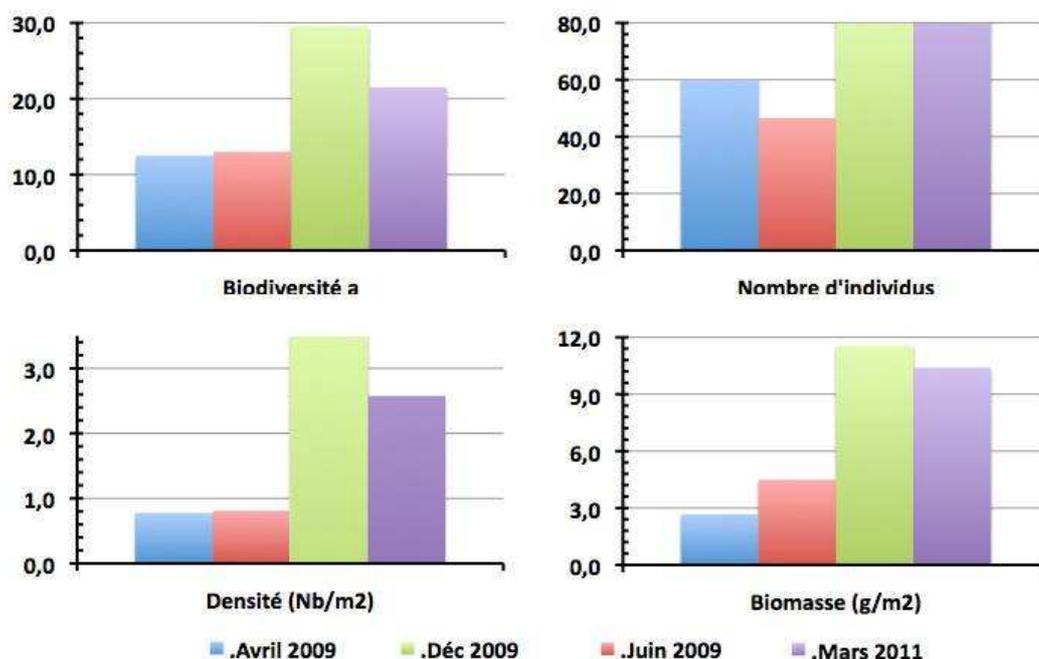


Figure n°033 : Représentation des moyennes pour les transects des zones 02 et 06

On remarquera que les densités/m² de décembre 2009 et mars 2011 sont différentes bien que le nombre d'individus soit le même. Ce sont les surprises du TLV : lorsque le même nombre de poissons se rapprochent de l'opérateur la surface du transect s'en trouve réduite et la densité augmente

Il est donc possible de conclure que ces trois paramètres (biodiversité, densité, biomasse) n'ont pas (ou peu)





été affectés par l'accident. Cependant, en l'absence de valeurs antérieures à l'accident il est aussi possible d'imaginer que la zone soit toujours affectée par l'accident.

Et quoi qu'il en soit, en l'absence de valeurs antérieures au mois d'avril 2009 obtenues sur cette même zone, un résultat contraire (et n'importe quel résultat) aurait également supporté plusieurs hypothèses contradictoires. C'est pourquoi les investigations quantitatives sont dans ce cas d'étude que de peu d'intérêt, contrairement aux observations sur les aspects qualitatifs de la biodiversité : nombre et identifications des espèces et leur statut (cf. § 7.3).



7 Comparaison avec les données historiques

Les différentes zones que nous avons prospectées au cours de cette mission l'avaient déjà été trois fois en 2009 en : avril, juin et décembre.

Les résultats généraux peuvent donc être comparés à ces données antérieures.

Par ailleurs, la ST02 fait partie des 12 stations du réseau de surveillance du projet et de ce fait, elle a déjà été échantillonnée 7 fois depuis 2007 (août 2007, octobre 2008, avril et juin 2009, mars et septembre 2010, mars 2011).

7.1 Substrat

L'évaluation de l'évolution du substrat peut se faire de manière quantitative grâce aux résultats des LIT. Nous pouvons donc suivre les transects des zones 02 & 06 ainsi que les 2 de la station 02.

Pour suivre une évolution globale, nous avons comparé les résultats (en pourcentage de recouvrement) des fonds biotiques (en deux groupes : les coraux scléactiniaires et les autres organismes vivants, rangés sous le terme de « macrophytes et invertébrés ») et des fonds abiotiques (cf. [tableaux 60 et 61](#)).

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 comme « une perte de temps et d'argent » [[13](#)].

Pour ces raisons et les différences potentielles dans les conditions d'exécution des campagnes, nous n'avons donc gardé que la marge supérieure à 20% de fluctuation.

Station 02 (900 m au sud du Creek baie nord)

Dans le rapport présentant les résultats de la campagne de 2008 [[14](#)], il était montré que pour les 3 stations de la baie de Prony, il n'apparaissait pas de variation entre les résultats de 2007 et ceux de 2008.

Entre avril 2009 et octobre 2008, il n'y a pas de variation pour le transect B.

Pour le transect A, il y a une diminution de 20% dans le taux en macrophytes et invertébrés, dû à la présence moins marquée des algues (saisonnalité).

Entre avril 2009 et juin 2009, le transect B est toujours stable.

Pour le transect A, il y a par contre plus d'algues en juin (+ 19.5%) et un recouvrement en scléactiniaires en légère baisse (- 5.5%), ce qui fait que les résultats de ce LIT (juin 2009) rejoignent quasi à l'identique ceux de la campagne d'octobre 2008.

Entre juin 2009 et décembre 2009, le transect B est relativement stable, avec une petite baisse du recouvrement en macrophytes (de 17% en juin à 11.5% en décembre).

Le transect A, est relativement stable.

Entre mars 2001 et décembre 2009, si le transect B paraît toujours moyennement stable, il y a plus d'algues (+ 20%) sur le transect A en mars 2011, mais ce n'est pas au détriment des coraux dont le recouvrement est en légère hausse (+ 5.5%).

Zone 02 (juste au nord du Creek baie nord)

En 2009, pour les 3 missions, la station de la zone 02 était stable avec une très légère augmentation du recouvrement biotique. Ceci se confirme lors de cette mission de avril 2011, où aucun changement majeur n'apparaît.



Zone 06 (sud, environ 400 m, du Creek baie nord)

En 2009, le recouvrement du substrat de la zone 06 subit quelques fluctuations dans le recouvrement algal (cyclicité et saisonnalité possible), ainsi que dans celui en scléactiniaires, mais reste dans une fourchette moyenne comparable pour ces trois missions.

Par contre, en avril 2011, il y a une perte significative dans le recouvrement en scléactiniaires (- 18.5%) sur ce transect : les pourcentages qui évoluaient en 2009 entre 20.5% et 26% tombe pour cette mission à 3.5%. La quasi majorité des coraux sont morts.

Cette dégradation est flagrante sur toute la zone, avec la mortalité d'une majorité des colonies coralliennes mais aussi celle de grandes colonies d'alcyonaires (*Sarcophyton*) qui se trouvaient un peu plus vers le littoral. Il ne reste en place que les squelettes (partie basale pour les coraux mous) recouverts d'une couche de sédiments fins.

En définitive, les 2 transects de la station 02 ainsi que celui de la zone 02 sont assez stables depuis le début des campagnes. Les variations observées sont du fait des fluctuations de la présence algale.

La zone 06 a par contre subi une dégradation majeure entre la campagne de décembre 2009 et celle de mars 2011 entraînant la disparition de la quasi-totalité des scléactiniaires.

7.2 Benthos

7.2.1 Généralités

Le benthos a été étudié par le même opérateur et selon les mêmes méthodes en 2007, 2008, 2009 et 2011 mais avec un intervalle de un an puis de 6 mois et 2.5 mois et enfin quasiment 2 ans par rapport à la 1^{ère} mission et avec des conditions climatologiques différentes.

Comme un des paramètres majeurs de suivi du benthos est la richesse taxonomique, nous avons calculé l'évolution de la diversité totale et selon les 3 groupes préalablement définis (cf. [tableaux 62](#) et [63](#)) :

- macrophytes et invertébrés,
- coraux scléactiniaires,
- autres coraux (durs).

Tableau n°060 : Taux de recouvrement du substrat selon les missions, depuis 2009 (%)

	Avril 2009				Juin 2009				Décembre 2009				Mars 2011			
	Z02	Z06	ST02A	ST02B	Z02	Z06	ST02A	ST02B	Z02	Z06	ST02A	ST02B	Z02	Z06	ST02A	ST02B
Macrophytes et invertébrés	39	38	32,5	17	40	26,5	52	17	42,5	42	48	11,5	44	32,5	68	20,5
Coraux scléactinaires	14,5	20,5	33	9,5	18,5	26	27,5	9,5	25	22	23	9,5	26	3,5	28,5	16
Abiotique	46,5	41,5	34,5	73,5	41,5	47,5	20,5	73,5	32,5	36	29	79	30	64	3,5	63,5

Tableau n°061 : Evolution du taux de recouvrement du substrat, selon les missions, depuis 2009 (%)

	Juin 2009 vs avril 2009				Décembre 2009 vs juin 2009				Mars 2011 vs décembre 2009			
	Z02	Z06	ST02A	ST02B	Z02	Z06	ST02A	ST02B	Z02	Z06	ST02A	ST02B
Macrophytes et invertébrés	1	-11,5	19,5	0	2,5	15,5	-4	-5,5	1,5	-9,5	20	9
Coraux scléactinaires	4	5,5	-5,5	0	6,5	-4	-4,5	0	1	-18,5	5,5	6,5
Abiotique	-5	6	-14	0	-9	-11,5	8,5	5,5	-2,5	28	-25,5	-15,5

Code couleur :

- Le taux de recouvrement a augmenté
- Le taux de recouvrement est équivalent (à +/-20%)
- Le taux de recouvrement a diminué



Tableau n°062 : *Richesse taxonomique du benthos, selon les missions, depuis 2009*

	Avril 2009				Juin 2009				Décembre 2009				Mars 2011			
	Z02	Z06	ST02A	ST02B	Z02	Z06	ST02A	ST02B	Z02	Z06	ST02A	ST02B	Z02	Z06	ST02A	ST02B
Macrophytes et invertébrés	15	20	25	27	18	17	28	28	18	23	30	30	22	19	28	27
Coraux scléactinaires	29	25	71	64	28	26	76	65	28	27	77	66	37	18	79	67
Autres coraux	1	1	4	3	1	1	4	3	1	1	4	3	2	1	4	3
Richesse taxonomique totale	15	20	100	94	18	17	28	28	47	51	111	99	67	38	111	97

Tableau n°063 : *Evolution de la richesse taxonomique du benthos, selon les missions, depuis 2009 (gain/perte en taxa)*

	Juin 2009 vs avril 2009				Décembre 2009 vs juin 2009				Mars 2011 vs décembre 2009			
	Z02	Z06	ST02A	ST02B	Z02	Z06	ST02A	ST02B	Z02	Z06	ST02A	ST02B
Macrophytes et invertébrés	3	-3	3	1	0	6	2	2	4	-4	-2	-3
Coraux scléactinaires	-1	1	5	1	0	1	1	1	9	-9	2	1
Autres coraux	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Richesse taxonomique totale	2	-2	8	2	0	7	3	3	14	-13	0	-2

Code couleur :

- La richesse taxonomique a augmenté
- La richesse taxonomique est équivalente (à +/-2 taxa prêt)
- La richesse taxonomique a diminué



7.2.2 Les communautés coralliennes

Note :

Afin d'évaluer les dégradations éventuelles des communautés récifales dans la baie de Prony suite à l'accident d'acide de l'usine Vale Nouvelle-Calédonie (01 avril 2009), 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 de fonctionnement de l'écosystème, la diversité et l'abondance vont renseigner 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 ou encore par attirance saisonnière et comportementale vers un pôle attractif proche... .

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 ne présentant pas de variation épisodique (scléactiniaire, alcyonaire).

En effet si les données de richesse spécifique et d'abondance concernant les groupes des scléactiniaires et des alcyonaires 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...).

L'inventaire des coraux in situ (sous l'eau) est un exercice complexe. Les déterminations reposent sur des critères morphologiques de petite taille (de 1 cm au dixième de millimètre), ce qui signifie qu'une partie des espèces coralliennes ne peut pas être inventoriée en plongée (dans leur milieu). Pour déterminer chaque espèce, il faudrait procéder à un échantillonnage de fragment corallien puis à une observation sous microscope ou binoculaire en laboratoire des échantillons préalablement nettoyés (blanchis).

Pour une étude environnementale marine où l'objectif principal est de surveiller, mais en préservant l'environnement, il n'y a pas de prélèvement systématique de chaque espèce. C'est pourquoi afin de réaliser un état des lieux de la zone d'étude, l'inventaire des colonies est réalisé sous l'eau de manière générique et si possible spécifique (tous les genres coralliens peuvent être déterminés directement dans leur milieu). Puis afin d'avoir un inventaire le plus exhaustif possible, les espèces posant un problème à la détermination sont photographiées et notées « sp. » et le nombre d'espèce est ensuite comptabilisé « spp ».

De plus, les colonies juvéniles sont encore plus difficiles à déterminer car les clés de détermination ne sont pas toutes réunies pour identifier l'espèce. Dans ce cas il peut arriver qu'une espèce soit confondue avec une autre c'est pourquoi la plupart du temps leur détermination est générique.

D'autre part, les colonies coralliennes sont pour la grande majorité fixe d'où leur avantage pour un suivi environnemental, mais certaines sont mobiles comme la famille des Fungiidae qui est l'exemple le plus représentatif et dont la richesse spécifique est importante. Les individus solitaires peuvent aussi bien rester dans une zone prospectée que se déplacer dans une autre zone (différents niveaux bathymétriques, différents substrats, ...). Cependant, leur abondance n'est pas très importante et ne change pas de manière drastique les résultats de recouvrement corallien.

La visibilité (variation de la concentration en particules sédimentaires dans l'eau) peut aussi influencer les comptages d'une mission à l'autre et ainsi restreindre le champ d'observation. Dans le même cas de figure une colonie observée dans une cavité peut ne pas être observée à la mission suivante.

L'inventaire corallien est une source d'information très importante pour une étude environnementale marine (bio-indicateur). Les erreurs de détermination et de comptage peuvent être présentes mais restent faibles, en considérant que l'observateur est qualifié et reste le même d'une mission à l'autre.

Pour la grande majorité des coraux, les colonies sont fixes et peuvent donc être comparées d'une mission à

une autre. Ce groupe benthique a une diversité biologique très variée, comme on peut le constater dans les zones prospectées de la baie de Prony et dans un contexte plus général en Nouvelle-Calédonie.

Les espèces coralliennes ne vont pas réagir de la même manière à une perturbation (variations d'origines naturelles ou anthropiques), c'est pourquoi il est important de définir les espèces ou genres qui ont été perturbés afin de donner un diagnostic le plus précis possible. Enfin les coraux fournissent un habitat privilégié aux autres espèces marines. Si cette structure est influencée c'est l'ensemble de la biodiversité de l'écosystème qui est perturbée.

Dans la baie de Prony, les biocénoses benthiques se sont adaptées aux conditions environnementales par la sélection d'espèces colonisant les milieux calmes et turbides. Les macrophytes, spongiaires et les alcyonaires sont en compétition spatiale avec les coraux scléactiniaires pour toutes les stations. 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 anthropiques et/ou d'origine naturelles exceptionnelles).

D'autre part, la baie de Prony est un regroupement de rades (Grande Rade, Rade du Nord et Rade de l'Est) : cet ensemble 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 la dessalure des eaux de surface aux embouchures des creeks et rivières.

7.2.2.1 Diversité corallienne

La richesse spécifique totale des coraux (scléactiniaires et autres coraux durs) est donnée dans le [tableau 64](#) et la [figure 34](#), par zone de prospection et pour les quatre campagnes : d'avril, juin et de décembre 2009 ainsi que d'avril 2011.

Tableau n°064 : Richesse spécifique totale des coraux (nombre d'espèces), par zones et périodes

	Zone 1	Zone 2		Zone 3	Zone 4	Zone 5	Zone 6		Zone 7	Zone 8	TA Z2	TA Z6	ST02	
	1 à 3 m	0 à 7 m	7 à 23 m	0 à 8 m	0 à 8 m	0 à 10 m	0 à 6 m	6 à 16 m	1 à 6 m	3 à 10 m	5 m	2 m	A 9 m	B 11 m
2009														
Avril	1	73	66	73	76	70	64	72	68	77	30	26	75	67
Juin	1	76	70	73	77	71	64	73	73	79	29	27	80	68
Déc.	1	78	71	74	80	69	63	80	74	80	29	28	81	69
Avril 2011	0	83	78	78	80	70	62	81	75	72	39	19	83	70

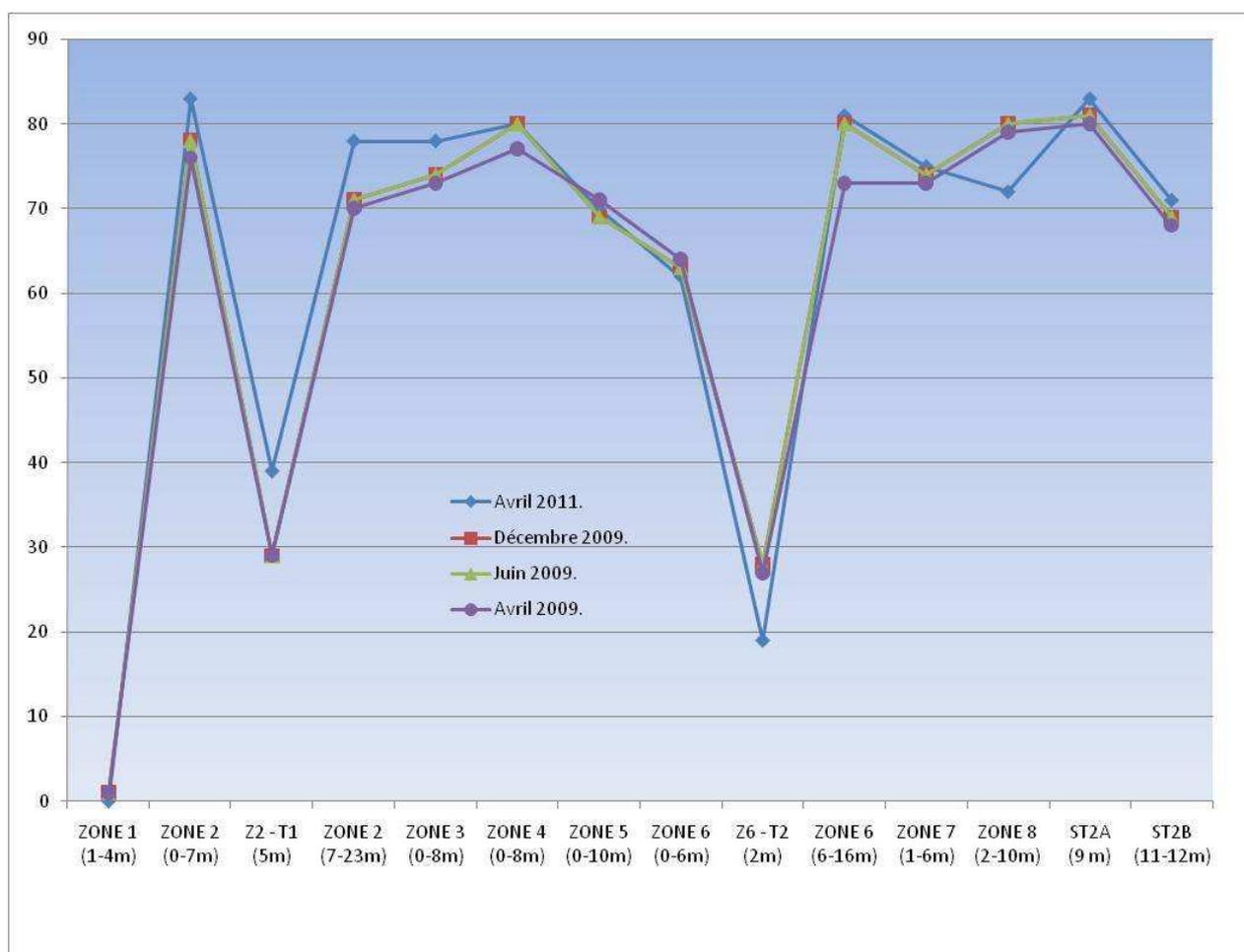


Figure n°034 : *Richesse spécifique des coraux par zone, selon les 4 missions d'inventaire*

D'un point de vue général, la diversité des coraux varie peu pour l'ensemble des zones prospectées sur les quatre missions.

Il est possible d'observer une très légère augmentation de la richesse spécifique sauf pour les zones suivantes :

- La zone 02 a la plus grande augmentation de diversité corallienne (résilience importante).
- Les zones 06 et 08 et le transect de la zone 06 ont les plus grandes baisses de diversité. Elles sont situées à proximité des embouchures, dans de petits fonds et elles ont été énormément perturbées par l'eau douce de surface provenant des creeks et rivières.

7.2.2.2 Etat de santé des coraux

Durant la mission d'avril 2011, nous avons observé des modifications dans la composition des biocénoses benthiques (diversité, abondance et état de santé) enregistrées en décembre 2009 pour les stations et zones de suivi biologique. Ces dégradations sont nettement observables pour les zones situées à proximités des embouchures de creeks et rivières et particulièrement marquées pour les niveaux bathymétriques supérieurs.

Les différents indicateurs de l'état de santé des coraux (diminution / augmentation d'abondance, mortalité, recrutement, blanchissement) sont présentés [figure 35](#) et [tableau 65](#) pour les différentes zones entre décembre 2009 et avril 2011.

Nombre d'espèces

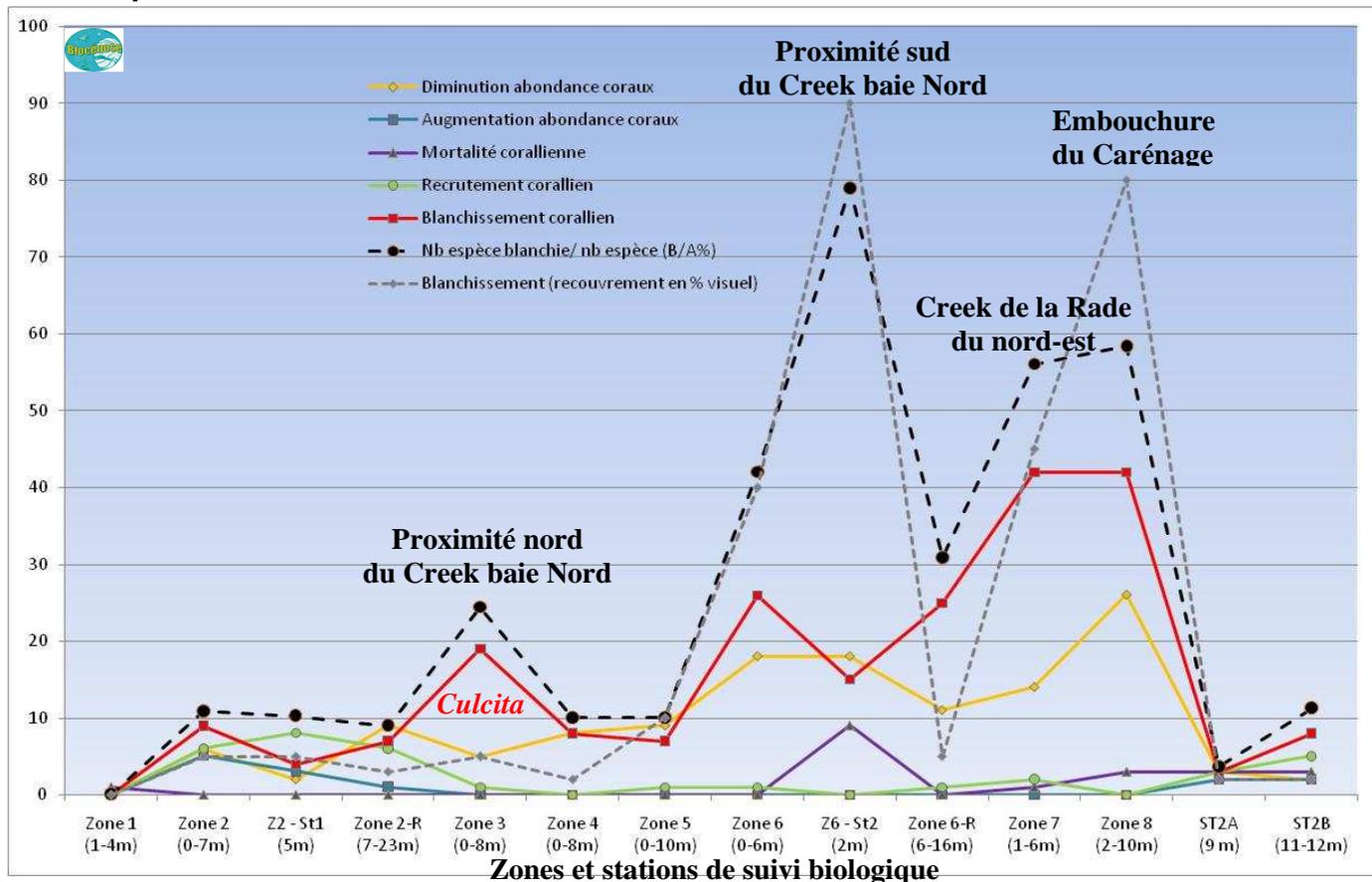


Figure n°035 : Indicateurs de l'état de santé des coraux (abondance, mortalité, recrutement, blanchissement) entre décembre 2009 et avril 2011

Le nombre d'espèces blanchies par rapport à la totalité des espèces inventoriées (B/A) ainsi que le recouvrement de colonies blanchies concernant la mission d'avril 2011.

Tableau n°065 : Indicateurs de l'état de santé des coraux (abondance, mortalité, recrutement, blanchissement) entre décembre 2009 et avril 2011

Station	Diminution	Augmentation	Mortalité	Recrutement	Blanchissement
	abondance coraux	abondance coraux	corallienne	corallien	corallien
Zone 01	0	0	1	0	0
Zone 02	6	5	0	6	9
Zone 02 - T	2	3	0	8	4
Zone 02 - R	9	1	0	6	7
Zone 03	5	0	0	1	19
Zone 04	8	0	0	0	8
Zone 05	9	0	0	1	7
Zone 06	18	0	0	1	26
Zone 06 - T	18	0	9	0	15
Zone 06 - R	11	0	0	1	25
Zone 07	14	0	1	2	42
Zone 08	26	0	3	0	42
ST02A	3	2	3	3	3
ST02B	2	2	3	5	8

Le graphique de la [figure 35](#), montre un dysfonctionnement dans le système de la baie de Prony. Les stations et zones d'étude de faible profondeur et situées à proximité des embouchures des creeks et rivières (influence d'eau douce en surface) ont été manifestement les plus dégradées (mortalité, diminution d'abondance et blanchissement) depuis la mission de décembre 2009 (Z02, Z03, Z06, Z07 et Z08). Dans le cas présent, il peut être fait encore une distinction pour le Creek de la baie nord dont les stations situées au nord de l'embouchure ont été dégradées dans une moindre mesure car les signes de blanchissement sont plus ponctuels et proviendraient de la prédation de *Culcita novaeguineae* (étoile de mer corallivore) dont des spécimens ont été observés dans les zones 02 et 03. Alors que dans la partie sud de l'embouchure (zone 06), les dégradations sont manifestement induites par un affaiblissement général des colonies coralliennes (mortalité et blanchissement importants) dans les petites profondeurs. Une telle perturbation proviendrait de l'apport d'eau douce conséquent en surface suite à la dépression « Vania » et au phénomène « La Niña » (anomalie positive des précipitations sur une longue période).

Le recrutement corallien caractérise l'état de santé des récifs, les colonies juvéniles assurant le maintien des populations à l'échelle décennale (capacité de recolonisation et de résilience). Si la mortalité corallienne (courbe de mortalité des espèces et courbe de diminution d'abondance) est supérieure au recrutement (courbe de recrutement des espèces et courbe d'augmentation d'abondance) alors le récif ne pourra pas se régénérer rapidement et montrera des signes de latence et de dégénération jusqu'à la prochaine ponte (octobre - novembre 2011).

Le recrutement corallien est estimé à deux niveaux : d'une part le recrutement de nouvelles espèces dans le couloir et d'autre part l'augmentation de l'abondance d'une espèce (= « recrutement de colonies ») :

- 1) Les zones présentant le plus de nouvelles espèces coralliennes recensées sont situées dans la zone 02 et la station 02. Ces zones ont un recouvrement et une diversité corallienne importante. La zone 02 se situe à proximité nord de l'embouchure du Creek baie nord (entre 2 et 26 m de profondeur) et la station 02 est plus éloignée au sud (entre 9 et 12 m de profondeur).
- 2) L'augmentation de l'abondance « recrutement de colonies » est interprétée comme étant du recrutement mais les espèces ont déjà été recensées lors du dernier inventaire. Ces variations positives concernent peu d'espèces et sont localisées aux mêmes stations (Z02 et ST02).

La mortalité des coraux est estimée à deux niveaux : d'une part la mortalité totale des colonies d'une espèce et d'autre par la diminution d'abondance d'une espèce :

- 1) La mortalité d'espèces est très faible pour l'ensemble des zones de la baie de Prony sauf pour le transect de la zone 06 où l'on observe de nombreuses colonies coralliennes mortes en place.
- 2) 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 la zone. Les zones les plus concernées sont localisées aux embouchures des rivières et dans les niveaux bathymétriques supérieurs (Z06, Z07 et Z08).

Le blanchissement corallien est un indicateur de l'affaiblissement des récifs. Les colonies blanchies ayant encore des polypes ne sont pas vouées à mourir car leur résilience est importante et elles peuvent réintégrées rapidement des zooxanthelles si les conditions environnementales redeviennent « normales ». Les stations concernées par le blanchissement sont situées à l'embouchure des creeks et rivières dans la baie de Prony et dans les niveaux bathymétriques supérieurs (Z03, Z06, Z07 et Z08). On peut observer que le blanchissement de la Z03 est plus ponctuel et proviendrait plutôt de la prédation de *Culcita novaeguineae* dont le nombre de spécimens est le plus important dans cette zone. Les colonies coralliennes qui ont été dévorées par les *Culcita* n'ont plus de polypes donc aucune chance de survie.

Ces stations sont à surveiller avec attention lors du prochain suivi biologique.

7.2.2.3 Blanchissement

Le blanchissement a été calculé de deux manières :

- Au niveau spécifique : pour chaque espèce, toutes celles présentant des colonies blanchies ont été notées. Cela ne veut pas dire que pour une espèce classée « blanchie » toutes les colonies de cette espèce l'étaient ; Seules certaines étaient concernées, selon un indice de B1 à B5 ;
- Au niveau du recouvrement : sur toutes les zones, une estimation visuelle des colonies (toutes



espèces confondues) blanchies par rapport au recouvrement total en coraux a été réalisée et exprimée en pourcentage (méthode du MSA).

Niveau spécifique

En faisant le rapport entre le nombre d'espèces influencées par le blanchissement ([tableau 66](#)) sur le nombre total d'espèces inventoriées par zone (cf. les tableaux de biodiversité pour chaque zone) on obtient le taux de blanchissement spécifique. Il est présenté (en pourcentage) dans le [tableau 67](#) par zones de prospection et pour les quatre campagnes d'avril, juin et décembre 2009 puis d'avril 2011.

Le nombre d'espèces blanchies (les colonies sont de couleur blanche mais leurs polypes sont encore présents) est donné dans le [tableau 66](#) et sur la [figure 36](#), par zone de prospection et pour les quatre campagnes : d'avril, juin et décembre 2009 puis d'avril 2011.

Tableau n°066 : Nombre d'espèces coralliennes influencées par le blanchissement, par zone et période

	Zone 01	Zone 02		Zone 03	Zone 04	Zone 05	Zone 06		Zone 07	Zone 08	TA Z2	TA Z6	ST02	
	1 à 3 m	0 à 7 m	7 à 23 m	0 à 8 m	0 à 8 m	0 à 10 m	0 à 6 m	6 à 16 m	1 à 6 m	3 à 10 m	5 m	2 m	A 9 m	B 11 m
2009														
Avril	0	65	21	23	29	3	29	18	24	28	15	10	2	3
Juin	1	32	14	21	23	8	26	26	37	30	7	14	7	2
Déc.	1	10	7	11	4	4	9	9	19	12	2	9	6	6
Avril 2011	0	9	7	19	8	7	26	25	42	42	4	15	3	8

Le graphique de la [figure 36](#) synthétise le rapport entre les espèces coralliennes blanchies (latentes) et le nombre total d'espèces coralliennes inventoriées par station, alors que celui de la [figure 37](#) montre le pourcentage visuel de blanchissement.

Mais il peut également être appréhendé une information capitale au sujet de l'état de santé des coraux par station : **la résilience (capacité des organismes à revenir à leur état initial).**

- **En avril 2009**, les colonies coralliennes montrant des marques de stress étaient de couleur blanche mais elles avaient encore leurs polypes vivants. Le blanchissement concernait un grand nombre d'espèce mais n'était pas total sur l'ensemble des colonies d'une même espèce (répartition par patch).

- **Entre avril et décembre 2009** : Les colonies perturbées durant le mois d'avril 2009 dans les stations (Z02, Z03 et Z04) ayant été certainement sous l'influence directe de la fuite d'acide, sont de moins en moins nombreuses pour la mission de juin 2009 puis de décembre 2009 (grande résilience des coraux). Cette constatation s'explique par le fait que la perturbation n'a pas dépassé le seuil de tolérance vital de nombreuses espèces et qu'elle n'a pas perduré dans le temps. Mais aussi qu'il n'y a pas eu de phénomène perturbateur supplémentaire. Ce phénomène de diminution généralisée du taux de blanchissement n'est pas imputable à la mort des colonies (mortalité faible de 2 à 5%), mais bien, à la réintégration des zooxanthelles dans les tissus des polypes coralliens. Cette recolonisation ne se fait pas de la même manière pour chaque espèce (**variation inter spécifique**). Certaines espèces vont se rétablir plus vite selon leur degré de sensibilité et leurs capacités de résilience. On observe également un degré de résilience variable entre individu au sein même d'une espèce (**variation intra spécifique**).

Il y a eu manifestement une résilience des coraux assez importante dans l'ensemble de la zone d'étude. Les zones où les colonies coralliennes étaient le plus affectées lors de la mission d'avril 2009 sont celles qui reflètent le plus d'amélioration au niveau biologique lors de la mission de décembre 2009 (zone 02, 04, 06 et les zones témoins 07 et 08).

Pourcentage

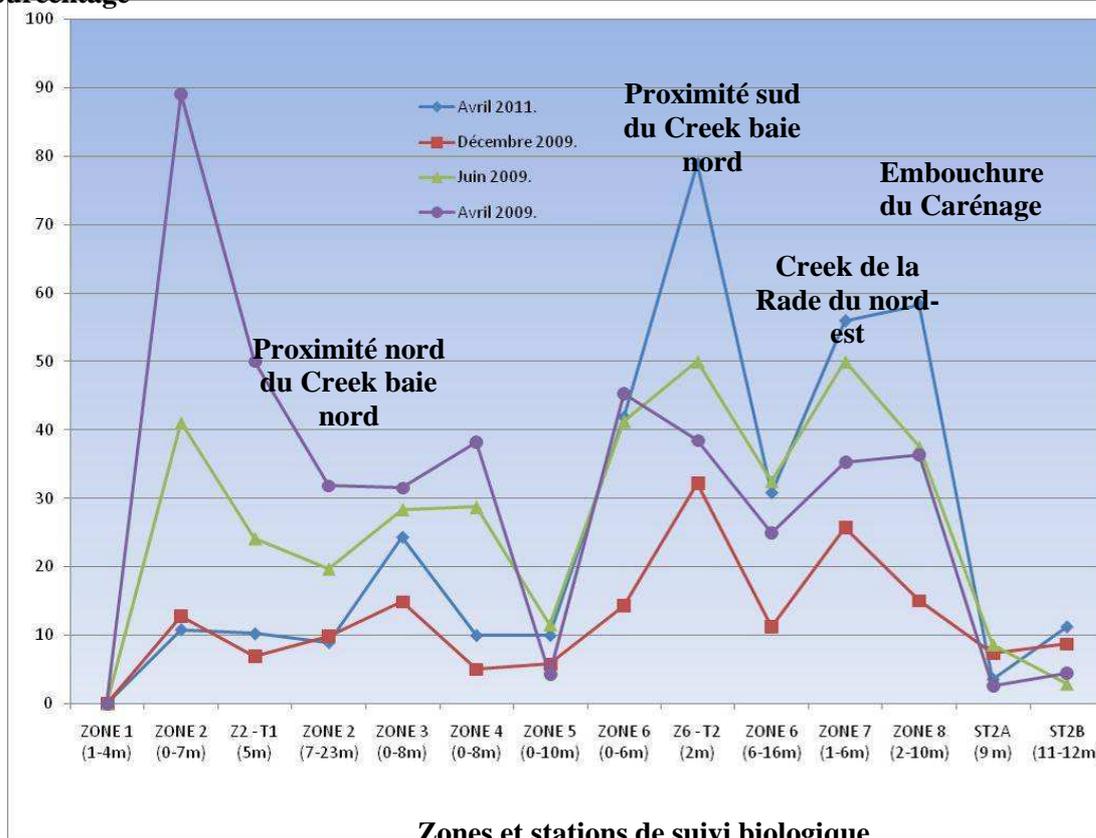


Figure n°036 : Rapport entre les espèces coralliennes blanchies et la totalité des espèces coralliennes inventoriées pour toutes les zones et stations de prospection et pour les quatre missions d'inventaire

Tableau n°067 : Taux de blanchissement au niveau spécifique, par zone et période

	Zone 01	Zone 02		Zone 03	Zone 04	Zone 05	Zone 06		Zone 07	Zone 08	TA Z2	TA Z6	ST02	
	1 à 3 m	0 à 7 m	7 à 23 m	0 à 8 m	0 à 8 m	0 à 10 m	0 à 6 m	6 à 16 m	1 à 6 m	3 à 10 m	5 m	2 m	A 9 m	B 11 m
2009														
Avril	0	89%	32%	32%	38%	4%	45%	25%	35%	37%	50%	39%	3%	5%
Juin	100%	42%	20%	29%	30%	11%	41%	36%	51%	38%	24%	52%	9%	3%
Déc.	0%	12%	10%	15%	5%	6%	14%	11%	26%	15%	7%	32%	7%	9%
Avril 2011	0%	11%	9%	24%	10%	10%	42%	31%	56%	58%	10%	79%	4%	11%

- **Entre avril 09 et avril 2011** : Dans ce dernier cas, nous pouvons nous pencher vers les zones Z02 et Z06 qui ont été sous l'influence du déversement d'acide en avril 2009 mais qui sont également sous l'influence continue des eaux douce de surface du Creek baie nord. Ces zones ont subi de nombreuses dégradations en avril 2009 mais l'influence régulière de l'eau douce a dû affaiblir au fur et à mesure ces colonies blanchies et impliquer une mortalité très importante au fur et à mesure du temps.

- **Avril 2011** : lorsque des événements climatiques tels que la dépression Vania et La Niña viennent perturber les récifs, nous constatons que les zones sensibles sont : Z03, Z06, Z07 et Z08. Hors la zone 03 peut être mise à part car les perturbations proviennent de la prédation des corallivores (*Culcita novaeguineae*). Dans ce cas, lors d'évènements climatiques exceptionnels seules les zones en aval direct des embouchures des creeks et des rivières seraient perturbées (Z06, Z07 et Z08).

Hypothèse : les zones Z02, Z03 et Z04 n'auraient certainement pas été dégradée en avril 2009, si la fuite d'acide n'avait pas eu lieu. Cependant, ces zones n'ont pas été perturbées depuis l'accident du 1^{er}



avril 2009 et elles ont retrouvé un bon état de santé.

Cette constatation permet d'appréhender que la fuite d'acide a perturbé l'ensemble des stations à proximités de l'embouchure du Creek de la baie nord en avril 2009 mais que les coraux ont réintégré leur vitalité (taux de zooxanthelles suffisant) pour les zones et les stations qui n'ont pas été perturbées dans le temps par d'autres phénomènes.

La résilience des coraux a été la plus constatée au fur et à mesure des missions pour les zones Z02, Z03, Z04, Z05, ST02.

Concernant les zones sous influence directe de l'eau douce de surface (dans le temps), nous constatons une mortalité importante (Z06, Z07 et Z08) qui se manifeste par les colonies mortes en place recouvertes par du gazon algal et des cyanobactéries.

Niveau recouvrement

Le taux de blanchissement en recouvrement par estimation visuelle (méthode MSA) est donné dans le tableau 68 et la figure 37 (en pourcentage) et est reporté sur la carte 14 (échelle de 1 à 10).

Tableau n°068 : Taux de blanchissement au niveau du recouvrement -estimation visuelle- par zone et période

	Zone 01	Zone 02		Zone 03	Zone 04	Zone 05	Zone 06		Zone 07	Zone 08	TA Z2	TA Z6	ST02	
	1 à 3 m	0 à 7 m	7 à 23 m	0 à 8 m	0 à 8 m	0 à 10 m	0 à 6 m	6 à 16 m	1 à 6 m	3 à 10 m	5 m	2 m	A 9 m	B 11 m
2009														
Avril	0%	65%	10%	25%	35%	3%	50%	5%	25%	45%	35%	55%	3%	2%
Juin	1%	20%	5%	5%	5%	3%	6%	5%	15%	15%	5%	5%	3%	2%
Déc.	0%	10%	3%	2%	2%	1%	6%	3%	15%	10%	3%	4%	2%	1%
Avril 2011	0%	5%	3%	5%	2%	10%	40%	5%	45%	80%	5%	90%	2%	2%

Pourcentage

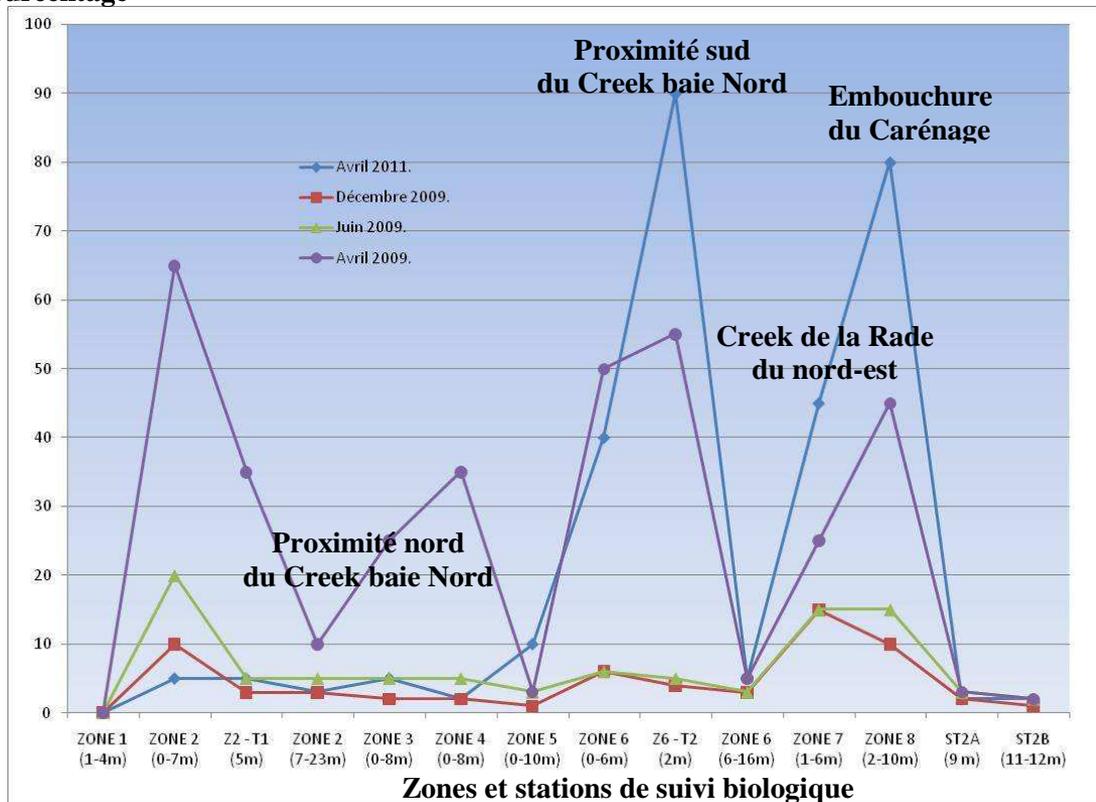


Figure n°037 : Recouvrement en blanchissement corallien estimé visuellement pour toutes les zones et stations de prospection et pour les quatre missions d'inventaire



Rappel sur les précipitations : Les enregistrements des précipitations montrent des anomalies positives pour les missions d'avril 2009 (dépression Jasper) jusqu'à juillet 2009 et en avril 2011 (dépression Vania et La Niña) alors que les précipitations du mois de décembre 2009 étaient relativement faibles (écart négatif par rapport aux normales saisonnières).

En comparant la couverture de corail blanchi (estimation visuelle %) entre les quatre missions (avril, juin et décembre 2009 et avril 2011) (cf. [figure 37](#)), nous observons très nettement :

- **En avril 2009 :** Les zones sous influence du Creek de la baie nord (Z02, Z03, Z04, Z06), ont été grandement perturbées après l'accident de la fuite d'acide sauf les radiales des Z02 (7-23 m) et Z06 (6-16 m) qui étaient perturbées dans une moindre mesure car elles concernent des niveaux bathymétriques plus profonds.

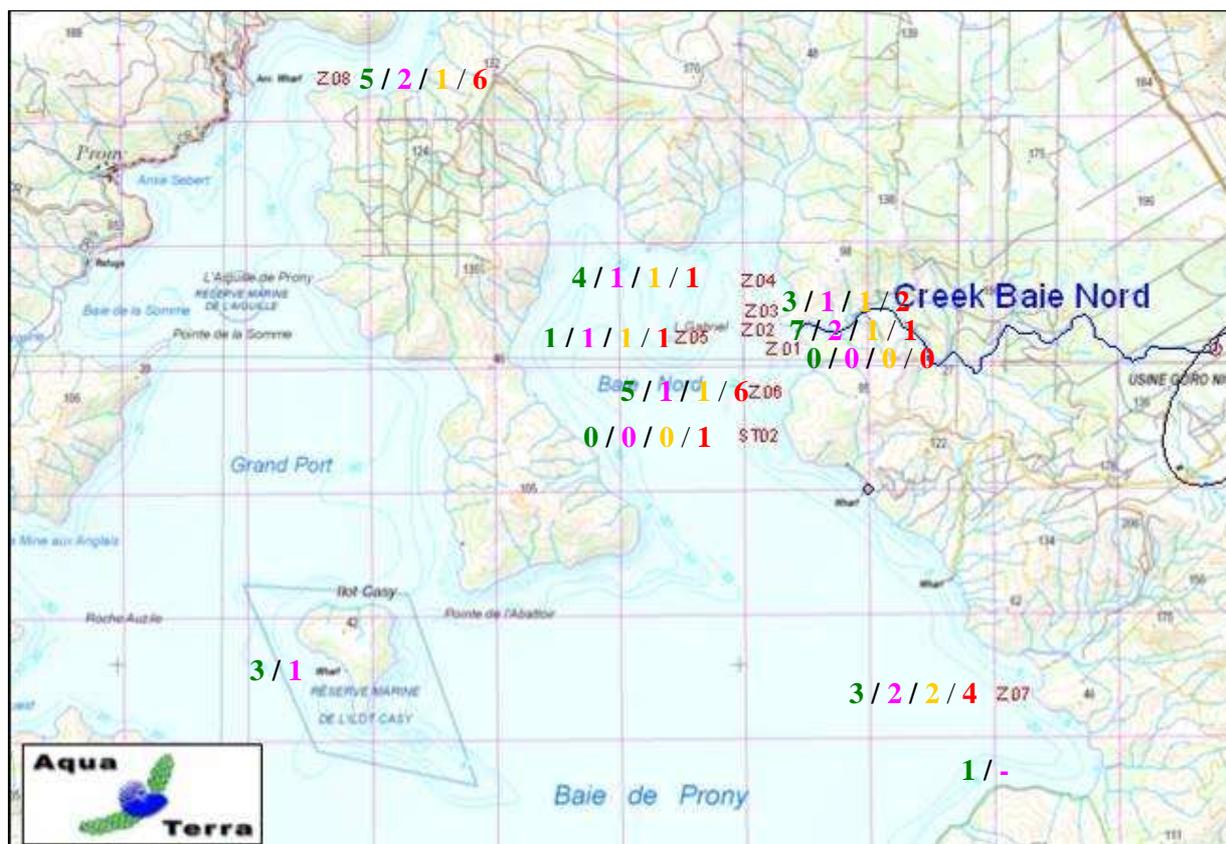
- **Au mois de juin 2009 :** toutes les zones montraient une grande amélioration par rapport à la recolonisation des zooxanthelles associée à une faible mortalité. Cependant, les colonies s'édifiaient dans les zones d'embouchures étaient encore relativement stressées par rapport au reste des stations (les précipitations étaient encore conséquentes à cette époque).

- **Au mois de décembre 2009 :** les zones d'embouchures sont encore les plus influencées d'un point de vue spécifique par le blanchissement corallien (les zones témoins 07 et 08), puis dans une moindre mesure les zones au nord de l'embouchure du Creek baie nord (zones 02 et 03). Mais ce taux est très raisonnable par rapport aux dégradations du mois d'avril 2009.

- **Entre avril et décembre 2009 :** Le recouvrement en coraux blanchis a diminué pour toutes les zones prospectées et particulièrement dans les zones les plus blanchies lors de la mission d'avril 2009 (embouchures de creek et rivière). La perturbation est stabilisée et reste tout de même la plus conséquente dans les zones d'influence des rivières.

- **En avril 2009 et avril 2011,** toutes les zones récifales à proximité des creeks et rivières (Z06, Z07 et Z08) sont perturbées lors d'évènements climatiques qui induisent des précipitations abondantes.

- **En avril 2011 :** Seules la zone Z06 sous influence du Creek de la baie nord est perturbée lors des fortes précipitations. Le panache d'eau douce turbide est descendu vers le nord et a dégradé les coraux dans les petits fonds. De plus, les zones Z07 et Z08 sont dégradées car elles sont également perturbées par l'apport d'eau douce en surface.



Carte n°014 : Blanchissement corallien (estimation visuelle), sur une échelle de 10
Vert = avril 2009, mauve = juin 2009, jaune = décembre 2009 et rouge = avril 2011

7.2.3 Les communautés benthiques, hors coraux

Les principales caractéristiques des communautés benthiques (hors coraux) pour toutes les zones prospectées, sont résumées ci-dessous.

La faune (hors coraux) et la flore benthique des différentes zones prospectées sont diversifiées et ne présentent pas de signe majeur de dégradation qui s'inscrirait en dehors des variations saisonnières.

Les alcyonnaires

Les alcyonnaires du genre *Sarcophyton* et *Sinularia* présentaient des marques de blanchissement pour les missions d'avril et de juin 2009. Puis en décembre 2009, ces colonies semblaient être en bonne santé et ne montraient plus de stigmate de blanchissement.

Désormais en avril 2011, on constate une légère baisse du recouvrement en alcyonnaires pour les stations périphériques au Creek baie Nord (Z02, Z03, Z04, Z05, Z06 et ST02A). L'origine de cette dégradation peut être liée à l'influence de l'eau douce mais également à la prédation des spécimens corallivores qui ont été observés entrain de dévorer les alcyonnaires (baisse du recouvrement et nécroses).

Les macrophytes

Les macrophytes depuis avril 2009 ne présentent aucune marque de dégradation.

En avril 2011 : Une baisse générale du couvert algal a été observée sur l'ensemble des stations et particulièrement sur les récifs à faible profondeur (développement des macrophytes qui s'inscrit dans le cycle de variation des normales saisonnières).

Les holothuries

Les holothuries ont très peu varié depuis la mission de décembre 2009. Aucun spécimen n'a été retrouvé mort ou montrant des signes de mauvaise santé. Cependant, on observe une légère augmentation d'abondance dans les zones où le nombre de débris a augmenté (les holothuries privilégient les nouveaux débris coralliens pour se nourrir).

Les astéries

Leur abondance est très variable selon les missions et les zones d'inventaire.

Aucune étoile de mer n'a été retrouvée morte ou en mauvaise santé. Les variations d'abondance dépendent de leur mobilité.

Cependant l'abondance des astéries des espèces *Acanthaster planci* et *Culcita novaeguineae* caractérise l'affaiblissement des récifs et un dérèglement de l'écosystème. Hors aucune *Acanthaster* n'a été répertoriée mais nous observons une recrudescence de *Culcita* dans de nombreuses zones depuis le mois d'avril 2009.

- **En avril 2009**, seule la zone 3 était affectée par un spécimen de ce prédateur corallivore.
- **En juin 2009**, ces astéries avaient été observées en petit nombre (1 à 3 spécimens) dans les zones 02, 03, 04, 05, et 07.
- **En décembre 2009**, les *Culcita novaeguineae* n'étaient plus aussi dispersées et occupaient toujours en petit nombre les zones 02, 05 et 08 (1 à 2 individus par zone).
- **Désormais en avril 2011**, nous observons une recrudescence de ces corallivores en nombre et en dispersion (Z02, Z03, Z05, Z06 et Z07). Les dégradations occasionnées sont ponctuelles, ces astéries ne dévorent pas toutes les espèces coralliennes, privilégiant les Acroporidae et les Pocilloporidae **et les alcyonnaires** : *Sarcophyton*, *Sinularia* et *Lobophytum*, mais nous les avons également observées en train de digérer **les espèces scléactiniaires** : *Pavona cactus*, *Pectinia paeonia*, *P. lactuca*, *Galaxea fascicularis* et *Barrabattoia amicornum*.

Les colonies coralliennes, ayant subies la prédation **des *Culcita novaeguineae*** sont mortes et n'ont aucune chance de survie car cette espèce d'astérie se nourrit des polypes.

L'apparition de cette espèce dans une zone est énigmatique, cependant il semblerait que ce corallivore détecte de large zone où les coraux sont affaiblis. Lorsque les coraux sont perturbés, ils libèrent du mucus et une partie de leurs zooxanthelles qui pourraient être détectés par ces prédateurs. D'autre part, nos observations montrent que ces astéries privilégient les niveaux bathymétriques inférieurs à 5 m de profondeur.

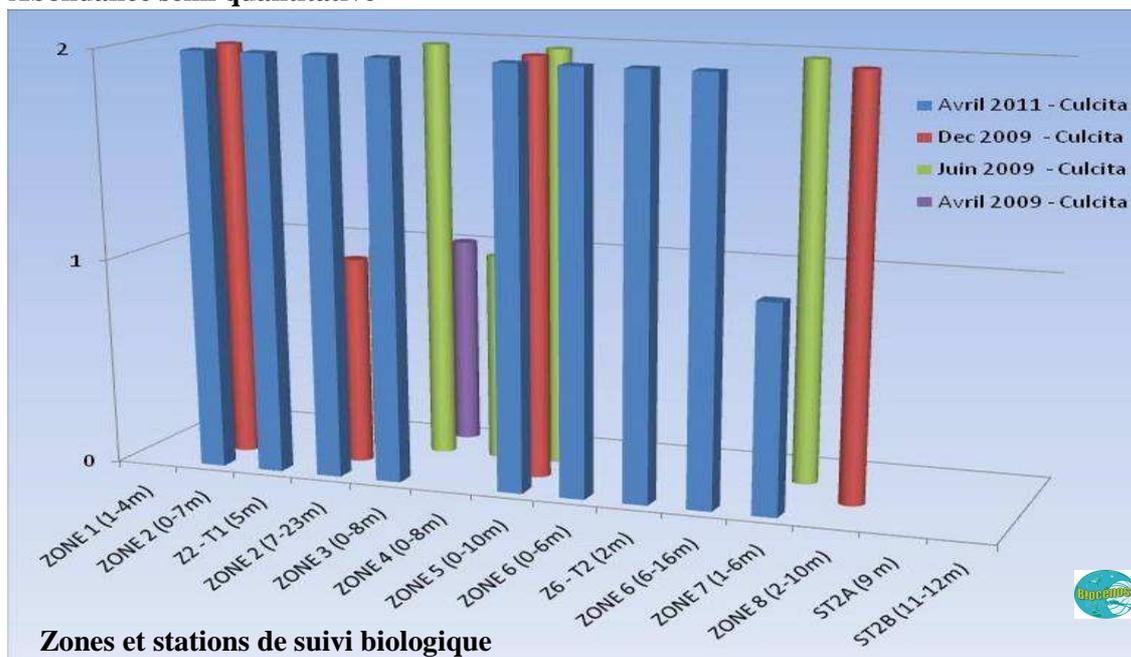
Abondance semi quantitative

Figure n°038 : Abondance (échelle 1 à 5) des *Culcita novaeguineae* pour toutes les zones et pour les quatre missions

Les cyanobactéries

Les proliférations de cyanobactéries apparaissent de manière épisodique ou régulière dans de nombreux milieux marins ainsi que dans certaines rivières à écoulement lent. Dans tous les cas, ces proliférations sont le signe d'une eutrophisation du milieu.

- **En avril 2009**, les cyanobactéries étaient présentes en faible proportion et seulement en zone 02.
- **En juin 2009**, les cyanobactéries sont présentes en faible proportion dans les zones 04, 05, 07 et 08 et ont un recouvrement important pour les zones 06 et en zone 03 où il y avait une prolifération sur tout le haut du platier (substrat vaseux).
- **En décembre 2009**, elles se développaient en très faible proportion (Z02, Z04, Z05, Z06, Z07 et ST02). Cependant, une prolifération importante de cyanobactéries en forme de pompon était constatée en zone 08. Ce phénomène était à surveiller en particulier dans la crainte d'une mortalité corallienne importante.
- **En avril 2011**, le recouvrement des cyanobactéries est conséquent dans les zones influencées par l'eau douce (Z02, Z06, Z07 et ST02) et préoccupant en zone Z06 et Z08 (mortalité importante des colonies coralliennes encore en place.). La zone 05 de l'îlot Gabriel est également concernée par le développement cyanobactérien mais les causes sont d'origine mécanique (nombreux nouveaux débris). La zone 05 se situant au milieu de la baie du Creek baie nord est la plus exposée lors d'événements dépressionnaires.



Abondance semi quantitative

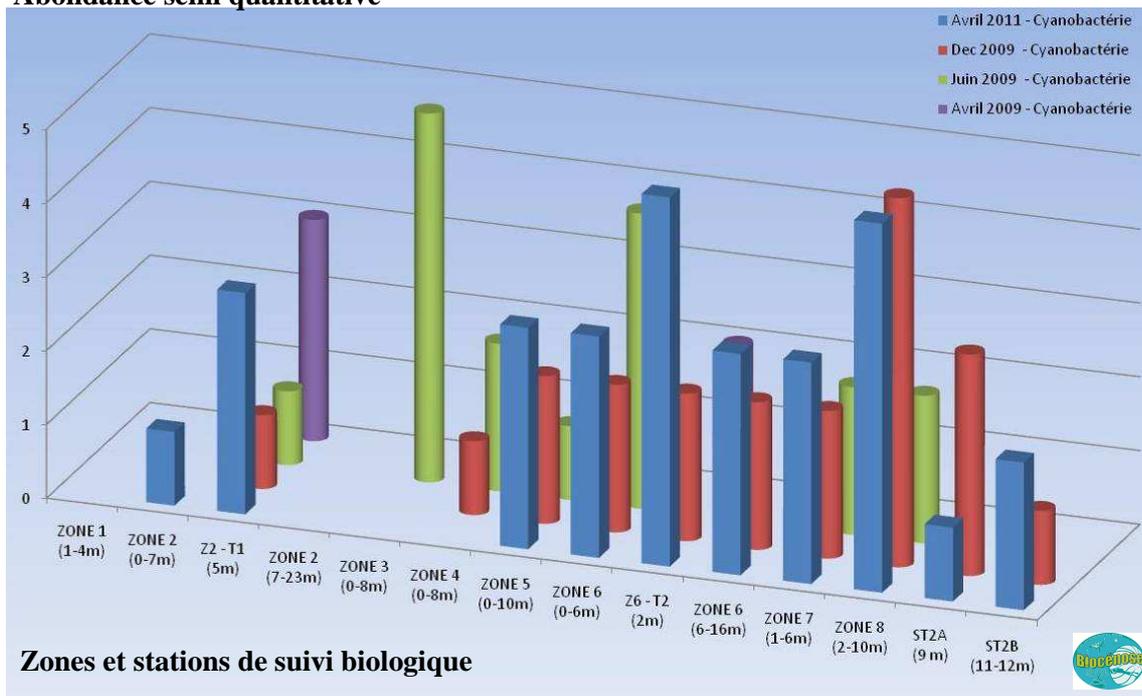


Figure n°039 : Abondance (échelle 1 à 5) des cyanobactéries pour toutes les zones et pour les quatre missions

7.3 Ichtyologie

Les résultats peuvent être traités de deux manières :

- à partir des données quantitatives (densité, biomasse),
- à partir des données qualitatives (biodiversité).

7.3.1 Données quantitatives

Transect zone 02

Les espèces contingentes sont celles qui ne sont pas là par hasard mais dont la présence sur le transect est soit éphémère (jeunes recrues) soit, *et surtout*, celles dont la présence est liée à celle du plongeur (loches, carangues, etc.). On notera également que, du fait de la méthode, ces paramètres, notamment la biomasse, sont lourdement influencés par le positionnement du poisson par rapport au transect. Ce positionnement est également contingent. C'est par exemple le cas d'*Anyperodon leucogrammicus* : le même individu (ou un individu identique) participe en juin 2009 à la densité totale pour une valeur de 0,05 ind/m² et pour une biomasse de 5,48 g/m² et en décembre 2009 sa participation n'est plus, respectivement, que de 0,03 et 1,35 simplement parce qu'il s'est placé à un mètre plus loin du transect.

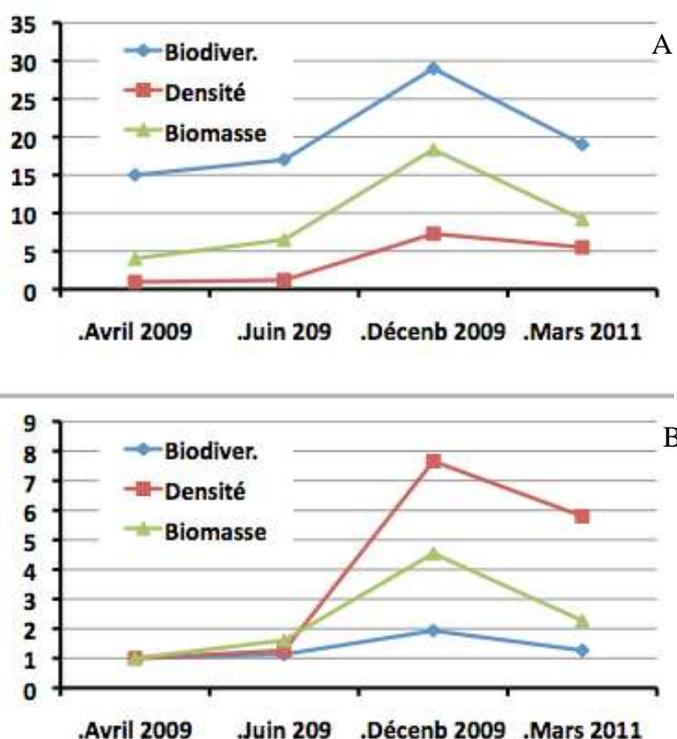


Figure n°040 : Evolution temporelle des paramètres quantitatifs (effectifs, densité et biomasse, sans les espèces contingentes) (transect zone 02)

A : valeurs observées ; B : valeurs exprimées par rapport aux valeurs d'avril 2009

Par ailleurs, on voit sur le [tableau 21](#) (listing) que :

- En avril 2009, la biomasse est dopée par la présence des deux gros Scaridés, par un couple de *Siganus puellus* et surtout par un *Lethrinus harak* dont la présence sur le transect n'est due qu'à celle du plongeur.
- En juin 2009, la biomasse n'est plus dopée par les Scaridés car c'est l'espèce *Scarus flavipectoralis* qui représente la famille. C'est une petite espèce dont la présence est d'ailleurs habituelle dans une telle zone, contrairement à *S. Ghobban* surtout et à *Chlorurus bleakeri* que nous avons en avril. En revanche, cette fois-ci c'est *Anyperodon leucogrammicus*, espèce curieuse et donc attirée par le plongeur, qui force la biomasse.

- En décembre 2009, un nuage de 200 très petites recrues de *Pomacentrus aurifrons* - dont l'effectif, à brève échéance est destiné à diminuer de manière drastique – dope la densité et la biomasse. C'est le cas également du banc de *Caesio cuning* qui n'est là que parce qu'un plongeur s'y trouve. A elles deux, ces espèces majorent d'un tiers la biomasse.
- En mars 2011, il n'y a pas de grosses espèces contingentes (les saumonées sont toutes petites) mais une proportion d'espèces à l'état de juvéniles beaucoup plus importante (notamment de poissons perroquets).

Transect zone 06

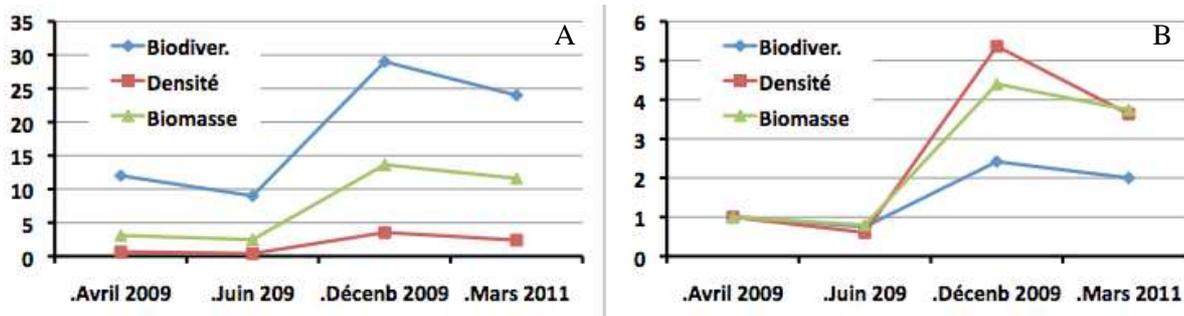


Figure n°041 : Evolution temporelle des paramètres quantitatifs (effectifs, densité et biomasse, sans les espèces contingentes) (transect zone 06)
 A : valeurs observées ; B : valeurs exprimées par rapport aux valeurs d'avril 2009

Transects station 02

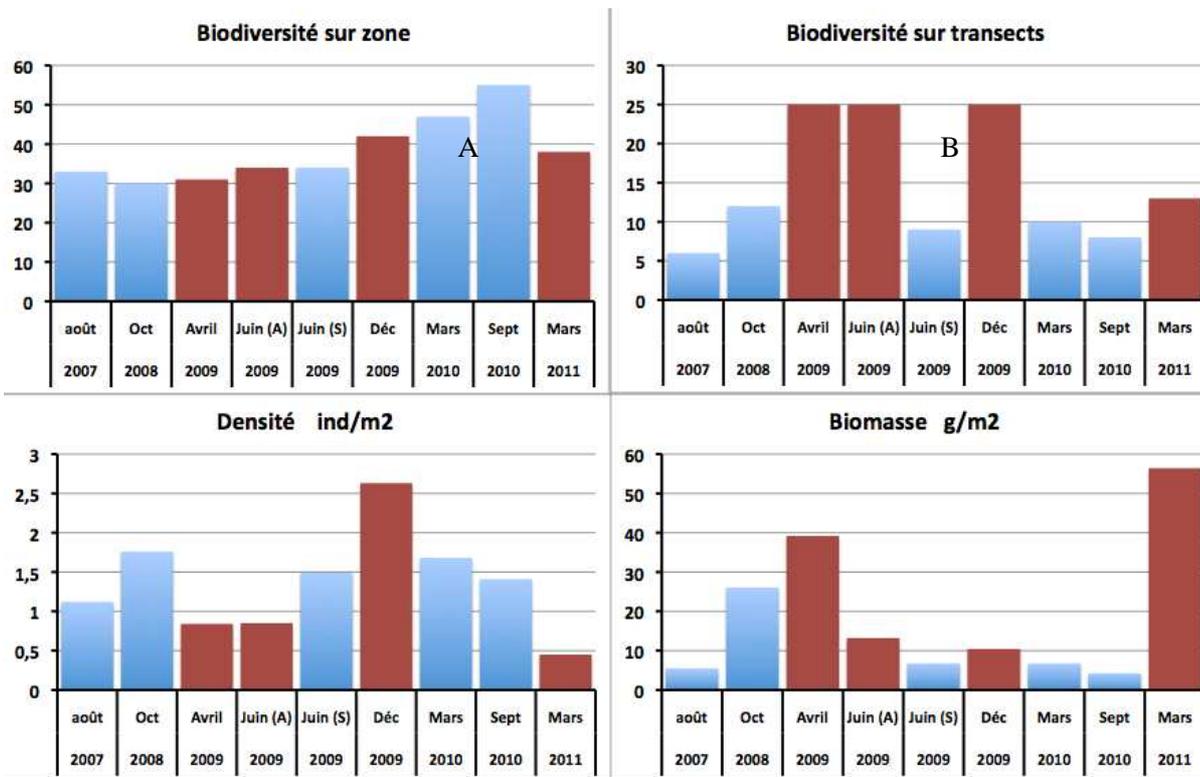


Figure n°042 : Evolution temporelle des paramètres quantitatifs (station 02)
 En rouge les visites faites dans le cadre de l'accident
 (Les 3 valeurs identiques de biodiversité sur transects sont le fait d'un pur hasard, les trois listes d'espèces ne sont d'ailleurs pas les mêmes)

Tableau n°069 : *Récapitulatif des résultats ichtyologiques, depuis 2007 (ST02)*

		Biodiv.1	Biodiv.2	Densité ind/m²	Biomasse g/m²
2007	août	6	33	1,12	5,46
2008	Oct	12	30	1,76	26,05
2009	Avril	25	31	0,84	39,2
	Juin (acide)	25	34	0,85	13,2
	Juin (suivi)	9	34	1,49	6,73
	Déc.	25	42	2,63	10,41
2010	Mars	10	47	1,68	6,71
	Sept	8	55	1,41	4,23
2011	Avril	13	38	0,45	56,4
	Moyenne	14,78	38,22	1,36	18,71
	Ecart type	7,93	8,33	0,64	18,26
	Coefficient de Variation (CV)	0,54	0,22	0,47	0,98

$$\sigma : \text{Ecart type} ; \mu : \text{Moyenne}, CV = \sigma/\mu$$

Les résultats obtenus sur cette station depuis 2007 sont repris dans le [tableau 69](#) et dans la [figure 42](#). Les CV < 1 plaident en faveur de leur stabilité sur cette période.

Tableau n°070 : *Mise en exergue des écarts inter-annuels (2007 à 2009) des paramètres quantitatifs de densité et de biomasse, relativement aux écarts intra-annuel sur l'année 2009*

Missions 2009			Suivi annuel		
	Dens.	Biom.		Dens.	Biom.
2009 juin (b)	1,25	6,5	2007	0,7	6,8
2009 avril	0,83	39,21	2008	0,6	17
2009 juin (a)	0,85	13,2	2009	1,25	6,5
2009 déc.	2,63	10,41			
Moy	1,39	17,33	Moy	0,85	10,1
Ecart	0,85	14,84	Ecart	0,35	5,98
CV	0,61	0,86	CV	0,41	0,59

Tableau n°071 : *Comparaison des moyennes et Coefficients de Variations entre les données des suivis annuels (n=6) et les données des missions « accident d'acide » (n=4) sur la station ST02*

Missions « accident d'acide »				
	Biodiv 1	Biodiv.2	Densité	Biomasse/m²
Moyenne	22,00	36,25	1,19	29,80
Ecart type	6,00	4,79	0,98	21,97
Coef. de Var.	0,27	0,13	0,82	0,74
Suivi Annuel				
	Biodiv 1	Biodiv.2	Densité	Biomasse/m²
Moyenne	9,67	39,50	1,32	17,60
Ecart type	2,58	9,61	0,48	20,69
Coef. de Var.	0,27	0,24	0,36	1,18
Comparaison des moyennes (Test « t » ; d d l = 8)				
t obs.	3,98	0,56	0,24	0,80
t théo. 95,0%	1,86	1,86	1,86	1,86
t théo 99,9%	4,50			

*Biodiv.1 = biodiversité sur le transect
Biodiv.2 = biodiversité totale sur la zone*

Les comparaisons de moyennes de biodiversité sur la zone (Biodiv.2), de densité et de biomasse montrent que les deux séries de données sont identiques. Seul le test sur les moyennes de la biodiversité sur le transect (Biodiv.1) rejette l'égalité à $P > 0,995$.

Les coefficients de variations calculés sur les données des « missions acide » sont faibles. Très faibles pour les paramètres de Biodiv.1 & 2 et assez faible pour les paramètres de densité et de biomasse. Seul, le C.V. de la biomasse du suivi est > 1 .

Attirerons l'attention sur le fait que cette station a été faite deux fois en juin 2009 à 8 jours d'intervalle : une fois pour le suivi annuel et une deuxième fois lors de la deuxième « mission acide ». Il est intéressant de constater qu'à 8 jours d'intervalle, la densité observée a varié de 50% en baissant de 1,25 ind./m² à 0,85 ind./m² et que la biomasse a doublé (donc variée dans l'autre sens) passant de 6,5 g/m² à 13,2 g/m².

Soulignons également :

1. que la forte biomasse (39,21 g/m²) d'avril 2009 est due à une grosse loche truite (*Cromileptes altivelis*) installée sur le penta décimètre, alors que les autres fois elle se tenait plus à l'écart ou restait cachée dans son trou et ne figurait donc pas dans la liste. Sans elle la biomasse descend à 12,4 g/m² (et le CV tombe à 0,28),
2. que la biomasse de 17,0 g/m² de l'année 2008 est due à la clarté de l'eau qui permettait exceptionnellement de voir un massif corallien voisin du transect B et de pouvoir ainsi noter un *Plecthorinchus picus* et un *Plectropomus leopardus* qui sont pourtant là d'habitude mais restent non visibles depuis le transect et figurent alors parmi les espèces dites « hors transect » dans les données du suivi. Mais vus du transect ils y figurent, et rehaussent donc pour respectivement 5 et 7 g/m² la biomasse dudit transect et de 6 g/m² la moyenne pour la station.

7.3.2 Données qualitatives

7.3.2.1 Biodiversité α par zone

Nous considérerons que la biodiversité α d'une station la caractérise. Compte tenu du schéma de choix de positionnement des 8 stations (proches ou loin du Creek baie nord ou de la Baie du carénage...) les séries de valeurs aux différentes missions devraient présenter des variances similaires si seul le hasard est à l'origine des fluctuations relatives de chacune.

Les valeurs des biodiversités α des différentes zones d'étude sont résumées dans le [tableau 72](#).

Tableau n°072 : *Biodiversités α de la faune ichthyologique*

Biodiv α	avr-09	juin-09	déc-09	avr-11
Stations				
1	7	10	14	15
2	15	49	63	47
3	18	12	29	33
4	23	50	51	35
5	27	63	88	65
6	25	36	80	58
7	13	9	41	43
8	10	15	48	32

Une ANOVAR sur ce tableau donne :

$$F_{\text{obs}} = 5,01$$

$$\text{Or pour } k_1 = 3 \text{ et } k_2 = 28 \quad F_{0,95} = 2,95 \text{ et } F_{0,995} = 5,32$$

L'ANOVAR n'accrédite pas l'hypothèse d'identité H_0 . Les 4 séries ont des variances différentes.

Il devient alors intéressant de voir

- (1) s'il y a un classement des séries au cours du temps et
- (2) s'il y a un classement spatial des stations indépendamment du temps.

Le test de Friedman permet de répondre à ce questionnement. Pour répondre à la première question on considèrera le [tableau 72](#) en classant les valeurs en ligne (de 1 à 4) et pour répondre à la deuxième question on considèrera le [tableau 72](#) en classant les valeurs en colonne (de 1 à 8).

Test de Friedman en ligne (dans le temps)

$$\chi^2_{\text{obs}} = 16,01$$

$$\text{or pour un ddl} = 3 : \chi^2_{0,95} = 7,81 \text{ et } \chi^2_{0,999} = 16,30$$

Le test n'accrédite pas l'hypothèse d'identité H_0 . (i.e. il y a lieu de considérer un classement dans le temps).

Tableau n°073 : *Tableau des classements dans le temps*

Missions	avr-09	juin-09	déc-09	avr-11
Somme des rangs des stations	10	16,5	29	24,5
Rang global	1	2	4	3

Test de Friedman en colonne (dans l'espace)

$$\chi^2_{\text{obs}} = 23,25$$

or pour un ddl = 7 : $\chi^2_{0,95} = 14,10$ et $\chi^2_{0,999} = 24,30$
 Le test n'accrédite pas l'hypothèse d'identité Ho. (i.e. il y a lieu de considérer un classement dans l'espace).

Tableau n°074 : Tableau des classements dans l'espace

Stations	1	2	3	4	5	6	7	8
Somme des rangs des missions	5	22	13	22	32	26	12	12
Rang global	1	5	4	5	8	7	2	2

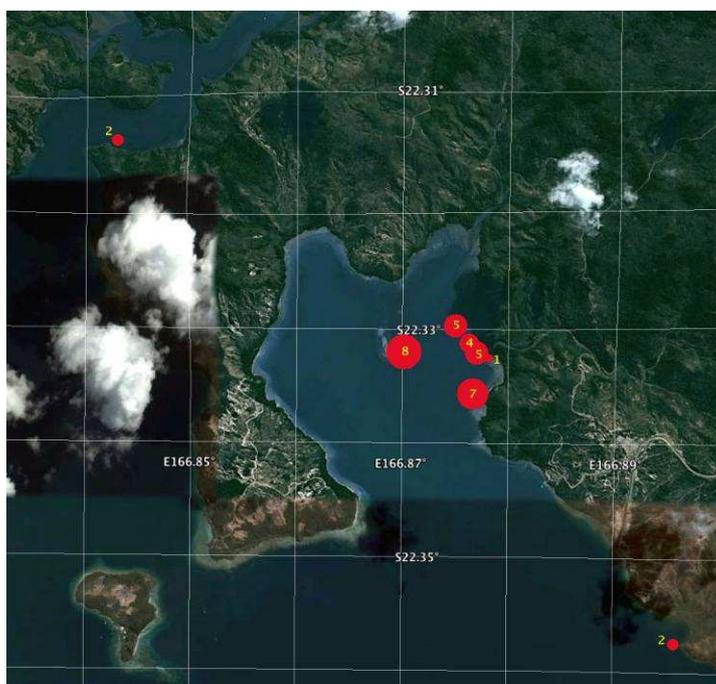


Figure n°043 : Représentation des rangs des stations

Le classement dans le temps distingue les missions d'avril 2009 et de juin 2009 des deux autres notamment celle de décembre 2009. Il s'agit sans doute d'un effet des saisons puisque dans l'espace le classement ne tient pas compte de la proximité du Creek baie nord, mais semble plus en rapport avec la couverture en corail.

7.3.2.2 Biodiversités γ et β par zone

La biodiversité γ

Le [tableau 75](#) reprend la liste totale des espèces observées aux quatre missions.

Tableau n°075 : Liste des espèces ichthyologiques toutes zones au cours des 4 missions

Fam	Espèces	Missions				Fam	Espèces	Missions			
		A	B	C	D			A	B	C	D
Aca	<i>Acanthurus blochii</i>	X	X	X	X	Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>	X	X	X	X
Aca	<i>Acanthurus dussumieri</i>			X		Lab	<i>Labropsis australis</i>				X
Aca	<i>Acanthurus mata</i>			X	X	Lab	<i>Oxycheilinus bimaculatus</i>			X	
Aca	<i>Acanthurus nigricauda</i>				X	Lab	<i>Oxycheilinus celebicus</i>	X		X	X
Aca	<i>Acanthurus nubilus</i>			X		Lab	<i>Oxycheilinus diagrammus</i>		X	X	X
Aca	<i>Acanthurus thompsoni</i>			X		Lab	<i>Oxycheilinus lineatus</i>	X		X	

Aca	<i>Acanthurus xanthopterus</i>		X	X		Lab	<i>Oxycheilinus</i> sp.		X	X	
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	X		X	X	Lab	<i>Pseudocheilinus</i> sp		X	X	
Aca	<i>Naso unicornis</i>		X	X	X	Lab	<i>Stethojulis bandanensis</i>			X	
Aca	<i>Zebrasoma scopas</i>			X		Lab	<i>Stethojulis devisi</i>	X		X	
Aca	<i>Zebrasoma veliferum</i>	X	X	X	X	Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	X	X	X	X
Ant	<i>Pseudanthias hypselosoma</i>			X		Lab	<i>Xyrichthys aneitensis</i>	X		X	
Apo	<i>Apogon aureus</i>			X	X	Lab	<i>Halichoeres argus</i>				X
Apo	<i>Apogon dodderleini</i>		X	X	X	Let	<i>Lethrinus harak</i>				X
Apo	<i>Apogon gilberti</i>			X		Let	<i>Monotaxis grandoculis</i>		X	X	X
Apo	<i>Apogon selas</i>		X	X	X	Lut	<i>Lutjanus adetii</i>			X	
Apo	<i>Archamia fucata</i>				X	Lut	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>			X	
Apo	<i>Cheilodipterus artus</i>		X	X		Lut	<i>Lutjanus ehrenbergii</i>				X
Apo	<i>Cheilodipterus quinquelineatus</i>			X		Lut	<i>Lutjanus fulviflamma</i>	X	X	X	X
Apo	<i>Ostrorhinchus compressus</i>				X	Lut	<i>Lutjanus fulvus</i>		X	X	X
Apo	<i>Zoramia leptacantha</i>			X		Lut	<i>Lutjanus monostigma</i>			X	
Bal	<i>Pseudobaliste flavimarginatus</i>				X	Lut	<i>Lutjanus quinquelineatus</i>		X	X	X
Ble	<i>Astrosalarias fuscus</i>			X	X	Lut	<i>Lutjanus vitta</i>			X	X
Ble	<i>Cirripectes chelomatus</i>			X		Mic	<i>Gunnellichthys curiosus</i>		X	X	
Ble	<i>Cirripectes</i> sp			X		Mic	<i>Gunnellichthys monostigma</i>		X	X	X
Ble	<i>Ecsenius bicolor</i>		X	X	X	Mic	<i>Gunnellichthys pleurotaenia</i>				X
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	X	X	X	X	Mic	<i>Gunnellichthys viridescens</i>			X	
Ble	<i>Plagiotremus laudandus</i>			X		Mic	<i>Gymnocranius grandoculis</i>			X	
Cae	<i>Caesio caeruleaurea</i>	X		X		Mic	<i>Ptereleotris hanae</i>			X	
Cae	<i>Caesio cuning</i>	X	X	X	X	Mic	<i>Ptereleotris microlepis</i>	X	X	X	X
Can	<i>Canthigaster valentini</i>	X	X	X	X	Mon	<i>Oxymonacanthus longirostris</i>			X	X
Car	<i>Carangoides ferdau</i>			X	X	Mul	<i>Mulloidichthys flavolineatus</i>			X	
Car	<i>Caranx melampyngus</i>	X		X		Mul	<i>Parupeneus indicus</i>				X
Car	<i>Caranx papuensis</i>			X		Mul	<i>Parupeneus barberinoides</i>		X	X	X
Car	<i>Gnathanodon speciosus</i>				X	Mul	<i>Parupeneus barberinus</i>		X	X	X
Cen	<i>Aeoliscus strigatus</i>			X		Mul	<i>Parupeneus ciliatus</i>			X	
Cha	<i>Chaetodon auriga</i>		X	X	X	Mul	<i>Parupeneus indicus</i>		X	X	X
Cha	<i>Chaetodon baronessa</i>	X	X	X	X	Mul	<i>Parupeneus multifasciatus</i>			X	X
Cha	<i>Chaetodon bennetti</i>		X	X	X	Mul	<i>Upeneus tragula</i>			X	X
Cha	<i>Chaetodon ephippium</i>		X	X	X	Mul	<i>Upeneus vittatus</i>			X	
Cha	<i>Chaetodon flavirostris</i>		X	X	X	Mur	<i>Gymnothorax javanicus</i>			X	
Cha	<i>Chaetodon lineolatus</i>	X		X		Nem	<i>Pentapodus aureofasciatus</i>			X	
Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	X	X	X	X	Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>	X	X	X	X
Cha	<i>Chaetodon melannotus</i>	X	X	X	X	Nem	<i>Scolopsis lineatus</i>	X		X	X
Cha	<i>Chaetodon mertensii</i>	X		X		Nem	<i>Scolopsis trilineatus</i>			X	
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	X	X	X	X	Pin	<i>Parapercis cylindrica</i>			X	
Cha	<i>Chaetodon speculum</i>		X	X	X	Pin	<i>Parapercis hexophtalma</i>	X	X	X	X
Cha	<i>Chaetodon ulietensis</i>	X	X	X	X	Pin	<i>Parapercis</i> sp.		X	X	
Cha	<i>Chaetodon unimaculatus</i>	X		X	X	Poc	<i>Centropyge tibicen</i>			X	X
Cha	<i>Chaetodon vagabundus</i>	X	X	X	X	Poc	<i>Pomacanthus imperator</i>				X
Cha	<i>Heniochus acuminatus</i>	X	X	X	X	Poc	<i>Pomacanthus sexstriatus</i>	X	X	X	X
Cha	<i>Heniochus varius</i>			X		Pom	<i>Abudefduf septemfasciatus</i>		X	X	



Cha	<i>Chaetodon speculum</i>				X	Pom	<i>Abudefduf sexfasciatus</i>	X	X	X	X
Eph	<i>Platax teira</i>			X		Pom	<i>Abudefduf whitleyi</i>	X	X	X	X
Epi	<i>Anyperodon leucogrammicus</i>	X	X	X	X	Pom	<i>Amblyglyphidodon curacao</i>			X	X
Epi	<i>Cephalopholis boenak</i>	X	X	X	X	Pom	<i>Amblyglyphidodon leugocaster</i>	X		X	
Epi	<i>Cromileptes altivelis</i>			X	X	Pom	<i>Amblyglyphidodon nigroris</i>			X	
Epi	<i>Epinephelus areolatus</i>	X		X		Pom	<i>Amblyglyphidodon orbicularis</i>	X	X	X	X
Epi	<i>Epinephelus coioides</i>				X	Pom	<i>Amphiprion melanopus</i>	X	X	X	
Epi	<i>Epinephelus cyanopodus</i>				X	Pom	<i>Chromis agilis</i>			X	
Epi	<i>Epinephelus howlandi</i>		X	X		Pom	<i>Chromis atripectoralis</i>		X	X	X
Epi	<i>Epinephelus maculatus</i>		X	X		Pom	<i>Chromis fumea</i>			X	
Epi	<i>Epinephelus merra</i>			X		Pom	<i>Chromis lepidolepsis</i>			X	
Epi	<i>Epinephelus ongus</i>		X	X	X	Pom	<i>Chromis margaritifer</i>				X
Epi	<i>Epinephelus polyphekadion</i>				X	Pom	<i>Chromis tematensis</i>			X	
Epi	<i>Plectropomus howlandi</i>			X		Pom	<i>Chromis viridis</i>	X	X	X	X
Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>	X	X	X	X	Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>	X	X	X	X
Gob	<i>Amblyeleotris fontanesii</i>		X	X	X	Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>	X	X	X	X
Gob	<i>Amblyeleotris sp.</i>	X	X	X	X	Pom	<i>Dascyllus aruanus</i>	X	X	X	X
Gob	<i>Amblygobius phalaena</i>			X	X	Pom	<i>Neoglyphidodon melas</i>			X	X
Gob	<i>Ctenogobiops feroculus</i>				X	Pom	<i>Neoglyphidodon nigroris</i>		X	X	X
Gob	<i>Mahidolia mystacina</i>			X		Pom	<i>Neoglyphidodon polyacanthus</i>		X	X	
Gob	<i>Oxyurichthys sp.</i>	X	X	X	X	Pom	<i>Neopomacentrus bankieri</i>				X
Gob	<i>Valenciennea decora</i>			X		Pom	<i>Neopomacentrus filamentosus</i>				X
Gob	<i>Valenciennea limicola</i>			X		Pom	<i>Neopomacentrus nemurus</i>		X	X	X
Gob	<i>Valenciennea sp.</i>		X	X	X	Pom	<i>Plectroglyphidodon lacrymatus</i>			X	X
Gra	<i>Diploprion bifasciatum</i>				X	Pom	<i>Pomacentrus amboinensis</i>	X		X	
Hae	<i>Plectorhinchus pictum</i>	X		X	X	Pom	<i>Pomacentrus aurifrons</i>	X	X	X	X
Hae	<i>Plectorhinchus picus</i>	X		X		Pom	<i>Pomacentrus bankanensis</i>		X	X	X
Hol	<i>Neoniphon sammara</i>		X	X		Pom	<i>Pomacentrus chrysurus</i>	X		X	X
Hol	<i>Sargocentron rubrum</i>			X	X	Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>			X	X
Hol	<i>Sargocentron spiniferum</i>		X	X	X	Pom	<i>Pomacentrus nagasakiensis</i>				X
Kyp	<i>Kyphosus cinerascens</i>			X		Pom	<i>Pomacentrus pavo</i>		X	X	
Lab	<i>Anampses femininus</i>			X	X	Pom	<i>Pomacentrus sp.</i>	X	X	X	
Lab	<i>Anampses neoguinaicus</i>		X	X		Pom	<i>Pomacentrus vaiuli</i>				X
Lab	<i>Bodianus mesothorax</i>	X		X	X	Pom	<i>Stegastes aureus</i>		X	X	X
Lab	<i>Bodianus sp.</i>		X	X		Pom	<i>Stegastes nigricans</i>				X
Lab	<i>Cheilinus chlorourus</i>	X	X	X	X	Pri	<i>Priacanthus hamrur</i>			X	
Lab	<i>Cheilinus fasciatus</i>		X	X		Pse	<i>Pictichromis coralensis</i>				X
Lab	<i>Cheilinus sp.</i>		X	X		Sca	<i>Chlorurus bleekeri</i>	X	X	X	X
Lab	<i>Cheilinus trilobatus</i>	X	X	X	X	Sca	<i>Chlorurus microrhinos</i>			X	
Lab	<i>Choerodon fasciatus</i>		X	X	X	Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>		X	X	X
Lab	<i>Choerodon graphicus</i>			X	X	Sca	<i>Scarus altipinnis</i>		X	X	
Lab	<i>Cirrhilabrus laboutei</i>		X	X		Sca	<i>Scarus flavipectoralis</i>	X	X	X	X
Lab	<i>Cirrhilabrus sp.</i>			X		Sca	<i>Scarus frenatus</i>				X
Lab	<i>Cirrhalabrus punctatus</i>			X		Sca	<i>Scarus ghobban</i>		X	X	X
Lab	<i>Coris aurilineatus</i>			X		Sca	<i>Scarus rivulatus</i>		X	X	X
Lab	<i>Coris aygula</i>	X		X		Sca	<i>Scarus schlegeli</i>		X	X	



Lab	<i>Coris batuensis</i>	X	X	X	X	Sco	<i>Scomberomorus commerson</i>		X	X		
Lab	<i>Coris dorsomacula</i>			X		Scr	<i>Pterois volitans</i>			X		
Lab	<i>Epibulus insidiator</i>	X	X	X	X	Sig	<i>Siganus corallinus</i>			X	X	
Lab	<i>Halichoeres argus</i>			X	X	Sig	<i>Siganus doliatus</i>		X	X	X	
Lab	<i>Halichoeres biocellatus</i>		X	X		Sig	<i>Siganus fuscescens</i>				X	
Lab	<i>Halichoeres hortulanus</i>			X		Sig	<i>Siganus lineatus</i>				X	
Lab	<i>Halichoeres margaritaceus</i>			X		Sig	<i>Siganus puellus</i>	X	X	X	X	
Lab	<i>Halichoeres melanurus</i>		X	X	X	Sig	<i>Siganus spinus</i>				X	
Lab	<i>Halichoeres prosopion</i>		X	X	X	Sig	<i>Siganus vulpinus</i>		X	X	X	
Lab	<i>Hemigymmus fasciatus</i>		X	X	X	Sph	<i>Sphyræna barracuda</i>				X	
Lab	<i>Hemigymmus melapterus</i>	X		X	X	Tet	<i>Arothron nigropunctatus</i>				X	
Total								218	61	97	187	133

Du [tableau 75](#), on peut déduire le nombre d'espèces se trouvant uniquement :

- uniquement à la mission d'avril 2009 (A) = 0
- uniquement à la mission de juin 2009 (B) = 0
- uniquement à la mission de décembre 2009 (C) = 50
- uniquement à la mission d'avril 2011 (D) = 31
- communes à AB = 41
- communes à AC = 61
- communes à AD = 47
- communes à BC = 97
- communes à BD = 74
- communes à CD = 102
- communes à ABC = 41
- communes à ACD = 47
- communes à BCD = 74
- communes à ABCD = 39

Le nombre total d'espèces observées par famille pour les 4 missions, toutes zones confondues est donné dans le [tableau 76](#).

Tableau n°076 : Nombre d'espèces totales observées par famille : toutes zones confondues et au cours des quatre missions

Fam	Avril	Juin	Décem	Mars	Fam	Avril	Juin	Décem	Mars
Aca	3	4	10	6	Lut	1	3	7	5
Ant	0	0	1	0	Mic	1	3	6	3
Apo	0	3	7	5	Mon	0	0	1	1
Bal	0	0	0	1	Mul	0	3	8	6
Ble	1	2	6	3	Mur	0	0	1	0
Cae	2	1	2	1	Nem	2	1	4	2
Can	1	1	1	1	Pin	1	2	3	1
Car	1	0	3	2	Poc	1	1	2	3
Cen	0	0	1	0	Pom	13	18	30	24
Cha	10	12	16	14	Pri	0	0	1	0
Eph	0	0	1	0	Pse	0	0	0	1
Epi	4	6	1	8	Sca	2	7	8	6
Gob	2	4	8	6	Sco	0	1	1	0
Hae	2	0	2	1	Scr	0	0	1	0
Hol	0	2	3	2	Sig	1	3	4	7
Kyp	0	0	1	0	Sph	0	0	0	1
Lab	13	19	37	19	Tet	0	0	0	1
Let	0	1	1	2					

La comparaison des structures par familles des peuplements observés lors des 4 missions ([tableau 76](#)) montre une similitude de composition hautement significative :

$$\chi^2_{\text{obs}} = 64,21, \text{ ddl} = 102 \chi^2_{0,95} = 126,21.$$



La biodiversité β

La *diversité β* indique les diversités entre les zones.

En d'autres termes : « Est-ce que les différences entre les zones ont été lors d'une mission plus marquée ? »

La *diversité β* est académiquement donnée par l'indice de diversité β , ' H_β ' de Whittaker² [15].

L'Indice de Whittaker utilise l'Indice de Shannon (Ish) comme indice de biodiversité :

$$H_\beta = \text{Ish}_\gamma - (1/p) \cdot \sum \text{Ish}_{\alpha_i}$$

Ne disposant pas des quantités d'individus présents par espèce (qui sont nécessaires au calcul de l'Ish), on utilisera par analogie l'expression suivante :

$$B_\beta = B_\gamma - (1/p) \sum B_{\alpha_i}$$

Cette B_β varie entre 0 et la valeur $B_{\beta_{\max}}$.

Elle est nulle lorsque toutes les stations ou zones présentent exactement les mêmes espèces (ainsi $\sum B_{\alpha_i} = p \cdot B_\gamma$) et maximale lorsque qu'aucune station ne ressemble à une autre (ainsi $\sum B_{\alpha_i} = B_\gamma$).

$B_{\beta_{\max}}$ a pour expression :

$$B_{\beta_{\max}} = (p-1)/p \cdot \sum B_{\alpha_i}$$

Un indice E_β d'équitabilité est alors obtenu en faisant le rapport :

$$E_\beta = B_\beta / B_{\beta_{\max}} \quad \text{ou} \quad E_\beta = (p/(p-1)) \cdot (B_\beta / B_\gamma)$$

Cet indice varie entre 0 et 1.

Tableau n°077 : Diversités spatiales entre zones à chaque mission et diversité temporelle entre les missions

Spatial											Temporel			
2009						2011								
Avril			Juin			Décembre			Avril			2009-2011		
B_β	B_γ	E_β												
43,9	61	0,82	66,75	97	0,79	135,5	187	0,83	92,0	133	0,79	158,3	218	0,83

Les indices d'équitabilité spatiale (entre zones) sont stables et élevés et du même ordre de grandeur que l'équitabilité temporelle (entre missions). Du point de vue des espèces que l'on y rencontre, les stations se ressemblent peu et elles changent dans le temps.

Cette instabilité qualitative du peuplement est une chose déjà signalée lors du suivi et à l'échelle de toute la zone.

7.3.2.3 Présence de juvéniles

Les zones côtières et particulièrement les zones côtières protégées comme les baies, jouent, dans le fonctionnement du lagon, un rôle important de nursery pour un grand nombre de poissons récifo-lagonaires. L'une des priorités en matière de surveillance de ces milieux, doit porter sur la pérennité de ce rôle.

Dans le [tableau 78](#), nous avons considéré la proportion d'espèces présentes à l'état de juvéniles dans chacune des listes d'espèces.

Tableau n°078 : Proportion d'espèces présentes à l'état de juvénile

Zones	Avril. 09 % Juv.	Juin. 09 % Juv.	Déc. 09 % Juv.	Mars. 11 % Juv.
1	71,43	70,00	64,29	73,33
2	66,67	26,53	47,62	51,06
3	66,67	33,33	55,17	57,58

² L'indice de Whittaker est largement utilisé notamment dans les études sur la biodiversité des forêts tropicales.

4	56,52	38,00	43,14	45,71
5	51,85	39,68	50,00	43,08
6	36,00	50,00	62,50	41,38
7	38,46	44,44	41,46	46,51
8	60,00	53,33	45,83	46,88

Une ANOVAR sur ce [tableau 78](#) donne :

$$F_{\text{obs}} = 1,34$$

$$\text{Or pour } k_1 = 3 \text{ et } k_2 = 28 \quad F_{0,95} = 2,95 \text{ et } F_{0,995} = 5,32$$

L'ANOVAR accrédite l'hypothèse d'identité H_0 . Les 4 séries ont des variances identiques.

Il devient alors intéressant de voir s'il y a un classement spatial des stations. Le test de Friedman permet de répondre à ce questionnement. Pour répondre à la question on considèrera le [tableau 78](#) en classant les valeurs en colonne (de 1 à 8).

Test de Friedman en colonne (classement dans l'espace)

$$\chi^2_{\text{obs}} = 13,08$$

$$\text{or pour un ddl} = 7 : \chi^2_{0,95} = 14,10$$

Le test accrédite l'hypothèse d'identité H_0 : c'est-à-dire qu'il n'y a pas lieu de considérer un classement dans l'espace.

Le rôle de nursery de la baie est resté inchangé.

8 Conclusion

En l'absence d'état des lieux de référence des pourtours de l'embouchure du Creek baie nord, il a été difficile de conclure en 2009 avec certitude sur l'impact potentiel de la fuite d'acide sur la santé des communautés marines de la zone. Cette mission portait donc aussi sur l'acquisition de connaissances quant aux effets potentiels de fortes dépressions ou de période climatique La Niña.

Au vu des résultats obtenus sur 4 missions (3 sur une période de 9 mois, d'avril à décembre 2009 et la dernière - objet du présent rapport - en avril 2011, soit 2 ans après l'accident et la 1^{ère} mission) de suivi de l'état de santé du milieu marin et de l'environnement, nous pouvons conclure :

Communautés benthiques

La zone d'étude de la baie de Prony est sous l'influence potentielle de l'usine Vale Nouvelle-Calédonie. Le suivi général environnemental biologique de la faune et de la flore récifale depuis 2005 montre que cette zone est très diversifiée.

En considérant cette notion de variabilité saisonnière et de mobilité de certaines espèces, il est très important de s'attacher aux variations d'abondance et de richesse spécifique des organismes fixés et ne présentant pas de variation épisodique.

Pour la grande majorité des coraux, les colonies sont fixes et peuvent donc être comparées d'une mission à une autre. Ce groupe benthique a une diversité biologique très variée, comme on peut le constater dans les zones prospectées. Les espèces ne réagissent pas de la même manière à une perturbation (variations d'origines naturelles ou anthropiques), c'est pourquoi il est important de définir les espèces ou genres qui ont été perturbés afin de donner un diagnostic le plus précis possible. Enfin les coraux fournissent un habitat privilégié aux autres espèces marines. Si cette structure est influencée, c'est l'ensemble de la biodiversité qui est perturbée.

Durant la mission d'avril 2011, nous avons observé de nombreuses modifications dans la composition et la structuration des biocénoses benthiques (diversité, abondance et état de santé) enregistrées en décembre 2009 et depuis avril 2009 pour les stations de suivi biologique de la zone. **Ces dégradations sont nettement observables pour les niveaux bathymétriques supérieurs les plus soumis à l'influence de l'eau douce.**

En l'absence d'état des lieux de référence des pourtours de l'embouchure du Creek baie nord, il est difficile de conclure avec certitude sur l'impact potentiel de la fuite d'acide sur la santé des communautés marines de la zone. Cependant, nous pouvons émettre une hypothèse compte tenu des résultats des quatre missions d'avril, juin, décembre 2009 et avril 2011 :

Hypothèse : Nous constatons que lors d'évènements climatiques exceptionnels seules les zones en aval direct des embouchures des creeks et des rivières sont perturbées (Z06, Z07 et Z08).

Nous pouvons donc supposer que les zones Z02, Z03 et Z04 n'auraient pas été dégradée en avril 2009 si la fuite d'acide n'avait pas eu lieu. Cependant ces zones n'ayant pas été perturbées depuis cet accident, elles ont retrouvé un bon état de santé (résilience importante).

Cette constatation permet d'appréhender que la fuite d'acide a perturbé l'ensemble des stations à proximités de l'embouchure du Creek de la baie nord en avril 2009 mais que les coraux ont réintégré leur vitalité (taux de zooxanthelles suffisant) pour les zones et les stations qui n'ont pas été perturbées dans le temps.

La résilience des coraux a été la plus constatée au fur et à mesure des missions pour les zones Z02, Z03, Z04, Z05, la radiale de Z06, ST02.

Concernant les zones sous influence périodique de l'eau douce de surface (Z06, Z07 et Z08) (perturbation dans le temps), nous constatons une mortalité importante qui se manifeste par les colonies mortes en place recouvertes par du gazon algal et des cyanobactéries.

En avril 2011, l'ensemble des stations de suivi biologiques ne montrent pas d'évolution qui pourrait révéler des anomalies biologiques induite par l'activité anthropique mais plutôt d'ordre naturel (évènement climatique de longue période « La Niña » et évènements dépressionnaires de courte période « Vania et Zelia »).

L'évènement « La Niña » a pour conséquence une anomalie positive de température des eaux de surface et une anomalie négative de salinité (abondance des précipitations) sur une longue période de 3 ou 4 mois (cf. § 3). Ces anomalies vont influencer toute la zone d'étude dans les petites profondeurs et l'anomalie de salinité est d'autant plus importante aux embouchures des creeks et des rivières. Les colonies coralliennes les plus sensibles s'édifiant aux sommets des récifs peuvent ainsi expulser leurs zooxanthelles (phénomène de blanchissement).

Les évènements dépressionnaires du début d'année 2011 vont se superposer au phénomène climatique « La Niña » (principalement la dépression **Vania** qui a touchée le sud du territoire les 14 et 15 janvier 2011, puis dans une moindre mesure la dépression **Zelia**).

Les vents violant 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 les plus exposés, 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. De plus, 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 très protégé des vents et des agents hydrodynamiques).

Les évènements dépressionnaires « Vania et Zelia » ont déstabilisé les communautés coralliennes sur une courte période mais les variations des paramètres environnementaux ont été importantes, violentes et soudaine. Alors que le phénomène climatique «La Niña» a eu de faible amplitude sur les paramètres environnementaux mais ce phénomène a affaibli les coraux sur une durée plus importante.

Dans la baie de Prony (milieu protégé), les **principales dégradations proviennent d'une dessalure des eaux de surface** (colonies blanchies encore en place, mortalité importante sur les récifs à proximité des embouchures des creeks et des rivières). Les dégradations mécaniques sont moins fréquentes mais nous avons observé une casse importante des coraux branchus sur le sommet du récif de l'îlot Gabriel (Z05 : récif isolé au milieu de la baie).

Le blanchissement corallien a été observé sur l'ensemble des récifs et particulièrement pour les étages peu profonds et les récifs aux embouchures des creeks et rivières (eau douce plus légère que l'eau salée). La réaction des coraux face à cette perturbation est l'expulsion de leurs zooxanthelles (blanchissement corallien). Les colonies blanchies ne sont pas vouées à mourir si le phénomène ne perdure pas dans le temps. Leur résilience est importante et elles peuvent réintégrées rapidement des zooxanthelles si les conditions environnementales leur permettent. Par contre, si la période d'affaiblissement est importante, le seuil de tolérance des coraux est dépassé et l'on assiste à une mortalité corallienne importante (particulièrement en zones 06 et 08).

Le recrutement corallien caractérise également l'état de santé des récifs. Les colonies juvéniles assurant le maintien des populations à l'échelle décennale (capacité de recolonisation et de résilience). La richesse spécifique et l'abondance des biocénoses benthiques ont légèrement diminué depuis la dernière mission de décembre 2009 et particulièrement pour les niveaux bathymétriques supérieurs.

Au vu des données recueillies depuis les quatre missions, il en résulte que la fuite d'acide en avril 2009 a influencé une grande zone récifale à proximité de l'embouchure du Creek baie nord, mais que ces récifs perturbés sur une courte période ont récupéré un bon état de santé. Par contre, lors d'évènements climatiques exceptionnels tous les récifs à proximité directe des embouchures de la baie de Prony présentent des signes d'affaiblissement (blanchissement) qui se traduisent par une mortalité importante si le phénomène perturbateur dure dans sur une longue période de temps.

Durant le début d'année 2011, les variations naturelles de l'environnement ont perturbé profondément les récifs de la baie de Prony avec un gradient d'éloignement par rapport aux embouchures des creeks et rivières ainsi que les récifs les plus exposées aux agents hydrodynamiques.

Il en résulte que les récifs influencés régulièrement par l'eau douce (Z06, Z07 et Z08) ont été grandement dégradés et auront plus de difficultés de régénération que les autres récifs de la baie de Prony. Ces stations sont à surveiller avec attention lors du prochain suivi biologique.

Communautés ichthyologiques

La faune ichthyologique de la baie de Prony n'apparaît pas perturbée. Sa diversité spécifique varie spatialement en fonction de la couverture corallienne et dans le temps avec les saisons. L'accroissement des biodiversités α et γ en décembre 2009 est sans doute liée à la saison. Ces biodiversités ont légèrement diminué en avril 2011.

L'étude de la biodiversité ne montre pas de bouleversement flagrant. Les tests statistiques n'autorisent pas une telle conclusion. Il y a probablement une différence entre, d'une part les résultats d'avril et juin 2009 et d'autre part ceux de décembre 2009 et avril 2011 mais les analyses spatiales n'autorisent pas à pointer particulièrement le voisinage du Creek et plaident donc plutôt en faveur de la saisonnalité et de la pluviométrie.

Le rôle de nursery dévolu classiquement à ce genre d'habitat (fond de baie, estuaire) n'a pas été affecté. Un très grand nombre d'espèces rencontrées sont à l'état de juvénile. Et ce rôle n'est ni plus ni moins important lors des différentes missions.

Les structures par famille du peuplement sont restées stables. Elles correspondent peu ou prou aux régimes alimentaires. Il y a une majorité de benthophages et d'herbivores, ce qui est normal pour une zone côtière et plus encore pour un fond de baie. On notera également un grand nombre de planctonophages : non seulement les petites espèces classiques comme la plupart des Pomacentridae, mais également de plus grosses comme les Caesionidae ou certains Acanthuridae. De nombreuses espèces corallivores exclusives, ou en partie corallivores, sont présentes sur le site corroborant ainsi la présence de coraux vivants.

Le nombre d'espèces occasionnelles s'est accru, notamment les Carangidés. Et, la présence de poissons adultes sédentaires inféodés au fond comme les Gobies, les Blennies, les Pinguipédidés... ou inféodés à la tranche d'eau comme les Pomacentridae est toujours observée, montrant que ce milieu n'est pas perturbé.

Ainsi, sur la base de l'ichthyofaune, la baie de Prony semble en bon état. Les perturbations observées au cours des précédentes missions et pour lesquelles l'origine était incertaine : accident d'acide vs abondance des précipitations, ne sont, quoi qu'il soit, plus décelables.

Au total 218 espèces de poissons ont été inventoriées.

La biodiversité et la présence de juvéniles sont des indicateurs beaucoup plus heuristiques que les données quantitatives, telles que la densité et la biomasse. Ces dernières sont conjoncturelles, intrinsèquement biaisées et donc de peu d'intérêt.

9 Recommandations

Bioindicateurs

Les phénomènes de prolifération de cyanobactéries et de mortalité corallienne sont à surveiller avec une très grande attention.

Emplacement et nombre des stations de surveillance

Le manque de données historiques fait défaut pour permettre de quantifier les impacts anthropiques potentiels dans certaines zones de la baie de Prony, dont la Baie nord. Or, les deux pôles majeurs de risques accidentels liés au projet sont le Creek baie nord et le Port. Il est donc important d'augmenter la couverture d'étude dans ces zones (réseau de surveillance à élargir, particulièrement dans la baie de Prony qui est d'intérêt biologique mondial).

D'autre part, il serait judicieux de rajouter une ou plusieurs stations témoins dans le suivi environnemental général de la baie de Prony afin de pouvoir comparer et étudier l'évolution des données biologiques sur des zones sans influence par le site industriel et minier. La baie du Carénage par exemple, est hors influence du Creek baie nord et les bassins versants qui se déversent dans cette rivière ne sont pas en liaison avec les installations industrielles. L'ajout d'une station fixe de suivi dans l'embouchure de la baie du Carénage serait préférable afin de suivre l'évolution et de quantifier les dégradations à venir, sur ces récifs d'une richesse spécifique exceptionnelle.

Par ailleurs, cette zone de mouillage est connue par de nombreux navigateurs mais aucune bouée ni corps mort n'est installé pour le mouillage des bateaux. De telles installations (Province Sud) pourraient ainsi éviter les dégradations mécaniques des récifs causées par les chaînes et ancres des navires.

Date du suivi

Afin de suivre l'ensemble des variations saisonnières et le cycle biologique annuel des communautés coralliennes sur les stations d'étude, il serait pertinent de réaliser de prochaines missions de suivi :

- en fin d'année, en période sèche (étiage), qui pourrait être sources d'informations importantes sur les variabilités saisonnières,
- au mois d'avril. L'idéal serait d'avoir un épisode pluvieux important pour être dans des conditions physiques proches de l'année 2009.

Méthodologie

Parallèlement à ces études, il faudrait développer un protocole « standardisé » d'URGENCE ou de CRISE (en relation avec le CNRT, IRD et IFREMER) applicable à l'ensemble des suivis environnementaux marins (études pluridisciplinaires). Ce protocole permettrait d'intervenir en urgence sur une pollution (origine diverse) et de manière consensuelle entre tous les partenaires.

10 Sources

Les différentes sources utilisées pour ce document sont présentées ci-dessous.

Les numéros rappellent les références citées dans le texte de cette étude.

Les autres sources sont extraites de la bibliographie ayant servi à la rédaction du rapport.

	Andréfouët S., Torres-Pulliza D., 2004. Atlas des récifs coralliens de Nouvelle-Calédonie, IFRECOR Nouvelle-Calédonie, IRD, Nouméa, Avril 2004, 26p + 22 planches
14	Aqua Terra : 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 : 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
2	Aqua Terra : Rapport final pour « Evaluation de l'impact d'une fuite acide sur le milieu marin » Projet Goro Nickel, Vale Inco NC. Mission avril 2009. Purchase Order E13690. Document : AquaTerra_Rap_009-09_V02. 176p
3	Aqua Terra : Atlas photographique pour « Evaluation de l'impact d'une fuite acide sur le milieu marin » Projet Goro Nickel, Vale Inco NC. Mission avril 2009. Purchase Order E13690. Document : AquaTerra_AtlasPho_009-09_V01. 104p
4	Aqua Terra : Rapport final pour « Evaluation de l'impact d'une fuite acide sur le milieu marin » Projet Goro Nickel, Vale Inco NC. Mission juin 2009. Purchase Order E15217. Document : AquaTerra_Rap_018-09_V03. 182p
5	Aqua Terra : Atlas photographique pour « Evaluation de l'impact d'une fuite acide sur le milieu marin » Projet Goro Nickel, Vale Inco NC. Mission juin 2009. Purchase Order E15217. Document : AquaTerra_AtlasPho_018-09_V01. 96p
	Aqua Terra : 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 : 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
6	Aqua Terra : Rapport final pour « Evaluation de l'impact d'une fuite acide sur le milieu marin » Projet Goro Nickel, Vale Inco NC. Mission décembre 2009. Purchase Order E18597. Document : AquaTerra_Rap_048-09_V02. 205p
7	Aqua Terra : Atlas photographique pour « Evaluation de l'impact d'une fuite acide sur le milieu marin » Projet Goro Nickel, Vale Inco NC. Mission décembre 2009. Purchase Order E18597. Document : AquaTerra_AtlasPho_048-09_V01. 98p
	Aqua Terra : 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 : 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. 90p
	Aqua Terra : 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 : 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. 100p
	Aqua Terra : 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 : 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. 95p
8	Aqua Terra : Atlas photographique pour Suivi de l'impact d'une fuite acide sur le milieu marin » Projet Goro Nickel, Vale Inco NC. Mission avril 2011. Purchase Order E29830. Document : AquaTerra_AtlasPho_019-11_V01. 96p
	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
	Bellwood D.R., Hughes T.P., 2001. Regional-scale assembly rules and biodiversity of coral reefs. <i>Science</i> 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. <i>Ecology Letters</i> 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). <i>Braz. J. Biol.</i> , 63(2): 183-194, 2003. 12p
	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 flôt Bayes. Morphologie générale et Communautés algo-coralles. 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'Ilot 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

CEDRE, 2006. Guide d'intervention chimique, Acide sulfurique. 64p

Chauhan V. D. & Mairh O. P., 1978. Report on the survey of marine algae resources of Saurashtra coast; Salt Res. India 14(2) 21-41

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). Cah. Pac., 6 : 172-175

Chevalier J.P., 1973. Coral reefs of New Caledonia. in : JONES O.A, ENDEAN R. (ed.) : Biology and geology of coral reefs. New York : Acad. Press. Vol 1, Geol. 1 : 143-166

Chevalier J.P., 1975. Les Scléractiniaires de la Mélanésie française. 2ème partie. in : Expéd. fr. sur les récifs coralliens de la Nouvelle-Calédonie. Paris : Singer-Polignac. Vol. 7 : 407 p

Chevalier J.P., 1980. Les coraux du lagon de la Nouvelle-Calédonie. in : DUGAS F., DEBENAY J.P. Carte sédimentologique et carte annexe du lagon de Nouvelle-Calédonie à 1/50 000. Feuille la Tontouta. Paris : ORSTOM. Not. Explic., 86 : 17-22

Chorus I. & Bartram J., 1999. Toxic Cyanobacteria in Water : A guide to their public health consequences, monitoring and management. Geneva :World Health Organization, 416

Dagnelie P., 1975. Théorie et méthodes statistiques, Les Presses Agronomiques de Gembloux, (Vol II) 463 p

Dietrich D.R., 2001. Détecter les cyanotoxines des eaux. Biofutur, 209, 44-47

Dooley J. K., 1972. Fishes associated with the pelagic *Sargassum* complex, with a discussion of the *Sargassum* community; Contrib. Mar. Sci. 16 1-32

9 English S. and al., 1997. Survey manual for tropical marine resources (2nd Edition). Australian Institute of Marine Science. 390p

Faure G., Thomassin B., Vasseur P., 1981. Reef coral assemblages on the windward slopes in the Noumea Lagoon (New Caledonia). Proc. 4th int. Coral Reef Symp., Manila, 18-22 May 1981. 293-301

12 Fisk D. 2009 Best practice for LIT survey. Coral list Vol4 Issue 28

Fogg G.E., 1975. Algal cultures and Phytoplankton ecology. 2e éd. Univ. Wisconsin in Press. Madison and Milwaukee, 3-175

Friedman M., 1937. The use of ranks to avoid the normality implicit in the analysis of variance. J. Amer. Statist. Ass. (32) 675-701p

Gabriel C., Cros A., Chevillon C., Downer A. 2005. Analyse Eco-régionale marine de Nouvelle-Calédonie. Atelier d'identification des aires de conservation prioritaire. 112p

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

Garrigue C. & Di Matteo A., 1991. La biomasse végétale benthique du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie. Résultats bruts : liste taxonomique, biomasses, pigments chlorophylliens. Arch. Sci. Mer, Biol. iiiur., ORSTOM, Noumea, 1, 143 pp

Guerloget O. & Perthuisot J.P., 1983. Le domaine paralique. Expressions géologique, biologique et économiques du confinement. Presses de l'Ecole Normale Supérieure (16) Paris: 136p

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

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

Harmelin-Vivien M.L., J.G. Harmelin, C. Chauvet, C. Duval, R. Galzin, P. Lejeune, G. Barnabé, F. Blanc, R. Chevalier, J. Duclerc, G. Lasserre, 1985 - Evaluation visuelle des peuplements et populations de poissons : méthodes et problèmes. Revue d'Ecologie (Terre et Vie), vol. 40 : 80p

Hatcher B.G., 1997. Coral reef ecosystems: how much greater is the whole than the sum of the parts? Coral Reefs 16, S77-S91

Hawkins Sigrid V., 2006. "Feeding Preference of the Cushion Star, *Culcita Novaeguineae* in Mo'orea" (December 1, 2006). Water Resources Center Archives. Biology and Geomorphology of Tropical Islands (ESPM 107/IB 158)

Kendrick G. A., 1994. Effects of settlement density and adult canopy on survival of recruits of *Sargassum* spp. (Sargassaceae phaeophyta); Mar. Ecol. Progr. Ser. 103 129-140

Kendrick G. A. & Walker D. I., 1994. Role of recruitment in structuring beds of *Sargassum* spp. (Phaeophyta) at Rottneest Island, western Australia. J. Phycol. 30:200-8

Kendrick G. A. and Walker D. I., 1995. Dispersal of propagules of *Sargassum* spp. (Sargassaceae phaeophyta) : observations of local patterns of dispersal and possible consequences for recruitment and population structure. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 192 273-288

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

Kruskal W., Wallis W.A., 1952. Use of ranks in one-criterion variance analysis. Journal of the American Statistical Association 47 (260): 583-621

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

Laboute P., Grandperrin R. 2000. Poissons de Nouvelle-Calédonie, Nouméa : Catherine Ledru, 519 p

Lasne G., 2007. Les coraux de Nouvelle-Calédonie : Synthèse bibliographique. Cellule de coordination CRISP, IRD, WWF, MNHN, EPHE. 93p

	Lasne G., Menou J.L., Geoffray C., 2006. Description des biocénoses marines et la morphologie baie de Ouémo. Rapport de mission confidentiel, Centre IRD de Nouméa, 26p
	Lasne G., Payri C., Menou J.M., 2006. Description des biocénoses marines et la morphologie à Poindimié. Rapport de mission confidentiel, Centre IRD de Nouméa, 23 p
	Lasne G., Geoffray C., Folcher E., 2007. Description des biocénoses marines et la morphologie à la Pt de Mouly, Ouvéa. Rapport de mission confidentiel, Centre IRD de Nouméa, 26 p
	Lasne G., Menou J.M., Folcher E., 2007. Description des biocénoses marines et la morphologie à Xépénéhé, Lifou. Rapport de mission confidentiel, Centre IRD de Nouméa, 28 p
	Lasne G., 2010. Inventaire des coraux scléactiniaires du Grand Lagon Nord de la Nouvelle-Calédonie – Campagne CORALCAL III, 10-30 mars 2009. 122p
	Lenanton R. C. J., Robertson A. I. and Hansen J. A., 1982. Nearshore accumulations of detached macrophytes as nursery areas for fish; Mar. Ecol. Prog. Series 9 51–57
	Levi C., Bargibant G., Menou J.L., Laboute P., 1998. Sponges of the New Caledonian Lagoon. Edition de l'ORSTOM. 214p
1	Lloyd's register, 2009. Investigation into the Sulphuric Acid Leak to the Environment. Vale Inco Goro Site. Pour la Direction de l'Industrie des Mines et de l'Energie de Nouvelle-Calédonie. Version 02, 37 p
11	Mundy C. These about accuracy and precision of the LIT method. James Cook University Townsville 1985
	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
	Payri C.E., 1988. <i>Halimeda</i> contribution to organic and inorganic production in a Tahitian reef system. Coral Reefs, 6,251-262
	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
	Payri C. et Richer de Forges B., 2006. Compendium of marine species from New Caledonia. Doc. Sci. Tech. II7 volume spécial, IRD
	Pearson E.S. et Hartley H.O., 1966. Biometrika tables for statisticians (Vol I) University Press, Cambridge, 264p
	Pichon M., 2006. Biodiversité des coraux scléactiniaires 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
	Pichon M. 2006. Scleractinia of New-Caledonia.in Payri C. et Richer de Forges B., (eds). Compendium of marine species from New Caledonia. Doc. Sci. Tech. II7 volume spécial, IRD : 148-155
	Pichon M. et al., 2007 Biodiversité des coraux scléactiniaires 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. 506 p
10	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., 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.
	Salvat Bernard, 1996. Suivi scientifique du phénomène de blanchissement des coraux en Polynésie française, Follow up of coral bleaching in French Polynesia. 97 p. (bibl.: dissem.), ENV-SRAE - 92006
	Sato M., 1984. Mortality and growth of juvenile coral <i>Pocillopora damicornis</i> (Linnaeus) Univ. Ryukyus, dep. marine sci., Okinawa 903 01, JAPON
	Silva P. C., 2002. Overview of the Genus <i>Caulerpa</i> , University Herbarium. International <i>Caulerpa taxifolia</i> conference
	Spalding M.D., Ravilious C. & Green E.P., 2001. World atlas of coral reefs. University of California Press, 424 p
	Veron J.E.N., Pichon M., 1980. Scleractinia of Eastern Australia. Part 3. Families Agaricidae, Siderastreidae, Fungiidae, Oculinidae, Merulinidae, Mussidae, Pectinidae, Caryophyllidae, Dendrophylliidae. Mem. Austral. Inst. Marine Sci. 4. 422 pp
	Veron J.E.N., Wallace C.C., 1984. Scleractinia of eastern Australia. IV Family Acroporidae. Aust. Inst. Mar. Sci. Monogr. Ser. 6. 485p
	Veron J.E.N., 1986. Coral of Australia and the Indo-Pacific. Angus and Robertson Publishers. 644 p
	Veron J.E.N., 1995: Corals in space and time, the biogeography and evolution of the Scleractinia. UNSW Press, Sydney. 321p
	Vezie C., Bertru G., Brient L. & Lefevre J.C., 1997. Blooms de Cyanobactéries hépatotoxiques dans l'ouest de la France. TSM, 10, 39-46
	Wallace C., 1999. Staghorn Corals of the World. A revision of the Genus <i>Acropora</i> . (ed) CSIRO Publishing pp. 422p
	Wells J.W., 1959. Notes on Indo-Pacific Scleractinian corals. Part 1 and 2. Pac. Sci., 13 (3) : 286-290
	Wells J.W., 1961. Notes on Indo-Pacific Scleractinian corals, Part 3. A new reef coral from New Caledonia. Pac. Sci., 15 : 189-191
	Wells J.W., 1964. The recent solitary Mussid Scleractinian corals. Zool. Meded., Leiden, 39 : 375-384
	Wells J.W., 1968. Notes on Indo-Pacific Scleractinian corals. Parts 5 and 6. Pac. Sci., 22 (2) : 274-276
	Wells J.W., 1971. Notes on Indo-Pacific Scleractinian corals. Part 7. Pac. Sci., 25 (3) : 368-371
	Wells J.W., 1984. Notes on Indo-Pacific Scleractinian corals. Part 10. Pac. Sci., 38 (3) : 205-219
	Whittaker R.H., 1960. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. Ecological Monographs 30, 279–338



15	Whittaker, R. H. (1972) Evolution and measurement of species diversity Taxon 21 : 213-51
	Whittaker R.H., 1977. Species diversity in land communities. Evolutionary Biology 10, 1–67
	Wijsman-Best M., 1972. Systematics and ecology of New Caledonia Faviidae (Coelenterata, Scleractinia). Bijdr. Dierk., 42 (1) : 1-90
	Wijsman-Best M., 1973. A new species of the Pacific coral genus Blastomussa from New Caledonia. Pac. Sci., 27 (2) : 154-155
	Wijsman-Best M., 1974. Habitat-induced modification of reef corals (Faviidae) and its consequences for taxonomy. In: Proceedings of the Second international coral reef symposium (Cameron-A-M editor), Volume 2; coral settlement and growth : 217-228
	http://coordination-maree-noire.eu/spip.php?article9029
	http://www.bonnagreement.org/fr/html/recent-incidents/accidents_chimiques.htm
	www.cnrs.fr
	www.com.univ-mrs.fr/IRD
	http://www.com.univ-mrs.fr/IRD/atollpol/ecorecat/recifs.htm
	http://www.com.univ-mrs.fr/IRD/atollpol/ecorecat/algues.htm
	www.coraux.univ-reunion.fr
	www.crisponline.net/Portals/1/PDF/CRISP_Synthese_bibliographique_coraux.pdf
	www.ird.fr
	www.sealifebase.org/
	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 182
Annexe n°2	⋮	Légende des schémas structuraux	p 191
Annexe n°3	⋮	Résultats bruts de l'échantillonnage LIT	p 192
Annexe n°4	⋮	Résultats bruts de l'échantillonnage du benthos	p 194
Annexe n°5	⋮	Résultats bruts de l'échantillonnage ichtyologique	p 203

Annexe n° 1

Méthodologie générale d'échantillonnage des communautés récifales**Dans le cadre du réseau de surveillance de l'état de santé des communautés coralliennes et organismes associés**

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) [09] 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 d'organiser un atelier de travail spécifique afin d'établir un protocole de référence pour le suivi temporel futur des communautés coralliennes.

L'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.

1 / Définition d'une station

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).

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 44](#).

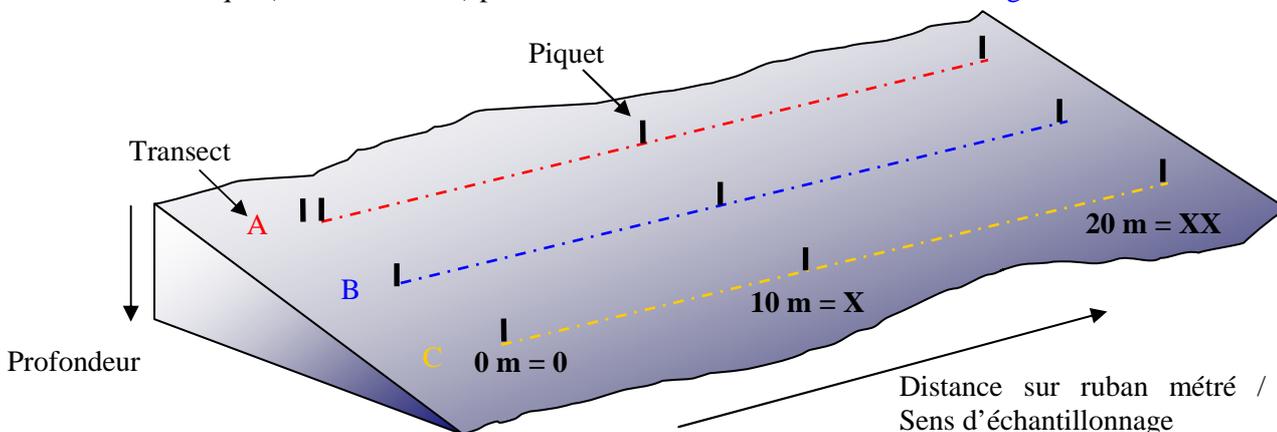


Figure n°044 : Annexe 01 : Schéma théorique d'une station composée de 3 transects (A, B, C), de 20 m de long

Par mesure de commodité, dans les rapports, 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.

2 / 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 peut être réalisé, selon le cahier des charges. La récolte des données porte sur l'habitat (le substrat), le benthos et les poissons ainsi qu'en la réalisation de vidéos et de photos.

2.1 / Positionnement

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

Une fois rendue sur place, l'équipe vérifie 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) est alors 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 était répétée pour chacun.

2.2 / Matérialisation

La méthode de suivi temporel statistique retenue par 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 ainsi qu'en 2008.

2.2.1 / Organisation « matérielle »

Le parfait état du marquage des stations étant primordial pour un suivi temporel, à chaque mission, les piquets absents, tombés, branlants, etc. sont systématiquement remplacés.

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 sont en acier galvanisé dont les caractéristiques sont les suivantes :

- longueur : 2 mètres,
- diamètre : 12 mm,
- 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.

2.2.2 / 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.

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

- Une première plongée préalable permet de rechercher et retrouver la station et ses transects et de vérifier soigneusement son état. Les opérations de maintenance nécessaires sont alors réalisées.
- La plongée d'échantillonnage est effectuée ultérieurement.

3 / 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 est appliquée.

La méthode du Line Intercept Transect (LIT) de English & al (1997) [09] 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 annotés.

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 est 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 45](#) : 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.

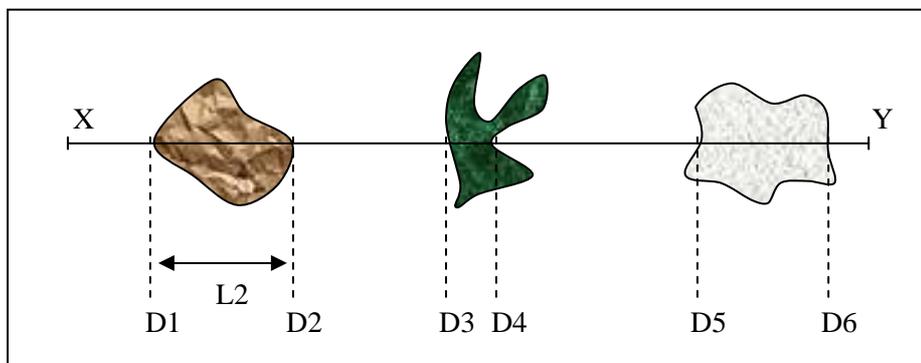


Figure n°045 : Annexe 01 : Diagramme schématisique d'un transect

Les classes retenues (au nombre de 28) sont adaptées de celles préconisées par English et al. [09] pour le « Line Intercept Transect » (« life forms ») et présentées dans le [tableau 63](#).

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



Tableau n°079 : Annexe 01 : Catégories et composantes de substrat retenues pour l'échantillonnage et le traitement des données

	COMPOSANTES (12)	CATEGORIES (28)	CODE	DESCRIPTION
Biotique	Coraux sclérentiniens	<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 <i>NB : les non acropora digité ont été placés ici</i>
		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	<i>NB : les cyanobactéries ont été placées ici</i>	
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.

4 / 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**.

Pour cela, c'est la méthode d'observation sur couloirs qui est 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 faunes et flores) et du substratum (description géomorphologique) car une zone importante est prospectée et étudiée (100 m² pour chaque transect soit 300 m² par station théorique).

L'échantillonnage des stations comprend les communautés biotiques (les coraux scléactiniaires, les macrophytes et les invertébrés) et le substratum.

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 (densité), à déterminer au niveau de l'espèce,
- les crinoïdes (présence / absence),
- les clones (densité),
- les bénitiers et les trocas (densité).

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

5 / 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 est appliquée.

Les poissons sont échantillonnés par comptage visuel sous-marin comme précisé dans la figure 46 : un plongeur progresse le long du transect et compte les espèces retenues de part et d'autre.

Au cours de cette opération le plongeur note pour chaque espèce le nombre d'individus et estime 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).

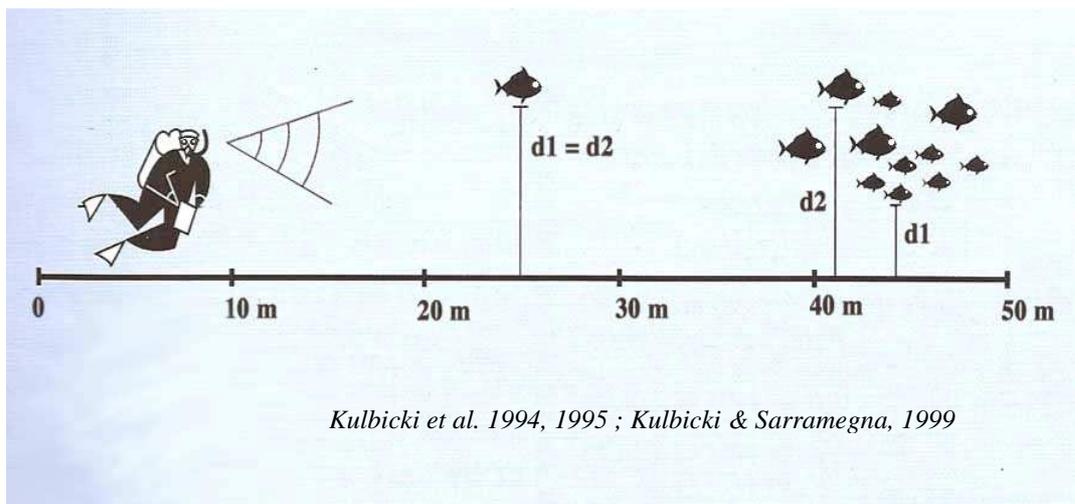


Figure n°046 : Annexe 01 : Comptage des poissons : méthode des transects à largeur variable

Les poissons qui doivent être comptabilisés sont listés dans le [tableau 80](#).

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

Dans les faits, l'expert en charge de la réalisation de ces comptages étant compétent, se sont tous les poissons qui sont comptabilisés. Puis, seuls ceux qui sont listés dans le [tableau 80](#) servent dans les calculs statistiques.

Tableau n°080 : *Annexe 01 : 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>Hemitaurichthys</i>	<i>polylepis</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>ornatissimus</i>	<i>Heniochus</i>	<i>acuminatus</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>pelewensis</i>	<i>Heniochus</i>	<i>chrysostomus</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>plebeius</i>	<i>Heniochus</i>	<i>monoceros</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>rafflesi</i>	<i>Heniochus</i>	<i>singularis</i>
	<i>Chaetodon</i>	<i>reticulatus</i>	<i>Heniochus</i>	<i>varius</i>
Pomacanthidae	<i>Centropyge</i>	<i>bicolor</i>	<i>Chaetodontoplus</i>	<i>conspicillatus</i>
	<i>Centropyge</i>	<i>bispinosus</i>	<i>Pomacanthus</i>	<i>imperator</i>
	<i>Centropyge</i>	<i>flavissima</i>	<i>Pomacanthus</i>	<i>semicirculatus</i>
	<i>Centropyge</i>	<i>heraldi</i>	<i>Pomacanthus</i>	<i>sextriatus</i>
	<i>Centropyge</i>	<i>tibicen</i>	<i>Pygoplites</i>	<i>diacanthus</i>
	<i>Centropyge</i>	<i>vroliki</i>		
Pomacentridae	<i>Abudefduf</i>	spp	<i>Dascyllus</i>	<i>reticulatus</i>
	<i>Amphiprion</i>	<i>perideraion</i>	<i>Dascyllus</i>	<i>trimaculatus</i>
	<i>Amphiprion</i>	spp	<i>Neopomacentrus</i>	<i>azysron</i>
	<i>Chromis</i>	<i>viridis</i>	<i>Neopomacentrus</i>	<i>violascens</i>
	<i>Chromis</i>	<i>fumea</i>	<i>Pomacentrus</i>	<i>coelestis</i>
	<i>Chrysiptera</i>	<i>taupou</i>	<i>Pomacentrus</i>	<i>moluccensis</i>
	<i>Chrysiptera</i>	<i>rollandi</i>	<i>Pomacentrus</i>	<i>aurifrons</i>
	<i>Dascyllus</i>	<i>aruanus</i>	<i>Stegastes</i>	spp

Labridae	<i>Bodianus</i>	<i>loxozoneus</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>taeniourus</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
Blenniidae	<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>trioestegus</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		

6/ Traitement des données

6.1 / Pour le substrat

Comme vu sur la [figure 45](#), 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 81](#)) ci-dessous (qui se réfère à la [figure 45](#)).

Tableau n°081 : *Annexe 01 : 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 79) 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.

6.2 / Pour le benthos

La recherche de paramètres écologiques types (et représentatifs) est réalisée sur les taxons cibles :

- listing au niveau taxinomique demandé,
- richesse spécifique (le cas échéant),
- diversité,
- densité,
- abondance relative.

Ces résultats seront comparés entre les transects et les stations.

Prestations complémentaires

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

La restitution des données comprend donc aussi :

- la liste taxinomique des biocénoses benthiques,
- les tableaux des groupes biotiques et abondance,
- les commentaires des biocénoses par transect et station,
- un atlas photographique, illustrant les biocénoses.

6.3 / Pour les poissons

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

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

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

Où :

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

Le poids des individus (en g) est 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. [14] pour environ 350 poissons du lagon. Ils sont utilisés couramment et notamment par la CPS dans le logiciel de traitement qu'ils ont élaboré.

Donc, dans le cas présent, par rapport aux tableaux et aux variables qui sont présentés, voici un exemple de calcul (tableau 82).

Tableau n°082 : *Annexe 01 : Exemple de calcul pour « poisson »*

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

ni = nombre de poissons observés de cette espèce = 20

li = longueur moyenne de chaque individu = 3 cm

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

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

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

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

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

La biomasse et la densité sont ensuite 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.

Prestations complémentaires

Le biologiste responsable de cet échantillonnage est spécialisé en écologie marine et notamment dans les poissons récifaux. Il échantillonne donc 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).

Dans l'ensemble des résultats, quand cela n'est pas précisé, les calculs sont fait d'après le listing simplifié du cahier des charges (tableau 80).

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

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



Annexe n° 2

Légende des schémas structuraux

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.

	Corail massif vivant		<i>Sarcophyton</i>
	Corail branchu vivant		<i>Sinularia</i>
	Corail tabulaire vivant		<i>Sinularia blanchi</i>
	Corail foliacé vivant		<i>Halimeda</i>
	Gorgones		<i>Caulerpa</i>
	Corail branchu blanchi et vivant		<i>Lobophora</i>
	Corail tabulaire blanchi et vivant		Spongiaire
	Corail foliacé blanchi et vivant		Transect A, B, ou C
	Corail massif blanchi et vivant		
	Massif corallien mort - Roche		
	Débris coralliens		

Annexe n° 3

Résultats bruts de l'échantillonnage LIT (avril 2011)

Tableau n°083 : Annexe 03 : Recouvrement du substrat (en %) pour toutes les catégories

Station		Zone 02	Zone 06	CREEK BAIE NORD	
Substrat	Transect	-	-	A	B
Code	Catégories				
ACB	<i>Acropora</i> branchu	2,5		25	5
ACE	<i>Acropora</i> encroûtant				
ACS	<i>Acropora</i> submassif				
ACD	<i>Acropora</i> digité				
ACT	<i>Acropora</i> tabulaire				
CB	Corail branchu	5	1		
CE	Corail encroûtant	1,5		1,5	5,5
CF	Corail foliaire	5,5		0,5	2
CM	Corail massif	11,5	2,5	1,5	3,5
CS	Corail submassif				
CMR	<i>Fungia</i>				
CME	<i>Millepora</i>	2	1,5	3	0,5
SC	Coraux mous	5		9	12
SP	Éponges	3			0,5
ZO	Zoanthaires				
OT	Autres organismes				
AA	Assemblages algales				
CA	Algue calcaire			1	
HA	<i>Halimeda</i>	6,5	16	11	0,5
MA	Macroalgue	19,5		38,5	
F	Algue filamenteuse				
DCA	Corail mort avec algues	8	15	5,5	7
DC	Corail mort		2	2,5	
S	Sable		31		
R	Débris	30	31		
RC	Dalle - Roche				
SI	Vase			1	63,5
W	Eau				
	Abiotique	30	64	3,5	63,5
	Biotique	70	36	96,5	36,5
	Dont coraux scléactiniaitres	26	3,5	28,5	16

Tableau n°084 : Annexe 03 : Répartition du recouvrement (en %) du substrat, partie biotique/abiotique

	Z 02	Z 06	ST02A	ST02B
Macrophytes et invertébrés	44	32,5	68	20,5
Coraux scléactinaires	26	3,5	28,5	16
Abiotique	30	64	3,5	63,5

Annexe n° 4

Résultats bruts de l'échantillonnage du benthos (avril 2011)

Tableau n°085 : Annexe 04 : Inventaire des coraux : Totaux des espèces par famille, des espèces coralliennes et des espèces blanchies, par zone et par station (transect/100m²)

Famille/Nb de taxa	Zone 1	Zone 2		Zone 3	Zone 4	Zone 5	Zone 6		Zone 7	Zone 8	Transect Z2 5m	Transect Z6 2m	ST2 Creek Baie Nord		
	1 à 3m	0 à 7m	7 à 23 m	0 à 8m	0 à 8m	0 à 10m	0 à 6m	6 à 16 m	1 à 6m	3 à 10m			ST2A 9m	ST2B 11.5m	
Scléactiniaire															
Acroporidae	0	19	17	20	22	16	17	19	18	17	7	5	19	14	
Agaraciidae	0	5	10	5	5	2	4	6	5	6	3	3	7	6	
Astrocoeniidae	0	1	1	1	1	1	1	2	1	0	1	0	1	2	
Caryophyllidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
Dendrophyllidae	0	5	3	4	4	4	3	3	3	3	3	0	6	3	
Faviidae	0	20	15	16	18	15	15	17	20	15	9	2	12	11	
Fungiidae	0	3	5	7	4	7	3	7	4	2	1	0	8	3	
Merulinidae	0	4	2	1	2	4	1	2	1	3	1	1	4	5	
Mussidae	0	4	3	4	6	3	4	6	4	6	2	1	5	5	
Oculinidae	0	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	
Pectiniidae	0	4	4	2	1	5	1	4	2	3	2	0	4	6	
Pocilloporidae	0	4	4	4	4	2	4	4	5	4	2	3	2	3	
Poritidae	0	4	4	5	5	4	3	4	5	8	3	1	7	3	
Siderastreidae	0	3	2	3	4	3	1	2	3	1	1	0	2	4	
Total 1	0	80	73	74	78	68	59	78	73	70	37	18	79	67	
Non Scléactiniaire															
Milleporidae	0	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	1	3	3	
Gorgone	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
Tubiporidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Antipathaire	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
Total 2	0	3	5	4	2	2	3	3	2	2	2	1	4	3	
TOTAUX (1+2)	0	83	78	78	80	70	62	81	75	72	39	19	83	70	



Tableau n°086 : *Annexe 04 : Inventaire des macrophytes et invertébrés : Totaux des espèces par groupe, par zone et par station (transect/100m²)*

	Zone 1	Zone 2		Zone 3	Zone 4	Zone 5	Zone 6		Zone 7	Zone 8	Transect1 Z2	Transect2 Z6	ST2 Creek Baie Nord	
	1 à 3m	0 à 4m	4 à 23 m	0 à 8m	0 à 7m	0 à 10 m	0 à 6m	6 à 16m	1 à 6m	3 à 10m	5m	2m	ST2A 9m	ST2B 11.5m
Alcyonaire	0	3	3	6	3	5	4	5	4	2	1	1	9	10
Algue brune	2	3	1	3	5	4	4	2	2	3	2	2	1	1
Algue rouge	0	1	1	1	1	2	1	1	1	1	0	1	1	1
Algue verte	5	7	6	6	6	4	5	5	2	2	4	2	3	3
Cyanobactéries	0	1	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	1	1
Anémone	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Ascidies	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
Astérie	0	4	4	1	2	3	1	1	1	0	5	1	1	1
Crinoïde	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Echinide	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1
Holothurie	1	4	4	3	4	6	4	3	2	0	2	3	2	1
Hydraire	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Mollusque	0	7	8	6	6	9	5	5	7	6	2	4	3	3
Spongiaire	0	3	4	3	2	3	3	3	3	3	3	3	4	3
Zoanthaire	0	1	1	1	0	2	1	1	0	0	0	0	1	1
TOTAL	9	35	34	32	31	43	31	30	26	19	22	19	28	27

Tableau n°087 : Annexe 04 : Inventaire des coraux (Groupe, Famille, Genre, Espèce) et leur abondance par zone et par station (transect/100m²)

Groupe	Famille	Genre	Espèce	ZONATION - CREEK BAIE NORD AVRIL 2011								COULOIR 100m² - AVRIL 2011							
				ZONE 1	ZONE 2	ZONE 2	ZONE 3	ZONE 4	ZONE 5	ZONE 6	ZONE 6	ZONE 7	ZONE 8	T1	T2	Creek Baie Nord			
				Sud-Creek 1 à 4m	Nord-Creek 0 à 7m	RADIALE 7 à 23 m	Nord-Creek 0 à 8m	Nord-Creek 0 à 8m	Ilot Gabriel 0 à 10m	Sud -Creek 0 à 6m	RADIALE 6 à 16 m	Wharf Creek 1 à 6m	E. Carenage 3 à 10m	Zone 2 5m	Zone 6 2m	ST2A 9 m	ST2B 11,5 m		
Scléactiniaire	Acroporidae	<i>Acropora</i>	<i>florida</i>		2		2	2	2										
Scléactiniaire	Acroporidae	<i>Acropora</i>	<i>grandis</i>		3	2	3	3	2	2 (B1)	3 (B2)					3	3 (B1)		
Scléactiniaire	Acroporidae	<i>Acropora</i>	spp. (branchu)		5(4spp)(B2)	4(4spp)(B2)	5(7spp)(B2)	5(5spp)(B1)	5(6spp)(B1)	3(4spp)(B2)	4(5spp)(B2)	4(6spp)(B2)	3(4spp)(B3)		3 (2spp)(B1)	2 (2spp)(B2)	5(7spp)(B1)	5(6spp)(B1)	
Scléactiniaire	Acroporidae	<i>Acropora</i>	spp. (tabulaire)		2	2	2	2	2	2 (B1)	3 (B1)	2(2spp)(B2)	2(2spp)(B2)		2		2	2	
Scléactiniaire	Acroporidae	<i>Anacropora</i>	sp.		3	2	3	2		2	3		2(2spp)(B2)			4	3		
Scléactiniaire	Acroporidae	<i>Anacropora</i>	sp.																
Scléactiniaire	Acroporidae	<i>Astreopora</i>	<i>explanata</i>										2			1			
Scléactiniaire	Acroporidae	<i>Astreopora</i>	<i>gracilis</i>		2	2	1	2	2	2 (B1)	2		2						2
Scléactiniaire	Acroporidae	<i>Astreopora</i>	<i>listeri</i>			2	2	2									-2		
Scléactiniaire	Acroporidae	<i>Astreopora</i>	<i>moretonensis</i>			1						2 (B1)			1	2			
Scléactiniaire	Acroporidae	<i>Astreopora</i>	<i>myriophthalma</i>		1		2	2	2	2	2	2 (B1)	2 (B1)		1	2	2		
Scléactiniaire	Acroporidae	<i>Astreopora</i>	sp.																1
Scléactiniaire	Acroporidae	<i>Isopora</i>	<i>palifera</i>		1			2	2	2	2	2							
Scléactiniaire	Acroporidae	<i>Montipora</i>	<i>cf. samarensis</i>		4		3	4 (B2)	3	2 (B1)	3 (B1)								
Scléactiniaire	Acroporidae	<i>Montipora</i>	<i>danae</i>			1		1		1		2	1						
Scléactiniaire	Acroporidae	<i>Montipora</i>	spp.		3(4spp)(B1)	2(3spp)(B1)	3(4spp)(B1)	3(5spp)(B1)	3(B2)	3(3spp)(B1)	3(5spp)(B1)	4(4spp)(B2)	3(3spp)(B2)		3(2spp)(B2)	2 (2spp)(B2)	3 (3spp)	1	
Scléactiniaire	Acroporidae	<i>Montipora</i>	<i>spumosa</i>																1
Scléactiniaire	Acroporidae	<i>Montipora</i>	<i>stellata</i>		2	2						2 (B1)							
Scléactiniaire	Acroporidae	<i>Montipora</i>	<i>tuberculosa</i>		2	2		2	1	2	2					1			
Scléactiniaire	Acroporidae	<i>Montipora</i>	<i>undata</i>		2	2	2	2	1	2	1	1 (B1)	1 (B1)			1			
Scléactiniaire	Acroporidae	<i>Montipora</i>	<i>venosa</i>									1 (B1)							
Scléactiniaire	Acroporidae	<i>Montipora</i>	<i>verrucosa</i>													1			
Scléactiniaire	Agaraciidae	<i>Leptoseris</i>	<i>explanata</i>			2	2												
Scléactiniaire	Agaraciidae	<i>Leptoseris</i>	<i>foliosa</i>													1	-2		
Scléactiniaire	Agaraciidae	<i>Leptoseris</i>	<i>gardineri</i>															2	
Scléactiniaire	Agaraciidae	<i>Leptoseris</i>	<i>hawaiiensis</i>			2													
Scléactiniaire	Agaraciidae	<i>Leptoseris</i>	<i>mycetoseroides</i>			1											1		
Scléactiniaire	Agaraciidae	<i>Leptoseris</i>	<i>scabra</i>			2 (B1)	2					2 (B1)							1
Scléactiniaire	Agaraciidae	<i>Leptoseris</i>	<i>tubulifera</i>		2	2						2			1	2			
Scléactiniaire	Agaraciidae	<i>Leptoseris</i>	<i>yabei</i>																
Scléactiniaire	Agaraciidae	<i>Pachyseris</i>	<i>rugosa</i>			2													
Scléactiniaire	Agaraciidae	<i>Pachyseris</i>	<i>speciosa</i>		2	2	2	2	2	2	2	2	2 (B1)			2	2		
Scléactiniaire	Agaraciidae	<i>Pavona</i>	<i>cactus</i>		2	2	2 (B1)	2		2 (B1)	2 (B1)	2 (B1)	2 (B1)		1	1 (B1)		2 (B1)	
Scléactiniaire	Agaraciidae	<i>Pavona</i>	<i>decussata</i>		2	2		2	2	2 (B1)		2 (B1)	2 (B1)			1 (B1)			
Scléactiniaire	Agaraciidae	<i>Pavona</i>	<i>explanulata</i>									1				1			
Scléactiniaire	Agaraciidae	<i>Pavona</i>	<i>maldiviensis</i>																
Scléactiniaire	Agaraciidae	<i>Pavona</i>	<i>varians</i>		2	2	2	2	2	2	2	2	2		1	2			
Scléactiniaire	Agaraciidae	<i>Pavona</i>	<i>venosa</i>					1			1	-1				-1		2	
Scléactiniaire	Astrocoeniidae	<i>Stylocoeniella</i>	<i>armata</i>		2	1	2	1	2	1	2	2	2		2				
Scléactiniaire	Astrocoeniidae	<i>Stylocoeniella</i>	<i>guentheri</i>									2							2
Scléactiniaire	Caryophyllidae	<i>Euphyllia</i>	<i>ancora</i>																1
Scléactiniaire	Caryophyllidae	<i>Euphyllia</i>	<i>divisa</i>		2														
Scléactiniaire	Caryophyllidae	<i>Physogyra</i>	<i>lichtensteini</i>																
Scléactiniaire	Dendrophylliidae	<i>Tubastraea</i>	<i>micrantha</i>																
Scléactiniaire	Dendrophylliidae	<i>Tubastraea</i>	sp.																
Scléactiniaire	Dendrophylliidae	<i>Turbinaria</i>	<i>frondens</i>														1		
Scléactiniaire	Dendrophylliidae	<i>Turbinaria</i>	<i>heronensis</i>		3												1		
Scléactiniaire	Dendrophylliidae	<i>Turbinaria</i>	<i>mesenterina</i>		2	2	2	2	2	2	2 (B1)	2	1 (B1)	2 (B1)		2	2	3 (B1)	
Scléactiniaire	Dendrophylliidae	<i>Turbinaria</i>	<i>patula</i>																
Scléactiniaire	Dendrophylliidae	<i>Turbinaria</i>	<i>peltata</i>		1		2		2								2		
Scléactiniaire	Dendrophylliidae	<i>Turbinaria</i>	<i>radicalis</i>					1											



Scléactiniaire	Dendrophylliidae	<i>Turbinaria</i>	<i>reniformis</i>		3	2	2	2	3	2(B1)	2	2(B1)	2(B1)	3		1	2
Scléactiniaire	Dendrophylliidae	<i>Turbinaria</i>	<i>stellulata</i>		2	1	2	2	1	1	1	1(B1)	1	2		1	1
Scléactiniaire	Faviidae	<i>Barrattoia</i>	<i>amicorum</i>		1	2	2(B1)	2	2		1	3(B2)		2			3
Scléactiniaire	Faviidae	<i>Caulastrea</i>	<i>curvata</i>									2(B2)					
Scléactiniaire	Faviidae	<i>Caulastrea</i>	<i>furcata</i>		1		2		2		2(B1)		2(B1)				
Scléactiniaire	Faviidae	<i>Cyphastrea</i>	<i>chalcidicum</i>														1
Scléactiniaire	Faviidae	<i>Cyphastrea</i>	<i>japonica</i>		2	1	2	1	2	2(B1)	2	2	1			2	2
Scléactiniaire	Faviidae	<i>Cyphastrea</i>	<i>serailia</i>		1	1	2	2		2	2	2(B1)		2		2	2
Scléactiniaire	Faviidae	<i>Cyphastrea</i>	sp.		2	2	2	2		2	2	2					
Scléactiniaire	Faviidae	<i>Echinopora</i>	<i>gemmacea</i>		2	2	2	2	2(B1)		2(B1)		2(B1)			2	
Scléactiniaire	Faviidae	<i>Echinopora</i>	<i>lamellosa</i>								2					1	2
Scléactiniaire	Faviidae	<i>Echinopora</i>	sp.														1
Scléactiniaire	Faviidae	<i>Favia</i>	<i>maritima</i>														
Scléactiniaire	Faviidae	<i>Favia</i>	<i>speciosa</i>														
Scléactiniaire	Faviidae	<i>Favia</i>	spp.		3(4spp)	2(3spp)	3(3spp)(B1)	2(3spp)	2(3spp)	2(2spp)(B1)	2(3spp)	2(3spp)(B1)	2(3spp)(B1)	2(2spp.)	2(B1)	2	2
Scléactiniaire	Faviidae	<i>Favia</i>	<i>stelligera</i>														
Scléactiniaire	Faviidae	<i>Favites</i>	<i>abditata</i>		2(B1)				2							2	
Scléactiniaire	Faviidae	<i>Favites</i>	<i>halicora</i>		2			1		2	1	2					1
Scléactiniaire	Faviidae	<i>Favites</i>	spp.		2(3spp)	2(3spp)	2(2spp)(B1)	2(2spp)		2(3spp)(B1)	2(2spp)	2(3spp)(B1)	2(3spp)(B1)	2(2spp.)	2(B1)	3(3spp)	2
Scléactiniaire	Faviidae	<i>Goniastrea</i>	<i>australiensis</i>									2(B1)				2	
Scléactiniaire	Faviidae	<i>Goniastrea</i>	<i>pectinata</i>		2		2	1	2	1		2(B1)		1			-1
Scléactiniaire	Faviidae	<i>Goniastrea</i>	<i>reniformis</i>					1	2								2
Scléactiniaire	Faviidae	<i>Leptastrea</i>	<i>inaequalis</i>				1										
Scléactiniaire	Faviidae	<i>Leptastrea</i>	<i>purpurea</i>		2	2	2	2	1	2	1	3(B1)	1(B1)			2	
Scléactiniaire	Faviidae	<i>Leptastrea</i>	<i>transversa</i>														
Scléactiniaire	Faviidae	<i>Leptoria</i>	<i>phrygia</i>					1	2	2		2(B1)	1(B1)				
Scléactiniaire	Faviidae	<i>Montastrea</i>	<i>curta</i>														
Scléactiniaire	Faviidae	<i>Montastrea</i>	sp.		2	2	2	2	2	2	2	2(B1)	1	2	-1	1	2
Scléactiniaire	Faviidae	<i>Oulophyllia</i>	<i>crispa</i>														
Scléactiniaire	Faviidae	<i>Platygyra</i>	<i>pini</i>		1	2			1		1						1
Scléactiniaire	Faviidae	<i>Platygyra</i>	<i>daedalea</i>						2			2(B1)					
Scléactiniaire	Faviidae	<i>Platygyra</i>	<i>sinensis</i>		2	2	2	1	2	1	1	1	1(B1)				
Scléactiniaire	Faviidae	<i>Platygyra</i>	sp.									2		1			
Scléactiniaire	Fungiidae	<i>Cantharellus</i>	<i>jebbi</i>														
Scléactiniaire	Fungiidae	<i>Cantharellus</i>	<i>noumeae</i>														
Scléactiniaire	Fungiidae	<i>Ctenactis</i>	sp.		-1		1	1	3								-1
Scléactiniaire	Fungiidae	<i>Cycloseris</i>	<i>sinensis</i>								3						
Scléactiniaire	Fungiidae	<i>Cycloseris</i>	sp.			2	2		1		2	1				2	2
Scléactiniaire	Fungiidae	<i>Fungia</i>	<i>horrida</i>														
Scléactiniaire	Fungiidae	<i>Fungia</i>	<i>simplex</i>														
Scléactiniaire	Fungiidae	<i>Fungia</i>	spp.		3(3spp)	2(3spp)	3(3spp)(B1)	2(2spp)	3(4spp)	2(3spp)(B1)	3(3spp)	2(3spp)	2(3spp)(B1)			3(4spp)	2
Scléactiniaire	Fungiidae	<i>Halomitra</i>	<i>pileus</i>														
Scléactiniaire	Fungiidae	<i>Lithophyllon</i>	<i>mokai</i>			2	2				2			2			3
Scléactiniaire	Fungiidae	<i>Polyphyllia</i>	<i>novaehiberniae</i>														
Scléactiniaire	Fungiidae	<i>Polyphyllia</i>	<i>talpina</i>				1	1			1						-2
Scléactiniaire	Fungiidae	<i>Sandalolitha</i>	<i>dentata</i>						1							1	
Scléactiniaire	Fungiidae	<i>Sandalolitha</i>	<i>robusta</i>													2	
Scléactiniaire	Merulinidae	<i>Hydnophora</i>	<i>exesa</i>		2			1	1		2					3	1
Scléactiniaire	Merulinidae	<i>Hydnophora</i>	<i>pilosa</i>			2										-1	2
Scléactiniaire	Merulinidae	<i>Hydnophora</i>	<i>rigida</i>		2				1							2	2
Scléactiniaire	Merulinidae	<i>Merulina</i>	<i>ampliata</i>		3	2	2(B1)	2	2	2(B1)	2	2(B2)	2(B2)	2	1(B1)	3(B1)	3(B1)
Scléactiniaire	Merulinidae	<i>Merulina</i>	<i>scabricula</i>		2				1							1	2
Scléactiniaire	Mussidae	<i>Acanthastrea</i>	<i>echinata</i>					2		2	2	1	2(B1)				
Scléactiniaire	Mussidae	<i>Acanthastrea</i>	sp.														
Scléactiniaire	Mussidae	<i>Blastomussa</i>	<i>merleti</i>								1		2			1	1
Scléactiniaire	Mussidae	<i>Lobophyllia</i>	<i>corymbosa</i>		2		2	2		2(B1)	2	2(B1)	2	1	1(B1)	2	2
Scléactiniaire	Mussidae	<i>Lobophyllia</i>	<i>hemprichii</i>		2			2		2			2(B1)			2	2
Scléactiniaire	Mussidae	<i>Lobophyllia</i>	sp.		2		2				1	2	1				
Scléactiniaire	Mussidae	<i>Scolymnia</i>	<i>australis</i>				1	1	1							2	2
Scléactiniaire	Mussidae	<i>Scolymnia</i>	<i>vitiensis</i>			2	2	2	2		2					2	2

Tableau n°088 : Annexe 04 : Inventaire des macrophytes et invertébrés (Groupe, Famille, Genre, Espèce) et leur abondance par zone et par station (transect/100m²)

Groupe	Famille	Genre	Espèce	ZONATION - CREEK BAIE NORD AVRIL 2011										COULOIR 100m² - AVRIL 2011					
				ZONE 1	ZONE 2	ZONE 2	ZONE 3	ZONE 4	ZONE 5	ZONE 6	ZONE 6	ZONE 7	ZONE 8	Transect1	Transect2	Creek B. Nord			
				Sud-Creek 1 à 4m	Nord-Creek 0 à 7m	RADIALE 7 à 23 m	Nord-Creek 0 à 8m	Nord-Creek 0 à 8m	Ilot Gabriel 0 à 10m	Sud -Creek 0 à 6m	RADIALE 6 à 16 m	Wharf Creek 1 à 6m	E. Carenage 3 à 10m	Zone 2 5m	Zone 6 2m	ST2A 9 m	ST2B 11,5 m		
Actinodiscidae	indeterminée		sp.																
Alcyonaire	Alcyoniidae	<i>Cladiella</i>	sp.				2(B1)			2	2	2	2						
Alcyonaire	Alcyoniidae	<i>klyxum</i>	sp.																
Alcyonaire	Alcyoniidae	<i>Lobophytum</i>	sp.				2(B1)			2		2(B1)	2						
Alcyonaire	Alcyoniidae	<i>Rhytisma</i>	sp.																
Alcyonaire	Alcyoniidae	<i>Sarcophyton</i>	sp.		3 (2spp)	2 (2spp)	4(2spp)	4(2spp)	4(2spp)	3(2spp)	4(2spp)	3(2spp)	2(2spp)						
Alcyonaire	Alcyoniidae	<i>Sinularia</i>	cf. <i>leptocladus</i>		2	2	2	4	3	2	2								
Alcyonaire	Alcyoniidae	<i>Sinularia</i>	<i>dura</i>																
Alcyonaire	Alcyoniidae	<i>Sinularia</i>	<i>flexibilis</i>																
Alcyonaire	Alcyoniidae	<i>Sinularia</i>	sp.				2(B1)												
Alcyonaire	Nephtheidae	<i>Dendronephthya</i>	sp.																
Alcyonaire	Nephtheidae	<i>Nephthea</i>	sp.																
Alcyonaire	Nephtheidae	<i>Nephthea</i>	sp.																
Algue brune	Dicyotaceae	<i>Dictyota</i>	sp.					2											
Algue brune	Dicyotaceae	<i>Lobophora</i>	<i>variegata</i>		4	5	5	5	4	5	5	3	4						
Algue brune	Dicyotaceae	<i>Padina</i>	sp.	-3	3		2	2	2	2	2	2	2						
Algue brune	Dicyotaceae	<i>Spatoglossum</i>	sp.																
Algue brune	Sargassaceae	<i>Sargassum</i>	sp.	1				2	2	2	2								
Algue brune	Sargassaceae	<i>Turbinaria</i>	<i>ornata</i>	2	2		2	2	2	2									
Algue brune	Scytosiphonaceae	<i>Hydroclathrus</i>	sp.																
Algue rouge	Bonnemaisoniaceae	<i>Asparagopsis</i>	<i>taxiformis</i>							2									
Algue rouge	Coralinaceae	<i>Amphiroa</i>	sp.		3	3	3	3	3	3	3	4	2	2					
Algue rouge	Galaxauraceae	<i>Actinotrichia</i>	sp.																
Algue rouge	Galaxauraceae	<i>Galaxaura</i>	<i>marginata</i>																
Algue rouge	indeterminée		sp.																
Algue rouge	Liagoraceae	<i>Triclogloea</i>	<i>requienii</i>																
Algue verte	Caulerpaceae	<i>Caulerpa</i>	sp.	2	1	1	1	1	2	2	2								
Algue verte	Codiaceae	<i>Codium</i>	sp.		1	1	1	1											
Algue verte	Dasycladacea	<i>Neomeris</i>	<i>van bosseae</i>	2	2	2	2	2											
Algue verte	Halimedaceae	<i>Halimeda</i>	sp.	2(2spp)	5(3spp)	4(3spp)	5(3spp)	5(3spp)	3(3spp)	5(3spp)	5(3spp)	2(2spp)	2(2spp)						
Algue verte	Siphonocladaceae	<i>Dictyosphaeria</i>	<i>verluisii</i>																
Algue verte	Udodeaceae	<i>Chlorodesmis</i>	<i>fastigiata</i>																
Algue verte	Udoteaceae	<i>Avrainvillea</i>	cf. <i>obscura</i>	2	2														
Cyanobactéries	indéterminée	cf. <i>pompon</i>							2	2	2	2	5						
Cyanobactéries	Oscillatoriaceae	<i>Phormidium</i>	sp.		1														
Anémone	Actinodiscidae	<i>Discosoma</i>	sp.																
Anémone	Stichodactylidae	<i>Heteractis</i>	sp.						1										
Anémone	Thalassianthidae	<i>Cryptodendrum</i>	<i>adhaesivum</i>			1													
Ascidies	Polycitoridae	<i>Clavelina</i>	<i>detorta</i>																
Ascidies	Styelidae	<i>Polycarpa</i>	<i>clavata</i>																
Ascidies	Styelidae	<i>Polycarpa</i>	<i>cryptocarpa</i>				2	2	2		2	2							
Astérie	Acanthasteridae	<i>Acanthaster</i>	<i>planci</i>																
Astérie	Ophiasteridae	<i>Celerina</i>	<i>heffernani</i>		2	2			1										
Astérie	Ophiasteridae	<i>Fromia</i>	<i>monilis</i>					1											
Astérie	Ophiasteridae	<i>Fromia</i>	sp.		2	2													
Astérie	Ophiasteridae	<i>Linckia</i>	<i>multifora</i>																
Astérie	Ophiasteridae	<i>Nardoa</i>	sp.						1										
Astérie	Ophiasteridae	<i>Nardoa</i>	<i>gomophia</i>		2	2		1											
Astérie	Oreasteridae	<i>Culcita</i>	<i>novaeguineae</i>		2	2	2		2	2	2	1	-2						
Bryozoaire	Alcyoniidae	<i>Alcyonidium</i>	sp.																
Crinoïde	Colobometridae	<i>Cenometra</i>	sp.																
Crinoïde	indeterminé		sp.																
Echinide	Diadematidae	<i>Diadema</i>	<i>savignyi</i>																



Echinide	Diadematiidae	<i>Diadema</i>	<i>setosum</i>		2	2	2	2	2	2	2	2	2	1		1	2
Holothurie	Holothuriidae	<i>Bohadschia</i>	<i>argus</i>						2								
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>atra</i>		2	1	-1	1	2								
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>coluber</i>														
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>edulis</i>	2	2	2	2	2	2	3	2	2		2	2		
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>flvomaculata</i>		2	3	3	2	2	3	3	2					
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>fuscopunctata</i>						2								
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>hilla</i>				1			3	2				2		
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>nobilis</i>														
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>scabra</i>														
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	sp.						-1								
Holothurie	Stichoporidae	<i>Stichopus</i>	<i>variegatus</i>		1	1		2	1	1						1	
Hydraire	indeterminé		sp.	3													
Mollusque	Arcidae	<i>Arca</i>	<i>ventricosa</i>		3	3	3	3	3	2	3	2	2	2	2	3	3
Mollusque	Gryphaeidae	<i>Hytissa</i>	<i>hyotis</i>														
Mollusque	Gryphaeidae	<i>Hytissa</i>	sp.														
Mollusque	Isognomonidae	<i>Isognomon</i>	<i>isognomon</i>		3	3	2	3	3	3	3	2	2	3	2	2	2
Mollusque	Pinnidae	<i>Athrina</i>	sp.			2			2	1		2	2				
Mollusque	Pteridae	<i>Pteria</i>	sp.			2		2	2		2	2					
Mollusque	Spondylidae	<i>Pedum</i>	<i>spondyloidum</i>		2				2	2							
Mollusque	Spondylidae	<i>Spondylus</i>	sp.		2	2	2	2	1		2	1	2				
Mollusque	Strombidae	<i>Strombus</i>	<i>latissimus</i>														
Mollusque	Tridacnidae	<i>Tridacna</i>	<i>crocea</i>		2	2	2	3	3	2	2	2					1
Mollusque	Tridacnidae	<i>Tridacna</i>	<i>derasa</i>		1												
Mollusque	Tridacnidae	<i>Tridacna</i>	<i>maxima</i>		1	2	1		2				1	2			
Mollusque	Tridacnidae	<i>Tridacna</i>	<i>squamosa</i>			2	2	2	2								
Mollusque	Trochidae	<i>Trochus</i>	<i>niloticus</i>														
Nudibranche	Chromodorididae	cf. <i>Chromodoris</i>	<i>leopardus</i>														
Nudibranche	Phyllidiidae	<i>Phillidia</i>	sp.														
Spongiaire	Anchinoidae	<i>Hamigera</i>	<i>strongylata</i>														
Spongiaire	Ancorinidae	<i>Stellata</i>	sp.														
Spongiaire	Axinellidae	<i>Cymbastella</i>	<i>cantharella</i>														
Spongiaire	Callyspongiidae	<i>Dactylia</i>	<i>delicata</i>														
Spongiaire	Clionidae	<i>Cliona</i>	<i>jullienei</i>		2	3	2	3	2	2	3	3	2	2	3	3	2
Spongiaire	Clionidae	<i>Cliona</i>	<i>orientalis</i>		3	3	2	3	2	2	3	2	2	2	3	2	3
Spongiaire	Dysideidae	<i>Dysidea</i>	sp.														
Spongiaire	jaune	indeterminé	sp.			1											
Spongiaire	Leucettidae	<i>Leucetta</i>	<i>chagosensis</i>														
Spongiaire	marron	indeterminé	sp.														
Spongiaire	noire	indeterminé	sp.														
Spongiaire	Spirastrellidae	<i>Spheciospongia</i>	<i>vagabunda</i>		2	2	2		2	2	3	3	2	2	2	2	2
Spongiaire	Thorectidae	<i>Petrosaspongia</i>	<i>nigra</i>														
Synapte	Synaptidae	<i>Euapta</i>	<i>godeffroyi</i>														
Synapte	Synaptidae	<i>Opheodesoma</i>	indeterminé						-2								
Zoanthaire	Zoanthidae	indeterminé	sp.		2	2			2							2	2
Zoanthaire	Zoanthidae	<i>Palythoa</i>	sp.				2		2	2	2						
Crustacé	Scyllaridae (Cigale)	<i>Arcitides</i>	sp.														
Crustacé	Palinuridae(Langouste)	<i>Panulirus</i>	<i>ornatus</i>														

Tableau n°089 : Annexe 04 : Inventaire des taxons cibles (liste DENV) par zone et par station (transect/100m²)

Groupe	Famille	Genre	Espece	ZONATION - CREEK BAIE NORD AVRIL 2011										COULOIR 100m² - AVRIL 2011				
				ZONE 1	ZONE 2	ZONE 2	ZONE 3	ZONE 4	ZONE 5	ZONE 6	ZONE 6	ZONE 7	ZONE 8	Transect1	Transect2	Creek B. Nord		
				Sud-Creek 1 à 4m	Nord-Creek 0 à 7m	RADIALE 7 à 23 m	Nord-Creek 0 à 8m	Nord-Creek 0 à 8m	Ilot Gabriel 0 à 10m	Sud -Creek 0 à 6m	RADIALE 6 à 16 m	Wharf Creek 1 à 6m	E. Carenage 3 à 10m	Zone 2 5m	Zone 6 2m	ST2A 9 m	ST2B 11,5 m	
Algue brune	Dicyotaceae	<i>Dictyota</i>	sp.					2						2				
Algue brune	Dicyotaceae	<i>Lobophora</i>	<i>variegata</i>		4	5	5	5	4	5	5	3	4					
Algue brune	Dicyotaceae	<i>Padina</i>	sp.	-3	3		2	2	2	2	2	2	2					
Algue brune	Dicyotaceae	<i>Spatoglossum</i>	sp.															
Algue brune	Sargassaceae	<i>Sargassum</i>	sp.	1				2	2	2								
Algue brune	Sargassaceae	<i>Turbinaria</i>	<i>ornata</i>	2	2		2	2	2	2				-2				
Algue brune	Scytosiphonaceae	<i>Hydroclathrus</i>	sp.											-1				
Algue rouge	Bonnemaisoniaceae	<i>Asparagopsis</i>	<i>taxiformis</i>						2									
Algue rouge	Coralinaceae	<i>Amphiroa</i>	sp.		3	3	3	3	3	3	4	2	2					
Algue rouge	Galaxauraceae	<i>Actinotrichia</i>	sp.															
Algue rouge	Galaxauraceae	<i>Galaxaura</i>	<i>marginata</i>															
Algue rouge	indeterminée		sp.															
Algue rouge	Liagoraceae	<i>Triclogloea</i>	<i>requienii</i>		-2													
Algue verte	Caulerpaceae	<i>Caulerpa</i>	sp.	2	1	1	1	1	2	2	2	-2	-2					
Algue verte	Codiaceae	<i>Codium</i>	sp.		1	1	1	1	-2	-2		-2	-2					
Algue verte	Dasycladaceae	<i>Neomeris</i>	<i>van bosseae</i>	2	2	2	2	2	-2	2	2	-2	-2	-2				
Algue verte	Halimedaceae	<i>Halimeda</i>	sp.	2(2spp)	5(3spp)	4(3spp)	5(3spp)	5(3spp)	3(3spp)	5(3spp)	5(3spp)	2(2spp)	2(2spp)					
Algue verte	Siphonocladaceae	<i>Dictyosphaeria</i>	<i>verluisii</i>															
Algue verte	Udodeaceae	<i>Chlorodesmis</i>	<i>fastigiata</i>															
Algue verte	Udoteaceae	<i>Avrainvillea</i>	cf. <i>obscura</i>	2	2													
Cyanobactéries	indeterminée	cf. pompon							2	2	2	2	5					
Cyanobactéries	Oscillatoriaceae	Phormidium	sp.		1			-1	2	2	2	2	5					
Astérie	Acanthasteridae	Acanthaster	planci															
Astérie	Ophiasteridae	<i>Celerina</i>	<i>heffernani</i>		2	2			1			-1						
Astérie	Ophiasteridae	<i>Fromia</i>	<i>monilis</i>					1				-1						
Astérie	Ophiasteridae	<i>Fromia</i>	sp.		2	2												
Astérie	Ophiasteridae	<i>Linckia</i>	<i>multifora</i>															
Astérie	Ophiasteridae	<i>Nardoa</i>	sp.						1									
Astérie	Ophiasteridae	<i>Nardoa</i>	<i>gomophia</i>		2	2		1				-1						
Astérie	Oreasteridae	Culcita	novaeguineae		2	2	2		2	2	2	1	-2					
Crinoïde	Colobometridae	<i>Cenometra</i>	sp.															
Crinoïde	indeterminé		sp.															
Echinide	Diadematidae	<i>Diadema</i>	<i>savignyi</i>															
Echinide	Diadematidae	<i>Diadema</i>	<i>setosum</i>		2	2	2	2	2	2	2	2	2					
Holothurie	Holothuriidae	<i>Bohadschia</i>	<i>argus</i>						2									
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>atra</i>		2	1	-1	1	2									
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>coluber</i>															
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>edulis</i>	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2					
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>flvomaculata</i>		2	3	3	2	2	3	3	2	2					
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>fuscopunctata</i>						2									
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>hilla</i>				1			3	2							
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>nobilis</i>															
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>scabra</i>															
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	sp.						-1									
Holothurie	Stichoporidae	<i>Stichopus</i>	<i>variegatus</i>		1	1		2	1	1								
Mollusque	Arcidae	<i>Arca</i>	<i>ventricosa</i>		3	3	3	3	3	2	3	2	2					
Mollusque	Gryphaeidae	<i>Hyotissa</i>	<i>hyotis</i>															
Mollusque	Gryphaeidae	<i>Hyotissa</i>	sp.															
Mollusque	Isognomonidae	<i>Isognomon</i>	<i>isognomon</i>		3	3	2	3	3	3	3	2	2					
Mollusque	Pinnidae	<i>Athrina</i>	sp.			2			2	1		2	2					
Mollusque	Pteridae	<i>Pteria</i>	sp.			2		2	2		2	2	2					
Mollusque	Spondyliidae	<i>Pedum</i>	<i>spondyloidum</i>		2				2	2								
Mollusque	Spondyliidae	<i>Spondylus</i>	sp.		2	2	2	2	1		2	1	2					
Mollusque	Strombidae	<i>Strombus</i>	<i>latissimus</i>															



Mollusque	Tridacniidae	<i>Tridacna</i>	<i>crocea</i>		2	2	2	3	3	2	2	2	1		2		
Mollusque	Tridacniidae	<i>Tridacna</i>	<i>derasa</i>		1												1
Mollusque	Tridacniidae	<i>Tridacna</i>	<i>maxima</i>		1	2	1		2			1	2				
Mollusque	Tridacniidae	<i>Tridacna</i>	<i>squamosa</i>			2	2	2	2								1
Mollusque	Trochidae	<i>Trochus</i>	<i>niloticus</i>														
Spongiaire	Clionidae	<i>Cliona</i>	<i>jullienei</i>		2	3	2	3	2	2	3	3	2		2	3	2
Spongiaire	Clionidae	<i>Cliona</i>	<i>orientalis</i>		3	3	2	3	2	2	3	2	2		2	3	3

Annexe n° 5

Résultats bruts de l'échantillonnage ichtyologique (avril 2011)

Tableau n°090 : Annexe 05 : Liste des espèces présentes sur toutes les zones, par période

fam	Espèces	Missions				fam	Espèces	Missions			
		A	B	C	D			A	B	C	D
Aca	<i>Acanthurus blochii</i>	1	1	1	1	Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>	1	1	1	1
Aca	<i>Acanthurus dussumieri</i>			1		Lab	<i>Labropsis australis</i>				1
Aca	<i>Acanthurus mata</i>			1	1	Lab	<i>Oxycheilinus bimaculatus</i>			1	
Aca	<i>Acanthurus nigricauda</i>				1	Lab	<i>Oxycheilinus celebicus</i>	1		1	1
Aca	<i>Acanthurus nubilus</i>			1		Lab	<i>Oxycheilinus diagrammus</i>		1	1	1
Aca	<i>Acanthurus thompsoni</i>			1		Lab	<i>Oxycheilinus lineatus</i>	1		1	
Aca	<i>Acanthurus xanthopterus</i>		1	1		Lab	<i>Oxycheilinus sp</i>		1	1	
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	1		1	1	Lab	<i>Pseudocheilinus sp</i>		1	1	
Aca	<i>Naso unicornis</i>		1	1	1	Lab	<i>Stethojulis bandanensis</i>			1	
Aca	<i>Zebrasoma scopas</i>			1		Lab	<i>Stethojulis devisi</i>	1		1	
Aca	<i>Zebrasoma veliferum</i>	1	1	1	1	Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	1	1	1	1
Ant	<i>Pseudanthias hypselosoma</i>			1		Lab	<i>Xyrichtys aneitensis</i>	1		1	
Apo	<i>Apogon aureus</i>			1	1	Lab	<i>Halichoeres argus</i>				1
Apo	<i>Apogon doderleini</i>		1	1	1	Let	<i>Lethrinus harak</i>				1
Apo	<i>Apogon gilberti</i>			1		Let	<i>Monotaxis grandoculis</i>		1	1	1
Apo	<i>Apogon selas</i>		1	1	1	Lut	<i>Lutjanus adetii</i>			1	
Apo	<i>Archamia fucata</i>				1	Lut	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>			1	
Apo	<i>Cheilodipterus artus</i>		1	1		Lut	<i>Lutjanus ehrenbergii</i>				1
Apo	<i>Cheilodipterus quinquelineatus</i>			1		Lut	<i>Lutjanus fulviflamma</i>	1	1	1	1
Apo	<i>Ostrorhinchus compressus</i>				1	Lut	<i>Lutjanus fulvus</i>		1	1	1
Apo	<i>Zorania leptacantha</i>			1		Lut	<i>Lutjanus monostigma</i>			1	
Bal	<i>Pseudobaliste flavimarginatus</i>				1	Lut	<i>Lutjanus quinquelineatus</i>		1	1	1
Ble	<i>Astrosalarias fuscus</i>			1	1	Lut	<i>Lutjanus vitta</i>			1	1
Ble	<i>Cirripectes chelomatus</i>			1		Mic	<i>Gunnellichthys curiosus</i>		1	1	
Ble	<i>Cirripectes sp</i>			1		Mic	<i>Gunnellichthys monostigma</i>		1	1	1
Ble	<i>Ecsenius bicolor</i>		1	1	1	Mic	<i>Gunnellichthys pleurotaenia</i>				1
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	1	1	1	1	Mic	<i>Gunnellichthys viridescens</i>			1	
Ble	<i>Plagiotremus laudandus</i>			1		Mic	<i>Gymnocranius grandoculis</i>			1	
Cae	<i>Caesio caerulea</i>	1		1		Mic	<i>Ptereleotris hanae</i>			1	
Cae	<i>Caesio cunning</i>	1	1	1	1	Mic	<i>Ptereleotris microlepis</i>	1	1	1	1
Can	<i>Canthigaster valentini</i>	1	1	1	1	Mon	<i>Oxymonacanthus longirostris</i>			1	1
Car	<i>Carangoides ferdau</i>			1	1	Mul	<i>Mulloidichthys flavolineatus</i>			1	
Car	<i>Caranx melampyus</i>	1		1		Mul	<i>Parupeneus indicus</i>				1
Car	<i>Caranx papuensis</i>			1		Mul	<i>Parupeneus barberinoides</i>		1	1	1
Car	<i>Gnathanodon speciosus</i>				1	Mul	<i>Parupeneus barberinus</i>		1	1	1
Cen	<i>Aeoliscus strigatus</i>			1		Mul	<i>Parupeneus ciliatus</i>			1	
Cha	<i>Chaetodon auriga</i>		1	1	1	Mul	<i>Parupeneus indicus</i>		1	1	1
Cha	<i>Chaetodon baronessa</i>	1	1	1	1	Mul	<i>Parupeneus multifasciatus</i>			1	1
Cha	<i>Chaetodon bennetti</i>		1	1	1	Mul	<i>Upeneus tragula</i>			1	1
Cha	<i>Chaetodon ephippium</i>		1	1	1	Mul	<i>Upeneus vittatus</i>			1	
Cha	<i>Chaetodon flavirostris</i>		1	1	1	Mur	<i>Gymnothorax javanicus</i>			1	
Cha	<i>Chaetodon lineolatus</i>	1		1		Nem	<i>Pentapodus aureofasciatus</i>			1	
Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	1	1	1	1	Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>	1	1	1	1
Cha	<i>Chaetodon melanotus</i>	1	1	1	1	Nem	<i>Scolopsis lineatus</i>	1		1	1
Cha	<i>Chaetodon mertensii</i>	1		1		Nem	<i>Scolopsis trilineatus</i>			1	
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	1	1	1	1	Pin	<i>Parapercis cylindrica</i>			1	
Cha	<i>Chaetodon speculum</i>		1	1	1	Pin	<i>Parapercis hexophthalma</i>	1	1	1	1
Cha	<i>Chaetodon ulietensis</i>	1	1	1	1	Pin	<i>Parapercis sp</i>		1	1	
Cha	<i>Chaetodon unimaculatus</i>	1		1	1	Poc	<i>Centropyge tibicen</i>			1	1
Cha	<i>Chaetodon vagabundus</i>	1	1	1	1	Poc	<i>Pomacanthus imperator</i>				1
Cha	<i>Heniochus acuminatus</i>	1	1	1	1	Poc	<i>Pomacanthus sexstriatus</i>	1	1	1	1

Cha	<i>Heniochus varius</i>			1	Pom	<i>Abudefduf septemfasciatus</i>		1	1			
Cha	<i>Chaetodon speculum</i>			1	Pom	<i>Abudefduf sexfasciatus</i>	1	1	1	1		
Eph	<i>Platax teira</i>			1	Pom	<i>Abudefduf whiteleyi</i>	1	1	1	1		
Epi	<i>Anypserodon leucogrammicus</i>	1	1	1	1	Pom	<i>Amblyglyphidodon curacao</i>			1		
Epi	<i>Cephalopholis boenak</i>	1	1	1	1	Pom	<i>Amblyglyphidodon leucocaster</i>	1		1		
Epi	<i>Cromileptes altivelis</i>			1	1	Pom	<i>Amblyglyphidodon nigroris</i>			1		
Epi	<i>Epinephelus areolatus</i>	1		1		Pom	<i>Amblyglyphidodon orbicularis</i>	1	1	1		
Epi	<i>Epinephelus coioides</i>				1	Pom	<i>Amphiprion melanopus</i>	1	1	1		
Epi	<i>Epinephelus cyanopodus</i>				1	Pom	<i>Chromis agilis</i>			1		
Epi	<i>Epinephelus howlandi</i>		1	1		Pom	<i>Chromis atripectoralis</i>		1	1		
Epi	<i>Epinephelus maculatus</i>		1	1		Pom	<i>Chromis fumea</i>			1		
Epi	<i>Epinephelus merra</i>			1		Pom	<i>Chromis lepidolepsis</i>			1		
Epi	<i>Epinephelus ongus</i>		1	1	1	Pom	<i>Chromis margaritifer</i>			1		
Epi	<i>Epinephelus polyphkadion</i>				1	Pom	<i>Chromis tematensis</i>			1		
Epi	<i>Plectropomus howlandi</i>			1		Pom	<i>Chromis viridis</i>	1	1	1		
Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>	1	1	1	1	Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>	1	1	1		
Gob	<i>Amblyeleotris fontanesii</i>		1	1	1	Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>	1	1	1		
Gob	<i>Amblyeleotris sp</i>	1	1	1	1	Pom	<i>Dascyllus aruanus</i>	1	1	1		
Gob	<i>Amblygobius phalaena</i>			1	1	Pom	<i>Neoglyphidodon melas</i>			1		
Gob	<i>Ctenogobius feroculus</i>				1	Pom	<i>Neoglyphidodon nigroris</i>		1	1		
Gob	<i>Mahidolia mystacina</i>			1		Pom	<i>Neoglyphidodon polyacanthus</i>	1	1			
Gob	<i>Oxyurichthys sp</i>	1	1	1	1	Pom	<i>Neopomacentrus bankieri</i>			1		
Gob	<i>Valenciennea decora</i>			1		Pom	<i>Neopomacentrus filamentosus</i>			1		
Gob	<i>Valenciennea limicola</i>			1		Pom	<i>Neopomacentrus nemurus</i>		1	1		
Gob	<i>Valenciennea sp</i>		1	1	1	Pom	<i>Plectroglyphidodon lacrymatus</i>			1		
Gra	<i>Diploprion bifasciatum</i>				1	Pom	<i>Pomacentrus amboinensis</i>	1		1		
Hae	<i>Plectorhinchus pictum</i>	1		1	1	Pom	<i>Pomacentrus aurifrons</i>	1	1	1		
Hae	<i>Plectorhinchus picus</i>	1		1		Pom	<i>Pomacentrus bankanensis</i>		1	1		
Hol	<i>Neoniphon sammara</i>		1	1		Pom	<i>Pomacentrus chrysurus</i>	1		1		
Hol	<i>Sargocentron rubrum</i>			1	1	Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>			1		
Hol	<i>Sargocentron spiniferum</i>		1	1	1	Pom	<i>Pomacentrus nagasakiensis</i>			1		
Kyp	<i>Kyphosus cinerascens</i>			1		Pom	<i>Pomacentrus pavo</i>		1	1		
Lab	<i>Anampses femininus</i>			1	1	Pom	<i>Pomacentrus sp</i>	1	1	1		
Lab	<i>Anampses neoguinaicus</i>		1	1		Pom	<i>Pomacentrus vaiuli</i>			1		
Lab	<i>Bodianus mesothorax</i>	1		1	1	Pom	<i>Stegastes aureus</i>		1	1		
Lab	<i>Bodianus sp</i>		1	1		Pom	<i>Stegastes nigricans</i>			1		
Lab	<i>Cheilinus chlorourus</i>	1	1	1	1	Pri	<i>Priacanthus hamrur</i>			1		
Lab	<i>Cheilinus fasciatus</i>		1	1		Pse	<i>Pictichromis coralensis</i>			1		
Lab	<i>Cheilinus sp</i>		1	1		Sca	<i>Chlorurus bleekeri</i>	1	1	1		
Lab	<i>Cheilinus trilobatus</i>	1	1	1	1	Sca	<i>Chlorurus microrhinos</i>			1		
Lab	<i>Choerodon fasciatus</i>		1	1	1	Sca	<i>Chlorurus sordidus</i>		1	1		
Lab	<i>Choerodon graphicus</i>			1	1	Sca	<i>Scarus altipinnis</i>		1	1		
Lab	<i>Cirrhilabrus laboutei</i>		1	1		Sca	<i>Scarus flavipectoralis</i>	1	1	1		
Lab	<i>Cirrhilabrus sp</i>			1		Sca	<i>Scarus frenatus</i>			1		
Lab	<i>Cirrhilabrus punctatus</i>			1		Sca	<i>Scarus ghobban</i>		1	1		
Lab	<i>Coris aurilineatus</i>			1		Sca	<i>Scarus rivulatus</i>		1	1		
Lab	<i>Coris aygula</i>	1		1		Sca	<i>Scarus schlegeli</i>		1	1		
Lab	<i>Coris batuensis</i>	1	1	1	1	Sco	<i>Scomberomorus commerson</i>		1	1		
Lab	<i>Coris dorsomacula</i>			1		Scr	<i>Pterois volitans</i>			1		
Lab	<i>Epibulus insidiator</i>	1	1	1	1	Sig	<i>Siganus corallinus</i>			1		
Lab	<i>Halichoeres argus</i>			1	1	Sig	<i>Siganus doliatus</i>		1	1		
Lab	<i>Halichoeres biocellatus</i>		1	1		Sig	<i>Siganus fuscescens</i>			1		
Lab	<i>Halichoeres hortulanus</i>			1		Sig	<i>Siganus lineatus</i>			1		
Lab	<i>Halichoeres margaritaceus</i>			1		Sig	<i>Siganus puellus</i>	1	1	1		
Lab	<i>Halichoeres melanurus</i>	1	1	1		Sig	<i>Siganus spinus</i>			1		
Lab	<i>Halichoeres prosopion</i>		1	1	1	Sig	<i>Siganus vulpinus</i>		1	1		
Lab	<i>Hemigymnus fasciatus</i>		1	1	1	Sph	<i>Sphyaena barracuda</i>			1		
Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>	1		1	1	Tet	<i>Arothron nigropunctatus</i>			1		
						Total		218	61	97	187	133

Aqua



Terra

Mission terrain : campagne courantologie, mesures de bruits, prélèvements eaux et sédiments, ...

Indices biotiques : IBNC, IBS

Etats initiaux : inventaire floristique et faunistique (milieux marins, littoral, miniers...), hydrologie, géologie, zones dégradées

Etudes de Faisabilité technique et environnementale : projets agricoles, aquacoles, carrière et mine

Etudes d'impact sur l'Environnement

Dossier d'Autorisation d'Occupation du Domaine Public Maritime (DAODPM)

Dossier Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) : déclaration et autorisation

Plans de restauration et de réhabilitation : carrière, mine, milieu marin (récifs), mangroves et rivières

Conception pour les aménagements touristiques : jardins paysagers sous-marins

Maitrise d'œuvre / suivi de chantier en terrassement, gestion des eaux et revégétalisation

Consulting en revégétalisation de sites miniers

Formation, sensibilisation : environnement, normes, réglementations, audits internes

Management qualité – Norme ISO 9001

Management environnemental – Norme ISO 14001