

EVALUATION DE L'IMPACT SUR LE MILIEU MARIN

POLLUTION A L'ACIDE SULFURIQUE DANS LE CREEK BAIE NORD

2^{ème} mission / juin 2009

PROJET GORO NICKEL

VALE INCO 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 018-09_V3
Référence du contrat		E 15217
Numéro de l'affaire		009-09
Client		Vale Inco 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
CR	VALE INCO NC	Rapport remis au Client (format électronique) : version préliminaire : Compte-Rendu de mission, pour info	3 juillet 2009
V2	VALE INCO NC	Rapport (format électronique) : pour relecture, validation	11 août 209
	Biocénose		
V3	VALE INCO NC	Rapport final	13 août

Les responsables du suivi des modifications sont :

Maître d'Ouvrage	Céline CASALIS / Jean-Michel N'GUYEN (Vale Inco NC)
Entreprise	Valérie VAILLET (AQUA TERRA)

N° Document	Émis-le	Par	Approuvé par	Le
Rap 018-09_CR	3 juillet 2009	AQUA TERRA		
Rap 018-09_V2	11 août 2009	AQUA TERRA	Vale Inco	12 août 2009
Rap 018-09_V3	13 août 209	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 :

- **Johann HUBERT** : 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.

Table des Matières

EQUIPE DE TRAVAIL	3
TABLE DES MATIERES	4
LISTE DES TABLEAUX	7
LISTE DES FIGURES	9
LISTE DES CARTES	9
LISTE DES PHOTOS	10
1 PREAMBULE	11
2 OBJECTIF DE L'ETUDE.....	12
3 SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....	13
3.1 PARAMETRES INFLUENÇANT LE BLANCHISSEMENT.....	13
3.1.1 <i>Culcita novaeguineae</i>	13
3.1.2 <i>Cyanobactéries</i>	13
3.2 DONNEES METEOROLOGIQUES	14
4 METHODOLOGIE	17
4.1 ZONE D'ETUDE.....	17
4.1.1 <i>Contexte général</i>	17
4.1.2 <i>Présentation des zones étudiées</i>	17
4.2 LES TRAVAUX D'ECHANTILLONNAGE	19
4.2.1 <i>Pour les zones définies pour cette mission et ne faisant pas partie du réseau de surveillance</i>	19
4.2.2 <i>Pour la station ST02, faisant partie du réseau de surveillance</i>	20
4.3 LES METHODES D'ECHANTILLONNAGE	20
4.3.1 <i>Le substrat</i>	20
4.3.2 <i>Le benthos</i>	20
4.3.3 <i>Les poissons</i>	23
5 RESULTATS PAR ZONES	24
5.1 ZONE 01 = PLATIER SUD DU CREEK BAIE NORD.....	25
5.1.1 <i>Description générale</i>	25
5.1.2 <i>Observations</i>	25
5.1.2.1 <i>Le benthos</i>	26
5.1.2.2 <i>Les poissons</i>	29
5.2 ZONE 02 = NORD CREEK BAIE NORD.....	30
5.2.1 <i>La zone</i>	30
5.2.1.1 <i>Description générale</i>	30
5.2.1.2 <i>Observations</i>	30
5.2.1.2.1 <i>Le benthos (Zone 02)</i>	31
5.2.1.2.2 <i>Les poissons (Zone 02)</i>	33
5.2.1.3 <i>Le blanchissement</i>	34
5.2.2 <i>La radiale</i>	40
5.2.3 <i>Le transect</i>	42
5.2.3.1 <i>Le substrat</i>	42
5.2.3.2 <i>Le benthos</i>	42
5.2.3.2.1 <i>Les Scléactiniaires (Transect Zone 02)</i>	44
5.2.3.2.2 <i>Les Macrophytes et les Invertébrés (Transect Zone 02)</i>	47
5.2.3.3 <i>Les coraux blanchis</i>	48
5.2.3.4 <i>Les poissons</i>	61
5.2.4 <i>Les piquets</i>	62
5.2.4.1 <i>Les piquets 1 et 4</i>	62
5.2.4.2 <i>Les piquets 2 et 3</i>	66
5.3 ZONE 03 = NORD CREEK BAIE NORD.....	70
5.3.1 <i>Description générale</i>	70
5.3.2 <i>Observations</i>	71
5.3.2.1 <i>Le benthos</i>	71
5.3.2.2 <i>Les poissons</i>	73
5.3.3 <i>Le blanchissement</i>	74
5.4 ZONE 04 = NORD CREEK BAIE NORD.....	75
5.4.1 <i>Description générale</i>	75
5.4.2 <i>Observations</i>	75

5.4.2.1	Le benthos	75
5.4.2.2	Les poissons.....	77
5.4.3	<i>Le blanchissement</i>	79
5.5	ZONE 05 = ILOT GABRIEL	80
5.5.1	<i>Description générale</i>	80
5.5.2	<i>Observations</i>	81
5.5.2.1	Le benthos	81
5.5.2.2	Les poissons.....	83
5.5.3	<i>Le blanchissement</i>	85
5.6	ZONE 06 = SUD CREEK BAIE NORD	87
5.6.1	<i>La zone</i>	87
5.6.1.1	Description générale	87
5.6.1.2	Observations	87
5.6.1.2.1	Le benthos (Zone 06).....	88
5.6.1.2.2	Les poissons (Zone 06).....	91
5.6.1.3	Le blanchissement.....	92
5.6.2	<i>La radiale</i>	92
5.6.3	<i>Le transect</i>	94
5.6.3.1	Le substrat	94
5.6.3.2	Le benthos	94
5.6.3.2.1	Les Scléactiniaires (Transect Zone 06).....	96
5.6.3.2.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (Transect Zone 06)	97
5.6.3.3	Les coraux blanchis.....	98
5.6.3.4	Les poissons.....	113
5.7	ZONE 07 = RADE DU PORT	115
5.7.1	<i>Description générale</i>	115
5.7.2	<i>Observations</i>	115
5.7.2.1	Le benthos	115
5.7.2.2	Les poissons.....	117
5.7.3	<i>Le blanchissement</i>	118
5.8	ZONE 08 = BAIE DE CARENAGE	119
5.8.1	<i>Description générale</i>	119
5.8.2	<i>Observations</i>	119
5.8.2.1	Le benthos	120
5.8.2.2	Les poissons.....	124
5.8.3	<i>Le blanchissement</i>	125
5.9	STATION 02 = CREEK BAIE NORD	127
5.9.1	<i>Fiche descriptive (ST02)</i>	127
5.9.1.1	Localisation géographique (ST02)	127
5.9.1.2	Description générale (ST02)	127
5.9.1.3	Caractéristiques principales (ST02).....	127
5.9.1.4	Variations entre avril 2009 et juin 2009 (ST02)	128
5.9.2	<i>Schéma structural (ST02)</i>	129
5.9.3	<i>Le substrat (ST02)</i>	130
5.9.4	<i>Le benthos (ST02)</i>	130
5.9.4.1	Benthos Transect 02 A.....	132
5.9.4.1.1	Les Scléactiniaires (ST02A).....	132
5.9.4.1.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST02A).....	133
5.9.4.2	Benthos Transect 02 B.....	133
5.9.4.2.1	Les Scléactiniaires (ST02B).....	133
5.9.4.2.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST02B).....	135
5.9.5	<i>Les poissons (ST02)</i>	136
6	RESULTATS GENERAUX / SYNTHESE	138
6.1	SUBSTRAT	138
6.2	BENTHOS	138
6.2.1	<i>Les communautés benthiques, hors coraux</i>	139
6.2.2	<i>Les communautés coralliennes</i>	139
6.3	ICHTYOLOGIE	140
6.3.1	<i>Pour toutes les zones (hors transects)</i>	140
6.3.2	<i>Pour les transects en Z02 et Z06</i>	140
6.3.2.1	Comparaison dans l'espace.....	140
6.3.2.2	Comparaison dans le temps.....	141
6.3.3	<i>Pour la station 02</i>	141

7	COMPARAISON AVEC LES DONNEES HISTORIQUES.....	143
7.1	SUBSTRAT	143
7.2	BENTHOS	144
7.2.1	Généralités.....	144
7.2.2	Diversité corallienne.....	147
7.3	BLANCHISSEMENT	148
7.4	ICHTYOLOGIE	152
8	CONCLUSION.....	156
9	RECOMMANDATIONS.....	158
10	SOURCES.....	159
A N N E X E S		162
ANNEXE N°1.....		163
METHODOLOGIE GENERALE D'ECHANTILLONNAGE DES COMMUNAUTES RECIFALES...		163
ANNEXE N°2.....		173
LEGENDE SCHEMAS STRUCTURAUX.....		173
ANNEXE N°3.....		174
RESULTATS BRUTS DE L'ECHANTILLONNAGE LIT JUIN 2009.....		174
ANNEXE N°4.....		176
RESULTATS BRUTS DE L'ECHANTILLONNAGE DU BENTHOS 2009.....		176
ANNEXE N°5.....		180
RESULTATS BRUTS DE L'ECHANTILLONNAGE ICHTYOLOGIQUE 2009		180

L i s t e d e s T a b l e a u x

Tableau n°01 :	Coordonnées des stations du réseau de surveillance, dans la baie de Prony	18
Tableau n°02 :	Localisation des zones étudiées.....	18
Tableau n°03 :	Indices semi-quantitatifs d'abondance – cas classique.....	21
Tableau n°04 :	Indices semi-quantitatifs d'abondance – présence de grandes colonies (plusieurs m ²)	21
Tableau n°05 :	Code couleur pour la comparaison temporelle d'une même station.....	21
Tableau n°06 :	Degré de blanchissement pour une espèce (/ 100 m ²)	22
Tableau n°07 :	Echelle d'abondance des organismes benthiques	23
Tableau n°08 :	Degré de blanchissement pour une espèce.....	23
Tableau n°09 :	Nature des échantillonnages pour les différentes zones.....	24
Tableau n°010 :	Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 01)	26
Tableau n°011 :	Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 01).....	28
Tableau n°012 :	Poissons rencontrés dans la zone 01.....	29
Tableau n°013 :	Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 02)	31
Tableau n°014 :	Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 02).....	32
Tableau n°015 :	Liste des poissons rencontrés dans la zone 02.....	33
Tableau n°016 :	Liste du benthos (taxons cibles) pour le transect de la zone 02	43
Tableau n°017 :	Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Transect zone 02).....	44
Tableau n°018 :	Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Transect Zone 02)... ..	48
Tableau n°019 :	Poissons échantillonnés sur le transect de la zone 02.....	61
Tableau n°020 :	Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 03)	72
Tableau n°021 :	Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 03).....	73
Tableau n°022 :	Poissons rencontrés dans la zone 03.....	73
Tableau n°023 :	Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 04)	76
Tableau n°024 :	Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 04).....	77
Tableau n°025 :	Poissons rencontrés dans la zone 04.....	77
Tableau n°026 :	Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 05)	82
Tableau n°027 :	Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 05).....	83
Tableau n°028 :	Poissons rencontrés dans la zone 05.....	83
Tableau n°029 :	Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 06)	89
Tableau n°030 :	Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 06).....	90
Tableau n°031 :	Poissons rencontrés dans la zone 06.....	91
Tableau n°032 :	Liste du benthos (taxons cibles) pour le transect de la zone 06.....	95
Tableau n°033 :	Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Transect zone 06).....	96
Tableau n°034 :	Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Transect zone 06)... ..	98
Tableau n°035 :	Poissons échantillonnés sur le transect de la zone 06.....	113
Tableau n°036 :	Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 07)	116
Tableau n°037 :	Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 07).....	117
Tableau n°038 :	Poissons rencontrés dans la zone 07.....	118
Tableau n°039 :	Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 08)	123
Tableau n°040 :	Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 08).....	124
Tableau n°041 :	Poissons rencontrés dans la zone 08.....	124
Tableau n°042 :	Liste du benthos (taxons cibles) pour la station 02.....	131
Tableau n°043 :	Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST02A).....	132
Tableau n°044 :	Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST02A)	133
Tableau n°045 :	Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST02B).....	135
Tableau n°046 :	Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST02B)	136
Tableau n°047 :	Poissons échantillonnés sur les transects de la zone 02	136
Tableau n°048 :	Synthèse des données ichthyologiques de la station 02.....	142
Tableau n°049 :	Taux de recouvrement du substrat selon les missions, depuis 2007 (%) (ST02). 145	

Tableau n°050 :	Evolution du taux de recouvrement du substrat, selon les missions, depuis 2007 (%) (ST02)	145
Tableau n°051 :	Richesse taxonomique du benthos, selon les missions, depuis 2007 (ST02).....	146
Tableau n°052 :	Evolution de la richesse taxonomique du benthos, selon les missions, depuis 2007 (gain/perte en taxa) (ST02)	146
Tableau n°053 :	Richesse spécifique totale des coraux (nombre d'espèces), par zones et périodes	147
Tableau n°054 :	Nombre d'espèces coralliennes influencées par le blanchissement, par zones et périodes	148
Tableau n°055 :	Taux de blanchissement au niveau spécifique, par zones et périodes.....	149
Tableau n°056 :	Taux de blanchissement au niveau du recouvrement -estimation visuelle- par zones et périodes	150
Tableau n°057 :	Densité et biomasse, ichthyologiques, par mission et zone	152
Tableau n°058 :	Nombre d'espèces pisicoles communes ou non sur les différentes stations et/ou aux différentes périodes.....	153
Tableau n°059 :	Test de χ^2 (ichthyologie).....	153
Tableau n°060 :	Biodiversités α de la faune ichthyologique	154
Tableau n°061 :	Annexe 01 : Catégories et composantes de substrat retenues pour l'échantillonnage et le traitement des données	166
Tableau n°062 :	Annexe 01 : Liste des poissons indicateurs	168
Tableau n°063 :	Annexe 01 : Exemple de calcul pour le recouvrement du substrat.....	170
Tableau n°064 :	Annexe 01 : Exemple de calcul pour « poisson »	171
Tableau n°065 :	Annexe 03 : Recouvrement du substrat (en %) pour toutes les catégories	174
Tableau n°066 :	Annexe 03 : Répartition du recouvrement (en %) du substrat, partie biotique/abiotique.....	175
Tableau n°067 :	Annexe 04 : Inventaire 2009 des coraux : Totaux des espèces par famille, des espèces coralliennes et des espèces blanchies, par zone et par station environnementale (transect/100m ²)	176
Tableau n°068 :	Annexe 04 : Inventaire 2009 des macrophytes et invertébrés : Totaux des espèces par groupe, par zone et par station environnementale (transect/100m ²).....	177
Tableau n°069 :	Annexe 04 : Inventaire 2009 des coraux (Groupe, Famille, Genre, Espèce) et leur abondance (cf. § méthodologie) par zone et par station environnementale (transect/100m ²)....	178
Tableau n°070 :	Annexe 04 : Inventaire 2009 des macrophytes et invertébrés (Groupe, Famille, Genre, Espèce) et leur abondance (cf. § méthodologie) par zone et par station environnementale (transect/100m ²)	179
Tableau n°071 :	Annexe 05 : Liste des espèces présentes sur toutes les zones, par période (2209)	180
Tableau n°072 :	Annexe 05 : Richesse spécifique, par famille, zone et période (2009)	181

Liste des Figures

Figure n°01 :	Précipitations mensuelles (mm) enregistrées sur 2 stations situées sur le site de Vale Inco	14
Figure n°02 :	Evolution des précipitations mensuelles sur les 12 derniers mois	15
Figure n°03 :	Schéma structural de la radiale en zone 02	41
Figure n°04 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour le transect de la zone 02	42
Figure n°05 :	Position des colonies coralliennes, suivies, sur le transect de la zone 02.....	60
Figure n°06 :	Richesse spécifique par famille de poissons (Transect Zone 02)	62
Figure n°07 :	Densité (nb individus/m ²) par famille de poissons (Transect Zone 02).....	62
Figure n°08 :	Schéma structural de la radiale en zone 06	93
Figure n°09 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour la zone 02	94
Figure n°10 :	Position des colonies coralliennes, suivies, sur le transect de la zone 06.....	112
Figure n°11 :	Richesse spécifique par famille de poissons (Transect Zone 06).....	113
Figure n°12 :	Densité (nb individus/m ²) par famille de poissons (Transect Zone 06).....	114
Figure n°13 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST02A.....	130
Figure n°14 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST02B.....	130
Figure n°15 :	Richesse spécifique par famille de poissons (ST02).....	137
Figure n°16 :	Densité (nb individus/m ²) par famille de poissons (ST02)	137
Figure n°17 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat partie biotique/abiotique..	138
Figure n°18 :	Richesse taxonomique du benthos dans les 3 groupes clés.....	139
Figure n°19 :	Richesse spécifique « poisson » pour toutes les zones, sur les 2 missions	140
Figure n°20 :	Homogénéité qualitative entre zones 02 et 06 (« poisson » entre avril et juin) ..	140
Figure n°21 :	Homogénéité qualitative dans le temps (« poissons » entre zones 02 & 06)	141
Figure n°22 :	Homogénéité qualitative dans le temps (« poissons », station 02).....	141
Figure n°23 :	Blanchissement corallien en recouvrement et espèces, mission avril – juin 2009	152
Figure n°24 :	Annexe 01 : Schéma théorique d'une station composée de 3 transects (A, B, C), de 20 m de long	163
Figure n°25 :	Annexe 01 : Diagramme schématique d'un transect	165
Figure n°26 :	Annexe 01 : Comptage des poissons : méthode des transects à largeur variable	167

Liste des Cartes

Carte n°01 :	Position des stations météorologiques sur le site de Vale Inco.....	16
Carte n°02 :	Situation géographique générale	17
Carte n°03 :	Localisation des stations du réseau de surveillance	18
Carte n°04 :	Localisation des zones et de la station 02	19
Carte n°05 :	Localisation de la zone 01.....	25
Carte n°06 :	Localisation de la zone 02.....	30
Carte n°07 :	Localisation de la zone 03.....	71
Carte n°08 :	Localisation de la zone 04.....	75
Carte n°09 :	Localisation de la zone 05.....	80
Carte n°10 :	Localisation de la zone 06.....	87
Carte n°11 :	Localisation de la zone 07.....	115
Carte n°12 :	Localisation de la zone 08.....	119
Carte n°13 :	Localisation de la station 02 (Creek baie nord).....	127
Carte n°14 :	Blanchissement corallien (estimation visuelle), sur une échelle de 10	151

Liste des Photos

Photo n°01 :	<i>Culcita novaeguineae</i> rencontrées lors de cette mission.....	13
Photo n°02 :	Cyanobactéries rencontrées lors de cette mission	14
Photo n°03 :	Evolution de la colonie de <i>Pocillopora damicornis</i> , non blanchie (Zone 01).....	27
Photo n°04 :	Vue sur le cap (Zone 02)	30
Photo n°05 :	Colonies blanchies (Zone 02, juin 2009).....	35
Photo n°06 :	Evolution de colonie de <i>Seriatopora hystrix</i> (Zone 02)	35
Photo n°07 :	Evolution de coraux (<i>Turbinaria heronensis</i>) partiellement blanchis (nécroses) (Zone 02)	36
Photo n°08 :	Exemple d'organismes en bonne santé (Zone 02).....	37
Photo n°09 :	Cyanobactéries (Zone 02)	38
Photo n°010 :	<i>Culcita novaeguineae</i> (Zone 02)	38
Photo n°011 :	<i>Sinularia</i> sp. (Zone 02).....	38
Photo n°012 :	Organismes en bas de pente (Zone 02)	39
Photo n°013 :	Evolution du blanchissement (Transect Zone 02)	46
Photo n°014 :	Organismes au niveau du transect de la zone 02	47
Photo n°015 :	Eponge (<i>Cliona</i>) encoûtant un corail massif (Transect Zone 02)	47
Photo n°016 :	Colonies remarquables autour du piquet 01, zone 02.....	63
Photo n°017 :	Colonies remarquables autour du piquet 01, zone 02.....	64
Photo n°018 :	Colonies remarquables autour du piquet 04, zone 02.....	65
Photo n°019 :	Colonies remarquables autour du piquet 04, zone 02.....	66
Photo n°020 :	Colonies remarquables entre les piquets 02 & 03, zone 02	67
Photo n°021 :	Colonies remarquables entre les piquets 02 & 03, zone 02	68
Photo n°022 :	Colonies remarquables entre les piquets 02 & 03, zone 02	69
Photo n°023 :	Colonies remarquables entre les piquets 02 & 03, zone 02	70
Photo n°024 :	Coraux en zone 03	74
Photo n°025 :	Ilot Gabriel, face est (Zone 05)	80
Photo n°026 :	Organismes en zone 05.....	86
Photo n°027 :	Zone 06, de la surface	87
Photo n°028 :	Cap rocheux entre les zones 01 et 06, de la surface.....	88
Photo n°029 :	Zone 07, de la surface	115
Photo n°030 :	Zone 08, de la surface	120
Photo n°031 :	Champ d' <i>Acropora</i> spp. (Zone 8, 3 à 5 m).....	121
Photo n°032 :	Coraux non blanchis (Zone 8, 3 à 5 m).....	122
Photo n°033 :	Evolution d'une colonie d' <i>Acropora</i> sp. tabulaire (Zone 8)	125
Photo n°034 :	Position en surface par rapport à la côte (ST02).....	127
Photo n°035 :	Evolution du blanchissement (ST02B).....	134

Crédit photographique : Grégory Lasne 2009, pour Biocénose, Valérie Vaillet 2009, 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 INCO 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 INCO 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 INCO. 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 récupéré ou neutralisé, 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 INCO 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} mission a été commandée à la SARL AQUA TERRA.

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 Benthique¹.

Ce document est le rapport final de cette mission, qui s'est déroulée sur site du 22 au 25 juin 2009 (soit environ 11 semaines après la 1^{ère} mission).

Il est à compléter par un Atlas photographique [04] 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 était de suivre l'évolution de l'état de santé du milieu marin (par rapport à la 1^{ère} mission d'avril) et de tenter d'évaluer l'impact potentiel sur l'environnement marin de la fuite d'acide sulfurique dans le Creek baie nord.

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 faite selon les données disponibles de la campagne précédente d'avril 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} rapport ([02]), 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.

Nous abordons dans ce présent rapport deux thématiques différentes, pour permettre de mieux appréhender la problématique posée :

- des explications sur deux phénomènes pouvant influencer sur la couverture corallienne, que nous avons observés lors de cette mission : les cyanobactéries et les étoiles de mer *Culcita*,
- un relevé des données pluviométriques de la zone.

3.1 Paramètres influençant le blanchissement

3.1.1 *Culcita novaeguineae*

Les études de Hawkins [05] sur la distribution et l'alimentation de *C. novaeguineae* sur l'île de Moorea (Polynésie française) ont prouvé que l'étoile en coussin était un prédateur de corail et qu'elle privilégiait les habitats où les colonies coralliennes du genre *Porites* étaient clairsemées et préférait attaquer dans ces zones les espèces d'*Acropora* et des espèces de *Pocillopora*. Cependant ces études n'ont montré aucune préférence entre les espèces d'*Acropora* et les espèces de *Pocillopora*.

L'espèce *C. novaeguineae* 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 de corail, en changeant l'écologie globale des récifs [05].



Photo n°01 : *Culcita novaeguineae* rencontrées lors de cette mission

3.1.2 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 (conséquences de teneurs excessives en azote et phosphore). Ces proliférations de cyanobactéries sont potentiellement productrices de diverses toxines et peuvent entraîner des dégradations sur les communautés coralliennes. En matière de synthèse chimique, les cyanobactéries produisent une très grande variété de molécules. Cela va de produits utiles comme des antibiotiques, des antiviraux et antitumoraux, à des composés néfastes comme les toxines.

Les cyanobactéries peuvent se maintenir tout au long de l'année si la température reste supérieure à 5-6°C et de nombreuses espèces n'apparaissent qu'en été lorsque la température des eaux superficielles atteint 18-20°C. Pendant la saison froide, leur disparition n'est qu'apparente car les cellules végétatives subissent diverses différenciations conduisant à des formes de repos ou de résistance. À cet égard, les vases et sédiments constituent une banque de semences qui favorise de nouvelles proliférations dès que les conditions climatiques redeviennent favorables.

Lors de périodes plus chaudes et moins venteuses, les efflorescences de cyanobactéries apparaissent et disparaissent à plusieurs reprises. À cette distribution spatiale des températures s'ajoute celle de la lumière qui est la source même d'énergie pour la photosynthèse [06, 07, 08, 09].

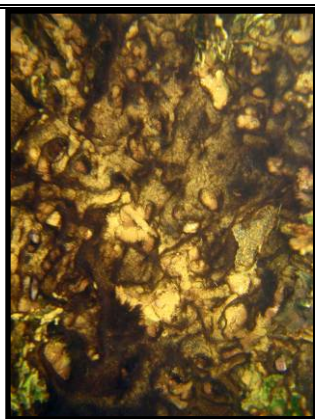


Photo n°02 : Cyanobactéries rencontrées lors de cette mission

3.2 Données météorologiques

Les données de pluviométrie enregistrées sur le site sont données dans les graphes de la [figure 01](#) (source : Vale Inco). Les deux stations concernées sont positionnées sur la [carte 01](#).

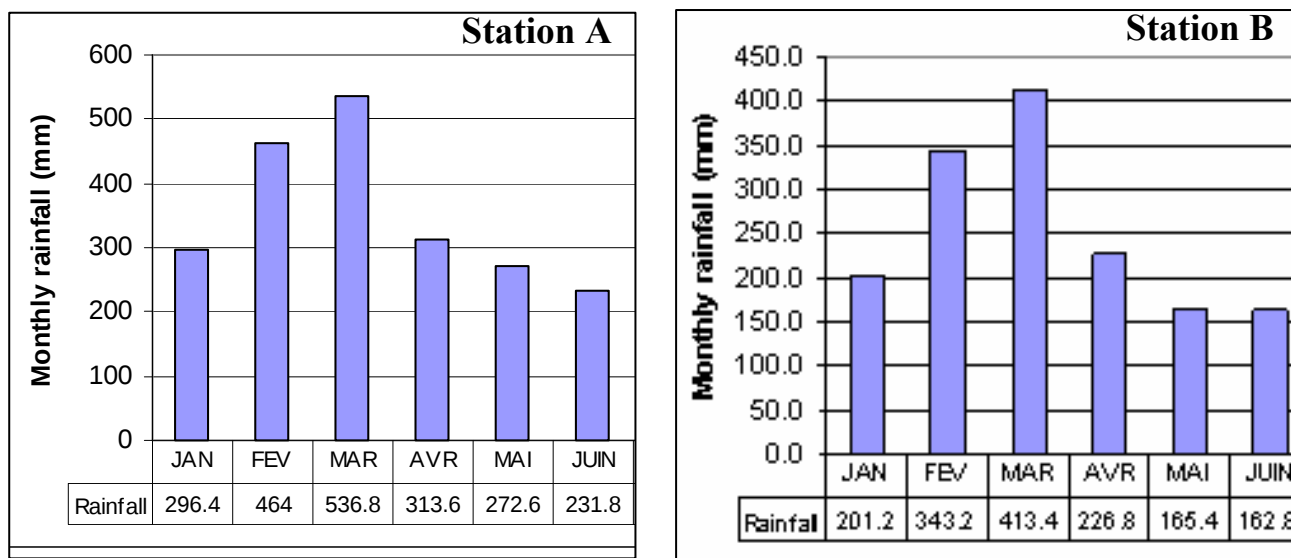


Figure n°01 : Précipitations mensuelles (mm) enregistrées sur 2 stations situées sur le site de Vale Inco
(source Vale Inco, 2009).

Ces graphes montrent que les précipitations avant l'accident, en février et mars, étaient très importantes (respectivement plus de 400 mm et 500 mm).

Selon les données Météo France ([figure 02](#)), il apparaît que la pluviométrie de ces deux mois était largement excédentaire par rapport aux normales.

Selon les données de Météo France :

« Le bilan pluviométrique global sur 12 mois glissants reste supérieur aux normales avec +24% (cf. [figure 02](#)). Ni les périodes déficitaires de mai à août 2008 (saison traditionnellement sèche), ni les mois de décembre et janvier, ni même le mois d'avril n'ont affecté ce bilan annuel excédentaire. Cela s'explique en partie par les forts cumuls de début et fin 2008 et ceux de février, mars et mai 2009 qui correspondent bien à deux phases Niña successives.

Il faudra au moins attendre le mois d'août de l'année 2009 pour s'affranchir de la 1^{ère} phase Niña et avoir une meilleure vision de la tendance pour les 6 à 12 prochains mois.

Rappel : cela était conforme à la tendance climatique régionale. C'est une phase Niña qui a dominé l'été, mais elle est beaucoup moins intense que celle de 2008. »

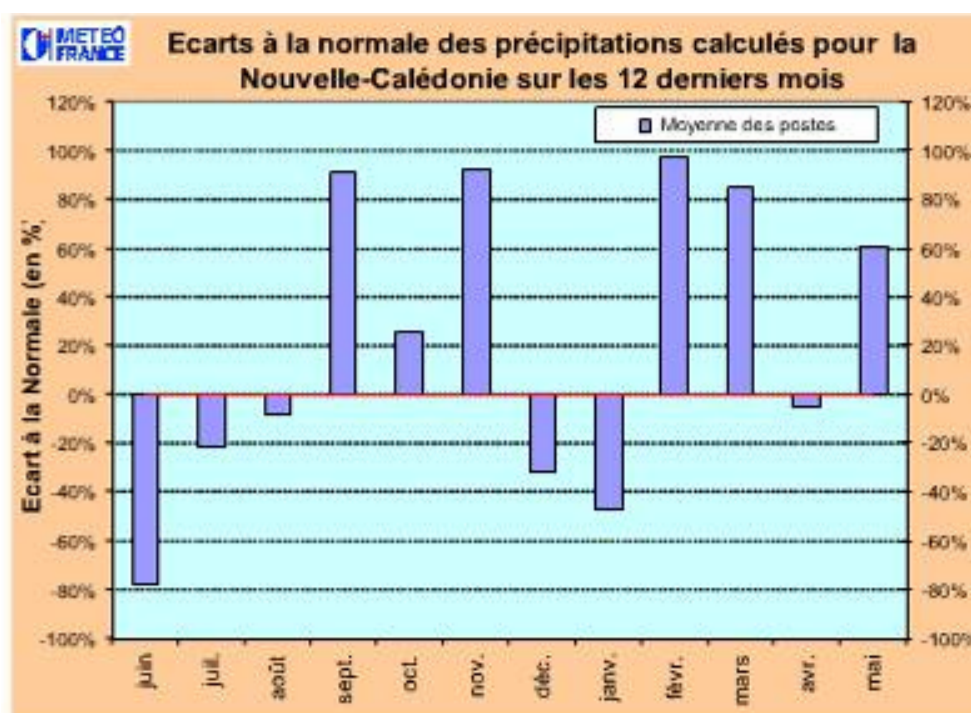
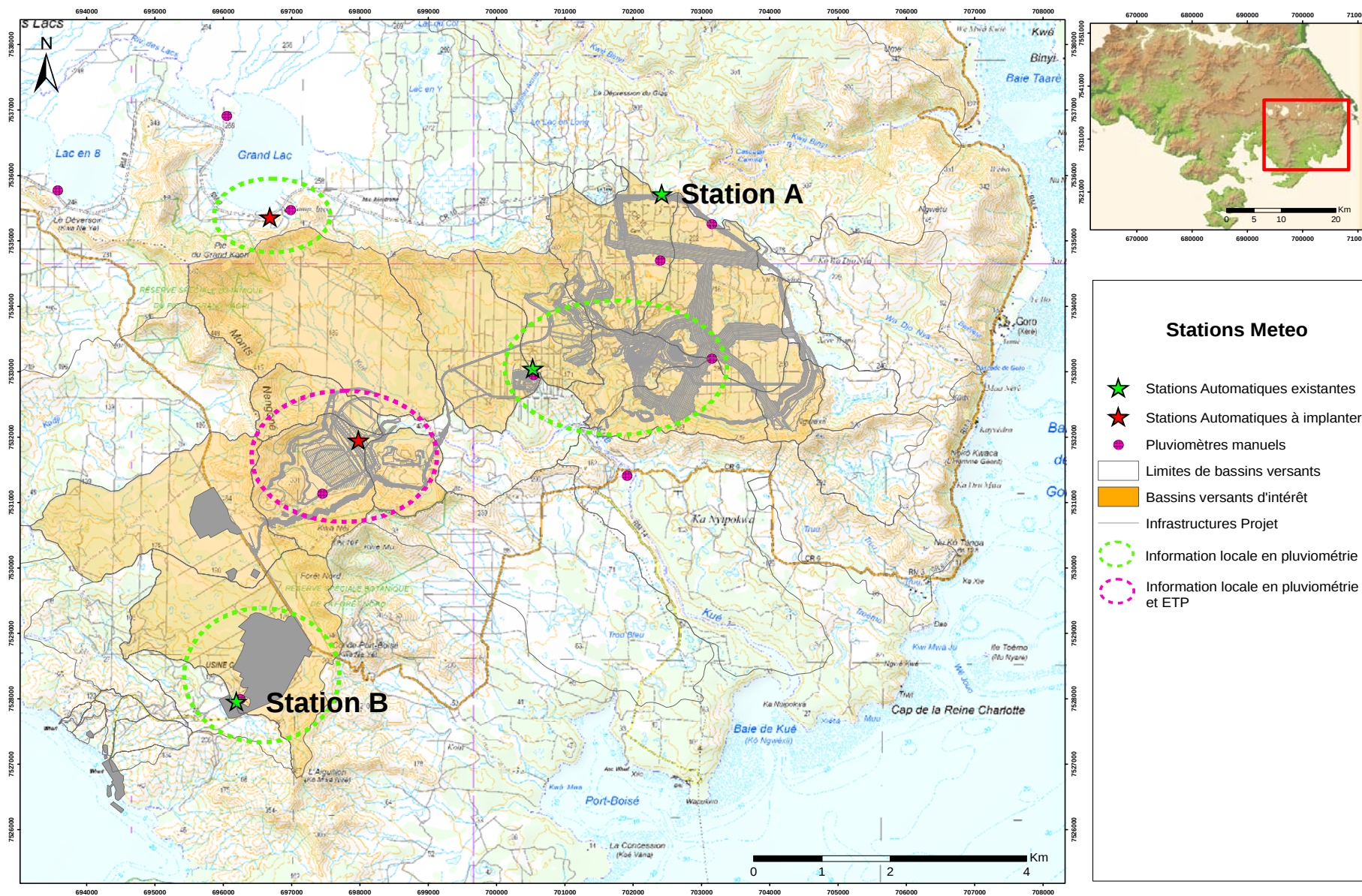


Figure n°02 : Evolution des précipitations mensuelles sur les 12 derniers mois
(moyennes réalisées avec au moins 25 postes de Nouvelle-Calédonie)
(source Météo France)

Pour rappel la dépression Jasper s'est déroulée du 24 au 26 mars 2009.



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 Inco 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, nous avons établi un protocole d'échantillonnage couvrant :

- plusieurs zones dans la baie nord, selon un gradient d'éloignement de l'embouchure du creek (stations 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 (stations 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 01](#) et elles sont positionnées sur la [carte 03](#).

Tableau n°01 : 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 retenus la station 02 (rond mauve sur les [carte 03](#) et [04](#)), qui est éloignée de près de 900 m de l'embouchure du Creek baie nord, et qui a donc été échantillonnée.
Par ailleurs, nous pourrions comparer nos résultats à ceux des deux années précédentes (2007 et 2008).

La liste des différentes zones échantillonnées ainsi que leur situation est donnée dans le [tableau 02](#) et sur la [carte 04](#).

Tableau n°02 : 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 16 m et 23 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 matérialisé un **transect** sur chacune, que nous avons échantillonné 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 posés aussi 4 piquets avec un choix délibéré de leur emplacement : près de colonies 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.

Les résultats ont d'ailleurs été comparés à ceux des deux années précédentes (2007 et 2008).

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) [10] 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

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 - scléractiniaires, 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 03](#)) a été mise en place au sein des groupes faunistiques suivant :

- Scléractiniaires (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 scléractiniaires, les macrophytes et les invertébrés sur l'ensemble de l'échelle.

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

ECHELLE	RECOUVREMENT	ABONDANCE (nb individus ou colonies / 100 m ²)
1	Rare	1
2	Faible	2 à 10
3	Moyen	11 à 20
4	Fort	21 à 40
5	Important	plus de 41

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

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

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

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 05.

Tableau n°05 : 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 06](#)).

Tableau n°06 : *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 07](#) et [08](#).

Tableau n°07 : Echelle d'abondance des organismes benthiques

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

Tableau n°08 : 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 l'usine et de ses activités ou toute autre cause de changements.

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

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 09](#).

Tableau n°09 : 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 blanches 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 blanches 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 blanches Photographies & vidéos

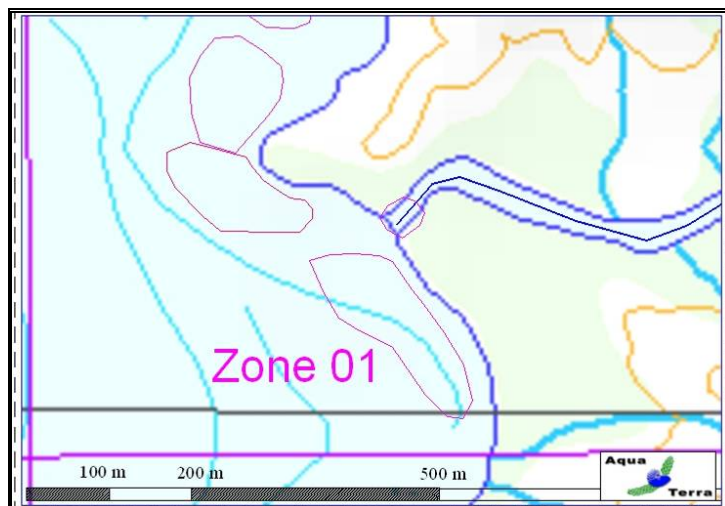
5.1 Zone 01 = Platier sud du Creek baie nord

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 : 30 cm
SUBSTRAT	Vaseux + dépôt organique

Localisation géographique :



Carte n°05 : Localisation de la zone 01

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 gossier 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.

La visibilité était meilleure que pour la mission d'avril 09 ainsi quelques colonies coralliennes supplémentaires ont été observées dans l'ensemble de la zone. Leur recouvrement est 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).

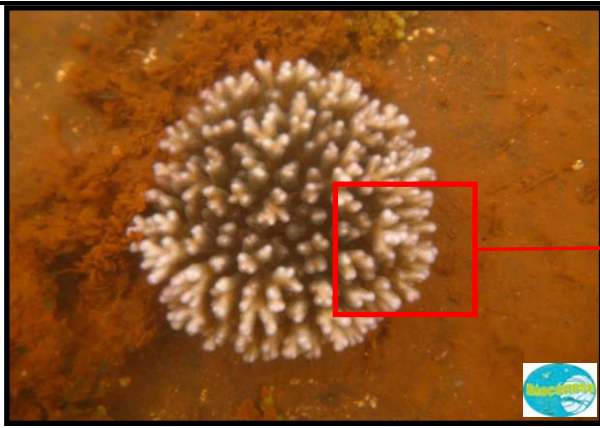
5.1.2.1 Le benthos

La richesse spécifique et le recouvrement biotique sont très faibles.

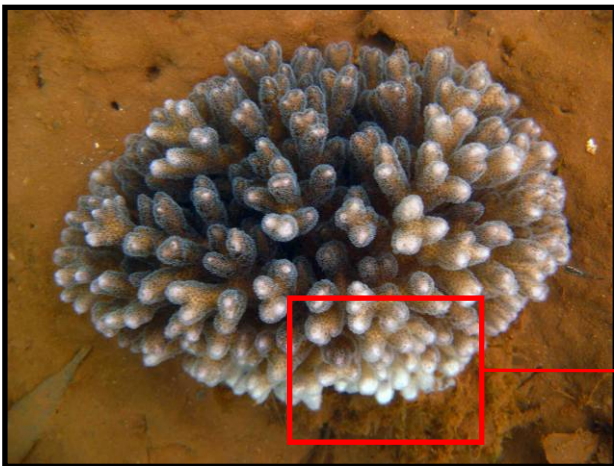
Une seule espèce de scléactiniaire a été recensée pour toute cette zone (*Pocillopora damicornis* de la famille des Pocilloporidae). La colonie photographiée en avril 2009 était de couleur légèrement pâle mais ne présentait pas réellement de marque de blanchissement. Désormais et d'un point de vue général cette colonie a réintégré une densité de zooxanthelle plus importante mais elle est légèrement blanchie à la base ([photographie 03](#)).

Tableau n°010 : *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	1	2
Poritidae	0	0
Siderastreidae	0	0
Total scléactiniaire	1	-
Non Scléactiniaire		
Milleporidae	0	0
Tubiporidae	0	0
Gorgone	0	0
Antipathaire	0	0
Total coraux (A)	1	-
dont nb. esp. blanchies (B)	0	-
dont nb. esp. en cours recolonisation (C)	1	-
Total esp. latentes (D = B+C)	1	
Blanchissement		
	B/A	Visuel
	0	1%



Avril 2009 : un peu pâle



Juin 2009 : ayant réintégré des zooxanthelles mais blanchie à la base

Photo n°03 : Evolution de la colonie de Pocillopora damicornis, non blanchie (Zone 01)

Les macrophytes ont un recouvrement très faible, représentés par quelques thalles d'algues brunes (*Padina*, *Sargassum* et *Turbinaria ornata*) et d'algues vertes (*Caulerpa*, *Halimeda* et *Neomeris van bossea*). De plus quelques hydraires colonisent les souches d'arbres déposées sur la vase latéritique.

Tableau n°011 : *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	3	2
Algue rouge	0	0
Algue verte	5	2
Cyanobactérie	0	0
Anémone	0	0
Ascidies	0	0
Bryzoaire	0	0
Astérie	0	0
Crinoïde	0	0
Echinides	0	0
Holothurie	0	0
Synapse	0	0
Hydraire	1	3
Mollusque	0	0
Spongiaire	0	0
Zoanthaire	0	0
Crustacé	0	0
TOTAL	9	-



5.1.2.2 Les poissons

La faune ichthyologique est pauvre. Les poissons adultes sont des Gobidés fouisseurs. Leur terrier montrent que leur présence est ancienne et donc antérieure à l'accident. Tous les autres poissons rencontrés, aussi bien en avril qu'en juin sont des juvéniles qui se tiennent à l'abri des souches transportées par les crues.

La biodiversité ichthyologique s'élève à 10 espèces de poissons rencontrés, qui sont listées dans le [tableau 12](#).

Tableau n°012 : Poissons rencontrés dans la zone 01

FAMILLE	ESPECE	ETAT
Chaetodontidae	<i>Heniochus acuminatus</i>	Juvénile
Epinephelinae	<i>Epinephelus maculatus</i>	Juvénile
Gobiidae	<i>Amblyliotris</i> sp.	Adulte
	<i>Amblyliotris fontanesii</i>	Adulte
	<i>Oxyurichthys</i> sp.	Adulte
Labridae	<i>Cheilinus</i> sp.	Juvénile
Lutjanidae	<i>Lutjanus fulviflamma</i>	Juvénile
	<i>Lutjanus quinquelineatus</i>	Juvénile
Nemipteridae	<i>Scolopsis bilineatus</i>	Juvénile
Pomacentridae	<i>Pomacentrus</i> sp.	Juvénile

5.2 Zone 02 = Nord Creek baie nord

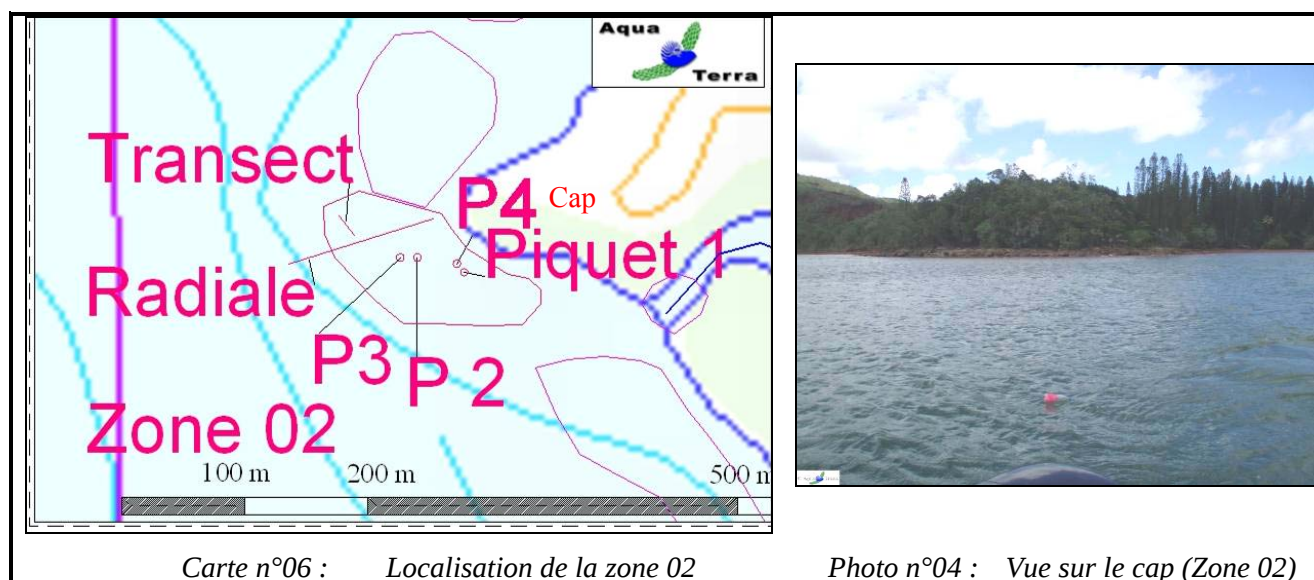
5.2.1 La zone

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°013 : *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	16	5	16	5
Agaraciidae	3	2	7	3
Astrocoeniidae	1	2	1	1
Caryophyllidae	1	2	0	0
Dendrophyllidae	5	3	3	3
Faviidae	19	5	14	4
Fungiidae	4	2	5	3
Merulinidae	3	3	2	2
Mussidae	4	2	3	2
Oculinidae	2	3	2	3
Pectiniidae	5	2	5	2
Pocilloporidae	4	3	3	3
Poritidae	4	3	4	3
Siderastreidae	2	2	1	2
Total scléractiniaire	73	-	66	-
Non Scléractiniaire				
Milleporidae	2	3	2	4
Tubiporidae	1	1	1	2
Gorgone	0	0	0	0
Antipathaire	0	0	1	1
Total coraux (A)	76	-	70	-
dont nb. esp. blanchies (B)	8	-	7	-
dont nb. esp. en cours recolonisation (C)	24	-	7	-
Total esp. latentes (D = B+C)	32	-	14	-
Blanchissement	B/A	Visuel	B/A	Visuel
	0.105	20%	0.100	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°014 : *Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 02)*

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
	0 à 7 m		7 à 23 m	
Alcyonaire	6	4	8	5
Algue brune	4	4	2	5
Algue rouge	1	3	1	3
Algue verte	6	4	6	3
Cyanobactérie	0	0	0	0
Anémone	0	0	0	0
Ascidies	0	0	0	0
Bryozoaire	0	0	0	0
Astérie	3	2	2	2
Crinoïde	0	0	0	0
Echinides	1	2	1	2
Holothurie	3	3	4	3
Synapse	0	0	0	0
Hydraire	0	0	0	0
Mollusque	6	3	8	4
Spongiaire	3	3	4	4
Zoanthaire	0	0	0	0
Crustacé	0	0	0	0
TOTAL	33	-	36	-

Les colonies coralliennes s'édifiant sur le récif frangeant et la pente sédimentaire jusqu'à 7 m de profondeur ont été fortement influencées par le blanchissement corallien au cours de la mission du mois d'avril 2009. Désormais, la grande majorité des colonies influencées par le stress sont en cours de recolonisation par les zooxanthelles (couleur pâle) ou ont réintégré une densité suffisante de zooxanthelles pour survivre. Quelques colonies sont encore blanchies, mais ce phénomène concerne un petit nombre d'espèces et le blanchissement ne se disperse plus par patch.

Seules quelques colonies n'ont pas été retrouvées à la deuxième mission, donc le taux de mortalité est faible. Les colonies concernées sont essentiellement de petites tailles ou de forme branchue et elles ont été 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* dans le couloir du transect pourrait également expliquer l'absence de certaines colonies (et particulièrement des formes branchues *Acropora* et *Pocillopora* qui constituent leur alimentation privilégiée).

L'influence de l'eau douce et de l'apport de matières en suspension est soutenue dans cette zone d'embouchure et s'opère par flux saccadés. Cependant cet apport est irrégulier et n'intervient que lors des périodes de crues. Ainsi, il n'y a pas eu d'influence majeure de l'eau douce durant la période de la mission de juin 2009 car contrairement à la mission précédente d'avril, lors de nos plongées (en juin), nous n'avons pas été confrontés à un flux de courants froids (eau douce chargée plus ou moins de sédiments). Cette variabilité d'apport d'eau douce issue de nos observations en plongée est corrélée avec les données de pluviométrie enregistrées par deux stations météorologiques placées sur la mine et à l'usine de Vale Inco (cf. [figure 01](#)). Les fortes précipitations de début d'année (janvier, février et mars) correspondraient à deux phases la Niña successive (anomalie positive de précipitation).

5.2.1.2.2 Les poissons (Zone 02)

La biodiversité des poissons est plus importante qu'en zone 01.

Il y a toujours des juvéniles en juin dans une liste d'espèces 3 fois plus importante.

On trouve toujours 6 espèces de Chaetodonts mais curieusement les corallivores exclusifs comme *Chaetodon baronessa* ou quasi exclusifs comme *Chaetodon melannotus* et *Chaetodon plebeius*, ne sont plus là. Seules 2 espèces sont retrouvées (*Heniochus acuminatus* et *Chaetodon ulietensis*) dont la présence n'est pas très heuristique. On trouve également en grand nombre *Pomacentrus aurifrons* qui est planctonophage. 6 espèces d'herbivores sont vues en juin ainsi que de nombreux carnivores benthiques comme les labridés qui ont plus que doublé et quelques piscivores (Epinephelinae) qui n'avaient pas été vus en avril.

La biodiversité ichthyologique s'élève à 48 espèces de poissons rencontrés, qui sont listées dans le [tableau 22](#).

Tableau n°015 : Liste des poissons rencontrés dans la zone 02

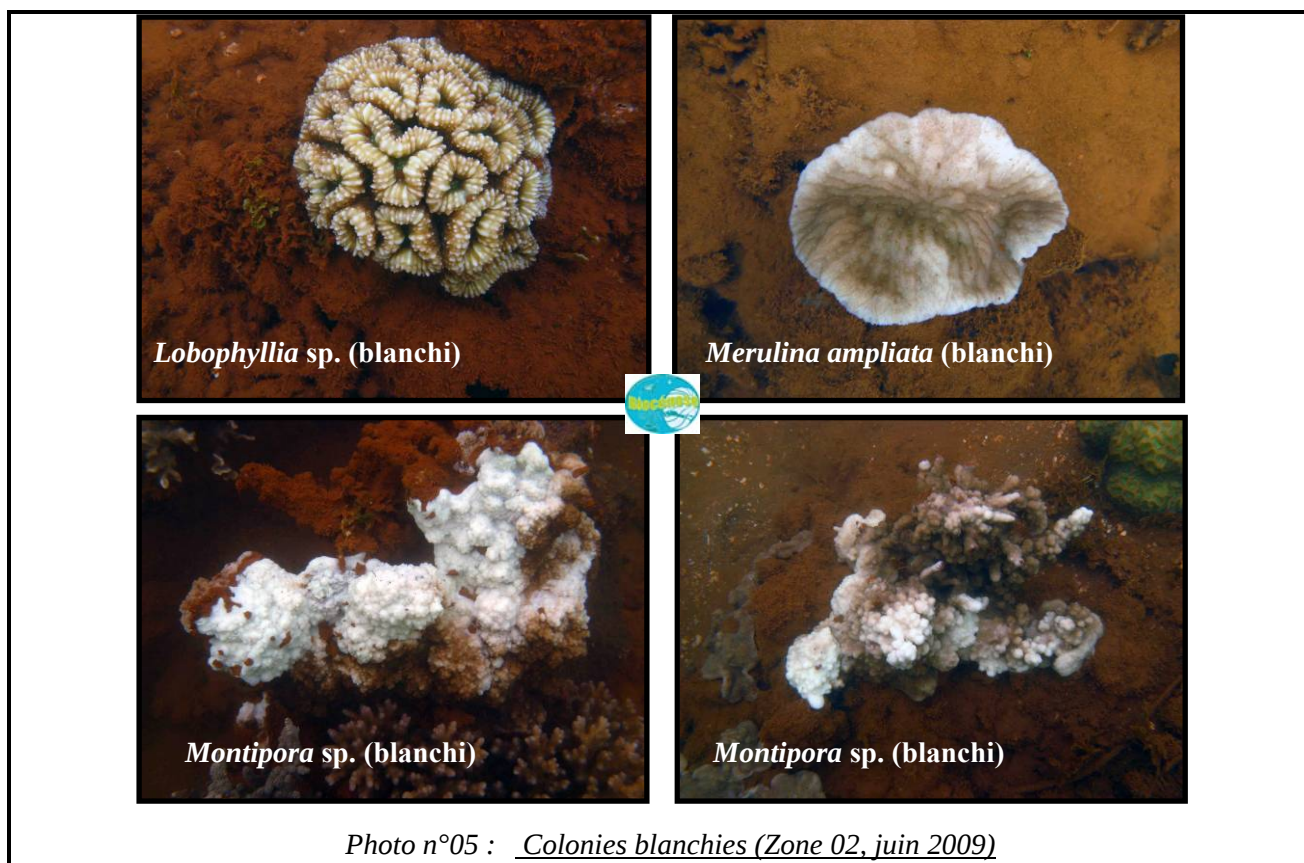
FAMILLE	ESPECE	ETAT
Acanthuridae	<i>Acanthurus blochii</i>	Juvénile
	<i>Zebrasoma veliferum</i>	Juvénile
	<i>naso unicornis</i>	Adulte
Apogonidae	<i>Apogon doderleini</i>	Adulte
	<i>Apogon selas</i>	Adulte
	<i>Cheilodipterus artus</i>	Adulte
Chaetodontidae	<i>Chaetodon auriga</i>	Juvénile
	<i>Chaetodon bennetti</i>	Adulte
	<i>Chaetodon flavirostris</i>	Adulte
	<i>Chaetodon ulietensis</i>	Juvénile
	<i>Chaetodon vagabundus</i>	Juvénile
	<i>Heniochus acuminatus</i>	Adulte
Epinephelinae	<i>Anyperodom leucogrammicus</i>	Juvénile
	<i>Cephalopholis boenak</i>	Adulte
	<i>Epinephelus howlandi</i>	Adulte
	<i>Plectropomus leopardus</i>	Adulte
Gobiidae	<i>Valenciennea</i> sp.	Adulte
Holocentridae	<i>Neoniphon sammara</i>	Adulte
Labridae	<i>Cheilinus fasciatus</i>	Juvénile
	<i>Choerodon fasciatus</i>	Juvénile
	<i>Epibulus insidiator</i>	Adulte
	<i>Halichoeres biocellatus</i>	Juvénile
	<i>Halichoeres melanurus</i>	Adulte
	<i>Halichoeres prosopion</i>	Adulte
	<i>Labroides dimidiatus</i>	Adulte
	<i>Oxycheilinus diagrammus</i>	Adulte
	<i>Pseudocheilinus</i> sp.	Adulte
	<i>Thalassoma lunare</i>	Adulte
Lettrhinidae	<i>Monataxis grandoculis</i>	Juvénile
Lutjanidae	<i>Lutjanus fulviflamma</i>	Adulte

	<i>Lutjanus fulvus</i>	Adulte
	<i>Lutjanus quinquelineatus</i>	Adulte
Mullidae	<i>Parupeneus barberinoides</i>	Juvénile
	<i>Parupeneus barberinus</i>	Adulte
	<i>Parupeneus indicus</i>	Juvénile
Nemipteridae	<i>Scolopsis bilineatus</i>	Adulte
Pomacanthidae	<i>Pomacanthus sexstriatus</i>	Adulte
Pomacentridae	<i>Abudefduf whitleyi</i>	Adulte
	<i>Amblyglyphidodon orbicularis</i>	Adulte
	<i>Amphiprion melanopus</i>	Adulte
	<i>Chrysiptera rollandi</i>	Juvénile
	<i>Dascyllus aruanus</i>	Adulte
	<i>Pomacentrus aurifrons</i>	Adulte
	<i>Neopomacentrus nemurus</i>	Adulte
	<i>Pomacentrus Bankanensis</i>	Adulte
	<i>Pomacentrus pavo</i>	Adulte
Scaridae	<i>Scarus flavipectoralis</i>	Adulte
Siganidae	<i>Siganus doliatus</i>	Adulte
	<i>Siganus puellus</i>	Adulte

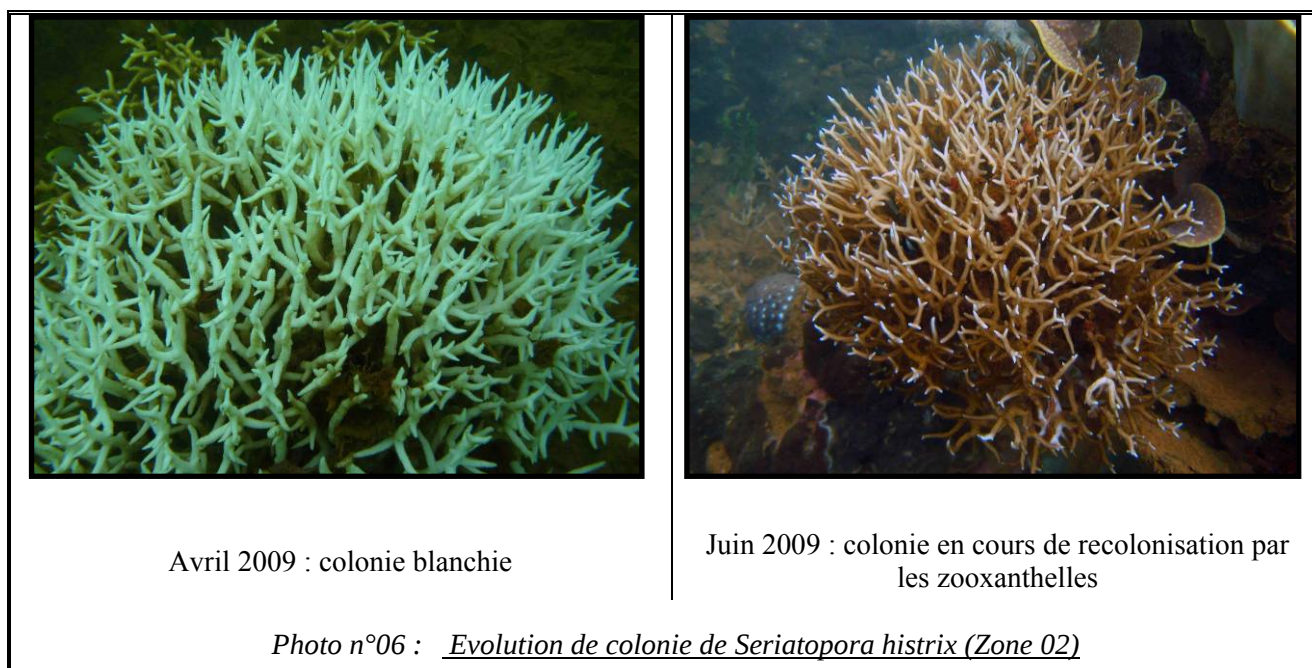
5.2.1.3 Le blanchissement

L'évolution du blanchissement de la zone 2 (cf. [tableaux 55](#) et [56](#)) se caractérise par plusieurs points comme décrits ci-dessous.

- Le recouvrement en corail blanchi a amplement diminué dans les zones d'embouchures de creek entre les missions d'avril et de juin 2009, passant pour la zone 2 de 65% à 20 %.
- Le nombre d'espèces coralliennes blanchies de la zone 2 a diminué de plus de la moitié, passant de 65 espèces blanchies à 32 espèces influencées par le blanchissement (dont 8 espèces blanchies et 24 pâles).
- La zone la plus influencée par le blanchissement (en recouvrement) est toujours la zone 2 (zone la plus proche du creek baie nord) mais l'écart avec les zones témoins (zone 7 et 8) devient de plus en plus faible (respectivement 20%, 15% et 15%).
- Les espèces seulement blanchies en zone 2 et qui ne sont pas ou plus affectées dans les autres zones sont : *Acropora florida*, *Pachyseris speciosa*, *Psammocora digitata*.
- Le blanchissement n'est plus réparti par patch. Désormais les colonies blanchies sont disséminées de manière hétérogène sur les récifs. Le blanchissement n'affecte pas toutes les colonies d'une même espèce. Les colonies blanchies ont encore les polypes vivants. Cette caractéristique indique que les coraux sont encore en phase de latence, ils ont été stressés mais ils peuvent retrouver des zooxanthelles et se développer (*Pectinia lactuca*, *Lobophyllia corymbosa*, *Merulina ampliata*, *Montipora undata*, *Montipora* spp.).
- Les colonies coralliennes sont au fur et à mesure recolonisées par les zooxanthelles pour l'ensemble des sites.



- Les colonies de l'espèce *Seriatopora hystrix* paraissaient ne plus avoir leurs polypes (qui sont très petits) au mois d'avril mais ces colonies ont réintégré à nouveau des zooxanthelles au mois de juin 2009.



- Les colonies coralliennes blanchies au mois d'avril et au mois de juin 2009 ne présentent **pas de marque de nécrose ni de décalcification des carbonates**.
 - Cependant au mois d'avril certaines grandes colonies avaient des traces de blanchissement

qui n'étaient pas uniformes (*Turbinaria reniformis*, *T. heronensis*, *Favia* sp., *Porites* sp., ...). Les parties exposées des colonies étaient blanchies ou plus pâles (polypes présents). Ces stigmates apparaissaient comme si un flux hétérogène était passé brièvement (stress d'une courte durée). Hors à cette période, nous avons constaté lors de nos plongées que l'eau douce charriée par les rivières et les creeks se déversait par flux irréguliers aux embouchures. Il est aussi important de noter que l'acide sulfurique a été transporté et mélangé progressivement à l'eau douce dans le Creek baie nord.

- o Ce genre de blanchissement n'a été observé que pour la zone 2. Désormais au mois de juin 2009, ces colonies ont réintégré une partie de leurs zooxanthelles.



Avril 2009

Juin 2009

Photo n°07 : Evolution de coraux (*Turbinaria heronensis*) partiellement blanchis (nécroses) (Zone 02)

- Au mois d'avril 2009, les organismes benthiques de la zone 2, (hors coraux scléractiniaires) ne présentaient pas de signe particulier de blanchissement, ni de maladie, ni de mortalité. Il en est de même pour la période de juin 2009 : de nombreux éponges, algues, échinodermes (holothuries, échinides, astéries), mollusques (bénitiers, moules, huîtres) répartis dans les profondeurs de 1 à 23 m, attestent que le récif est diversifié (cf. [photographie 08](#)).

*Stichopus variegatus*

Ascidies

*Polycarpa cf. cryptocarpa*

Holothurie

Holothuria flovomaculata*Nardoa gomophia**Tridacna squamosa*

Photo n°08 : Exemple d'organismes en bonne santé (Zone 02)

- Cependant, il faut noter une prolifération de cyanobactéries sur le substrat sablo-vaseux dans les profondeurs des 4 à 7 m, ce qui révèle une eutrophisation du milieu ([photographie 09](#)).
- Présence aussi d'un spécimen de *Culcita novaeguineae* (étoile de mer en coussin) qui est un prédateur corallien ([photographie 10](#)).



Photo n°09 : Cyanobactéries (Zone 02)



Photo n°010 : Culcita novaeguineae (Zone 02)

- Les colonies d'alcyonaire du genre *Sinularia* présentaient les stigmates du blanchissement au mois d'avril 2009, désormais ces colonies réintègrent des zooxanthelles (cf. [photographie 11](#)).

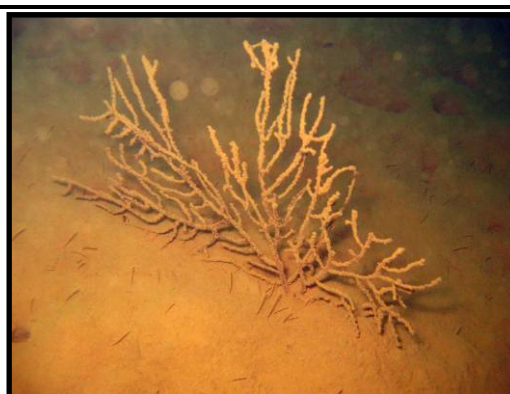


Photo n°011 : *Sinularia* sp. (Zone 02)

- En bas de pente sédimentaire (vers 23 m de profondeur), le recouvrement corallien est très faible (5%) et le blanchissement est anecdotique et serait certainement dû en partie à la l'hyper sédimentation et au manque de lumière (l'eau douce n'a plus d'influence).



Gorgone (blanchie avec polypes)



Gorgone (non blanchie mais envasée)



Montipora sp. (blanchi et envasé)



Sarcophyton sp5.

Photo n°012 : Organismes en bas de pente (Zone 02)



5.2.2 La radiale

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

- pouvoir réaliser un schéma structural de la zone (cf. [page suivante](#)),
- 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 plus ou moins 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](#).

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 04](#) pour le transect positionné dans cette zone.

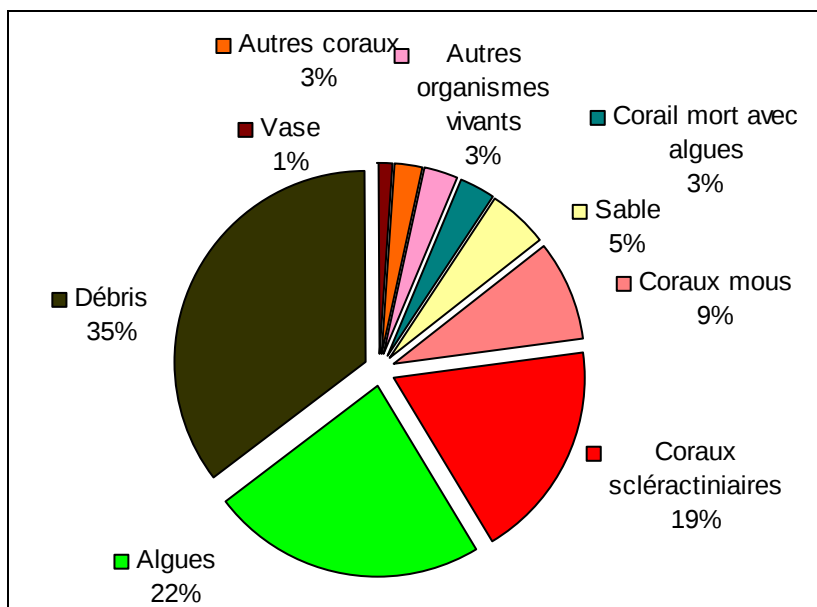


Figure n°04 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour le transect de la zone 02

Le transect de la zone 02 est caractérisé par un substrat moyennement biotique (58.5%), qui est composé d'algues (23%), de coraux scléactiniaires (18.5%) et d'alcyonnaires (8.5%).

La partie abiotique est essentiellement constituée par des débris coralliens (35.5%).

Il y a peu d'évolution par rapport à la campagne d'avril, si ce n'est :

- il n'y a plus la catégorie « corail mort » (4% en avril), qui représentait les coraux blanchis observés directement sous le transect,
- une légère hausse (4%) des coraux scléactiniaires, ce qui tend bien à prouver que les coraux blanchis ont retrouvé leurs zooxanthelles.

5.2.3.2 Le benthos

La liste des taxons cibles échantillonnés sur cette station est donnée dans le [tableau 16](#), la liste complète des résultats bruts est fournie [annexe 04](#).

Tableau n°016 : Liste du benthos (taxons cibles) pour le transect de la zone 02

TAXONS CIBLES	FAMILLE	GENRE	ESPECE	ABONDANCE
Algue brune	Dicyotaceae	<i>Dictyota</i>	sp.	
Algue brune	Dicyotaceae	<i>Distromium</i>	sp.	
Algue brune	Dicyotaceae	<i>Lobophora</i>	<i>variegata</i>	5
Algue brune	Dicyotaceae	<i>Padina</i>	sp.	2
Algue brune	Dicyotaceae	<i>Spatoglossum</i>	sp.	
Algue brune	Sargassaceae	<i>Sargassum</i>	sp.	
Algue brune	Sargassaceae	<i>Turbinaria</i>	<i>ornata</i>	
Algue rouge	Coralinaceae	<i>Amphiroa</i>	sp.	
Algue rouge	Galaxauraceae	<i>Actinotrichia</i>	sp.	
Algue rouge	Galaxauraceae	<i>Galaxaura</i>	<i>marginata</i>	
Algue rouge	Liagoraceae	<i>Triclogloea</i>	<i>requienii</i>	
Algue verte	Caulerpaceae	<i>Caulerpa</i>	sp2	2
Algue verte	Codiaceae	<i>Codium</i>	<i>mammiferum</i>	
Algue verte	Dasycladaceae	<i>Neomeris</i>	<i>van bosseae</i>	2
Algue verte	Halimedaceae	<i>Halimeda</i>	sp.	3 (2spp)
Algue verte	Siphonocladaceae	<i>Dictyosphaeria</i>	<i>verluisii</i>	
Algue verte	Udoteaceae	<i>Avrainvillea</i>	cf. <i>obscura</i>	
Cyanobacterie		<i>Phormidium</i>	sp.	1
Asterie	Ophiasteridae	<i>Fromia</i>	<i>monilis</i>	1
Asterie	Ophiasteridae	<i>Fromia</i>	sp.	
Asterie	Ophiasteridae	<i>Nardoa</i>	sp.	
Asterie	Ophiasteridae	<i>Nardoa</i>	<i>gomophia</i>	
Asterie	Ophiasteridae	<i>Celerina</i>	<i>heffernani</i>	
Asterie	Oreasteridae	<i>Culcita</i>	<i>novaeguineae</i>	1
Crinoïde	Colobometridae	<i>Cenometra</i>	sp.	
Echinides	Diadematidae	<i>Diadema</i>	<i>setosum</i>	
Holothurie	Holothuriidae	<i>Bohadschia</i>	<i>argus</i>	
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>atra</i>	
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>coluber</i>	
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>edulis</i>	2
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>flvomaculata</i>	
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>fuscopunctata</i>	
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>nobilis</i>	
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>scabra</i>	
Mollusque	Tridacnidae	<i>Tridacna</i>	<i>derasa</i>	
Mollusque	Tridacnidae	<i>Tridacna</i>	<i>maxima</i>	
Mollusque	Tridacnidae	<i>Tridacna</i>	<i>crocea</i>	
Mollusque	Tridacnidae	<i>Tridacna</i>	<i>squamosa</i>	
Mollusque	Trochidae	<i>Trochus</i>	<i>niloticus</i>	
Spongiaire	Clionidae	<i>Cliona</i>	<i>julliinei</i>	2
Spongiaire	Clionidae	<i>Cliona</i>	<i>orientalis</i>	2

Il faut noter la présence d'algues (brunes surtout et d'*Halimeda*), de rares échinodermes et de quelques

éponges perforantes et l'absence de mollusques cibles.

Il y avait quelques cyanobactéries ainsi qu'une étoile de mer prédatrice du corail (*Culcita novaeguineae*).

5.2.3.2.1 Les Scléractiniaires (Transect Zone 02)

La richesse spécifique corallienne de ce transect n'est pas importante. Ce niveau bathymétrique est colonisé par 29 espèces coralliennes dont une espèce de *Millepora* branchu. Les familles scléractiniaires (28 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (6 taxons), les Faviidae (7 espèces), les Dendrophyllidae (3 taxons), les Poritidae (3 taxons). Une espèce d'Acroporidae n'a pas été recensée par rapport à la mission d'avril 09.

Tableau n°017 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Transect zone 02)*

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	6	3
Agaraciidae	0	0
Astrocoeniidae	1	2
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	3	3
Faviidae	7	3
Fungiidae	0	0
Merulinidae	1	2
Mussidae	2	2
Oculinidae	1	2
Pectiniidae	2	2
Pocilloporidae	1	2
Poritidae	3	2
Siderastreidae	1	2
Total scléractiniaire	28	-
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	1	2
Tubiporidae	0	0
Gorgone	0	0
Antipathaire	0	0
Total coraux (A)	29	-
dont nb. esp. blanchies (B)	1	-
dont nb. esp. en cours recolonisation (C)	6	-
Total esp. latentes (D = B+C)	7	-
Blanchissement		
	B/A	Visuel
	0.034	5%

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 jonchent les massifs coralliens et se fixent sur les débris (*Porites cylindrica*, *Goniastrea pectinata*, *Montastrea*, *Favia* spp., *Millepora*).

Le blanchissement des colonies coralliennes a largement diminué.

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). Désormais plus que 7 espèces sont de couleur pâle (en cours de recolonisation par les zooxanthelles) : *Acropora* spp., *Montipora* spp., *Turbinaria mesenterina* et *Seriatopora histrix*.

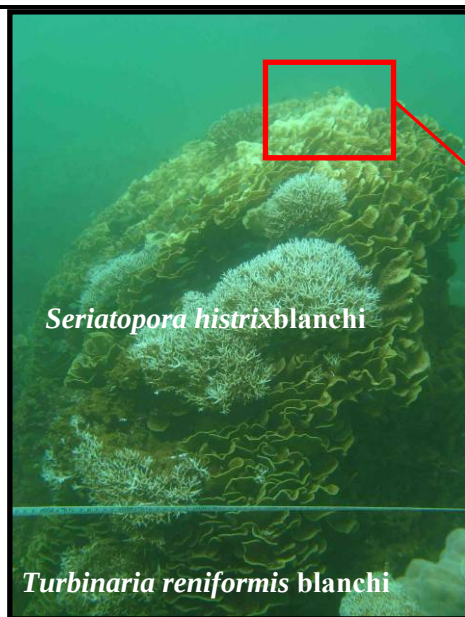
Les grandes colonies de *Turbinaria reniformis* ont toutes repris leur vitalité et les colonies de *Seriatopora histrix* retrouvent peu à peu l'ensemble de leurs couleurs d'origine (cf. [photographie 19](#)).

Certaines espèces n'ont pas été influencées par le blanchissement (*Porites cylindrica*, *Psammocora contigua*, ...).

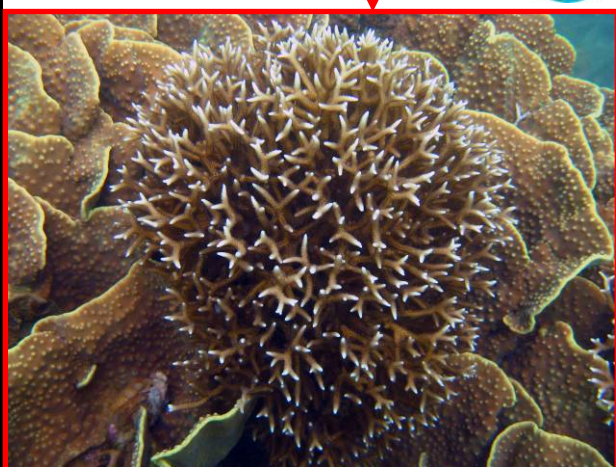
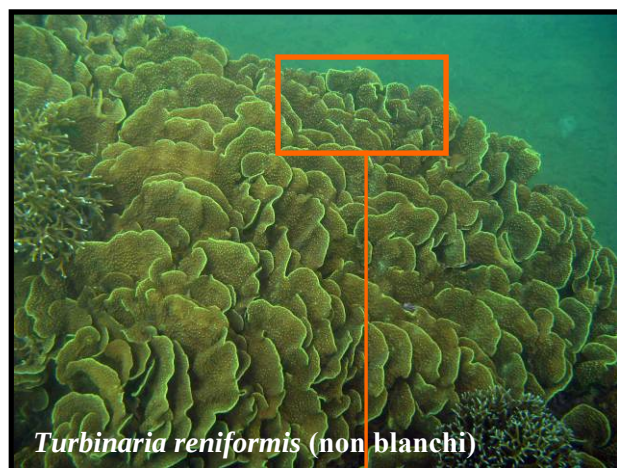
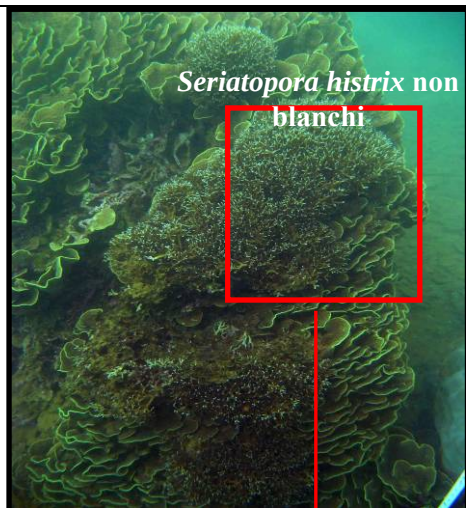
L'influence des courants d'eau douce n'est pas un phénomène nouveau et la taille de certaines colonies atteste que le récif est assez ancien.

Les colonies coralliennes sont effectivement sensibles aux courants d'eau douce mais elles ont pour la moitié retrouvé de nouvelles zooxanthelles en l'espace de seulement 2 mois.

L'acide sulfurique a peut-être eu un effet amplificateur du blanchissement corallien mais la forte résilience des coraux permet une réadaptation des récifs en peu de temps (en cours pour la deuxième moitié des espèces).



Avril 2009 : massifs de *Turbinaria reniformis* et *Seriatopora histrix blanchi*



Juin 2009 : les mêmes colonies ayant retrouvé leurs zooxanthelles

Photo n°013 : Evolution du blanchissement (Transect Zone 02)

5.2.3.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (Transect Zone 02)

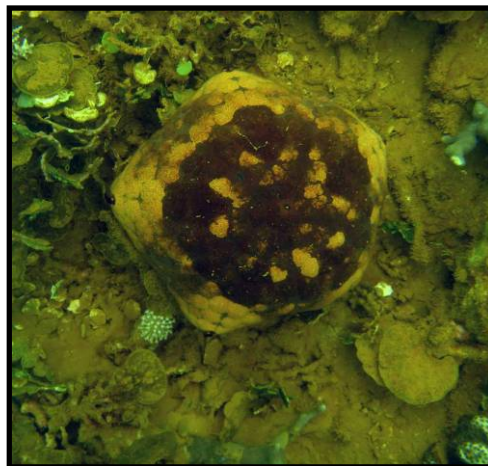
Le recouvrement par les macrophytes et les invertébrés est important dans cette station et ils ne présentent pas de trace de blanchissement ni de nécrose.

De nombreux alcyonaires (*Sarcophyton*, *Sinularia*) se répartissent sur les petits massifs et les débris coralliens. Ces organismes peuvent être de grandes tailles (proche du mètre).

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.



Sarcophyton sp2 sur *Porites* sp.



Culcita novaeguineae



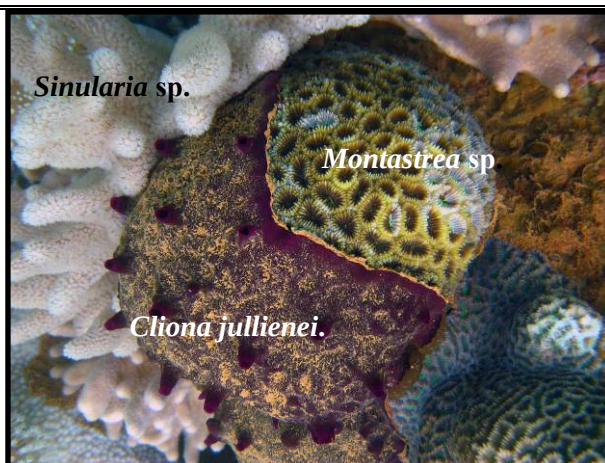
Photo n°014 : Organismes au niveau du transect de la zone 02

Un individu de l'espèce *C. novaeguineae* a été recensé dans le couloir du transect. Cette espèce 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 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 (légère évolution entre avril et juin 2009, ≈1 cm/2 mois) (cf. [photographie 15](#)).



Avril 2009



Juin 2009

Photo n°015 : *Eponge (Cliona) encroûtant un corail massif (Transect Zone 02)*

Tableau n°018 : *Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Transect Zone 02)*

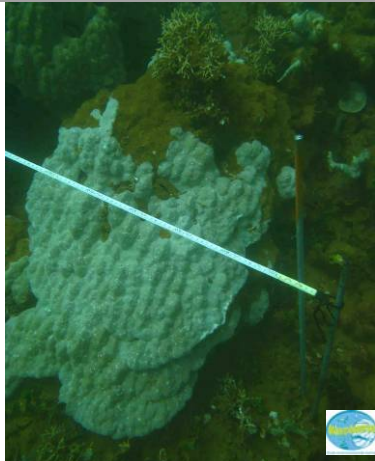
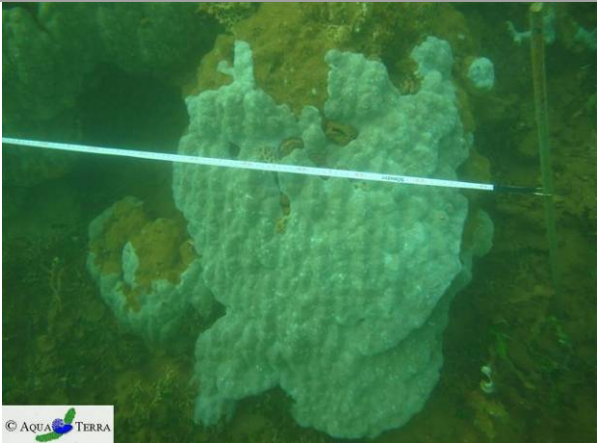
Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	2	3
Algue brune	2	5
Algue rouge	0	0
Algue verte	4	3
Cyanobactérie	1	1
Anémone	1	1
Ascidies	0	0
Bryzoaire	0	0
Astérie	2	1
Crinoïde	0	0
Echinides	0	0
Holothurie	1	2
Synapse	0	0
Hydraire	0	0
Mollusque	2	3
Spongiaire	3	3
Zoanthaire	0	0
Crustacé	0	0
TOTAL	18	-

5.2.3.3 Les coraux blanchis

Les caractéristiques des colonies qui ont été relevées en avril puis en juin 2009, sont données pour chacune dans les tableaux suivants et leur positionnement global sur la [figure 05](#).

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
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
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
Blanc et vivant	Normal

COLONIE 04

Position sur le transect

2.1 / 0.1 G

Nom

Seriatopora hystrix (Pocilloporidae)

Diamètre

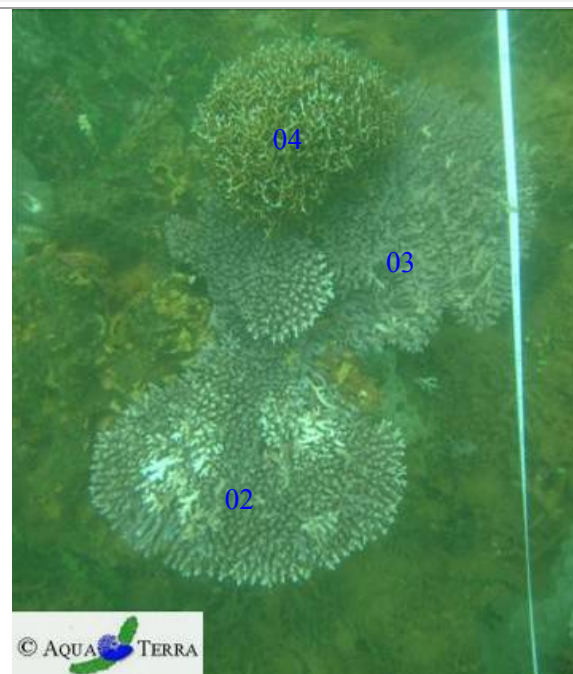
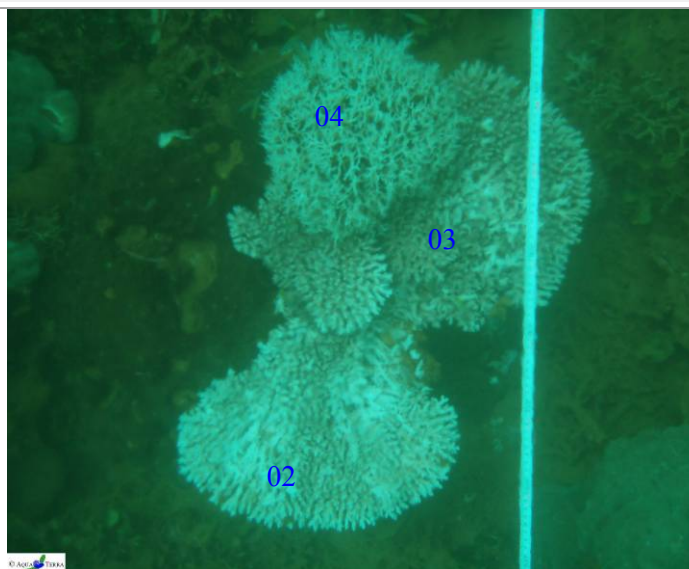
30 cm

Etat Avril 2009

Etat Juin 2009

Blanc et vivant

Normal



COLONIE 05

Position sur le transect

7.2 / 0

Nom

Montipora sp. (Acroporidae)

Diamètre

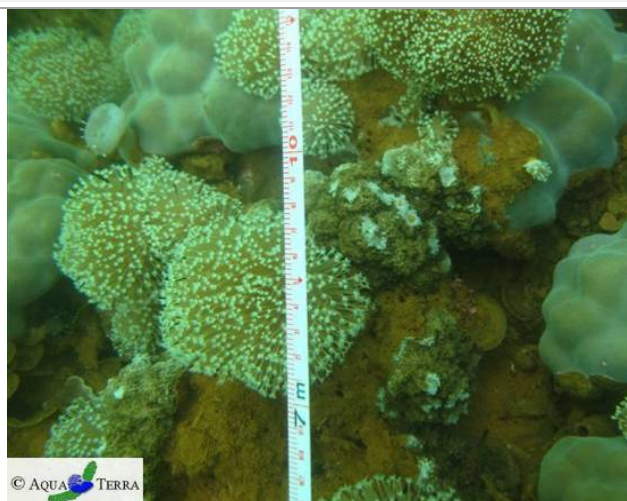
10 cm

Etat Avril 2009

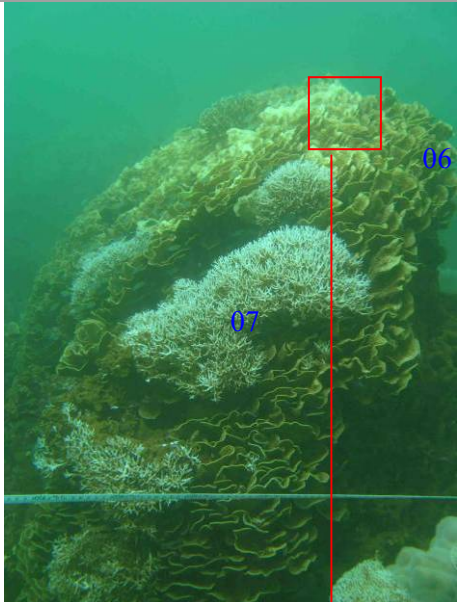
Etat Juin 2009

En cours de blanchissement et vivant

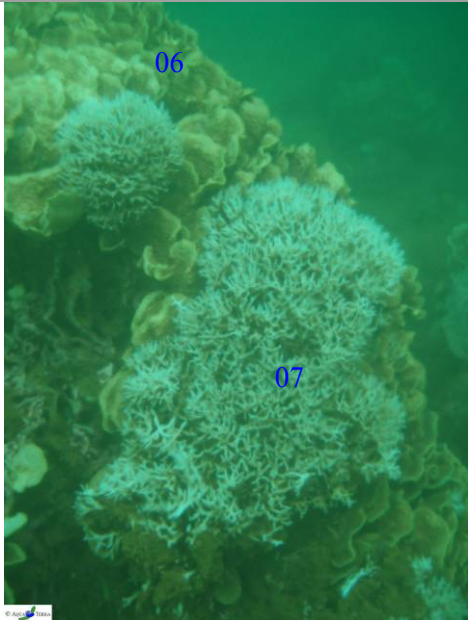
A retrouvé des zooxanthelles, mais traces de dégradations

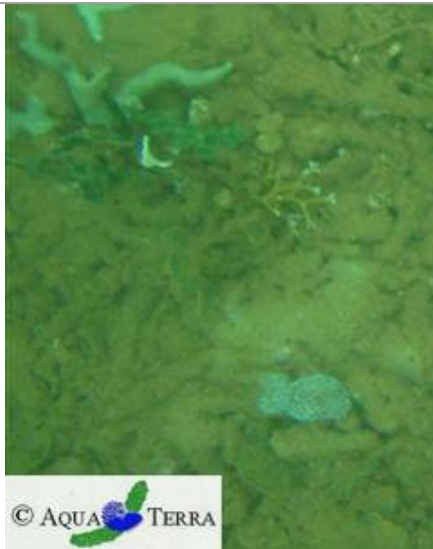




COLONIE 06	
Position sur le transect	6.8 à 7.4 / 0.3 D
Nom	<i>Turbinaria reniformis</i> (Dendrophylliidae)
Diamètre	> 1 m
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009
Traces de blanchissement et vivant	Normal
	
	



COLONIE 07	
Position sur le transect	7.4 / 0.4 D (sur colonnie 06)
Nom	<i>Seriatopora hystrix</i> (Pocilloporidae)
Diamètre	40 cm, plusieurs colonies
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009
Traces de blanchissement et vivant	Normal
	

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
Blanc et vivant	Normal
	



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
Blanc et vivant	<i>Pas 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
Blanc et vivant	<i>Pas retrouvé</i>
	

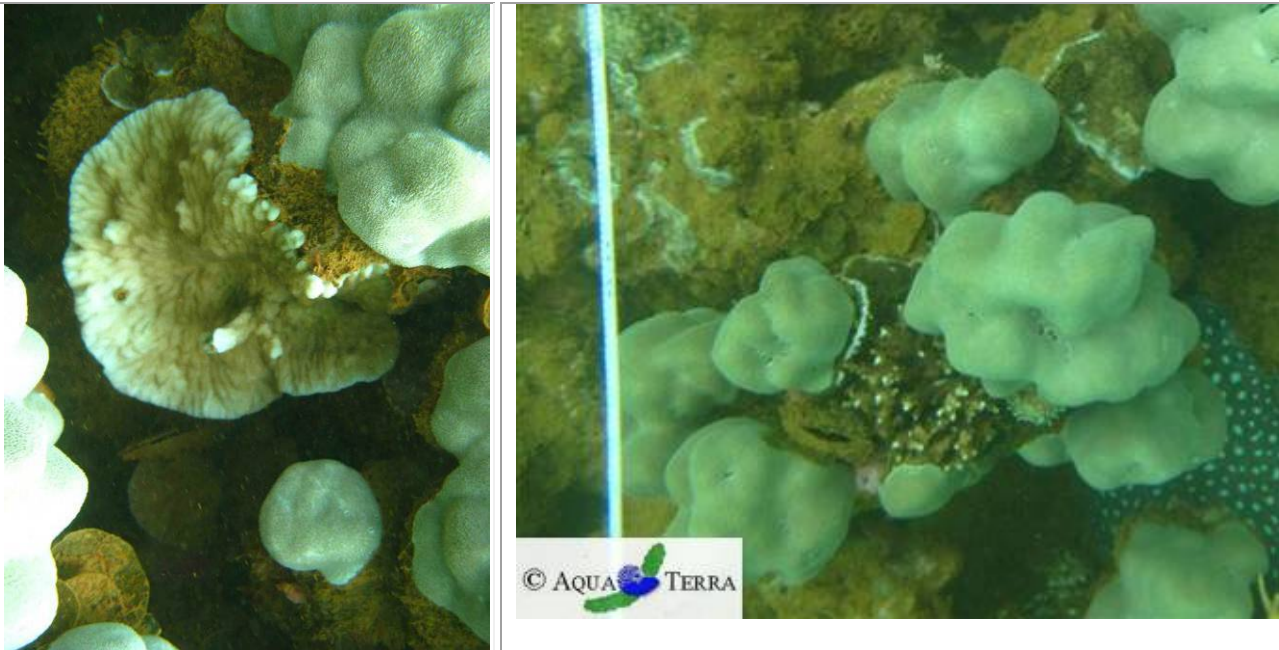


COLONIE 11	
Position sur le transect	11.4 / 0.2 G
Nom	<i>Seriatopora hystrix</i> (Pocilloporidae)
Diamètre	40 cm
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009
Blanc et vivant	Normal
	

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
Blanc et vivant	<i>Pas retrouvé</i>
	

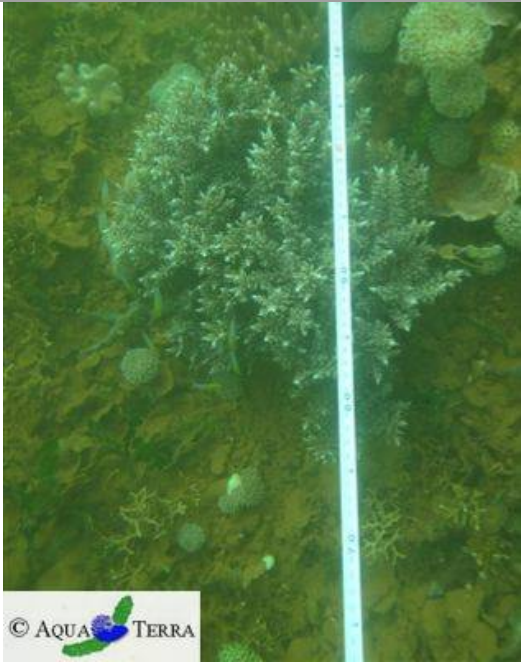


COLONIE 13	
Position sur le transect	12.4 / 0.5 D
Nom	<i>Merulina ampliata</i> (Merulinidae)
Diamètre	10 cm
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009
Blanc et vivant	<i>Pas retrouvé</i>
	

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
Blanc et vivant	Normal
	

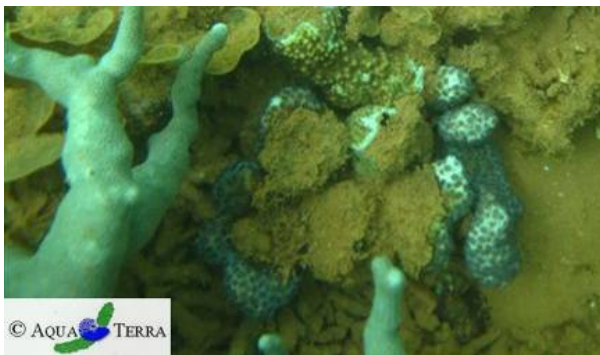


COLONIE 15	
Position sur le transect	13.6 / 0.2 G
Nom	<i>Goniastrea pectinata</i> (Faviidae)
Diamètre	10 cm
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009
Blanc et vivant	Normal
	

COLONIE 16	
Position sur le transect	18.2 / 0
Nom	<i>Acropora</i> sp. (Acroporidae)
Diamètre	60 cm
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009
Blanc et vivant	Normal
	



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
Blanc et vivant	Normal
	

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
Blanc et vivant	Normal
	

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
Blanc et vivant	Normal
	

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
Blanc et vivant	Normal
	

COLONIE 21

Position sur le transect

19.9 / 0

Nom

Turbinaria reniformis (Dendrophylliidae)

Diamètre

10 cm

Etat Avril 2009

Etat Juin 2009

Blanc et vivant

Normal, croissance poussée



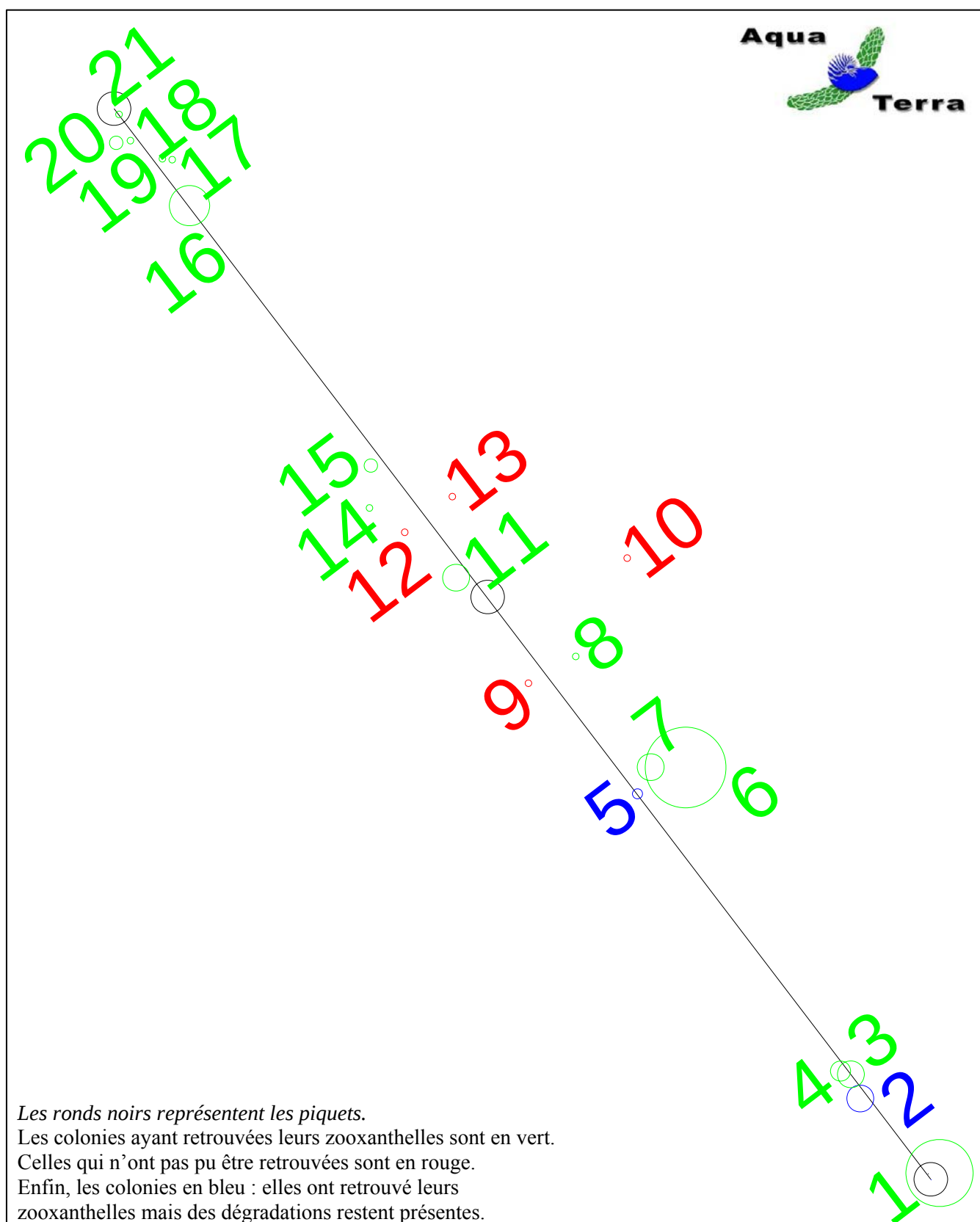


Figure n°05 : Position des colonies coralliennes, suivies, sur le transect de la zone 02

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

Lors de cette mission, 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.

5.2.3.4 Les poissons

Sur l'ensemble du transect, 78 individus appartenant à 18 espèces différentes (7 familles) (figure 06) ont pu être observés (tableau 19). Ils représentent une densité de 1.25 poisson / m² (figure 07) pour une biomasse de 11.98 g/m².

Tableau n°019 : Poissons échantillonnés sur le transect de la zone 02

FAMILLE	ESPECE	NOMBRE	DENSITE (ind./m ²)	BIOMASSE (g/m ²)
Chaetodontidae	<i>Chaetodon bennetti</i>	1	0,01	0,52
	<i>Chaetodon flavirostris</i>	1	0,01	0,05
	<i>Heniochus acuminatus</i>	2	0,01	0,63
Labridae	<i>Halichoeres melanurus</i>	2	0,02	0,52
	<i>Halichoeres prosopoeion</i>	1	0,05	0,16
	<i>Labroides dimidiatus</i>	3	0,03	0,12
Nemipteridae	<i>Scolopsis bilineatus</i>	3	0,02	0,95
Serranidae	<i>Anyperod. leucogrammicus</i>	1	0,05	5,48
	<i>Cephalopholis boenak</i>	2	0,02	1,92
Pomacentridae	<i>Abudefduf whitleyi</i>	10	0,5	0,02
	<i>Amphiprion melanopus</i>	3	0,15	0,12
	<i>Chrysiptera rollandi</i>	5	0,03	0,05
	<i>Dascyllus aruanus</i>	10	0,1	0,08
	<i>Neopomacentrus nemurus</i>	15	0,11	0,03
	<i>Pomacentrus Bankanensis</i>	3	0,03	0,02
	<i>Pomacentrus pavo</i>	10	0,1	0,04
Scaridae	<i>Scarus flavipectoralis</i>	4	0,02	1,12
Siganidae	<i>Siganus vulpinus</i>	2	0,01	0,15
TOTAL		78	1,25	11,98

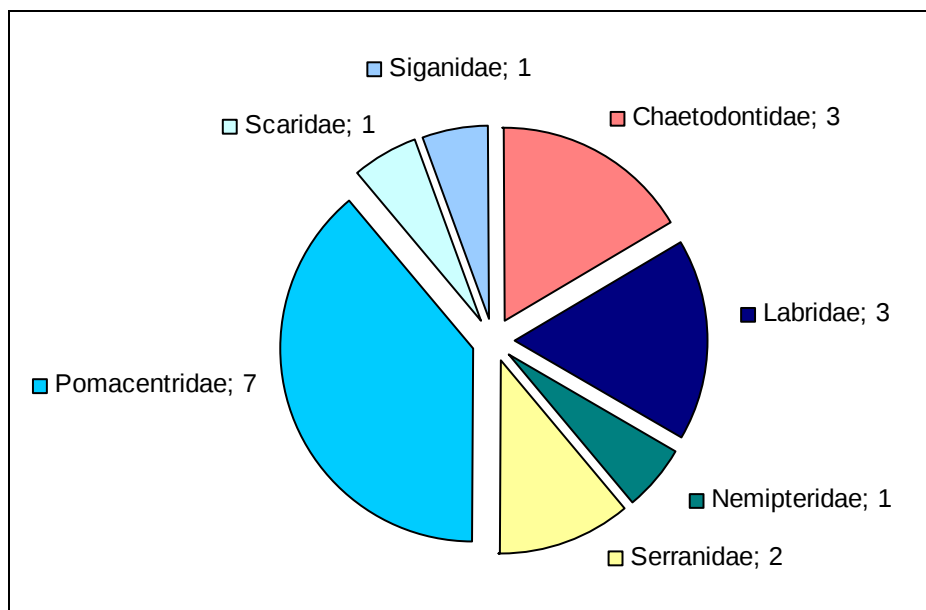


Figure n°06 : Richeur spécifique par famille de poissons (Transect Zone 02)

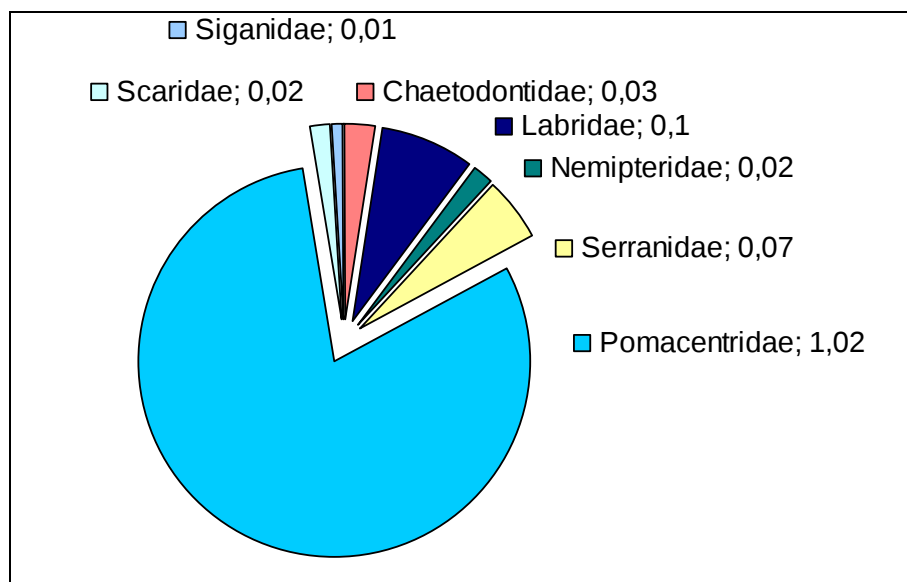


Figure n°07 : Densité (nb individus/m²) par famille de poissons (Transect Zone 02)

En juin l'espèce *Scarus flavipectoralis* est une petite espèce dont la présence est classique dans une cette zone (contrairement à *S. Ghobban* et surtout *C. Bleekeri*), en revanche, c'est *Anyperodom leucogrammicus* qui force cette fois-ci la biomasse.

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% et le blanchissement à 25% de cette couverture.

Les principales colonies observables (blanchies ou pas) autour du piquet 1 sont ([photographies 16](#) et [17](#)) : *Montipora* sp., *Porites* sp., *Anacropora* sp, *Favia* sp., *Merulina ampliata*, *Galaxea fascicularis*, *Astreopora gracilis*.

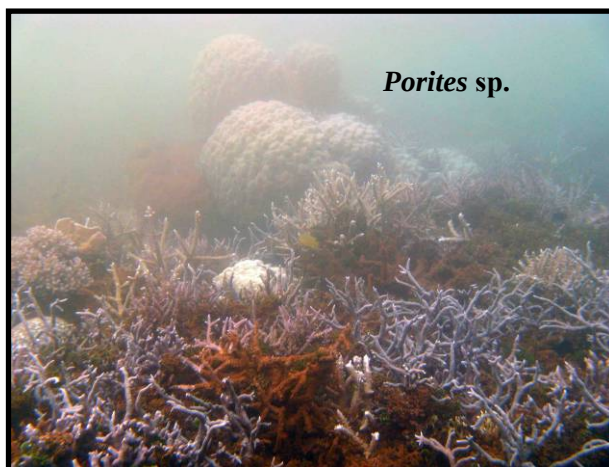
Les principales colonies observables (blanchies ou pas) autour du piquet 4 sont ([photographies 18](#) et [19](#)) :

Montipora cf. samarensis, *Pocillopora damicornis*, *Acropora* sp. (branchu), *Anacropora* sp., *Favia* sp.

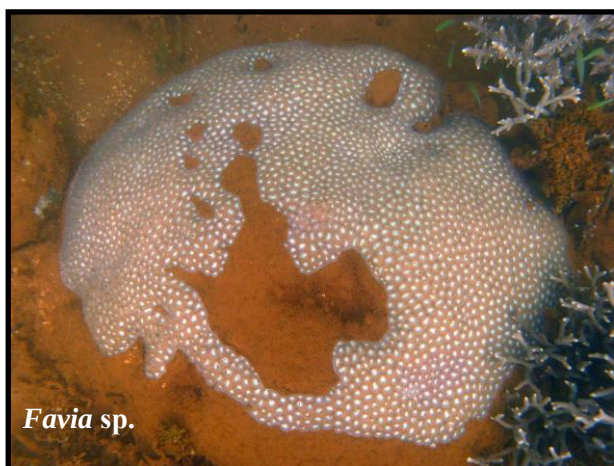
Vue d'ensemble



Vue d'ensemble



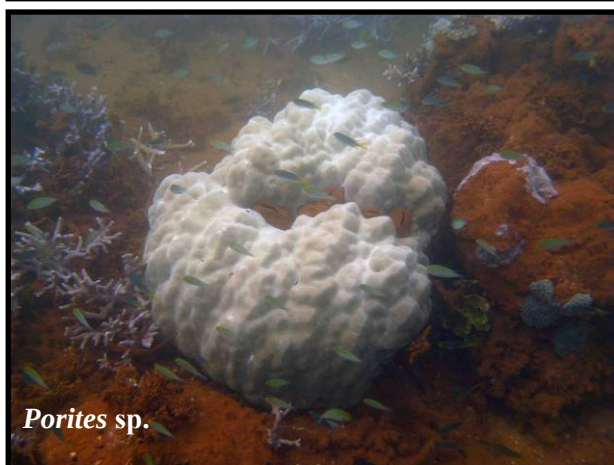
Montipora sp. (branchu)



Favia sp.



Galaxea fascicularis

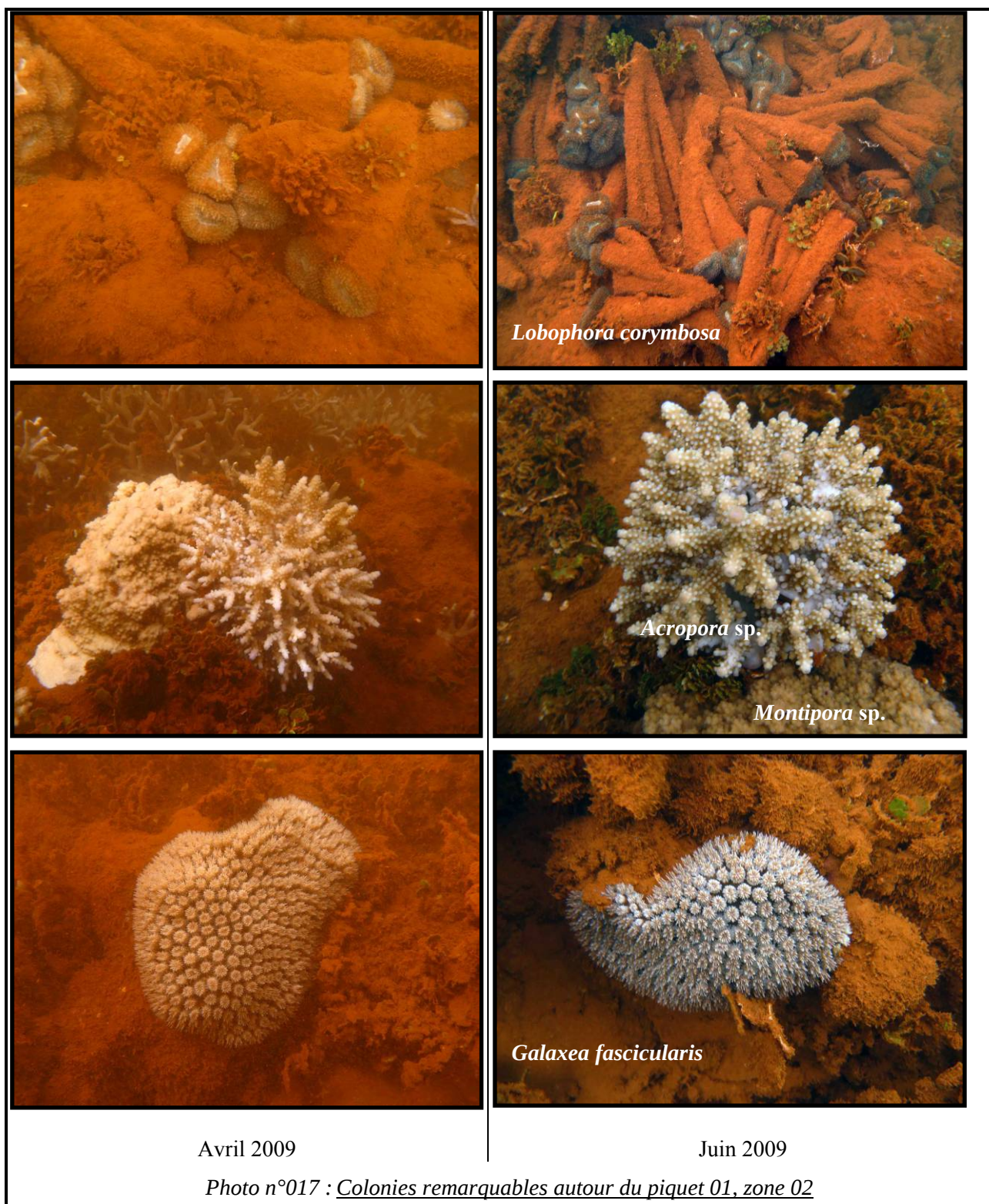


Porites sp.



Merulina ampliata

Photo n°016 : Colonies remarquables autour du piquet 01, zone 02



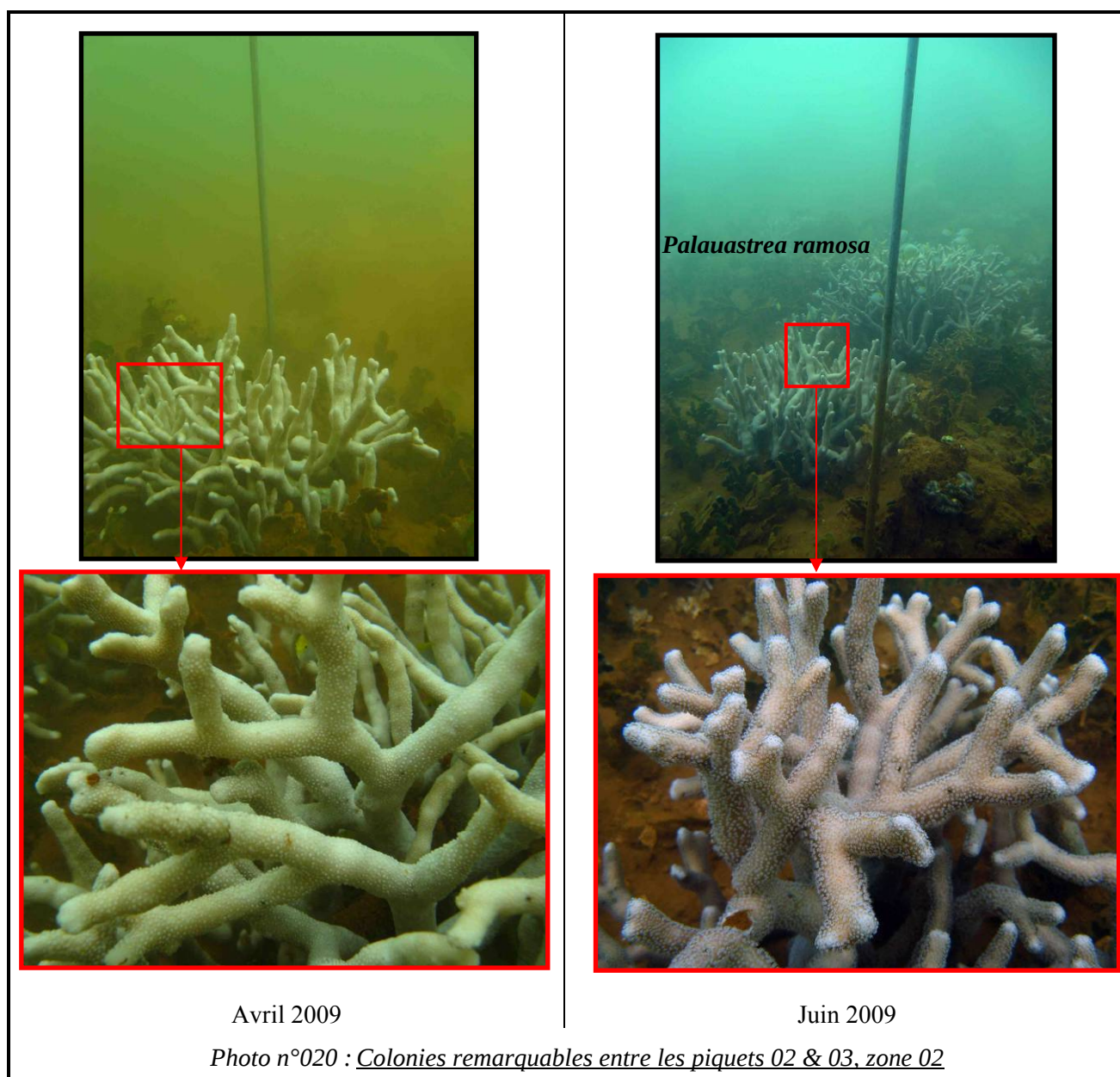


*Favia sp.**Favia sp.**Porites sp.**Anacropora sp.**Fungia sp.**Lobophyllia corymbosa*

Photo n°019 : Colonies remarquables autour du piquet 04, zone 02

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 à 20% de cette couverture.



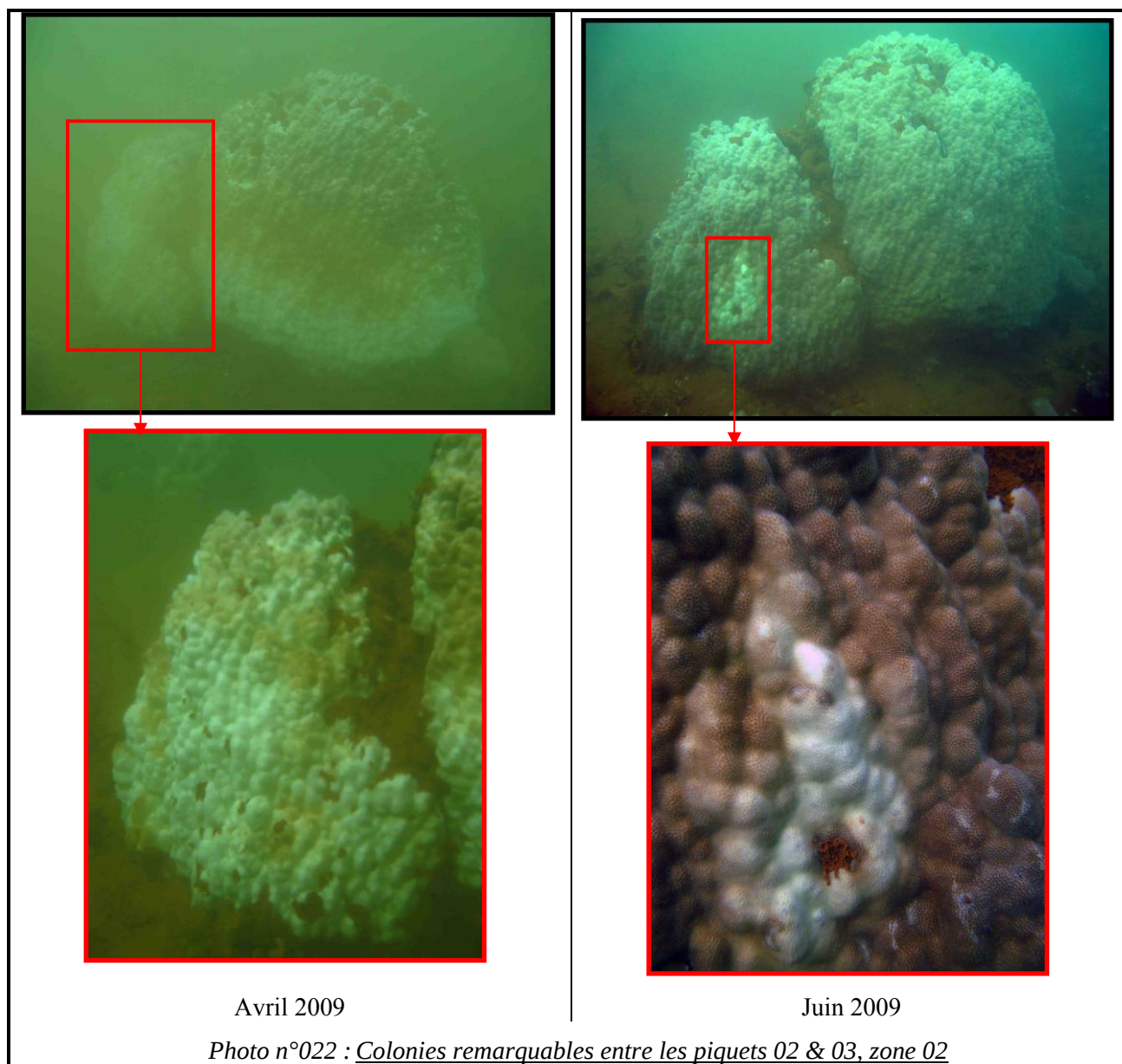
Les principales colonies observables (blanchies ou pas) autour des piquets 2 et 3 sont : *Palauastrea ramosa*, *Anacropora* sp., *Acropora grandis*, *Goniopora* sp., *Astreopora gracilis*, *Caulastrea curvata*, *Porites* sp.



Avril 2009

Juin 2009

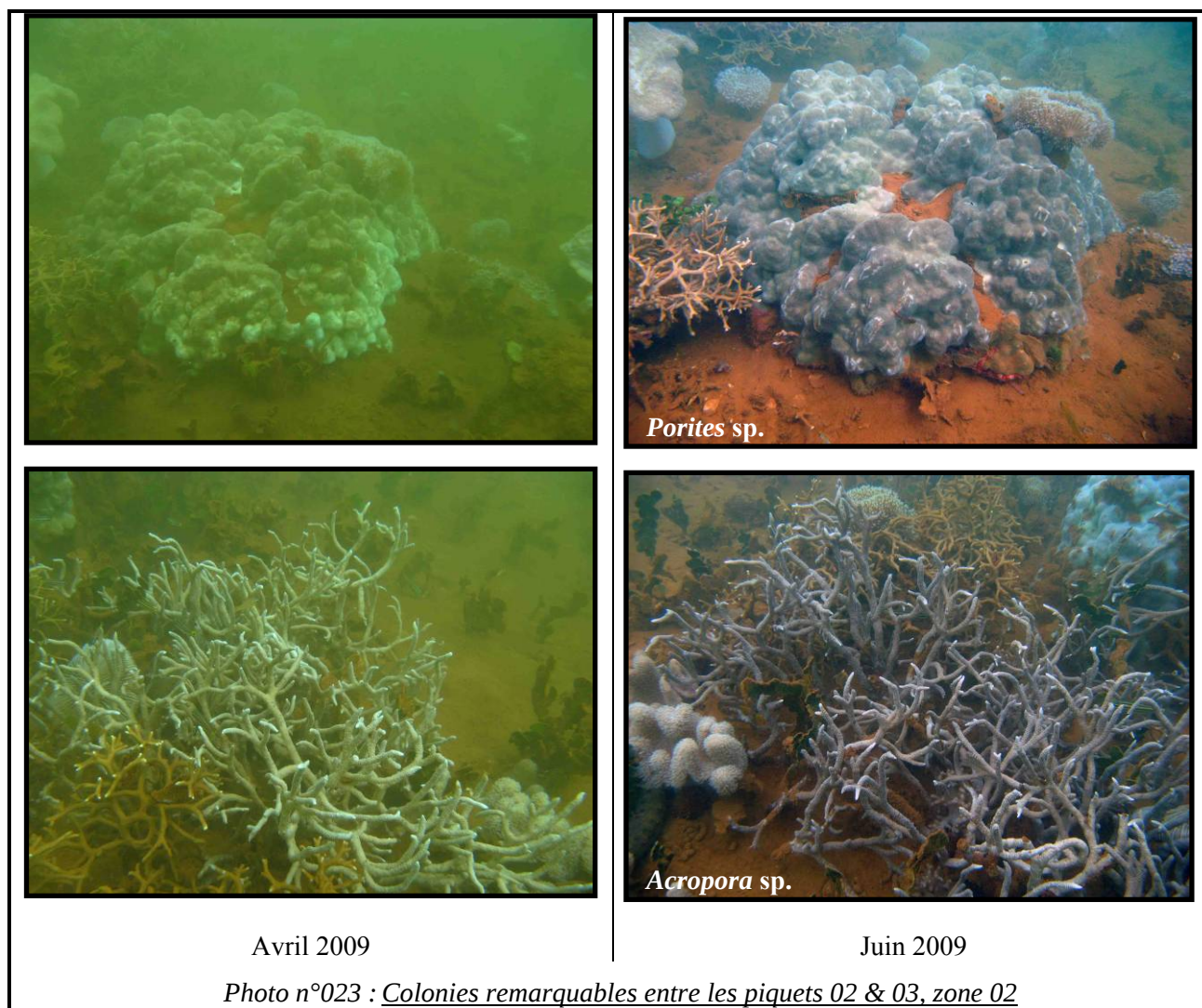
Photo n°021 : Colonies remarquables entre les piquets 02 & 03, zone 02



Avril 2009

Juin 2009

Photo n°022 : Colonies remarquables entre les piquets 02 & 03, zone 02



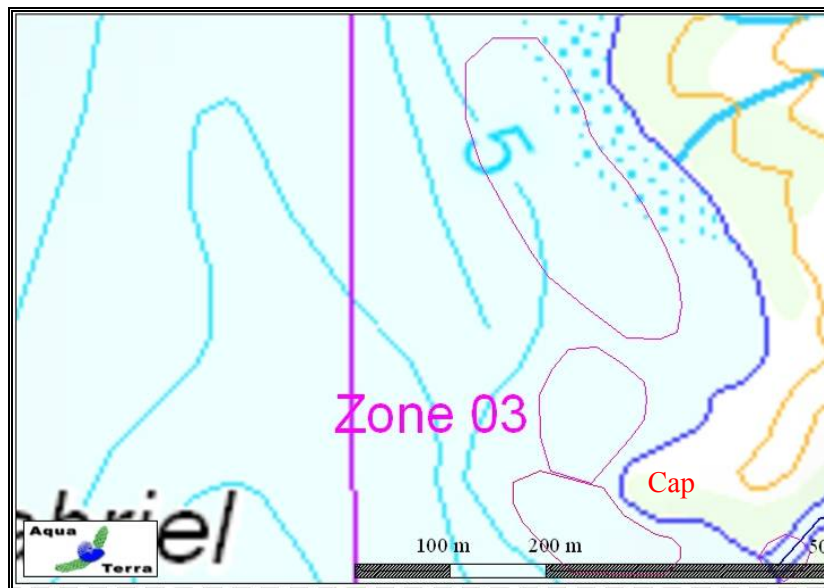
5.3 Zone 03 = Nord Creek baie nord

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 EXPLORÉE	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°020 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 03)*

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	20	5
Agaraciidae	4	3
Astrocoeniidae	0	0
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	4	2
Faviidae	14	4
Fungiidae	6	4
Merulinidae	1	2
Mussidae	4	2
Oculinidae	2	3
Pectiniidae	2	2
Pocilloporidae	4	3
Poritidae	5	3
Siderastreidae	3	2
Total scléractiniaire	69	-
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	3	3
Tubiporidae	0	0
Gorgone	0	0
Antipathaire	1	2
Total coraux (A)	73	-
dont nb. esp. blanchies (B)	4	-
dont nb. esp. en cours recolonisation (C)	17	-
Total esp. latentes (D = B+C)	21	-
Blanchissement	B/A	Visuel
	0.055	5%

Tableau n°021 : *Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 03)*

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	7	5
Algue brune	4	5
Algue rouge	1	3
Algue verte	6	5
Cyanobactérie	1	5
Anémone	0	0
Ascidies	1	2
Bryozoaire	0	0
Astérie	3	2
Crinoïde	0	0
Echinides	1	2
Holothurie	5	4
Synapse	0	0
Hydraire	0	0
Mollusque	6	3
Spongiaire	2	2
Zoanthaire	0	0
Crustacé	0	0
TOTAL	37	-

5.3.2.2 Les poissons

La biodiversité ichthyologique s'élève à 12 espèces de poissons rencontrés, qui sont listées dans le [tableau 22](#).

Tableau n°022 : *Poissons rencontrés dans la zone 03*

FAMILLE	ESPECE	ETAT
Chaetodontidae	<i>Chaetodon lunulatus</i>	Adulte
	<i>Chaetodon plebeius</i>	Adulte
Epinephelinae	<i>Anyperodom leucogrammicus</i>	Juvénile
	<i>Cephalopholis boenak</i>	Adulte
	<i>Epinephelus howlandi</i>	Juvénile
	<i>Plectropomus leopardus</i>	Adulte
Microdesmidae	<i>Gunnellichthys monostigma</i>	Adulte
Pomacentridae	<i>Chromis triptoralis</i>	Adulte
	<i>Chrysiptera rollandi</i>	Juvénile
	<i>Pomacentrus aurifrons</i>	Adulte
	<i>Neopomacentrus nemurus</i>	Adulte
Scaridae	<i>Scarus flavipectoralis</i>	Juvénile

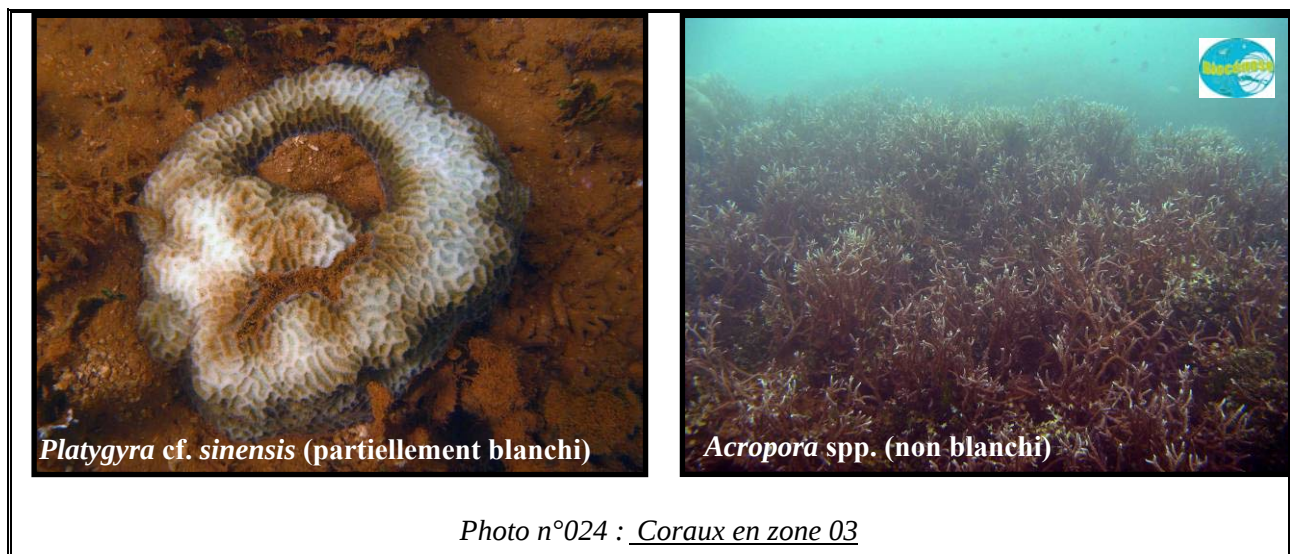
Cette zone ressemble à la précédente, mais quantitativement, la biodiversité est très nettement inférieure à

celle de la zone 02 alors qu'elle était du même ordre de grandeur en avril. De plus, la nature des espèces a changé : le nombre de prédateurs a augmenté.

5.3.3 Le blanchissement

Le phénomène de blanchissement était peu étendu au mois d'avril et a diminué au mois de juin 2009 :

- Le recouvrement en corail blanchi par comptage visuel est passé de 25% à 5%.
- Le nombre d'espèces coralliennes blanchies de la zone a diminué durant la période de 2 mois. Ce nombre est passé de 23 espèces (avril 2009) à 4 espèces (*Montipora* spp.) totalement blanchies (juin 2009) pour 73 espèces présentes. Cependant, 17 espèces coralliennes sont encore en cours de recolonisation par les zooxanthelles, ces colonies ont de grandes chances de survies mais reste à surveiller (*Acropora* spp., *Astreopora myriophthalma*, *Turbinaria mesenterina*, *Barabattoia amicum*, *Favia* spp., *Platygyra sinensis*, *Fungia* spp., *Palauastrea ramosa*).
- A l'exception des colonies coralliennes aucun autre organisme benthique n'est affecté par le blanchissement dans cette zone.
- Présence d'un spécimen de *Culcita novaeguineae* (étoile de mer en coussin) qui est un prédateur corallien.
- Prolifération de cyanobactéries au sommet de la pente sédimentaire. Ces algues filamenteuses se développent dans les zones sablo-vaseuse d'*Halimeda*. Cependant les colonies coralliennes qui s'édifient dans cette zone n'ont pas l'air d'être affectées (phénomène à surveiller).



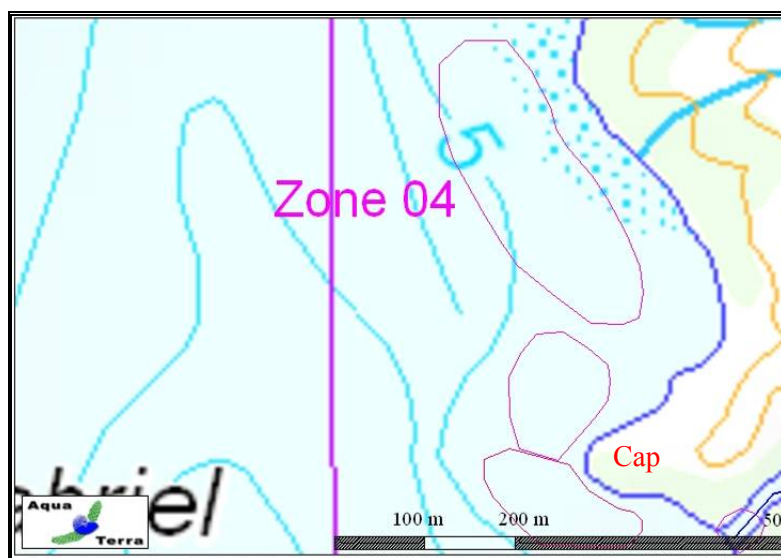
5.4 Zone 04 = Nord Creek baie nord

5.4.1 Description générale

Caractéristiques physiques de cette zone :

LOCALISATION	Au nord du Creek baie nord
MODE D'EXPLORATION	Scaphandre autonome
SUPERFICIE APPROXIMATIVE EXPLORÉE	37 800 m ²
PROFONDEUR	Jusqu'à 7 m
VISIBILITE	Faible : 50 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 3. Cependant, l'orientation et la configuration du récif frangeant sont différentes par rapport à la zone 3. Tout d'abord cette partie de récif n'est pas protégée par le cap rocheux (zone 3) 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 3.

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 3 et le taux de recouvrement en espèces blanchies qui était à la mission précédente à 35% s'est stabilisé à 5 % (équivalent à la zone 3).

De grands buissons d'*Acropora grandis* et *Montipora* spp. se répartissent en haut du récif. Ces colonies branchues auparavant affectées par le blanchissement de manière diffuse (patch) se rétablissent et

retrouvent leurs couleurs d'origine (en cours de recolonisation par les zooxanthelles).

De même, de grandes colonies massives telle que *Porites* sp., *Lobophora corymbosa*, ainsi qu'une très grande colonies de *Turbinaria stellulata* sont en cours de recolonisation par les zooxanthelles. Ces colonies sont dispersées de manière hétérogène à travers les buissons d'*Acropora*.

Les nombreuses espèces n'étant pas affectées par le phénomène de blanchissement au mois d'avril 2009 n'ont pas subi de détérioration (*Porites cylindrica*, *Astreopora gracilis*, *Pavona cactus*, *Pavona venosa*).

Tableau n°023 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 04)

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléactiniaire		
Acroporidae	21	5
Agaraciidae	5	2
Astrocoeniidae	1	1
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	3	2
Faviidae	17	4
Fungiidae	4	3
Merulinidae	2	2
Mussidae	6	2
Oculinidae	2	3
Pectiniidae	2	2
Pocilloporidae	4	2
Poritidae	5	3
Siderastreidae	3	2
Total scléactiniaire	75	-
Non Scléactiniaire		
Milleporidae	2	4
Tubiporidae	0	0
Gorgone	0	0
Antipathaire	0	0
Total coraux (A)	77	-
dont nb. esp. blanchies (B)	0	-
dont nb. esp. en cours recolonisation (C)	23	-
Total esp. latentes (D = B+C)	23	-
Blanchissement	B/A	Visuel
	0	5%

Tableau n°024 : *Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 04)*

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	7	5
Algue brune	5	5
Algue rouge	1	3
Algue verte	6	5
Cyanobactérie	1	2
Anémone	0	0
Ascidies	1	2
Bryozoaire	0	0
Astérie	3	2
Crinoïde	0	0
Echinides	1	2
Holothurie	4	3
Synapse	0	0
Hydraire	0	0
Mollusque	6	4
Spongiaire	2	4
Zoanthaire	0	0
Crustacé	0	0
TOTAL	37	-

5.4.2.2 Les poissons

Cette zone ressemble à la zone 02, mais la biodiversité en poissons est sensiblement plus importante. Toutes les familles sont mieux représentées en juin qu'en avril avec notamment plus de Labridae (carnivores benthophages), de carnivores piscivores et toujours beaucoup de Chaetodontidés (dont *Chaetodon melannotus*). Les herbivores absents en avril semblent revenir (6 espèces).

La biodiversité ichtyologique s'élève à 50 espèces de poissons rencontrés, qui sont listées dans le [tableau 25](#).

Tableau n°025 : *Poissons rencontrés dans la zone 04*

FAMILLE	ESPECE	ETAT
Acanthuridae	<i>Acanthurus blochii</i>	Juvénile
	<i>Zebrasoma veliferum</i>	Juvénile
	<i>naso unicornis</i>	Adulte
Apogonidae	<i>Apogon doderleini</i>	Adulte
	<i>Apogon selas</i>	Adulte
	<i>Cheilodipterus artus</i>	Adulte
Chaetodontidae	<i>Chaetodon auriga</i>	Juvénile
	<i>Chaetodon bennetti</i>	Adulte
	<i>Chaetodon flavirostris</i>	Adulte



	<i>Chaetodon melannotus</i>	Adulte
	<i>Chaetodon ulietensis</i>	Adulte
	<i>Chaetodon vagabundus</i>	Adulte
	<i>Heniochus acuminatus</i>	Adulte
Epinephelinae	<i>Anyperodom leucogrammicus</i>	Juvénile
	<i>Cephalopholis boenak</i>	Juvénile
	<i>Epinephelus howlandi</i>	Adulte
	<i>Epinephelus ongus</i>	Juvénile
	<i>Plectropomus leopardus</i>	Adulte
Gobiidae	<i>Valenciennea</i> sp.	Adulte
Holocentridae	<i>Sargocentron spiniferum</i>	Adulte
Labridae	<i>Cheilinus fasciatus</i>	Juvénile
	<i>Cheilinus trilobatus</i>	Adulte
	<i>Choerodon fasciatus</i>	Adulte
	<i>Epibulus insidiator</i>	Adulte
	<i>Halichoeres biocellatus</i>	Juvénile
	<i>Halichoeres melanurus</i>	Adulte
	<i>Halichoeres prosopion</i>	Adulte
	<i>Hemigymnus fasciatus</i>	Juvénile
	<i>Labroides dimidiatus</i>	Adulte
	<i>Oxycheilinus diagrammus</i>	Juvénile
	<i>Pseudocheilinus</i> sp.	Adulte
	<i>Thalassoma lunare</i>	Adulte
Lethrinidae	<i>Monotaxis grandoculis</i>	Juvénile
Lutjanidae	<i>Lutjanus quinquelineatus</i>	Adulte
Mullidae	<i>Parupeneus barberinoides</i>	Juvénile
	<i>Parupeneus barberinus</i>	Juvénile
	<i>Parupeneus indicus</i>	Juvénile
Nemipteridae	<i>Scolopsis bilineatus</i>	Juvénile
Pomacanthidae	<i>Pomacanthus sexstriatus</i>	Adulte
Pomacentridae	<i>Abudefduf whitleyi</i>	Adulte
	<i>Amblyglyphidodon orbicularis</i>	Adulte
	<i>Amphiprion melanopus</i>	Adulte
	<i>Chromis margaritifer</i>	Adulte
	<i>Chrysiptera rollandi</i>	Juvénile
	<i>Dascyllus aruanus</i>	Adulte
	<i>Neopomacentrus nemurus</i>	Adulte
Scaridae	<i>Scarus flavipectoralis</i>	Juvénile
Siganidae	<i>Siganus doliatus</i>	Juvénile
	<i>Siganus puellus</i>	Juvénile
	<i>Siganus vulpinus</i>	Adulte



5.4.3 Le blanchissement

Caractéristiques du blanchissement de cette zone :

- Le recouvrement en corail blanchi par comptage visuel est passé de 35% à 5%.
- Le blanchissement affectait 29 espèces coralliennes au mois d'avril, désormais toutes ces espèces sont en cours de recolonisation par les zooxanthelles (23 espèces) ou se sont réadaptées (*Anacropora*, *Favites halicora*, *Leptoria phrygia*, *Platygyra sinensis*, *Ctenactis* sp., *Lobophyllia hemprichii*).
- Le développement de cyanobactéries (*Phormidium* sp.) sur des algues et débris coralliens (en haut de récif) au cours du mois d'avril a légèrement diminué au mois de juin. Le développement de cyanobactéries est très localisé, les effets sur le récif ont l'air mineur et les causes de ces fluctuations de recouvrement sont très difficiles à définir (variation de température, d'apports terrigènes, ...).
- A l'exception des coraux scléractiniaires, l'ensemble des organismes benthiques ne présente pas de signe particulier de blanchissement. Ces derniers sont très variés et représentent une part importante du recouvrement biotique.
- Présence d'un spécimen de *Culcita novaeguineae* (étoile de mer en coussin) qui est un prédateur corallien.

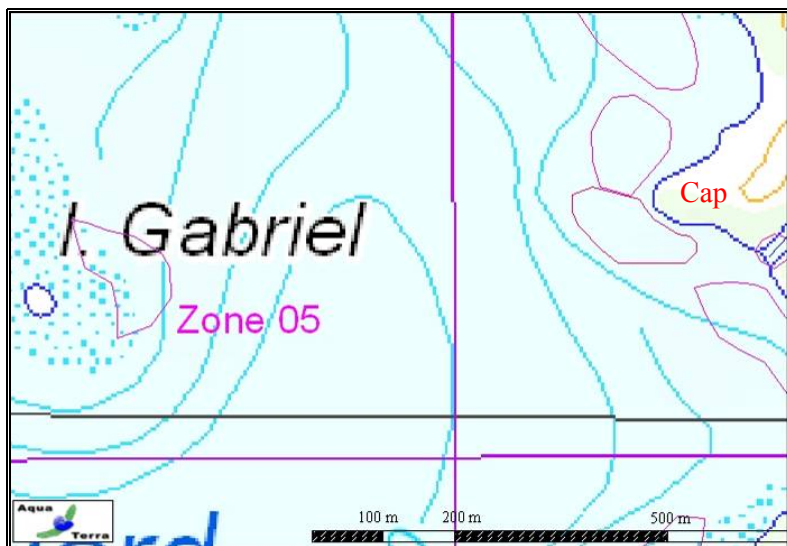
5.5 Zone 05 = Ilot Gabriel

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 EXPLORÉE	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°025 : 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*, ...).

Sur la largeur du platier s'étale 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.

Tableau n°026 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 05)

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	15	5
Agaraciidae	2	3
Astrocoeniidae	1	2
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	4	4
Faviidae	15	4
Fungiidae	7	3
Merulinidae	4	2
Mussidae	3	2
Oculinidae	2	3
Pectiniidae	6	4
Pocilloporidae	2	4
Poritidae	4	5
Siderastreidae	4	2
Total scléractiniaire	69	-
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	2	3
Tubiporidae	0	0
Gorgone	0	0
Antipathaire	0	0
Total coraux (A)	71	-
dont nb. esp. blanchies (B)	2	-
dont nb. esp. en cours recolonisation (C)	6	-
Total esp. latentes (D = B+C)	8	-
Blanchissement	B/A	Visuel
	0.028	3%

Les algues sont aussi variées 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.

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°027 : *Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 05)*

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	9	5
Algue brune	4	4
Algue rouge	1	3
Algue verte	7	4
Cyanobactérie	1	1
Anémone	1	1
Ascidies	1	2
Bryozoaire	0	0
Astérie	2	2
Crinoïde	0	0
Echinides	1	2
Holothurie	5	3
Synapse	0	0
Hydraire	0	0
Mollusque	8	4
Spongiaire	2	2
Zoanthaire	2	2
Crustacé	0	0
TOTAL	44	-

5.5.2.2 Les poissons

La richesse spécifique en poissons est la plus forte des zones étudiées. La présence de planctonnophages de pleine eau (Caesionidae) est à remarquer, tout comme *Siganus puellus*, Picot qui se nourrit d'algues et de petits invertébrés fixés dans les zones coralliennes en bonne santé.

Les Chaetodons corallivores quasi exclusifs comme *Chaetodon melannotus* et *Chaetodon plebeius*, sont toujours présents (*Chaetodon baronessa* est observé en juin).

La biodiversité ichtyologique s'élève à 63 espèces de poissons rencontrés, qui sont listées dans le [tableau 28](#).

Tableau n°028 : *Poissons rencontrés dans la zone 05*

FAMILLE	ESPECE	ETAT
Acanthuridae	<i>Acanthurus blochii</i>	Juvénile
	<i>Acanthurus xanthopterus</i>	Juvénile
	<i>Zebрасoma veliferum</i>	Juvénile
Apogonidae	<i>Apogon doderleini</i>	Adulte
	<i>Apogon selas</i>	Adulte
	<i>Cheilodipterus artus</i>	Adulte
Blennidae	<i>Ecsenius bicolor</i>	Adulte
	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	Adulte
Caesionidae	<i>Caesio cunning</i>	Adulte

Chaetodontidae	<i>Chaetodon baronessa</i>	Juvénile
	<i>Chaetodon bennetti</i>	Juvénile
	<i>Chaetodon ephippium</i>	Adulte
	<i>Chaetodon lunulatus</i>	Adulte
	<i>Chaetodon melanotus</i>	Adulte
	<i>Chaetodon plebeius</i>	Juvénile
	<i>Heniochus acuminatus</i>	Adulte
Epinephelinae	<i>Cephalopholis boenak</i>	Juvénile
Gobiidae	<i>Valenciennea</i> sp.	Adulte
Labridae	<i>Anampses neoguinaicus</i>	Adulte
	<i>Bodianus</i> sp.	Juvénile
	<i>Cheilinus chlorourus</i>	Juvénile
	<i>Cheilinus fasciatus</i>	Juvénile
	<i>Choerodon fasciatus</i>	Juvénile
	<i>Cirrhilabrus laboutei</i>	Adulte
	<i>Epibulus insidiator</i>	Adulte
	<i>Halichoeres biocellatus</i>	Juvénile
	<i>Halichoeres melanurus</i>	Adulte
	<i>Halichoeres prosopeion</i>	Adulte
	<i>Hemigymnus fasciatus</i>	Juvénile
	<i>Labroides dimidiatus</i>	Adulte
	<i>Oxycheilinus diagrammus</i>	Adulte
	<i>Oxycheilinus</i> sp.	juv
	<i>Thalassoma lunare</i>	Adulte
Microdesmidae	<i>Gunnellichthys curiosus</i>	Adulte
	<i>Ptereleotris microlepis</i>	Adulte
Mullidae	<i>Parupeneus barberinoides</i>	Juvénile
	<i>Parupeneus barberinus</i>	Juvénile
	<i>Parupeneus indicus</i>	Juvénile
Nemipteridae	<i>Scolopsis bilineatus</i>	Juvénile
Pinguipedidae	<i>Parapercis hexophtalma</i>	Adulte
	<i>Parapercis</i> sp.	Adulte
Pomacentridae	<i>Abudefduf septemfasciatus</i>	Adulte
	<i>Abudefduf sexfasciatus</i>	Adulte
	<i>Abudefduf whitleyi</i>	Adulte
	<i>Amblyglyphidodon orbicularis</i>	Adulte
	<i>Chrysiptera rollandi</i>	Juvénile
	<i>Dascyllus aruanus</i>	Adulte
	<i>Neoglyphidodon nigroris</i>	Adulte
	<i>Neoglyphidodon polyacanthus</i>	Adulte
	<i>Neopomacentrus nemurus</i>	Adulte

	<i>Pomacentrus aurifrons</i>	Adulte
	<i>Pomacentrus bankanensis</i>	Adulte
Scaridae	<i>Scarus bleekeri</i>	Juvénile
	<i>Scarus flavipectoralis</i>	Juvénile
	<i>Scarus ghobban</i>	Juvénile
	<i>Scarus rivulatus</i>	Adulte
	<i>Scarus schlegeli</i>	Juvénile
	<i>Scarus sordidus</i>	Juvénile
Scombridae	<i>Scomberomorus commerson</i>	Juvénile
Siganidae	<i>Siganus doliatus</i>	Adulte
	<i>Siganus puellus</i>	Adulte
	<i>Siganus vulpinus</i>	Adulte
Tetrodonidae	<i>Canthigaster valentini</i>	Adulte

5.5.3 Le blanchissement

Caractéristiques du blanchissement de cette zone :

- Le recouvrement en corail blanchi est très faible (3 %, équivalent à avril 2009). Cependant le nombre d'espèces influencées par le blanchissement a légèrement augmenté : 3 espèces coralliennes étaient affectées par le blanchissement au mois d'avril 2009 contre 8 espèces au mois de juin 2009 (2 blanches + 6 pâles).
 - Au mois d'avril les colonies coralliennes concernées par le blanchissement étaient de formes branchues (*Acropora*) et se situaient dans la zone peu profonde du récif (hypothèse de l'augmentation de la température durant l'ensoleillement).
 - Au mois de juin les colonies d'*Acropora* de la zone peu profonde sont en cours de recolonisation par les zooxanthelles et quelques colonies de *Montipora* sp. (très fragiles aux variations de l'environnement) sont totalement blanchies. Mais les colonies blanchies supplémentaires se localisent sur le tombant et trois *Culcita novaeguineae* ont été localisées à proximité (hypothèse de blanchissement par prédation).
- L'ensemble des organismes benthiques ne présente pas de signe particulier de blanchissement. Ces derniers sont très variés et représentent une part importante du recouvrement biotique.
- Présence de 3 spécimens de *Culcita novaeguineae* (étoile de mer en coussin) qui est un prédateur corallien.



Champs *Acropora* spp. (non blanchi)



Culcita novaeguineae



Montipora cf. *danae* (blanchi)



Montipora sp. (blanchi)

Photo n°026 : Organismes en zone 05

5.6 Zone 06 = Sud Creek baie nord

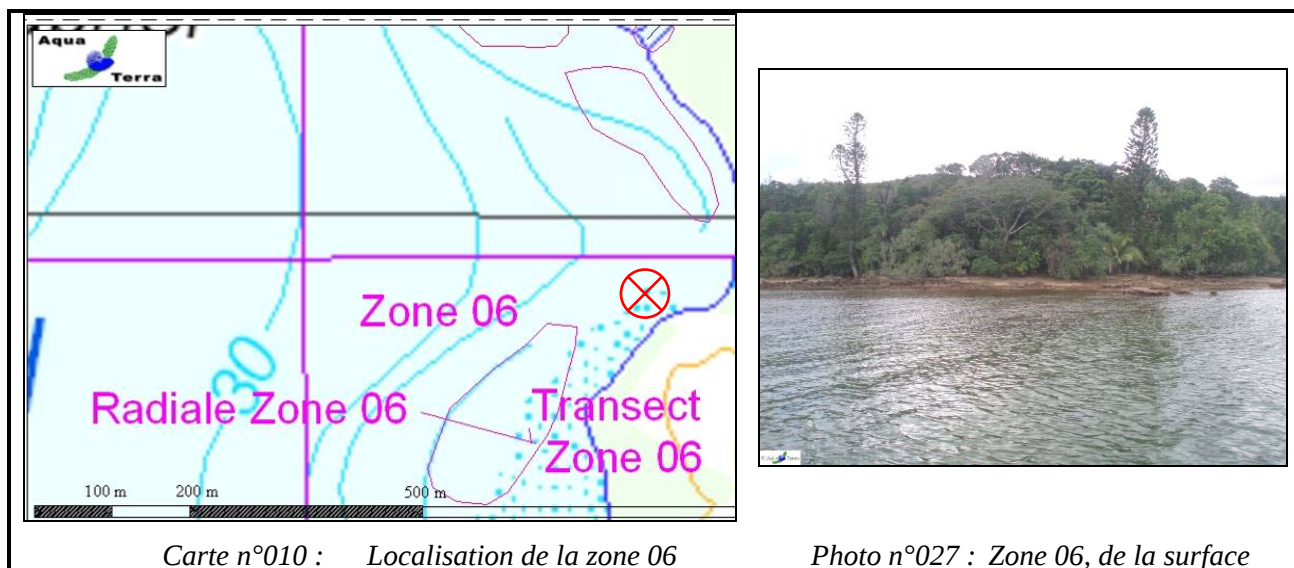
5.6.1 La zone

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 EXPLORÉE	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 (gauche) 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 (Alizé 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 gymnorhiza*) (cf. [photographie 28](#)).



Photo n°028 : 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*.

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 *Halidema* et dans une moindre mesure *Caulerpa*, *Codium* et *Neomeris*).

De nombreux organismes viennent s'y fixer comme les mollusques (*Isognomon isognomon*, *Tridacna*), les échinodermes (echinides, 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°029 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 06)*

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire	0 à 6 m		6 à 16 m	
Acroporidae	19	5	19	5
Agaraciidae	4	2	4	2
Astrocoeniidae	1	1	2	2
Caryophyllidae	0	0	0	0
Dendrophyllidae	3	2	3	2
Faviidae	15	3	16	4
Fungiidae	2	2	4	2
Merulinidae	1	2	2	2
Mussidae	4	2	5	2
Oculinidae	2	2	2	3
Pectiniidae	1	2	4	2
Pocilloporidae	4	4	4	4
Poritidae	4	3	4	4
Siderastreidae	1	2	2	2
Total scléractiniaire	61	-	71	-
Non Scléractiniaire				
Milleporidae	3	3	2	3
Tubiporidae	0	0	0	0
Gorgone	0	0	0	0
Antipathaire	0	0	0	0
Total coraux (A)	64	-	73	-
dont nb. esp. blanchies (B)	0		5	
dont nb. esp. en cours recolonisation (C)	26		21	
Total esp. latentes (D = B+C)	26		26	
Blanchissement	B/A	Visuel	B/A	Visuel
	0	6%	0.068	5%

Tableau n°030 : *Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 06)*

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
	0 à 6 m		6 à 16 m	
Alcyonaire	8	4	10	5
Algue brune	5	5	3	5
Algue rouge	1	3	1	3
Algue verte	6	3	5	5
Cyanobactérie	1	4	0	0
Anémone	0	0	0	0
Ascidies	0	0	1	2
Bryzoaire	0	0	0	0
Astérie	1	1	2	1
Crinoïde	0	0	0	0
Echinides	1	3	1	2
Holothurie	3	3	2	3
Synapse	0	0	0	0
Hydraire	0	0	0	0
Mollusque	4	4	5	4
Spongiaire	3	2	3	4
Zoanthaire	0	0	1	2
Crustacé	0	0		
TOTAL	33	-	34	-



5.6.1.2.2 Les poissons (Zone 06)

Il n'y a pas d'originalité notable, ni de grand changement par rapport à avril (même si augmentation de la biodiversité).

La biodiversité ichthyologique s'élève à 36 espèces de poissons rencontrés, qui sont listées dans le [tableau 39](#).

Tableau n°031 : Poissons rencontrés dans la zone 06

FAMILLE	ESPECE	ETAT
Acanthuridae	<i>Acanthurus blochii</i>	Juvenile
	<i>Zebrasoma veliferum</i>	Juvenile
Apogonidae	<i>Apogon doderleini</i>	Adulte
	<i>Apogon selas</i>	Adulte
	<i>Cheilodipterus artus</i>	Adulte
Blenniidae	<i>Ecsenius bicolor</i>	Adulte
Chaetodontidae	<i>Chaetodon baronessa</i>	Juvenile
	<i>Chaetodon bennetti</i>	Juvenile
	<i>Chaetodon lunulatus</i>	Adulte
	<i>Chaetodon plebeius</i>	Juvenile
	<i>Chaetodon speculum</i>	Juvenile
	<i>Chaetodon vagabundus</i>	Juvenile
Epinephelinae	<i>Epinephelus ongus</i>	Juvenile
Gobiidae	<i>Valenciennesa sp.</i>	Adulte
Labridae	<i>Cheilinus chlorourus</i>	Juvenile
	<i>Coris batuensis</i>	Adulte
	<i>Halichoeres melanurus</i>	Adulte
Mullidae	<i>Parupeneus barberinoides</i>	Juvenile
	<i>Parupeneus indicus</i>	Juvenile
Nemipteridae	<i>Scolopsis bilineatus</i>	Juvenile
Pomacentridae	<i>Abudefduf sexfasciatus</i>	Adulte
	<i>Abudefduf whitleyi</i>	Adulte
	<i>Amblyglyphidodon aureus</i>	Adulte
	<i>Amblyglyphidodon orbicularis</i>	Adulte
	<i>Chromis atripectoralis</i>	Adulte
	<i>Chromis viridis</i>	Adulte
	<i>Chrysiptera rollandi</i>	Juvenile
	<i>Chrysiptera taupou</i>	Adulte
	<i>Dascyllus aruanus</i>	Juvenile
	<i>Pomacentrus aurifrons</i>	Adulte
	<i>Pomacentrus bankanensis</i>	Adulte
Scaridae	<i>Scarus altipinnis</i>	Juvenile

	<i>Scarus bleekeri</i>	Juvénile
	<i>Scarus flavipectoralis</i>	Juvénile
Siganidae	<i>Siganus doliatus</i>	Juvénile
Tetrodonidae	<i>Canthigaster valentini</i>	Adulte

5.6.1.3 Le blanchissement

Caractéristiques du blanchissement de cette zone :

- De 0 à 6 m, le recouvrement en corail blanchi a considérablement diminué, passant de 50% au mois d'avril à 6% au mois de juin 2009.
- L'ensemble des espèces coralliennes blanchies au mois d'avril (29 espèces) est en cours de recolonisation par les zooxanthelles (26 espèces sont encore de couleur pâle pour 64 espèces recensées et 3 espèces ont retrouvé leur vitalité (*Favites halicora*, *Platygyra sinensis* et *Lobophyllia hemprichii*).
- De 6 à 16 m, le recouvrement en corail blanchi est toujours faible 5%. Cependant le nombre d'espèces influencées par le blanchissement est en hausse passant de 18 espèces à 26 espèces (les espèces supplémentaires sont *Pavona varians*, *Fungia* 3 spp., *Pocillopora damicornis*, *Porites* sp., *Isopora palifera*, *Montipora* cf. *samarensis*). Ce n'est pas l'ensemble des colonies d'une espèce qui est influencé. Aucun signe précurseur d'un stress supplémentaire n'a été décelé, ces espèces coralliennes sont à surveiller. Aucune présence de *Culcita novaeguineae* (étoile de mer en coussin), ni de cyanobactérie.
- Les colonies de *Seriatopora hystrix* que l'on croyait blanchies et sans polype sont en train de réintégrer leurs zooxanthelles (les polypes sont très petits et n'étaient plus visibles sans les zooxanthelles qui leur donnent leurs couleurs).
- Les alcyonaires du genre *Sinularia*, colonisant la partie supérieure du récif, réintègrent progressivement leurs zooxanthelles (couleur pâle).
- Les organismes benthiques telles que les holothuries, les astéries, les échinides, les mollusques ne présentent pas de marque de maladie, ni de dégradation.

5.6.2 La radiale

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

- pouvoir réaliser un schéma structural de la zone (cf. [page suivante](#)),
- 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 plus ou moins 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](#).

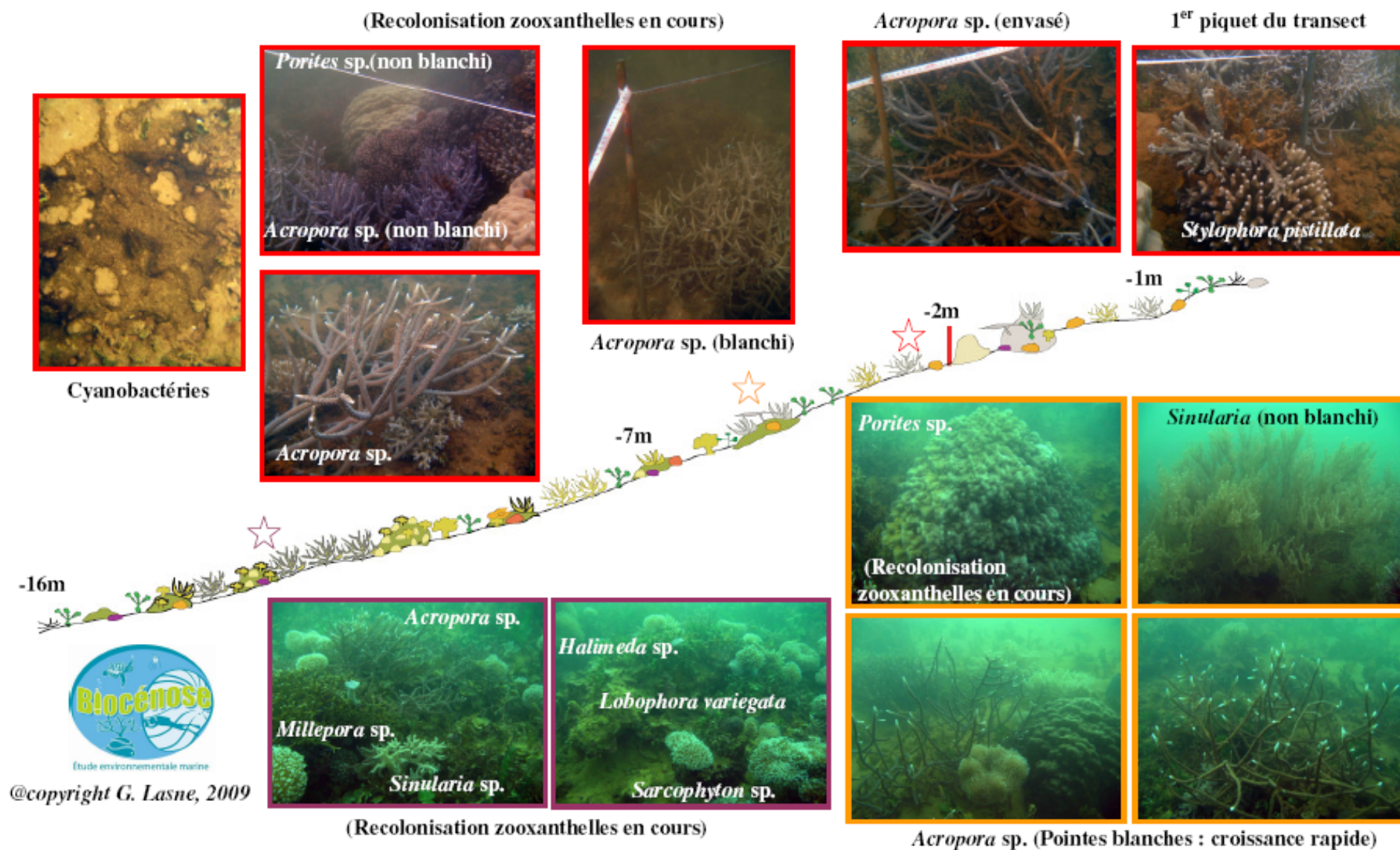


Figure n°08 : Schéma structural de la radiale en zone 06

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 09](#) pour le transect positionné dans cette zone.

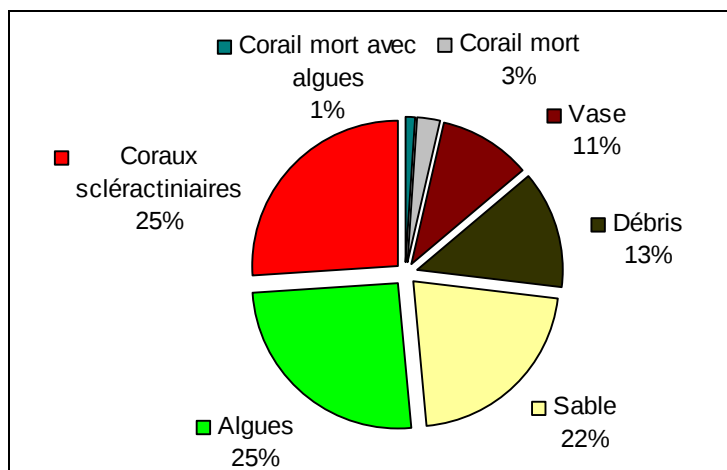


Figure n°09 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour la zone 02

Le transect de la zone 06 est caractérisé par un substrat moyennement biotique (52.5%), qui est composé de d'algues (25.5%) et de coraux scléactiniaires (26%).

La partie abiotique est essentiellement constituée par du sable (21.5%) et pour cette mission par de la vase (10.5%).

L'évolution principale est une baisse de la présence algale (de 36.5% à 25.5%) et une hausse de la couverture corallienne scléactiniaire (+ 5.5%).

La catégorie « corail mort », qui sont les coraux blanchis observés directement sous le transect, passe de 4.5% à 2.5%, ce qui confirme la recolonisation des colonies coralliennes par les zooxanthelles.

5.6.3.2 Le benthos

La liste des taxons cibles échantillonnés sur cette station est donnée dans le [tableau 32](#), la liste complète des résultats bruts est fournie [annexe 04](#).

Tableau n°032 : Liste du benthos (taxons cibles) pour le transect de la zone 06

TAXONS CIBLES	FAMILLE	GENRE	ESPECE	ABONDANCE
Algue brune	Dicyotaceae	<i>Dictyota</i>	sp.	4
Algue brune	Dicyotaceae	<i>Distromium</i>	sp.	
Algue brune	Dicyotaceae	<i>Lobophora</i>	<i>variegata</i>	4
Algue brune	Dicyotaceae	<i>Padina</i>	sp.	
Algue brune	Dicyotaceae	<i>Spatoglossum</i>	sp.	
Algue brune	Sargassaceae	<i>Sargassum</i>	sp.	
Algue brune	Sargassaceae	<i>Turbinaria</i>	<i>ornata</i>	3
Algue rouge	Coralinaceae	<i>Amphiroa</i>	sp.	3
Algue rouge	Galaxauraceae	<i>Actinotrichia</i>	sp.	
Algue rouge	Galaxauraceae	<i>Galaxaura</i>	<i>marginata</i>	
Algue rouge	Liagoraceae	<i>Triclogloea</i>	<i>requienii</i>	
Algue verte	Caulerpaceae	<i>Caulerpa</i>	sp2	
Algue verte	Codiaceae	<i>Codium</i>	<i>mammiferum</i>	
Algue verte	Dasycladacea	<i>Neomeris</i>	<i>van bosseae</i>	2
Algue verte	Halimedaceae	<i>Halimeda</i>	sp.	4 (3spp)
Algue verte	Siphonocladaceae	<i>Dictyosphaeria</i>	<i>verluisii</i>	
Algue verte	Udoteaceae	<i>Avrainvillea</i>	cf. <i>obscura</i>	
Cyanobacterie		<i>Phormidium</i>	sp.	
Asterie	Ophiasteridae	<i>Fromia</i>	<i>monilis</i>	
Asterie	Ophiasteridae	<i>Fromia</i>	sp.	
Asterie	Ophiasteridae	<i>Nardoa</i>	sp.	
Asterie	Ophiasteridae	<i>Nardoa</i>	<i>gomophia</i>	-1
Asterie	Ophiasteridae	<i>Celerina</i>	<i>heffernani</i>	
Asterie	Oreasteridae	<i>Culcita</i>	<i>novaeguineae</i>	
Crinoïde	Colobometridae	<i>Cenometra</i>	sp.	
Echinides	Diadematidae	<i>Diadema</i>	<i>setosum</i>	
Holothurie	Holothuriidae	<i>Bohadschia</i>	<i>argus</i>	
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>atra</i>	
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>coluber</i>	-2
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>edulis</i>	2
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>flvomaculata</i>	-2
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>fuscopunctata</i>	
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>nobilis</i>	
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>scabra</i>	
Mollusque	Tridacnidae	<i>Tridacna</i>	<i>derasa</i>	
Mollusque	Tridacnidae	<i>Tridacna</i>	<i>maxima</i>	
Mollusque	Tridacnidae	<i>Tridacna</i>	<i>crocea</i>	2
Mollusque	Tridacnidae	<i>Tridacna</i>	<i>squamosa</i>	
Mollusque	Trochidae	<i>Trochus</i>	<i>niloticus</i>	
Spongiaire	Clionidae	<i>Cliona</i>	<i>jullienei</i>	2
Spongiaire	Clionidae	<i>Cliona</i>	<i>orientalis</i>	2

Il faut noter la présence de nombreuses algues (brunes et d'*Halimeda*), de quelques mollusques et éponges

perforantes, ainsi que la disparition des échinodermes (holothuries) par rapport à la dernière mission.

5.6.3.2.1 Les Scléractiniaires (Transect Zone 06)

La richesse spécifique corallienne de ce transect est faible. Ce niveau bathymétrique est colonisé par 27 espèces coralliennes dont une espèce de *Millepora* branchue. Les familles scléractiniales (26 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (8 taxons), les Faviidae (5 espèces), les Pocilloporidae (3 taxons), les Agaraciidae (3 taxons).

On note une espèce de Faviidae supplémentaire par rapport à la dernière mission : *Favia* sp..

Tableau n°033 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Transect zone 06)*

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	8	3
Agaraciidae	3	2
Astrocoeniidae	0	0
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	0	0
Faviidae	5	3
Fungiidae	0	0
Merulinidae	1	2
Mussidae	2	2
Oculinidae	2	3
Pectiniidae	0	0
Pocilloporidae	3	3
Poritidae	2	2
Siderastreidae	0	0
Total scléractiniaire	26	-
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	1	2
Tubiporidae	0	0
Gorgone	0	0
Antipathaire	0	0
Total coraux (A)	27	-
dont nb. esp. blanchies (B)	0	
dont nb. esp. en cours recolonisation (C)	14	
Total esp. latentes (D = B+C)	14	-
Blanchissement	B/A	Visuel
	0	5%

Le blanchissement des colonies coralliennes a considérablement baissé en deux mois passant de 55% à 5%. 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, depuis cette période les précipitations n'ont pas été importantes (pas de grande période de cru) : les coraux ont pu se régénérer.

Le transect est positionné au début de la pente sédimentaire où de nombreuses colonies jalonnent les débris coralliens et sont encore de couleur pâle (14 espèces coralliennes influencées par le blanchissement sur 27 espèces recensées : *Stylophora pistillata*, *Pocillopora damicornis*, *Acropora* spp. branchu, *Galaxea fascicularis*, *G. astreata*, *Symphyllia*, *Caulastrea curvata*). Quatre nouvelles espèces sont influencées par le blanchissement (*Montipora* 3 spp., *Montipora samarensis*). Les espèces du genre *Montipora* sont connues pour être sensibles aux variations de l'environnement.

Le blanchissement de cette zone demeure faible, les colonies blanchies ou pâles sont anecdotiques par rapport au recouvrement corallien général. Des petites colonies de *Porites nigrescens*, *Cyphastrea japonica*, *Pavona decussata*, *Pavona cactus*, *Lobophora corymbosa*, *Palauastrea ramosa* s'éparpillent à travers les colonies de *Porites lobata*, des buissons de *Montipora samarensis* et d'*Acropora grandis* qui s'édifient sur plusieurs mètres carrés.

5.6.3.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (Transect Zone 06)

Dans le couloir, les organismes benthiques sont variés et ne présentent pas de marque de blanchissement ni de dégradation.

Les algues brunes du genre *Lobophora variegata* et *Dictyota* envahissent l'ensemble des massifs et débris coralliens, le genre *Turbinaria* est moins abondant. Les algues vertes *Halimeda* sp. s'éparpillent à travers tous les substrats (les massifs, les débris coralliens et la vase).

Les alcyonaires (*Sarcophyton*, *Sinularia* et *Cladiella*) se dispersent sur les substrats durs de la pente sédimentaire.

Les holothuries sont typiques des récifs frangeants de la baie de Prony (*Holothuria coluber*, *H. flovomaculata* et *H. edulis*). Elles se répartissent sur le substrat meuble de vase sableuse et à travers les débris coralliens.

Tableau n°034 : *Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Transect zone 06)*

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	3	3
Algue brune	3	5
Algue rouge	1	3
Algue verte	4	3
Cyanobactérie	0	0
Anémone	0	0
Ascidies	0	0
Bryozoaire	0	0
Astérie	0	0
Crinoïde	0	0
Echinides	0	0
Holothurie	1	2
Synapse	0	0
Hydraire	0	0
Mollusque	3	3
Spongiaire	2	2
Zoanthaire	0	0
Crustacé	0	0
TOTAL	17	-

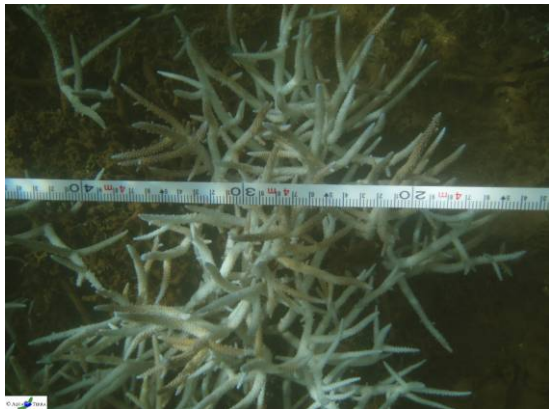
5.6.3.3 Les coraux blanchis

Les caractéristiques des colonies qui ont été relevées en avril puis en juin 2009, sont données pour chacune dans les tableaux suivants et leur positionnement global sur la [figure 10](#).

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
Blanc et vivant	Normal
	

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
Blanc et vivant	Normal
	

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

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
Blanc et vivant	Normal
	

COLONIE 05

Position sur le transect

5.1 / 0.2 G

Nom

Stylophora pistillata (Pocilloporidae)

Diamètre

15 cm

Etat Avril 2009

Etat Juin 2009

Partiellement blanc et vivant

Normal



COLONIE 06

Position sur le transect

6.4 / 0.2 D

Nom

Stylophora pistillata (Pocilloporidae)

Diamètre

50 cm

Etat Avril 2009

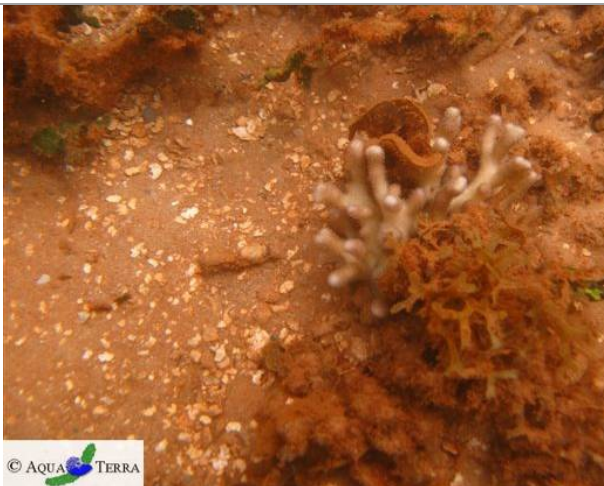
Etat Juin 2009

Blanc et vivant

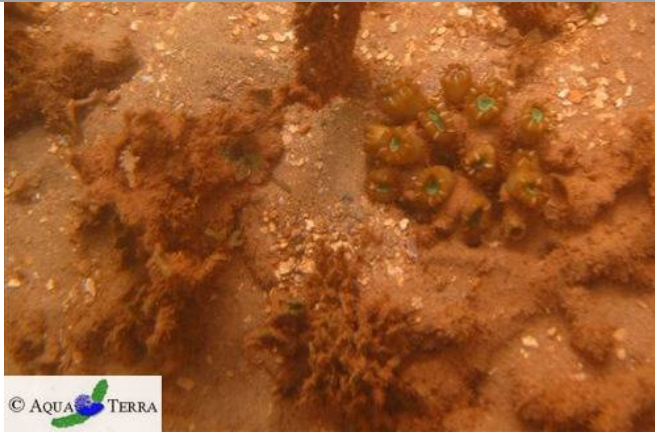
Normal





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
Blanc et vivant	Phase de recolonisation des zooxanthelles, encore un peu « pâle »
	

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
Blanc et vivant	Pas retrouvé
	

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
En cours de blanchissement	Normal
	

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
Blanc et vivant	Normal
	

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

En cours de blanchissement

Normal



COLONIE 12

Position sur le transect	11.4 / 0
Nom	<i>Acropora</i> sp. (Acroporidae)
Diamètre	60 cm

Etat Avril 2009

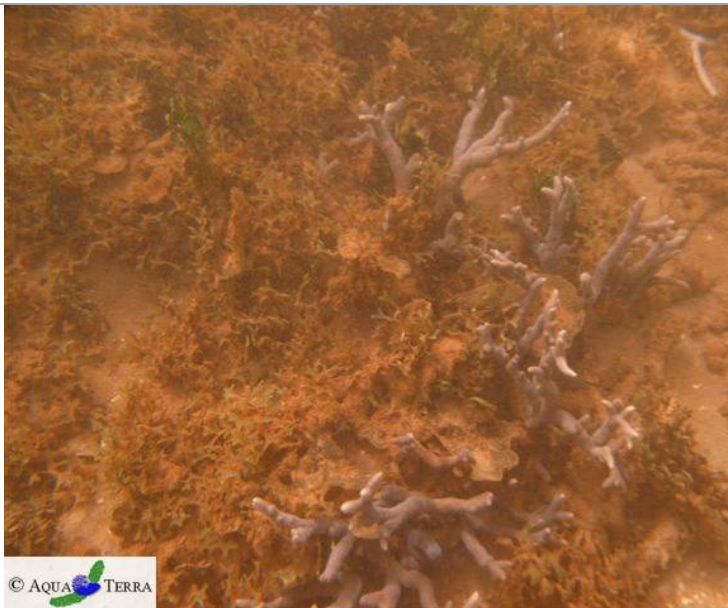
Etat Juin 2009

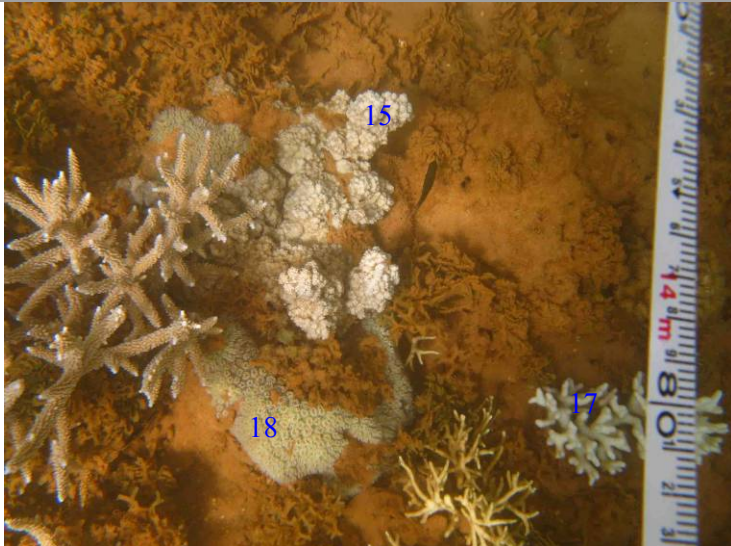
Partiellement blanchi et vivant

Phase de recolonisation des zooxanthelles, encore un peu « pâle »



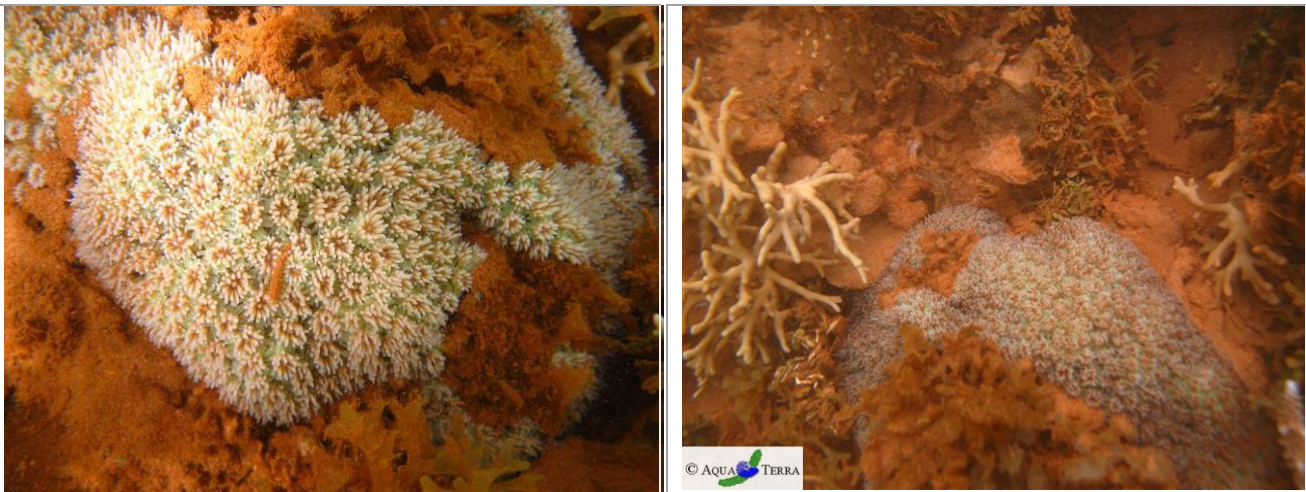
COLONIE 13	
Position sur le transect	12.5 / 1 D
Nom	<i>Stylophora pistillata</i> (Pocilloporidae)
Diamètre	40 cm
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009
Blanc et vivant	Phase de recolonisation des zooxanthelles, encore un peu « pâle »
	

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
2 branches blanches et vivantes	Normal
	

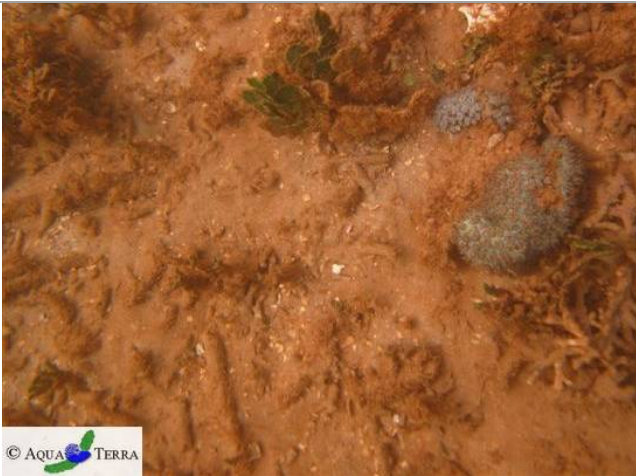
COLONIE 15	
Position sur le transect	14.7 / 0.2 D
Nom	<i>Montipora</i> sp. (Acroporidae)
Diamètre	15 cm
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009
Blanc et vivant	<i>Pas retrouvé</i>
	

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
Blanc et vivant	Phase de recolonisation des zooxanthelles, encore un peu « pâle »
	

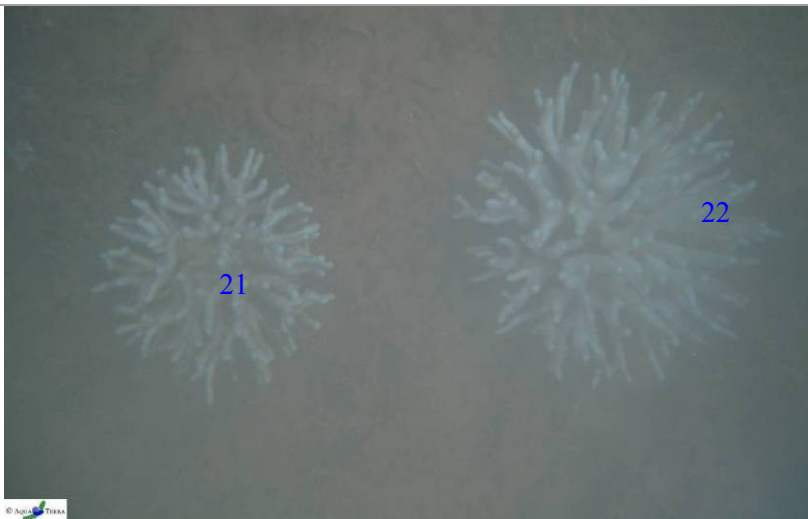
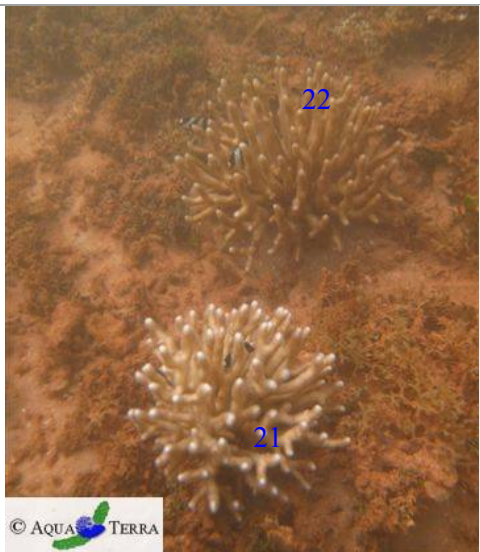
COLONIE 17	
Position sur le transect	14.8 / 0
Nom	<i>Stylophora pistillata</i> (Pocilloporidae)
Diamètre	10 cm
Etat Avril 2009	Etat Juin 2009
Blanc et vivant	Phase de recolonisation des zooxanthelles, encore un peu « pâle »
	

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
Blanc et vivant	Normal
	

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
Blanc et vivant	Normal
	

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
Blanc et vivant	Normal
	

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
Blanc et vivant	Phase de recolonisation des zooxanthelles, encore un peu « pâle »
	

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
Blanc et vivant	Normal
	

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
Branches blanches et vivantes	<i>Pas 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
Blanc et vivant	Phase de recolonisation des zooxanthelles, encore un peu « pâle »
	

COLONIE 25

Position sur le transect

19.7 / 0.3 D

Nom

Stylophora pistillata (Pocilloporidae)

Diamètre

50 cm

Etat Avril 2009

Etat Juin 2009

Blanc et vivant

Phase de recolonisation des zooxanthelles, encore un peu « pâle »



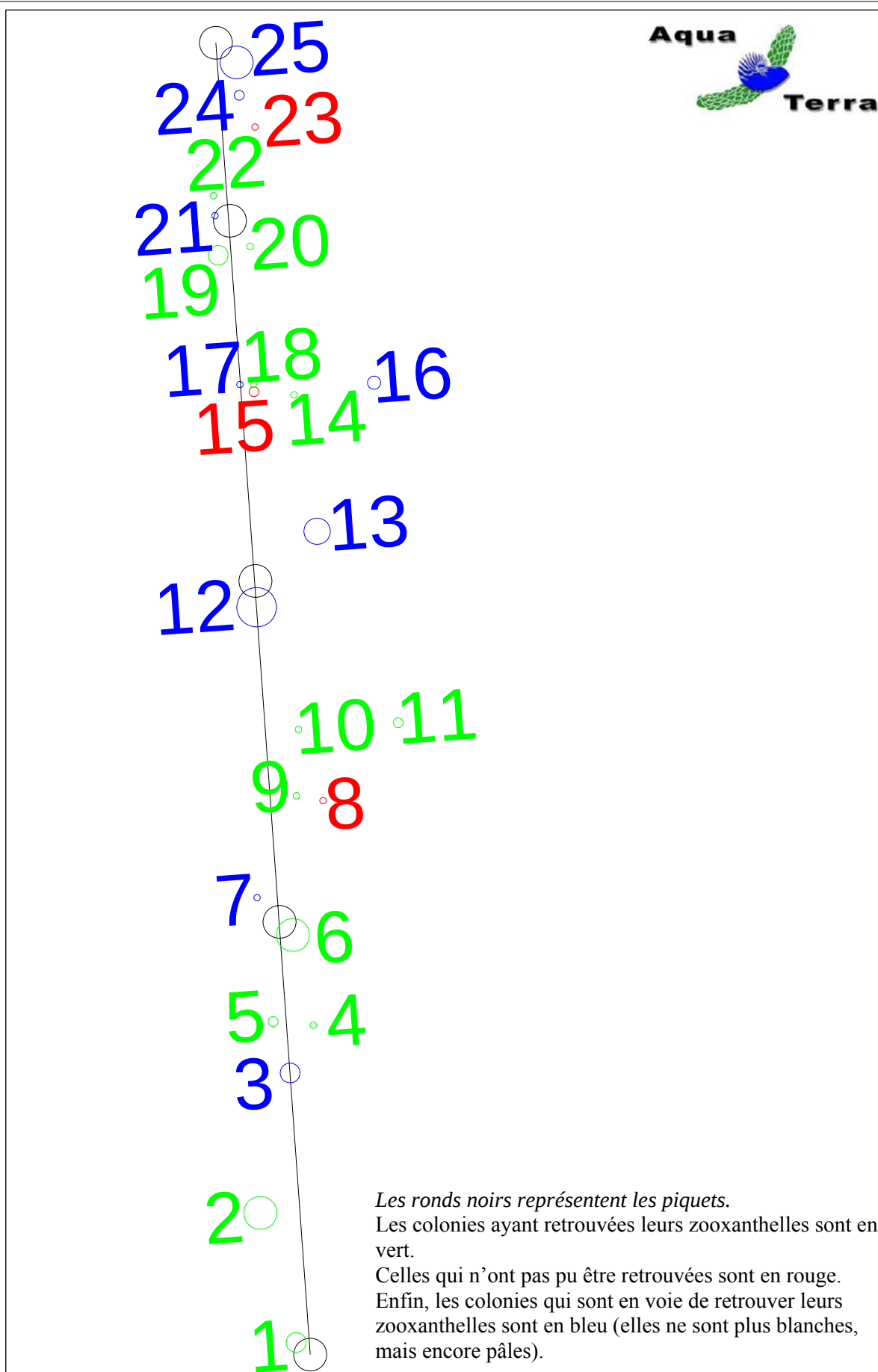


Figure n°010 : Position des colonies coralliennes, suivies, sur le transect de la zone 06

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

5.6.3.4 Les poissons

Sur l'ensemble du transect, 16 individus appartenant à 9 espèces différentes (5 familles) (figure 11) ont pu être observés (tableau 35). Ils représentent une densité de 0.40 poisson / m² (figure 12) pour une biomasse de 2.47 g/m².

Tableau n°035 : Poissons échantillonnés sur le transect de la zone 06

FAMILLE	ESPECE	NOMBRE	DENSITE (ind./m ²)	BIOMASSE (g/m ²)
Acanthuridae	<i>Acanthurus blochii</i>	1	0,02	0,07
Chaetodontidae	<i>Chaetodon baronessa</i>	2	0,06	0,32
	<i>Chaetodon bennetti</i>	1	0,04	0,37
	<i>Chaetodon plebeius</i>	2	0,02	0,98
	<i>Chaetodon speculum</i>	1	0,06	0,19
	<i>Chaetodon vagabundus</i>	3	0,03	0,12
Labridae	<i>Cheilinus chlorourus</i>	2	0,02	0,02
Nemipteridae	<i>Scolopsis bilineatus</i>	2	0,03	0,3
Siganidae	<i>Siganus doliatus</i>	2	0,12	0,1
TOTAL		16	0,4	2,47

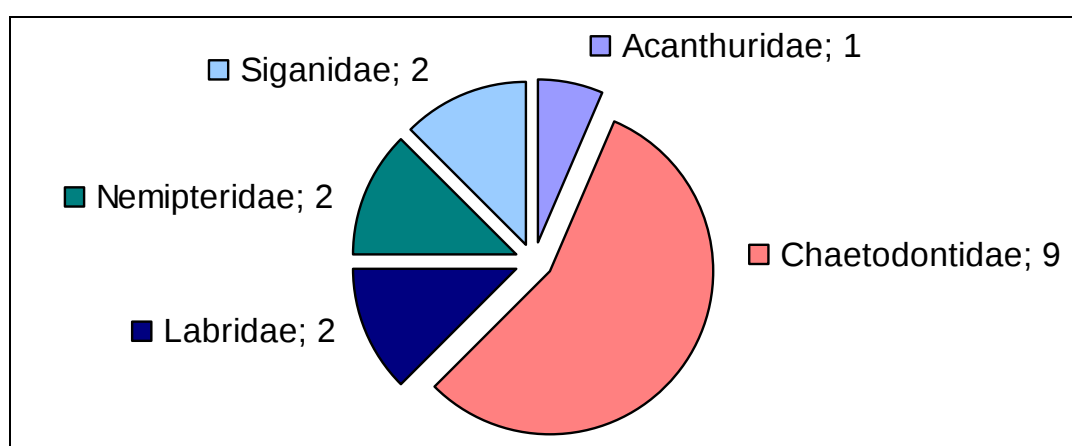


Figure n°011 : Richesse spécifique par famille de poissons (Transect Zone 06)

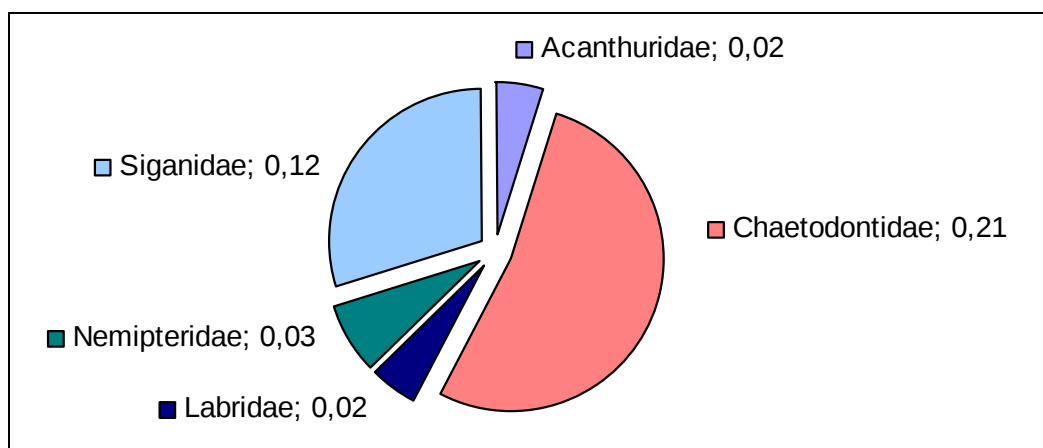


Figure n°012 : Densité (nb individus/m²) par famille de poissons (Transect Zone 06)

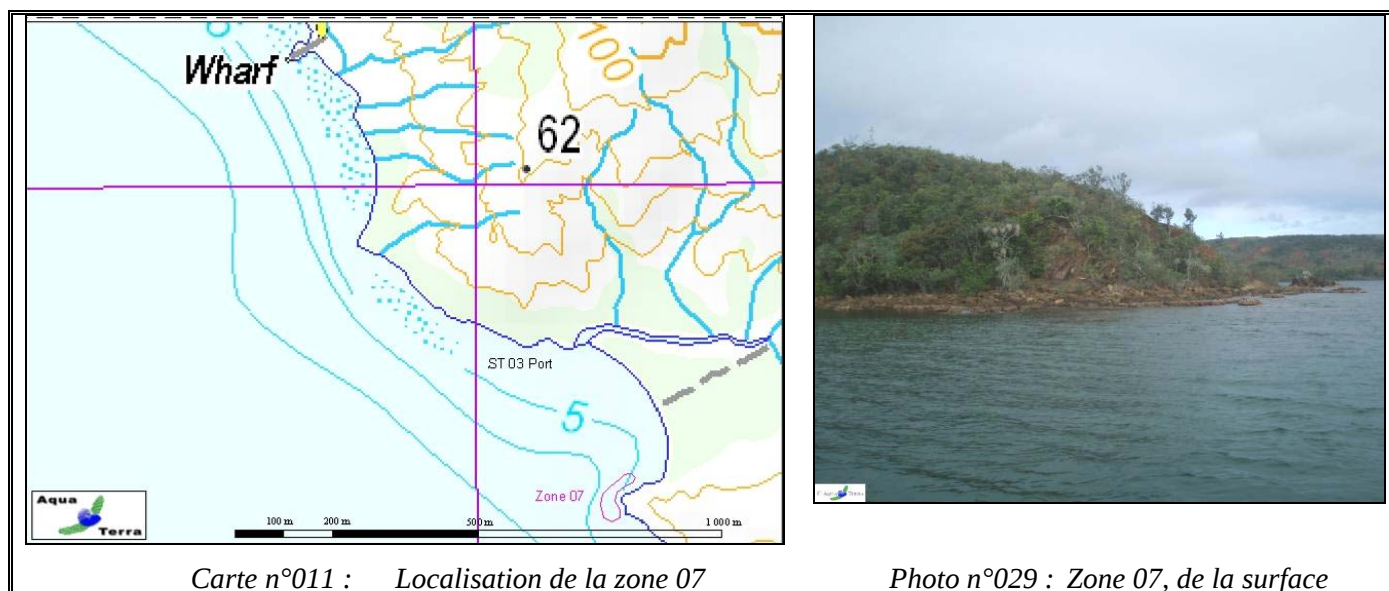
5.7 Zone 07 = Rade du port

5.7.1 Description générale

Caractéristiques physiques de cette zone :

LOCALISATION	Au sud du port du projet
MODE D'EXPLORATION	Scaphandre autonome
SUPERFICIE APPROXIMATIVE EXPLOREE	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°029 : 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.

Pour la mission de juin, la cascade positionnée en amont du creek avait un débit bien plus faible qu'au mois d'avril.

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 tuff.

5.7.2.1 Le benthos

La colonisation et le développement des scléractiniaires 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 amicum*, *Leptastrea cf. purpurea*, ...).

La zone est colonisée par 73 espèces coralliennes dont deux espèces de Milleporidae.

Cinq espèces de plus ont été recensées par rapport à la mission du mois d'avril : *Goniopora* sp., *Platygyra daedalea*, *Favites halicora*, *Turbinaria stellulata* et *Montipora danae*. Cette augmentation pourrait s'expliquer par une meilleure visibilité que celle du mois d'avril due à des apports en eau douce de la rivière et donc en matières en suspension plus faibles (masse d'eau douce sur masse d'eau salée).

Les familles scléractinières (71 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (18 taxons), les Faviidae (19 taxons), les Agaraciidae (6 taxons), les Pocilloporidae (5 taxons) et les Poritidae (5 taxons).

Tableau n°036 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 07)

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	18	4
Agaraciidae	6	3
Astrocoeniidae	0	0
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	3	4
Faviidae	19	4
Fungiidae	4	2
Merulinidae	0	0
Mussidae	4	3
Oculinidae	2	2
Pectiniidae	2	2
Pocilloporidae	5	4
Poritidae	5	3
Siderastreidae	3	2
Total scléractiniaire	71	-
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	2	3
Tubiporidae	0	0
Gorgone	0	0
Antipathaire	0	0
Total coraux (A)	73	-
dont nb. esp. blanchies (B)	3	
dont nb. esp. en cours recolonisation (C)	34	
Total esp. latentes (D = B+C)	37	-
Blanchissement	B/A	Visuel
	0.041	15%

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 : 6 espèces : *Tridacna crocea*, *Spondylus* sp., *Pteria* sp., *Athrina* sp., *Isognomon isognomon* et *Arca ventricosa*.

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

Tableau n°037 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 07)

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	6	3
Algue brune	4	5
Algue rouge	1	2
Algue verte	5	3
Cyanobactérie	1	2
Anémone	0	0
Ascidies	1	2
Bryzoaire	0	0
Astérie	3	2
Crinoïde	0	0
Echinides	1	2
Holothurie	2	2
Synapse	0	0
Hydraire	0	0
Mollusque	6	3
Spongiaire	3	3
Zoanthaire	0	0
Crustacé	0	0
TOTAL	33	-

5.7.2.2 Les poissons

Cette zone est située au niveau d'un cap, au sud du Creek du Port. Ainsi cette position rappelle la zone 06 par rapport au Creek incriminé. Toutefois, la couverture corallienne de cette zone 07 est très faible.

La plus faible biodiversité en poissons est logiquement explicable par la moindre couverture corallienne. Cependant, la présence des deux Acanthuridés, *Acanthurus blochii* et *Ctenochaetus striatus*, du Labridé *Thalassoma lunare*, du Pomacentridé *Dascyllus aruanus*, laisse penser que la zone est beaucoup moins confinée que ne l'est celle où débouche le Creek baie bord.

La biodiversité ichthyologique s'élève à 9 espèces de poissons rencontrés, qui sont listées dans le [tableau 38](#).

Tableau n°038 : Poissons rencontrés dans la zone 07

FAMILLE	ESPECE	ETAT
Acanthuridae	<i>Acanthurus blochii</i>	Adulte
	<i>Zebrasoma veliferum</i>	Juvénile
Blennidae	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	Adulte
Pomacentridae	<i>Chromis viridis</i>	Adulte
	<i>Chrysiptera rollandi</i>	Juvénile
	<i>Dascyllus aruanus</i>	Juvénile
	<i>Pomacentrus aurifrons</i>	Adulte
	<i>Pomacentrus bankanensis</i>	Juvénile
Tetraodontidae	<i>Canthigaster valentini</i>	Adulte

5.7.3 Le blanchissement

Caractéristiques du blanchissement de cette zone :

- Le récif frangeant reçoit une influence d'eau douce et turbide des rivières et des creeks environnants. Cet apport était moindre durant les jours de mission de juin par rapport aux jours de mission d'avril (cf. données pluviométriques § 3.2).
- Le recouvrement en corail blanchi a légèrement diminué mais reste important, passant de 25% à 15% du mois d'avril au mois de juin 2009.
- Les espèces influencées par le blanchissement ont largement augmenté depuis la dernière mission, passant de 24 espèces blanchies à 37 espèces influencées par le blanchissement dont 3 espèces totalement blanchies (*Stylophora pistillata*, *Turbinaria stellulata*, *Astreopora myriophthalma*). **La zone 7 dénombre désormais le maximum d'espèces influencées par le blanchissement.**
- Les espèces totalement blanchies ne représentent pas un nombre important de colonies et elles ont encore les polypes vivants.
- Les espèces influencées par le blanchissement (pâles) sont anormalement nombreuses (34 espèces). Cependant elles sont en cours de recolonisation par les zooxanthelles (même l'espèce *Seriatopora hystrix* que l'on croyait sans polype à la dernière mission). Parmi ces espèces certaines sont influencées dans l'ensemble des stations de suivi mais un grand nombre d'entre elles, n'apparaissent à ce jour que pour cette station. Elles ont pu être influencées auparavant dans d'autres stations mais elles se sont rétablies depuis le mois d'avril sauf pour la station 7 (*Pavona decussata*, *Barrabattoia amicum*, *Goniastrea pectinata*, *Leptoria phrygia*, *Montastrea* sp., *Platygyra daedalea*, *Acanthastrea* sp., *Psammocora profundacella*).
- Notons que l'espèce *Pavona decussata* n'avait pas été notée influencée par le blanchissement au mois d'avril.
- Les organismes benthiques autres que les coraux ne sont pas influencés par le blanchissement. Les alcyonaires, les holothuries, les astéries, les échinides, les mollusques ne présentent pas de marque de maladie, ni de dégradation.
- Présence de deux spécimens de *Culcita novaeguineae* (étoile de mer en coussin) qui est un prédateur corallien.
- Présence éparses de cyanobactéries sur la vase d'origine latéritique.

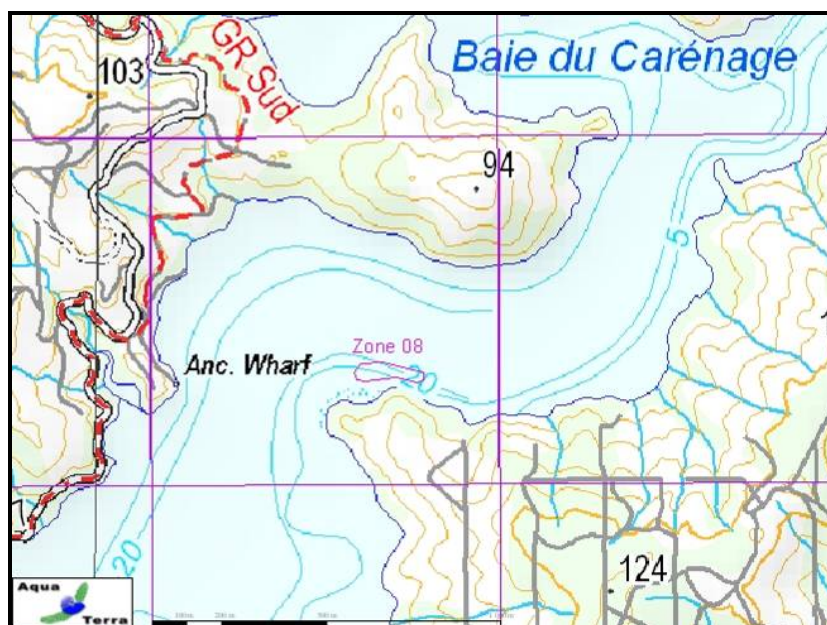
5.8 Zone 08 = Baie de Carénage

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 dans la « Baie du Carénage » (rive gauche). C'est-à-dire qu'elle se trouve dans l'autre baie de la « Baie de Prony ». Les bassins versants qui s'y déversent sont ici sans rapport aucun avec les installations industrielles.

Elle est hors influence totale du Creek baie nord.

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 et juin 2009).



Le fond est en deux parties : un trottoir horizontal entre 2 et 3 m de profondeur suivi d'un tombant escarpé jusqu'à 14 m. Une espèce de madrépore (*Acropora grandis*) couvre le trottoir de manière quasi absolue. Son omniprésence confère à la zone une monotonie qui explique certainement la faible richesse spécifique en poissons.

5.8.2.1 Le benthos

La zone est composée par un récif frangeant et par un petit tombant d'une dizaine de mètres. La couverture corallienne est très importante (85%) sur l'ensemble de la zone.

La couverture corallienne du platier est composée de petites colonies et en grande majorité d'un champ composé du genre *Acropora* où l'espèce *Acropora* cf. *grandis* est dominante (forme branchue très fine et fragile dont de nombreux débris s'étalent sur le substrat). Le tombant est lui bien plus diversifié et les colonies se superposent les unes sur les autres afin de se développer.

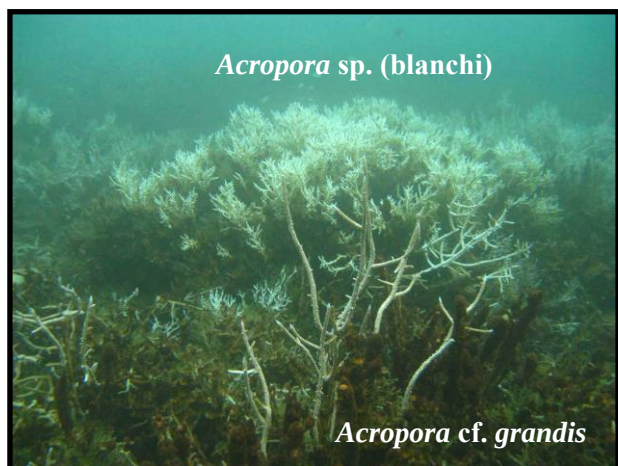
La richesse spécifique est très importante : la zone est colonisée par 79 espèces coralliennes dont deux espèces de Milleporidae. Les familles scléractiniaires (77 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (21 taxons), les Faviidae (14 taxons), les Poritidae (8 taxons), les Agaraciidae (6 taxons) et les Mussidae (6 taxons).

Deux espèces supplémentaires ont été recensées par rapport à la mission d'avril 2009 (*Synaraea rus* et *Pectinia paeonia*).

La diversité corallienne est foisonnante avec un recouvrement corallien très important alors que les macrophytes et le reste des invertébrés sont peu diversifiés dans ce type d'écosystème.

Le haut du récif frangeant est entièrement tapissé par un champ d'*Acropora* cf. *grandis*. Ces colonies s'étendent aussi bien en largeur qu'en hauteur avec des branches d'une finesse exceptionnelle. Cette fragilité se fait ressentir par l'existence de petites surfaces recouvertes par des débris coralliens. Au mois de juin 2009, cette partie récifale est de moins en moins affectée par le blanchissement corallien (zooxanthelles en cours de réintégration).

Bien que la plupart des colonies d'*Acropora* spp. réintègre progressivement des zooxanthelles, quelques colonies sont recouvertes par du gazon algal ou une fine couche de sédiments.



Avril 2009 : blanchissement par patch



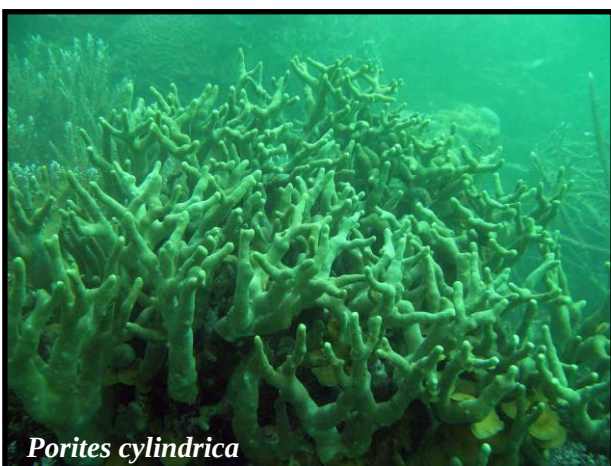
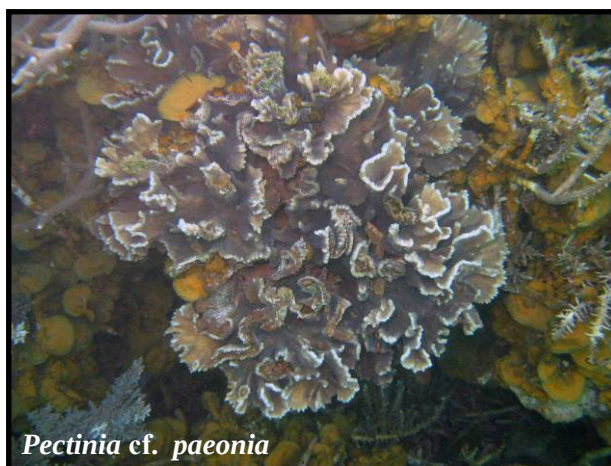
Juin 2009 : coraux en cours de recolonisation par les zooxanthelles

Photo n°031 : Champ d'*Acropora* spp. (Zone 8, 3 à 5 m)

La diversité du haut du récif n'est pas très importante, cependant certaines colonies s'édifient à travers la finesse des branches d'*Acropora grandis*. Ces espèces montrent pour la plupart les marques du blanchissement (*Anacropora* spp., *Merulina scabricula*, *Montipora* cf. *danae*, *Fungia* spp., ...).

Cependant des espèces sont plus résistantes au stress comme *Porites cylindrica* et *Pavona cactus*, qui forment des buissons dont la croissance à l'air d'être plutôt importante.

Les marques blanches à l'extrémité des branches de *Pavona cactus*, *Synaraea* rus, *Pectinia paeonia* ne sont pas le signe d'un stress lié à un blanchissement mais caractérisent une croissance rapide du squelette carbonaté qui n'a pas le temps de récupérer assez rapidement des zooxanthelles pour le colorer (la croissance rapide caractérise un récif en bonne santé).

*Porites cylindrica**Pectinia cf. paeonia*Photo n°032 : Coraux non blanchis (Zone 8, 3 à 5 m)

Le tombant récifal a un recouvrement corallien très important et contrairement à la mission précédente du mois d'avril 2009, quelques colonies sont blanchies. L'influence de l'eau douce un peu plus en profondeur peut être à l'origine de ce phénomène mineur (*Montipora* sp4, *Fungia* sp., *Palauastrea ramosa* et *Anacropora* sp.).

La richesse spécifique est plus importante que pour le niveau bathymétrique supérieur. Les massifs d'*Acropora grandis* ne monopolisent plus toute la surface disponible. Les colonies telle que *Echinophyllia horrida*, *Alveopora catalai*, *Turbinaria reniformis*, *Lobophyllia* cf. *hemprichii*, *Porites cylindrica* s'édifient pour atteindre de grande taille (supérieur au mètre). Par ailleurs, une multitude de petites colonies s'enchevêtrent dans la place disponible comme *Galaxea astreata*, *G. fascicularis*, *Caulastrea furcata*, *Pavona decussata*, *P. explanulata*, *P. varians*, *Fungia* spp., *Acanthastrea echinata*, *Blastomussa merletti*, *Echinophyllia gemmacea*, *Alveopora spongiosa*, ...).

Tableau n°039 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 08)*

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	21	5
Agaraciidae	6	3
Astrocoeniidae	0	0
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	3	2
Faviidae	14	4
Fungiidae	5	3
Merulinidae	3	2
Mussidae	6	3
Oculinidae	2	2
Pectiniidae	4	2
Pocilloporidae	4	3
Poritidae	8	5
Siderastreidae	1	2
Total scléractiniaire	77	-
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	2	2
Tubiporidae	0	0
Gorgone	0	0
Antipathaire	0	0
Total coraux (A)	79	-
dont nb. esp. en cours recolonisation (C)	19	
dont nb. esp. blanchies (B)	11	
Total esp. latentes (D = B+C)	30	-
Blanchissement	B/A	Visuel
	0.139	15%

Tableau n°040 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 08)

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	4	2
Algue brune	2	5
Algue rouge	1	2
Algue verte	3	3
Cyanobactérie	1	2
Anémone	0	0
Ascidies	0	0
Bryozoaire	0	0
Astérie	0	0
Crinoïde	0	0
Echinides	0	0
Holothurie	0	0
Synapse	0	0
Hydraire	0	0
Mollusque	4	4
Spongiaire	2	2
Zoanthaire	0	0
Crustacé	0	0
TOTAL	17	-

5.8.2.2 Les poissons

La biodiversité ichthyologique s'élève à 15 espèces de poissons rencontrés, qui sont listées dans le [tableau 41](#).

Tableau n°041 : Poissons rencontrés dans la zone 08

FAMILLE	ESPECE	ETAT
Acanthuridae	<i>Zebrasoma veliferum</i>	Juvenile
Caesinionidae	<i>Caesio cunning</i>	Adulte
Chaetodontidae	<i>Chaetodon lunulatus</i>	Adulte
	<i>Chaetodon plebeius</i>	Juvenile
	<i>Chaetodon speculum</i>	Juvenile
	<i>Chaetodon vagabundus</i>	Adulte
Epinephelinae	<i>Cephalopholis boenak</i>	Juvenile
	<i>Epinephelus ongus</i>	Juvenile
	<i>Plectropomus leopardus</i>	Juvenile
Labridae	<i>Epibulus incidiator</i>	Adulte
Pomacentridae	<i>Chrysiptera rollandi</i>	Juvenile
	<i>Neoglyphidodon nigroris</i>	Adulte
	<i>Pomacentrus aurifrons</i>	Adulte
Scaridae	<i>Scarus flavipectoralis</i>	Juvenile
Siganidae	<i>Siganus vulpinus</i>	Adulte

Une espèce de madrépore (*Acropora cf. grandis*) couvre le trottoir. Son omniprésence confère à la zone une monotonie qui explique certainement la faible richesse spécifique en poissons.

5.8.3 Le blanchissement

Caractéristiques du blanchissement de cette zone :

- Le récif frangeant reçoit une influence d'eau douce et peu d'apports terrigènes de la rivière du Carénage (observations lors des 2 missions).
- Le recouvrement corallien est très important (85%). La partie sommital du récif est quasi monospécifique (*Acropora cf. grandis*) et le tombant est très diversifié.
- Le recouvrement en corail blanchi a bien diminué entre la période du mois d'avril au mois de juin 2009, passant de 45% à 15% (comptage visuel).
- Au mois d'avril le blanchissement se manifestait seulement en haut du récif (limite de l'influence de l'eau douce). Les colonies d'*Acropora* étaient les plus dégradées (blanchissement par patch) et 28 espèces présentaient des marques de blanchissement pour 77 espèces présentes. Désormais (période du 23 au 25 juin 2009), le blanchissement a été observé sur 30 espèces (11 blanches + 19 pâles) coralliennes. Il n'affecte plus seulement des colonies situées sur le haut du récif, mais aussi quelques colonies s'édifiant sur le tombant. Ces dernières présentent des stigmates d'expulsion de zooxanthelles. Les nouvelles espèces influencées par le blanchissement depuis le mois d'avril sont *Montipora undata*, *Caulastrea furcata*, *Oxypora glabra*, *Palauastrea ramosa*.
- Bien que les colonies coralliennes réintègrent progressivement leurs zooxanthelles, certaines sont recouvertes par du gazon algal ou une fine couche de sédiments.



Avril 2009 : totalement blanchi



Juin 2009 : en cours de recolonisation par les zooxanthelles

Photo n°033 : Evolution d'une colonie d'*Acropora sp. tabulaire* (Zone 8)

- L'ensemble des colonies blanchies ont encore les polypes vivants (*Acropora* spp., *Anacropora* sp., *Montipora danae*, *Montipora* spp., *Montipora undata*, *Stylophora pistillata*). Même les colonies de *Seriatopora hystrix* pour lesquelles on croyait qu'elles avaient perdu leurs polypes au mois d'avril, sont recolonisées par les zooxanthelles et reprennent vitalité.
- Les organismes benthiques autres que les coraux ne sont pas influencés par le blanchissement. Les macrophytes, les alcyonaires et les mollusques ne présentent pas de marque de maladie, ni de

dégradation.

- Aucun spécimen de *Culcita novaeguineae* n'a été observé sur la zone de prospection (étoile de mer en coussin, prédatrice de corail).
- Présence éparse de cyanobactéries sur quelques algues brunes (*Lobophora*) sur le sommet du récif.

5.9 Station 02 = Creek baie nord

Cette station fait partie 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) : elle n'a pas été positionnée pour surveiller le Creek baie nord.

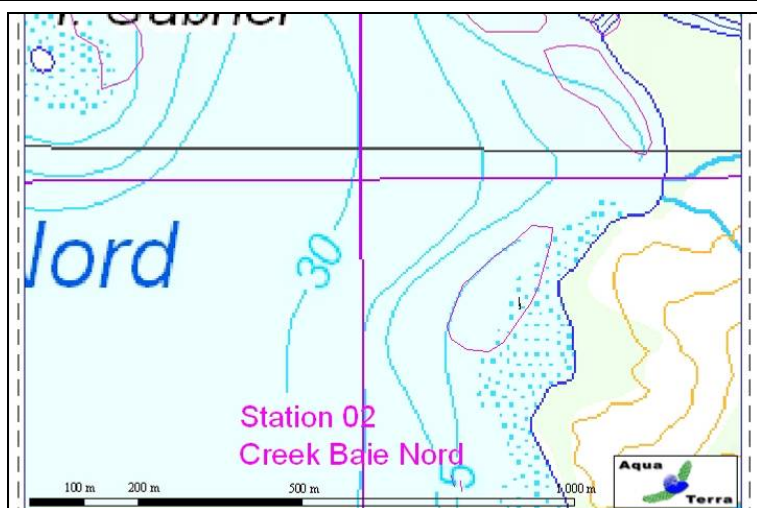
Ce réseau doit être échantillonné de manière semestrielle : le dernier échantillonnage datait de fin octobre 2008 et elle a été faite ici extra-tempora de manière à avoir un site de comparaison temporel antérieur à l'accident.

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 34). 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)

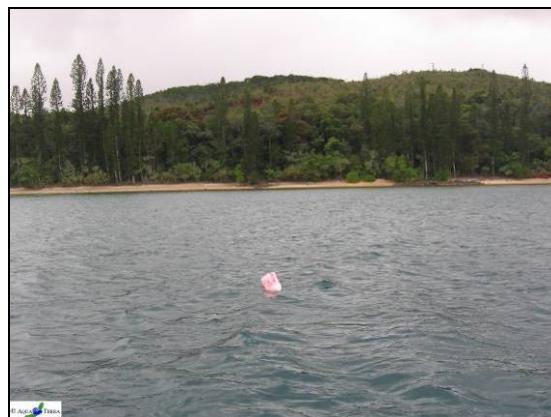


Photo n°034 : Position en surface par rapport à la côte (ST02)

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)

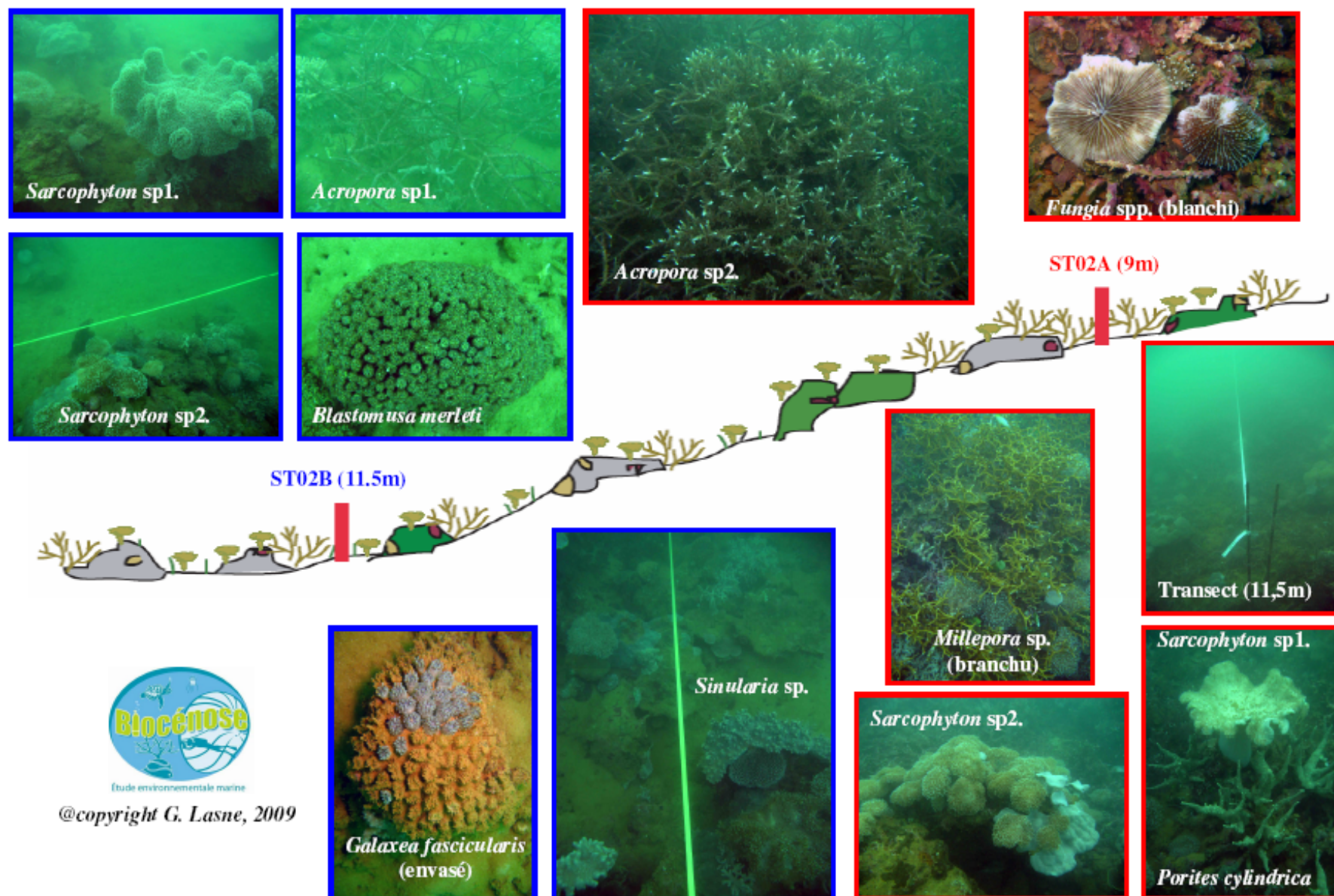
- Recrutement corallien important (nombreuses colonies coralliennes juvéniles).
- Recrutement alcyonaire important (*Sarcophyton*).
- Richesse spécifique importante des coraux (la plus importante de toutes les stations du réseau de surveillance de la baie de Prony).

- Originalité des espèces coralliennes adaptées à un milieu turbide et avec une faible pénétration de la lumière dans l'eau : croissance rapide, sécrétions de mucus et/ou grands polypes pour se dégager de la sédimentation.

5.9.1.4 Variations entre avril 2009 et juin 2009 (ST02)

- Très peu de variations des communautés coralliennes hormis :
 - une légère augmentation de la richesse spécifique des coraux au transect supérieur ST2A : 5 espèces supplémentaires dont trois espèces de Fungiidae (coraux mobiles) et le recrutement de *Seriatopora histrix* et *Echinopora lamellosa*.
 - une espèce supplémentaire au transect ST2B (*Stylocoeniella armata*).
- Peu de blanchissement. Le transect supérieur ST2A présente quelques colonies blanchies d'*Anacropora* sp. et *Fungia* sp. et quelques colonies de couleur pâle d'*Acropora* et *Merulina ampliata*. Les quelques colonies blanchies de ST2B en avril réintègrent progressivement leurs zooxanthelles mais ont tendance à s'envaser (*Galaxea fascicularis* et *Porites lobata*).
- Recouvrement des macrophytes et invertébrés (hors coraux) sans évolution.

5.9.2 Schéma structural (ST02)



@copyright G. Lasne, 2009



5.9.3 Le substrat (ST02)

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la [figure 13](#) pour le transect A et dans la [figure 14](#) pour le transect B.

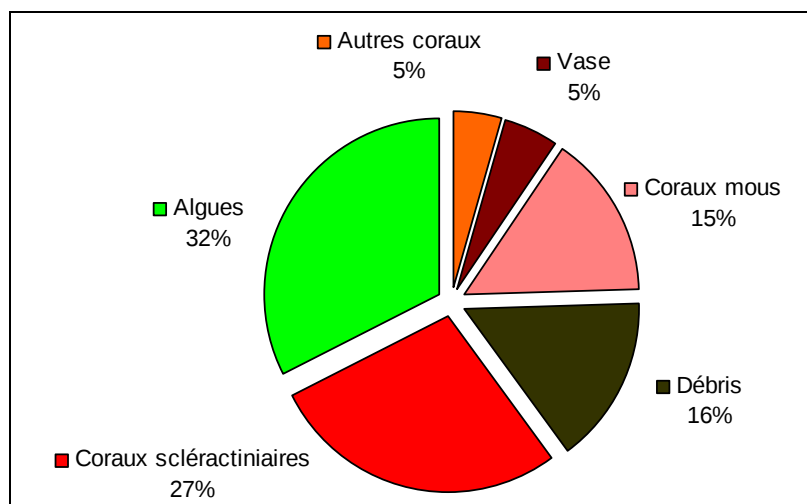


Figure n°013 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST02A

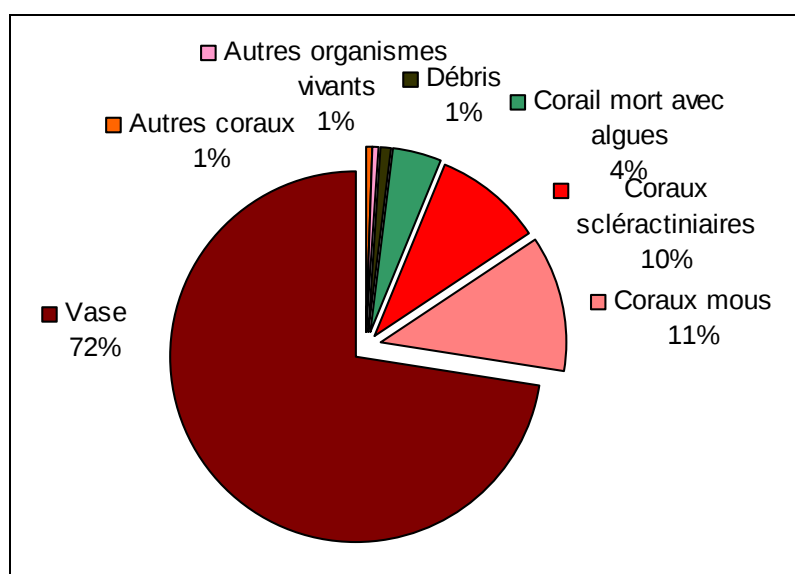


Figure n°014 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST02B

Le transect A est caractérisé par un substrat largement biotique (79.5%), qui est composé de coraux scléactiniaires (27.5%), d'alcyonnaires (15%) et pour cette mission d'algues qui sont en argumentation (32.5% en juin 2009 contre 11.5% en avril).

Au contraire, au transect B le substrat est majoritairement abiotique (73.5%), avec principalement de la vase (72.5%). La partie biotique (26.5%) est constituée essentiellement pas des alcyonnaires et des coraux scléactiniaires. Il faut noter qu'il n'y a eu aucune évolution entre les missions d'avril et de juin sur ce transect.

5.9.4 Le benthos (ST02)

La liste des taxons cibles échantillonnés sur cette station est donnée dans le [tableau 42](#), la liste complète des résultats bruts est fournie [annexe 04](#).

Tableau n°042 : Liste du benthos (taxons cibles) pour la station 02

TAXONS CIBLES	FAMILLE	GENRE	ESPECE	ABONDANCE	
				Transect A	Transect B
Algue brune	Dicyotaceae	<i>Dictyota</i>	sp.		
Algue brune	Dicyotaceae	<i>Distromium</i>	sp.		
Algue brune	Dicyotaceae	<i>Lobophora</i>	<i>variegata</i>	5	5
Algue brune	Dicyotaceae	<i>Padina</i>	sp.	2	3
Algue brune	Dicyotaceae	<i>Spatoglossum</i>	sp.		
Algue brune	Sargassaceae	<i>Sargassum</i>	sp.		
Algue brune	Sargassaceae	<i>Turbinaria</i>	<i>ornata</i>		
Algue rouge	Coralinaceae	<i>Amphiroa</i>	sp.	3	3
Algue rouge	Galaxauraceae	<i>Actinotrichia</i>	sp.		
Algue rouge	Galaxauraceae	<i>Galaxaura</i>	<i>marginata</i>		
Algue rouge	Liagoraceae	<i>Triclogloea</i>	<i>requienii</i>		
Algue verte	Caulerpaceae	<i>Caulerpa</i>	sp2		
Algue verte	Codiaceae	<i>Codium</i>	<i>mammiferum</i>		
Algue verte	Dasycladacea	<i>Neomeris</i>	<i>van bosseae</i>	2	
Algue verte	Halimedaceae	<i>Halimeda</i>	sp.	5 (3spp)	3 (3spp)
Algue verte	Siphonocladaceae	<i>Dictyosphaeria</i>	<i>verluisii</i>		
Algue verte	Udoteaceae	<i>Avrainvillea</i>	cf. <i>obscura</i>		
Cyanobacterie		<i>Phormidium</i>	sp.		
Asterie	Ophiasteridae	<i>Fromia</i>	<i>monilis</i>		
Asterie	Ophiasteridae	<i>Fromia</i>	sp.	2	
Asterie	Ophiasteridae	<i>Nardoa</i>	sp.		
Asterie	Ophiasteridae	<i>Nardoa</i>	<i>gomophia</i>		1
Asterie	Ophiasteridae	<i>Celerina</i>	<i>heffernani</i>		
Asterie	Oreasteridae	<i>Culcita</i>	<i>novaeguineae</i>		
Crinoïde	Colobometridae	<i>Cenometra</i>	sp.		
Echinides	Diadematidae	<i>Diadema</i>	<i>setosum</i>		
Holothurie	Holothuriidae	<i>Bohadschia</i>	<i>argus</i>		
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>atra</i>		
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>coluber</i>		
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>edulis</i>		2
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>flvomaculata</i>	3	3
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>fuscopunctata</i>		
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>nobilis</i>		
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>scabra</i>		
Mollusque	Tridacnidae	<i>Tridacna</i>	<i>derasa</i>		1
Mollusque	Tridacnidae	<i>Tridacna</i>	<i>maxima</i>		
Mollusque	Tridacnidae	<i>Tridacna</i>	<i>crocea</i>		
Mollusque	Tridacnidae	<i>Tridacna</i>	<i>squamosa</i>		
Mollusque	Trochidae	<i>Trochus</i>	<i>niloticus</i>		
Spongiaire	Clionidae	<i>Cliona</i>	<i>jullienei</i>	2	2
Spongiaire	Clionidae	<i>Cliona</i>	<i>orientalis</i>	2	3

Il faut noter la présence de nombreuses algues (brunes et *Halimeda*), de quelques échinodermes, de rares mollusques et de quelques éponges perforantes.



5.9.4.1 Benthos Transect 02 A

5.9.4.1.1 Les Scléractiniaires (ST02A)

Ce niveau bathymétrique est colonisé par 80 espèces coralliennes dont deux espèces de *Millepora* branchu, une espèce de *Millepora* encroûtant et une espèce d'antipathaire. Les familles scléractiniaires (76 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (17 taxons), les Faviidae (10 espèces), les Fungiidae (9 espèces), les Poritidae (7 taxons), les Agariciidae (7 espèces) et les Dendrophyllidae (6 taxons).

Tableau n°043 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST02A)*

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	17	5
Agariciidae	7	3
Astrocoeniidae	1	3
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	6	3
Faviidae	10	3
Fungiidae	9	3
Merulinidae	5	3
Mussidae	5	2
Oculinidae	2	3
Pectiniidae	3	2
Pocilloporidae	2	1
Poritidae	7	3
Siderastreidae	2	2
Total scléractiniaire	76	-
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	3	5
Tubiporidae	0	0
Gorgone	0	0
Antipathaire	1	2
Total coraux (A)	80	-
dont nb. esp. en cours recolonisation (C)	5	
dont nb. esp. blanchies (B)	2	
Total esp. latentes (D = B+C)	7	-
Blanchissement	B/A	Visuel
	0.025	3%

L'espèces *Echinopora lamellosa* qui n'avait pas été retrouvée la fois dernière a été de nouveau recensée ainsi que 4 nouvelles espèces (3 Fungiidae mobile : *Cycloseris* sp., *Polyphyllia talpina*, *Sandalolitha robusta* et une espèce de Pocilloporidae *Seriatopora histris*).

Les espèces inféodées à ce milieu sont adaptées aux conditions turbides.

Le blanchissement pour ce niveau bathymétrique est faible mais quelques espèces supplémentaires sont influencées par le blanchissement (quelques colonies blanchies d'*Anacropora* sp. et *Fungia* sp. et quelques

colonies de couleur pâle d'*Acropora* et *Merulina ampliata*). Les coraux branchus sont caractérisés par une croissance rapide (*Acropora*, *Anacropora*, *Hydnophora rigida*). Cette croissance rapide s'observe et se révèle par les pointes blanches des branches coralliennes qui n'ont pas encore été colonisées par les zooxanthelles. Ces espèces forment de grands massifs branchus et occupent un recouvrement très important.

5.9.4.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST02A)

Les macrophytes et invertébrés (hors coraux) ne présentent pas d'évolution particulière. Leur recouvrement est majeur dans cette station et ils ne présentent aucune trace de blanchissement ou de dégradation. De nombreux alcyonaires se répartissent sur les petits massifs dont les plus nombreux sont représentés par le genre *Sarcophyton*. Les autres espèces d'alcyonaires ont un recouvrement moindre.

Tableau n°044 : *Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST02A)*

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	9	5
Algue brune	2	5
Algue rouge	1	3
Algue verte	4	5
Cyanobactérie	0	0
Anémone	0	0
Ascidies	0	0
Bryzoaire	0	0
Astérie	1	1
Crinoïde	0	0
Echinides	0	0
Holothurie	1	1
Synapse	0	0
Hydraire	1	3
Mollusque	4	2
Spongiaire	4	3
Zoanthaire	1	2
Crustacé	0	0
TOTAL	28	-

Les algues brunes du genre *Lobophora variegata* envahissent l'ensemble des massifs et débris coralliens, le genre *Padina* est moins abondant. Les algues vertes *Halimeda sp.* sont nombreuses et variées, regroupées en petits bouquets à travers les coraux branchus et sur les massifs.

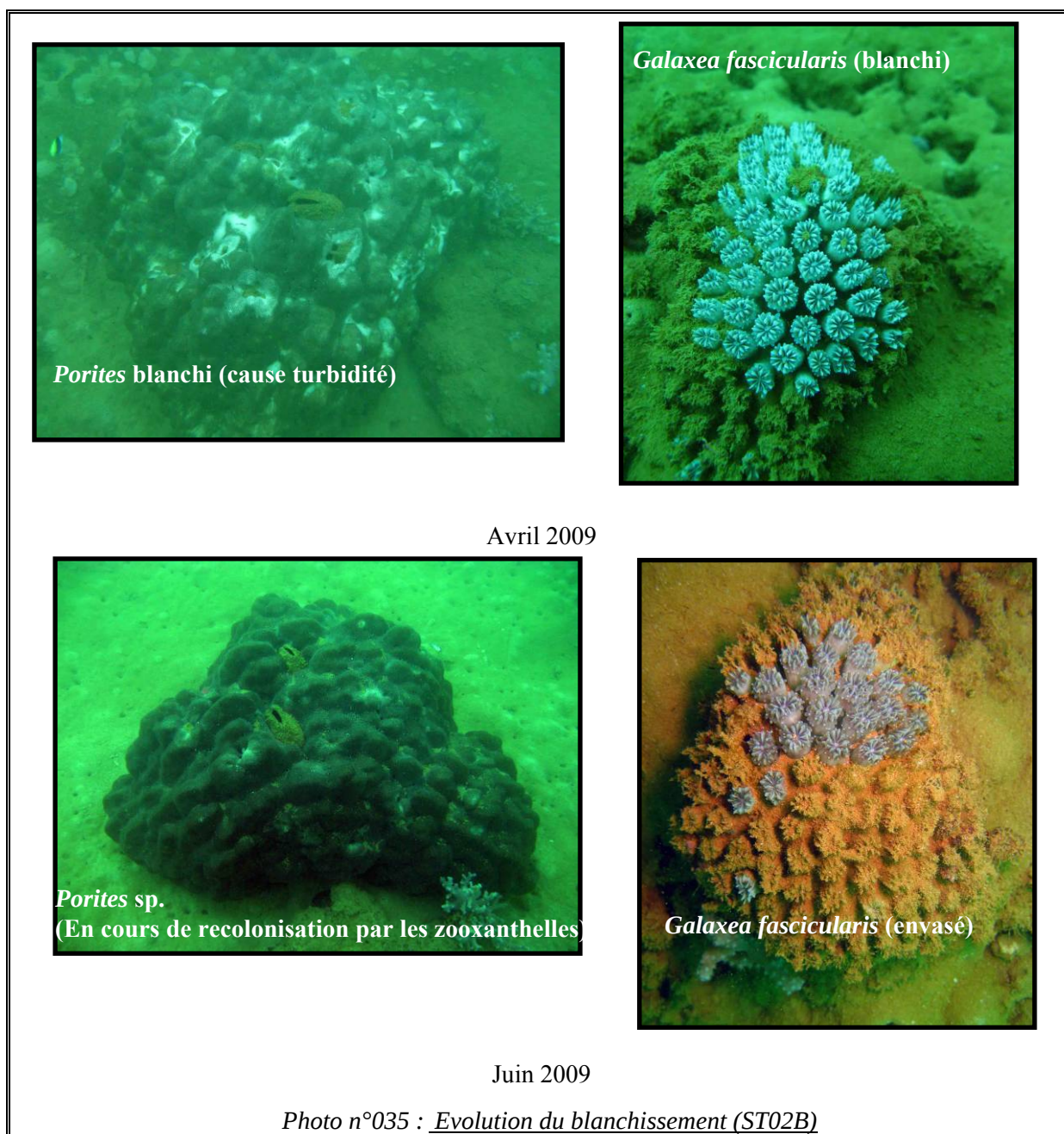
Les spongiaires (*Cliona julliinei*, *C. orientalis* et *Stellata globostellata*) ne présentent pas d'évolution. L'holothurie (*Holothuria flovomaculata*) sillonne les débris coralliens déposés sur la vase fine. Cette dernière espèce n'est recensée en Nouvelle-Calédonie que dans la baie de Prony.

5.9.4.2 Benthos Transect 02 B

5.9.4.2.1 Les Scléractiniaires (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*.

Le blanchissement pour ce niveau bathymétrique est faible, seules une colonie de *Galaxea fascicularis* et une grande colonie de *Porites* cf. *lobata* présentent des marques de blanchissement et de nécroses dont les causes sont certainement l'hyper-sédimentation.



La richesse spécifique des scléactiniaires est importante pour ce niveau bathymétrique (65 espèces) réparties préférentiellement dans les familles des Acroporidae (14 espèces), Faviidae (11 espèces), Agariciidae (5 espèces), Pectiniidae (5 espèces), Merulinidae (5 espèces) et Siderastreidae (4 espèces).

Tableau n°045 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST02B)*

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	14	5
Agaraciidae	5	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	5	2
Pocilloporidae	3	2
Poritidae	3	2
Siderastreidae	4	2
Total scléractiniaire	65	-
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	3	3
Tubiporidae	0	0
Gorgone	0	0
Antipathaire	0	0
Total coraux	68	-
dont nb. esp. blanchies (B)	0	
dont nb. esp. en cours recolonisation (C)	2	
Total esp. Latentes (D = B+C)	2	-
Blanchissement	B/A	Visuel
	0	2%

5.9.4.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST02B)

La répartition des macrophytes et des invertébrés de ce niveau bathymétrique n'a pas évoluée par rapport à la mission d'avril 2009.

Le recouvrement par les macrophytes et les alcyonaires est important. 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. A noter que le genre *Dictyosphaeria* (algue verte) n'a pas été recensé lors de cet inventaire ainsi que l'astérie du genre *Fromia*.

Les alcyonaires (*Sinularia*) ont un recouvrement moindre que pour la mission d'octobre 2008 et une colonie a été observée blanchie. Ce phénomène de blanchissement reste très marginal pour toute la station. Les alcyonaires du genre *Sarcophyton* sont toujours très bien développés et de nombreuses colonies juvéniles sont regroupées sur les substrats durs.

Tableau n°046 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST02B)

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	9	5
Algue brune	2	4
Algue rouge	1	3
Algue verte	3	3
Cyanobactérie	0	0
Anémone	0	0
Ascidies	1	2
Bryozoaire	0	0
Astérie	1	2
Crinoïde	0	0
Echinides	0	0
Holothurie	2	2
Synapse	0	0
Hydraire	1	3
Mollusque	3	2
Spongiaire	4	3
Zoanthaire	1	3
Crustacé	0	0
TOTAL	28	

5.9.5 Les poissons (ST02)

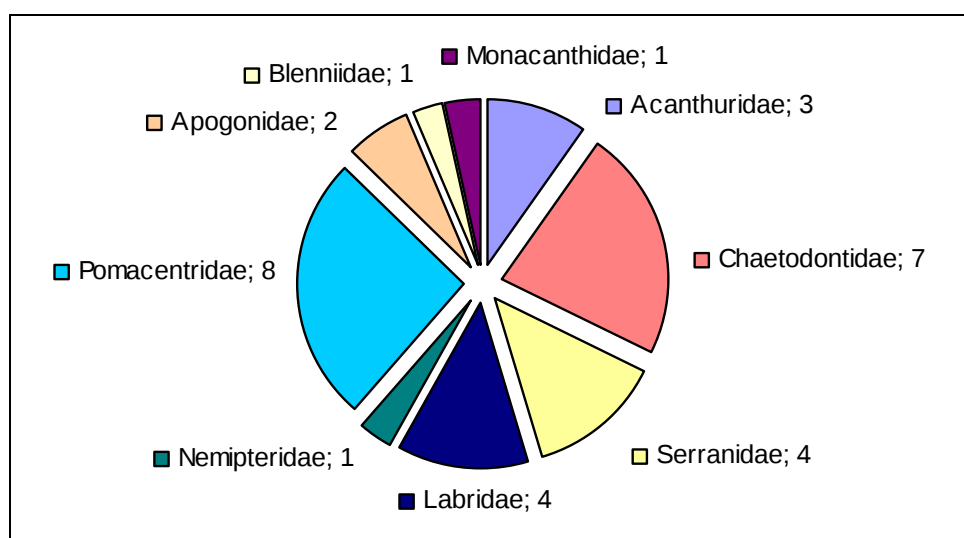
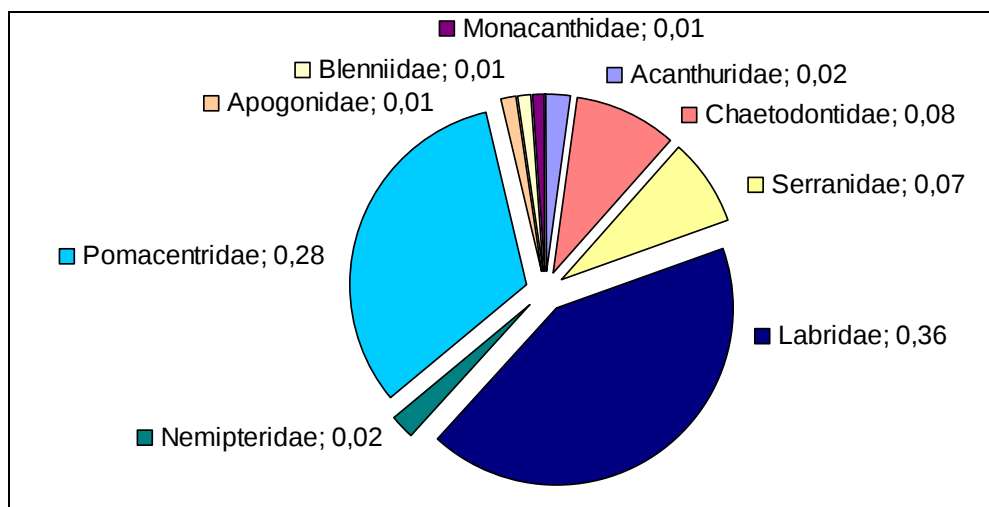
Sur l'ensemble de la station, 197 individus appartenant à 34 espèces différentes (12 familles) ont pu être observés.

Sur les deux transects, se sont 165 individus appartenant à 25 espèces différentes (9 familles) (figure 15) qui ont pu être observés. Ils représentent une densité de 0.85 poisson / m² (figure 16) pour une biomasse de 10.3 g/m².

Tableau n°047 : Poissons échantillonnés sur les transects de la zone 02

FAMILLE	ESPECE	NOMBRE	DENSITE (ind./m ²)	BIOMASSE (g/m ²)
Acanthuridae	<i>Zebrasoma veliferum</i>	2	0,02	0,23
Apogonidae	<i>Apogon doederleini</i>	7	0,01	0,02
Blenniidae	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	1	0,01	0
Chaetodontidae	<i>Chaetodon bennetti</i>	1	0,02	0,36
	<i>Chaetodon flavirostris</i>	1	0	0,23
	<i>Chaetodon lunulatus</i>	2	0,03	0,07
	<i>Chaetodon melannotus</i>	1	0,02	0,09
	<i>Chaetodon plebeius</i>	2	0	0,12
	<i>Chaetodon ulietensis</i>	2	0,01	0,08
Epinephelinae	<i>Anyperodon leucogrammicus</i>	1	0,05	3,23
	<i>Cephalopholis boenak</i>	2	0,02	0,2
Labridae	<i>Cheilinus chlorourus</i>	1	0,22	0,4

	<i>Cheilinus fasciatus</i>	1	0,05	0,26
	<i>Halichoeres (argus)</i>	1	0,01	0,7
	<i>Labroides dimidiatus</i>	4	0,08	0
Monacanthidae	<i>Oxymonacanthus longirostris</i>	2	0,01	0,02
Nemipteridae	<i>Scolopsis bilineatus</i>	6	0,02	0,52
Pomacentridae	<i>Abudefduf whitleyi</i>	20	0,01	0,06
	<i>Amblyglyphidodon orbicularis</i>	10	0,02	0,01
	<i>Chromis fumea</i>	20	0,1	0,12
	<i>Chromis margaritifer</i>	20	0,1	0,02
	<i>Chrysiptera rollandi</i>	5	0,01	0
	<i>Neoglyphidodon melas</i>	1	0,01	0,01
	<i>Neoglyphidodon nigroris</i>	2	0,02	0,01
	<i>Pomacentrus aurifrons</i>	50	0,01	3,52
TOTAL		165	0.85	10.3

Figure n°015 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST02)Figure n°016 : Densité (nb individus/m²) par famille de poissons (ST02)

La liste complète des résultats bruts est fournie [annexe 05](#).

6 Résultats généraux / Synthèse

6.1 Substrat

Les pourcentages de recouvrement du substrat, pour toutes les catégories, sont présentés dans le [tableau 65](#) en [annexe 03](#) (résultats pour tous les transects).

Le [tableau 66](#) en [annexe 03](#) et la [figure 17](#) ci-dessous, récapitulent les pourcentages de couverture du substrat aux différents transects de chaque station pour :

- la partie biotique, qui est divisée en deux groupes : les coraux scléractiniaires et le reste (c'est-à-dire : macrophytes & invertébrés avec les autres coraux),
- la partie abiotique.

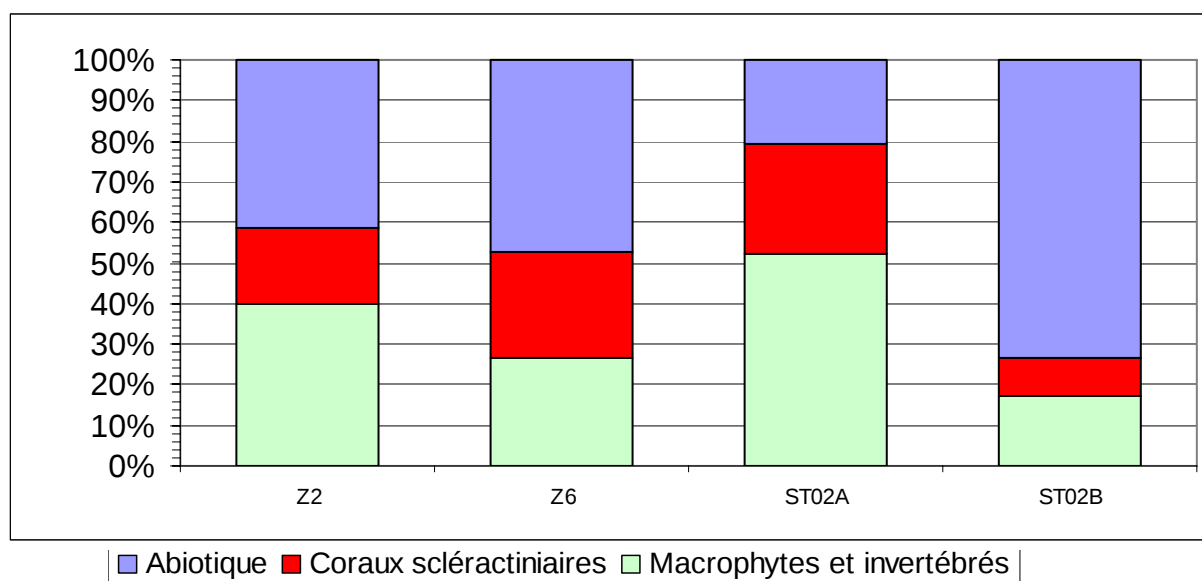


Figure n°017 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat partie biotique/abiotique

Les deux transects en zones 02 et 06 (de part et d'autre de l'embouchure du Creek baie nord) se ressemblent avec plus de 40% de substrat abiotique (respectivement 41.5% et 47.5%).

Les transects de la station 02 sont diversifiés : le transect A est recouvert par 20.5% de substrat abiotique, alors que le transect B (bas) est composé majoritairement de substrat abiotique (73.5%).

Le taux de recouvrement corallien scléractiniaire varie de 18.5 – 26% (zones 02 et 06) à 27.5% et 9.5% (transect A et B de la station 02).

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

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 67 & 68](#) en [annexe 04](#) et la [figure 18](#) 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 scléractiniaires,
- les autres coraux,

- le reste des organismes vivants, sous l'appellation « macrophytes et invertébrés ».

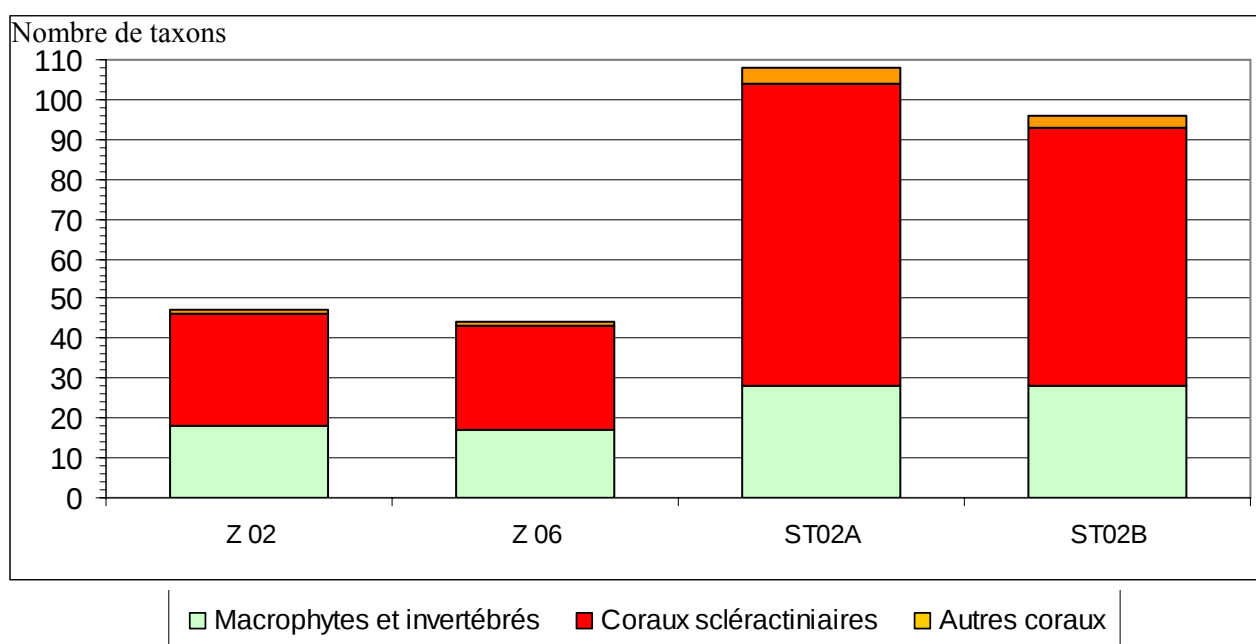


Figure n°018 : Richesse taxonomique du benthos dans les 3 groupes clés

La biodiversité corallienne est très contrastée, notamment pour les scléractiniaires dont 26 à 76 espèces différentes ont été dénombrées selon les transects.

La moyenne du nombre d'espèces coralliennes pour l'ensemble de la zone est de 49 taxa.

6.2.1 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 de dégradation.
- Dans toutes les zones prospectées, seuls quelques alcyonaires du genre *Sarcophyton* et *Sinularia* des zones 2 et 6 présentent des marques de blanchissement (ces derniers sont en cours de réintégrer leurs zooxanthelles).
- Les macrophytes ne présentent aucune marque de dégradation.
- Présence de *Culcita novaeguineae*** (zones 2, 3, 4, 5, et 7).
- Présence de cyanobactéries** (zones 3, 4, 5, 6, 7 et 8).

6.2.2 Les communautés coralliennes

Les principales caractéristiques des communautés coralliennes pour toutes les zones prospectées, sont résumées ci-dessous :

- 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.
- 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 (embouchure 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 (taux de mortalité faible).
- Bien que les récifs coralliens fassent partie des écosystèmes les plus vulnérables au monde, les coraux scléractiniaires 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 un court terme.

6.3 Ichtyologie

6.3.1 Pour toutes les zones (hors transects)

La liste de tous les poissons observés est donnée en [annexe 05](#).

Les données n'étant pas issues de séries statistiques les comparaisons sont nécessairement entachées de subjectivité.

Il semble donc que la richesse spécifique augmente entre avril et juin sur toutes les zones observées (de 62 à 98 espèces différentes) (cf. [figure 19](#)).

Il n'y a que 41 espèces en commun entre avril et juin (cf. [figure 19](#)).

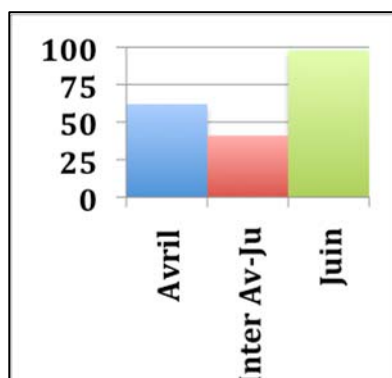


Figure n°019 : Richesse spécifique « poisson » pour toutes les zones, sur les 2 missions

6.3.2 Pour les transects en Z02 et Z06

6.3.2.1 Comparaison dans l'espace

La comparaison de ces deux transects situés de part et d'autre de l'embouchure du creek n'est pas très informative. Les données n'étant pas issues de séries statistiques les comparaisons sont nécessairement entachées de subjectivité.

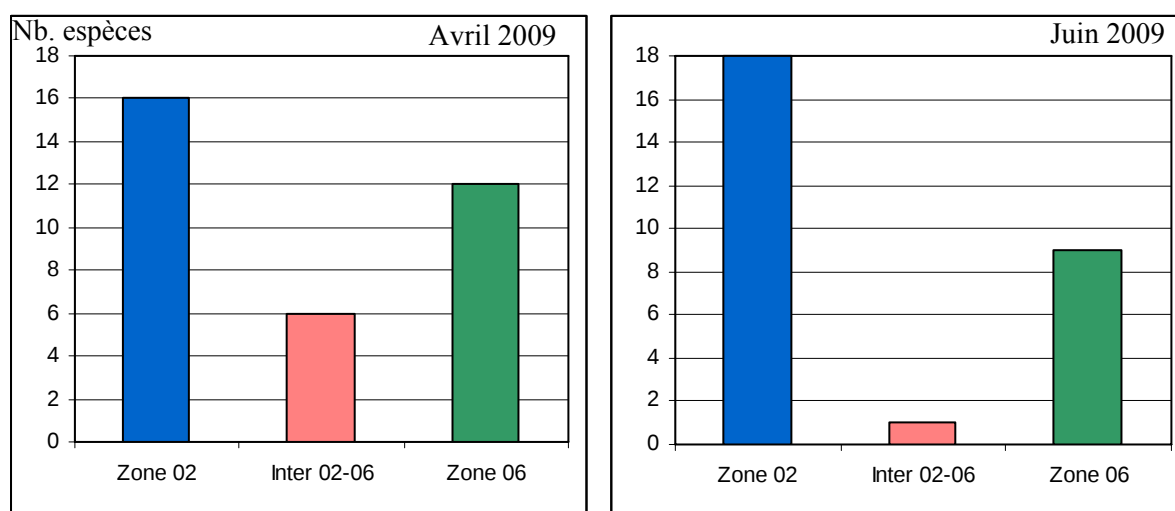


Figure n°020 : Homogénéité qualitative entre zones 02 et 06 (« poisson » entre avril et juin)

Il semble donc que les biomasses (des espèces autres que celles dont la présence est influencée par la présence du plongeur) et les densités soient voisines, peut-être un peu plus fortes en zone 02 (nord de l'embouchure) qu'en zone 06.

Il n'y a, quoi qu'il en soit, que 6 espèces en commun en avril entre les zones 02 et 06 et 1 seulement en juin (cf. [figure 20](#)).

6.3.2.2 Comparaison dans le temps

La comparaison des deux transects n'est pas très informative. Les données n'étant pas issues de séries statistiques les comparaisons sont donc ici aussi nécessairement entachées de subjectivité.

Il semble donc que les biomasses et les densités soient voisines, d'autant que l'évolution semble être inverse en zone 02 où elle augmente en juin et en zone 06 où elle diminue.

Il n'y a que 3 espèces communes entre avril et juin en zone 02 et 1 en zone 06 (cf. [figure 21](#)).

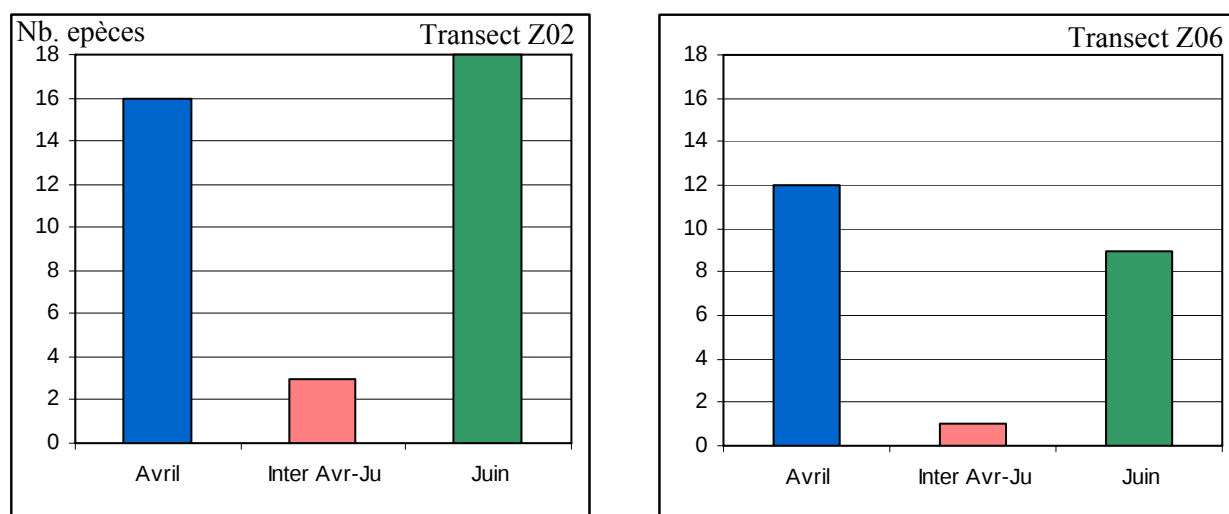


Figure n°021 : Homogénéité qualitative dans le temps (« poissons » entre zones 02 & 06)

6.3.3 Pour la station 02

Cette station semble présenter une certaine stabilité dans la richesse spécifique avec 31 espèces en avril et 34 en juin (et 15 en commun) (cf. [figure 22](#)).

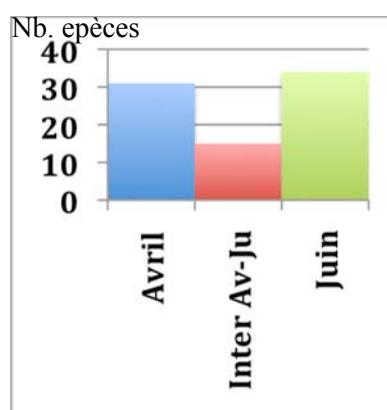


Figure n°022 : Homogénéité qualitative dans le temps (« poissons », station 02)

Les résultats obtenus sur cette station depuis 2007 sont résumés dans le [tableau 48](#).

Les coefficients de variations ($CV = \sigma / \mu$) établis pour les 3 paramètres biologiques (biodiversité, densité et biomasse) sur les valeurs réduites des 3 années successives sont (nettement) < 1 ce qui signifie en d'autres termes que les valeurs prises par ces paramètres peuvent être considérées comme stables sur cette période.

Tableau n°048 : Synthèse des données ichthyologiques de la station 02

	Biodiv	Dens/m2	Biom g/m2
2007	28	0,7	6,8
2008	26	0,6	17,0
2009 avril	25	0,5	12,4
2009 juin	24	0,5	13,2
σ	1,71	0,10	4,21
μ	25,75	0,58	12,35
CV	0,07	0,17	0,34

Ce tableau prend en compte le fait que certaines espèces dont la présence ou le nombre est opportuniste et biaise la comparaison ont été retirées.

Ce sont par exemple :

- *Pomacentrus aurifrons*. L'effectif de cette espèce varie au cours des années de 30 ind. à 600 ind. Cette différence n'a pas d'autre explication que le hasard de la dynamique des populations de cette espèce. Mais la prise en compte de ces valeurs si différentes, change lourdement les densités. Il en va de même avec presque toutes les espèces de Pomacentridés ou d'Apogon.
- La présence fortuite d'un *Lethrinus harak* ou d'un *Naso unicornis* ou encore d'un *Cromileptes altivelis* rehausse considérablement la biomasse et selon la distance à laquelle l'individu en question se positionne par rapport à la ligne du transect, il apporte au résultat de la biomasse/m² une source de variation considérable ce qui enlève toute signification intéressante aux résultats.
- La présence d'un gros *Plectropomus leopardus* qui est, depuis des années, stable sur le site, mais reste classiquement près ou dans un massif corallien situé en limite de visibilité au voisinage de la radiale de 12 m.

7 Comparaison avec les données historiques

Les différentes zones que nous avons prospectées au cours de cette mission l'avaient déjà été une 1^{ère} fois en avril 2009.

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

Par ailleurs, la ST02 fait partie des 11 stations du réseau de surveillance du projet.

De ce fait, elle a déjà été échantillonnée 4 fois depuis 2007 (août 2007, octobre 2008, avril 2009 et juin 2009).

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 la station 02, les deux campagnes de 2007 et 2008 pour étudier le substrat avaient été réalisées à un intervalle long (un an), dans des conditions climatologiques opposées et par des opérateurs différents en 2007 et 2008. Entre la mission de 2008 et celle-ci, il y a moins de 6 mois et ce sont les mêmes opérateurs.

Pour les autres transects (zones 02 & 06), il y a environ 2.5 mois entre les deux missions de 2009, qui ont été par ailleurs réalisées par les mêmes observateurs.

Pour suivre une évolution globale, nous avons comparé les résultats (en pourcentage de recouvrement) des fonds biotiques (en deux groupes : les coraux scléractiniaires et les autres organismes vivants, rangés sous le terme de « macrophytes et invertébrés ») et des fonds abiotiques (cf. [tableaux 49](#) et [50](#)).

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

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.

Il y a par contre beaucoup plus d'algues en juin, ce qui fait les résultats de ce LIT (juin 2009) rejoindre quasi à l'identique ceux de la campagne d'octobre 2008.

Zones 02 & 06

Il n'y a pas de fluctuation pour la zone 02 et une légère baisse du pourcentage biotique pour la zone 06 en juin 2009, qui est essentiellement due à une présence moindre des algues sur cette station.

En définitive, le transect B de la station 02 est stable depuis le début des campagnes, comme la zone 02.

La station 02 a subi des variations (algues) d'une campagne à l'autre, mais avec un réel équilibre entre octobre 2008 et juin 2009. La zone 06 a aussi évolué entre avril et juin 2009, en ayant moins d'algues, au contraire de la ST02A, qui en a plus.

Les algues sont donc un facteur important de variations. Cependant, les causes de leurs fluctuations ne semblent pas être liées qu'à la saisonnalité.

Il serait intéressant de pouvoir approfondir les connaissances sur ce groupe.

7.2 Benthos

7.2.1 Généralités

Le benthos a été étudié par le même opérateur et selon la même méthode en 2007, 2008 et 2009 mais avec un intervalle de un an puis de 6 mois et enfin 2.5 mois et 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 51 et 52](#)) :

- macrophytes et invertébrés,
- coraux scléractiniaires,
- autres coraux.

Dans le rapport présentant les résultats de la campagne de 2008 [14], les résultats entre 2008 et 2007, étaient majoritairement à la hausse. La campagne de 2008 avait permis d'échantillonner beaucoup plus d'espèces, par rapport à 2007, et ce aussi bien dans le groupe des « macrophytes et invertébrés » que dans celui des coraux scléractiniaires.

Cette augmentation avait deux causes « humaines » :

- une progression de l'expertise de l'opérateur,
- un effort d'échantillonnage plus important : pour la présente campagne (octobre 2008), nous nous étions attachés à déterminer plus précisément la richesse corallienne : lorsque l'identification à l'espèce n'était pas réalisable, le nombre d'espèces dans un même genre avait été dénombré (cf. tableau richesse spécifique « sp. ou spp.»).

De plus, la richesse spécifique avait également augmenté naturellement, car le nombre de colonies juvéniles était important.

Même si l'augmentation est moindre, elle était encore là entre 2009 (avril) et 2008, pour les « macrophytes et invertébré » et surtout pour les « coraux scléractiniaires ».

Entre les deux campagnes de 2009 : cette augmentation se maintient pour la ST02A (macrophytes et coraux) et pour la zone 02 (macrophytes) ; la ST02B est stable et la zone 06 comprend 3 taxons de macrophytes en mois (algues).

Les évolutions pouvant être perçues par le LIT ou par la richesse taxonomique des différentes zones sont semblables.

Tableau n°049 : Taux de recouvrement du substrat selon les missions, depuis 2007 (%) (ST02)

	2007		2008		Avril 2009				Juin 2009			
	ST02A	ST02B	ST02A	ST02B	Z02 A	Z06 A	ST02A	ST02B	Z02 A	Z06 A	ST02A	ST02B
Macrophytes et invertébrés	45,5	33	52,5	15	39	38	32,5	17	40	26,5	52	17
Coraux scléactinaires	42	11,5	27,5	11	14,5	20,5	33	9,5	18,5	26	27,5	9,5
Abiotique	12,5	55,5	20	74	46,5	41,5	34,5	73,5	41,5	47,5	20,5	73,5

Tableau n°050 : Evolution du taux de recouvrement du substrat, selon les missions, depuis 2007 (%) (ST02)

	2008 vs 2007		Avril 2009 vs 2008		Juin 2009 vs avril 2009			
	ST02A	ST02B	ST02A	ST02B	Z02 A	Z06 A	ST02A	ST02B
Macrophytes et invertébrés	7	-18	-20	2	1	-11,5	19,5	0
Coraux scléactinaires	-14,5	-0,5	5,5	-1,5	4	5,5	-5,5	0
Abiotique	7,5	18,5	14,5	-0,5	-5	6	-14	0

Code couleur :

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

Tableau n°051 : *Richesse taxonomique du benthos, selon les missions, depuis 2007 (ST02)*

	2007		2008		Avril 2009				Juin 2009			
	ST02A	ST02B	ST02A	ST02B	Z02 A	Z06 A	ST02A	ST02B	Z02 A	Z06 A	ST02A	ST02B
Macrophytes et invertébrés	21	19	21	21	15	20	25	27	18	17	28	28
Coraux sléractinaires	41	34	54	60	29	25	71	64	28	26	76	65
Autres coraux	3	2	4	3	1	1	4	3	1	1	4	3
Richesse taxonomique totale	65	55	79	84	15	20	100	94	18	17	28	28

Tableau n°052 : *Evolution de la richesse taxonomique du benthos, selon les missions, depuis 2007 (gain/perte en taxa) (ST02)*

	2008 vs 2007		Avril 2009 vs 2008		Juin 2009 vs avril 2009			
	ST02A	ST02B	ST02A	ST02B	Z02 A	Z06 A	ST02A	ST02B
Macrophytes et invertébrés	0	2	4	6	3	-3	3	1
Coraux sléractinaires	13	26	17	4	-1	1	5	1
Autres coraux	1	1	0	0	0	0	0	0
Richesse taxonomique totale	14	29	21	10	2	-2	8	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 Diversité corallienne

La richesse spécifique totale des coraux (scléractinaires et autres) est donnée dans le [tableau 53](#), par zones de prospection et pour les deux campagnes : d'avril et de juin.

Tableau n°053 : *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	ST2	
	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	5m	2m	ST 2A 9m	ST2 B 11m
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

On peut noter une légère augmentation de la richesse spécifique à la mission de juin par rapport à la mission d'avril 2009.

Cependant, celle-ci peut être due aux artefacts de la détermination sous l'eau : impossibilité de déterminer au genre *in situ* pour beaucoup d'espèces, colonies « cachées », de petites tailles, mobiles (comme les Fungiidae), visibilité, etc.

En effet, 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 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 préserver l'environnement et de faire un état des lieux de la zone d'étude, l'inventaire des espèces est réalisé essentiellement sous l'eau (tous les genres coralliens peuvent être déterminés directement dans leur milieu). Afin d'avoir un inventaire le plus exhaustif possible, les espèces posant un problème à la détermination sont notées « sp. » et le nombre d'espèce est 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. Il peut arriver qu'une espèce soit confondue avec une autre.

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, ...).

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.

7.3 Blanchissement

Le blanchissement a été calculé de deux manières :

- Au niveau spécifique : pour chaque espèce, celle présentant des colonies blanches 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 ;
- Au niveau du recouvrement : sur toutes les zones, une estimation visuelle des colonies (toutes espèces confondues) blanches par rapport au recouvrement total en coraux a été réalisée et exprimée en pourcentage.

Niveau spécifique

Le nombre d'espèces blanches (les colonies sont de couleur blanche mais leurs polypes sont encore présents) est donné dans le [tableau 54](#), par zones de prospection et pour les deux campagnes : d'avril et de juin (ligne B).

Il faut noter que lors de la campagne de juin, des colonies sont en cours de recolonisation par les zooxanthelles (couleur pâle). Les colonies de cette espèce présente de grande chance de survie. Elles sont différenciées en ligne B.

La ligne C donne le total des espèces présentant des signes distinctifs d'un état de stress (couleur blanche ou pâle) = état de latence.

Tableau n°054 : Nombre d'espèces coralliennes influencées par le blanchissement, par zones et périodes

	Zone 1	Zone 2		Zone 3	Zone 4	Zone 5	Zone 6		Zone 7	Zone 8	TA Z2	TA Z6	ST2	
	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	5m	2m	ST2 A 9m	ST2 B 11m
Avril B	0	65	21	23	29	3	29	18	24	28	15	10	2	3
Juin B	0	8	7	4	0	2	0	5	3	11	1	0	2	0
C	1	24	7	17	23	6	26	21	34	19	6	14	5	2
D	1	32	14	21	23	8	26	26	37	30	7	14	7	2
Var	1	-33	-7	-2	-6	5	-3	8	13	2	-8	4	4	-2

« B » Les colonies sont de couleur blanche mais les polypes sont encore vivants.

« C » Les colonies sont de couleur pâle et les polypes sont encore vivants.

« D » = B+C : Total des espèces présentant des signes distinctifs d'un état de stress (couleur blanche ou pâle) = état de latence.

« Var » Variations entre les espèces blanches (B) en avril et celles en latence (D) en juin 2009.

Les espèces encore blanches se retrouvent principalement dans les zones où la dessalure est la plus importante (embouchures de creeks et de rivière). Quelques espèces sont relativement sensibles et se retrouvent blanches quasiment dans toutes les zones (*Montipora* spp., *Acropora* spp. et *Anacropora* spp.). Bien que le taux de survie soit conséquent, certaines colonies n'ont pas résistées à la phase de latence et dans les milieux présentant une turbidité importante, ces colonies se sont faites recouvrir par les sédiments. Cependant la mortalité corallienne demeure faible.

Le blanchissement n'est plus réparti par patch, la plus grande partie 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). Désormais les colonies totalement blanchies sont disséminées de manière hétérogène sur les récifs.

Toutes les colonies blanches ou pâles ont encore leurs polypes. Si les polypes ne sont plus présents, la colonie est rapidement envahie par du gazon algal et/ou recouverte par les sédiments. Les colonies étant recolonisées par les zooxanthelles présentent de grande chance de survie. Même les colonies de *Seriatopora hystrix* qui paraissaient ne plus avoir de polypes (polypes de très petite taille) sont recolonisées par les zooxanthelles. Il faut noter que certaines espèces dont le blanchissement était faible ont totalement réintégré leurs zooxanthelles. Ces espèces ne sont plus considérées en état de latence.

Le blanchissement n'affecte pas toutes les colonies d'une même espèce. Cependant les familles les plus influencées par le blanchissement sont les Acroporidae, les Pocilloporidae et les Oculinidae.

En faisant le rapport entre le nombre d'espèces influencées par le blanchissement ([tableau 54](#)) sur le nombre total d'espèces inventoriées par zone ([tableau 53](#)) on obtient le taux de blanchissement spécifique. Il est présenté (en pourcentage) dans le [tableau 55](#) par zones de prospection et pour les deux campagnes d'avril et de juin 2009.

Tableau n°055 : Taux de blanchissement au niveau spécifique, par zones et périodes

	Zone 1	Zone 2		Zone 3	Zone 4	Zone 5	Zone 6		Zone 7	Zone 8	TA Z2	TA Z6	ST2	
	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	5m	2m	ST2 A 9m	ST2 B 11 m
Avril C/A	0	89%	32%	32%	38%	4%	45%	25%	35%	37%	50%	39%	3%	5%
Juin C/A	0%	11%	10%	5%	0%	3%	0%	7%	4%	14%	3%	0%	2%	0%
D/A	100%	42%	20%	29%	30%	11%	41%	36%	51%	38%	24%	52%	9%	3%

La majorité des colonies influencées par le blanchissement sont en cours de recolonisation par les zooxanthelles. C'est-à-dire que d'une manière générale leur état de santé est meilleur que pour la campagne précédente.

Le taux de blanchissement confirme la diminution générale des espèces coralliennes influencées par le stress (cf. espèces blanchies en diminution générale, C/A). Cependant certaines zones (Zone 1, Zone 05, Zone 07, Zone 06-TA et Z6 « 6 à 16 m », ST2A et Zone 8) voient leur taux de colonies influencées par le blanchissement augmenter (cf. espèces en latence, D/A). Cette augmentation du nombre d'espèces influencées par le blanchissement concerne les zones éloignées du Creek baie nord où les zones avaient auparavant un taux spécifique de blanchissement faible.

Les zones 7 et 8 (témoins) sont situées respectivement dans la baie du Port et à l'embouchure du Carénage. Elles sont éloignées du Creek baie nord dont les eaux ne peuvent pas avoir de connectivité avec les eaux de ces stations. L'augmentation du taux de blanchissement spécifique de la zone 7 a une correspondance avec l'apport d'eau douce de la rivière à proximité et peut avoir une correspondance avec la proximité du port et la présence de cyanobactéries et de *Culcita*. Ces résultats sont à comparer avec ceux de la station de suivi du port de Goro qui présente également une prolifération de cyanobactérie et la présence de l'astérie *Culcita*.

Le phénomène est difficilement explicable cependant deux hypothèses pourraient être mise en avant : Un blanchissement corallien naturel est indéniable dans l'ensemble des récifs de la baie de Prony (température, précipitation, dessalure, turbidité, ...) et particulièrement aux embouchures des creek qui

charrient de l'eau douce et des particules en suspension. Les récifs ont été influencés selon un gradient d'éloignement par rapport aux creeks et rivières et plus particulièrement sur le Creek baie nord.

L'acide sulfurique aurait-il pu avoir une influence supplémentaire sur le blanchissement des communautés coralliennes ? 1) dans un premier temps et majoritairement sur les récifs à proximité du Creek baie nord et 2) dans un second temps sur les récifs légèrement éloignés du Creek baie nord (Zone 05, Zone 06 et ST2A).

A) La baisse du pH dans l'eau de mer a pu avoir une influence directe et indirecte par rapport au blanchissement corallien : conséquence directe 1) un stress corallien impliquant un blanchissement supplémentaire aux phénomènes naturels. Les colonies aux pourtours proches du Creek baie nord ont expulsé leurs zooxanthelles au contact du panache (eau douce turbide et acide).

Et les conséquences indirectes 2) une mortalité accrue du zooplancton et phytoplancton (nourriture des coraux) impliquant une augmentation des éléments nutritifs dissous et particuliers dans l'eau entraînant par la suite une prolifération de cyanobactéries (quelques jours voir semaine plus tard). La présence d'astérie *Culcita* a été constatée dans ces zones mais n'a pas de lien avec la baisse du pH de l'eau de mer.

B) Une autre hypothèse possible est que les récifs les plus proches du Creek baie nord ont été massivement influencés par l'accident d'acide du 1 avril 2009 (gradient d'éloignement par rapport au creek). Leur taux de blanchissement spécifique étant déjà très élevé (celui-ci ne pouvait que diminuer) alors que les zones éloignées du creek avaient ce taux plutôt faible. Face à une perturbation généralisée et naturelle (phénomène Niña), le nombre d'espèces influencées par le blanchissement des stations déjà très fortement impactées ne pouvait que descendre alors que celui des stations éloignées a augmenté car les colonies étaient faiblement influencées au départ.

Niveau recouvrement

Le taux de blanchissement en recouvrement par estimation visuelle est donné dans le [tableau 56](#) (en pourcentage) et est reporté sur la [carte 14](#) (échelle de 1 à 10).

Tableau n°056 : Taux de blanchissement au niveau du recouvrement -estimation visuelle- par zones et périodes

	Zone 1	Zone 2		Zone 3	Zone 4	Zone 5	Zone 6		Zone 7	Zone 8	TA Z2	TA Z6	ST2	
	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	5m	2m	ST2 A 9m	ST2 B 11m
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%

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).

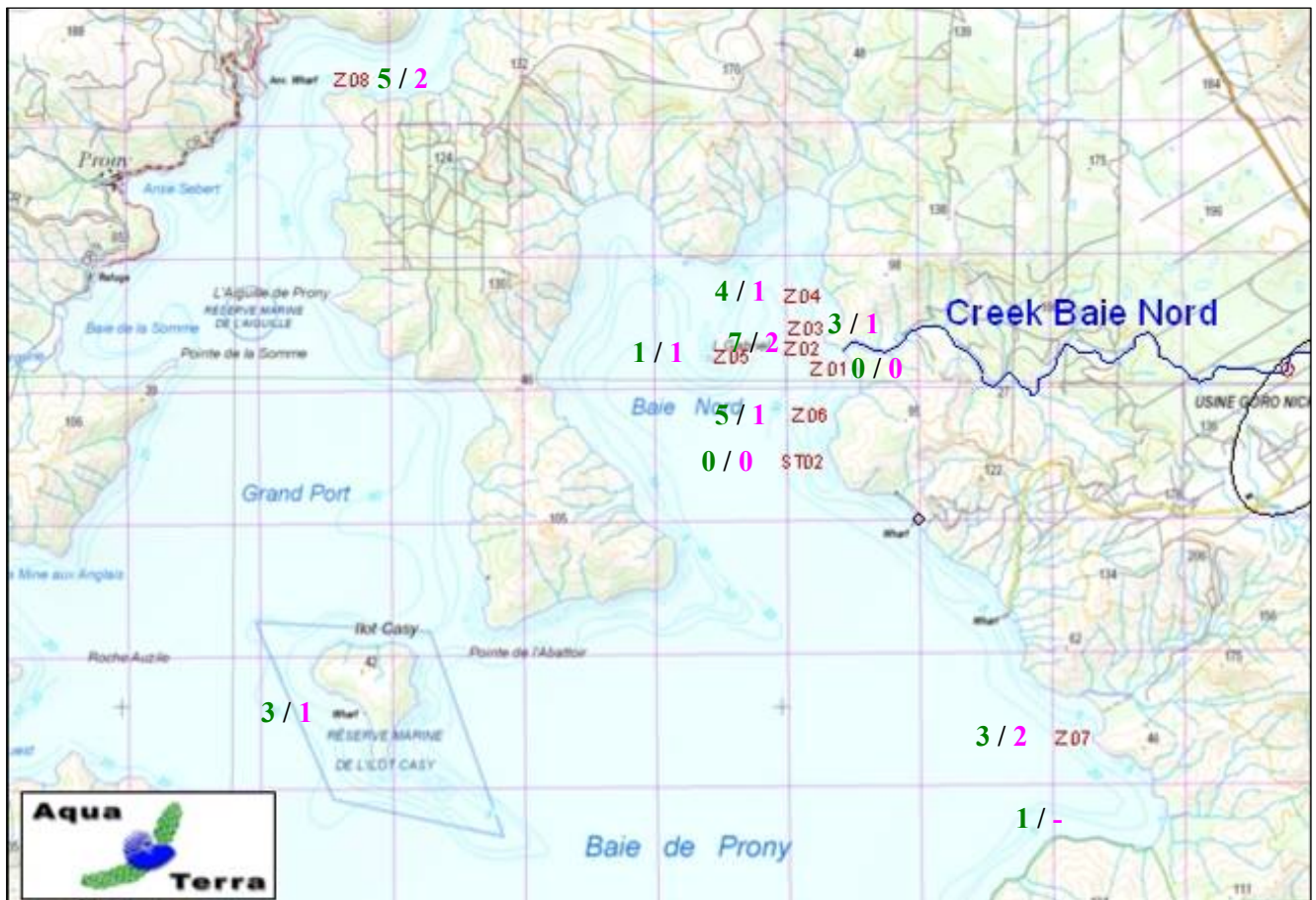
Au vu de nos observations, ce phénomène de diminution généralisée n'est pas imputable à la mort des colonies (mortalité faible), mais bien, à la réintégration des zooxanthelles dans les polypes des colonies.

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 individus au sein même d'une espèce (**variation intra spécifique**).

Quelques espèces ne sont plus affectées par le blanchissement dans aucune zone (*Astreopora gracilis*, *Astreopora listeri*, *Montipora cf. stellata*, *Leptoseris hawaiiensis*, *L. mycetoseroides*, *L. scabra*, *Pavona venosa*, *Stylocoeniella guentheri*, *Turbinaria peltata*, *T. reniformis*, *Cyphastrea japonica* et *Cyphastrea serailia*, *Favites halicora* et *Favites abdita*, *Leptastrea purpurea*, *Ctenactis sp.*, *Lithophyllum edwardzi*, *Polyphyllia talpina*, *Acanthastrea echinata*, *Scolymia australis*, *S. vitiensis*, *Oxypora glabra*, *Alveopora sp.*,

Goniopora sp., *Porites cylindrica*, *Porites nigrescens*, *Coscinareae columna*, *Coscinareae exesa*, *Psammocora contigua*).

Bien que les récifs coralliens fassent partie des écosystèmes les plus vulnérables au monde, les coraux scléractiniaires 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 (ce qui cause l'expulsion des zooxanthelles) mais leur capacité à reprendre vitalité est importante si le phénomène perturbateur ne dure pas trop longtemps.



Carte n°014 : Blanchissement corallien (estimation visuelle), sur une échelle de 10
Vert = avril 2009 et mauve = juin 2009

La [figure 23](#) récapitule l'évolution du blanchissement corallien, tant au niveau du recouvrement qu'au niveau spécifique, pour toutes les zones et pour les deux missions de 2009.

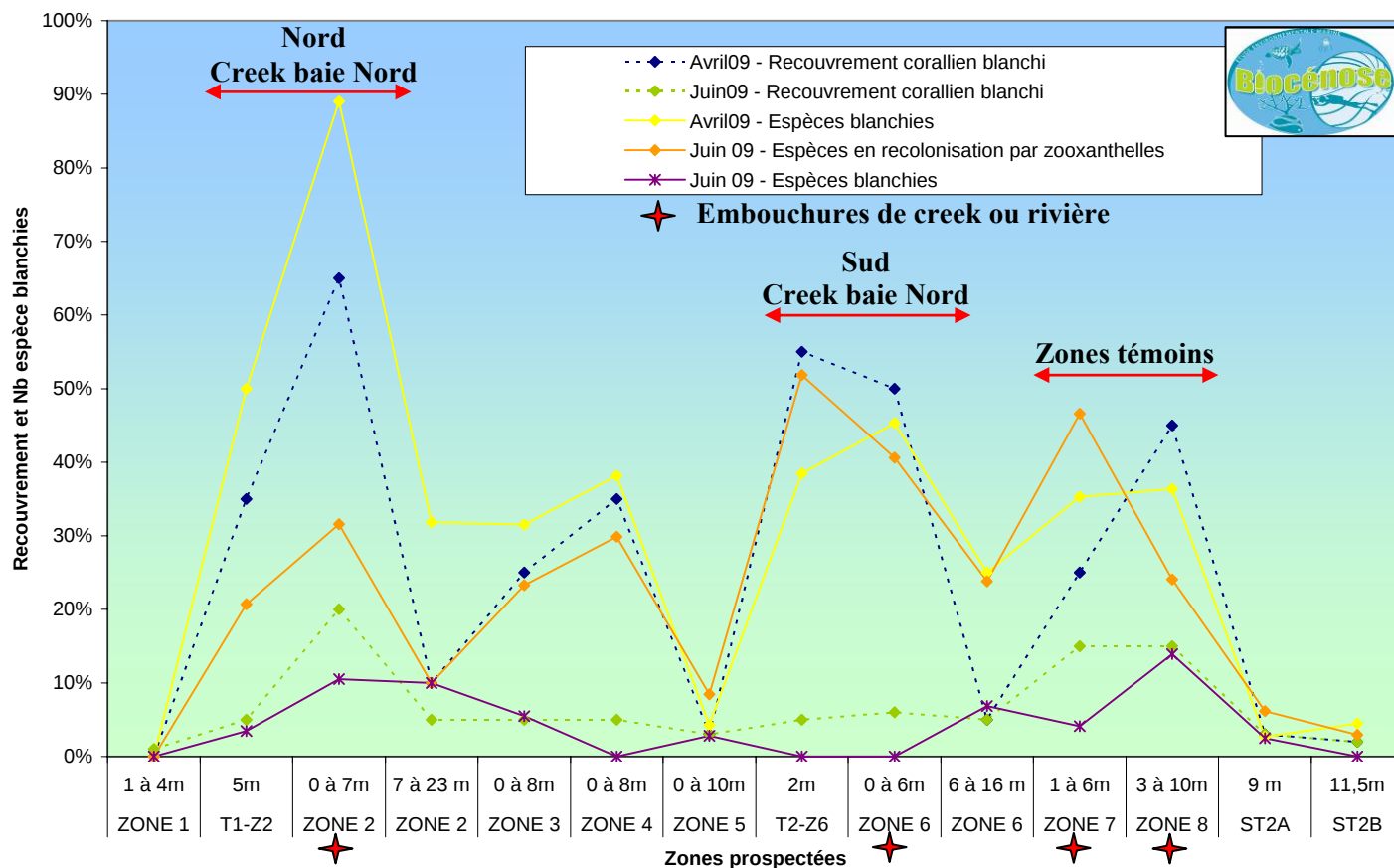


Figure n°023 : Blanchissement corallien en recouvrement et espèces, mission avril – juin 2009

7.4 Ichtyologie

Les résultats peuvent être traités de deux manières :

- à partir des données quantitatives (densité, biomasse),
- à partir des données qualitatives (biodiversité).

Données quantitatives

Les données quantitatives obtenues sur les poissons sont trop entachées de biais dus aux comportements des poissons pour être véritablement heuristiques.

Les données des transects (cf. [tableaux 19, 35, 47](#)) laissent une impression de stabilité.

Si l'on considère tous les transects d'avril d'une part et ceux de juin d'autre part, comme des répliqués sur cette zone on peut se permettre un test t sur les moyennes :

Tableau n°057 : Densité et biomasse, ichthyologiques, par mission et zone

Avril	Z2	Z6	ST02	moy
den	0,96	0,65	0,84	0,82
bio	10,66	3,10	39,02	17,59
Juin	Z2	Z6	ST02	moy
den	1,25	0,40	0,85	0,83
bio	11,98	2,47	10,30	8,25

En considérant uniquement les zones 02 et 06 :

$$t_{\text{den}} = 0,045$$

$$t_{\text{biom}} = 0,063$$

$$\text{avec } t_{0,95} = 6,314$$

En considérant les zones 02, 06 et ST02 :

$$t_{\text{den}} = 0,146$$

$$t_{\text{biom}} = 2,022$$

$$\text{avec } t_{0,95} = 2,920$$

Ainsi, bien que les valeurs changent du simple au triple, elles sont au regard du test toutes semblables. Il n'y a pas de différence entre les valeurs de densité et de biomasse obtenues en avril et en juin.

Certes on peut incriminer le nombre de réplicats et penser qu'en l'augmentant, on pourrait alors faire apparaître comme significatives de telles différences. Le calcul montre cependant que compte tenu de la valeur du coefficient de variation des densités il faudrait 76 réplicats pour avoir 90 % de chance de faire apparaître comme significatif un écart de 10 % (et 20 de plus pour un écart de 20 %).

En ce qui concerne la biomasse il en faudrait 2404 et encore 600 pour juger un écart de 20%.

Les biais comportementaux entraînent de telles variations de ces paramètres « poissons » qu'il est illusoire de vouloir s'en servir comme indicateurs de milieu.

En revanche, la nature des espèces présentes et les variations de cette biodiversité sont beaucoup plus heuristiques.

Données qualitatives

Si on considère les données brutes de biodiversité (nombre d'espèces communes ou non communes sur les différentes stations et/ou aux différentes périodes) (reprises dans le [tableau 58](#)), on peut en première approche faire un test d'homogénéité (test de χ^2) ([tableau 59](#)).

Tableau n°058 : Nombre d'espèces pisicoles communes ou non sur les différentes stations et/ou aux différentes périodes

La ligne « inter » donne le nombre d'espèces en commun entre le lot 1 et le lot 2

	Fig10a	Fig10b	Fig11a	Fig11b	Fig16	Fig9
Lot 1	16	18	16	12	34	98
inter	6	1	3	1	15	41
Lot 2	12	9	18	9	31	62
Total	34	28	37	22	80	201

Tableau n°059 : Test de χ^2 (ichthyologie)

	ddl	χ^2 obs	χ^2 95%
sur les 4 premières colonnes	6	9,83	12,6
sur les 5 premières colonnes	8	10,65	15,5
sur les 6 premières colonnes	10	13,05	18,3

Celui-ci donne des résultats homogènes, ce qui peut se traduire par le fait qu'il n'y a pas plus de variations du peuplement dans l'espace (sud ou nord du Creek) que dans le temps (avril ou juin) et cela quelle que soit l'échelle spatiale (la radiale, la zone, la baie) considérée.

La baie nord est donc une baie homogène qui a subi un traumatisme d'intensité différente selon les zones au regard des différences de valeur des biodiversités α résumées dans le [tableau 60](#).

Tableau n°060 : *Biodiversités α de la faune ichthyologique*

ZONES	DATES	BIO α	VAR %
Z1	Avril	7	43
	juin	10	
Z2	Avril	15	213
	juin	48	
Z3	Avril	18	-29
	juin	12	
Z4	Avril	23	117
	juin	50	
Z5	Avril	27	133
	juin	63	
Z6	Avril	25	44
	juin	36	
Z7	Avril	13	-31
	juin	9	
Z8	Avril	10	50
	juin	15	
Tr Z2	Avril	16	13
	juin	18	
Tr Z6	Avril	12	-25
	juin	9	
Tr St02	Avril	31	10
	juin	34	
TOTAL BAIE	Avril	62	58
	juin	98	
MOYENNE	Avril	17,9	55
	juin	27,8	

A trois exceptions près, quelque niveau spatial ou site que l'on considère montre une augmentation de la biodiversité : de 10% à plus de 200 %.

Les exceptions sont :

- La zone 3, mais elle est sujette en juin à invasion de cyanobactéries ;
- La zone 7, mais c'est une zone de référence et finalement avec une biodiversité très faible, si bien que l'on peut se poser la question de savoir si 13 puis 9 ne traduit pas une stabilité de la zone ;
- Le transect de la zone 6, où, comme précédemment, la valeur de la biodiversité, compte tenu de son faible niveau (12 puis 9) peut être considérée comme stable.

Sur l'ensemble de la baie le nombre d'espèces observées en juin est près de 60 % plus élevé qu'en avril. La cause peut être un réel repeuplement ou plus vraisemblablement un changement de comportement.

Si on observe ces variations à l'échelle de la famille, toutes les familles ont vu augmenter le nombre d'espèces qui les représente, certaines plus considérablement que d'autres.

Ainsi :





- Parmi les Chaetodontidae, l'augmentation n'est pas spectaculaire, ce qui semble indiquer que quelle que soit la cause de la perturbation, celle-ci n'était pas létale pour les coraux ;
- Les espèces cryptiques ou à activité nocturne, comme les Apogons, les Blennies ou encore les Holocentridae sont apparues. Il y a fort à penser qu'ils étaient présents en avril et demeuraient cachés. Sur ce même registre les Pomacentridés sont considérablement plus présents en juin qu'ils ne l'étaient en avril ;
- Les piscivores ont doublé (Epinephelins) ou plus que doublé pour les Lutjanidés ;
- Absents en avril, les fouisseurs (Mullidés) sont apparus en grand nombre en juin ;
- Les benthophages (Labridés) se renforcent et les microbenthophages (Pinguipedidés) apparaissent dans les comptages ;
- Parmi les Acanthuridés, ce sont par exemple des espèces planctonophages qui apparaissent. Dans le détail, ce sont aussi des planctonophages qui en majorité, grossissent les rangs des Pomacentridés. Notons que les Apogons et les Holocentridés sont également planctonophages. Cette précision sur les planctonophages est importante car elle milite en faveur d'un traumatisme dû à l'excès d'eau douce. A l'instar des « lagunes côtières », la baie de Prony fonctionnerait lors de grosse crues comme une lagune à « tendance vers la dessalure » [15]. Les apports continentaux favoriseraient le développement ultérieur du plancton. D'où les arrivées des deux Acanthuridés (*Mata* et *Lopezi*) qui sont ordinairement sur les façades océaniques ;
- Mais les Acanthuridés sont également renforcés par des espèces herbivores : dans ce groupe les Siganidés qui étaient presque absents en avril se retrouvent en force.

Sur un autre registre, le rôle de nursery est toujours observable en juin comme il l'était en avril. Les espèces de juvéniles ont en grande partie changée, ce qui est tout à fait normal, puisque ce critère évolue avec la succession des pontes de l'été.

De façon synthétique nous dirons que le peuplement ichthyologique tout entier montre des signes de résurrection. Mais, il faut souligner que tous ces signes sont plus en faveur d'un événement de dessalure (phénomène naturel, dû par exemple à la tempête tropicale « Jasper ») que d'un traumatisme dû à une diminution du pH.



8 Conclusion

Suite à la mission de reconnaissance de l'état de santé du milieu marin effectuée du 22 au 25 juin 2009, nous pouvons conclure :

Communautés benthiques :

Au regard des variations, du blanchissement corallien et de la richesse spécifique des communautés coralliennes (coraux, macrophytes, invertébrés) dans les stations de suivi situées dans la Baie Nord et les stations témoins (Baie Carénage et baie du Port) :

- Une perturbation naturelle est indéniable dans l'ensemble des récifs de la baie de Prony (dépression Jasper entre le 24 et 26 mars 09 et anomalie positive des précipitations en début d'année 2009 impliquant une dessalure des eaux de surface, des variations de température, 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 selon un gradient d'éloignement par rapport aux creeks et 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) et 2/ dans un second temps et dans une moindre mesure sur les récifs au pourtour du Creek baie nord (zones 3, 4 et 5).

Les dégradations s'amoindrissent avec le temps car la résilience des communautés coralliennes est forte (particulièrement les coraux).

Communautés ichthyologiques :

Grâce à cette deuxième visite on peut se rendre compte que la faune ichthyologique de la baie de Prony a été perturbée. Sa diversité spécifique apparente, qui « variait spatialement en harmonie avec la couverture corallienne » (sic précédent rapport [02]) était en fait partout en dessous de la valeur que nous avons observée en juin. Toutefois, il est possible que cette valeur soit « dopée » ou « forcée » par les apports continentaux.

Le rôle de nursery dévolu classiquement à ce genre de biotope (fond de baie, estuaire) n'a pas été affecté. La plupart des espèces rencontrées sont à l'état de juvéniles. Le stock de juvéniles de juin est sensiblement différent de celui que nous avons en avril (succession des pontes).

Nous maintenons que « Si la présence de beaucoup de poissons nomades n'est pas démonstrative, en revanche, la présence de poissons adultes sédentaires comme les Gobies, les Blennies, les Pinguipédidés, ... indique que ce milieu n'a pas été perturbé gravement par l'accident. Dans le cas contraire, les terriers seraient vides. » (sic précédent rapport [02]). En effet, tout porte à croire qu'un grand nombre d'espèces, stressées en avril, sont restées bloties dans les cavités du corail. Elles ont pu être observées en juin. Aux espèces résidentes se sont ajoutées des espèces dont la présence est opportuniste et vraisemblablement induite par l'événement « Jasper ».

De nombreuses espèces corallivores exclusives ou non sont toujours présentes sur le site corroborant ainsi s'il en était besoin, que les coraux sont toujours vivants.

Ainsi, notre conclusion n'a pas changée, au regard de la faune ichthyologique rien ne permet de penser que l'acide sulfurique déversé dans le creek ait pu se retrouver actif dans l'environnement marin de la baie. En



revanche une perturbation a eu lieu, mais tout porte à croire qu'il s'agit d'une dessalure², même si un événement pH ait pu se surajouter localement à cette dessalure plus générale dans l'ensemble de la baie de Prony.

Toutes les observations et photographies de ce document ont été réalisées du 22 au 25 juin 2009. Un réseau de suivi environnemental (piquets permanents) a été installé et permettra de revenir sur les mêmes sites. Les données recueillies ne peuvent en aucun cas être considérées comme pérennes.

² La dessalure est un phénomène naturel : c'est un apport massif d'eau douce dans la mer, par exemple aux embouchures des creeks ou rivières, qui peut être causé par des pluies plus importantes.



9 Recommandations

Le renouvellement de cette étude est nécessaire (nouvelle campagne d'échantillonnage) avec les mêmes protocoles et le même pas de temps entre les missions (deux - trois mois) afin d'étudier l'évolution des récifs, la résilience des coraux et de percevoir les changements éventuels (anthropique ou naturel).

Le suivi environnemental de la zone du creek baie Nord pourra être réalisé durant la période de septembre à octobre 2009. La résilience des coraux est aussi importante que leur sensibilité selon nos dernières observations, c'est pourquoi l'étude de l'évolution de la santé du récif (richesse spécifique, blanchissement, mortalité, recrutement et résilience, recouvrement algal, biodiversité ichthyologique, etc.) selon la période de l'année est très importante (apports d'eau douce selon les saisons). Le fait de pouvoir évaluer la sensibilité des espèces coralliennes, les fluctuations des algues, ... par rapport aux variations des paramètres environnementaux permettra d'affiner l'évaluation sur les variations naturelles de l'environnement et de mettre l'accent sur des anomalies qui pourraient s'avérer d'origine anthropique dans les années à venir.

Après une année de mesure (avec un pas de temps de +/- trois mois) sur les récifs avoisinants le Creek baie nord, nous pourrons appréhender les variations naturelles de l'environnement et détecter des anomalies environnementales dans le futur (réseau de surveillance à élargir).

Afin de pouvoir étudier le milieu marin sur le long terme et de mutualiser les bases de données, les protocoles méthodologiques de l'étude du Creek baie nord et de l'étude générale du suivi environnemental biologique de la baie de Prony, canal de la Havannah et canal Woodin ont été réalisés de manière identique. Certaines stations du suivi du Creek baie nord pourront ainsi être intégrées dans le réseau de suivi général. Le pas de temps d'étude pourra être alors plus espacé (suivi semestriel) afin de réduire les coûts. Toutefois, il serait préférable que la jonction de ces suivis se fasse après une année de récolte de données.

Parallèlement à ces études, il faudrait développer un protocole « standardisé » d'URGENCE ou de CRISE (en relation avec le CNRT 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.

D'autre part, le manque de données historiques fait défaut pour permettre de quantifier les impacts anthropiques. 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).



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
02	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
03	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
04	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
	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
	Bemvenuti C. E.; Rosa-Filho J. S.; Elliott M., 2002. Changes in soft-bottom macrobenthic assemblages after a sulphuric acid spill in the Rio Grande Harbor (RS, Brazil). Braz. J. Biol., 63(2): 183-194, 2003. 12p
	Cabioch G., 1988. Récifs frangeants de Nouvelle-Calédonie (Pacifique sud-ouest). Structure interne et influences de l'eustatisme et de la néotectonique. Publications de l'Université de Provence (ed.), Aix en Provence : 291 p. + 25 planches-photos
	Cabioch G., Payri C. & Pichon M., 2002. Mission Nouvelle-Calédonie. Octobre-novembre 2001. Forages îlot Bayes. Morphologie générale et Communautés algo-coralliennes. In : Cabioch G., Payri C., Pichon M., Corrège T., Butscher J., Dafond N., Escoubeyrou K., Ihilly C., Laboute P., Menou J.L. & Nowicki L., 2002. Forages sur l'îlot Bayes sur le récif barrière de Poindimié (côte Est de Nouvelle-Calédonie) du 7 septembre au 27 octobre 2001. Rapports de mission, Sciences de la Terre, Géologie - Géophysique, Centre de Nouméa, n° 47 : 22 p. + annexes
	Catala R., 1950. Contribution à l'étude écologique des îlots coralliens du Pacifique Sud. Bull. Biol. France, Belgique, t. 84, p.234- 310, pl. 1-2, 11 fig. Paris
	Catala R., 1958. Effets de fluorescence provoquée sur des coraux par l'action des rayons ultraviolets. C. r. Acad. Sci., Paris, 247: 1678-1679
	Catala R., 1959. Fluorescent effects from corals irradiated with ultra violet rays. Nature, 183 : 949
	Catala R., 1960. Nouveaux organismes marins présentant des effets de fluorescence par l'action des rayons ultraviolets. C. r. Acad. Sci., Paris, 250 (6) : 1128
	Catala R., 1964. Carnaval sous la mer. 141p. 48fig. (ed.) Sicard, Paris
	Catala R., 1992. Offrandes de la mer. 336 p. Papeete. Ed. du Pacifique
	CEDRE, 2006. Guide d'intervention chimique, Acide sulfurique. 64p
	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., 1968. Géomorphologie de l'île Maré. Les récifs actuels de l'île Maré. Les Madréporaires fossiles de Maré. in : Expéd. fr. sur les récifs coralliens de la Nouvelle-Calédonie. Paris : Singer-Polignac. 3 : 1-155
	Chevalier J.P., 1971. Les Scléractiniaires de la Mélanésie française (Nouvelle-Calédonie, "les Chesterfield, "les Loyauté, Nouvelles Hébrides). 1ère partie. in : Expéd. fr. sur les récifs coralliens de la Nouvelle-Calédonie. Paris : Singer-Polignac. 5 : 307 p
	Chevalier J.P., 1973. Coral reefs of New Caledonia. in : JONES O.A, ENDEAN R. (ed.) : 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
06	Chorus I. & Bartram J., 1999. Toxic Cyanobacteria in Water : A guide to their public health consequences, monitoring and management. Geneva :World Health Organization, 416
07	Dietrich D.R., 2001. Détecter les cyanotoxines des eaux. Biofutur, 209, 44-47
10	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
	Gabrié C., Cros A., Chevillon C., Downer A. 2005. Analyse Eco-régionale marine de Nouvelle-Calédonie. Atelier d'identification des aires de conservation prioritaire. 112p
	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
15	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
	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
08	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
05	Hawkins Sigrid V., 2006. "Feeding Preference of the Cushion Star, <i>Culcita Novaeguineae</i> in Mo'orea" (December 1, 2006). Water Resources Center Archives. Biology and Geomorphology of Tropical Islands (ESPM 107/IB 158)
	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., 1988. The presence of scleractinian corals and their means of adapting to a muddy environment: the "Gail Bank", p. 107-111, graph., phot. - International Coral Reef Symposium, 1988/08/8-12, Townsville
	Laboute P., Grandperrin R. 2000. Poissons de Nouvelle-Calédonie, Nouméa : Catherine Ledru, 519 p.
	Lasne G. Les coraux de Nouvelle-Calédonie : Synthèse bibliographique. Cellule de coordination CRISP, IRD, WWF, MNHN, EPHE. 95p
	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, 26 p
	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. Rapports 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
	Levi C., Bargibant G., Menou J.L., Laboute P., 1998. Sponges of the New Caledonian Lagoon. Edition de l'ORSTOM. 214p
01	Lloyd's register, 2009. Investigation into the Sulphuric Acid Leak to the Environnement. 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
	Payri C. et Richer de Forges B., 2006. Compendium of marine species from New Caledonia. Doc. Sci. Tech. II7 volume spécial, IRD
	Pichon M., 2006. Biodiversité des coraux scléractiniaires de Nouvelle-Calédonie. Rapport sur la mission effectuée à Nouméa Nouvelle-Calédonie du 4 au 21 mai 2006. Rapports de mission confidentiel
	Pichon M. 2006. Scleractinia of New-Caledonia. Check list of reef dwelling species. Rapports de mission confidentiel
	Pichon M. 2006. Scleractinia of New-Caledonia.in Payri C. et Richer de Forges B., (eds). Compendium of marine species from New Caledonia. Doc. Sci. Tech. II7 volume spécial, IRD : 148-155
	Pichon M. et al., 2007 Biodiversité des coraux scléractiniaires de Nouvelle-Calédonie. Rapport de mission confidentiel du Diahot du 17 novembre au 12 décembre 2006 (EPHE), 26p
	Randall, J.E., Allen G.R. and R.C. Steene 1990. Fishes of the Great Barrier Reef and Coral Sea. University of Hawaii Press, Honolulu, Hawaii. 506 p
13	Richer de Forges B., Laboute P., 2004. Lagons et récifs de Nouvelle-Calédonie, 1600 espèces. Edition Catherine Ledru-IRD
	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
	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, Siderastreaeidae, 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
09	Vezie C., Bertru G., Briant L. & Lefeuvre 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 Acropora. (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. (1972) Evolution and measurement of species diversity Taxon 21 : 213-51
	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
	www.bonnagreement.org/fr/html/recent-incidents/accidents_chimiques.htm
	www.cnrs.fr
	www.com.univ-mrs.fr/IRD
	www.coraux.univ-reunion.fr
	www.crisponline.net/Portals/1/PDF/CRISP_Synthese_bibliographique_coraux.pdf
	www.ird.fr
	www.sealifebase.org/
	www.wikipedia.org

**A n n e x e s**

Annexe n°1	:	Méthodologie générale d'échantillonnage des communautés benthiques	p 163
Annexe n°2	:	Légende des schémas structuraux	p 173
Annexe n°3	:	Résultats bruts de l'échantillonnage LIT	p 174
Annexe n°4	:	Résultats bruts de l'échantillonnage du benthos	p 176
Annexe n°5	:	Résultats bruts de l'échantillonnage ichtyologique	p 180



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) [08] 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 17](#).

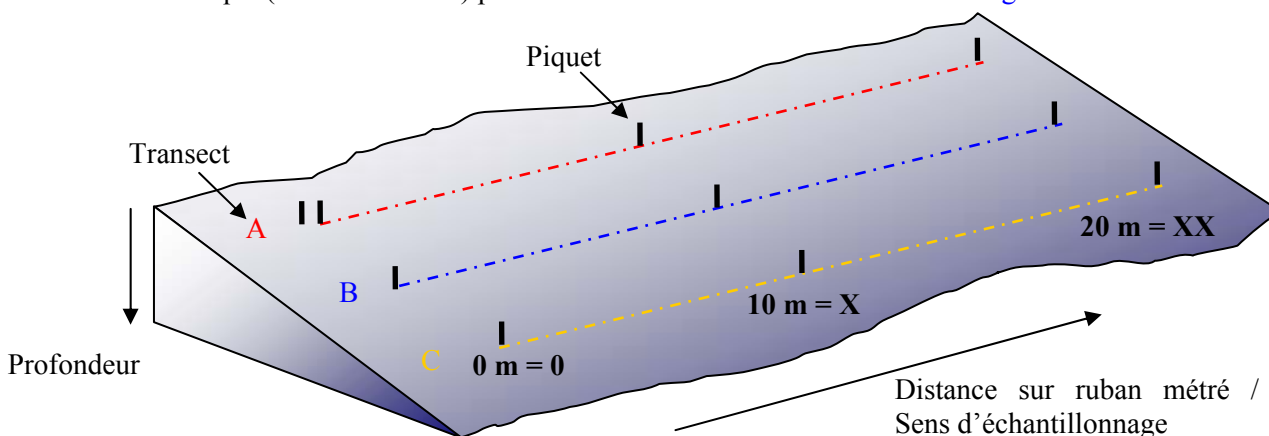


Figure n°024 : Annexe 01 : Schéma théorique d'une station composée de 3 transects (A, B, C), de 20 m de long

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) [08] 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 18](#) : 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.

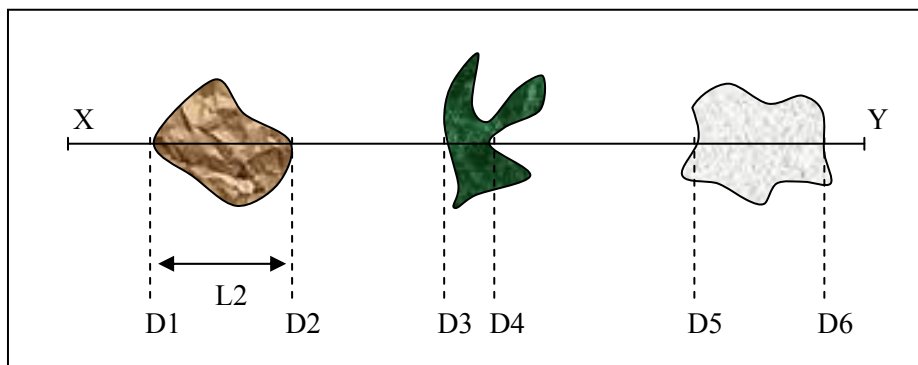


Figure n°025 : Annexe 01 : Diagramme schématisique d'un transect

Les classes retenues (au nombre de 28) sont adaptées de celles préconisées par English et al. [08] pour le « Line Intercept Transect » (« life forms ») et présentées dans le [tableau 61](#).

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.

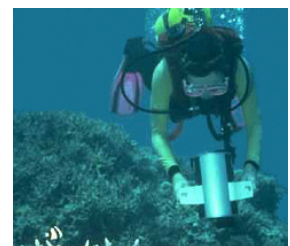


Tableau n°061 : Annexe 01 : Catégories et composantes de substrat retenues pour l'échantillonnage et le traitement des données

	COMPOSANTES (12)	CATEGORIES (28)	CODE	DESCRIPTION
Biotique	Coraux sclérentinières	<i>Acropora</i> Branchu	ACB	Au moins 2 niveaux de branches
		<i>Acropora</i> Encroûtant	ACE	
		<i>Acropora</i> Submassif	ACS	
		<i>Acropora</i> Digité	ACD	Branches en forme de doigts
		<i>Acropora</i> Tabulaire	ACT	Branches aplaties horizontalement
		Non- <i>Acropora</i> Branchu	CB	Au moins 2 niveaux de branches NB : les non acropora digité ont été placés ici
		Non- <i>Acropora</i> Encroûtant	CE	
		Non- <i>Acropora</i> Foliaire	CF	Corail en forme de feuille
		Non- <i>Acropora</i> Massif	CM	
		Non- <i>Acropora</i> Submassif	CS	
		<i>Fungia</i>	CMR	Corail solitaire
	Autres coraux	<i>Millepora</i>	CME	Corail de feu
	Coraux mous	Corail mou	SC	
	Autres organismes vivants	Éponges	SP	
		Zoanthaires	ZO	
		Autres	OT	Ascidies, Anémones, Gorgones, Bénitiers
	Algues	Assemblages	AA	
		Calcaire	CA	
		Halimeda	HA	
		Macroalgue	MA	
		Filamenteuse	F	NB : les cyanobactéries ont été placées ici
	Corail mort avec algues	Corail mort avec algues	DCA	Corail mort recouvert d'algues
Abiotique	Corail mort	Corail mort	DC	Couleur blanche
	Sable	Sable	S	Particules < 2 cm
	Débris	Débris	R	Particules > 2 cm
	Vase	Vase	SI	
	Eau	Eau	W	Crevasse de plus de 50 cm
	Dalle - Roche	Dalle - Roche	RC	

Les cellules grisées correspondent à ce qui est noté « macrophytes et invertébrés » pour le suivi du benthos.

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 scléractiniaires, 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 19](#) : 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).

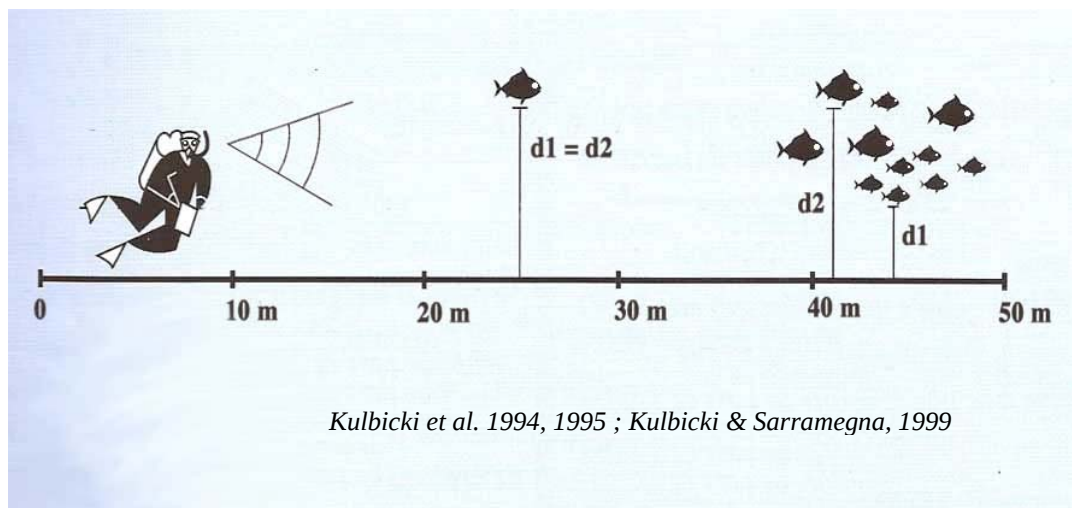


Figure n°026 : Annexe 01 : Comptage des poissons : méthode des transects à largeur variable

Les poissons qui doivent être comptabilisés sont listés dans le [tableau 62](#).

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 62](#) servent dans les calculs statistiques.

Tableau n°062 : 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>flavivostis</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
Blennidae	<i>Ecsenius</i>	<i>bicolor</i>	<i>Meicanthus</i>	<i>atrodorsalis</i>
Gobiidae	<i>Amblygobius</i>	<i>phalaena</i>		
Ptereleotridae	<i>Ptereleotris</i>	<i>evides</i>	<i>Ptereleotris</i>	<i>microlepis</i>
Acanthuridae	<i>Acanthurus</i>	<i>dussumieri</i>	<i>Ctenochaetus</i>	spp
	<i>Acanthurus</i>	<i>blochii</i>	<i>Naso</i>	<i>unicornis</i>
	<i>Acanthurus</i>	<i>tristegus</i>	<i>Naso</i>	spp
	<i>Acanthurus</i>	spp	<i>Zebrasoma</i>	spp
Siganidae	<i>Siganus</i>	<i>argenteus</i>	<i>Siganus</i>	spp
Zanclidae	<i>Zanclus</i>	<i>cornutus</i>		
Scombridae	<i>Scomberomorus</i>	<i>commerson</i>		
Balistidae	<i>Balistoides</i>	<i>conspicillum</i>	<i>Rhinecanthus</i>	<i>aculeatus</i>
	<i>Oxymonacanthus</i>	<i>longirostris</i>	<i>Rhinecanthus</i>	<i>rectangulus</i>
Tetraodontidae	<i>Canthigaster</i>	spp		

6/ Traitement des données

6.1 / Pour le substrat

Comme vu sur la [figure 18](#), 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 63](#)) ci-dessous (qui se réfère à la [figure 18](#)).



Tableau n°063 : *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 60) ont été regroupées en 12 principales composantes comme montrées aussi dans ce tableau, afin de pouvoir simplifier les interprétations.

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

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

Les comparaisons insistent sur les rapports entre :

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

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. [13] 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 64).

Tableau n°064 : 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

n_i = nombre de poissons observés de cette espèce = 20

l_i = longueur moyenne de chaque individu = 3 cm

w_i = 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 62](#)).

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'Equitabilité équivaut à la répartition des effectifs entre S espèces présentes. L'indice varie entre 0 et 1. Il tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs appartient à 1 seule espèce. Il tend vers 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance. Il est calculé en fonction de l'indice de Shannon.

La biodiversité est une donnée semi-quantitative

On définit 3 niveaux de biodiversité :

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

$$B\alpha_i = n_i$$

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

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

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

Annexe n° 2Légende 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 juin 2009****Tableau n°065 : 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	4	18	24	1,5
ACE	<i>Acropora</i> encroûtant	2,5			
ACS	<i>Acropora</i> submassif				
ACD	<i>Acropora</i> digité				
ACT	<i>Acropora</i> tabulaire				
CB	Corail branchu	2,5	3,5		
CE	Corail encroûtant		1	0,5	5
CF	Corail foliaire	2		1	0,5
CM	Corail massif	7,5	3,5	2	2,5
CS	Corail submassif				
CMR	<i>Fungia</i>				
CME	<i>Millepora</i>	2,5		4,5	0,5
SC	Coraux mous	8,5		15	12
SP	Éponges	3			0,5
ZO	Zoanthaires				
OT	Autres organismes				
AA	Assemblages algales	14	10,5		
CA	Algue calcaire				
HA	<i>Halimeda</i>	9	15	13	
MA	Macroalgue			19,5	
F	Algue filamenteuse				
DCA	Corail mort avec algues	3	1		4
DC	Corail mort		2,5		
S	Sable	5	21,5		
R	Débris	35,5	13	15,5	1
RC	Dalle - Roche				
SI	Vase	1	10,5	5	72,5
W	Eau				
	Abiotique	41,5	47,5	20,5	73,5
	Biotique	58,5	52,5	79,5	26,5
	Dont coraux scléractiniaitres	18,5	26	27,5	9,5



Tableau n°066 : *Annexe 03 : Répartition du recouvrement (en %) du substrat, partie biotique/abiotique*

	Z 02	Z 06	ST02A	ST02B
Macrophytes et invertébrés	40	26,5	52	17
Coraux scléactinaires	18,5	26	27,5	9,5
Abiotique	41,5	47,5	20,5	73,5

Annexe n° 4

Résultats bruts de l'échantillonnage du benthos 2009

Tableau n°067 : *Annexe 04 : Inventaire 2009 des coraux : Totaux des espèces par famille, des espèces coralliennes et des espèces blanchies, par zone et par station environnementale (transect/100m²)*

	Zone 1	Zone 2	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5	Zone 6	Zone 6	Zone 7	Zone 8	Transect Z2	Transect Z6	ST2 Creek Baie Nord	
Famille/Nb de taxa	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	5m	2m	ST2A 9m	ST2B 11.5m
Acroporidae	0	16	16	20	21	15	19	19	18	21	6	8	17	14
Agaraciidae	0	3	7	4	5	2	4	4	6	6	0	3	7	5
Astrocoeniidae	0	1	1	0	1	1	1	2	0	0	1	0	1	2
Caryophyllidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dendrophyllidae	0	5	3	4	3	4	3	3	3	3	3	0	6	3
Faviidae	0	19	14	14	17	15	15	16	19	14	7	5	10	11
Fungiidae	0	4	5	6	4	7	2	4	4	5	0	0	9	3
Merulinidae	0	3	2	1	2	4	1	2	0	3	1	1	5	5
Mussidae	0	4	3	4	6	3	4	5	4	6	2	2	5	5
Oculinidae	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2
Pectiniidae	0	5	5	2	2	6	1	4	2	4	2	0	3	5
Pocilloporidae	1	4	3	4	4	2	4	4	5	4	1	3	2	3
Poritidae	0	4	4	5	5	4	4	4	5	8	3	2	7	3
Siderastreidae	0	2	1	3	3	4	1	2	3	1	1	0	2	4
Total 1	1	73	66	69	75	69	61	71	71	77	28	26	76	65
Non Scléractiniaire														
Milleporidae	0	2	2	3	2	2	3	2	2	2	1	1	3	3
Gorgone	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tubiporidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Antipathaire	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Total 2	0	3	4	4	2	2	3	2	2	2	1	1	4	3
TOTAUX (1+2)	1	76	70	73	77	71	64	73	73	79	29	27	80	68

Tableau n°068 : Annexe 04 : Inventaire 2009 des macrophytes et invertébrés : Totaux des espèces par groupe, par zone et par station environnementale (transect/100m²)

	Zone 1	Zone 2	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5	Zone 6	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	6	8	7	7	9	8	10	6	4	2	3	9	9
Algue brune	3	4	2	4	5	4	5	3	4	2	2	3	2	2
Algue rouge	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
Algue verte	5	6	6	6	6	7	6	5	5	3	4	4	4	3
Cyanobactérie	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0
Anémone	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Ascidies	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1
Bryzoaire	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Asterie	0	3	2	3	3	2	1	2	3	0	2	0	1	1
Crinoïde	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Echinides	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Holothurie	0	3	4	5	4	5	3	2	2	0	1	1	1	2
Hydraire	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Mollusque	0	6	8	6	6	8	4	5	6	4	2	3	4	3
Spongiaire	0	3	4	2	2	2	3	3	3	2	3	2	4	4
Zoanthaire	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	1	1
TOTAL	9	33	36	37	37	44	33	34	33	17	18	17	28	28

station environnementale (transect/100m²)

Tableau n°070 : Annexe 04 : Inventaire 2009 des macrophytes et invertébrés (Groupe, Famille, Genre, Espèce) et leur abondance (cf. § méthodologie) par zone et par station environnementale (transect/100m²)

Groupe	Famille	Genre	Espece	ZONATION - CREEK BAIE NORD JUIN 2009									
				ZONE 1	ZONE 2	ZONE 2	ZONE 3	ZONE 4	ZONE 5	ZONE 6	ZONE 6	ZONE 7	ZONE 8
				Sud-Creek	Nord-Creek	RADIALE	Nord-Creek	Nord-Creek	Ilot Gabriel	Sud - Creek	RADIALE	Wharf Creek	E. Carenage
				1 à 4m	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
Alcyonaire	Alcyoniidae	Cladiella	sp.				2		2	2	2	2	
Alcyonaire	Alcyoniidae	klyxum	sp.										
Alcyonaire	Alcyoniidae	Lobophytum	sp.						2				
Alcyonaire	Alcyoniidae	Sarcophyton	sp.		4 (2spp)	4 (5spp)	5(2spp)	5(3spp)	5(3spp)	3(2spp)	5(4spp) (B1)	3(2spp)	2(2spp)
Alcyonaire	Alcyoniidae	Sinularia	flexibilis		2		5	3	3	3	5		
Alcyonaire	Alcyoniidae	Sinularia	sp.		3 (2spp)	2(2spp)	4(2spp)	5(2spp)	5(2spp)	4 (3spp) (B2)	5(3spp) (B1)	2(3spp)	2(2spp)
Alcyonaire	Alcyoniidae	Sinularia	cf. leptoclados		2	3	3	4	3	2 (B1)	2 (B1)		
Alcyonaire	Alcyoniidae	Rhytisma	sp.										
Alcyonaire	Nephtheidae	Dendronephthya	sp.										
Alcyonaire	Nephtheidae	Nephthea	sp.										
Algue brune	Dicyotaceae	Dictyota	sp.		2	2	4	5		4	4	2	3
Algue brune	Dicyotaceae	Distromium	sp.										
Algue brune	Dicyotaceae	Lobophora	variegata		4	5	5	5	4	5	5	4	5
Algue brune	Dicyotaceae	Padina	sp.	2	2		2	3	3	3	2	3	2
Algue brune	Dicyotaceae	Spatoglossum	sp.										
Algue brune	Sargassaceae	Sargassum	sp.	1				3	2	3			
Algue brune	Sargassaceae	Turbinaria	ornata	1	2		2	3	3	3		2	
Algue rouge	Coralinaceae	Amphiroa	sp.		3	3	3	3	3	3	4	2	2
Algue rouge	Galaxauraceae	Actinotrichia	sp.										
Algue rouge	Galaxauraceae	Galaxaura	marginata										
Algue rouge		indeterminée											
Algue rouge	Liagoraceae	Triclogloea	requenii										
Algue verte	Caulerpaceae	Caulerpa	sp.	2	2	2	2	2	3	2	2	2	
Algue verte	Codiaceae	Codium	sp.		2	2	3	2	2	2		2	
Algue verte	Dasycladacea	Neomeris	van bosseae	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2
Algue verte	Halimedaceae	Halimeda	sp.	2(2spp)	5(3spp)	4(3spp)	5(3spp)	5(3spp)	4(4spp)	5(3spp)	5(3spp)	3(2spp)	2(2spp)
Algue verte	Siphonocladaceae	Dictyosphaeria	verluisii										
Algue verte	Udoteaceae	Avrainvillea	cf. obscura	2									
Cyanobacterie	Oscillatoriaceae	Phormidium	sp				5	2	1	4		2	2
Anemone	Stichodactylidae	Heteractis	sp.						1 (B1)				
Actinodiscidae	indeterminée												
Ascidies	Polycitoridae	Clavelina	detorta										
Ascidies	Styelidae	Polycarpa	clavata										2
Ascidies	Styelidae	Polycarpa	cryptocarpa				2	2	2		2	2	
Bryzoaire	Alcyonidiidae	Alcyonidium	sp.										
Asterie	Ophiasteridae	Fromia	monilis					1				1	
Asterie	Ophiasteridae	Fromia	sp.		2	2	2			1	1		
Asterie	Ophiasteridae	Nardoa	sp.						2				
Asterie	Ophiasteridae	Nardoa	gomophia		2		2	1			1	-1	
Asterie	Ophiasteridae	Celerina	heffernani									1	
Asterie	Oreasterriidae	Culcita	novaeaguineae		1	1	2	1	2			2	
Crinoide	Colobometridae	Cenometra	sp.										
Crinoide	indeterminé												
Echinides	Diadematiidae	Diadema	setosum		2	2	2	2	2	3	2	2	
Holothurie	Holothuriidae	Bohadschia	argus						1				
Holothurie	Holothuriidae	Holothuria	atra			2	2	1					
Holothurie	Holothuriidae	Holothuria	coluber										
Holothurie	Holothuriidae	Holothuria	edulis		3	3	3	2	3	3	2	2	
Holothurie	Holothuriidae	Holothuria	flvomaculata		3	3	3	3	1	2	3	2	
Holothurie	Holothuriidae	Holothuria	fuscopunctata						2				
Holothurie	Holothuriidae	Holothuria	nobilis										
Holothurie	Holothuriidae	Holothuria	hilla				2			3			
Holothurie	Stichoporidae	Stichopus	variegatus		2	2	2	2	2				
Holothurie	Holothuriidae	Holothuria	scabra										
Nudibranche	Phyllidiidae	Phyllidia	sp.										
Nudibranche	Chromodorididae	cf. Chromodoris	leopardus										
Synapse	Synaptidae	Euapta	godeffroyi										
Hydraire	indeterminé			3									
Mollusque	Arcidae	Arca	ventricosa		3	3	3	3	3	2	3	2	2
Mollusque	Isognomonidae	Isognomon	isognomon		3	3	2	3	3	3	3	2	3
Mollusque	Gryphaelidae	Hytissa	hyotis										
Mollusque	Gryphaelidae	Hytissa	sp.										
Mollusque	Pinnidae	Athrina	sp.			2			2	1		2	2
Mollusque	Pteridae	Pteria	sp.			2		2	2		2	2	
Mollusque	Spondyliidae	Pedum	spondylioidum										
Mollusque	Spondyliidae	Spondylus	sp.		2	2	2	2	1		2	1	2
Mollusque	Strombidae	Strombus	latissimus										
Mollusque	Tridacnidae	Tridacna	derasa		1								
Mollusque	Tridacnidae	Tridacna	maxima		1	2	1		2				1
Mollusque	Tridacnidae	Tridacna	crocea		2	2	2	3	3	2	2	2	
Mollusque	Tridacnidae	Tridacna	squamosa			2	2	2	2				
Mollusque	Trochidae	Trochus	niloticus										
Spongiaire	Anchinoidae	Hamiqera	strongylata										
Spongiaire	Ancorinidae	Stellata	globostellata										
Spongiaire	Axinellidae	Cymbastella	cantharella										
Spongiaire	Callyspongiidae	Dactylia	delicata										
Spongiaire	Clionidae	Cliona	jullienei		2	3	2	3	2	2	3	3	2
Spongiaire	Clionidae	Cliona	orientalis		3	3	2	3	2	2	3	2	2
Spongiaire	Dysideidae	Dysidea	sp.										
Spongiaire	jaune	indeterminé				1							
Spongiaire	marron	indeterminé											
Spongiaire	noire	indeterminé											
Spongiaire	Spirastrellidae	Spheciospongia	vagabunda		2	2				2	3	3	
Spongiaire	Thorectidae	Petrosaspongia	nigra										
Zoanthaire	Zoanthidae	Palythoa	sp.								2		
Zoanthaire	Zoanthidae	indeterminé							2				

RANSECT 100m² - CREEK BAIE NORD JUIN 2009			
Transect1	Transect2	ST2 - Creek Baie Nord	
Zone 2	Zone 6	ST2A	ST2B
5m	2m	9 m	11,5 m
	2	2	
		1	2
4	2	5++(3spp)	5++(2spp)
			3
3	3	3(2pp)	3(2pp)
		4	4
			2
		1	2
	4		
5	4	5	5
2		2	3
2			
2	2	2	
3(2spp)	4(3spp)	5(3spp)	3(3spp)
1			
1			
			2
1			
		2	
	-1		1
1			
	-2		
2	2		2
	-2	3	3

Annexe n° 5

Résultats bruts de l'échantillonnage ichtyologique 2009

Tableau n°071 : Annexe 05 : Liste des espèces présentes sur toutes les zones, par période (2209)

Fam	Espèces	Avril	Juin
Aca	<i>Acanthurus blochii</i>	1	1
Aca	<i>Acanthurus xanthopterus</i>		1
Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	1	
Aca	<i>Naso unicornis</i>		1
Aca	<i>Zebrasoma veliferum</i>	1	1
Apo	<i>Apogon doderleini</i>		1
Apo	<i>Apogon selas</i>		1
Apo	<i>Cheilodipterus artus</i>		1
Ble	<i>Ecsenius bicolor</i>		1
Ble	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	1	1
Cae	<i>Caesio caerulea</i>	1	
Cae	<i>Caesio cuning</i>	1	1
Car	<i>Caranx melampygus</i>	1	
Cha	<i>Chaetodon auriga</i>		1
Cha	<i>Chaetodon baronessa</i>	1	1
Cha	<i>Chaetodon bennetti</i>		1
Cha	<i>Chaetodon ephippium</i>		1
Cha	<i>Chaetodon flavirostris</i>		1
Cha	<i>Chaetodon lineolatus</i>	1	
Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	1	1
Cha	<i>Chaetodon melannotus</i>	1	1
Cha	<i>Chaetodon mertensii</i>	1	
Cha	<i>Chaetodon plebeius</i>	1	1
Cha	<i>Chaetodon speculum</i>		1
Cha	<i>Chaetodon ulietensis</i>	1	1
Cha	<i>Chaetodon unimaculatus</i>	1	
Cha	<i>Chaetodon vagabundus</i>	1	1
Cha	<i>Heniochus acuminatus</i>	1	1
Epi	<i>Anyperodom leucogrammicus</i>	1	1
Epi	<i>Cephalopholis boenak</i>	1	1
Epi	<i>Epinephelus areolatus</i>	1	
Epi	<i>Epinephelus howlandi</i>		1
Epi	<i>Epinephelus maculatus</i>		1
Epi	<i>Epinephelus ongus</i>		1
Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>	1	1
Gob	<i>Amblyeliotris fontanesii</i>		1
Gob	<i>Amblyeliotris sp</i>	1	1
Gob	<i>Oxyurichthys sp</i>	1	1
Gob	<i>Oxyurichthys sp</i>	1	
Gob	<i>Valenciennesa sp</i>		1
Hae	<i>Diagramma pictum</i>	1	
Hae	<i>Plectorhinchus pictus</i>	1	
Hol	<i>Neoniphon sammara</i>		1
Hol	<i>Sargocentron spiniferum</i>		1

Fam	Espèces	Avril	Juin
Lab	<i>Hemigymnus melapterus</i>	1	
Lab	<i>Labroides dimidiatus</i>	1	1
Lab	<i>Oxycheilinos celebicus</i>	1	
Lab	<i>Oxycheilinos lineatus</i>	1	
Lab	<i>Oxycheilinus diagrammus</i>		1
Lab	<i>Oxycheilinus sp</i>		1
Lab	<i>Pseudocheilinus sp</i>		1
Lab	<i>Stethojulis devisi</i>	1	
Lab	<i>Thalassoma lunare</i>	1	1
Lab	<i>Xyrichthys aneitensis</i>	1	
Let	<i>Monataxis grandoculis</i>		1
Lut	<i>Lutjanus fulviflamma</i>	1	1
Lut	<i>Lutjanus fulvus</i>		1
Lut	<i>Lutjanus quinquelineatus</i>		1
Mic	<i>Gunnellichthys curiosus</i>		1
Mic	<i>Gunnellichthys monostigma</i>		1
Mic	<i>Ptereleotris microlepis</i>	1	1
Mul	<i>Parupeneus barberinoides</i>		1
Mul	<i>Parupeneus barberinus</i>		1
Mul	<i>Parupeneus indicus</i>		1
Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>	1	1
Nem	<i>Scolopsis lineatus</i>	1	
Pin	<i>Parapercis hexophtalma</i>	1	1
Pin	<i>Parapercis sp</i>		1
Poc	<i>Pomacanthus sexstriatus</i>	1	1
Pom	<i>Abudefduf septemfasciatus</i>		1
Pom	<i>Abudefduf sexfasciatus</i>	1	1
Pom	<i>Abudefduf whitleyi</i>	1	1
Pom	<i>Amblyglyphidodon aureus</i>		1
Pom	<i>Amblyglyphidodon leugocaster</i>	1	
Pom	<i>Amblyglyphidodon orbicularis</i>	1	1
Pom	<i>Amphiprion melanopus</i>	1	1
Pom	<i>Chromis atripectoralis</i>		1
Pom	<i>Chromis margaritifer</i>		1
Pom	<i>Chromis viridis</i>	1	1
Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>	1	1
Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>	1	1
Pom	<i>Dascyllus aruanus</i>	1	1
Pom	<i>Neoglyphidodon nigroris</i>		1
Pom	<i>Neoglyphidodon polyacanthus</i>		1
Pom	<i>Neopomacentrus nemurus</i>		1
Pom	<i>Pomacentrus amboinensis</i>	1	
Pom	<i>Pomacentrus aurifrons</i>	1	1
Pom	<i>Pomacentrus bankanensis</i>		1

Lab	<i>Anampses neoguinaicus</i>		1
Lab	<i>Bodianus mesothorax</i>	1	
Lab	<i>Bodianus sp</i>		1
Lab	<i>Cheilinus chlorourus</i>	1	1
Lab	<i>Cheilinus fasciatus</i>		1
Lab	<i>Cheilinus sp</i>		1
Lab	<i>Cheilinus trilobatus</i>	1	1
Lab	<i>Choerodon fasciatus</i>		1
Lab	<i>Cirrhilabrus laboutei</i>		1
Lab	<i>Coris aygula</i>	1	
Lab	<i>Coris batuensis</i>	1	1
Lab	<i>Epibulus incidiator</i>	1	1
Lab	<i>Halichoeres biocellatus</i>		1
Lab	<i>Halichoeres melanurus</i>		1
Lab	<i>Halichoeres prosopoeion</i>		1
Lab	<i>Hemigymnus fasciatus</i>		1

Pom	<i>Pomacentrus chrysurus</i>	1	
Pom	<i>Pomacentrus pavo</i>		1
Pom	<i>Pomacentrus sp</i>	1	1
Sca	<i>Chlorurus bleekeri</i>	1	1
Sca	<i>Scarus altipinnis</i>		1
Sca	<i>Scarus flavipectoralis</i>	1	1
Sca	<i>Scarus ghobban</i>		1
Sca	<i>Scarus rivulatus</i>		1
Sca	<i>Scarus schlegeli</i>		1
Sca	<i>Scarus sordidus</i>		1
Sco	<i>Scomberomorus commerson</i>		1
Sig	<i>Siganus doliatus</i>		1
Sig	<i>Siganus puellus</i>	1	1
Sig	<i>Siganus vulpinus</i>		1
Tet	<i>Canthigaster valentini</i>	1	1

Tableau n°072 : Annexe 05 : Richesse spécifique, par famille, zone et période (2009)

	Avril									Juin							
Zones	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8		Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8
Familles																	
Aca	0	0	0	0	1	0	2	1		0	3	0	3	3	2	2	1
Apo	0	0	0	0	0	0	0	0		0	3	0	3	3	3	0	0
Ble	0	0	0	0	1	0	1	0		0	0	0	0	2	1	1	0
Cae	0	0	0	0	2	0	0	0		0	0	0	0	1	0	0	1
Car	0	0	0	0	1	0	0	1		0	0	0	0	0	0	0	0
Cha	1	6	6	6	4	4	1	3		1	6	2	7	7	6	0	4
Epi	0	0	0	1	3	4	1	1		1	4	4	5	1	1	0	3
Gob	2	0	0	0	0	0	0	0		3	1	0	1	1	1	0	0
Hae	1	0	0	0	1	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0
Hol	0	0	0	0	0	0	0	0		0	1	0	1	0	0	0	0
Lab	0	6	4	8	6	6	2	1		1	10	0	12	15	3	0	1
Let	0	0	0	0	0	0	0	0		0	1	0	1	0	0	0	0
Lut	1	0	0	0	0	0	0	0		2	3	0	1	0	0	0	0
Mic	0	0	0	0	0	0	1	0		0	0	1	0	2	0	0	0
Mul	0	0	0	0	0	0	0	0		0	3	0	3	3	2	0	0
Nem	1	0	1	1	0	1	1	0		1	1	0	1	1	1	0	0
Pin	0	0	0	0	1	0	0	0		0	0	0	0	2	0	0	0
Poc	0	0	0	1	1	1	0	0		0	1	0	1	0	0	0	0
Pom	1	3	5	4	4	7	3	2		1	8	4	7	11	11	5	3
Sca	0	0	2	1	1	2	0	1		0	1	1	1	6	3	0	1
Sco	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	0	0	0
Sig	0	0	0	0	1	0	0	0		0	2	0	3	3	1	0	1
Tet	0	0	0	0	0	0	1	0		0	0	0	0	1	1	1	0
nb famille	6	3	5	7	13	7	9	7		7	15	5	15	17	13	4	8
nb esp	7	15	18	22	27	25	13	10		10	48	12	50	63	36	9	15

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