



VALE INCO

Aqua



Terra

Ingénierie de l'Environnement et de la Réhabilitation

EVALUATION DE L'IMPACT SUR LE MILIEU MARIN

POLLUTION A L'ACIDE SULFURIQUE DANS LE CREEK BAIE NORD

Mission avril 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 009-09_Ver 01	
Référence du contrat	E 13690	
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
A	VALE INCO NC	Rapport remis au Client (format électronique) : version préliminaire (draft) pour relecture de la forme	7 mai 2009
1	VALE INCO NC Experts partenaires	Rapport remis au Client et sous-traitants (format électronique) : première version pour relecture et validation	11 mai 2009
2	VALE INCO NC	Rapport remis au Client (CDROM, 3 exemplaires papier). Version finale	12 mai 2009

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 009-09_Ver 0A	7 mai 2009	AQUA TERRA	Céline Casalis	8 mai 2009
Rap 009-09_Ver 01	11 mai 2009	AQUA TERRA	Client / Experts	11 mai 2009
Rap 009-09_Ver 02	12 mai 2009	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 ichtyologiques et traitements/analyses des résultats liés ; enregistrements vidéos (films).

Pour BIOCEÑOSE :

- **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 SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE	13
3.1 L'ACIDE SULFURIQUE	13
3.2 PHYSIOLOGIE CORALLIENNE ET LE BLANCHISSEMENT	14
3.2.1 Zooxanthelles et symbiose	14
3.2.2 Le blanchissement.....	15
3.2.3 Différentes sensibilités selon les groupes, les espèces et les individus.....	15
3.2.4 Paramètres influençant le blanchissement	15
3.2.4.1 La lumière.....	16
3.2.4.2 La température (anomalie positive).....	16
3.2.4.3 L'acidification de l'océan	16
3.2.4.4 La pluviométrie (anomalie positive) versus la salinité (anomalie négative).....	16
3.2.4.5 La turbidité	16
3.2.4.6 Divers.....	17
3.3 ACCIDENTS HISTORIQUES	17
3.3.1 Exemples de cas.....	17
3.3.2 Résultats de simulation de scénarios d'accident	20
3.3.3 Etude environnementale du « Bahamas ».....	22
3.4 ACCIDENT SUR SITE	22
4 METHODOLOGIE.....	24
4.1 ZONE D'ETUDE	24
4.1.1 Contexte général.....	24
4.1.2 Présentation des zones étudiées.....	24
4.2 LES TRAVAUX D'ECHANTILLONNAGE	26
4.2.1 Pour les zones définies pour cette mission et ne faisant pas partie du réseau de surveillance	26
4.2.2 Pour la station ST02, faisant partie du réseau de surveillance	27
4.3 LES METHODES D'ECHANTILLONNAGE	27
4.3.1 Le substrat	27
4.3.2 Le benthos.....	27
4.3.3 Les poissons.....	30
5 RESULTATS PAR ZONES.....	31
5.1 EMBOUCHURE DU CREEK BAIE NORD.....	32
5.2 ZONE 01 = PLATIER SUD DU CREEK BAIE NORD	35
5.2.1 Description générale	35
5.2.2 Observations.....	35
5.2.2.1 Le benthos	36
5.2.2.2 Les poissons	40
5.3 ZONE 02 = NORD CREEK BAIE NORD	41
5.3.1 La zone.....	41
5.3.1.1 Description générale.....	41
5.3.1.2 Observations.....	41
5.3.1.2.1 Le benthos (Zone 02).....	42
5.3.1.2.2 Les poissons (Zone 02).....	43
5.3.1.3 Le blanchissement	44
5.3.2 La radiale	48
5.3.3 Le transect	50
5.3.3.1 Le substrat	50
5.3.3.2 Le benthos	50
5.3.3.2.1 Les Scléractiniaires (Transect Zone 02).....	52
5.3.3.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (Transect Zone 02).....	53
5.3.3.3 Les coraux blanchis	54

5.3.3.4	Les poissons	66
5.3.4	Les piquets	67
5.3.4.1	Les piquets 1 et 4	67
5.3.4.2	Les piquets 2 et 3	70
5.4	ZONE 03 = NORD CREEK BAIE NORD	72
5.4.1	Description générale	72
5.4.2	Observations	72
5.4.2.1	Le benthos	72
5.4.2.2	Les poissons	74
5.4.3	Le blanchissement	75
5.5	ZONE 04 = NORD CREEK BAIE NORD	77
5.5.1	Description générale	77
5.5.2	Observations	77
5.5.2.1	Le benthos	77
5.5.2.2	Les poissons	80
5.5.3	Le blanchissement	80
5.6	ZONE 05 = ILOT GABRIEL	82
5.6.1	Description générale	82
5.6.2	Observations	83
5.6.2.1	Le benthos	83
5.6.2.2	Les poissons	86
5.6.3	Le blanchissement	88
5.7	ZONE 06 = SUD CREEK BAIE NORD	89
5.7.1	La zone	89
5.7.1.1	Description générale	89
5.7.1.2	Observations	89
5.7.1.2.1	Le benthos (Zone 06)	90
5.7.1.2.2	Les poissons (Zone 06)	93
5.7.1.3	Le blanchissement	93
5.7.2	La radiale	94
5.7.3	Le transect	96
5.7.3.1	Le substrat	96
5.7.3.2	Le benthos	96
5.7.3.2.1	Les Scléractiniaires (Transect Zone 06)	98
5.7.3.2.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (Transect Zone 06)	99
5.7.3.3	Les coraux blanchis	99
5.7.3.4	Les poissons	114
5.8	ZONE 07 = RADE DU PORT	116
5.8.1	Description générale	116
5.8.2	Observations	116
5.8.2.1	Le benthos	116
5.8.2.2	Les poissons	118
5.8.3	Le blanchissement	119
5.9	ZONE 08 = BAIE DE CARENAGE	120
5.9.1	Description générale	120
5.9.2	Observations	120
5.9.2.1	Le benthos	121
5.9.2.2	Les poissons	125
5.9.3	Le blanchissement	126
5.10	STATION 02 = CREEK BAIE NORD	127
5.10.1	Fiche descriptive (ST02)	127
5.10.1.1	Localisation géographique (ST02)	127
5.10.1.2	Description générale (ST02)	127
5.10.1.3	Caractéristiques principales (ST02)	127
5.10.1.4	Variations entre octobre 2008 et avril 2009 (ST02)	128
5.10.2	Schéma structural (ST02)	129
5.10.3	Le substrat (ST02)	130
5.10.4	Le benthos (ST02)	130
5.10.4.1	Benthos Transect 02 A	132
5.10.4.1.1	Les Scléractiniaires (ST02A)	132
5.10.4.1.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST02A)	133
5.10.4.2	Benthos Transect 02 B	134
5.10.4.2.1	Les Scléractiniaires (ST02B)	134
5.10.4.2.2	Les Macrophytes et les Invertébrés (ST02B)	135

5.10.5	Les poissons (ST02).....	136
6	RESULTATS GENERAUX / SYNTHESE.....	138
6.1	SUBSTRAT	138
6.2	BENTHOS	138
6.3	BLANCHISSEMENT	139
6.4	ICHTYOLOGIE	143
7	COMPARAISON AVEC LES DONNEES HISTORIQUES.....	144
7.1	SUBSTRAT	144
7.2	BENTHOS	145
7.3	ICHTYOLOGIE	147
8	CONCLUSION	149
9	DISCUSSION.....	151
10	RECOMMANDATIONS	152
11	SOURCES.....	153
A N N E X E S		156
ANNEXE N°1		157
METHODOLOGIE GENERALE D'ECHANTILLONNAGE DES COMMUNAUTES RECIFALES		157
ANNEXE N°2		167
LEGENDE SCHEMAS STRUCTURAUX		167
ANNEXE N°3		168
RESULTATS BRUTS DE L'ECHANTILLONNAGE LIT 2009.....		168
ANNEXE N°4		170
RESULTATS BRUTS DE L'ECHANTILLONNAGE DU BENTHOS 2009		170
ANNEXE N°5		174
RESULTATS BRUTS DE L'ECHANTILLONNAGE ICHTYOLOGIQUE 2009		174

Liste des Tableaux

Tableau n°01 :	Caratéristiques principales de l'acide sulfurique	13
Tableau n°02 :	Exemple de données écotoxicologiques	14
Tableau n°03 :	Principaux accidents dans le monde	18
Tableau n°04 :	Scénario 1 : déversement en pleine mer	20
Tableau n°05 :	Scénario 2 : épave	21
Tableau n°06 :	Scénario 3 : déversement en zone portuaire.....	21
Tableau n°07 :	Scénario 4 : déversement en rivière	21
Tableau n°08 :	Coordonnées des stations du réseau de surveillance, dans la baie de Prony.....	25
Tableau n°09 :	Localisation des zones étudiées	25
Tableau n°010 :	Indices semi-quantitatifs d'abondance – cas classique	28
Tableau n°011 :	Indices semi-quantitatifs d'abondance – présence de grandes colonies (plusieurs m²) ..	28
Tableau n°012 :	Code couleur pour la comparaison temporelle d'une même station	28
Tableau n°013 :	Degré de blanchissement pour une espèce (/ 100 m²).....	29
Tableau n°014 :	Echelle d'abondance des organismes benthiques.....	29
Tableau n°015 :	Degré de blanchissement pour une espèce	30
Tableau n°016 :	Nature des échantillonnages pour les différentes zones	31
Tableau n°017 :	Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 01).....	37
Tableau n°018 :	Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 01).....	39
Tableau n°019 :	Poissons rencontrés dans la zone 01.....	40
Tableau n°020 :	Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 02).....	42
Tableau n°021 :	Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 02).....	43
Tableau n°022 :	Liste des poissons rencontrés dans la zone 02	43
Tableau n°023 :	Richesse spécifique des coraux et blanchissement aux embouchures des creeks	44
Tableau n°024 :	Liste du benthos (taxons cibles) pour le transect de la zone 02.....	51
Tableau n°025 :	Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Transect zone 02).....	52
Tableau n°026 :	Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Transect zone 02)	54
Tableau n°027 :	Poissons échantillonnés sur le transect de la zone 02	66
Tableau n°028 :	Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 03).....	73
Tableau n°029 :	Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 03).....	74
Tableau n°030 :	Poissons rencontrés dans la zone 03.....	75
Tableau n°031 :	Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 04).....	78
Tableau n°032 :	Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 04).....	79
Tableau n°033 :	Poissons rencontrés dans la zone 04.....	80
Tableau n°034 :	Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 05).....	85
Tableau n°035 :	Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 05).....	86
Tableau n°036 :	Poissons rencontrés dans la zone 05.....	87
Tableau n°037 :	Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 06).....	91
Tableau n°038 :	Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 06).....	92
Tableau n°039 :	Poissons rencontrés dans la zone 06.....	93
Tableau n°040 :	Liste du benthos (taxons cibles) pour le transect de la zone 06.....	97
Tableau n°041 :	Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Transect zone 06).....	98
Tableau n°042 :	Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Transect zone 06)	99
Tableau n°043 :	Poissons échantillonnés sur le transect de la zone 06	114
Tableau n°044 :	Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 07).....	117
Tableau n°045 :	Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 07).....	118
Tableau n°046 :	Poissons rencontrés dans la zone 07.....	119
Tableau n°047 :	Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 08).....	124
Tableau n°048 :	Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 08).....	125
Tableau n°049 :	Poissons rencontrés dans la zone 08.....	125
Tableau n°050 :	Liste du benthos (taxons cibles) pour la station 02.....	131
Tableau n°051 :	Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST02A)	132

Tableau n°052 :	Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST02A).....	133
Tableau n°053 :	Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST02B)	135
Tableau n°054 :	Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST02B).....	136
Tableau n°055 :	Richesse spécifique des coraux et blanchissement aux différentes zones	142
Tableau n°056 :	Conditions d'exécution des différentes campagnes d'échantillonnages	144
Tableau n°057 :	Recouvrement et évolution du taux de recouvrement du substrat de 2009 à 2007 (%) (ST02)	146
Tableau n°058 :	Richesse taxonomique et évolution de la richesse taxonomique du benthos de 2009 à 2007 (gain/perte en taxa) (ST02).....	146
Tableau n°059 :	Biodiversité, densité et biomasse des poissons pour les années 2009 à 2007 (ST02)....	147
Tableau n°060 :	Coefficients de variation.....	147
Tableau n°061 :	Annexe 01 : Catégories et composantes de substrat retenues pour l'échantillonnage et le traitement des données.....	160
Tableau n°062 :	Annexe 01 : Liste des poissons indicateurs.....	162
Tableau n°063 :	Annexe 01 : Exemple de calcul pour le recouvrement du substrat	164
Tableau n°064 :	Annexe 01 : Exemple de calcul pour « poisson ».....	165
Tableau n°065 :	Annexe 03 : Recouvrement du substrat (en %) pour toutes les catégories	168
Tableau n°066 :	Annexe 03 : Répartition du recouvrement (en %) du substrat, partie biotique/abiotique	169
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)	170
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).....	171
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).....	172
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).....	173
Tableau n°071 :	Annexe 05 : Synthèse des comptages visuels (TLV) obtenus à partir des deux transects de la ST02 depuis 2007. Liste complète.....	174

Liste des Figures

Figure n°01 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour le transect de la zone 02.....	50
Figure n°02 :	Position des colonies blanchies sur le transect de la zone 02.....	65
Figure n°03 :	Richesse spécifique par famille de poissons (Transect Zone 02).....	66
Figure n°04 :	Densité (nb individus/m ²) par famille de poissons (Transect Zone 02)	67
Figure n°05 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour la zone 02	96
Figure n°06 :	Position des colonies blanchies sur le transect de la zone 06.....	113
Figure n°07 :	Richesse spécifique par famille de poissons (Transect Zone 06).....	114
Figure n°08 :	Densité (nb individus/m ²) par famille de poissons (Transect Zone 06)	115
Figure n°09 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST02A.....	130
Figure n°10 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST02B.....	130
Figure n°11 :	Richesse spécifique par famille de poissons (ST02).....	136
Figure n°12 :	Densité (nb individus/m ²) par famille de poissons (ST02)	137
Figure n°13 :	Représentation du recouvrement (en %) du substrat partie biotique/abiotique	138
Figure n°14 :	Richesse taxonomique du benthos dans les 3 groupes clés.....	139
Figure n°15 :	Schéma du recouvrement des espèces des zones 02 et 06.....	143
Figure n°16 :	Biodiversité, densité et biomasse des poissons pour les années 2009 à 2007 (ST02)....	147
Figure n°17 :	Annexe 01 : Schéma théorique d'une station composée de 3 transects (A, B, C), de 20 m de long	157
Figure n°18 :	Annexe 01 : Diagramme schématisé d'un transect.....	159
Figure n°19 :	Annexe 01 : Comptage des poissons : méthode des transects à largeur variable	161

Liste des Cartes

Carte n°01 :	Situation géographique générale	24
Carte n°02 :	Localisation des stations du réseau de surveillance	25
Carte n°03 :	Localisation des zones et de la station 02	26
Carte n°04 :	Localisation de l'embouchure Creek baie nord	32
Carte n°05 :	Localisation de la zone 01.....	35
Carte n°06 :	Localisation de la zone 02.....	41
Carte n°07 :	Localisation de la zone 03.....	72
Carte n°08 :	Localisation de la zone 04.....	77
Carte n°09 :	Localisation de la zone 05.....	82
Carte n°10 :	Localisation de la zone 06.....	89
Carte n°11 :	Localisation de la zone 07.....	116
Carte n°12 :	Localisation de la zone 08.....	120
Carte n°13 :	Localisation de la station 02 (Creek baie nord)	127
Carte n°14 :	Blanchissement corallien (estimation visuelle).....	141

Liste des Photos

Photo n°01 :	Embouchure du Creek baie nord (vue de face, rive droite puis gauche).....	33
Photo n°02 :	Vues sous l'eau à l'embouchure du Creek baie nord.....	34
Photo n°03 :	Embouchure du Creek baie nord : panache turbide, vue vers le nord	34
Photo n°04 :	Estran de la zone 01 (vue de face, vers le nord (et l'embouchure du creek) et le sud	36
Photo n°05 :	Seule colonie corallienne de la zone 01 (<i>Pocillopora damicornis</i> , non blanchie).....	37
Photo n°06 :	Benthos en zone 01.....	38
Photo n°07 :	Poissons en zone 01	40
Photo n°08 :	Vue sur le cap (Zone 02).....	41
Photo n°09 :	<i>Acropora</i> sp. <i>blanchi</i> par patch (Zone 02).....	45
Photo n°010 :	Exemple de coraux blanchis (Zone 02).....	45
Photo n°011 :	Exemple de coraux partiellement blanchis (nécroses) (Zone 02).....	46
Photo n°012 :	Exemple d'organismes en bonne santé (Zone 02).....	47
Photo n°013 :	Alcyonnaire avec marque de nécrose (Zone 02).....	47
Photo n°014 :	Organismes au niveau du transect de la zone 02.....	53
Photo n°015 :	Piquets 01 et 04, zone 02.....	67
Photo n°016 :	Colonies remarquables autour du piquet 01 zone 02.....	68
Photo n°017 :	Colonies remarquables autour du piquet 04 zone 02.....	69
Photo n°018 :	Colonies remarquables entre les piquets 02 & 03 zone 02.....	70
Photo n°019 :	Colonies remarquables entre les piquets 02 & 03 zone 02.....	71
Photo n°020 :	Gobies en zone 03	74
Photo n°021 :	<i>Acropora</i> sp2 <i>blanchi</i> par patch (Zone 03).....	75
Photo n°022 :	Colonies remarquables en zone 03	76
Photo n°023 :	Benthos en zone 04.....	79
Photo n°024 :	Ilot Gabriel, face est (Zone 05).....	82
Photo n°025 :	<i>Porites lobata</i> en micro atolls (Zone 05)	83
Photo n°026 :	Coraux (Zone 05).....	84
Photo n°027 :	Alcyonnaires (Zone 05).....	84
Photo n°028 :	Bénitier (<i>Tridacna squamosa</i>) (> 45 cm) (Zone 05).....	86
Photo n°029 :	Poissons en zone 05	88
Photo n°030 :	Zone 06, de la surface	89
Photo n°031 :	Cap rocheux entre les zones 01 et 06, de la surface	90
Photo n°032 :	Exemple de polypes vivants sur corail blanchi (<i>Acropora</i> sp.) (Zone 06).....	94
Photo n°033 :	Zone 07, de la surface	116
Photo n°034 :	Coraux (Zone 07).....	118
Photo n°035 :	Zone 08, de la surface	121
Photo n°036 :	Champs d' <i>Acropora grandis</i> , blanchis par patch (Zone 8, 3 à 5 m)	122
Photo n°037 :	Coraux blanchis (Zone 8, 3 à 5 m).....	122
Photo n°038 :	Coraux non blanchis (Zone 8, 3 à 5 m).....	123
Photo n°039 :	Coraux non blanchis (Zone 8, tombant).....	123
Photo n°040 :	Position en surface par rapport à la côte (ST02).....	127
Photo n°041 :	Blanchissement (cause : turbidité) (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 42m³ 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 anouilles (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.

Le Mandataire est 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 de cette mission, qui s'est déroulée sur site du 07 au 09 avril 2009. Il comprend 3 parties :

- une présentation des objectifs attendus et de la méthodologie ;
- une présentation des résultats de la mission ;
- une synthèse et une discussion des résultats débouchant sur des recommandations.

Ce rapport est à compléter par deux autres documents :

- un Atlas photographique : qui est composé de photographies *in situ* de la faune et de la flore benthiques ainsi que des vues d'ensemble des stations. Les organismes sont inventoriés et classés 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.

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 d'évaluer l'impact sur l'environnement marin de la fuite d'acide sulfurique dans le Creek baie nord.

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 s'est faite (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 historiques disponibles des campagnes précédentes de 2007 et 2008.

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

3.1 L'acide sulfurique

Les données qui suivent sont extraites d'un document émis par le CEDRE (Centre de Documentation, de Recherche et d'Expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux) [02].

Tableau n°01 : *Caractéristiques principales de l'acide sulfurique*

Formule brute	H ₂ SO ₄
Classification U.E.	Corrosif
Classification Marpol	Y = Substances liquides nocives qui, si elles sont rejetées à la mer lors d'opérations de nettoyage des citernes ou de déballastage, présentent un risque pour les ressources marines ou pour la santé de l'homme ou nuisent sérieusement à l'agrément des sites ou aux autres utilisations légitimes de la mer et qui justifient une limitation qualitative et quantitative de leur déversement dans le milieu marin.
Classification SEBC	D = se dissout
Densité relative	1.84 (à 20°C, 93 à 100%)
Solubilité dans l'eau	Soluble à 20°C, avec dégagement chaleur
pH de la solution	Très acide < 1 (94 à 98%)
Phase	Liquide, incolore, inodore
Risque explosion / incendie	Produit ininflammable
Produits de décomposition dangereux	Réaction avec de nombreuses matières organiques, métaux etc. en produisant de grande quantité de chaleur et un dégagement d' hydrogène (très inflammable et explosif dans l'air)
Risque toxicité	En solution et aérosol : corrosif et irritant pour la peau, les yeux, les voies respiratoires et digestives
Comportement dans l'environnement aquatique	
Dégradation	Dans l'eau, c'est un acide fort qui se dissout totalement en ions sulfates et en protons en provoquant le dégagement de grandes quantités de chaleur . Il réagit rapidement avec les ions présents et se transforme en sels
Comportement	Sa forte densité le fait couler en l'absence d'agitation
Risque	Sa toxicité tient avant tout au caractère acide de la substance et à son effet sur le pH : une forte concentration dans l'eau entraîne une augmentation de l'acidité de l'eau (beaucoup d'espèces aquatiques ne peuvent survivre en-deçà d'un pH de 5.5). Effet réduit naturellement par dilution et par la capacité tampon de l'écosystème aquatique (importante pour l'eau de mer)
Bioaccumulation	Aucun danger de bio-concentration ou de bio-amplification le long de la chaîne alimentaire. Il ne se retrouvera pas dans les organismes aquatiques et

	n'aura pas d'impact sur une personne qui consommerait des produits de la mer ayant été exposés
Pollution indirecte	C'est un acide fort qui peut entraîner le relargage des ions métalliques contenus dans les sédiments

Aucune PNEC (Predicted No-Effect Concentration - Concentration sans effet prévisible sur l'environnement) n'a pu être dérivée puisque le pouvoir tampon, le pH et sa fluctuation sont très spécifiques de l'écosystème considéré. Pour estimer l'effet d'un déversement d'acide sulfurique, le changement de pH de l'eau de réception devrait être calculé ou mesuré.

On considère que la variation d'une unité pH pourrait affecter la faune et la flore.

En eau marine, certaines algues survivent à pH 6, mais ne tolèrent pas une baisse de pH en dessous de 5.5. Les organismes marins ne tolèrent généralement pas de très fortes variations de pH.

En eau douce, un pH de 5.5 est une valeur acceptable pour la vie écologique, ainsi la plupart des poissons ne survivent pas à un pH < 4.5 et la limite des crustacés et mollusques est plutôt à pH 5.4.

Des exemples sur les effets de concentrations d'acide sulfurique sur divers organismes (écotoxicologie) sont donnés dans le [tableau 02](#).

Tableau n°02 : Exemple de données écotoxicologiques

ÉCOTOXICITE AIGUË		
Eau douce	Crustacé : <i>Daphnia magna</i>	CE ₅₀ (24h) = 29 mg/l
	Poisson : <i>Brachydanio rerio</i>	CL ₅₀ (24h) = 82 mg/l
	Poisson : <i>Lepomis macrochirus</i>	CL ₅₀ (48h) = 49 mg/l
Eau marine	Poisson : <i>Pleuronectes platessa</i>	CL ₅₀ (48h) = 100 à 330 mg/l
ÉCOTOXICITE CHRONIQUE		
Eau marine	Algue : <i>Gymnodium</i> sp.	NOEC à pH 5,6 = 0,13 mg/l
Eau douce	Insecte : <i>Tanytarsus dissimilis</i>	NOEC (35 j) = 0,15 mg/l
	Poisson : <i>Jordanella floridae</i>	NOEC = 0,025 mg/l
	Poisson : <i>Savelinus fontinalis</i>	NOEC survie embryonnaire = 0,31 mg/l à pH 5,2
		NOEC survie embryonnaire = 0,15 mg/l à pH 5,5
		NOEC poids à 10 mois = 0,13 mg/l à pH 5,5
ÉTUDES EN MESOCOSME		
Eau douce	Poisson : <i>Savelinus fontinalis</i>	NOEC = 0,13 mg/l à pH 5,56
	Phytoplancton	NOEC = 0,13 mg/l à pH 5,6
	Poisson de lac	NOEC = 0,0058 mg/l à pH 5,93

(CE50) = Concentration Efficace 50 = Concentration provoquant l'effet considéré (mortalité, inhibition de croissance...) pour 50 % de la population considérée pendant un laps de temps donné.

(CL50) = Concentration médiane létale = Concentration d'une substance déduite statistiquement qui devrait provoquer au cours d'une exposition ou après celle-ci, pendant une période définie, la mort de 50 % des animaux exposés pendant une durée déterminée.

(NOEC) = No Observed Effect Concentration = Concentration mesurée suite à des essais de toxicité chronique et pour laquelle aucun effet n'est observé. C'est-à-dire que la substance ne présente pas de toxicité chronique en dessous de cette concentration.

3.2 Physiologie corallienne et le blanchissement

3.2.1 Zooxanthelles et symbiose

Ces algues unicellulaires sont des Dinoflagellés du genre *Symbiodinium*. Elles sont généralement brunes, la



couleur la plus adaptée à l'absorption de la lumière bleue, mais elles peuvent contenir tous types de pigments afin de s'adapter aux conditions environnementales.

Cette association entre l'algue et le corail constitue une vraie symbiose car l'association profite aux deux partenaires. Ainsi les métabolismes de l'hôte (le corail) et du symbiote (l'algue) interfèrent fortement. Elles absorbent le dioxyde de carbone libéré par les coraux (ou un autre animal hôte) et fournissent en retour divers nutriments à leur hôte. Cet échange résulte pendant la journée d'un bilan respiratoire positif c'est-à-dire que la production d'oxygène de l'association corail-zooxanthelle est supérieure à la consommation. En général la consommation d'oxygène est forte mais varie d'une espèce à l'autre. Par exemple, les *Acropora* sont de gros consommateurs ce qui explique leur faible résistance à une élévation de température faisant chuter la concentration d'oxygène dissout.

3.2.2 Le blanchissement

Les coraux scléractiniaires qui construisent les récifs coralliens hébergent en symbiose dans leurs cellules des algues unicellulaires, les zooxanthelles, qui sont en partie responsables de la coloration des coraux. Face à des stress d'origine naturelle (élévation de la température, diminution de la salinité des eaux, forts coefficients de marée,) ou anthropique (pollutions, sédimentation terrigène, ...), les coraux réagissent de manière variable selon l'intensité de la perturbation et l'espèce considérée. Par exemple, lorsque la température de l'eau de mer dépasse de manière prolongée la valeur maximale de tolérance, l'activité photosynthétique des zooxanthelles devient trop élevée et conduit les polypes à rejeter activement les zooxanthelles. **Cette situation est cependant réversible si les conditions redeviennent favorables.**

Les tissus translucides du corail laissent alors apparaître la blancheur du squelette sous-jacent, d'où le terme de blanchissement. La perte des algues symbiotiques entraîne un ralentissement ou un arrêt des fonctions primaires de la colonie corallienne c'est à dire sa croissance, sa capacité de reproduction, etc. Durant la période où la symbiose n'a pas lieu le polype reprend une activité plus intense de chasse.

Selon l'intensité et la durée du stress les coraux peuvent mourir de faim ou de maladie (les colonies sont alors rapidement recouvertes par des gazons algaux) ou récupérer un métabolisme normal et recouvrir des densités normales de zooxanthelles dans leurs tissus, retrouvant ainsi leur couleur normale [03].

Ce phénomène affecte généralement les zones peu profondes des récifs, mais s'il perdure et que son intensité augmente il peut concerner des colonies situées à près de 40 mètres de profondeur [04].

Ces résistances variables au stress semblent donc connues des coraux qui sélectionnent leurs algues symbiotiques en fonction de leur environnement.

3.2.3 Différentes sensibilités selon les groupes, les espèces et les individus

Le blanchissement corallien peut affecter non seulement les coraux durs bâtisseurs de récif (scléractiniaires) mais également d'autres organismes symbiotiques tels que les coraux mous (alcyonaires), les anémones de mer, les éponges, les mollusques (bénitiers,...), et certains Actiniaires, Corallimorphaires, Zoanthaires et Octocoralliaires (*Alcyonacea* et *Gorgonacea*).

Les variations environnementales enregistrées sur un récif corallien ne vont pas stresser de la même manière toutes les espèces de coralliennes. Certaines espèces ne seront pas influencées par les changements environnementaux et d'autres seront complètement affaiblies.

De la même manière, le stress entraîné par un changement d'état des propriétés physiques de l'environnement ne sera pas perçu de la même façon selon les individus d'une même espèce.

C'est pour cela que l'on observe généralement un blanchissement par patch sur les récifs coralliens. Le facteur principal pouvant varier est la nature des microalgues symbiotiques (zooxanthelles) pour chaque individu. Concernant les coraux scléractiniaires, les coraux branchus apparaissent souvent comme les plus sensibles et particulièrement le genre *Acropora*.

3.2.4 Paramètres influençant le blanchissement

Le corail, en situation de stress, peut expulser ses zooxanthelles. Ces stress peuvent avoir diverses causes, dont les principaux exemples ci-dessous.

3.2.4.1 La lumière

La lumière est indispensable à la photosynthèse des zooxanthelles, par conséquent les coraux seront présents majoritairement dans **les eaux peu profondes** (l'éclairement diminue avec la profondeur) et **transparentes** (diminution de la luminosité avec la charge de particules en suspension). De plus la sédimentation des éléments en suspension étouffe les polypes. Un manque de lumière entraîne une plus forte dispersion des zooxanthelles et une diminution de leur nombre. À l'inverse trop de lumière peut conduire à une abondance de zooxanthelles et une régression des polypes.

3.2.4.2 La température (anomalie positive)

La Nouvelle-Calédonie est située dans la zone intertropicale, juste au nord du tropique du Capricorne. Très isolée géographiquement et soumise au courant des alizés, elle bénéficie d'un climat relativement tempéré, que l'on peut qualifier de "tropical océanique". Les coraux sont sensibles aux variations de température, une augmentation de la température ne serait-ce que de 1°C au-dessus du maximum estival peut provoquer le blanchissement des coraux.

La saison estivale 2009 en Nouvelle-Calédonie a été chaude et des phénomènes de blanchissement ont été observés principalement dans les eaux de surface des récifs frangeants.

3.2.4.3 L'acidification de l'océan

L'acidification de l'océan est le nom donné à la diminution progressive du pH des océans. Le pH moyen des eaux superficielles des océans a diminué de 8,25 à 8,14 (acide carbonique produit à partir du CO₂ atmosphérique produit en excès par les activités humaines).

Sur une échelle plus réduite, l'acide sulfurique a eu pour effet de diminuer le pH de l'eau du creek et à son embouchure (non défini par le Client). Cette baisse de pH a pu entraîner un stress chez les colonies coralliennes.

3.2.4.4 La pluviométrie (anomalie positive) versus la salinité (anomalie négative)

L'augmentation de l'apport d'eau douce dans le lagon, fait diminuer la salinité des eaux de surface (l'eau douce moins dense que l'eau salée a tendance à rester en surface). Cette variation de teneur saline de l'eau, est un facteur déstabilisant pour la croissance des communautés coralliennes. Les premières colonies touchées par ces variations sont celles colonisant les platiers des récifs frangeants. Ces récifs sont :

- proches de la côte (accumulation d'eau douce et ruissellement dans le lagon),
- et baignés dans les eaux de surface (anomalie négative de salinité lors des fortes précipitations).

Les précipitations ont été très supérieures aux normales pour les trois derniers mois et nous avons pu observer une stratification nette d'eau douce en surface (3 à 4 m d'épaisseur) dans toute la baie de Prony.

3.2.4.5 La turbidité

L'érosion mécanique des sols est une caractéristique naturelle des îles tropicales soumises à de violentes pluies. Mais toute activité anthropique qui conduit à la diminution du couvert végétal renforce cette dégradation naturelle. La remobilisation de terre qui se traduit par des apports sédimentaires abondants au littoral touche les zones côtières avec un impact localisé. Ces apports peuvent induire des modifications du profil littoral et la dégradation des récifs frangeants. Outre les phénomènes d'étouffement des coraux et des organismes sessiles par le sédiment, l'impact résulte de l'augmentation de la turbidité qui induit une diminution de la pénétration de la lumière dans l'eau (et donc une diminution de la photosynthèse nécessaire à la vie corallienne). S'y ajoutent les phénomènes d'eutrophisation² des eaux, liés à l'augmentation des apports en sédiments contenant des nutriments.

² L'eutrophisation est un enrichissement excessif des milieux aquatiques en sels nutritifs. Les plantes, algues, bactéries et cyanobactéries se développent alors de manière excessive. Leur décomposition provoque une chute de la quantité d'oxygène réduisant ainsi le nombre d'espèces animales et végétales aquatiques.

3.2.4.6 Divers

Augmentation de la concentration dans l'eau de mer de **produits potentiellement toxiques** pour les coraux (pétrole, crème solaire, antifoulings, ...).

Famine induite chez les coraux par diminution du plancton dans l'eau, et en particulier par manque de zooplancton.

Attaques massives par certaines espèces invasives (*Acanthaster planci*, *Culcita* notamment) affaiblissant et pouvant tuer le corail.

3.3 Accidents historiques

3.3.1 Exemples de cas

Les données ci-dessous sont extraites de différents documents listés précisément dans le § Sources [02, 05, 06].

Aux USA, entre 1992 et 1995, sur 425 déversements de substances dangereuses, 43 concernés de l'acide sulfurique.

Les caractéristiques des principaux accidents arrivés dans le monde et mettant en scène des acides, sont présentés dans le [tableau 03](#).

Les fuites d'acide sulfurique à bord d'un navire (comme pour le *Panam Perla*, Atlantique, 1998, ou le *Bahamas*, Brésil, 1998), constituent un risque pour le navire lui-même : l'acide dilué est beaucoup plus corrosif que l'acide pur. Par ailleurs, le mélange d'acide avec l'eau libère de l'hydrogène explosif.

Des effets indirects sur l'environnement doivent également être considérés comme la remobilisation dans le milieu de métaux toxiques absorbés sur les sédiments par un abaissement du pH lié à un déversement d'acide (*Bahamas*, Brésil).

Tableau n°03 : *Principaux accidents dans le monde*

DATE	NAVIRE	PRODUIT / QUANTITE	LIEU	CIRCONSTANCES	RISQUE	REPOSE	BILAN
Février 2005	/	Acide sulfurique (11 000 t)	Suède	Explosion d'une cuve (usine chimique) lors du chargement d'un navire.		Une partie de l'acide s'est répandue en mer, réaction exothermique, naissance d'un nuage au-dessus de l'usine. Périmètre de sécurité et confinement des 110 000 habitants.	13 blessés légers (problèmes respiratoires, irritations oculaires). Le vent a dispersé le nuage, vers la mer.
Août 2005	Barge	Acide sulfurique (1 300 m ³)	Texas USA	Barge s'échoue dans zone marécageuse		L'acide s'est déversé dans l'estuaire. Le mélange restant (300 m ³) a été pompé hors des réservoirs.	Impact écologique reste à déterminer sachant que la baie est une réserve naturelle. Pas de blessé.
Juin 2004	Ena 2	Acide sulfurique	Allemagne	Collision avec porte-conteneurs, chavirement, fuites		Fuite acide suivie dans l'eau par mesures pH. Brassage de l'eau pour favoriser dilution et éviter zone accumulation. Redressement de l'épave sous rideau d'eau ; durée : 5 jours	
Mars 2001	Balu	Acide sulfurique (8 021 t)	Golf de Gascogne	Chimiquier qui coule par 4 600 m		Aucune récupération de l'acide, qui a coulé et s'est dissous progressivement. Réaction exothermique, mais dans milieu ouvert et stable.	

24 août 1998	Bahamas	Acide sulfurique (19 000 t)	Terminal de Trevo, Rio Grande, Brésil	Incident sur le navire (erreur de manipulation du système de pompage durant le déchargement)	Produit corrosif, réactif avec l'eau avec risque d'inflammation et d'explosion (formation d'hydrogène). Danger pour l'homme, impact sur l'environnement.	Une situation de crise interne au na-vire gardée secrète, aboutit à une situation catastrophique. Aucune possibilité de stocker à terre ou sur un autre navire l'acide dilué (très corrosif), neutralisation de l'acide impossible par manque d'agent neutralisant basique. Décision de justice de rejeter la cargaison en mer : à parir du 22 octobre pompage lent de la cargaison et rejet dans le port à marée descendante, avec suivi chimique du pH ; durée : 11 jours. Remorquage du navire et sabordage dans les eaux internationales le 20 avril 99. Durée totale de l'incident : 10 mois.	Erreurs initiales aboutissant à une situation de crise liées à la vétusté du navire (28 ans d'âge) et à la compétence de l'équipage. Absence de communication avec les autorités portuaires. Nécessité d'une structuree locale portuaire pour traiter l'incident chimique et d'un plan d'urgence. Impact sur l'environnement : impact direct et impact indirect par remobilisation de métaux toxiques absorbés sur le sédiment.
Novembre 1998	Panam Perla	Acide sulfurique (100 t)	Atlantique (USA)	Incident sur le navire, rupture d'étanchéité de cuve		Opération de récupération par pompage de l'acide présent dans la double coque. Opération terminée 1 semaine après la reconnaissance de la fuite. Neutralisation de l'acide manquant (3,4 t) par du bicarbonate de soude.	Rapidité des opérations mises en œuvre.
1995	/	Acide sulfurique (230 m ³)	Canada	Déraillement d'un convoi ferroviaire		L'acide concentré s'est déposé au fond du lac (33 m). Eau du lac interdite à la consommation. « Choc acide » fatal pour l'ensemble de la faune de la rivière sur une dizaine de km (pH jusqu'à 2.5). + de 660 t de carbonates de calcium déversé pour ramener pH à normale.	L'a. s. ne s'est pas mélangé spontanément avec l'eau mais a coulé jusqu'à la section la plus profonde du plan d'eau.
1992	?	Acide chlorhydrique	Hollande	Petits fûts de 60 litres trouvés en mer			

3.3.2 Résultats de simulation de scénarios d'accident

Les données qui suivent sont extraites d'un document émis par le CEDRE (Centre de Documentation, de Recherche et d'Expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux) [02].

Ils ont modélisé des déversements hypothétiques d'acide sulfurique dans le milieu aquatique à l'aide du logiciel CHEMMAP. C'est un modèle de déversement de produit chimique développé par l'ASA (Applied Science Associates, USA) qui permet de prédire le mouvement et le devenir du produit déversé dans les eaux douces et marines. Ce modèle indique le déplacement du produit à la surface de l'eau et sa distribution dans l'environnement (évaporation, dissolution dans la colonne d'eau...). Le pas de temps utilisé pour les calculs est de trente minutes.

Le modèle CHEMMAP ne prend pas en compte le pouvoir tampon de l'eau de mer. Par conséquent, des courbes expérimentales ont été réalisées afin d'obtenir des valeurs de pH du milieu aquatique en fonction de la concentration en acide sulfurique déversé dans ce milieu. Des valeurs entre 7 et 8.5 ont été retenues comme acceptables (pas ou peu différent du pH initial) en mer et entre 5.5 et 8 en eau douce.

Bien évidemment, les scénarios définis par le CEDRE le sont à titre indicatif et, en cas d'accident réel, les résultats des simulations seront naturellement différents.

Tableau n°04 : Scénario 1 : déversement en pleine mer

LOCALISATION	Dans la Manche	
PROFONDEUR DE DEVERSEMENT	1 m	
TEMPERATURE DE L'AIR ET DE L'EAU	10°C	
COURANTS	De la Manche	
DUREE DU DEVERSEMENT	DEBIT DE FUITE	RESULTATS
5 heures	10 kg/h	Concentration maximale (Cmax) au bout de 45 mn à 500 m, mais qui n'entraîne pas de modification significative du pH du milieu
	1 000 kg/h	Cmax au bout de 30 mn à 530 m, mais qui n'entraîne pas de modification significative du pH du milieu
	100 t/h	Cmax donnant un pH entre 1 et 6.5 au bout de 15 mn à 500 m. C acceptable (pH > 7) au bout de 5h15 à 1 600 m
		Pour un vent de 3 m/s, orienté NW, la surface susceptible d'être impactée mesure 29,6 km par 7,4 km (72 h d'étude) et la zone dont le pH est inférieur à 7 s'étend jusqu'à 14 km autour du point de déversement et est détectée jusqu'à 22 heures après le début du déversement
Instantanée	500 t	Pour un vent de 10 m/s, orienté NW, la surface susceptible d'être impactée mesure 70,2 km par 35,2 km (72 h d'étude) et la zone dont le pH est inférieur à 7 s'étend jusqu'à 6 km autour du point de déversement et est détectée jusqu'à 7 heures après le début du déversement
		Cmax donnant un pH < 0.5 au bout de 15 mn à 570 m. C acceptable (pH > 7) au bout de 8h30 à 10 km
		Pour un vent de 3 m/s, orienté NW, la surface susceptible d'être impactée mesure 22,2 km par 2,6 km (72 h d'étude) et la zone dont le pH est inférieur à 7 s'étend jusqu'à 12 km autour du point de déversement et est détectée jusqu'à 2,5 jours après le début du déversement

Pour un vent de 10 m/s, orienté NW, la surface susceptible d'être impactée mesure 63 km par 39,4 km (72 h d'étude) et la zone dont le pH est inférieur à 7 s'étend jusqu'à 16 km autour du point de déversement et est détectée jusqu'à 12 heures après le début du déversement

Tableau n°05 : Scénario 2 : épave

LOCALISATION	Dans la Manche	
PROFONDEUR DE DEVERSEMENT	87 m	
TEMPERATURE DE L'AIR ET DE L'EAU	10°C	
COURANTS	De la Manche	
DUREE DU DEVERSEMENT	DEBIT DE FUITE	RESULTATS
5 heures	500 t en continu	30 mn après la libération : L'acide reste entre 73 et 87 m et avec des pH acceptables : à 1.5 km du point de déversement, la concentration moyenne prévoit un pH de 7.8 et la C max un pH de 7.6
		48 h après la libération : L'acide remonte jusqu'à la surface, mais avec des concentrations très faibles et sans modification significative du pH du milieu : à 13.9 km du point de déversement, la concentration moyenne prévoit un pH de 8 et la C max un pH de 7.6

Tableau n°06 : Scénario 3 : déversement en zone portuaire

LOCALISATION	Un port, sans vent et avec vitesse de courant nulle		
PROFONDEUR DE DEVERSEMENT	Surface	PROFONDEUR DE LA ZONE	15 m
TEMPERATURE DE L'AIR ET DE L'EAU	10°C		
COURANTS	Faible		
DUREE DU DEVERSEMENT	DEBIT DE FUITE	RESULTATS	
Instantané	100 t	48 h après la libération : La zone touchée s'étend sur 10 par 13 km et les concentrations moyennes prévoient un pH de 7.3 avec un minimum de 6.2	
		A 0.7 km du point de déversement, soit 30 mn après, la concentration moyenne prévoit un pH de 5.5 et la C max un pH de 1.8	
		A 1.85 km du point de déversement, soit 9h30 après, la concentration moyenne prévoit un pH de 7.5 et la C max un pH de 1.8	
		A 6.7 km du point de déversement, soit 15 h après, la concentration moyenne prévoit un pH de 8 et la C max un pH de 1.8	

Tableau n°07 : Scénario 4 : déversement en rivière

LOCALISATION	Une rivière, 300 m de large		
PROFONDEUR DE DEVERSEMENT	1 m	PROFONDEUR DE LA RIVIERE	4 à 5 m
TEMPERATURE DE L'AIR ET DE L'EAU	15°C		
COURANTS	Deux débits		

DUREE DU DEVERSEMENT	DEBIT DE FUITE	RESULTATS
5 heures	20 t en continu	Vitesse du courant = 0.12 m/s : La distance maximale sur laquelle il est observé une variation de pH sur 24 h : 1.31 km en aval. Après 3 h, la zone où le pH est < 5.5 s'étend jusqu'à 80 m en aval, 3 j après le pH redevient > 5.5
		Vitesse du courant = 0.74 m/s : La distance maximale sur laquelle il est observé une variation de pH sur 24 h : 5 km en aval Après 3 h, la zone où le pH est < 5.5 s'étend jusqu'à 2 km en aval, 3 j après le pH redevient > 5.5

Résultats généraux :

- L'acide sulfurique coule progressivement (et se dissout) dans la colonne d'eau quelle que soit la quantité déversée ;
- La surface susceptible d'être impactée est plus grande si le courant ou le vent est plus fort ;
- De même, la masse d'eau est influencée par les vents ;
- Pour un déversement en profondeur, l'acide se dissout progressivement mais reste en grande partie sur le fond.

3.3.3 Etude environnementale du « Bahamas »

Suite à l'accident survenu au Brésil (dans le port du Rio grande, cf. § 3.3.1), une étude environnementale a été réalisée.

Ce sont les résultats synthétisés de la publication qui en a découlée (Bemvenuti & al. 2002 [07]), qui sont présentés ci-dessous.

L'équipe a analysée la structure des assemblages macrobenthiques du site.

Cinq stations ont été échantillonnées quatre fois entre septembre 1988 et mars 1999. À chaque station, trois échantillons ont été prélevés au moyen d'un échantillonneur Van Veen (0,078 m²).

Un total de 22 taxons a été collecté, répartis ainsi dans 6 groupes : crustacés (9 spp.), polychètes (7 spp.), mollusques (3 spp.), phoronides (1 sp.), németes (1 sp.) et plathelminthes (1 sp.).

Les assemblages macrobenthiques ont souffert d'impacts de l'acide différents selon le lieu de la station et l'heure d'observation :

- 1) la station la plus proche (250 m) de la source de déversement d'acide a subi des impacts immédiats (c'est-à-dire au cours de la décharge d'acide),
- 2) la station à 500 m en aval de la source de déversement d'acide a subi des impacts un certain temps après la décharge,
- 3) sur les autres points de prélèvement, sur la zone limite extérieure au déversement il y a eu absence d'impact direct.

L'assemblage macrobenthique avait récupéré six mois après le déversement d'acide sulfurique.

3.4 Accident sur site

Lorsque l'accident est survenu, de l'acide sulfurique s'est déversé dans le Creek baie nord et s'est dissout dans l'eau douce du creek. Arrivé à l'embouchure la dissolution a été encore plus importante et l'acide sulfurique a évolué dans la baie au gré du panache (eau douce et matière en suspension), des courants, de concentration, de sa densité et du pouvoir tampon de l'eau de mer.

Nous n'avons pas de donnée sur :

- la concentration en acide des eaux du Creek quand elles sont arrivées en mer,
- la quantité dissoute arrivant en mer et le débit du Creek,
- l'évolution de la concentration en acide (ou du pH) dans les eaux marines,
- le comportement de l'acide par rapport à sa trajectoire, tant horizontal que vertical (sa densité initiale l'amenant à couler, mais celle-ci dépendant de sa concentration).

Nous ne savons donc pas si des eaux à pH bas sont bien arrivées en mer et où elles se sont dirigées. Par ailleurs aucun état initial n'avait été fait dans cette zone : nous n'avons donc pas non plus de donnée biologique sur le milieu marin.

D'où, notre protocole basé sur :

- l'exploration de différentes zones plus ou moins proches du Creek baie nord et au-delà de son influence (pour servir de « témoin »),
- le relevé de l'état de santé des communautés benthiques et ichtyologiques, et notamment le blanchissement, signe quantifiable de stress.

4 Méthodologie

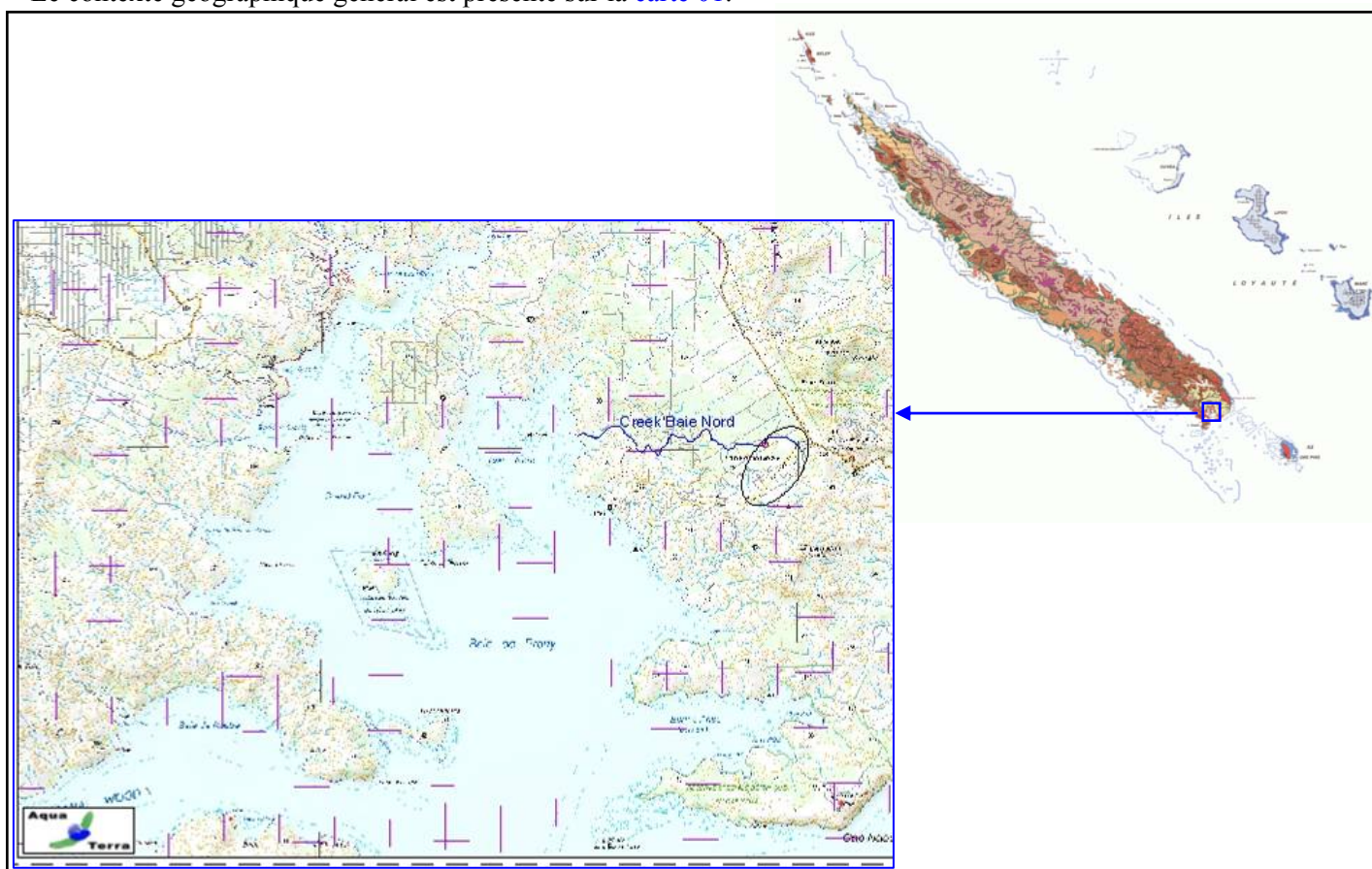
Les protocoles d'échantillonnage appliqués dans le cadre de cette étude ont rigoureusement respecté le cahier des charges « suivis de l'état des communautés coralliennes, du réseau de surveillance » élaboré sous contrôle de la DENV et fourni par Vale Inco Nouvelle-Calédonie (cf. [annexe 01](#)).

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 01](#).



Carte n°01 : 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, 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 08](#) et elles sont positionnées sur la [carte 02](#).

Tableau n°08 : 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°02 : Localisation des stations du réseau de surveillance

Sur ces trois stations, nous avons retenus la station 02 (rond mauve sur les [carte 02](#) et [03](#)), 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 09](#) et sur la [carte 03](#).

Tableau n°09 : 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°03 : 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 Palmes/Masque/Tuba ou scaphandre autonome) de 10 à 40 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,
- 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,
- 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) [08] 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 - scléactiniaires, macrophytes et invertébrés - et non que les taxons cibles), avec une détermination au niveau taxonomique le plus bas possible.

Par contre, la densité en organisme dans une zone d'étude étendue est difficile à évaluer précisément et peut conduire à de nombreuses erreurs. Afin de simplifier les opérations sous-marines et d'éviter les erreurs d'abondance, une échelle de recouvrement de 1 à 5 ([tableau 10](#)) a été mise en place au sein des groupes faunistiques suivant :

- Scléactiniaires (coraux) à l'échelle du genre et si possible de l'espèce.
- Algues à l'échelle du genre et si possible de l'espèce.
- Spongiaires et ascidies à l'échelle du genre et si possible de l'espèce.
- Bénitiers, 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 [08]. Elle a été élaborée afin de caractériser l'abondance spécifique ou générique des biocénoses marines. Ainsi les pourcentages de recouvrement ont été réduits pour les indices (numéroté de 1 à 5) afin de pouvoir décrire les scléactiniaires, les macrophytes et les invertébrés sur l'ensemble de l'échelle.

Tableau n°010 : *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 heliopora*). Une seule de ces colonies peut ainsi construire un massif atteignant jusqu'à 10 mètres de diamètre. Dans ce cas, le fait d'indiquer le nombre de colonies n'a pas de sens. Pour ces espèces, une échelle paramétrée supplémentaire de 1 à 5 tient compte des mètres carrés colonisés par les colonies sur le couloir (pourcentage de recouvrement) (tableau 11).

Tableau n°011 : *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 12.

Tableau n°012 : *Code couleur pour la comparaison temporelle d'une même station*

Recrutement	Nouvelle espèce présente dans le couloir par rapport à la dernière mission
Mortalité	Espèce absente dans le couloir par rapport à la dernière mission
Blanchissement	Espèce influencée par le blanchissement
CHIFFRE	Augmentation de l'abondance par rapport à la dernière mission
CHIFFRE	Diminution de l'abondance par rapport à la dernière mission
CHIFFRE	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 13).

Tableau n°013 : 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 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 recensés 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.

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 14 et 15.

Tableau n°014 : 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°015 : 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 sur les différentes zones et la station 02, comme cela est résumé dans le [tableau 16](#).

Tableau n°016 : Nature des échantillonnages pour les différentes zones

	MODE D'EXPLORATION	NATURE DE L'ECHANTILLONNAGE
Embouchure du Creek baie nord	Palmes Masque Tuba	Observations générales Photographies & vidéos
Zone 01	Palmes Masque Tuba	Observations générales, benthos, poissons, blanchissement Paramètres de surface Photographies & vidéos
Zone 02	PMT et scaphandre autonome	Observations générales, benthos, poissons, blanchissement Paramètres de surface Radiale avec observations générales et schéma structural Installation d'un transect et échantillonnage LIT, benthos, TLV poissons, colonies coralliennes blanchies Installations de 4 piquets avec observations des colonies coralliennes remarquables Photographies & vidéos
Zone 03	Scaphandre autonome	Observations générales, benthos, poissons, blanchissement Photographies & vidéos
Zone 04	Scaphandre autonome	Observations générales, benthos, poissons, blanchissement Photographies & vidéos
Zone 05	Scaphandre autonome	Observations générales, benthos, poissons, blanchissement Photographies & vidéos
Zone 06	Scaphandre autonome	Observations générales, benthos, poissons, blanchissement Paramètres de surface Radiale avec observations générales et schéma structural Installation d'un transect et échantillonnage LIT, benthos, TLV poissons, colonies coralliennes blanchies Photographies & vidéos
Zone 07	Scaphandre autonome	Observations générales, benthos, poissons, blanchissement Photographies & vidéos
Zone 08	Scaphandre autonome	Observations générales, benthos, poissons, blanchissement Photographies & vidéos
Station 02	Scaphandre autonome	Echantillonnage des 2 transects : LIT, benthos, TLV poissons, colonies coralliennes blanchies Photographies & vidéos

5.1 Embouchure du Creek baie nord

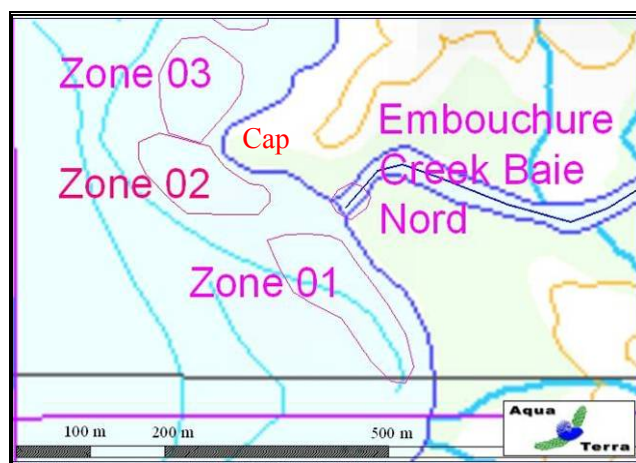
L'embouchure du Creek est traitée à part, ici, car ce n'est pas une partie marine, elle n'a donc pas été échantillonnée comme les autres zones.

Mais comme nous y sommes allés, nous présentons quand même les observations réalisées.

Caractéristiques physiques de cette zone :

LOCALISATION	Embouchure du Creek baie nord
MODE D'EXPLORATION	Palmes Masque Tuba (PMT)
SUPERFICIE APPROXIMATIVE EXPLORÉE	1 700 m ²
PROFONDEUR	Au centre du creek 2 m
VISIBILITE	Faible : 60 cm
SUBSTRAT	Vaseux

Localisation géographique :



Carte n°04 : Localisation de l'embouchure Creek baie nord

Observations :

Les berges au niveau de l'embouchure présentent un fort talus. Elles sont d'abord sableuses puis terrigènes avec des cailloux.

La végétation est typique d'une ripisylve sur terrain latéritique (pandanus - *Pandanus* sp., pins colonnaires - *Araucaria columnaris*, faux manguiers - *Cerbera manghas*), avec ici l'influence de la mer puisqu'on retrouve aussi quelques palétuviers dont le palétuvier aveuglant (*Excoecaria agallocha*) et le palétuvier rouge (*Bruguiera gymnorrhiza*).

On peut observer de nombreuses ruines (mur de soutènement sur les berges), notamment en rive droite, datant de la période du bagne.



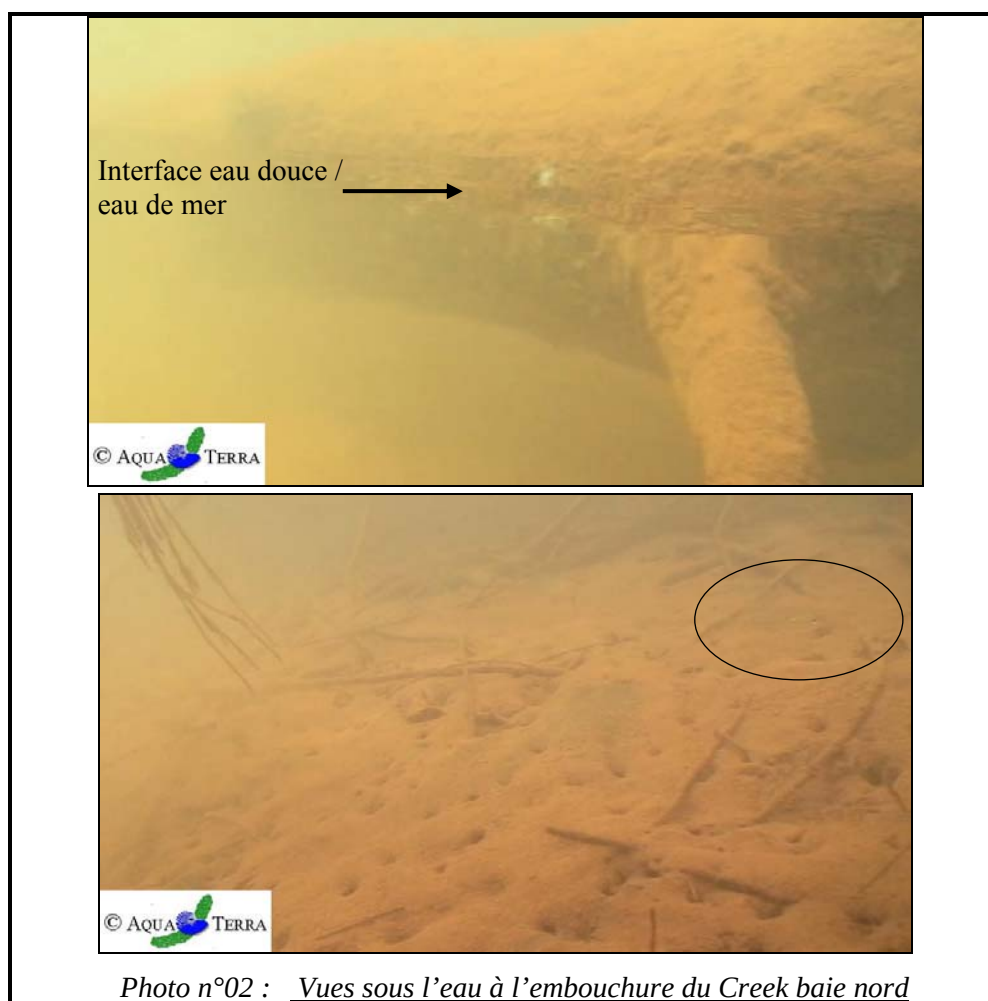
Photo n°01 : Embouchure du Creek baie nord (vue de face, rive droite puis gauche)

Dans le creek, les fonds sont composés de dépôts larétitiques très fins et la turbidité est donc importante et accrue au moindre mouvement qui remet en suspension ces fines.

L'eau de mer remontant dans le creek, à l'embouchure, on a pu noter une halocline marquée vers 80 cm de profondeur ([photographie 02](#)).

Il y a sur le fond des dépôts de matières organiques et des souches servant de refuge à des poissons. Deux espèces ont pu être observées, dont une en abondance (une dizaine d'individus), mais non déterminées, car dulçaquicoles ([photographie 02](#)). Il y avait aussi des couples gobie-crevette sur les fonds vaseux.

Quelques carapaces de crevettes mortes (taille d'environ 2 cm), de la famille des Palaemonidae ont été observées.



La baie de Prony en général, et particulièrement la baie Nord sont bien protégées 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 eaux en sortie de creek sont composées d'eau douce et peuvent être chargées de matières en suspension, deux facteurs qui peuvent perturber et stresser les communautés coralliennes (possibilité de blanchissement naturel).

Lors de notre mission, un panache turbide était clairement observable dans cette zone en surface ([photographie 03](#)).



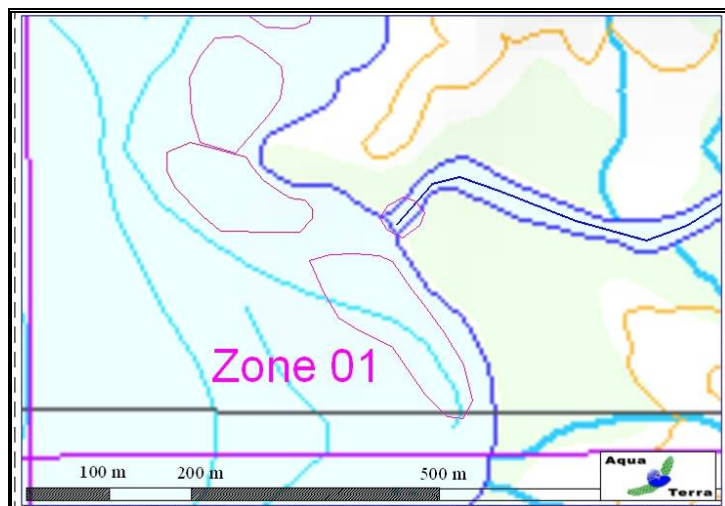
5.2 Zone 01 = Platier sud du Creek baie nord

5.2.1 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 EXPLOREE	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

5.2.2 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.



Photo n°04 : Estran de la zone 01 (vue de face, vers le nord (et l'embouchure du creek) et le sud

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

La turbidité est élevée et augmente encore au moindre mouvement près du fond qui remet le substrat en suspension.

Les paramètres mesurés (sonde multiparamètres Hach) en sub-surface le 07 avril 09 à 11h15 étaient dans les normales de la zone :

- pH = 7.88
- température = 25.3°C.

Il y a peu de vie et pas de construction hormis une colonie corallienne branchue.

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).

Ici encore halocline à 60 cm de profondeur.

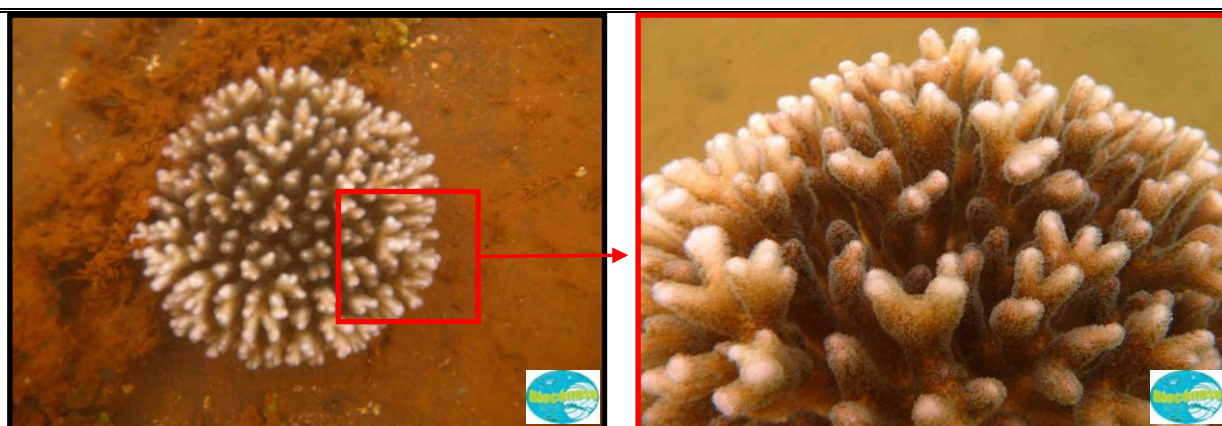
5.2.2.1 Le benthos

La richesse spécifique et le recouvrement biotique sont très faibles.

Une seule colonie de scléractiniaire a été recensée pour toute cette zone (*Pocillopora damicornis* de la famille des Pocilloporidae). Cette colonie ne présente pas de marque de blanchissement.

Tableau n°017 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 01)*

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
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	1
Poritidae	0	0
Siderastreidae	0	0
Total scléractiniaire	1	-
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	0	0
Tubiporidae	0	0
Gorgone	0	0
Antipathaire	0	0
Total coraux (A)	1	-
dont nb esp. blanchies (B)	0	-
Blanchissement	B/A	Visuel
	0	0%

Photo n°05 : *Seule colonie corallienne de la zone 01 (Pocillopora damicornis, non blanchie)*

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.

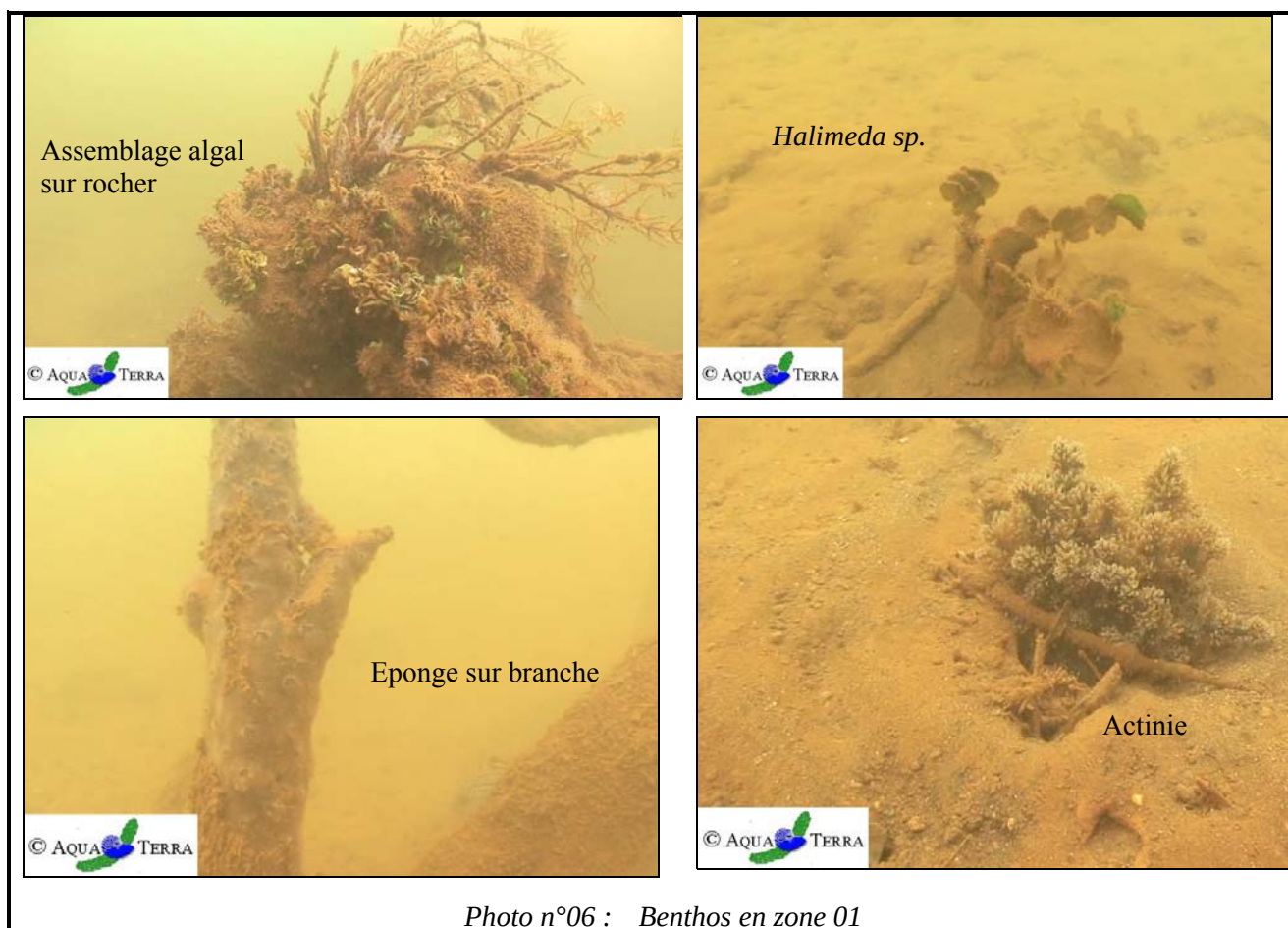


Tableau n°018 : *Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Zone 01)*

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	0	0
Algue brune	3	2
Algue rouge	0	0
Algue verte	4	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	8	-

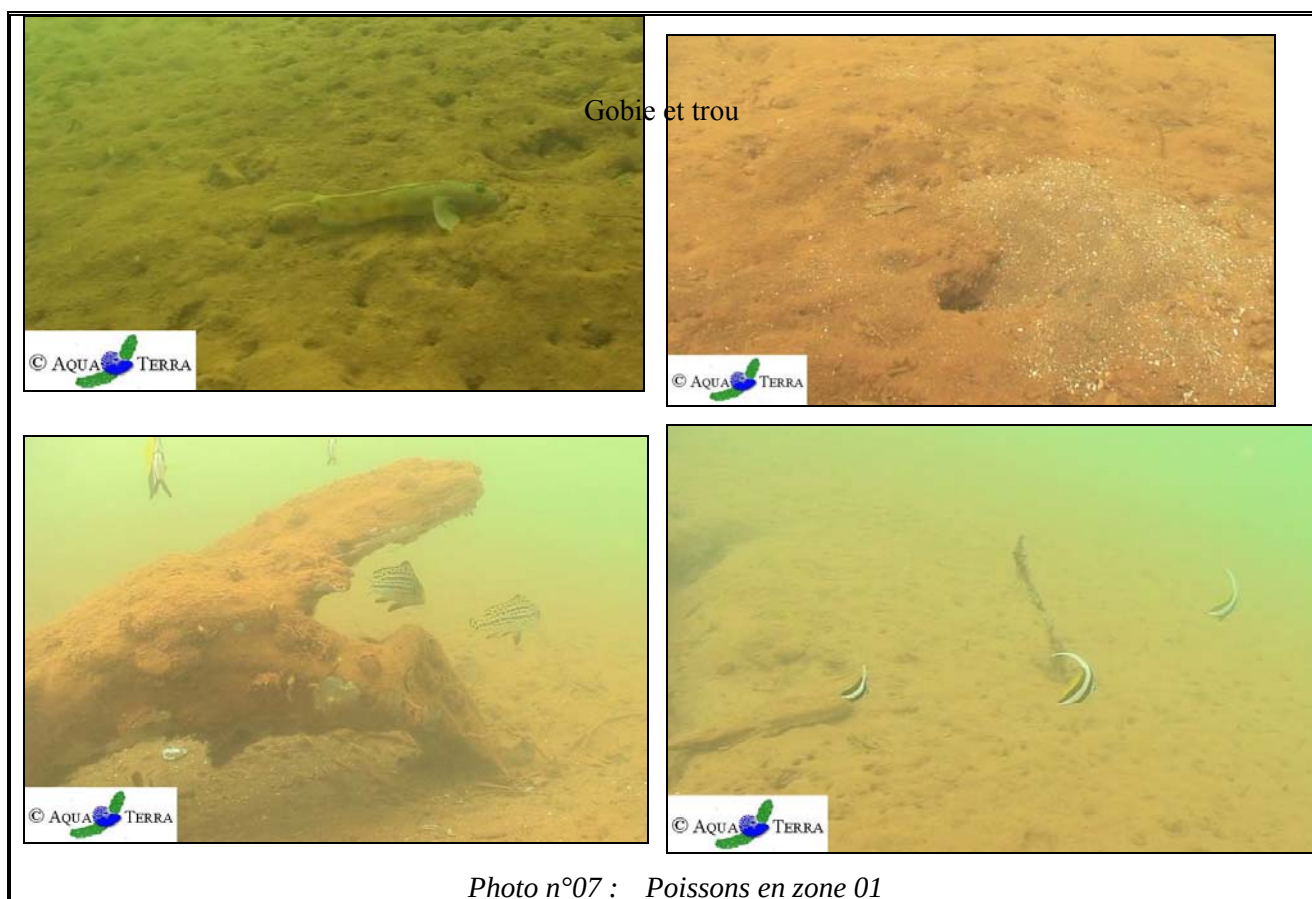
5.2.2.2 Les poissons

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

La biodiversité ichthyologique s'élève à 7 espèces de poissons rencontrés, qui sont listées dans le [tableau 19](#).

Tableau n°019 : Poissons rencontrés dans la zone 01

FAMILLE	ESPECE	ETAT
Chaetodontidae	<i>Heniochus acuminatus</i>	Juvénile
Gobiidae	<i>Amblyeliotris sp.</i>	Adulte
	<i>Oxyurichthys sp.</i>	Adulte
Haemulidae	<i>Diagramma pictum</i>	Juvénile
Lutjanidae	<i>Lutjanus fulviflamma</i>	Juvénile
Nemipteridae	<i>Scolopsis bilineatus</i>	Juvénile
Pomacentridae	<i>Pomacentrus sp.</i>	Juvénile



5.3 Zone 02 = Nord Creek baie nord

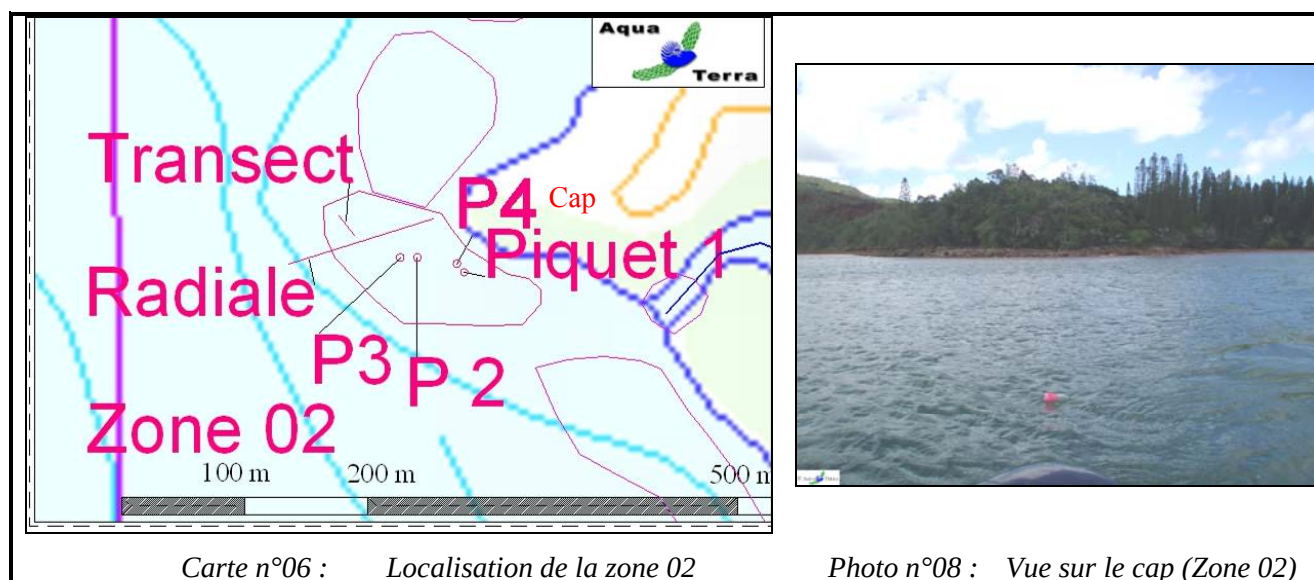
5.3.1 La zone

5.3.1.1 Description générale

Caractéristiques physiques de cette zone :

LOCALISATION	Au nord de l'embouchure du Creek baie nord
MODE D'EXPLORATION	Palmes Masque Tuba puis 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 :



5.3.1.2 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).

Comme on l'a vu précédemment (cf. § sur Embouchure), les conditions hydrodynamiques générales semblent 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).

Lors de notre mission, un panache turbide était clairement observable dans cette zone en surface. De ce fait, la visibilité sous l'eau était faible.

Les paramètres mesurés (sonde multiparamètres Hach) en sub-surface, le 07 avril 09 à 13h25 étaient dans les normales :

- pH = 8.02
- température = 27.3°C.

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 bien que le blanchissement y soit important (surtout sur les formes branchues).

5.3.1.2.1 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. Les colonies coralliennes s'édifiant sur le récif frangeant et la pente sédimentaire jusqu'à 7 m de profondeur sont fortement influencées par le blanchissement corallien. Cependant le blanchissement se disperse par patch (toutes les espèces et toutes les colonies ne sont pas concernées).

Tableau n°020 : *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	14	5
Agaraciidae	3	2	8	3
Astrocoeniidae	1	0	1	1
Caryophyllidae	1	0	0	0
Dendrophyllidae	5	2	3	3
Faviidae	19	4	14	4
Fungiidae	4	2	5	3
Merulinidae	3	3	2	2
Mussidae	4	2	3	2
Oculinidae	2	3	2	3
Pectiniidae	4	2	4	2
Pocilloporidae	4	3	2	3
Poritidae	4	3	4	3
Siderastreidae	1	2	1	2
Total scléractiniaire	71	-	63	-
Non Scléractiniaire				
Milleporidae	2	3	2	4
Tubiporidae	0	0	0	0
Gorgone	0	0	0	0
Antipathaire	0	0	1	1
Total coraux (A)	73	-	66	-
dont nb esp. blanchies (B)	65	-	21	-
Blanchissement	B/A	Visuel	B/A	Visuel
	0.89	65%	0.32	10%

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 profondeurs. 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 les colonies coralliennes sont de plus en plus nombreuses et diversifiées en s'éloignant de l'embouchure et en s'approchant du petit cap rocheux juste au nord de l'embouchure.

Tableau n°021 : *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	7	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
Bryzoaire	0	0	0	0
Astérie	2	2	1	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		
TOTAL	33	-	35	-

5.3.1.2.2 Les poissons (Zone 02)

La biodiversité des poissons est plus importante qu'en zone 01, avec une proportion de juvéniles encore importante.

On trouve des corallivores exclusifs comme *Chaetodon baronessa* ou quasi exclusifs comme *Chaetodon melannotus* et *Chaetodon plebeius*, ainsi que des benthophages (Chaetodontidés et Labridés). On trouve également en grand nombre *Pomacentrus aurifrons* qui est planctonophage.

La biodiversité ichthyologique s'élève à 15 espèces de poissons rencontrés, qui sont listées dans le [tableau 22](#).

Tableau n°022 : *Liste des poissons rencontrés dans la zone 02*

FAMILLE	ESPECE	ETAT
Chaetodontidae	<i>Chaetodon baronessa</i>	Juvénile
	<i>Chaetodon lineolatus</i>	Juvénile
	<i>Chaetodon melannotus</i>	Juvénile
	<i>Chaetodon plebeius</i>	Juvénile
	<i>Chaetodon ulietensis</i>	Juvénile
	<i>Heniochus acuminatus</i>	Juvénile

Labridae	<i>Bodianus mesothorax</i>	Juvénile
	<i>Cheilinus chlorourus</i>	Juvénile
	<i>Coris aygula</i>	Adulte
	<i>Epibulus insidiator</i>	Juvénile
	<i>Oxycheilinos celebicus</i>	Juvénile
	<i>Oxycheilinos lineatus</i>	Adulte
Pomacentridae	<i>Abudefduf sexfasciatus</i>	Adulte
	<i>Amphiprion melanopus</i>	Adulte
	<i>Pomacentrus aurifrons</i>	Adulte

5.3.1.3 Le blanchissement

Cette zone se situe dans la partie nord de l'embouchure du Creek baie nord où les conditions hydrodynamiques sont faibles et où les vents ont tendance à faire remonter les eaux du creek. Celles-ci, d'une salinité faible, et pouvant être chargées en matière en suspension, peuvent perturber et stresser les communautés coralliennes (possibilité de blanchissement naturel).

Lors de notre mission, le blanchissement corallien affectait essentiellement la partie sommitale du récif (zone d'influence du panache turbide entre 0 et 7 m de profondeur).

En l'absence d'état des lieux initial de l'embouchure du Creek baie nord et de ces pourtours et de donnée sur le comportement du « panache acide » (concentration, profondeur, trajectoire) il est difficile de différencier l'impact de l'accident survenu le 1^{er} avril 2009, par rapport à l'évolution d'un éventuel blanchissement naturel des communautés coralliennes (induit par l'évolution saisonnière - cf. § Synthèse bibliographique). Cependant le blanchissement de la zone 2 se caractérise par plusieurs points qui n'ont pas été observés dans les autres zones prospectées.

Tableau n°023 : Richesse spécifique des coraux et blanchissement aux embouchures des creeks

Situation	ZONE 2		ZONE 6		ZONE 7	ZONE 8
	Nord Creek baie nord		Sud Creek baie nord		Creek Wharf	Creek Carénage
Profondeur	0 à 7 m	7 à 23 m	0 à 6m	6 à 16 m	1 à 6 m	3 à 10 m
A) Nb Esp coraux	73	66	64	72	68	77
B) Nb Esp. Cor. blanchies	65	21	29	18	24	28
B/A	0,89	0,32	0,45	0,25	0,35	0,36
% visuel blanchissement	65%	10%	50%	5%	25%	45%

- Le recouvrement en corail blanchi est le plus important de toutes les zones prospectées : 65% en comptage visuel (cf. comparaison avec d'autres embouchures de creek, [tableau 23](#)).
- Le nombre d'espèces coralliennes de la zone 2, affectées par ce blanchissement est le plus important de toutes les zones prospectées : 65 espèces blanchies dans la partie supérieure du récif pour 73 espèces présentes.
- Quelques espèces n'ont pas été affectées par le blanchissement sur aucune zone : *Porites cylindrica*, *Pavona decussata*, *Pavona varians*, *Leptastrea purpurea*, *Echinophyllia orpheensis*, *Psammocora contigua*, *Millepora* encroutant.
- Par contre les espèces seulement blanchies en zone 2 et qui n'ont pas été affectées par ailleurs sont :

Stylocoeniella armata, *Turbinaria peltata*, *Cyphastrea serailia*, *Cyphastrea* sp., *Favites abdita*, *Montastrea* sp., *Echinopora gemmacea*, *Oxypora* sp., *Porites nigrescens* et *Porites* sp.

- Comme pour l'ensemble des sites prospectés le blanchissement est réparti par patch sur les zones coralliennes monospécifiques (ex zone 2 : *Acropora* spp, *Montipora samarensis*, *Montipora* spp.)

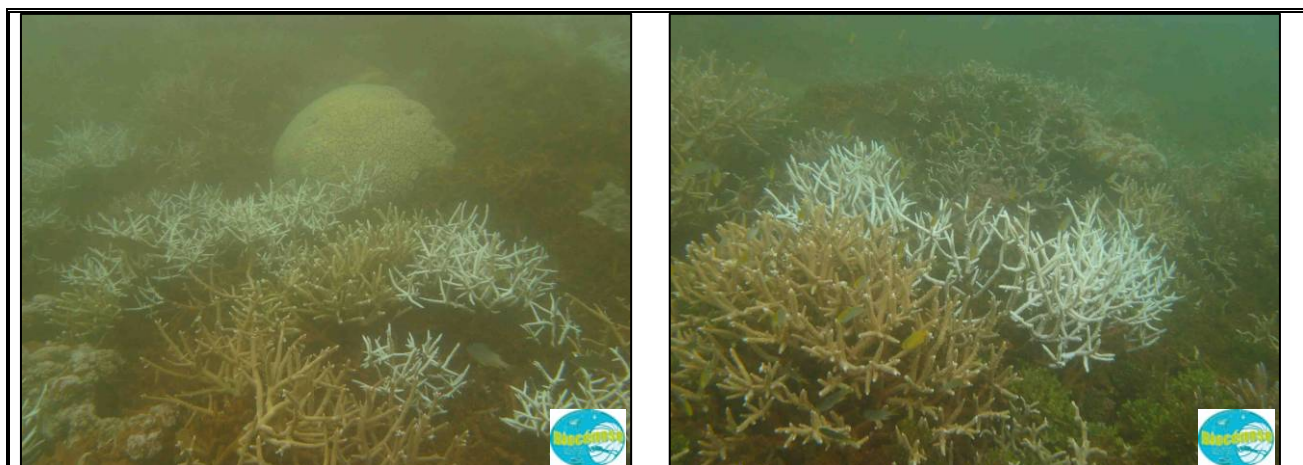


Photo n°09 : *Acropora* sp. *blanchi* par patch (Zone 02)

Le blanchissement n'affecte pas toutes les colonies d'une même espèce dans une même zone

- La grande majorité des colonies blanchies ont encore leurs polypes vivants. Cette caractéristique indique que les coraux sont en phase de latence : ils ont été stressés mais ils peuvent retrouver des zooxanthelles et se développer.



Turbinaria heronensis (blanchi)



Symphyllia sp. (blanchi)



Alveopora sp. (blanchi)



Seriatopora hystrix (blanchi)

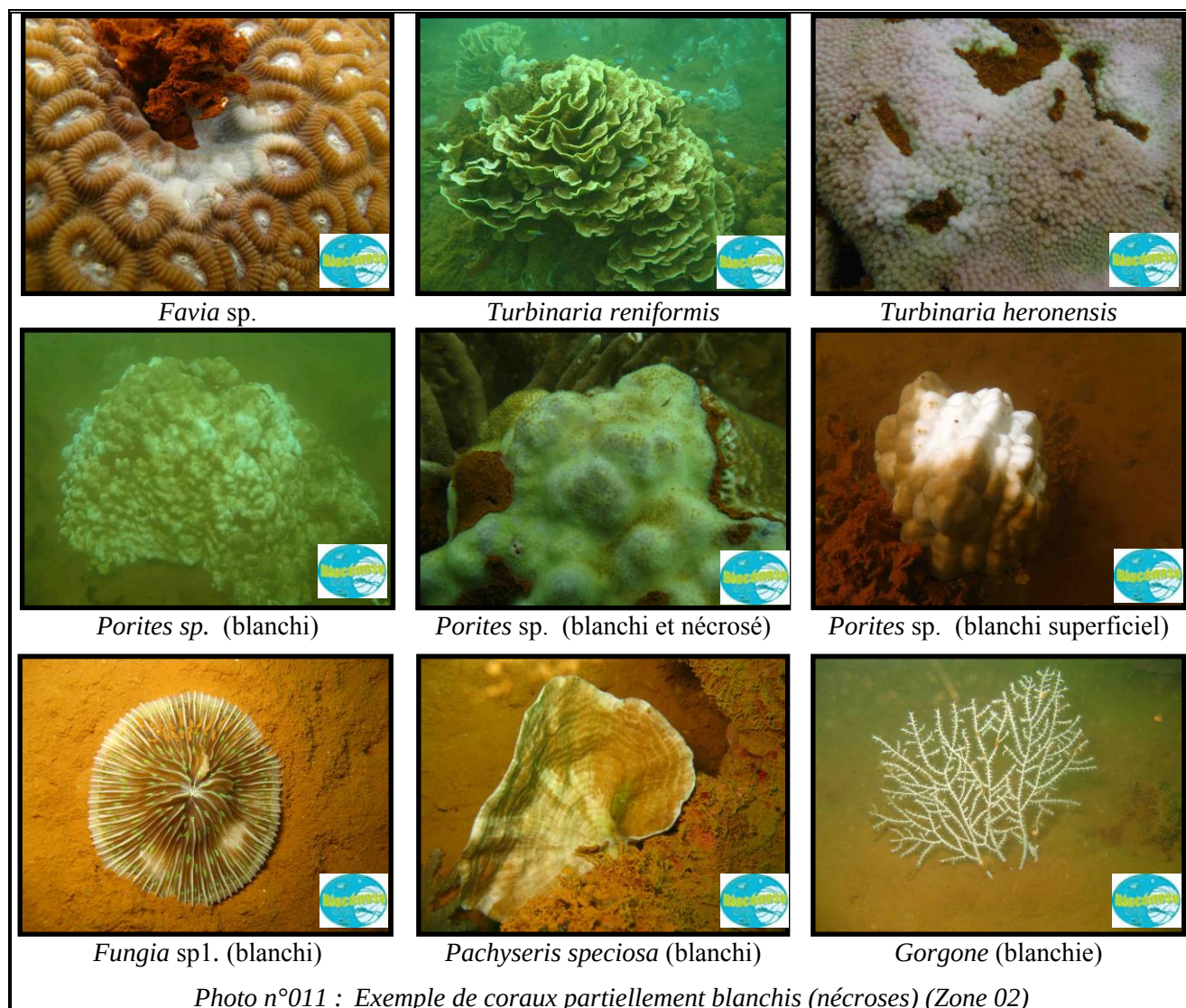


Euphyllia divisa (blanchi)

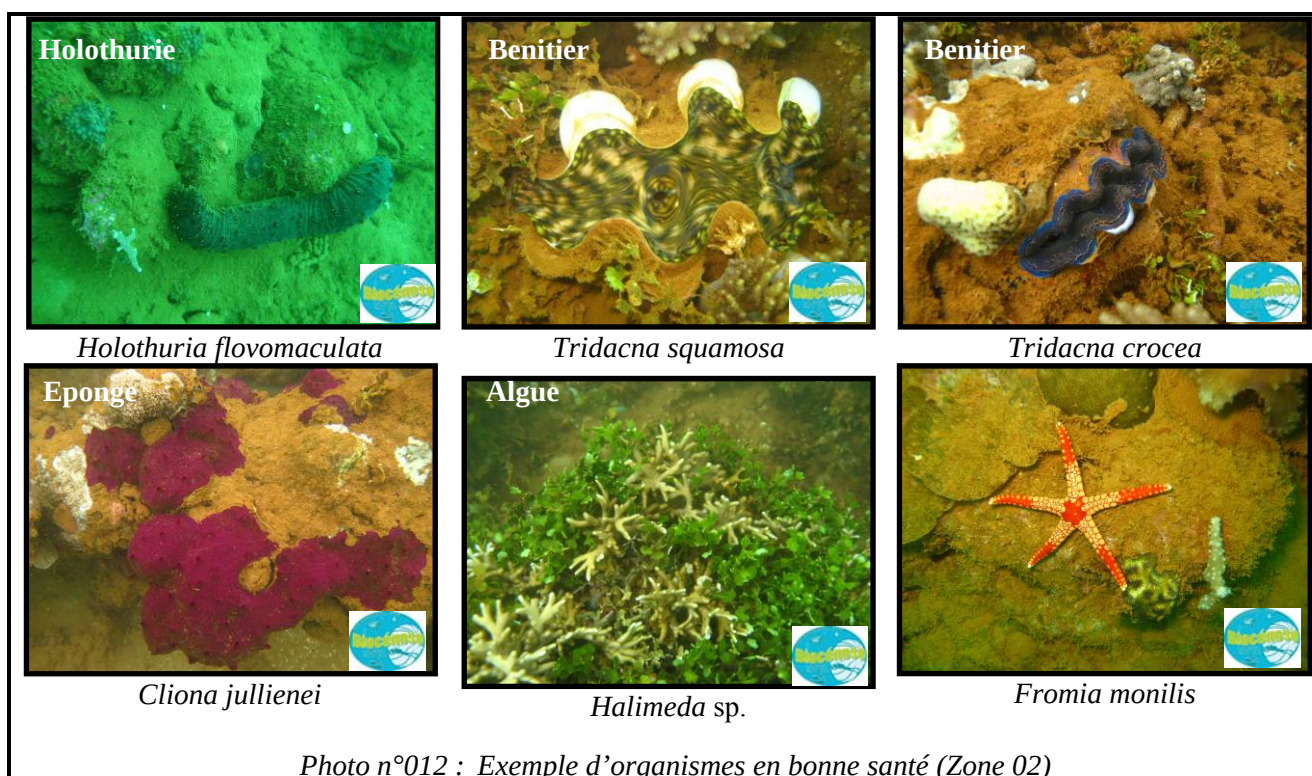
Photo n°010 : Exemple de coraux blanchis (Zone 02)

- Certaines espèces comme les *Seriatopora hystrix* ont de très petits polypes et ces derniers ont l'air de n'avoir pas résistés au stress. Il y a de forte chance pour que ces colonies ne se rétablissent pas.

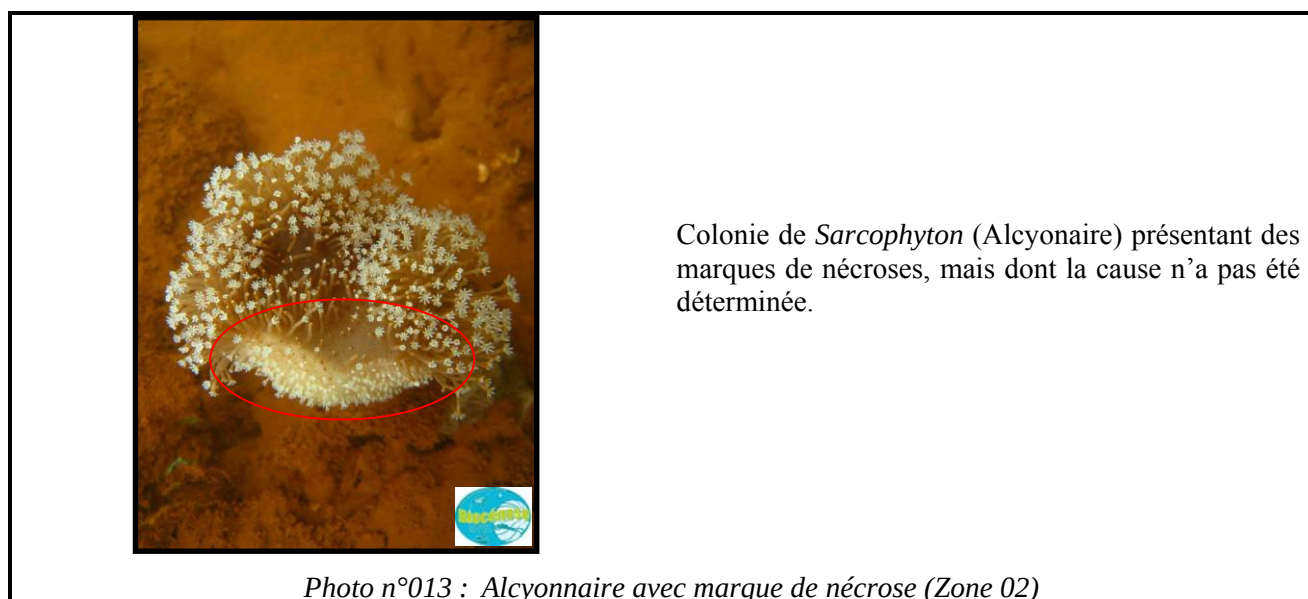
- Bien que la majorité des colonies coralliennes blanchies ne présente pas de marque de nécroses ou bien de décalcification des carbonates, certaines grandes colonies ont des traces de blanchissement qui ne sont pas uniformes (nécroses) et qui pourraient être dues à un stress d'une courte durée (cf. [photographie 11](#)). Ce genre de blanchissement n'a été observé qu'en zone 2.



- D'autre part en profondeur, l'eau douce n'a quasi pas d'influence, le blanchissement est anecdotique et serait certainement dû en partie à la forte sédimentation et au manque de lumière.
- Hormis les coraux scléractiniaires, la majorité des organismes benthiques ne présente pas de signe particulier de blanchissement, ni de maladie, ni de mortalité. 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 12](#)).



- Phénomène mineur : certaines colonies d'alcyonaire, du genre *Sinularia* paraissent blanchies et 2 colonies de *Sarcophyton* pourraient présenter des marques de nécroses (cf. [photographie 13](#)).



5.3.2 La radiale

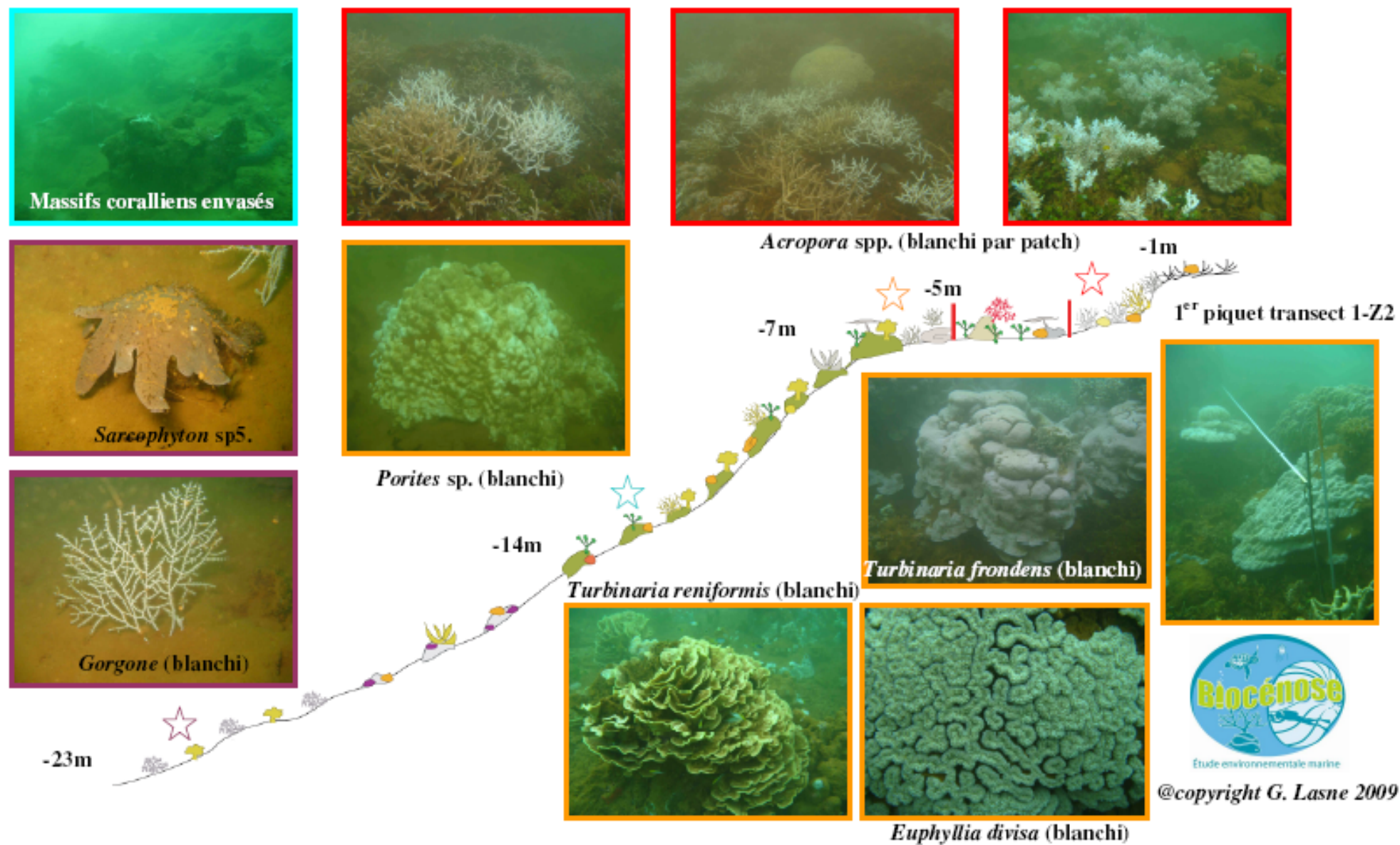
Une radiale en scaphandre autonome a été réalisée sur la zone 02 afin de :

- 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](#).



5.3.3 Le transect

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

5.3.3.1 Le substrat

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la [figure 01](#) pour le transect positionné dans cette zone.

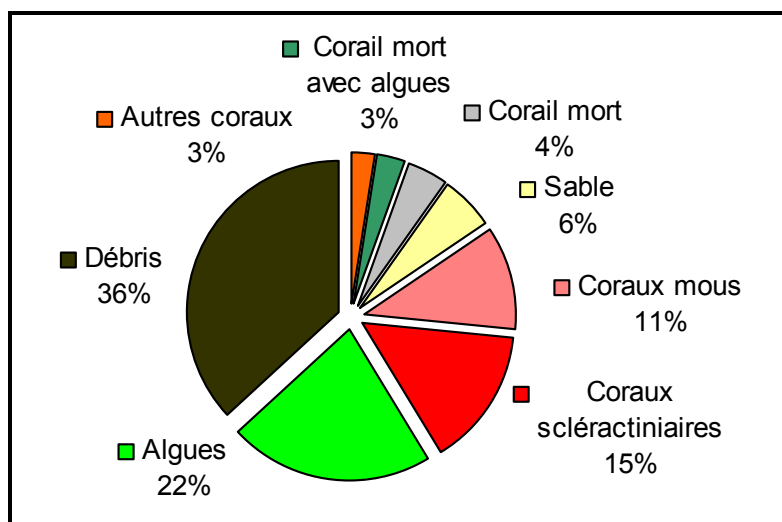


Figure n°01 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour le transect de la zone 02

Le transect de la zone 02 est caractérisé par un substrat moyennement biotique (53.5%), qui est composé de d'algues (11.5%), de coraux scléactiniaires (15%) et d'alcyonnaires (11%).

La partie biotique est essentiellement constituée par des débris coralliens.

Il faut noter ici 4% de « corail mort » : ce sont les coraux blanchis observés directement sous le transect, mais qui étaient bien vivant lors de notre échantillonnage. Cependant, dans la classification du cahier des charges que nous avons suivie, les coraux blancs sont une composante « abiotique » et compte comme telle ici.

5.3.3.2 Le benthos

La liste des taxons cibles échantillonnés sur cette station est donnée dans le [tableau 24](#), la liste complète des résultats bruts est fournie [annexe 04](#).

Tableau n°024 : 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	Dasycladacea	<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>	
Cyanobacterie		<i>Phormidium</i>	sp.	
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	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>flovomaculata</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, de rares échinodermes et de quelques éponges perforantes et l'absence de mollusques.

5.3.3.2.1 Les Scléractiniaires (Transect Zone 02)

La richesse spécifique corallienne de ce transect est faible. Ce niveau bathymétrique est colonisé par 30 espèces coralliennes dont une espèce de *Millepora* branchue. Les familles scléractiniales (29 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (7 taxons), les Faviidae (7 espèces), les Dendrophyllidae (3 taxons), les Poritidae (3 taxons).

Tableau n°025 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Transect zone 02)*

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	7	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	29	-
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	1	2
Tubiporidae	0	0
Gorgone	0	0
Antipathaire	0	0
Total coraux (A)	30	-
dont nb esp. blanchies (B)	15	-
Blanchissement	B/A	Visuel
	0.5	/

Les espèces inféodées à ce milieu sont adaptées aux conditions turbides (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 est important. L'influence de l'eau douce et de la turbidité est

soutenue et intervient par flux saccadés. En effet, lors de notre plongée, nous avons été confrontés à des courants irréguliers froids (eau douce chargée plus ou moins en sédiments). La moitié des espèces coralliennes présentent dans le couloir (15 espèces sur 30 présentes) ont rejetées leur zooxanthelles (blanchissement) mais les polypes sont encore vivants (*Turbinaria reniformis*, *T. mesenterina*, *T. stellulata*, *Cyphastrea serailia*, *Acropora* tabulaires et branchus, *Favia* spp., *Astreopora myriophthalma*, *Montipora*, *Oxypora glabra*, *Pocillopora damicornis*, *Stylophora pistillata*, *Porites lobata*, *Merulina ampliata*).

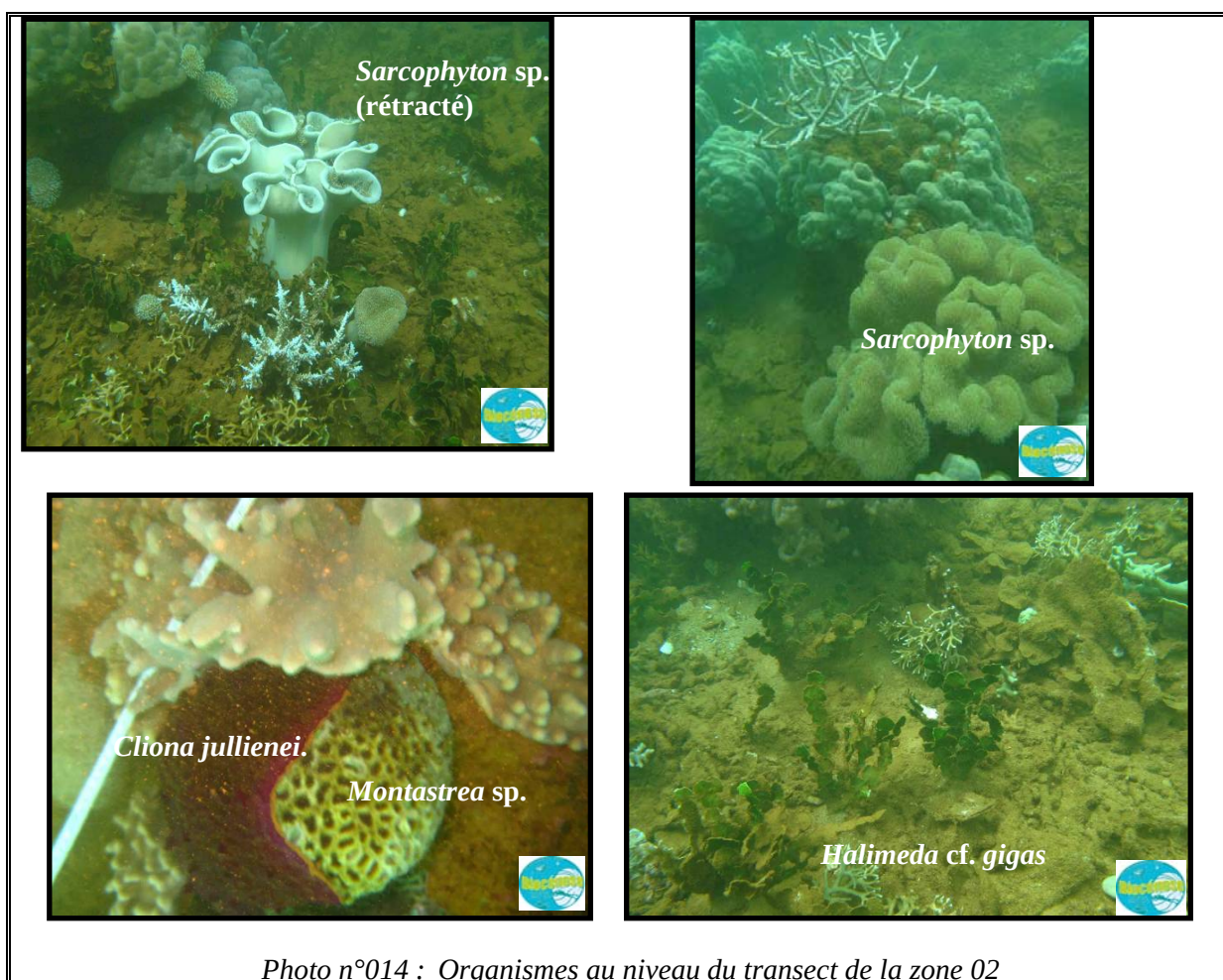
Le blanchissement n'affecte pas forcément l'ensemble des colonies d'une espèce et certaines espèces ne sont pas influencées (*Porites cylindrica*, *Psammocora contigua*, ...).

5.3.3.2.2 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.



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.

Tableau n°026 : *Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (Transect zone 02)*

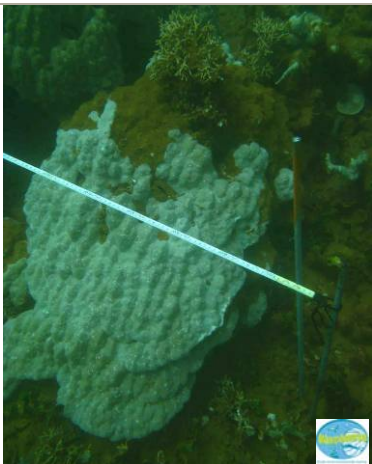
Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	2	3
Algue brune	2	5
Algue rouge	0	0
Algue verte	4	3
Cyanobactérie	0	0
Anémone	0	0
Ascidies	0	0
Bryozoaire	0	0
Astérie	1	1
Crinoïde	0	0
Echinides	0	0
Holothurie	1	2
Synapse	0	0
Hydraire	0	0
Mollusque	2	3
Spongiaire	3	3
Zoanthaire	0	0
Crustacé	0	0
TOTAL	15	-

5.3.3.3 Les coraux blanchis

Les principales colonies coralliennes blanchies rencontrées le long du transect (sur une largeur d'environ 1 mètre de part et d'autre ou plus si la colonie est importante en taille) ont été notées et déterminées.

Leurs caractéristiques sont données pour chacune dans les tableaux suivants et leur positionnement global sur la [figure 02](#) (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	Début de blanchissement et vivant
	

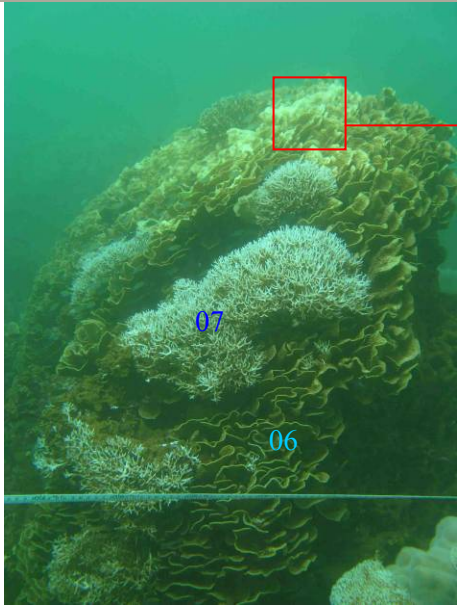
COLONIE 02	
Position sur le transect	1.6 / 0.1 G
Nom	<i>Acropora sp.</i> (Acroporidae)
Diamètre	40 cm
Etat	Blanc et vivant

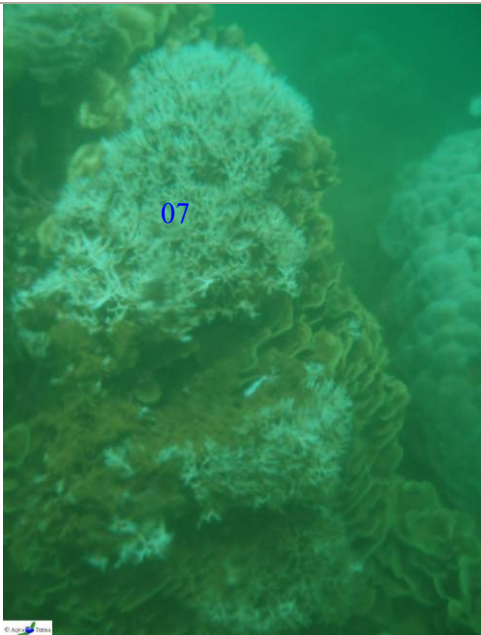
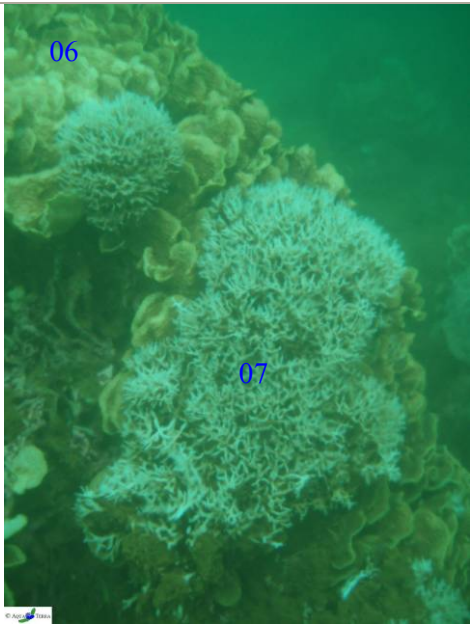
COLONIE 03	
Position sur le transect	2 / 0
Nom	<i>Acropora sp.</i> (Acroporidae)
Diamètre	40 cm
Etat	Blanc et vivant

COLONIE 04	
Position sur le transect	2.1 / 0.1 G
Nom	<i>Seriatopora hystrix</i> (Pocilloporidae)
Diamètre	30 cm
Etat	Blanc et vivant
	

COLONIE 05	
Position sur le transect	7.2 / 0
Nom	<i>Montipora sp.</i> (Acroporidae)
Diamètre	10 cm
Etat	En cours de blanchissement et vivant
	



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

COLONIE 07	
Position sur le transect	7.4 / 0.4 D (sur colonnie 06)
Nom	<i>Seriatopora hystrix</i> (Pocilloporidae)
Diamètre	40 cm, plusieurs colonnies
Etat	Trace de blanchissement et vivant
	

COLONIE 08

Position sur le transect

9.4 / 0.5 D

Nom

Millepora sp. (Milleporidae)

Diamètre

< 10 cm

Etat

Blanc et vivant



COLONIE 09

Position sur le transect

9.5 / 0.3 G

Nom

Montipora sp. (Acroporidae)

Diamètre

< 10 cm

Etat

Blanc et vivant



COLONIE 10

Position sur le transect

10.1 / 2 D

Nom

Goniastrea pectinata. (Faviidae)

Diamètre

< 10 cm

Etat

Blanc et vivant



COLONIE 11

Position sur le transect

11.4 / 0.2 G

Nom

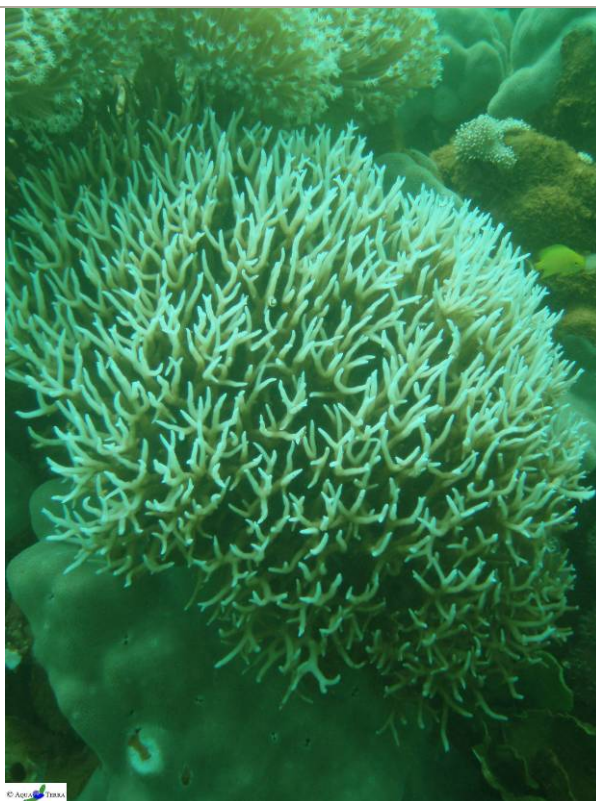
Seriatopora hystrix (Pocilloporidae)

Diamètre

40 cm

Etat

Blanc et vivant



COLONIE 12

Position sur le transect

12.4 / 0.4 G

Nom

Turbinaria stellulata (Dendrophylliidae)

Diamètre

10 cm

Etat

Blanc et vivant



COLONIE 13

Position sur le transect

12.4 / 0.5 D

Nom

Merulina ampliata (Merulinidae)

Diamètre

10 cm

Etat

Blanc et vivant



COLONIE 14

Position sur le transect

13 / 0.6 G

Nom

Merulina ampliata. (Merulinidae)

Diamètre

10 cm

Etat

Blanc et vivant



COLONIE 15

Position sur le transect

13.6 / 0.2 G

Nom

Goniastrea pectinata (Faviidae)

Diamètre

10 cm

Etat

Blanc et vivant



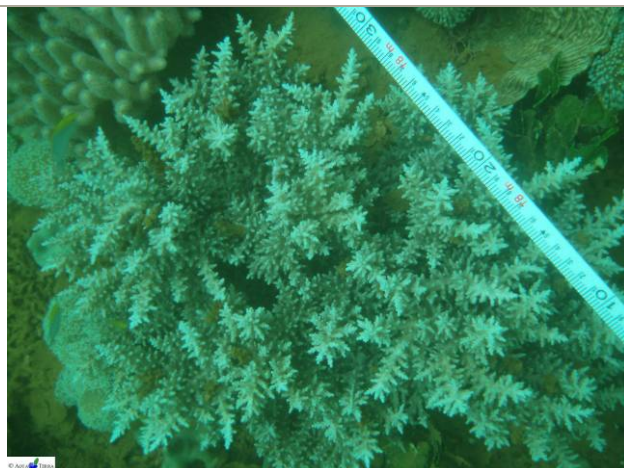
COLONIE 16

Position sur le transect	18.2 / 0
--------------------------	----------

Nom	<i>Acropora sp.</i> (Acroporidae)
-----	-----------------------------------

Diamètre	60 cm
----------	-------

Etat	Blanc et vivant
------	-----------------



COLONIE 17

Position sur le transect	18.9 / 0.2 D
--------------------------	--------------

Nom	<i>Turbinaria stellulata</i> (Dendrophylliidae)
-----	---

Diamètre	< 10 cm
----------	---------

Etat	Blanc et vivant
------	-----------------



COLONIE 18	
Position sur le transect	19 / 0.1 D
Nom	<i>Cyphastrea serailia</i> (Faviidae)
Diamètre	10 cm
Etat	Blanc et vivant
	

COLONIE 19	
Position sur le transect	19.5 / 0.1 G
Nom	<i>Turbinaria mesenterina</i> (Dendrophylliidae)
Diamètre	10 cm
Etat	Blanc et vivant
	

COLONIE 20

Position sur le transect

19.6 / 0.3 G

Nom

Turbinaria stellulata (Dendrophylliidae)

Diamètre

20 cm

Etat

Blanc et vivant



COLONIE 21

Position sur le transect

19.9 / 0

Nom

Turbinaria reniformis (Dendrophylliidae)

Diamètre

10 cm

Etat

Blanc et vivant



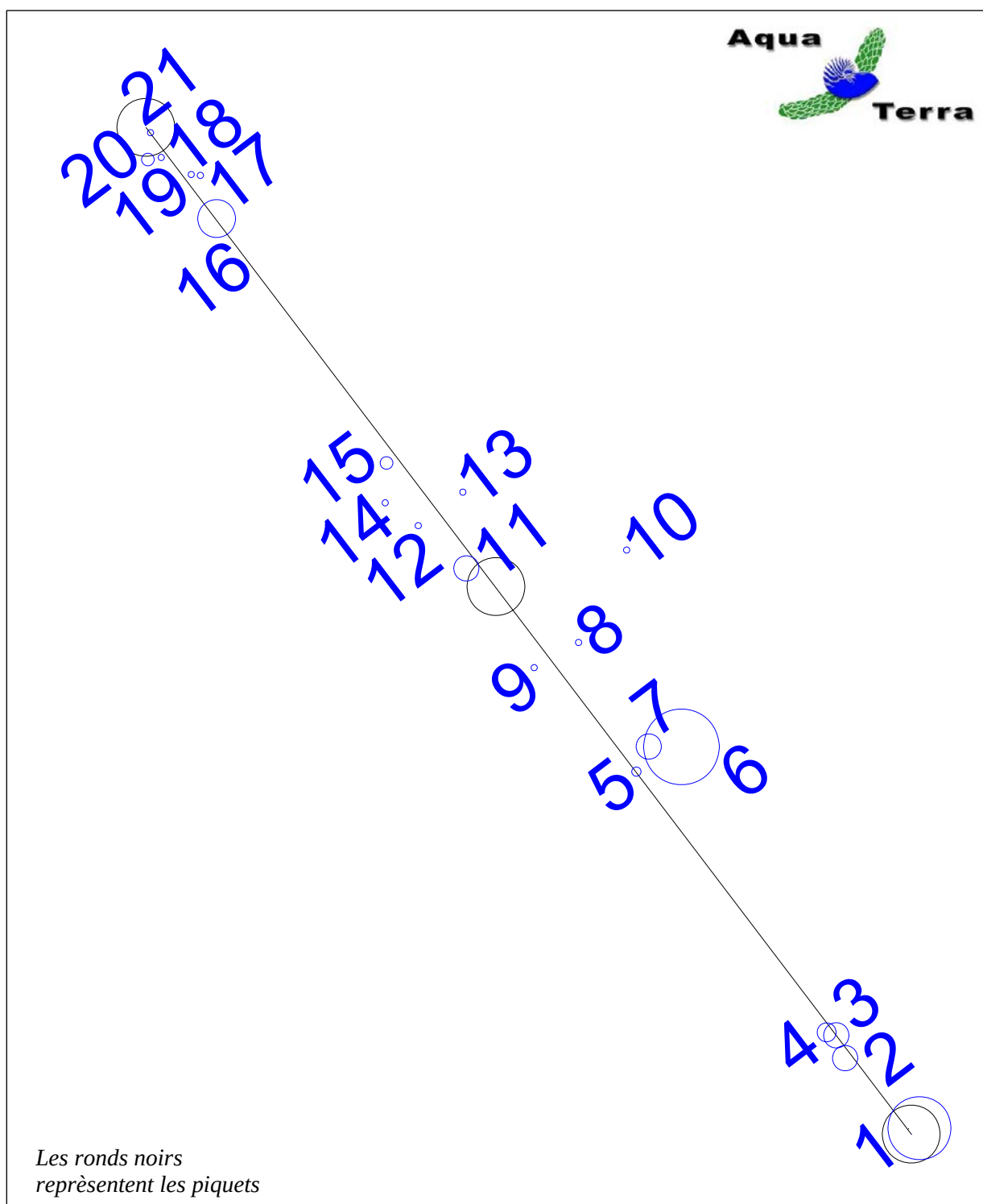


Figure n°02 : Position des colonies blanchies sur le transect de la zone 02

5.3.3.4 Les poissons

Sur l'ensemble du transect, 77 individus appartenant à 16 espèces différentes (figure 03) ont pu être observés (tableau 27). Ils représentent une densité de 0.99 poisson / m² (figure 04) pour une biomasse de 10.66 g/m².

Tableau n°027 : Poissons échantillonnés sur le transect de la zone 02

FAMILLE	ESPECE	NOMBRE	DENSITE (ind./m ²)	BIOMASSE (g/m ²)
Chaetodontidae	<i>Chaetodon auriga</i>	2	0,03	0,25
	<i>Chaetodon lunulatus</i>	1	0,01	0,05
Labridae	<i>Halichoeres melanurus</i>	1	0,01	0,10
Lethrinidae	<i>Lethrinus harak</i>	1	0,01	6,62
Mullidae	<i>Parupeneus barberinoides</i>	2	0,03	0,43
	<i>Parupeneus barberinus</i>	3	0,04	0,13
Pomacentridae	<i>Amblyglyphidodon orbicularis</i>	5	0,06	0,08
	<i>Chromis viridis</i>	25	0,31	0,04
	<i>Chrysiptera rollandi</i>	10	0,13	0,00
	<i>Chrysiptera taupou</i>	3	0,04	0,01
	<i>Dascyllus aruanus</i>	10	0,13	0,02
	<i>Neoglyphidodon melas</i>	2	0,03	0,02
	<i>Pomacentrus chrysurus</i>	5	0,06	0,01
Scaridae	<i>Chlorurus bleekeri</i>	3	0,04	1,07
	<i>Scarus ghobban</i>	2	0,03	0,79
Siganidae	<i>Siganus puellus</i>	2	0,03	1,04
TOTAL		77	0.99	10.66

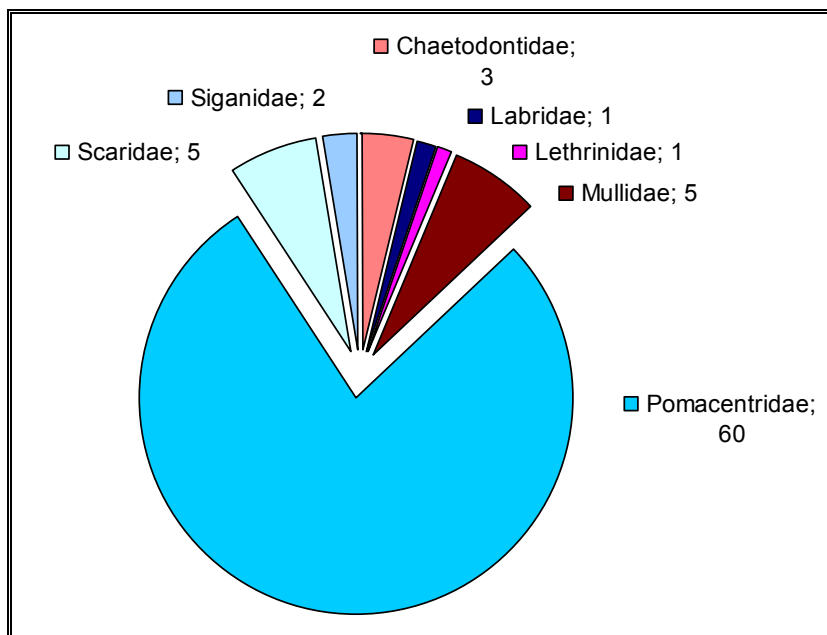


Figure n°03 : Richesse spécifique par famille de poissons (Transect Zone 02)

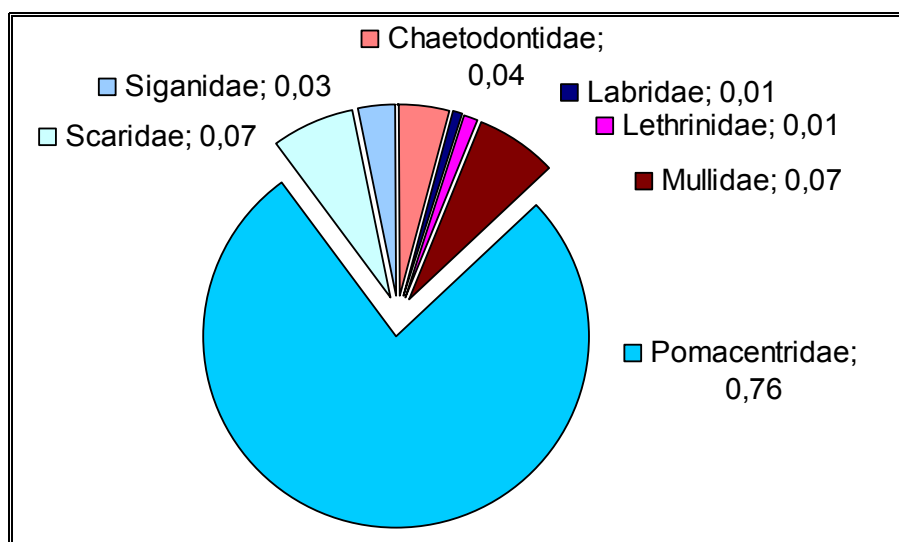


Figure n°04 : Densité (nb individus/m²) par famille de poissons (Transect Zone 02)

La biomasse est considérablement rehaussée par la présence des deux Scaridés, du couple de *Siganus puellus* et surtout d'un *Lethrinus harak*. Pour ce dernier c'est la présence du plongeur qui le place sur le transect.

5.3.4 Les piquets

5.3.4.1 Les piquets 1 et 4

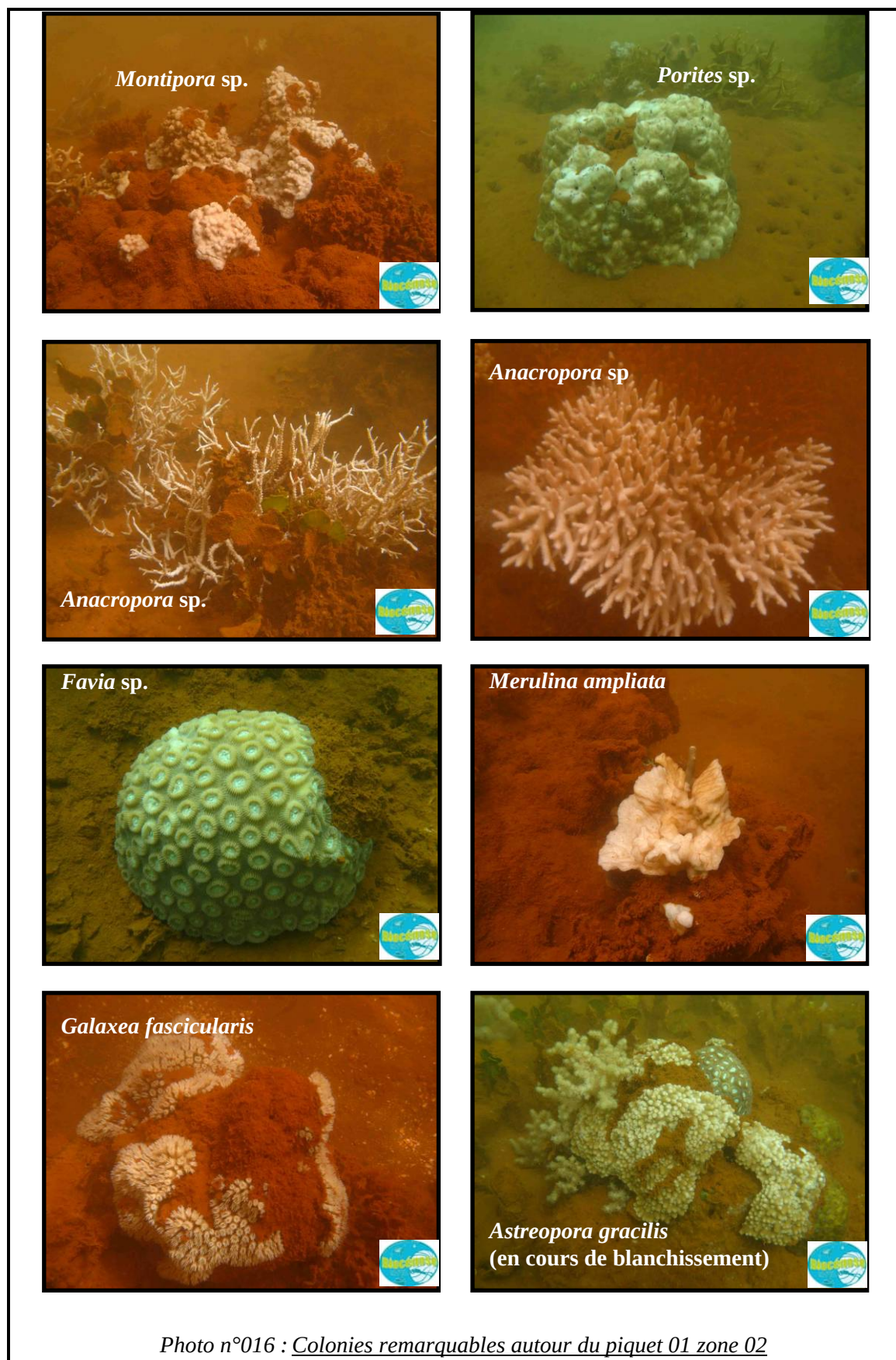
Les piquets 1 et 4 sont positionnés à 1.5 m de profondeur sur le front récifal du récif frangeant, la couverture corallienne est estimée à 55% et le blanchissement à 65% de cette couverture.

Les principales colonies observables (blanchies ou pas) autour du piquet 1 sont ([photographie 16](#)) : *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 ([photographie 17](#)) : *Montipora* cf. *samarensis*, *Pocillopora damicornis*, *Acropora* sp. (branchu), *Anacropora* sp., *Favia* sp.



Photo n°015 : Piquets 01 et 04, zone 02



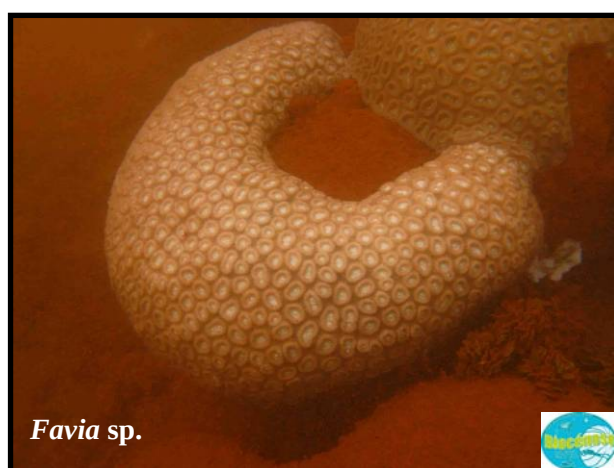
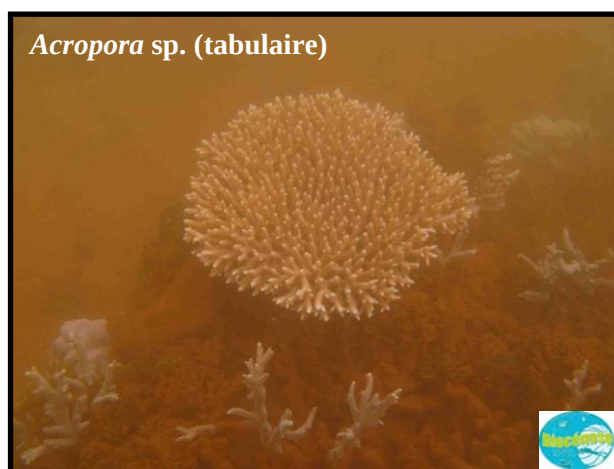
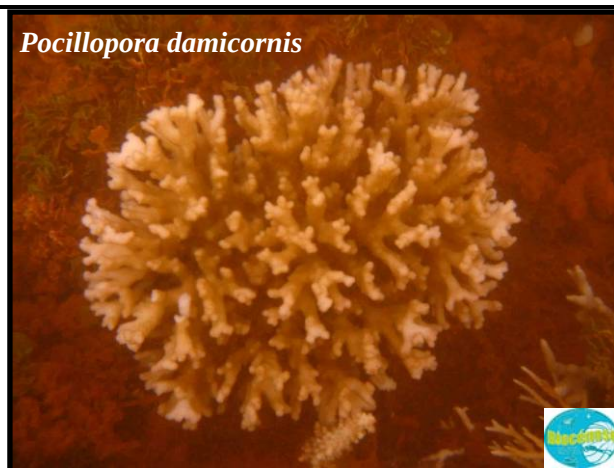
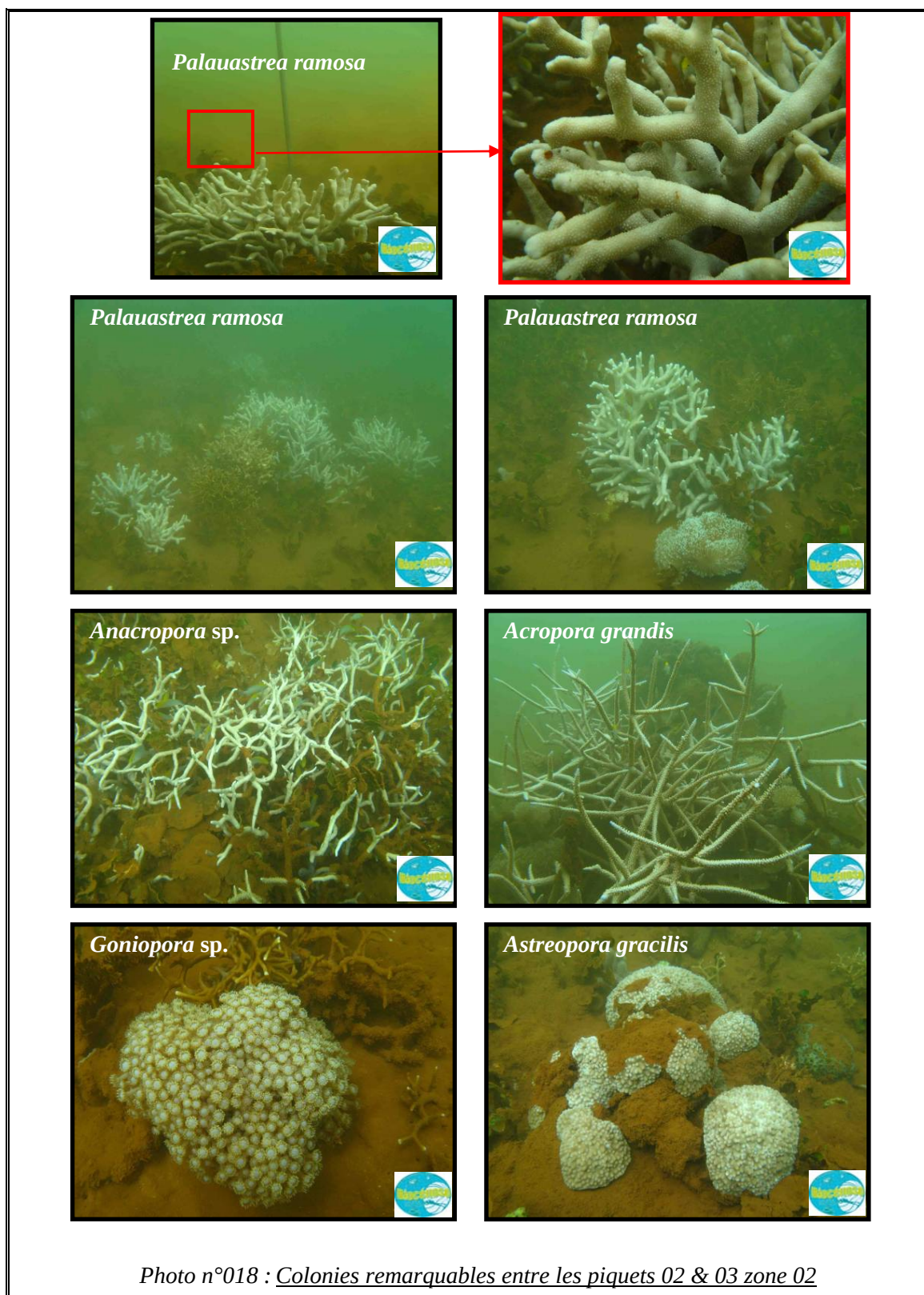


Photo n°017 : Colonies remarquables autour du piquet 04 zone 02

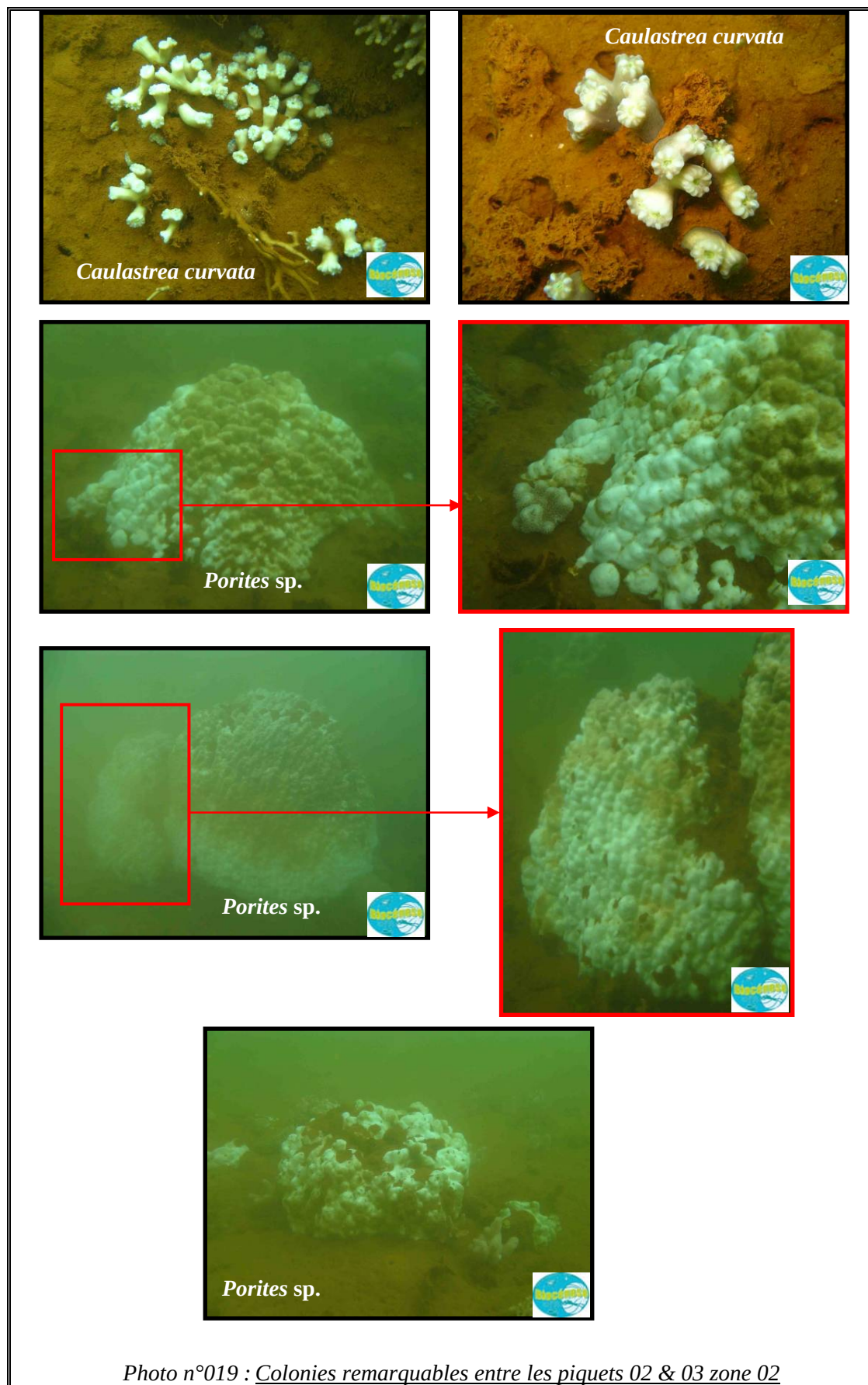
5.3.4.2 Les piquets 2 et 3

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 80% 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.



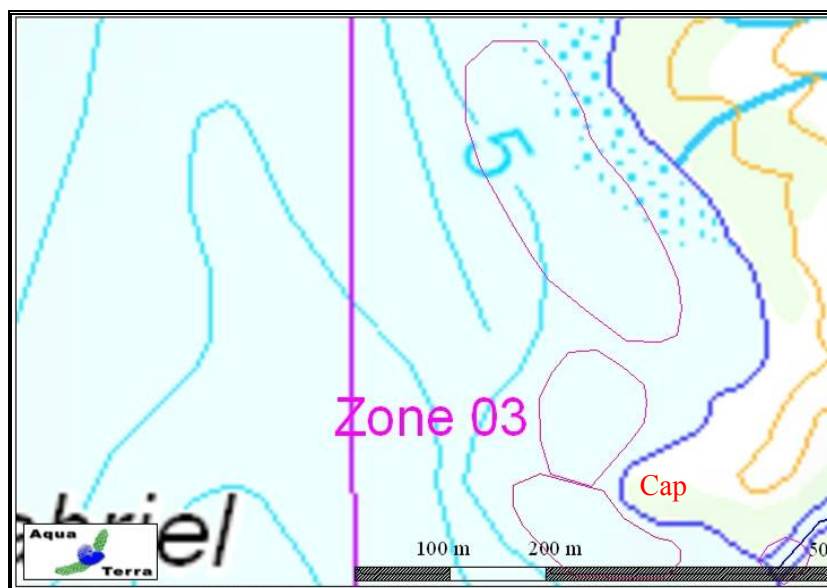
5.4 Zone 03 = Nord Creek baie nord

5.4.1 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

5.4.2 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 (Zone 02), mais le blanchissement est moins important.

5.4.2.1 Le benthos

Cette zone 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°028 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 03)*

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	20	5
Agaraciidae	5	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	70	-
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	2	3
Tubiporidae	0	0
Gorgone	0	0
Antipathaire	1	2
Total coraux (A)	73	-
dont nb esp. blanchies (B)	23	-
Blanchissement	B/A	Visuel
	0.315	25%

Tableau n°029 : *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	0	0
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	36	-

5.4.2.2 Les poissons

La biodiversité ichthyologique est du même ordre de grandeur qu'en zone 02 et s'élève à 18 espèces de poissons rencontrés, qui sont listées dans le [tableau 30](#).



Tableau n°030 : Poissons rencontrés dans la zone 03

FAMILLE	ESPECE	ETAT
Chaetodontidae	<i>Chaetodon baronessa</i>	Juvénile
	<i>Chaetodon lineolatus</i>	Juvénile
	<i>Chaetodon melannotus</i>	Juvénile
	<i>Chaetodon plebeius</i>	Juvénile
	<i>Chaetodon ulietensis</i>	Juvénile
	<i>Heniochus acuminatus</i>	Juvénile
Labridae	<i>Cheilinus chlorourus</i>	Juvénile
	<i>Epibulus insidiator</i>	Juvénile
	<i>Oxycheilinos celebicus</i>	Juvénile
	<i>Oxycheilinos lineatus</i>	Adulte
Nemipteridae	<i>Scolopsis bilineatus</i>	Adulte
Pomacentridae	<i>Abudefduf sexfasciatus</i>	Adulte
	<i>Amphiprion melanopus</i>	Adulte
	<i>Chromis viridis</i>	Adulte
	<i>Chrysiptera rollandi</i>	Juvénile
	<i>Pomacentrus aurifrons</i>	Adulte
Scaridae	<i>Chlorurus bleekeri</i>	Juvénile
	<i>Scarus flavipectoralis</i>	Juvénile

5.4.3 Le blanchissement

Le phénomène de blanchissement est peu étendu :

- Le recouvrement en corail blanchi par comptage visuel est de 25%.
- Le nombre d'espèces coralliennes de la zone 3, affectées par le blanchissement est de 23 espèces blanchies dans la partie supérieure du récif pour 73 espèces présentes.
- Les espèces systématiquement blanchies en zone 2, peuvent être en bonne santé en zone 3 (*Palauastrea ramosa*, *Favia* sp.).
- Comme pour l'ensemble des sites prospectés le blanchissement est réparti par patch sur les zones coralliennes monospécifique.



- Hormis les coraux, aucun autre organisme benthique n'est affecté par le blanchissement dans cette zone.
- Présence d'un spécimen de *Culcita novaeguineae* (astérie ou étoile de mer).



Palauastrea ramosa (blanchi avec polypes)



Favia sp. (non blanchi)



Favia sp1.(blanchi)



Acropora sp. (blanchi)

Photo n°022 : Colonies remarquables en zone 03

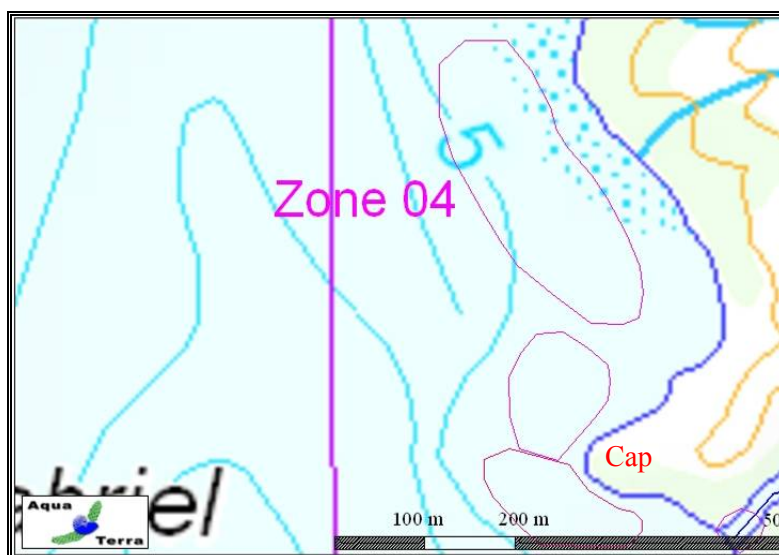
5.5 Zone 04 = Nord Creek baie nord

5.5.1 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

5.5.2 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 soutenu de SE, le panache du Creek baie nord pourraient 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.

Cette zone ressemble aux précédentes.

5.5.2.1 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. Cependant le blanchissement est plus important dans cette zone. Le recouvrement corallien est similaire, de grands buissons d'*Acropora grandis* et *Montipora* spp. se répartissent en haut du récif. Ces colonies branchues sont affectées par le blanchissement de manière diffuse

(blanchissement par patch). De plus, de grandes colonies massives telle que *Lobophora corymbosa*, *Platygyra sinensis* et *Leptoria phrygia* sont en cours de blanchissement. Elles sont dispersées de manière hétérogène à travers les buissons d'*Acropora*.

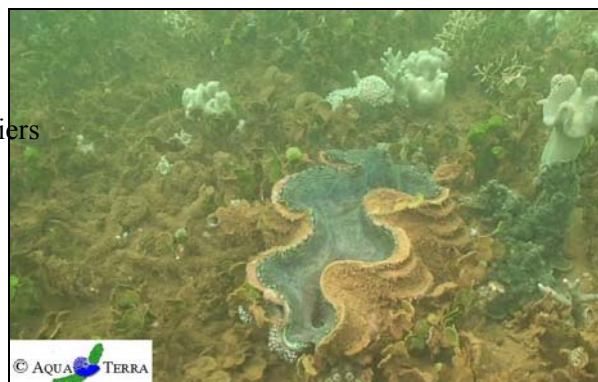
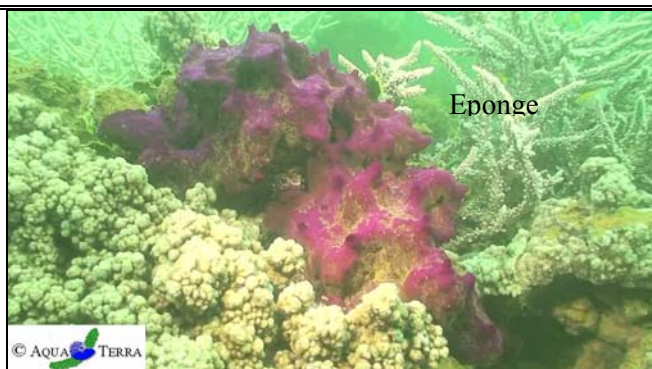
Toutefois de nombreuses espèces ne sont pas affectées par ce phénomène, les tapis de *Porites cylindrica* ne sont absolument pas blanchis ainsi que de grandes colonies massives de *Porites* sp. et des petites colonies d'*Astreopora gracilis*, *Pavona cactus*, *Pavona venosa*,

Tableau n°031 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 04)*

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	21	5
Agaraciidae	4	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 scléractiniaire	74	-
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	2	4
Tubiporidae	0	0
Gorgone	0	0
Antipathaire	0	0
Total coraux (A)	76	-
dont nb esp. blanchies (B)	29	-
Blanchissement	B/A	Visuel
	0.38	35%

Tableau n°032 : *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	3
Anémone	0	0
Ascidies	1	2
Bryzoaire	0	0
Astérie	2	2
Crinoïde	0	0
Echinides	1	2
Holothurie	3	3
Synapse	0	0
Hydraire	0	0
Mollusque	6	4
Spongiaire	2	4
Zoanthaire	0	0
Crustacé	0	0
TOTAL	35	-

Photo n°023 : *Benthos en zone 04*

5.5.2.2 Les poissons

La biodiversité en poissons est sensiblement plus importante qu'en zones 02 & 03, avec notamment plus de Labridae (carnivores benthophages) et toujours beaucoup de Chaetodontidés.

La biodiversité ichthyologique s'élève à 23 espèces de poissons rencontrés, qui sont listées dans le [tableau 33](#).

Tableau n°033 : Poissons rencontrés dans la zone 04

FAMILLE	ESPECE	ETAT
Chaetodontidae	<i>Chaetodon baronessa</i>	Juvénile
	<i>Chaetodon lineolatus</i>	Juvénile
	<i>Chaetodon melannotus</i>	Juvénile
	<i>Chaetodon plebeius</i>	Juvénile
	<i>Chaetodon ulietensis</i>	Juvénile
	<i>Heniochus acuminatus</i>	Juvénile
Epinephelinae	<i>Plectropomus leopardus</i>	Adulte
Labridae	<i>Bodianus mesothorax</i>	Juvénile
	<i>Cheilinus chlorourus</i>	Juvénile
	<i>Cheilinus trilobatus</i>	Juvénile
	<i>Coris aygula</i>	Adulte
	<i>Epibulus incidiator</i>	Adulte
	<i>Epibulus insidiator</i>	Juvénile
	<i>Oxycheilinos celebicus</i>	Juvénile
	<i>Oxycheilinos lineatus</i>	Adulte
Nemipteridae	<i>Scolopsis bilineatus</i>	Adulte
Pomacanthidae	<i>Pomacanthus sexstriatus</i>	Adulte
Pomacentridae	<i>Abudefduf sexfasciatus</i>	Adulte
	<i>Amphiprion melanopus</i>	Adulte
	<i>Amphiprion melanotus</i>	Adulte
	<i>Chrysiptera rollandi</i>	Juvénile
	<i>Pomacentrus aurifrons</i>	Adulte
Scaridae	<i>Scarus flavipectoralis</i>	Juvénile

5.5.3 Le blanchissement

Caractéristiques du blanchissement de cette zone :

- Le recouvrement en corail blanchi par comptage visuel est de 35%.
- Le blanchissement affecte 29 espèces coralliennes sur 76 espèces présentes dans la partie supérieure du récif de la zone 4.
- Développement faible de cyanobactéries (*Phormidium* sp.) sur des algues et débris coralliens.
- Comme pour l'ensemble des sites prospectés le blanchissement est réparti par patch sur les zones coralliennes.

- A l'exception des coraux scléractiniaires, l'ensemble des organismes benthiques ne présente pas de signe particulier de blanchissement ou de dégradation. Ces derniers sont très variés et représentent une part importante du recouvrement biotique.

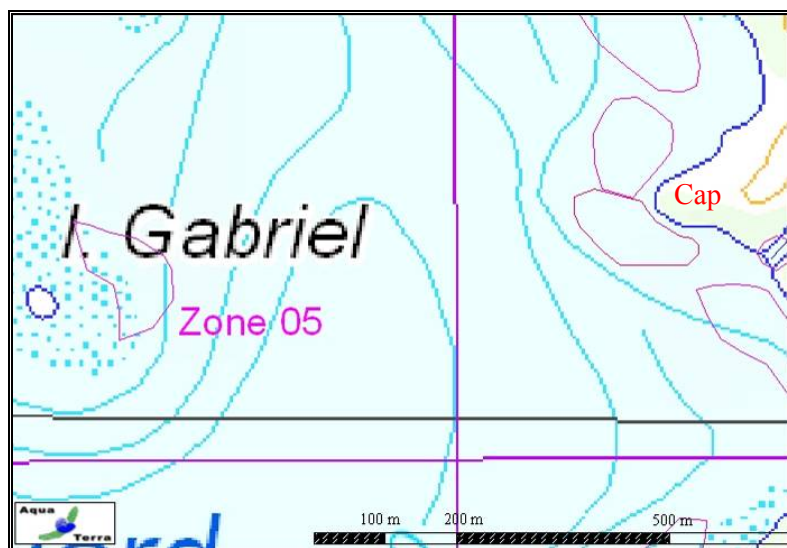
5.6 Zone 05 = Ilot Gabriel

5.6.1 Description générale

Caractéristiques physiques de cette zone :

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

Localisation géographique :



Carte n°09 : Localisation de la zone 05



Photo n°024 : Ilot Gabriel, face est (Zone 05)

5.6.2 Observations

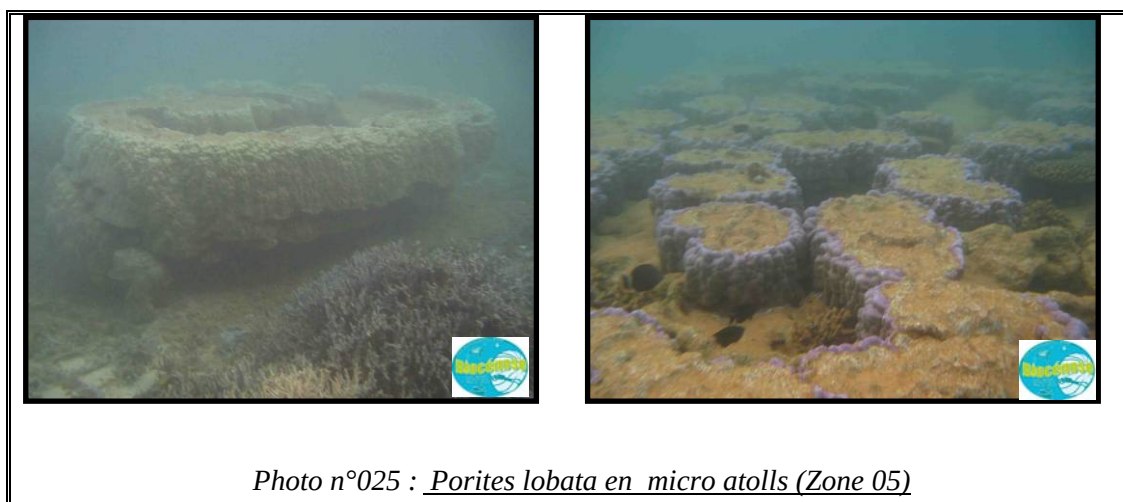
Cette zone se situe sur le tombant est de l'îlot Gabriel, face à l'embouchure du Creek baie nord (900 m en direct).

Cette zone présente très peu de coraux blanchis. Les coraux couvrent largement le substratum en petits massifs contigus laissant peu de place au sédiment.

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 composée de vase sableuse et de quelques débris coralliens.

5.6.2.1 Le benthos

Le platier récifal a un recouvrement corallien important. Dans les pourtours de l'îlot des grands micros atolls de *Porites lobata* s'édifient dans des petites cuvettes.



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 métriques à décimétriques (*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.



Favia sp.



Champs d'*Acropora* spp. (sans blanchissement)



Turbinaria reniformis



Echinophyllia horrida



Platygyra sp.

Photo n°026 : Coraux (Zone 05)



Sarcophyton spp. (rétractés)

Photo n°027 : Alcyonnaires (Zone 05)

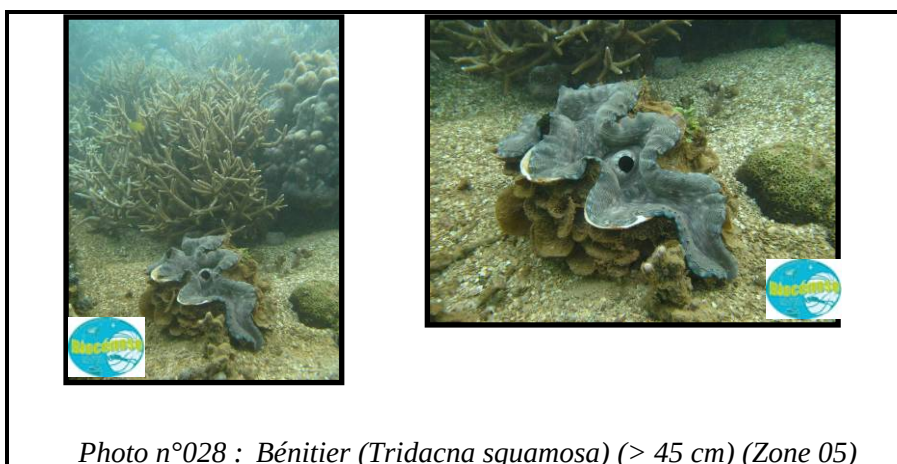
Tableau n°034 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 05)*

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	17	5
Agaraciidae	2	3
Astrocoeniidae	1	2
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	4	4
Faviidae	14	4
Fungiidae	6	3
Merulinidae	4	2
Mussidae	3	2
Oculinidae	2	3
Pectiniidae	6	4
Pocilloporidae	2	4
Poritidae	4	5
Siderastreidae	3	2
Total scléractiniaire	68	-
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	2	3
Tubiporidae	0	0
Gorgone	0	0
Antipathaire	0	0
Total coraux (A)	70	-
dont nb esp. blanchies (B)	3	-
Blanchissement	B/A	Visuel
	0.043	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°035 : *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	0	0
Anémone	0	0
Ascidies	1	2
Bryzoaire	0	0
Astérie	1	2
Crinoïde	0	0
Echinides	1	2
Holothurie	2	3
Synapse	0	0
Hydraire	0	0
Mollusque	8	4
Spongiaire	2	2
Zoanthaire	2	2
Crustacé	0	0
TOTAL	38	-

5.6.2.2 Les poissons

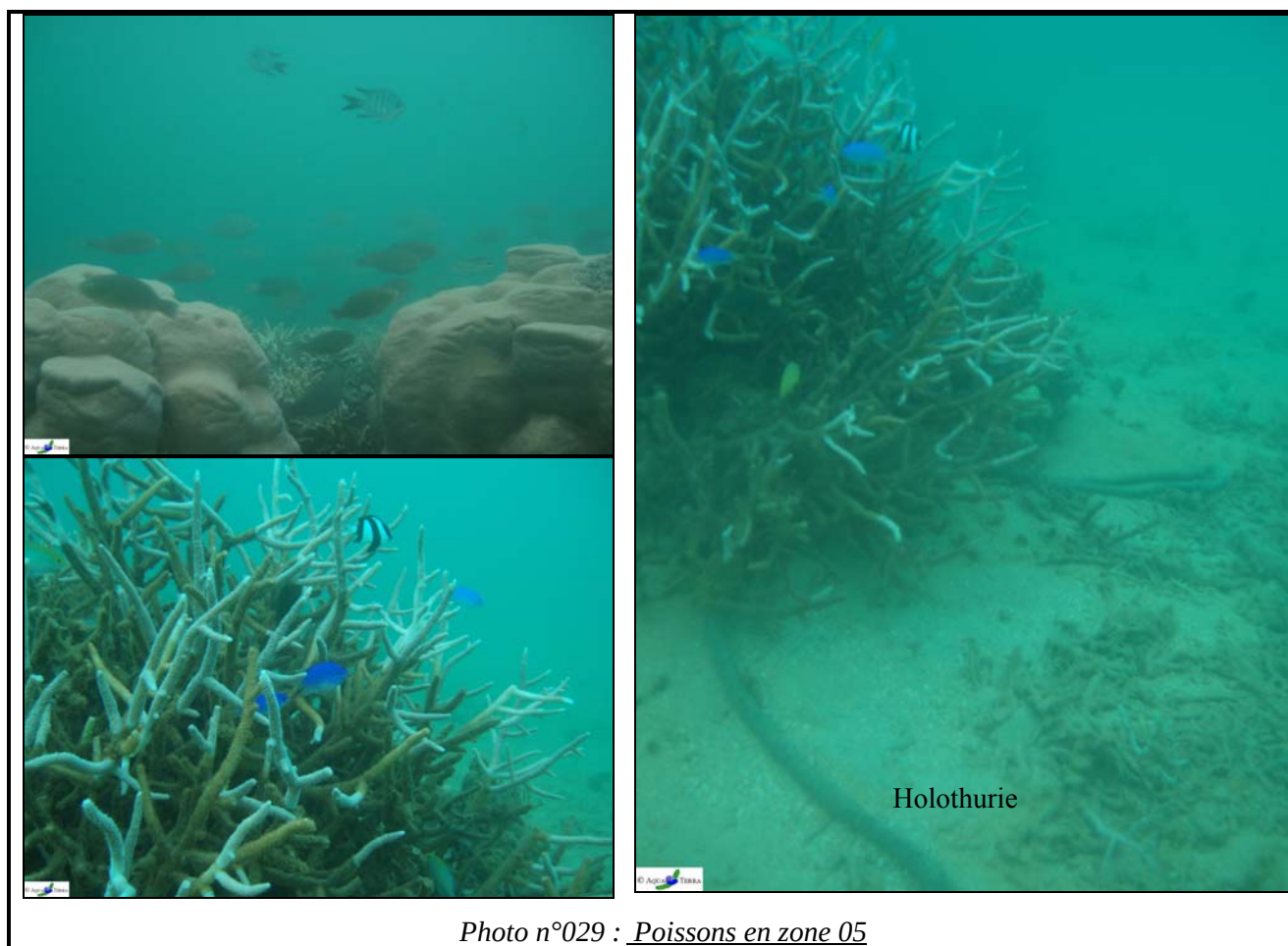
Sans être importante la richesse spécifique en poissons est la plus forte des zones étudiées. La présence de planctonophages de pleine eau (*Caesionidae*) est à remarquer, tout comme *Siganus puellus*, Picot qui se nourrit d'algues et de petits invertébrés fixés dans les zones coralliennes en bonne santé.

Les *Chaetodons* corallivores quasi exclusifs comme *Chaetodon melannotus* et *Chaetodon plebeius*, sont toujours présents (*Chaetodon baronessa* n'a cependant pas été observé).

La biodiversité ichthyologique s'élève à 27 espèces de poissons rencontrés, qui sont listées dans le [tableau 36](#).

Tableau n°036 : Poissons rencontrés dans la zone 05

FAMILLE	ESPECE	ETAT
Acanthuridae	<i>Zebrasoma veliferum</i>	Juvénile
Blennidae	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	Adulte
Caesionidae	<i>Caesio caerulea</i>	Juvénile
	<i>Caesio cuning</i>	Adulte
Carangidae	<i>Caranx melampygus</i>	Juvénile
Chaetodontidae	<i>Chaetodon melannotus</i>	Juvénile
	<i>Chaetodon plebeius</i>	Juvénile
	<i>Chaetodon vagabundus</i>	Juvénile
	<i>Heniochus acuminatus</i>	Juvénile
Epinephelinae	<i>Cephalopholis boenak</i>	Adulte
	<i>Epinephelus areolatus</i>	Adulte
	<i>Plectropomus leopardus</i>	Adulte
Haemulidae	<i>Plectorhinchus pictus</i>	Adulte
Labridae	<i>Bodianus mesothorax</i>	Juvénile
	<i>Cheilinus trilobatus</i>	Juvénile
	<i>Coris batuensis</i>	Adulte
	<i>Epibulus incidiator</i>	Adulte
	<i>Hemigymnus melapterus</i>	Juvénile
	<i>Oxycheilinos celebicus</i>	Juvénile
Pinguipedidae	<i>Parapercis hexophthalma</i>	Adulte
Pomacanthidae	<i>Pomacanthus sexstriatus</i>	Adulte
Pomacentridae	<i>Chrysiptera rollandi</i>	Juvénile
	<i>Chrysiptera taupou</i>	Adulte
	<i>Dascyllus aruanus</i>	Adulte
	<i>Pomacentrus aurifrons</i>	Adulte
Scaridae	<i>Scarus flavipectoralis</i>	Juvénile
Siganidae	<i>Siganus puellus</i>	Juvénile



5.6.3 Le blanchissement

Le blanchissement est très faible dans cette zone récifale :

- Le recouvrement en corail blanchi est très faible (3 %). Le blanchissement affecte 3 espèces coralliennes sur 70 espèces présentes. Les colonies coralliennes concernées sont de formes branchues (*Acropora*) et se situent dans la zone peu profonde du récif (augmentation de la température durant l'ensoleillement).
- 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.
- Le récif ne présente pas de signe précurseur de maladie, ni de dégradation, ni de prédation. Aucune *Acanthaster* ou *Culcita* n'a été répertoriée.

5.7 Zone 06 = Sud Creek baie nord

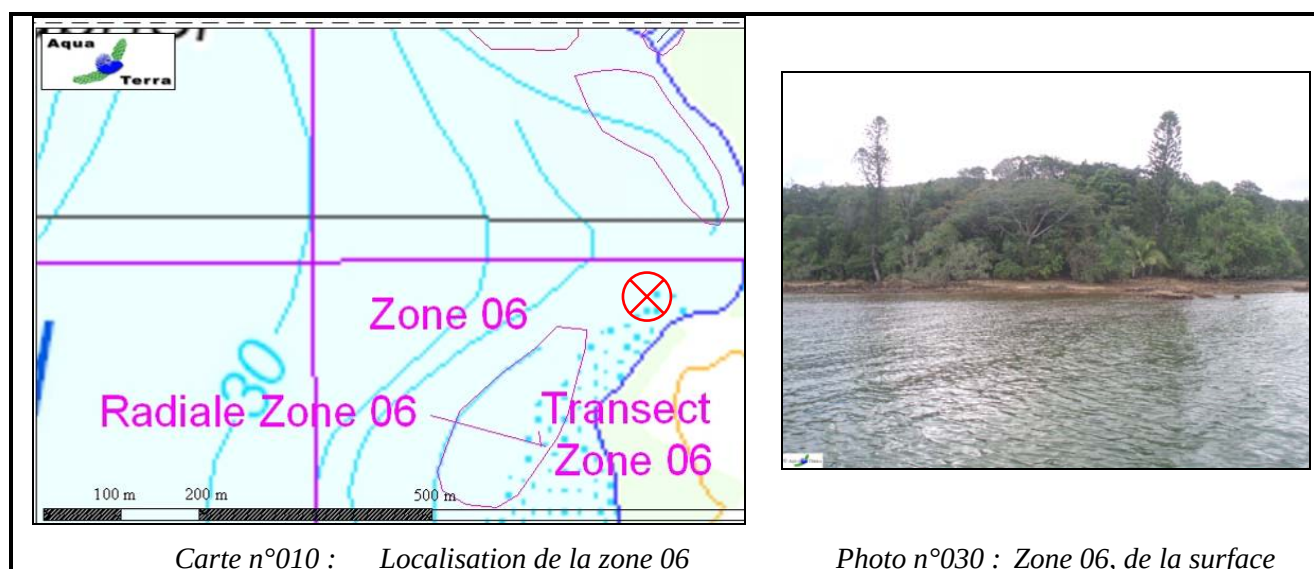
5.7.1 La zone

5.7.1.1 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 :



5.7.1.2 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.

Pendant la mission une couche d'eau douce importante était en surface (1 m de profondeur).

La zone 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 31](#)).



Photo n°031 : Cap rocheux entre les zones 01 et 06, de la surface

5.7.1.2.1 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°037 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 06)*

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire	0 à 6 m		6 à 16 m	
Acroporidae	19	4	18	4
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	-	70	-
Non Scléractiniaire				
Milleporidae	3	3	2	3
Tubiporidae	0	0	0	0
Gorgone	0	0	0	0
Antipathaire	0	0	1	1
Total coraux (A)	64	-	72	-
dont nb esp. blanchies (B)	29	-	18	-
Blanchissement	B/A	Visuel	B/A	Visuel
	0.45	50%	0.25	5%

Tableau n°038 : *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	0	0	0	0
Anémone	0	0	0	0
Ascidies	0	0	0	0
Bryozoaire	0	0	0	0
Astérie	1	1	1	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	32	-	32	-

5.7.1.2.2 Les poissons (Zone 06)

La biodiversité des poissons est du même ordre de grandeur qu'en zone 05. Il n'y a pas d'originalité notable. La présence de juvéniles d'*Anyperodon leucogrammicus* est normale dans ce biotope de baie confinée.

La biodiversité ichthyologique s'élève à 25 espèces de poissons rencontrés, qui sont listées dans le [tableau 39](#).

Tableau n°039 : Poissons rencontrés dans la zone 06

FAMILLE	ESPECE	ETAT
Chaetodontidae	<i>Chaetodon lunulatus</i>	Adulte
	<i>Chaetodon mertensii</i>	Juvénile
	<i>Chaetodon ulietensis</i>	Adulte
	<i>Chaetodon vagabundus</i>	Juvénile
Epinephelinae	<i>Anyperodon leucogrammicus</i>	Juvénile
	<i>Cephalopholis boenak</i>	Adulte
	<i>Epinephelus areolatus</i>	Adulte
	<i>Plectropomus leopardus</i>	Adulte
Labridae	<i>Cheilinus trilobatus</i>	Juvénile
	<i>Coris batuensis</i>	Adulte
	<i>Epibulus incidiator</i>	Adulte
	<i>Hemigymnus melapterus</i>	Juvénile
	<i>Labroides dimidiatus</i>	Adulte
	<i>Stethojulis devisi</i>	Adulte
Nemipteridae	<i>Scolopsis bilineatus</i>	Adulte
Pomacanthidae	<i>Pomacanthus sexstriatus</i>	Juvénile
Pomacentridae	<i>Abudefduf whitleyi</i>	Adulte
	<i>Amblyglyphidodon leugocaster</i>	Adulte
	<i>Amblyglyphidodon orbicularis</i>	Adulte
	<i>Amphiprion melanotus</i>	Adulte
	<i>Chrysiptera rollandi</i>	Juvénile
	<i>Pomacentrus aurifrons</i>	Adulte
	<i>Pomacentrus chrysurus</i>	Adulte
Scaridae	<i>Chlorurus bleekeri</i>	Juvénile
	<i>Scarus flavipectoralis</i>	Juvénile

5.7.1.3 Le blanchissement

Caractéristiques du blanchissement de cette zone :

- De 0 à 6 m, le recouvrement en corail blanchi (comptage visuel 50%) est le second plus important de toutes les zones prospectées (après la zone 2 : 65%). Le phénomène n'influence pas l'ensemble des espèces coralliennes : 29 espèces présentent des marques de blanchissement pour 64 espèces présentes.
- De 6 à 16 m, le blanchissement est faible (5%) : 18 espèces présentent des marques de

blanchissement pour 72 espèces présentes.

- Comme pour l'ensemble des sites prospectés, le blanchissement est réparti par patch sur les zones coralliennes monospécifique (*Acropora* spp, *Montipora samarensis*, *Montipora* spp.)
- La grande majorité des colonies blanchies ont encore leurs polypes vivants (sauf les colonies de *Seriatopora hystrix*).
- Les alcyonaires du genre *Sinularia*, colonisant la partie supérieure du récif sont en grande majorité blanchis.
- Les organismes benthiques telles que les holothuries, les astéries, les échinides, les mollusques ne présentent pas de marque de maladie, ni de dégradation.



Photo n°032 : Exemple de polypes vivants sur corail blanchi (*Acropora* sp.) (Zone 06)

5.7.2 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](#).

1 Cap au Sud du Creek de la Baie Nord



5.7.3 Le transect

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

5.7.3.1 Le substrat

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la [figure 05](#) pour le transect positionné dans cette zone.

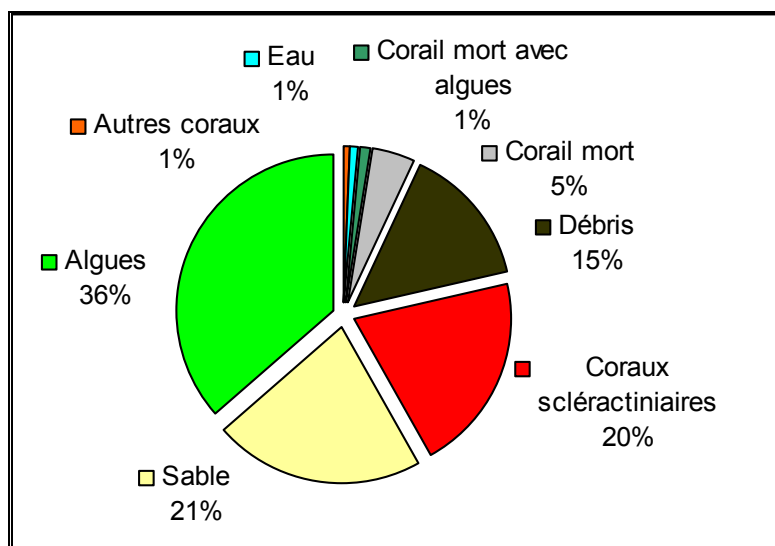


Figure n°05 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour la zone 02

Le transect de la zone 06 est caractérisé par un substrat moyennement biotique (58.5%), qui est composé de d'algues (36.5%) et de coraux scléactiniaires (20.5%).

La partie abiotique est essentiellement constituée par du sable.

Il faut noter ici 4.5% de « corail mort » : ce sont les coraux blanchis observés directement sous le transect, mais qui étaient bien vivant lors de notre échantillonnage. Cependant, dans la classification du cahier des charges que nous avons suivie, les coraux blancs sont une composante « abiotique » et compte comme telle ici.

5.7.3.2 Le benthos

La liste des taxons cibles échantillonnés sur cette station est donnée dans le [tableau 40](#), la liste complète des résultats bruts est fournie [annexe 04](#).

Tableau n°040 : 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.	3 (3spp)
Algue verte	Siphonocladaceae	<i>Dictyosphaeria</i>	<i>verluisii</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	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>flovomaculata</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, d'échinodermes, de mollusques et de quelques éponges perforantes.

5.7.3.2.1 Les Scléractiniaires (Transect Zone 06)

La richesse spécifique corallienne de ce transect est faible. Ce niveau bathymétrique est colonisé par 26 espèces coralliennes dont une espèce de *Millepora* branchue. Les familles scléractiniales (25 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (8 taxons), les Faviidae (4 espèces), les Pocilloporidae (3 taxons), les Agaraciidae (3 taxons).

Tableau n°041 : *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	4	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	25	-
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	1	2
Tubiporidae	0	0
Gorgone	0	0
Antipathaire	0	0
Total coraux (A)	26	-
dont nb esp. blanchies (B)	10	-
Blanchissement	B/A	Visuel
	0.38	/

Le blanchissement des colonies coralliennes est important (environ 38.5% sur le transect). 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.

Le transect est positionné au début de la pente sédimentaire où de nombreuses colonies blanchies (10 espèces coralliennes blanchies sur 26 espèces présentes) jalonnent les débris coralliens (*Stylophora pistillata*, *Pocillopora damicornis*, d'*Acropora* spp. branchu, *Galaxea fascicularis*, *G. astreata*, *Symphyllia*, *Caulastrea curvata*, *Montipora*). Ces espèces ont dans une grande partie expulsée leurs zooxanthelles mais leurs polypes sont encore vivants.

Cependant la majorité des espèces n'est pas concernée par le blanchissement, les colonies de *Porites lobata*, des buissons de *Montipora samarensis* et d'*Acropora grandis* s'édifient sur plusieurs mètres carrés. Et des petites colonies de *Porites nigrescens*, *Cyphastrea japonica*, *Pavona decussata*, *Pavona cactus*, *Lobophora*

corymbosa, *Palauastrea ramosa* parsèment les fonds.

5.7.3.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (Transect Zone 06)

Dans le couloir, les organismes benthiques sont variés et ne présentent pas de marques 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°042 : 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
Bryzoaire	0	0
Astérie	1	1
Crinoïde	0	0
Echinides	0	0
Holothurie	3	3
Synapse	0	0
Hydraire	0	0
Mollusque	3	3
Spongiaire	2	2
Zoanthaire	0	0
Crustacé	0	0
TOTAL	20	-

5.7.3.3 Les coraux blanchis

Les principales colonies coralliennes blanchies rencontrées le long du transect (sur une largeur d'environ 1 mètre de part et d'autre ou plus si la colonie est importante en taille) ont été notées et déterminées.

Leurs caractéristiques sont données pour chacune dans les tableaux suivants et leur positionnement global sur la [figure 06](#) (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

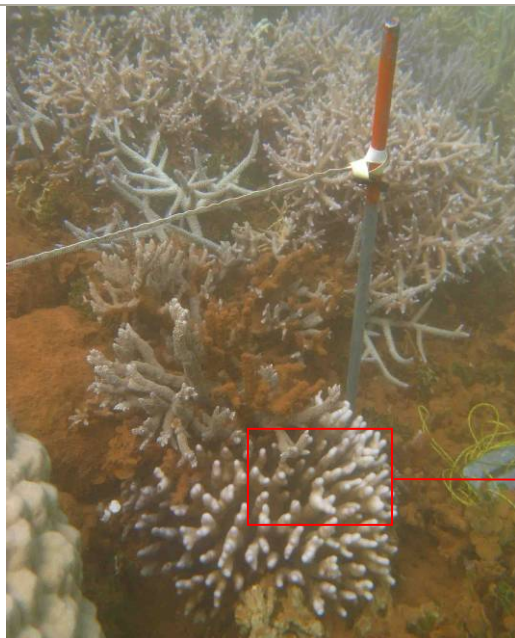
Stylophora pistillata (Pocilloporidae)

Diamètre

30 cm

Etat

Blanc et vivant



COLONIE 02

Position sur le transect

2.2 / 0.6 G

Nom

Stylophora pistillata (Pocilloporidae)

Diamètre

50 cm

Etat

Blanc et vivant



COLONIE 03

Position sur le transect

4.3 / 0

Nom

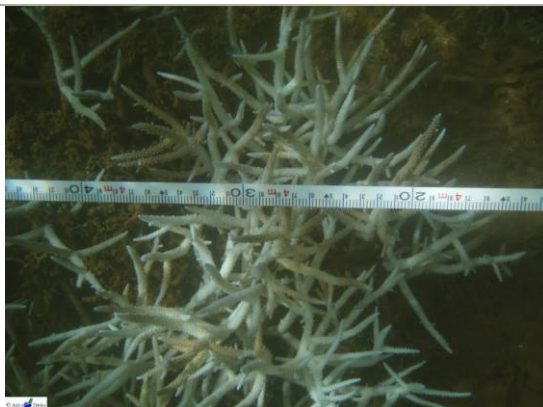
Acropora sp. (Acroporidae)

Diamètre

30 cm

Etat

Partiellement blanc et vivant



COLONIE 04

Position sur le transect

5 / 0.4 D

Nom

Galaxea astreara (Oculinidae)

Diamètre

15 cm

Etat

Blanc et vivant



COLONIE 05

Position sur le transect

5.1 / 0.2 G

Nom

Stylophora pistillata (Pocilloporidae)

Diamètre

15 cm

Etat

Partiellement blanc et vivant



COLONIE 06

Position sur le transect

6.4 / 0.2 D

Nom

Stylophora pistillata (Pocilloporidae)

Diamètre

50 cm

Etat

Blanc et vivant



COLONIE 07

Position sur le transect

7 / 0.3 G

Nom

Stylophora pistillata (Pocilloporidae)

Diamètre

< 10 cm

Etat

Blanc et vivant



COLONIE 08

Position sur le transect

8.4 / 0.8 D

Nom

Stylophora pistillata (Pocilloporidae)

Diamètre

10 cm

Etat

Blanc et vivant



COLONIE 09

Position sur le transect

8.5 / 0.4 D

Nom

Caulastrea curvata (Faviidae)

Diamètre

< 10 cm

Etat

En cours de blanchissement



COLONIE 10

Position sur le transect

9.5 / 0.5 D

Nom

Pocillopora damicornis (Pocilloporidae)

Diamètre

10 cm

Etat

Blanc et vivant



COLONIE 11

Position sur le transect

9.5 / 2 D

Nom

Symphillia sp. (Mussidae)

Diamètre

15 cm

Etat

En cours de blanchissement



COLONIE 12

Position sur le transect

11.4 / 0

Nom

Acropora sp. (Acroporidae)

Diamètre

60 cm

Etat

Partiellement blanchi et vivant



COLONIE 13

Position sur le transect

12.5 / 1 D

Nom

Stylophora pistillata (Pocilloporidae)

Diamètre

40 cm

Etat

Blanc et vivant



COLONIE 14

Position sur le transect

14.6 / 0.8 D

Nom

Montipora cf. *samarensis* (Acroporidae)

Diamètre

< 10 cm

Etat

2 branches blanches et vivantes



COLONIE 15

Position sur le transect

14.7 / 0.2 D

Nom

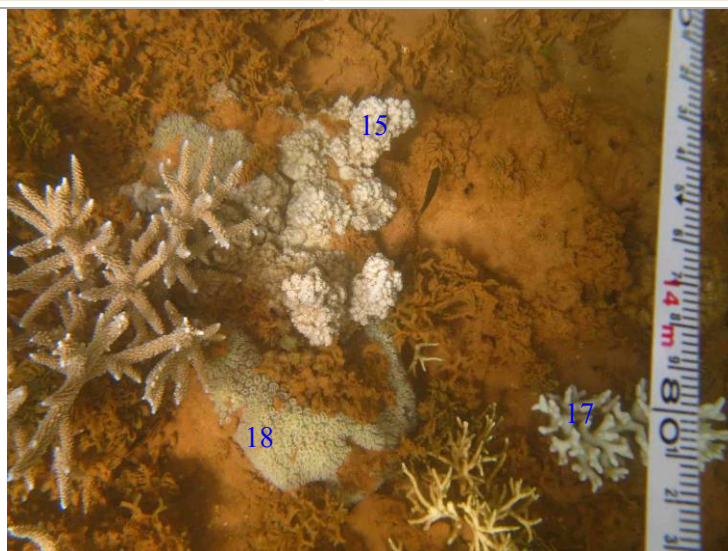
Montipora sp. (Acroporidae)

Diamètre

15 cm

Etat

Blanc et vivant



COLONIE 16

Position sur le transect

14.7 / 2 D

Nom

Stylophora pistillata (Pocilloporidae)

Diamètre

20 cm

Etat

Blanc et vivant



COLONIE 17

Position sur le transect

14.8 / 0

Nom

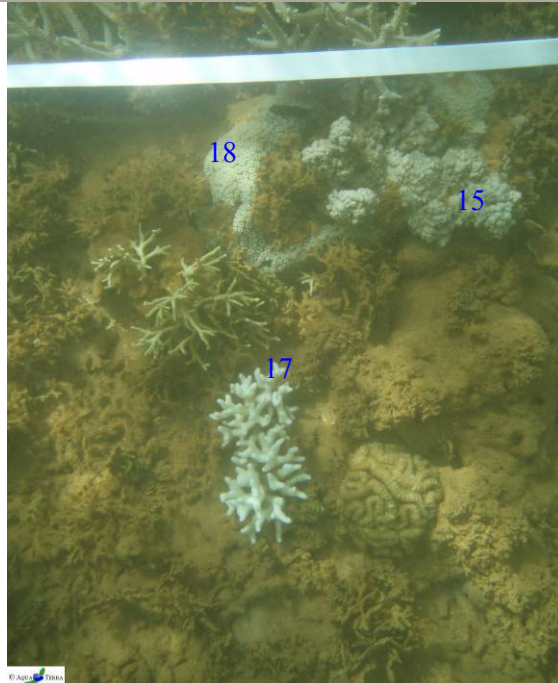
Stylophora pistillata (Pocilloporidae)

Diamètre

10 cm

Etat

Blanc et vivant



COLONIE 18

Position sur le transect

14.8 / 0.2 D

Nom

Galaxea fascicularis (Oculinidae)

Diamètre

10 cm

Etat

Blanc et vivant



COLONIE 19

Position sur le transect

16.8 / 0.2 G

Nom

Stylophora pistillata (Pocilloporidae)

Diamètre

30 cm

Etat

Blanc et vivant



COLONIE 20

Position sur le transect

16.9 / 0.3 D

Nom

Galaxea fascicularis (Oculinidae)

Diamètre

< 10 cm

Etat

Blanc et vivant



COLONIE 21

Position sur le transect

17.4 / 0.2 G

Nom

Stylophora pistillata (Pocilloporidae)

Diamètre

10 cm

Etat

Blanc et vivant



COLONIE 22

Position sur le transect

17.7 / 0.2 G

Nom

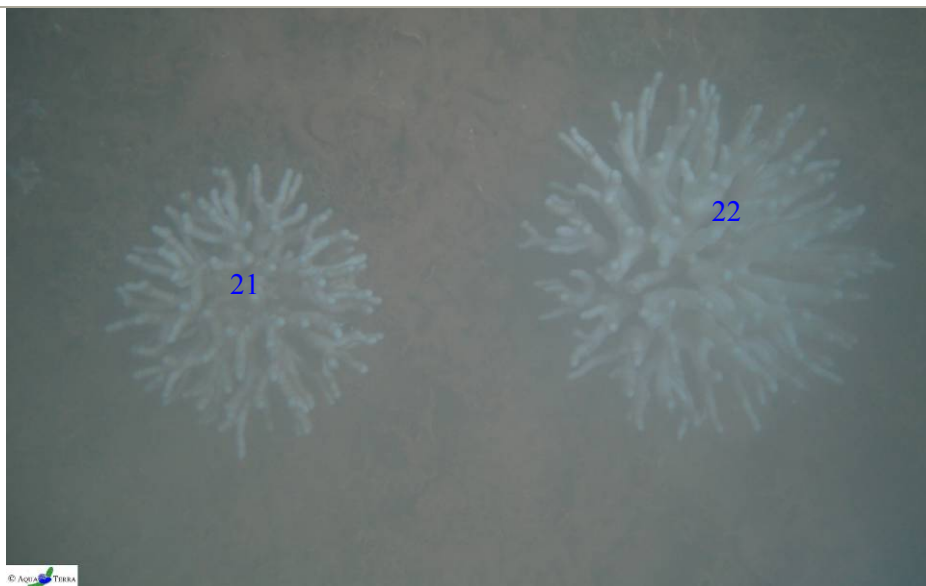
Stylophora pistillata (Pocilloporidae)

Diamètre

20 cm

Etat

Blanc et vivant



COLONIE 23

Position sur le transect

18.7 / 0.5 D

Nom

Acropora sp. (Acroporidae)

Diamètre

10 cm

Etat

Branches blanches et vivantes



COLONIE 24

Position sur le transect

19.2 / 0.3 D

Nom

Pocillopora damicornis (Pocilloporidae)

Diamètre

15 cm

Etat

Blanc et vivant



COLONIE 25

Position sur le transect

19.7 / 0.3 D

Nom

Stylophora pistillata (Pocilloporidae)

Diamètre

50 cm

Etat

Blanc et vivant



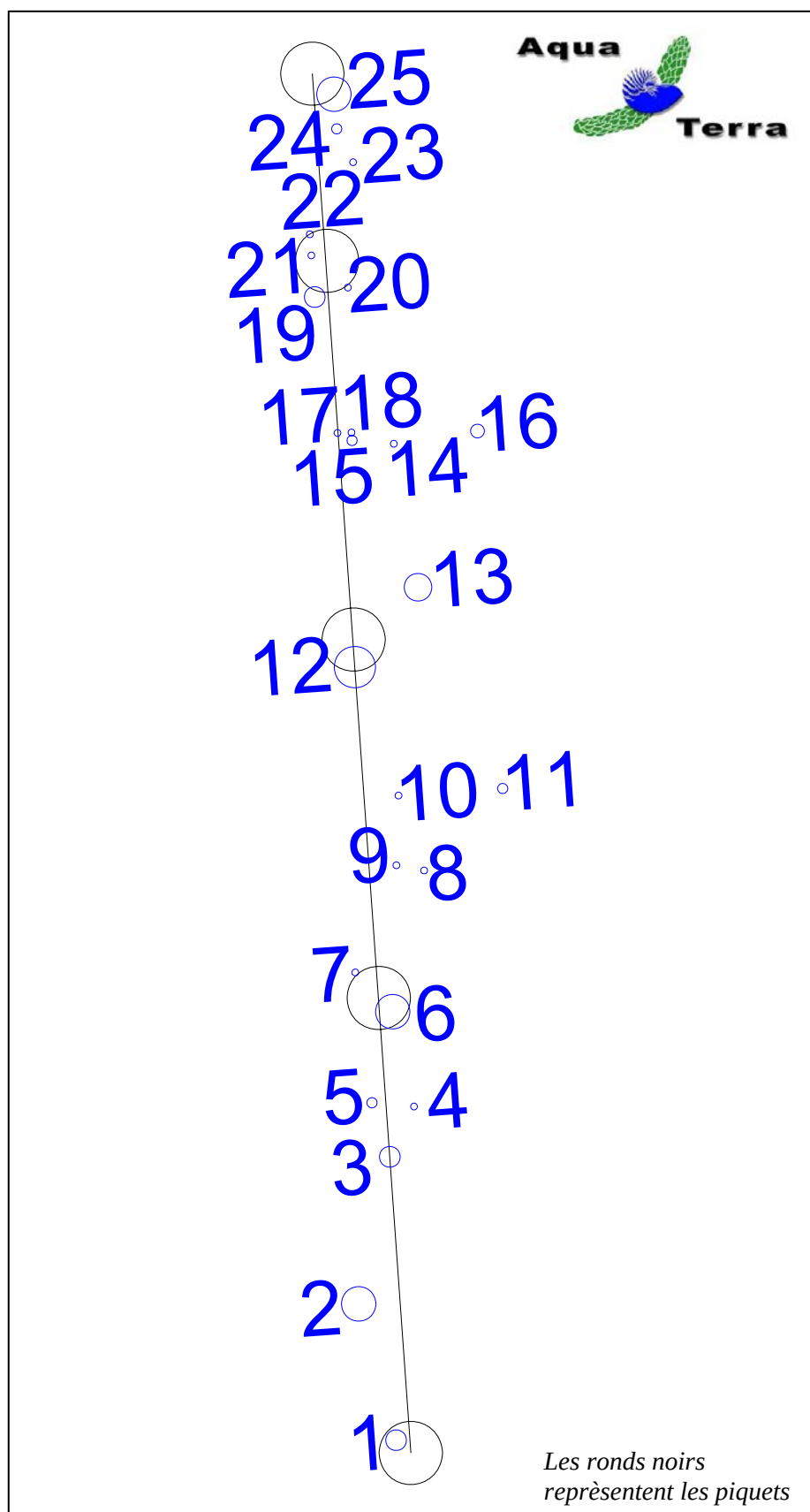


Figure n°06 : Position des colonies blanchies sur le transect de la zone 06

5.7.3.4 Les poissons

Sur l'ensemble du transect, 52 individus appartenant à 12 espèces différentes (figure 07) ont pu être observés (tableau 43). Ils représentent une densité de 0.66 poisson / m² (figure 08) pour une biomasse de 3.10 g/m².

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

FAMILLE	ESPECE	NOMBRE	DENSITE (ind./m ²)	BIOMASSE (g/m ²)
Chaetodontidae	<i>Chaetodon auriga</i>	1	0,01	0,08
	<i>Chaetodon ulietensis</i>	2	0,03	0,16
Nemipteridae	<i>Scolopsis bilineatus</i>	3	0,04	0,27
Pomacentridae	<i>Abudefduf sexfasciatus</i>	5	0,06	0,49
	<i>Amblyglyphidodon orbicularis</i>	4	0,05	0,09
	<i>Amphiprion melanopus</i>	1	0,01	0,04
	<i>Chrysiptera rollandi</i>	10	0,13	0,01
	<i>Pomacentrus aurifrons</i>	15	0,19	0,15
	<i>Pomacentrus chrysurus</i>	5	0,06	0,05
Scaridae	<i>Scarus flavipectoralis</i>	1	0,01	0,28
	<i>Chlorurus bleekeri</i>	3	0,04	0,85
Siganidae	<i>Siganus puellus</i>	2	0,03	0,63
TOTAL		52	0,66	3,10

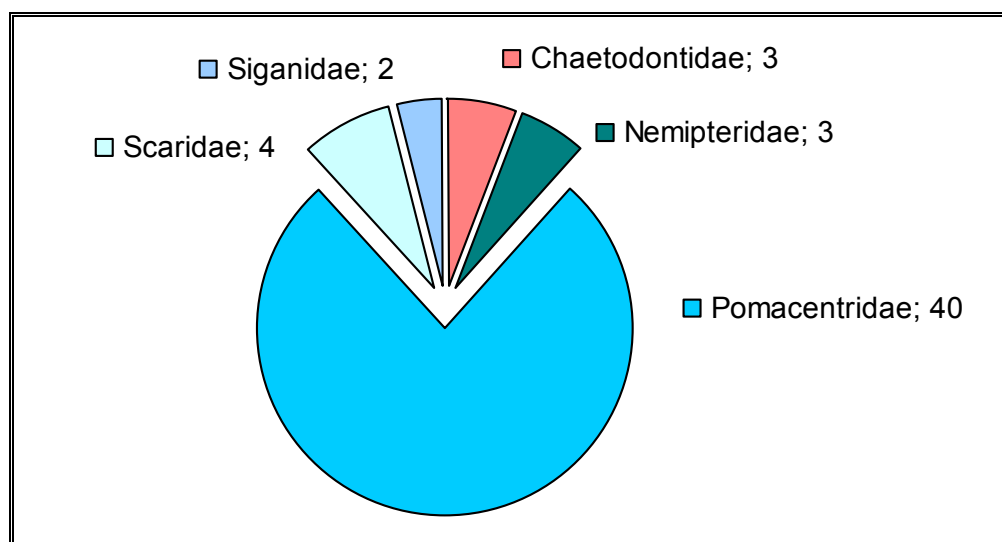


Figure n°07 : Richesse spécifique par famille de poissons (Transect Zone 06)

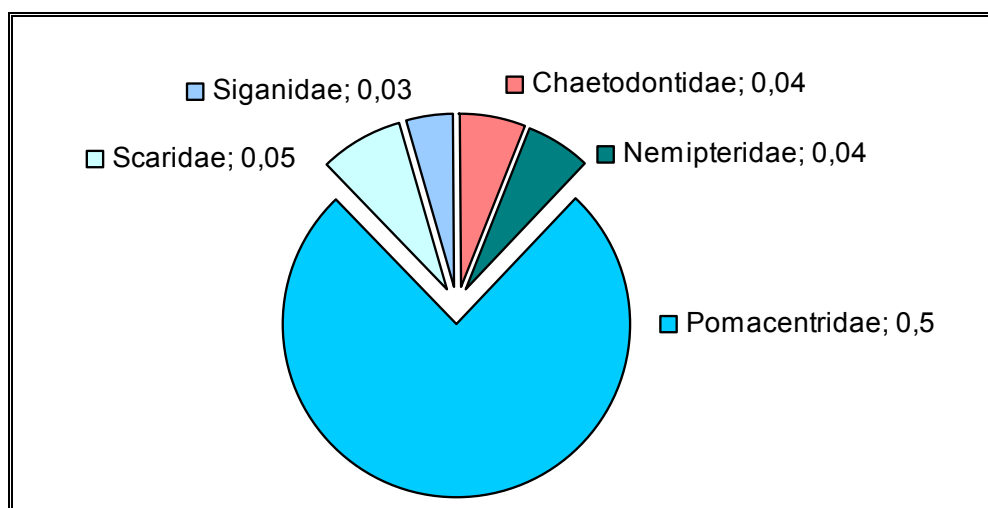


Figure n°08 : Densité (nb individus/m²) par famille de poissons (Transect Zone 06)

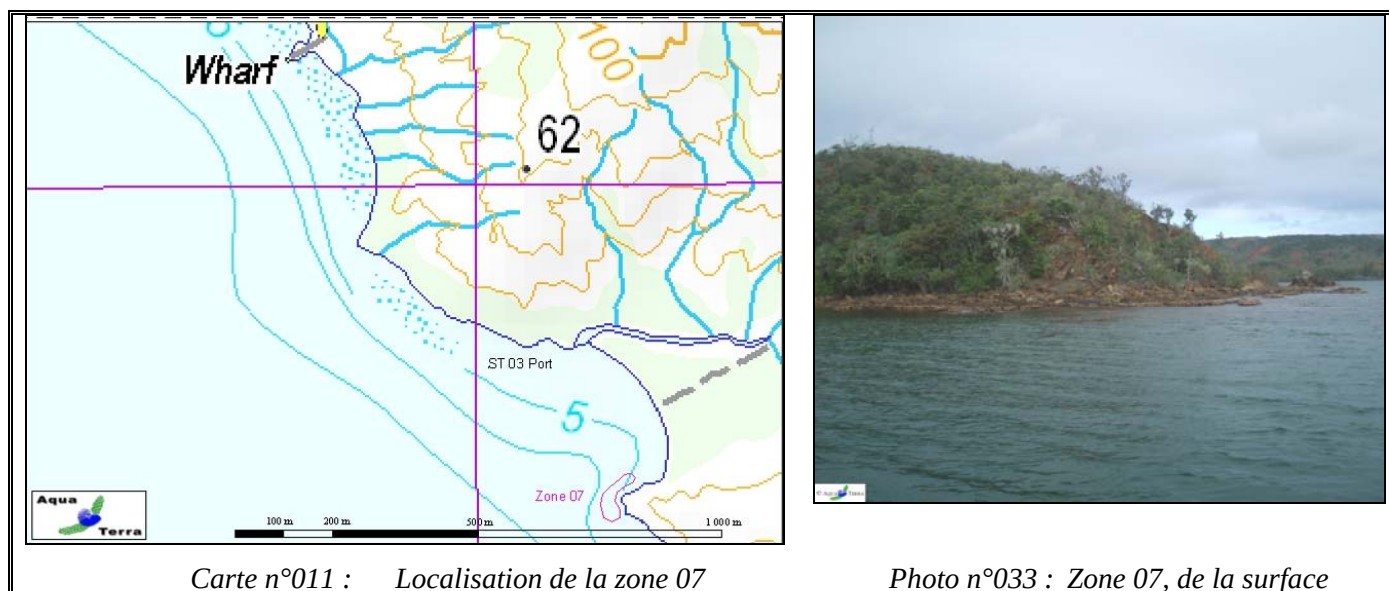
5.8 Zone 07 = Rade du port

5.8.1 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	Faible < 2 m
SUBSTRAT	Vaseux

Localisation géographique :



Carte n°011 : Localisation de la zone 07

Photo n°033 : Zone 07, de la surface

5.8.2 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.

C'est un petit tombant, où le blanchissement est proportionnellement équivalent à la zone 06.

5.8.2.1 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 amicornum*, *Leptastrea cf. purpurea*, ...).

La zone est colonisée par 68 espèces coralliennes dont deux espèces de Milleporidae. Les familles scléractiniaires (66 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (17 taxons), les Faviidae (17 taxons), les Agaraciidae (6 taxons) et les Pocilloporidae (5 taxons).

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

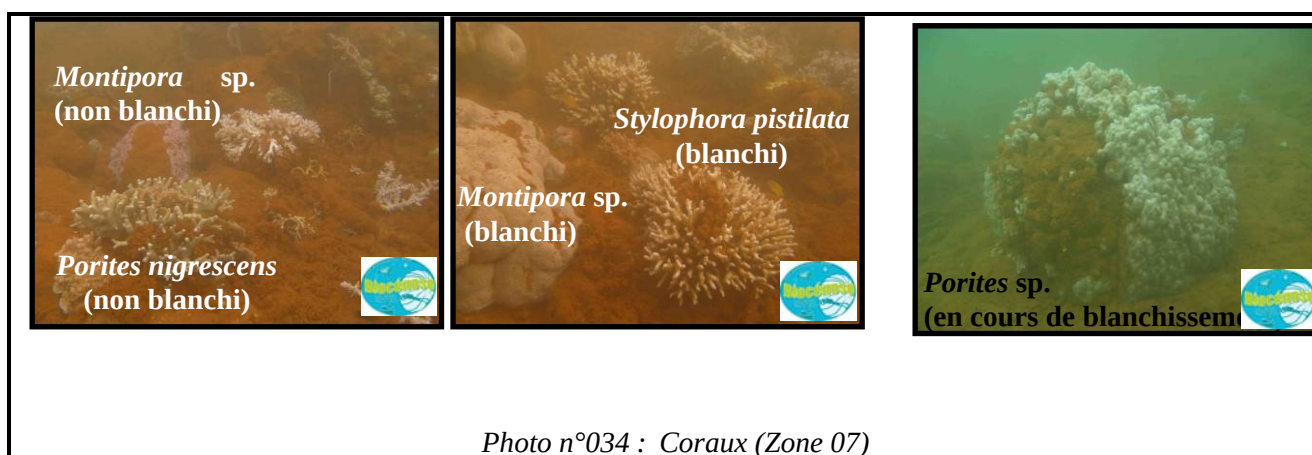
Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	17	4
Agaraciidae	6	3
Astrocoeniidae	0	0
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	2	4
Faviidae	17	3
Fungiidae	4	2
Merulinidae	0	0
Mussidae	4	3
Oculinidae	2	2
Pectiniidae	2	2
Pocilloporidae	5	4
Poritidae	4	3
Siderastreidae	3	2
Total scléractiniaire	66	-
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	2	3
Tubiporidae	0	0
Gorgone	0	0
Antipathaire	0	0
Total coraux (A)	68	-
dont nb esp. blanchies (B)	24	-
Blanchissement	B/A	Visuel
	0.35	25%

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

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	5	3
Algue brune	3	5
Algue rouge	1	2
Algue verte	5	3
Cyanobactérie	0	0
Anémone	0	0
Ascidies	1	2
Bryzoaire	0	0
Astérie	1	1
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	28	-

5.8.2.2 Les poissons

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*, comme également le Nemipteridé *Scolopsis lineatus*, laisse penser que la zone est beaucoup moins confinée que ne l'est celle où débouche le Creek baie nord.

La biodiversité ichtyologique s'élève à 13 espèces de poissons rencontrés, qui sont listées dans le [tableau 17](#).

Tableau n°046 : Poissons rencontrés dans la zone 07

FAMILLE	ESPECE	ETAT
Acanthuridae	<i>Acanthurus blochii</i>	Juvénile
	<i>Ctenochaetus striatus</i>	Adulte
Blennidae	<i>Meiacanthus atrodorsalis</i>	Adulte
Chaetodontidae	<i>Chaetodon unimaculatus</i>	Juvénile
Epinephelinae	<i>Epinephelus areolatus</i>	Adulte
Labridae	<i>Thalassoma lunare</i>	Juvénile
	<i>Xyrichtys aneitensis</i>	Adulte
Microdesmidae	<i>Ptereleotris microlepis</i>	Adulte
Nemipteridae	<i>Scolopsis lineatus</i>	Juvénile
Pomacentridae	<i>Chrysiptera taupou</i>	Adulte
	<i>Dascyllus aruanus</i>	Adulte
	<i>Pomacentrus amboinensis</i>	Juvénile
Tetraodontidae	<i>Canthigaster valentini</i>	Adulte

5.8.3 Le blanchissement

Caractéristiques du blanchissement de cette zone :

- Le récif frangeant reçoit une influence d'eau douce et de turbidité des rivières et des creek environnants.
- Le recouvrement en corail blanchi est de 25% (comptage visuel).
- Le phénomène n'influence pas l'ensemble des espèces coralliennes : 24 espèces présentent des marques de blanchissement pour 68 espèces présentes.
- La grande majorité des colonies blanchies ont encore leurs polypes vivants (*Stylophora pistillata*, *Fungia* spp., *Favia* spp.), sauf les colonies de *Seriatopora hystrix* qui sont blanchies et qui ont perdu leurs polypes.
- 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.

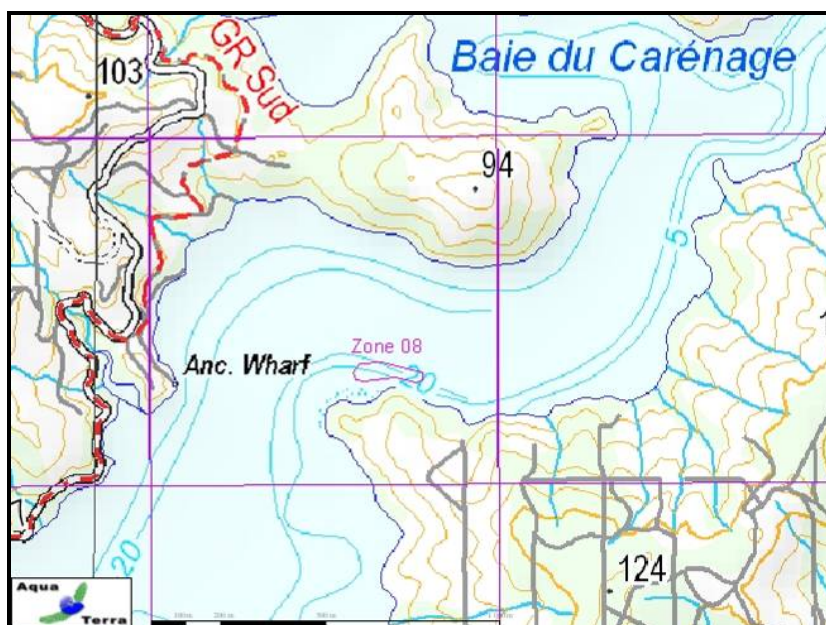
5.9 Zone 08 = Baie de Carénage

5.9.1 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

5.9.2 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, l'halocline était malgré tout présente.

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 m de profondeur), ensuite le passage de l'eau saumâtre à l'eau de mer rend la visibilité plus difficile et enfin sous 6 m de profondeur l'eau redevient plus limpide.



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 gtandis*) couvre le trottoir de manière quasi absolue. Son omniprésence confère à la zone une monotonie qui explique certainement la faible richesse spécifique en poissons.

5.9.2.1 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. Seule la partie supérieure du récif est influencée par le blanchissement (40%).

L'ensemble de la zone est colonisé par 77 espèces coralliennes dont deux espèces de Milleporidae. Les familles scléractiniaires (75 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (21 taxons), les Faviidae (14 taxons), les Poritidae (7 taxons) et les Agaraciidae (6 taxons).

La diversité corallienne est conséquente mais les macrophytes et le reste des invertébrés ne sont pas diversifiés dans ce type d'écosystème.

Le haut du récif frangeant est entièrement tapissé par un champs d'*Acropora 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. De plus **cette partie récifale est affectée par le blanchissement corallien qui se répartit par patch**. L'eau douce n'a une influence que sur la partie supérieure du récif, sous cette limite (début du tombant), les coraux ne sont plus blanchis.



Photo n°036 : *Champs d'Acropora grandis, blanchis par patch (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., ...).



Merulina scabricula (blanchi)

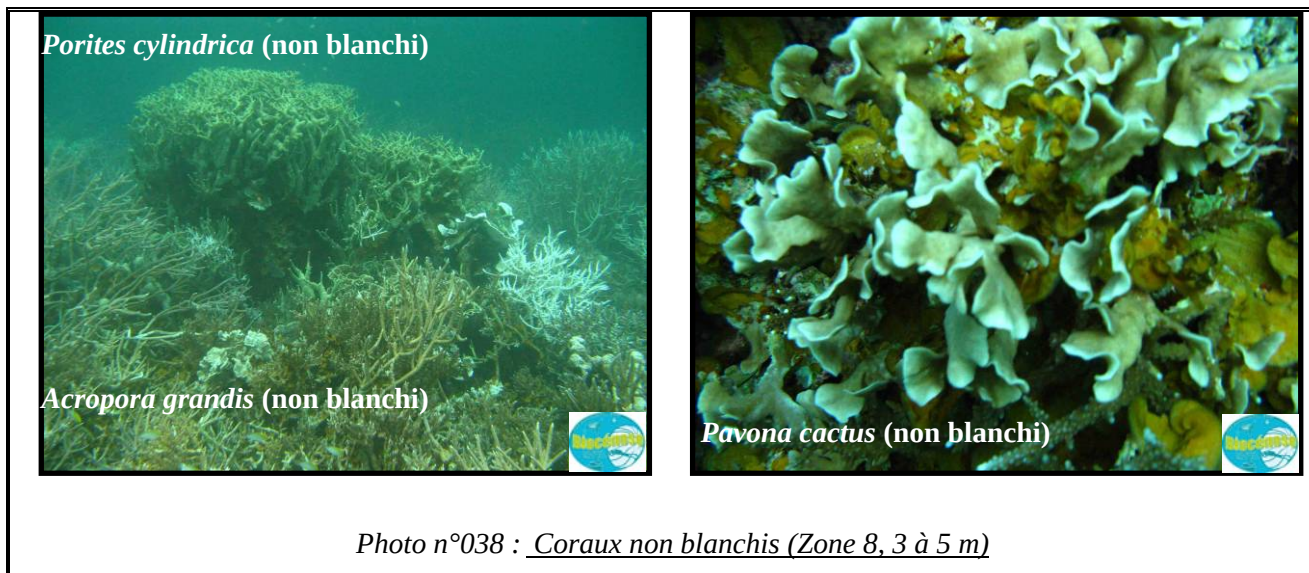


Fungia sp. (blanchi)

Photo n°037 : *Coraux blanchis (Zone 8, 3 à 5 m)*

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* 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).



Le tombant récifal a un recouvrement corallien très important et aucune colonie, ni organisme benthique ne présente de marque de blanchissement. L'influence de l'eau douce est très mineure et n'affecte pas les colonies coralliennes (au moins durant la période d'étude).

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* ...).

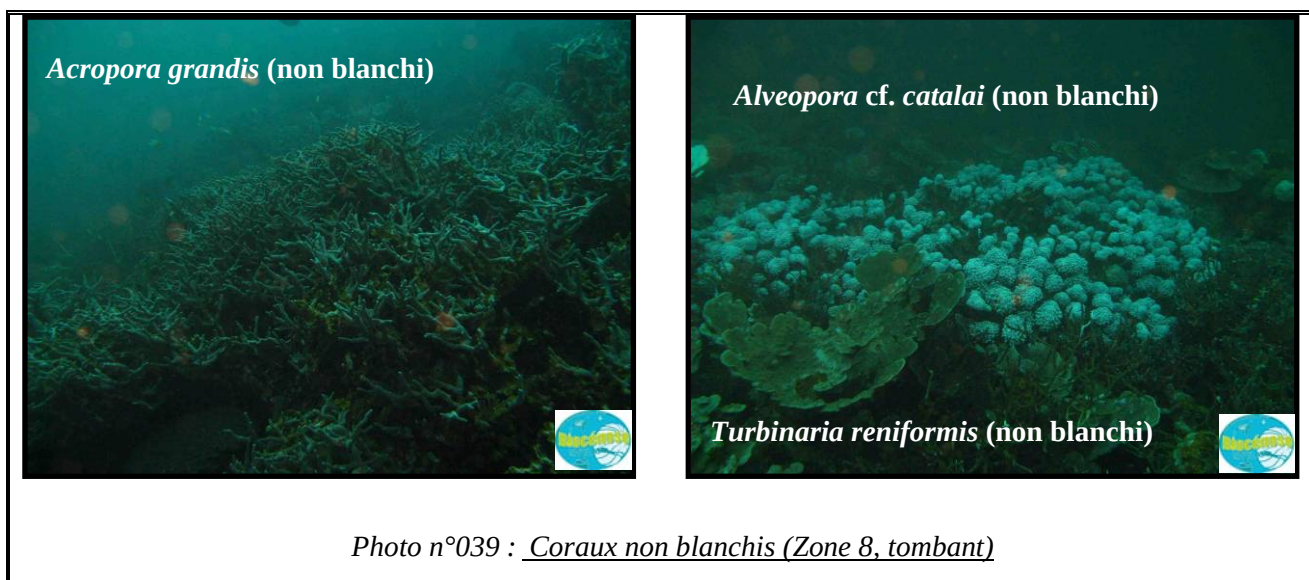


Tableau n°047 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (Zone 08)*

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	3	3
Poritidae	7	5
Siderastreidae	1	2
Total scléractiniaire	75	-
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	2	2
Tubiporidae	0	0
Gorgone	0	0
Antipathaire	0	0
Total coraux (A)	77	-
dont nb esp. blanchies (B)	28	-
Blanchissement	B/A	Visuel
	0.36	45%

Tableau n°048 : *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	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	0	0
Mollusque	4	4
Spongiaire	2	2
Zoanthaire	0	0
Crustacé	0	0
TOTAL	17	-

5.9.2.2 Les poissons

La biodiversité ichthyologique s'élève à 10 espèces de poissons rencontrés, qui sont listées dans le [tableau 49](#). Cette richesse spécifique est faible mais peut s'expliquer par le manque de diversité corallienne dû à la dominance quasi absolue d'une espèce de corail branchu (*Acropora grandis*).

Tableau n°049 : *Poissons rencontrés dans la zone 08*

FAMILLE	ESPECE	ETAT
Acanthuridae	<i>Zebrasoma veliferum</i>	Juvénile
Carangidae	<i>Caranx melampygus</i>	Juvénile
Chaetodontidae	<i>Chaetodon lunulatus</i>	Adulte
	<i>Chaetodon melannotus</i>	Juvénile
	<i>Chaetodon vagabundus</i>	Juvénile
Epinephelinae	<i>Plectropomus leopardus</i>	Adulte
Labridae	<i>Epibulus incidiator</i>	Adulte
Pomacentridae	<i>Chrysiptera rollandi</i>	Juvénile
	<i>Pomacentrus aurifrons</i>	Adulte
Scaridae	<i>Scarus flavipectoralis</i>	Juvénile



5.9.3 Le blanchissement

Caractéristiques du blanchissement de cette zone :

- Le récif frangeant reçoit une influence d'eau douce et peu d'apport terrigène de la rivière du Carénage (observation durant la période d'étude du 7 au 9 avril 09).
- Le recouvrement corallien est très important (85%). La partie sommital du récif est quasi monospécifique (*Acropora grandis*) et le tombant est très diversifié.
- Le blanchissement se manifeste seulement en haut de récif (limite de l'influence de l'eau douce). Le recouvrement en corail blanchi est de 40% (comptage visuel).
- Le phénomène n'influence pas l'ensemble des espèces coralliennes : 28 espèces présentent des marques de blanchissement pour 77 espèces présentes.
- La grande majorité des colonies blanchies ont encore leurs polypes vivants (*Acropora grandis*, *Stylophora pistillata*, *Pocillopora damicornis*, *Fungia* spp., *Favia* spp.), sauf les colonies de *Seriatopora hystrix* qui sont blanchies et qui ont perdu leurs polypes.
- 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.

5.10 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.

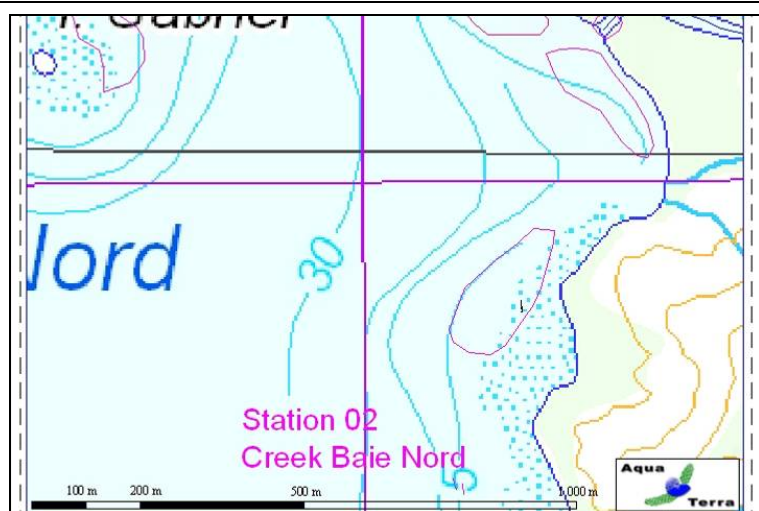
Ce réseau doit être échantillonné de manière semestrielle : le dernier échantillonnage datait de fin octobre 2008 et elle a été faite ici extra-tempora de manière à avoir un site de comparaison temporel antérieur à l'accident.

Elle se trouve éloignée de l'embouchure du Creek baie nord de près de 900 m et au 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.

5.10.1 Fiche descriptive (ST02)

5.10.1.1 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 40). 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)

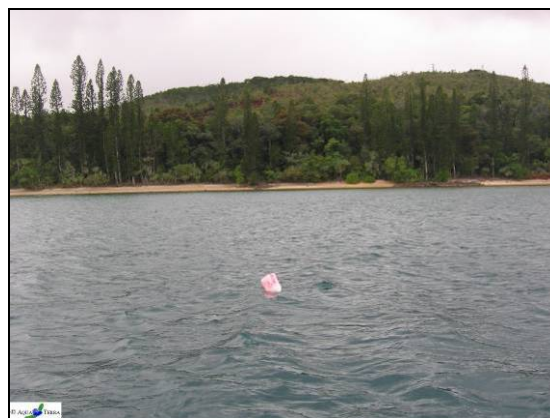


Photo n°040 : Position en surface par rapport à la côte (ST02)

5.10.1.2 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.

5.10.1.3 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 (faible pénétration de la lumière dans l'eau, croissance rapide et/ou grands polypes pour se dégager de la sédimentation).

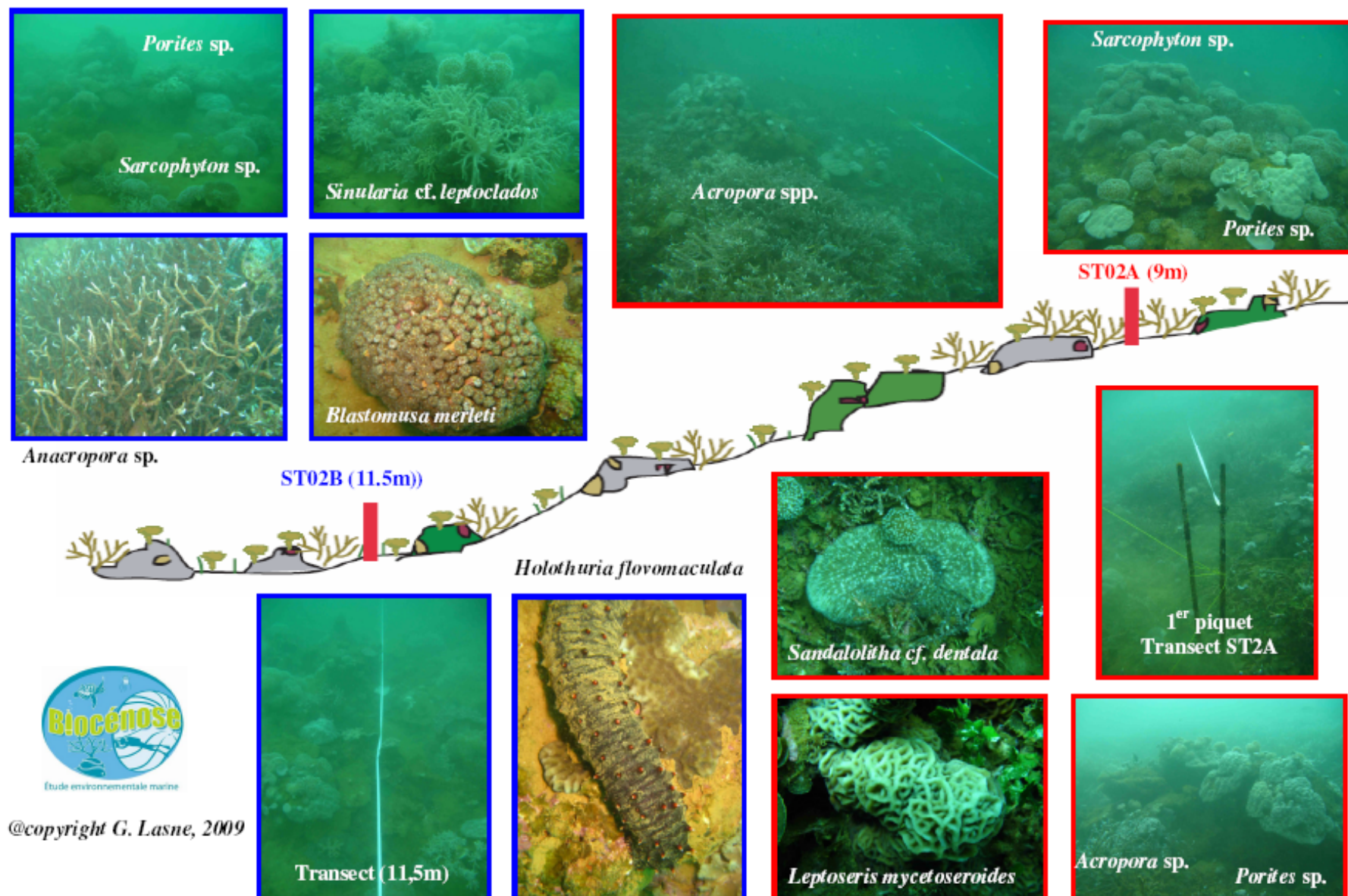


5.10.1.4 Variations entre octobre 2008 et avril 2009 (ST02)

- Très peu de variation des communautés coralliennes hormis une augmentation de la richesse spécifique des coraux au transect supérieur (17 espèces supplémentaires).
- Recrutement de la famille des Agariciidae (coraux scléactiniaires).
- Très peu de blanchissement. Une colonie d'alcyonaire (*Sinularia*) et trois petites colonies de coraux (*Galaxea* et *Merulina*).



5.10.2 Schéma structural (ST02)



5.10.3 Le substrat (ST02)

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la [figure 09](#) pour le transect A et dans la [figure 10](#) pour le transect B.

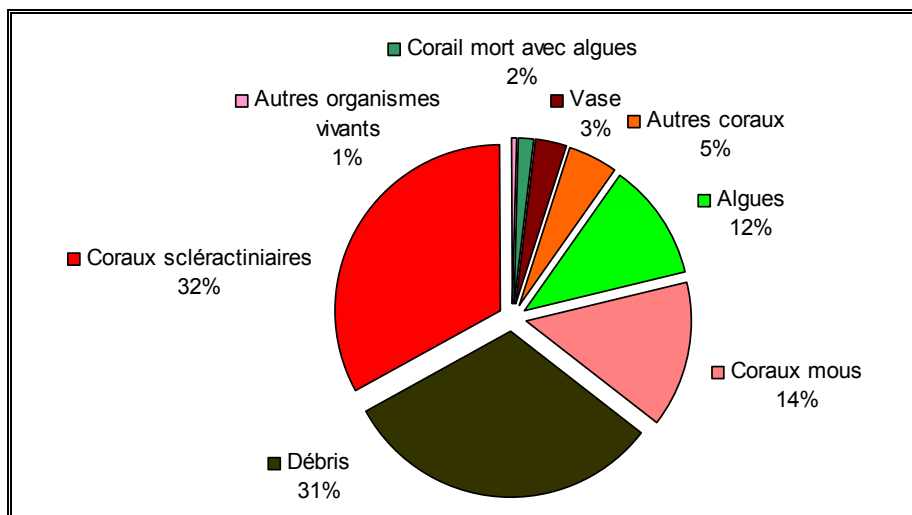


Figure n°09 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST02A

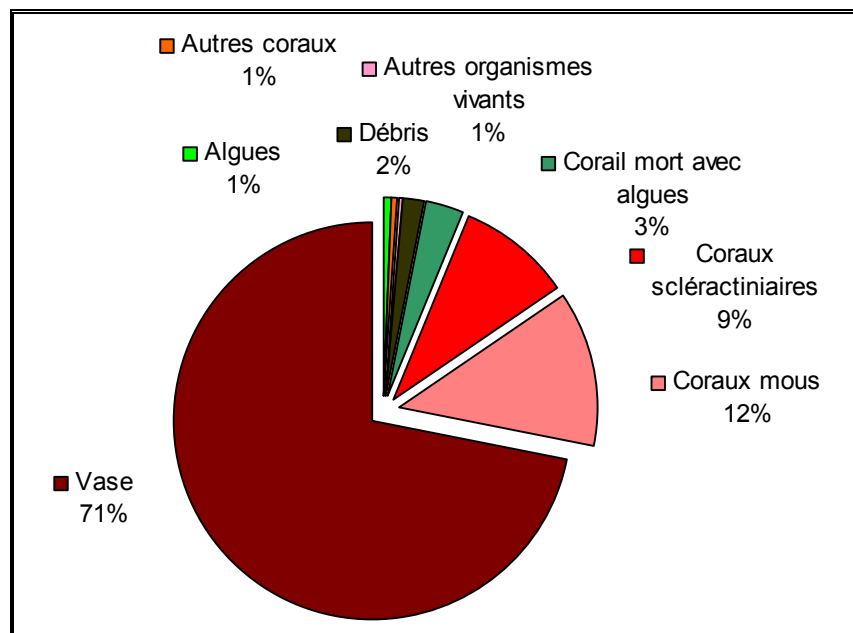


Figure n°010 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST02B

Le transect A est caractérisé par un substrat largement biotique (65.5%), qui est composé de coraux scléactiniaires (33%), d'alcyonnaires (14%) et d'algues (11.5%).

Au contraire, au transect B le substrat est majoritairement abiotique (73.5%), avec principalement de la vase (71%). La partie biotique est constituée essentiellement pas des alcyonnaires et des coraux scléactiniaires.

5.10.4 Le benthos (ST02)

La liste des taxons cibles échantillonnés sur cette station est donnée dans le [tableau 50](#), la liste complète des résultats bruts est fournie [annexe 04](#).

Tableau n°050 : 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	-1	
Algue verte	Codiaceae	<i>Codium</i>	<i>mammiferum</i>		
Algue verte	Dasycladacea	<i>Neomeris</i>	<i>van bosseae</i>	3	
Algue verte	Halimedaceae	<i>Halimeda</i>	sp.	5 (3spp)	3 (3spp)
Algue verte	Siphonocladaceae	<i>Dictyosphaeria</i>	<i>verluisii</i>	-2	-2
Cyanobacterie		<i>Phormidium</i>	sp.		
Asterie	Ophiasteridae	<i>Fromia</i>	<i>monilis</i>		
Asterie	Ophiasteridae	<i>Fromia</i>	sp.	2	-2
Asterie	Ophiasteridae	<i>Nardoa</i>	sp.		
Asterie	Ophiasteridae	<i>Nardoa</i>	<i>gomophia</i>		1
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>edulis</i>		
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>coluber</i>		2
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>flvomaculata</i>	4	4
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, de quelques échinodermes, de rares mollusques et de quelques éponges perforantes.

5.10.4.1 Benthos Transect 02 A

5.10.4.1.1 Les Scléractiniaires (ST02A)

Ce niveau bathymétrique est colonisé par 75 espèces coralliennes dont deux espèces de *Millepora* branchu, une espèce de *Millepora* encroûtant et une espèce d'antipathaire. Les familles scléractiniaires (71 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (17 taxons), les Faviidae (9 espèces), les Poritidae (7 taxons), les Agariciidae (7 espèces), les Dendrophyllidae (6 taxons) et les Fungiidae (6 espèces).

Tableau n°051 : *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	9	3
Fungiidae	6	3
Merulinidae	5	3
Mussidae	5	2
Oculinidae	2	3
Pectiniidae	3	2
Pocilloporidae	1	1
Poritidae	7	2
Siderastreidae	2	2
Total scléractiniaire	71	-
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	3	3
Tubiporidae	0	0
Gorgone	0	0
Antipathaire	1	1
Total coraux (A)	75	-
dont nb esp. blanchies (B)	2	-
Blanchissement	B/A	Visuel
	0.027	/

La famille des Agariciidae a un recrutement important, les espèces *Leptoseris foliosa*, *L. mycetoseroides*, *L. yabei* n'avaient pas encore été recensées pour ce niveau bathymétrique.

Deux espèces peu présentes (une colonie) sur ce transect n'ont pas été retrouvées (*Echinopora lamellosa* et *Psammocora digitata*). Cette absence peut être due soit tout simplement à la mauvaise visibilité (3 à 4 m) qui a empêché l'identification, soit à la mortalité des deux colonies.

La richesse spécifique corallienne de ce transect (71 espèces) a encore augmenté par rapport à la mission précédente car le taux de recrutement est important. Les espèces inféodées à ce milieu sont adaptées aux conditions turbides (faible pénétration de la lumière dans l'eau, croissance rapide et/ou grands polypes pour se dégager de la sédimentation).

Le blanchissement pour ce niveau bathymétrique est très faible, seule une petite colonie de *Merulina ampliata* et une colonie de *Galaxea astreata* ont été observées blanchies.

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 une surface très importante.

5.10.4.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST02A)

Le recouvrement par les macrophytes et les invertébrés 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, le recouvrement des genres *Sinularia* et *Lobophytum* a légèrement diminué par rapport à la dernière mission (octobre 2008).

Tableau n°052 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST02A)

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	6	5
Algue brune	2	5
Algue rouge	1	3
Algue verte	4	5
Cyanobactérie	0	0
Anémone	0	0
Ascidies	0	0
Bryozoaire	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	25	-

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 genres *Caulerpa* et *Dictyosphaeria* n'ont pas été recensés lors de cet inventaire.

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

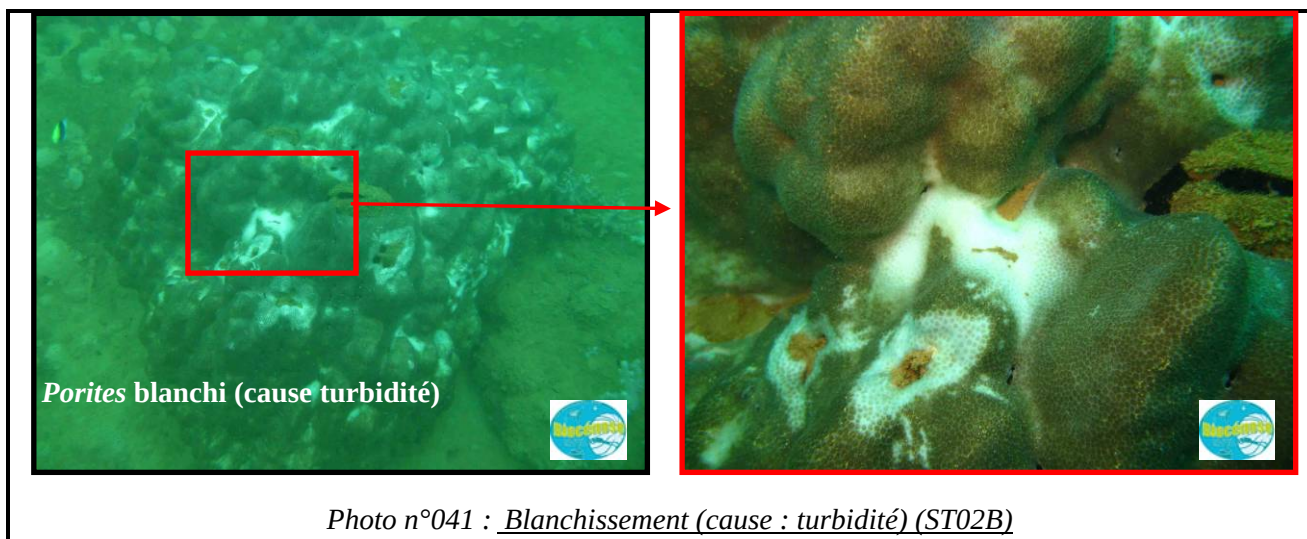
dernière espèce n'est recensée en Nouvelle-Calédonie que dans la baie de Prony.

5.10.4.2 Benthos Transect 02 B

5.10.4.2.1 Les Scléractiniaires (ST02B)

Les coraux branchus sont dominants, 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 très faible, seules deux colonies de *Galaxea astreata* et *G. fascicularis* ont été observée blanchies et une grande colonie de *Porites* cf. *lobata* présente des marques de nécroses dont les causes sont certainement l'hyper-sédimentation.



La richesse spécifique des scléractiniaires est importante pour ce niveau bathymétrique (64 espèces) réparties préférentiellement dans les familles des Acroporidae (14 espèces), Faviidae (11 espèces), Agariciidae (5 espèces), Siderastreidae (5 espèces), Pectiniidae (5 espèces) et Merulinidae (5 espèces).

Tableau n°053 : *Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST02B)*

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	14	5
Agaraciidae	5	3
Astrocoeniidae	1	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	1
Poritidae	3	2
Siderastreidae	4	2
Total scléractiniaire	64	
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	3	3
Tubiporidae	0	0
Gorgone	0	0
Antipathaire	0	0
Total coraux	67	
dont nb esp. blanchies (B)	3	-
Blanchissement	B/A	Visuel
	0.045	/

5.10.4.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST02B)

La répartition des macrophytes et des invertébrés de ce niveau bathymétrique n'a pas beaucoup évoluée par rapport à la mission d'octobre 2008.

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*.

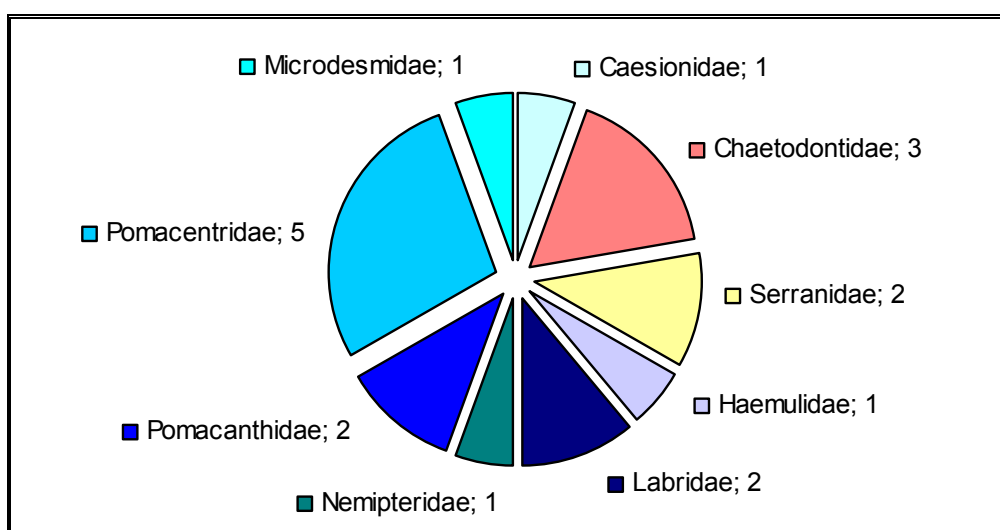
Les alcyonaires (*Sinularia*) ont un recouvrement moindre que pour la mission d'octobre 2008 et une colonie a été observée blanchie. Ce phénomène de blanchissement reste très marginal pour toute la station. Les alcyonaires du genre *Sarcophyton* sont toujours très bien développés et de nombreuses colonies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

Tableau n°054 : *Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST02B)*

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	8	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	1
Spongiaire	4	3
Zoanthaire	1	3
Crustacé	0	0
TOTAL	27	

5.10.5 Les poissons (ST02)

Sur l'ensemble de la station, 18 individus appartenant à 09 espèces différentes (figure 11) ont pu être observés. Ils représentent une densité de 1.407 poisson / m² (figure 12) pour une biomasse de 34.258 g/m².

Figure n°011 : *Richesse spécifique par famille de poissons (ST02)*

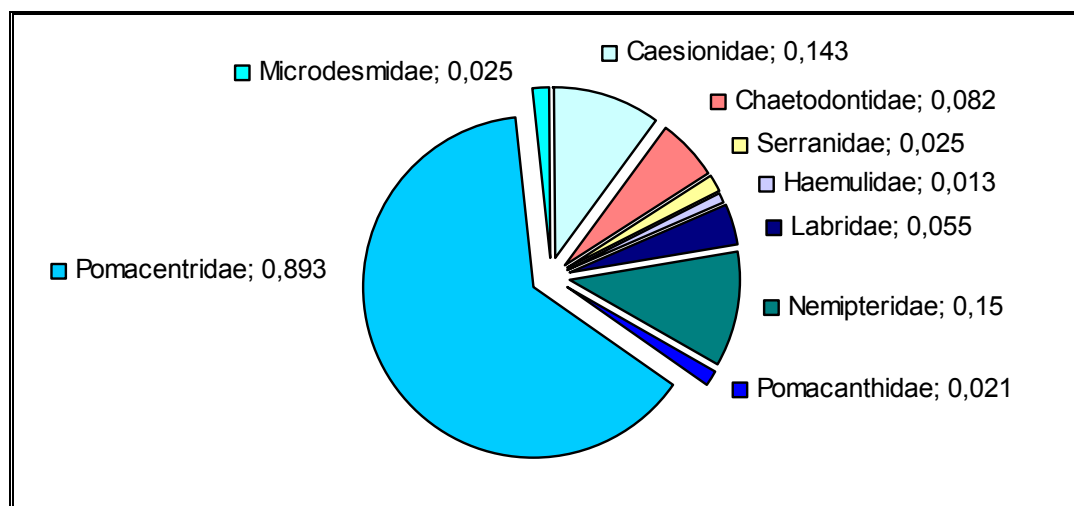


Figure n°012 : Densité (nb individus/m²) par famille de poissons (ST02)

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 13](#) 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 et autres coraux),
- la partie abiotique.

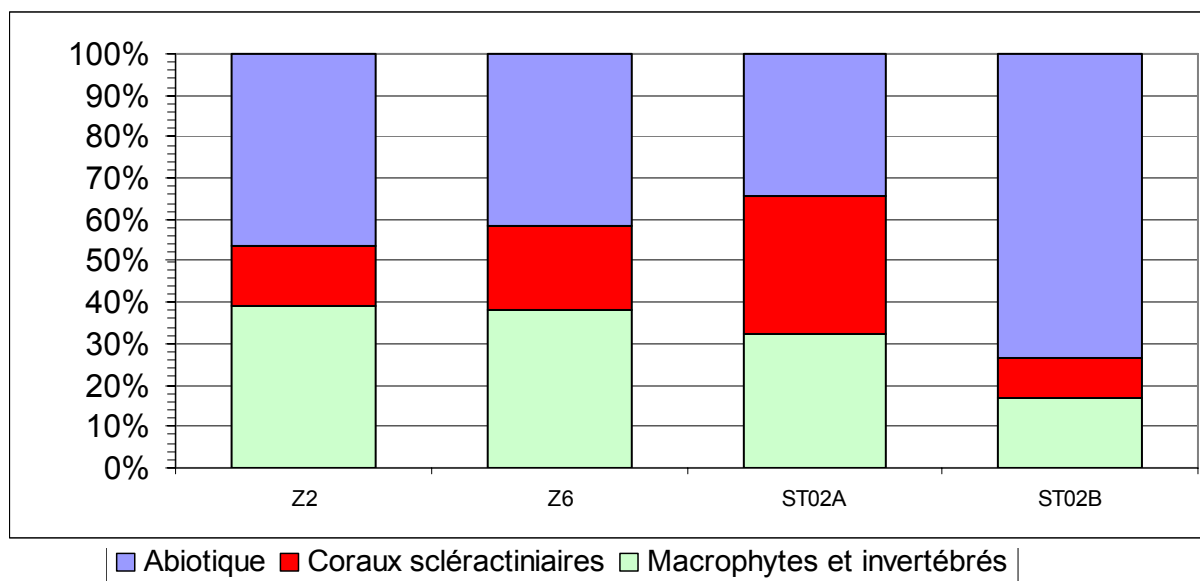


Figure n°013 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat partie biotique/abiotique

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 46.5% et 41.5%).

Les transects de la station 02 sont diversifiés : le transect A est recouvert par 34.5% 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 14.5 – 20.5% (zones 02 et 06) à 33% 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 14](#) 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 ».

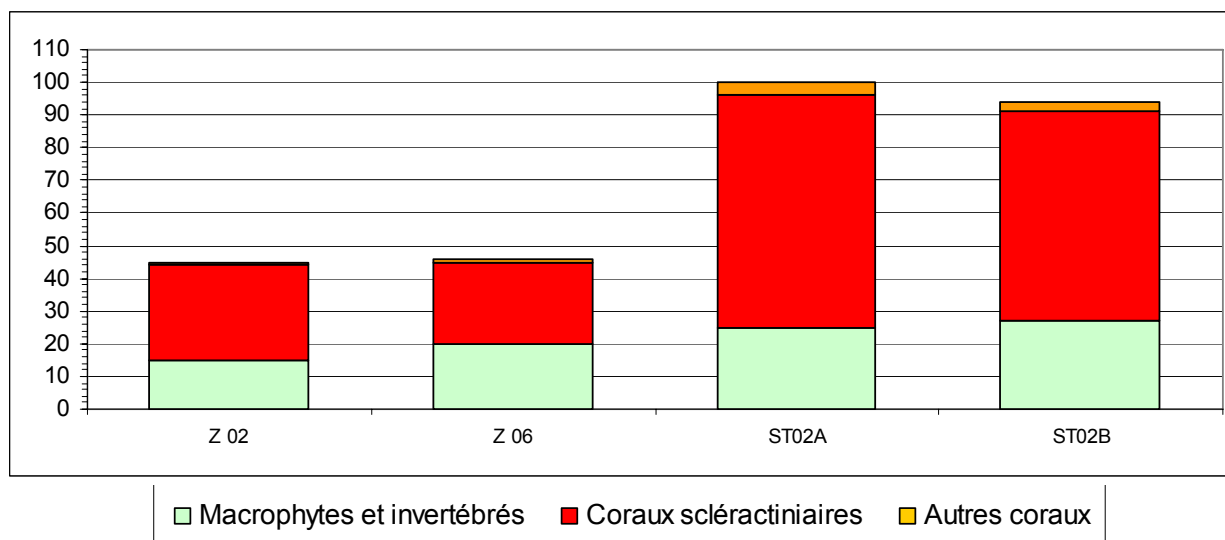


Figure n°014 : Richesse taxonomique du benthos dans les 3 groupes clés

La biodiversité corallienne est très contrastée, notamment pour les scléactiniaires dont 25 à 71 espèces différentes ont été dénombrées selon les transects.

La moyenne du nombre d'espèces coralliennes pour l'ensemble de la zone est de 47 taxa.

6.3 Blanchissement

En l'absence d'état initial et de suivi semestriel (saison chaude et humide), une dégradation anthropique (mécanique, chimique, ...) est très difficile à évaluer et à quantifier par rapport à l'évolution naturelle d'une zone corallienne (blanchissement naturel, cyclone, ...).

Les pluies conséquentes de la saison estivale (de janvier – mars) et les événements dépressionnaires du mois de février (dépression Jasper) ont dû avoir une influence positive sur l'apport d'eau douce et de matières en suspension à l'embouchure des rivières. Ces apports ont pour conséquence une anomalie négative de salinité, une anomalie négative de température et une anomalie positive de turbidité aux embouchures. Ces trois facteurs peuvent être en partie à l'origine de blanchissement corallien.

Un blanchissement naturel est donc envisageable et fortement probable à l'embouchure des creek de la baie de Prony. C'est pourquoi nous avons tout d'abord prospecté à l'embouchure du Creek baie nord et dans ces pourtours mais aussi dans d'autres embouchures qui n'avaient pas subi une influence potentielle de l'apport d'acide sulfurique et qui reflétaient vraisemblablement les mêmes caractéristiques (apport d'eau douce, récif frangeant, pente récifal colonisée). Ces deux zones sont l'embouchure du Carénage (zone 8) et l'embouchure du creek proche du wharf de Goro (zone 7).

A l'embouchure des rivières, l'eau douce reste en surface car elle est moins dense que l'eau salée. Cette masse d'eau va circuler au gré des courants, du vent et des lignes de côte.

Ensuite la différence de température entre les masses d'eau (eau douce fraîche et eau de mer plus chaude) va leur permettre de se mélanger progressivement (petits filets d'eau).

Pour un même site et pour une même espèce corallienne, le blanchissement n'affecte pas l'ensemble des individus (répartition par patch). Les coraux intègrent les zooxanthelles les plus adaptées aux conditions environnementales ambiantes, cependant les colonies d'une même espèce n'intègrent pas forcément le même type de zooxanthelle. Lorsque les paramètres environnementaux varient, les colonies coralliennes peuvent être stressées et expulsent leurs hôtes (zooxanthelles). Cette étape leur permet de retrouver ultérieurement une symbiose plus adaptée aux nouvelles conditions. C'est pourquoi lorsque l'on parle de blanchissement on ne parle pas forcément de mortalité corallienne, c'est une phase de latence qui ne peut perdurer mais qui fait partie intégrante de la vie corallienne. Il est bien entendu que si les coraux ne récupèrent pas assez rapidement des zooxanthelles adaptées, il s'en suivra la mortalité des colonies. **Cette période de latence de**

blanchissement n'a pas été réellement définie par les scientifiques. Elle dépend bien entendu des espèces, de chaque colonie mais aussi de l'apport de zooxanthelles. Cependant, on peut considérer qu'une colonie blanchie (polypes encore présents) ne peut survivre plus de 4 mois sans zooxanthelle.

De plus, durant la période estivale, la température de l'eau augmente, le blanchissement naturel affecte les zones récifales où la profondeur d'eau est faible (température de l'eau en hausse). Les récifs frangeants et les platiers récifaux présentent des marques significatives de ce stress (surtout sur les coraux branchus et plus particulièrement les *Acropora*).

Le blanchissement s'étend avec une grande disparité sur l'ensemble des récifs frangeants de la baie de Prony et plus particulièrement dans la zone d'influence du panache du creek de la baie Nord, (zone 2 au nord et dans une moindre mesure zone 6 au sud). Du fait de l'hétérogénéité du recouvrement corallien, le pourcentage de couverture a été réalisé de manière visuelle.

Un récapitulatif de la richesse spécifique corallienne et du blanchissement aux différentes zones est donné [tableau 55](#).

A partir de nos observations terrain nous avons aussi réalisé une carte présentant le blanchissement pour chaque zone étudiée lors de cette mission et d'autres que nous connaissons par ailleurs [[com. pers.](#)] ([carte 14](#)). Cette estimation est visuelle et varie de 0 (aucun blanchissement) à 10 (toutes les colonies sont blanchies). Elle concerne les récifs entre 0 et 4 m de profondeur.

- **Le blanchissement corallien s'étant sur l'ensemble des récifs frangeants des zones prospectées.**
Il est très faible pour l'îlot Gabriel (< 3 %) et particulièrement important et étendu à l'embouchure du Creek baie nord (zone 2 : environ 65% et zone 6 : environ 50%).
- Le blanchissement impacte les colonies coralliennes (coraux scléractiniaires) et très peu les autres organismes vivants en symbiose (alcyonaire, anémone, ...).
- Seules les deux zones coralliennes bordant le creek baie nord (zone 2 et zone 6) présentent un phénomène de blanchissement sur les alcyonaires (*Sarcophyton* et *Sinularia*).
- Les colonies blanchies se situent jusqu'à la limite d'influence de l'eau douce pour l'ensemble de la baie de Prony (5 à 6 m de profondeur grand maximum, préférentiellement 3 - 4 m).
- Le nombre d'espèces coralliennes affectées par ce blanchissement est important dans l'ensemble des zones prospectées : ensemble de la baie : 79 espèces blanchies / 129 espèces présentes.
- Les colonies blanchies ont encore leurs polypes vivants, elles sont donc en phase de latence pour récupérer de nouvelles zooxanthelles.
- Certaines espèces sont systématiquement impactées par le blanchissement, aussi bien en zone 2 que pour les autres zones (sauf îlot Gabriel) : *Seriatopora hystrix*, *Acropora grandis*, *Acropora* spp branchu, *Acropora* spp. tabulaire, *Montipora* spp., *Palauastrea ramosa*.
- Quelques espèces n'ont pas été affectées par le blanchissement sur aucune zone : *Porites cylindrica*, *Pavona decussata*, *Pavona varians*, *Leptastrea purpurea*, *Echinophyllia orpheensis*, *Psammocora contigua*, *Millepora* encroutant.
- Le blanchissement des colonies se répartit par patch (impact de quelques colonies par espèce) : *Acropora grandis*, *Acropora* spp., *Montipora samarensis* et *Montipora* spp.
Chaque colonie d'une même espèce peut avoir des zooxanthelles différentes ce qui signifie que chaque colonie n'a pas la même sensibilité par rapport à un même stress.
- Les colonies massives peuvent ne pas être totalement impactées par le blanchissement. Certaines colonies ont des zones où les polypes n'ont pas rejeté les zooxanthelles (ces parties de la colonie sont souvent situées dans les parties basses ou sont protégées).



Carte n°014 : Blanchissement corallien (estimation visuelle)

Tableau n°055 : Richesse spécifique des coraux et blanchissement aux différentes zones

Situation	ZONE 1	ZONE 2			ZONE 3	ZONE 4	ZONE 5	ZONE 6			ZONE 7	ZONE 8	STATION 02	
	Sud Creek baie nord	Nord Creek baie nord			Nord Creek baie nord	Nord Creek baie nord	Ilot Gabriel	Sud Creek baie nord			Creek Wharf	Creek Carénage	Sud Creek baie nord	
Profondeur	0 à 3 m	0 à 7 m	7 à 23 m	transect 5 m	0 à 4 m	0 à 7 m	0 à 10 m	0 à 6 m	6 à 16 m	transect 2 m	1 à 6 m	3 à 10m	transect A 9 m	transect B 12 m
A	1	73	66	30	73	76	70	64	72	26	68	77	75	67
B	0	65	21	15	25	29	3	29	18	10	24	28	2	3
B/A	0	0,89	0,32	0,5	0,315	0,38	0,043	0,45	0,25	0,38	0,35	0,36	0,027	/0,045/
% visuel blanchissement	0%	65%	10%	/	25%	35%	3%	50%	5%	/	25%	45%	/	/

A = nombre d'espèces de coraux (scléractiniaires et autres)

B = nombre d'espèces de coraux blanchis

6.4 Ichtyologie

La comparaison de ces deux transects situés de part et d'autre de l'embouchure du Creek baie nord n'est pas très heuristique. Les données n'étant pas des données statistiques les comparaisons sont nécessairement antachées de subjectivité. 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 au nord de l'embouchure).

La similitude des deux diversités sur ces deux transects est estimée à l'aide de l'Indice de Sorensen³. Ici, l'Indice de Sorensen = 0,3 : cela indique que ces deux échantillons sont assez différents. Cette différence est à mettre en parallèle avec la différence des diversités en madréporaires ainsi qu'avec le recouvrement de ces derniers.

Toutefois, si l'on prend en compte l'ensemble des données poissons obtenues sur ces deux zones (parcours et transects) l'indice atteint 0,5.

Fam	Espèces	Z 02	Z 06	
Cha	<i>Chaetodon auriga</i>	1	1	2
Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	1		1
Cha	<i>Chaetodon ulletensis</i>		1	1
Lab	<i>Halichoeres melanurus</i>	1		1
Let	<i>Lethrinus harak</i>	1		1
Mul	<i>Parupeneus barberinoides</i>	1		1
Mul	<i>Parupeneus barberinus</i>	1		1
Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>		1	1
Pom	<i>Abudefduf sexfasciatus</i>		1	1
Pom	<i>Amblyglyphidodon orbicularis</i>	1	1	2
Pom	<i>Amphiprion melanopus</i>		1	1
Pom	<i>Chromis viridis</i>	1		1
Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>	1	1	2
Pom	<i>Chrysiptera taupou</i>	1		1
Pom	<i>Dascyllus aruanus</i>	1		1
Pom	<i>Neoglyphidodon melas</i>	1		1
Pom	<i>Pomacentrus aurifrons</i>		1	1
Pom	<i>Pomacentrus chrysurus</i>	1	1	2
Sca	<i>Chlorurus bleekeri</i>	1	1	2
Sca	<i>Scarus flavipectoralis</i>		1	1
Sca	<i>Scarus ghobban</i>	1		1
Sig	<i>Siganus puellus</i>	1	1	2
Nombre d'espèces		16	12	22

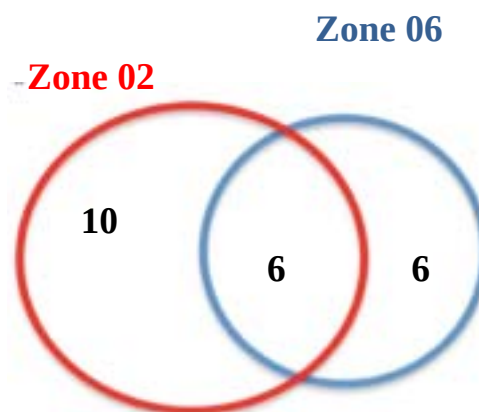


Figure n°015 : Schéma du recouvrement des espèces des zones 02 et 06

Si on observe le recouvrement des espèces pour ces deux zones (cf. figure 15) :

- 6 espèces sont trouvées dans les deux zones,
 - 12 espèces ne sont trouvées qu'en zone 02,
 - 6 espèces ne sont trouvées qu'en zone 06,
- pour un total de 22 espèces.

³ Cet indice varie de 0 pour deux échantillons totalement différents à pour deux échantillons totalement identiques.

7 Comparaison avec les données historiques

Il n'y a jamais eu d'état initial pour les différentes zones que nous avons prospectées au cours de cette mission.

Les résultats généraux ne peuvent donc pas être comparés à des données antérieures.

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

De ce fait, elle a déjà été échantillonnée et donc les résultats de cette mission, pour cette station, peuvent être comparés à ceux des missions précédentes, à savoir 2007 et 2008.

Une campagne en 2005 avait aussi été réalisée, mais les méthodologies étaient légèrement différentes, donc nous ne l'avons pas conservée ici.

Les caractéristiques des différentes missions sont présentées dans le [tableau 56](#).

Tableau n°056 : *Conditions d'exécution des différentes campagnes d'échantillonnages*

	2007	2008	2009
Période	Fin août, début septembre	Fin octobre	Début avril
Météorologie	Mauvaise / eau turbide	Clémentine / eau claire	Clémentine / eau claire
Nb stations	11 (dont 4 même qu'en 2005)	11 (même qu'en 2007)	1 la ST02
Nb transects	3 sauf exceptions	3 sauf exceptions	2
Longueur transect (m)	20	20	20
Technique de plongée	Air comprimé	Air comprimé	Air comprimé
Méthode ichtyologie	TLVariable	TLVariable	TLVariable
Intervenants	A2EP (Gerbault -LIT-, Lasne -Benthos- Chauvet -Poissons-)	AQUA TERRA (Vaillet -LIT-, Lasne -Benthos-, Chauvet -Poissons-)	AQUA TERRA (Vaillet -LIT-, Lasne -Benthos-, Chauvet -Poissons-)

7.1 Substrat

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 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. [tableau 57](#)).

Selon plusieurs études [09, 10], 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 » [11].

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

Dans le rapport présentant les résultats de la campagne de 2008 [12], 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 2009 et 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 macrophyte et invertébrés, dû à la présence moins marquée des algues (saisonnalité).

7.2 Benthos

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 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. [tableau 58](#)) :

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

Dans le rapport présentant les résultats de la campagne de 2008 [12], 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 scléactiniaires.

Cette augmentation avait deux causes « humaines » :

- une progression de l'expertise de l'opérateur,
- un effort d'échantillonnage plus important : pour la présente campagne, nous nous sommes 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 a 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 est encore là entre 2009 et 2008, pour les « macrophytes et invertébré » et surtout pour les « coraux scléactiniaires ».

Tableau n°057 : *Recouvrement et évolution du taux de recouvrement du substrat de 2009 à 2007 (%) (ST02)*

	2007		2008		2009		2008 vs 2007		2009 vs 2008	
	ST02A	ST02B	ST02A	ST02B	ST02A	ST02B	ST02A	ST02B	ST02A	ST02B
Macrophytes et invertébrés	45,5	33	52,5	15	32,5	17	7	-18	-20	2
Coraux sléractinaires	42	11,5	27,5	11	33	9,5	-14,5	-0,5	5,5	-1,5
Abiotique	12,5	55,5	20	74	34,5	73,5	7,5	18,5	14,5	-0,5

Code couleur :

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

Tableau n°058 : *Richesse taxonomique et évolution de la richesse taxonomique du benthos de 2009 à 2007 (gain/perte en taxa) (ST02)*

	2007		2008		2009		2008 vs 2007		2009 vs 2008	
	ST02A	ST02B	ST02A	ST02B	ST02A	ST02B	ST02A	ST02B	ST02A	ST02B
Macrophytes et invertébrés	21	19	21	21	25	27	0	2	4	6
Coraux sléractinaires	41	34	54	60	71	64	13	26	17	4
Autres coraux	3	2	4	3	4	3	1	1	0	0
Richesse taxonomique totale	65	55	79	84	100	94	14	29	21	10

Code couleur :

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

7.3 Ichtyologie

Les résultats bruts sont présentés dans le [tableau 71](#) en [annexe 05](#) et résumés dans le [tableau 59](#) ci-dessous et la [figure 16](#).

Tableau n°059 : *Biodiversité, densité et biomasse des poissons pour les années 2009 à 2007 (ST02)*

TOUTES ESPECES	2007	2008	2009	NB REDUIT	2007	2008	2009
Biodiversité	33	21	31	Biodiversité	28	17	25
Densité (ind./m ²)	11,6	1,3	0,8	Densité (ind./m ²)	0,7	0,2	0,5
Biomasse (g/m ²)	18,4	11,7	39,2	Biomasse (g/m ²)	6,8	1,7	12,4

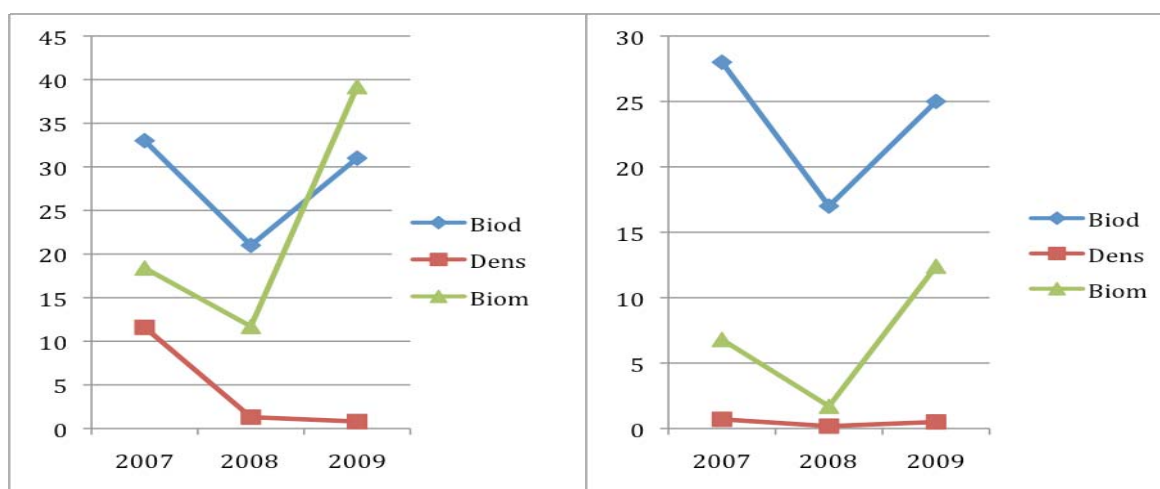


Figure n°016 : *Biodiversité, densité et biomasse des poissons pour les années 2009 à 2007 (ST02)*

Les colonnes de gauche du [tableau 59](#) (« toutes espèces ») prennent en compte toutes les espèces, ce qui donne des résultats surprenant et peu interprétables.

Dans le [tableau 71](#) nous avons mis en rouge les espèces qui posent des problèmes à l'interprétation :

- *Pomacentrus aurifrons* par exemple, varie au cours des années de 30 individus à 600 individus. Cette différence n'a pas d'autre explication que le hasard de la dynamique des populations de cette espèce. Or, 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 il apportera au résultat une biomasse/m² qui variera dans des proportions considérables et enlève du coup toute signification au résultat.

C'est pourquoi nous avons retiré toutes ces espèces (en rouge) pour obtenir les colonnes de droite (« nombre réduit ») duquel nous tirons le [tableau 60](#).

Tableau n°060 : *Coefficients de variation*

	Biodiversité	Densité	Biomasse
2007	28	0,7	6,8
2008	17	0,2	1,7
2009	25	0,5	12,4
Ecart-type σ	5,69	0,25	5,35
Moyenne μ	23,33	0,47	6,97
CV	0,24	0,54	0,77

Ainsi les coefficients de variations ($CV = \sigma / \mu$) établis pour ces 3 paramètres sur les valeurs réduites des 3 années successives sont < 1 ce qui signifie en d'autres termes que ces paramètres peuvent être considérés comme stables sur cette période.



8 Conclusion

Suite à la mission de reconnaissance de l'état de santé du milieu marin effectuée du 07 au 09 avril 2009, nous pouvons conclure :

Communautés benthiques (invertébrés et macrophytes), hors coraux :

La faune (hors coraux) et la flore benthiques des différentes zones prospectées sont diversifiées et en bonne santé.

Dans toutes les zones prospectées, le phénomène de blanchissement n'affecte que très peu les invertébrés (autres que scléractiniaires) : seuls quelques alcyonaires du genre *Sarcophyton* et *Sinularia* de la zone 2 et 6 présentent des marques de blanchissement. Les macrophytes ne présentent aucune marque de dégradation.

Communautés coralliennes :

Les seules dégradations récifales observées sont le blanchissement corallien et l'hyper-sédimentation induite aux embouchures des creeks et rivières (pas de maladies, ni de décalcification des carbonates, ni de prolifération de cyanobactérie).

Toutes les zones prospectées (y compris celles hors influence du Creek baie nord) présentent du blanchissement.

Cependant, les zones les plus concernées par le blanchissement sont celles qui se situent à proximité du Creek baie nord :

- La zone 2 au nord du Creek est la zone la plus proche de l'embouchure du creek et aussi celle dont le récif est le plus blanchi : 65% de blanchissement et 65 espèces de coraux blanchis sur 73 espèces coralliennes présentes.
- La zone 6 au sud du Creek est la seconde zone récifale la plus affaiblie par le blanchissement : 50% de blanchissement et 29 espèces de coraux blanchis sur 64 espèces présentes.

Aucune colonie corallienne ne présente de marque de dissolution des carbonates.

Dans toutes les zones coralliennes prospectées, le blanchissement est maximum dans les premiers mètres (3-4 m), moindre au-dessous (jusqu'à 7m) et nul au-delà de 8 mètres de profondeur.

Dans toutes les zones coralliennes prospectées, le blanchissement est réparti par patch (même en zones 2 et 6).

La grande majorité des colonies blanchies ont encore leurs polypes vivants (sauf certaines colonies blanchies de *Seriatopora hystrix* qui ont perdu leurs polypes).

Toutes les zones étudiées (sauf la zone 1 qui a une seule colonie de Pocilloporidae) présentent une richesse spécifique corallienne conséquente (entre 61 et 77 espèces).

En l'absence d'état des lieux initiaux et de suivis environnementaux dans cette partie de récif, les dégradations sont très difficilement quantifiables et discriminables entre une origine anthropique (fuite de l'acide) et un blanchissement corallien naturel (apport d'eau douce, matière en suspension, augmentation de la température).

Communautés ichthyologiques :

La faune ichthyologique de la baie de Prony n'apparaît pas perturbée. Sa diversité spécifique varie spatialement en harmonie avec la couverture corallienne et apparaît comme stable dans le temps.

Le rôle de nurserie dévolu classiquement à ce genre de biotope (fond de baie, estuaire) n'est pas affecté. La plupart des espèces rencontrées sont à l'état de juvénile.

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.

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

Ainsi, au regard de nos observations, rien ne permet de penser que l'acide sulfurique déversé dans le Creek baie nord ait pu perturber la faune ichthyologique de la baie.

Toutes les observations et photographies de ce document ont été réalisées du 07 au 09 avril 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. Ceci implique le renouvellement de cette étude, à quatre ou cinq mois d'intervalle, afin de percevoir les changements éventuels.

9 Discussion

L'objectif de notre mission était de rendre compte de l'état de santé des communautés récifales et poissons associés et de constater les impacts éventuels imputables à cette fuite d'acide sulfurique sur les communautés marines du site.

Nous n'avons pas été mandatés pour quantifier la quantité d'acide qui est arrivée en mer, la baisse de pH du milieu ou encore pour modéliser le panache et évaluer l'impact de cette fuite en général.

D'un point de vue physico-chimique, à la date de la mission, le pH des eaux de sub-surface était dans les normes de cette zone.

D'un point de vue biologique, les communautés benthiques et ichthyologiques dans leur ensemble sont présentes et en bonne santé. Les traces de stress du milieu sont le blanchissement et l'hypersédimentation.

Les organismes concernés par le blanchissement sont les coraux scléactiniaires et quelques alcyonaires s'édifiant dans les parties hautes des récifs frangeants. Ces organismes sont blanchis par patch selon un gradient qui diminue depuis l'embouchure des rivières jusqu'à la limite d'influence du panache turbide et d'eau douce. Ce panache a pu être le vecteur de l'acide sulfurique lors de l'incident.

L'hyper sédimentation est induite par le transport de matières en suspension par les rivières et les creeks. Les particules terrigènes sédimentent dans la colonne d'eau, leur concentration se répartie aussi selon le gradient qui diminue depuis l'embouchure des rivières jusqu'à la limite d'influence du panache turbide et d'eau douce. Cependant les zones récifales les plus concernées par ce facteur sont situées en profondeur (tombants et la pente sédimentaire). Les conséquences sont une couverture corallienne moins importante (diminution de la pénétration de la lumière en profondeur et dépôt d'une couche de sédiments). Les matières en suspension sédimentent dans une moindre mesure en haut du récif car les agents hydrodynamiques (plutôt faibles dans la baie) remobilisent les particules.

A ce jour, au regard de l'état de santé des communautés récifales et en l'absence d'état des lieux initial, il est difficile de différencier les impacts naturels par rapport aux impacts anthropiques.

Cependant l'influence des courants d'eau douce n'est pas un phénomène nouveau et la taille de certaines colonies en zone 2 atteste que le récif est assez ancien. C'est pourquoi si les colonies coralliennes sont effectivement sensibles aux courants d'eau douce et que ce blanchissement est un phénomène naturel, elles devraient retrouver de nouvelles zooxanthelles dans les mois à venir. Si ce n'est pas le cas, l'acide sulfurique aura bien eu un effet néfaste sur le récif et ces pourtours.

Une vérification dans les mois à venir permettrait de clarifier ce point.

Par contre du fait des propriétés particulières de l'acide (qui provoque le relargage des métaux des sédiments), la possibilité impacts indirects non visibles lors de cette mission ne peut être exclue.

10 Recommandations

La grande majorité des colonies blanchies ont encore leurs polypes vivants. Cette caractéristique indique que les coraux sont en phase de latence, ils ont été stressés mais ils peuvent retrouver des zooxanthelles et se développer.

Concernant les impacts directs éventuels de cette fuite :

Si le blanchissement est de cause naturelle les colonies coralliennes devraient retrouver de nouvelles zooxanthelles dans les mois à venir. Si ce n'est pas le cas, nous pourrions quantifier les impacts de l'acide sulfurique sur le récif.

Un réseau de mesure sur transect fixe a été positionné lors de cette mission afin de réaliser un suivi environnemental, pour évaluer l'évolution des zones (blanchissement, récupération des zooxanthelles par les colonies coralliennes, mortalité, recrutement, ...).

Le renouvellement de cette étude est nécessaire (nouvelle campagne d'échantillonnage) avec les mêmes protocoles dans quatre à cinq mois afin d'étudier l'évolution du blanchissement et de percevoir les changements éventuels.

Concernant les impacts indirects éventuels de cette fuite :

En parallèle, il faut développer une réflexion sur la mise en place d'un protocole qui permettrait de montrer et quantifier les effets indirects éventuels (relargage des métaux des sédiments) de la fuite d'acide sur les communautés marines.

Enfin, la connaissance des paramètres physico-chimiques du milieu est très importante aussi pour expliquer les phénomènes biologiques observés.

Il est donc primordial de faire réaliser un suivi du pH dans les eaux (versus la profondeur) et les sédiments ainsi qu'un suivi de la concentration en métaux dans les eaux.

Concernant l'anticipation :

Comme on a pu le voir avec cette étude, le manque de données historiques fait défaut pour permettre de quantifier l'impact de la fuite.

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 (baie de Prony en général).

11 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
12	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
	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
07	Bemvenuti C. E.; Rosa-Filho J. S.; Elliott M., 2002. Changes in soft-bottom macrobenthic assemblages after a sulphuric acid spill in the Rio Grande Harbor (RS, Brazil). <i>Braz. J. Biol.</i> , 63(2): 183-194, 2003. 12p
	Cabioch G., 1988. Récifs frangeants de Nouvelle-Calédonie (Pacifique sud-ouest). Structure interne et influences de l'eustatisme et de la néotectonique. Publications de l'Université de Provence (ed.), Aix en Provence : 291 p. + 25 planches-photos
	Cabioch G., Payri C. & Pichon M., 2002. Mission Nouvelle-Calédonie. Octobre–novembre 2001. Forages îlot Bayes. Morphologie générale et Communautés algo-coralliennes. In : Cabioch G., Payri C., Pichon M., Corrège T., Butscher J., Dafond N., Escoubeyrou K., Ihilly C., Laboute P., Menou J.L. & Nowicki L., 2002. Forages sur l'îlot Bayes sur le récif barrière de Poindimié (côte Est de Nouvelle-Calédonie) du 7 septembre au 27 octobre 2001. Rapports de mission, Sciences de la Terre, Géologie - Géophysique, Centre de Nouméa, n° 47 : 22 p. + annexes
	Catala R., 1950. Contribution à l'étude écologique des îlots coralliens du Pacifique Sud. <i>Bull. Biol. France, Belgique</i> , t. 84, p.234- 310, pl. 1-2, 11 fig. Paris
	Catala R., 1958. Effets de fluorescence provoquée sur des coraux par l'action des rayons ultraviolets. <i>C. r. Acad. Sci., Paris</i> , 247: 1678-1679
	Catala R., 1959. Fluorescent effects from corals irradiated with ultra violet rays. <i>Nature</i> , 183 : 949
	Catala R., 1960. Nouveaux organismes marins présentant des effets de fluorescence par l'action des rayons ultraviolets. <i>C. r. Acad. Sci., Paris</i> , 250 (6) : 1128
	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
	Chevalier J.P., 1964. Compte-rendu des missions effectuées dans le Pacifique en 1960 et 1962 (Mission d'étude des récifs coralliens de Nouvelle Calédonie). <i>Cah. Pac.</i> , 6 : 172-175
	Chevalier J.P., 1968. Géomorphologie de l'île Maré. Les récifs actuels de l'île Maré. Les Madréporaires fossiles de Maré. in : <i>Expéd. fr. sur les récifs coralliens de la Nouvelle-Calédonie</i> . 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 : <i>Expéd. fr. sur les récifs coralliens de la Nouvelle-Calédonie</i> . Paris : Singer-Polignac. 5 : 307 p
	Chevalier J.P., 1973. Coral reefs of New Caledonia. in : JONES O.A, ENDEAN R. (ed.) : <i>Biology and geology of coral reefs</i> . New York : Acad. Press. Vol 1, Geol. 1 : 143-166
	Chevalier J.P., 1975. Les Scléractiniaires de la Mélanésie française. 2ème partie. in : <i>Expéd. fr. sur les récifs coralliens de la Nouvelle-Calédonie</i> . 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
02	CEDRE, 2006. Guide d'intervention chimique, Acide sulfurique. 64p
08	English S. and al., 1997. Survey manual for tropical marine resources (2nd Edition). Australian Institute of Marine Science. 390p
	Faure G., Thomassin B., Vasseur P., 1981. Reef coral assemblages on the windward slopes in the Noumea Lagoon (New Caledonia). <i>Proc. 4th int. Coral Reef Symp., Manila</i> , 18-22 May 1981. 293-301
10	Fisk D. 2009 Best practice for LIT survey. <i>Coral list Vol4 Issue 28</i>
	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.), <i>Zoological results based on material from New Britain, New Guinea, Loyalty Islands and elsewhere collected during the 1895-1896 and 1897</i> . Londres : Camb. Univ. Press. Part 2 : 161-170
	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
13	Kulbicki M., Guillemot N., Amand M., 2005 - A general approach to length-weight relationships for New Caledonian lagoon fishes. <i>Cybiurn</i> 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 Environment. Vale Inco Goro Site. Pour la Direction de l'Industrie des Mines et de l'Energie de Nouvelle-Calédonie. Version 02, 37 p
09	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
	Richer de Forges B., Laboute P., 2004. Lagons et récifs de Nouvelle-Calédonie, 1600 espèces. Edition Catherine Ledru-IRD
11	Risk, M.J., Risk, A.C., 1997. Reef surveys as an aid in management. Proc. 8th Intl. Coral Reef Sym. 2, 1471±1474.
03	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, Siderastreidae, Fungiidae, Oculinidae, Merulinidae, Mussidae, Pectinidae, Caryophyllidae, Dendrophylliidae. Mem. Austral. Inst. Marine Sci. 4. 422 pp
	Veron J.E.N., Wallace C.C., 1984. Scleractinia of eastern Australia. IV Family Acroporidae. Aust. Inst. Mar. Sci. Monogr. Ser. 6. 485p
	Veron J.E.N., 1986. Coral of Australia and the Indo-Pacific. Angus and Robertson Publishers. 644 p
	Veron J.E.N., 1995; Corals in space and time, the biogeography and evolution of the Scleractinia. UNSW Press, Sydney. 321p
	Wallace C., 1999. Staghorn Corals of the World. A revision of the Genus <i>Acropora</i> . (ed) CSIRO Publishing pp. 422p
	Wells J.W., 1959. Notes on Indo-Pacific Scleractinian corals. Part 1 and 2. Pac. Sci., 13 (3) : 286-290
	Wells J.W., 1961. Notes on Indo-Pacific Scleractinian corals, Part 3. A new reef coral from New Caledonia. Pac. Sci., 15 : 189-191
	Wells J.W., 1964. The recent solitary Mussid Scleractinian corals. Zool. Meded., Leiden, 39 : 375-384
	Wells J.W., 1968. Notes on Indo-Pacific Scleractinian corals. Parts 5 and 6. Pac. Sci., 22 (2) : 274-276
	Wells J.W., 1971. Notes on Indo-Pacific Scleractinian corals. Part 7. Pac. Sci., 25 (3) : 368-371
	Wells J.W., 1984. Notes on Indo-Pacific Scleractinian corals. Part 10. Pac. Sci., 38 (3) : 205-219
	Whittaker, R. H. (1972) Evolution and measurement of species diversity Taxon 21 : 213-51
	Wijnsman-Best M., 1972. Systematics and ecology of New Caledonia Faviidae (Coelenterata, Scleractinia). Bijdr. Dierk., 42 (1) : 1-90

	Wijsman-Best M., 1973. A new species of the Pacific coral genus <i>Blastomussa</i> from New Caledonia. <i>Pac. Sci.</i> , 27 (2) : 154-155
	Wijsman-Best M., 1974. Habitat-induced modification of reef corals (Faviidae) and its consequences for taxonomy. In: <i>Proceedings of the Second international coral reef symposium</i> (Cameron-A-M editor), Volume 2; coral settlement and growth : 217-228
05	http://coordination-maree-noire.eu/spip.php?article9029
06	www.bonnagreement.org/fr/html/recent-incidents/accidents_chimiques.htm
04	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 157
Annexe n°2	:	Légende des schémas structuraux	p 167
Annexe n°3	:	Résultats bruts de l'échantillonnage LIT 2008	p 168
Annexe n°4	:	Résultats bruts de l'échantillonnage du benthos 2008	p 170
Annexe n°5	:	Résultats bruts de l'échantillonnage ichtyologique 2008	p 174

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](#).

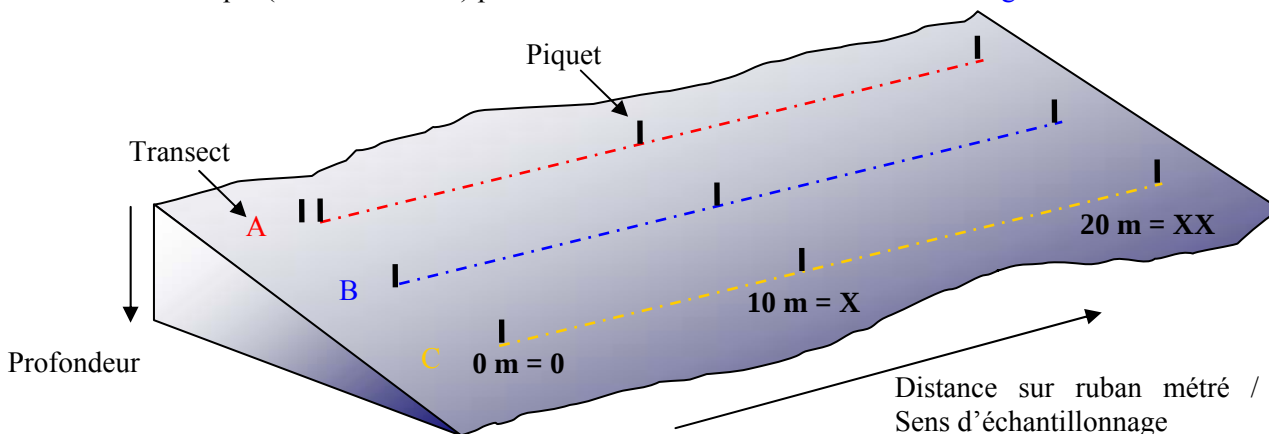


Figure n°017 : Annexe 01 : Schéma théorique d'une station composée de 3 transects (A, B, C), de 20 m de long

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.

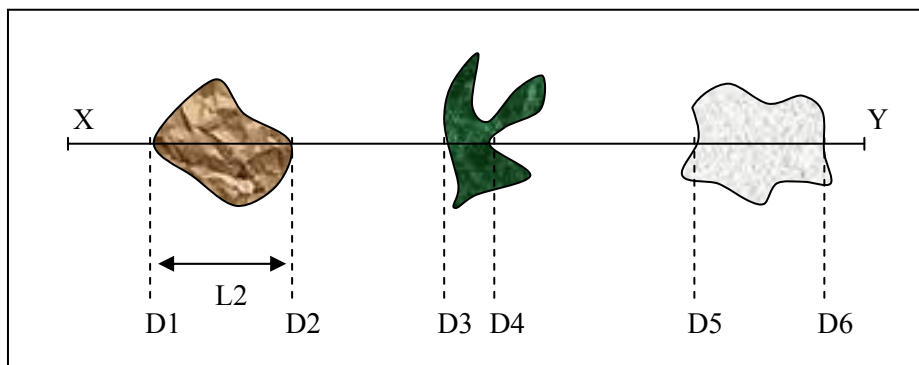


Figure n°018 : Annexe 01 : Diagramme schématique d'un transect

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.

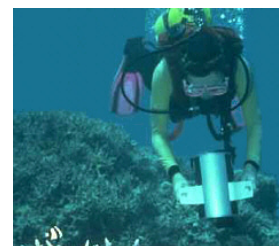


Tableau n°061 : Annexe 01 : Catégories et composantes de substrat retenues pour l'échantillonnage et le traitement des données

	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 bédouilles 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).

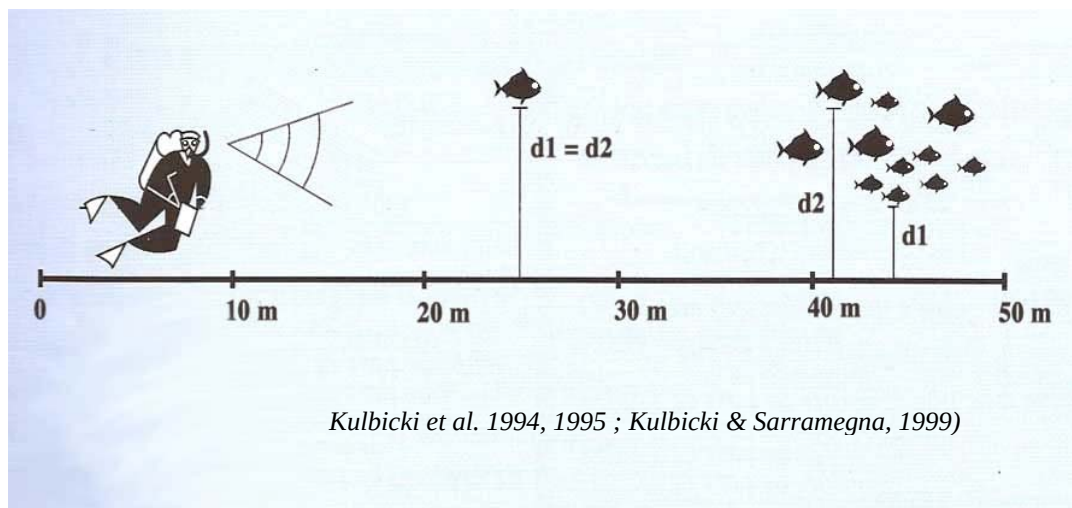


Figure n°019 : Annexe 01 : Comptage des poissons : méthode des transects à largeur variable

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° 2

Légende 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 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	0,5	12,5	28,5	2
ACE	<i>Acropora</i> encroûtant				
ACS	<i>Acropora</i> submassif				
ACD	<i>Acropora</i> digité				
ACT	<i>Acropora</i> tabulaire				
CB	Corail branchu	2,5	4,5	1,5	
CE	Corail encroûtant	2		0,5	4
CF	Corail foliaire	1,5		1	1
CM	Corail massif	8	3	1,5	2,5
CS	Corail submassif		0,5		
CMR	<i>Fungia</i>				
CME	<i>Millepora</i>	2,5	0,5	5	0,5
SC	Coraux mous	11		14	12,5
SP	Éponges	1		0,5	0,5
ZO	Zoanthaires				
OT	Autres organismes				
AA	Assemblages algales	12	22		
CA	Algue calcaire				
HA	<i>Halimeda</i>	9,5	14,5	6	
MA	Macroalgue			5,5	0,5
F	Algue filamenteuse				
DCA	Corail mort avec algues	3	1	1,5	3
DC	Corail mort	4	4,5		
S	Sable	6	21,5		
R	Débris	36,5	14,5	31,5	1,5
RC	Dalle - Roche				
SI	Vase			3	72
W	Eau		1		
	Abiotique	46,5	41,5	34,5	73,5
	Biotique	53,5	58,5	65,5	26,5
	Dont coraux scléractiniaitres	14,5	20,5	33	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	39	38	32,5	17
Coraux scléractinaires	14,5	20,5	33	9,5
Abiotique	46,5	41,5	34,5	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 corallienne et des espèces blanchies, par zone et par station environnementale (transect/100m²)

Famille/Nombre de taxa	ZONE 1 1 à 3m	ZONE 2 0 à 7m	Zone 2 7 à 23 m	ZONE 3 0 à 8m	ZONE 4 0 à 8m	ZONE 5 1 à 8m	ZONE 6 0 à 6m	ZONE 6 6 à 16 m	ZONE 7 1 à 6m	ZONE 8 3 à 10m
Acroporidae	0	16	14	20	21	17	19	18	17	21
Agaraciidae	0	3	8	5	4	2	4	4	6	6
Astrocoeniidae	0	1	1	0	1	1	1	2	0	0
Caryophyllidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Dendrophyllidae	0	5	3	4	3	4	3	3	2	3
Faviidae	0	19	14	14	17	14	15	16	17	14
Fungiidae	0	4	5	6	4	6	2	4	4	5
Merulinidae	0	3	2	1	2	4	1	2	0	3
Mussidae	0	4	3	4	6	3	4	5	4	6
Oculinidae	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Pectiniidae	0	4	4	2	2	6	1	4	2	4
Pocilloporidae	1	4	2	4	4	2	4	4	5	3
Poritidae	0	4	4	5	5	4	4	4	4	7
Siderastreidae	0	1	1	3	3	3	1	2	3	1
Total	1	71	63	70	74	68	61	70	66	75
Non Scléractiniaire										
Milleporidae	0	2	2	2	2	2	3	2	2	2
Tubiporidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Antipathaire	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Total	0	2	3	3	2	2	3	2	2	2
TOTAL CORAUX	1	73	66	73	76	70	64	72	68	77
TOTAL BLANCHISSEMENT	0	65	21	23	29	3	29	18	24	28
Rapport Espece blanchi	0	0,89	0,32	0,32	0,38	0,04	0,45	0,25	0,35	0,36
% visuel Blanchissement	0%	65%	10%	25%	35%	3%	50%	5%	25%	45%

Transect1-Z2 5m	Transect2-Z6 2m	ST2 - Creek Baie Nord	
		ST2A-9 m	ST2B-11,5 m
7	8	17	14
0	3	7	5
1	0	1	1
0	0	0	0
3	0	6	3
7	4	9	11
0	0	6	3
1	1	5	5
2	2	5	5
1	2	2	2
2	0	3	5
1	3	1	3
3	2	7	3
1	0	2	4
29	25	71	64

1	1	3	3
0	0	0	0
0	0	1	0
1	1	4	3
30	26	75	67
15	10	2	3
0,50	0,38	0,03	0,04



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 1 à 3m	Zone 2 0 à 4m	Zone 2 4 à 23 m	Zone 3 0 à 8m	Zone 4 0 à 7m	Zone 5 0 à 10 m	Zone 6 0 à 6m	ZONE 6 6 à 16m	ZONE 7 1 à 6m	ZONE 8 3 à 10m
Alcyonaire	0	7	8	7	7	9	8	10	5	4
Algue brune	3	4	2	4	5	4	5	3	3	2
Algue rouge	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Algue verte	4	6	6	6	6	7	6	5	5	3
Cyanobacterie	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Anemone	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ascidies	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0
Asterie	0	2	1	3	2	1	1	1	1	0
Crinoïde	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Echinides	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Holothurie	0	3	4	5	3	2	3	2	2	0
Hydraire	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mollusque	0	6	8	6	6	8	4	5	6	4
Spongiaire	0	3	4	2	2	2	3	3	3	2
Zoanthaire	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0
TOTAL	8	33	35	36	35	38	32	32	28	17

Transect1-Z2	Transect2-Z6	ST2 - Creek Baie Nord	
		ST2A-9m	ST2B-11.5m
2	3	6	8
2	3	2	2
0	1	1	1
4	4	4	3
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	1
1	1	1	1
0	0	0	0
0	0	0	0
1	3	1	2
0	0	1	1
2	3	4	3
3	2	4	4
0	0	1	1
15	20	25	27

station environnementale (transect/100m²)


SARL AQUA TERRA
Rap 09-09_Ver02

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)

				ZONATION - CREEK BAIE NORD AVRIL 2009									
Groupe	Famille	Genre	Espece	Zone 1	Zone 2	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5	Zone 6	ZONE 6	ZONE 7	ZONE 8
						RADIALE			Ilot Gabriel		RADIALE	Creek wharf	E. Carenage
				1 à 4m	0 à 4m	4 à 23 m	0 à 8m	0 à 8m	0 à 10 m	0 à 6m	6 à 16m	1 à 6m	3 à 10m
Alcyonaire	Alcyoniidae	<i>Cladiella</i>	sp.				2		2	2	2	2	
Alcyonaire	Alcyoniidae	<i>klyxum</i>	sp.										
Alcyonaire	Alcyoniidae	<i>Lobophytum</i>	sp.						2				
Alcyonaire	Alcyoniidae	<i>Sarcophyton</i>	sp.		4 (2spp) (B2)	4 (5spp) (B2)	5(2spp)	5(3spp)	5(3spp)	3(2spp)	5(4spp)	3(2spp)	2(2spp)
Alcyonaire	Alcyoniidae	<i>Sinularia</i>	<i>flexibilis</i>		2		5	3	3	3	5		
Alcyonaire	Alcyoniidae	<i>Sinularia</i>	sp.		3 (2spp) (B3)	2(2spp)	4(2spp)	5(2spp)	5(2spp)	4 (3spp) (B2)	5(3spp) (B2)	2(3spp)	2(2spp)
Alcyonaire	Alcyoniidae	<i>Sinularia</i>	<i>cf. leptoclados</i>		2	3	3	4	3	2 (B1)	2 (B1)		
Alcyonaire	Alcyoniidae	<i>Rhytisma</i>	sp.										
Alcyonaire	Nephtheidae	<i>Dendronephthya</i>	sp.										
Alcyonaire	Nephtheidae	<i>Nephthea</i>	sp.										
Algue brune	Dicyotaceae	<i>Dictyota</i>	sp.		2	2	4	5		4	4		
Algue brune	Dicyotaceae	<i>Distromium</i>	sp.										
Algue brune	Dicyotaceae	<i>Lobophora</i>	<i>variegata</i>		4	5	5	5	4	5	5	4	5
Algue brune	Dicyotaceae	<i>Padina</i>	sp.	2	2		2	3	3	3	2	3	2
Algue brune	Dicyotaceae	<i>Spatoglossum</i>	sp.										
Algue brune	Sargassaceae	<i>Sargassum</i>	S	1				3	2	3			
Algue brune	Sargassaceae	<i>Turbinaria</i>	<i>ornata</i>	1	2		2	2	3	3		2	
Algue rouge	Coralinaceae	<i>Amphiroa</i>	sp.		3	3	3	3	3	3	4	2	2
Algue rouge	Galaxauraceae	<i>Actinotrichia</i>	sp.										
Algue rouge	Galaxauraceae	<i>Galaxaura</i>	<i>marginata</i>										
Algue rouge			indeterminée										
Algue rouge	Liagoraceae	<i>Triclogloea</i>	<i>requienii</i>										
Algue verte	Caulerpaceae	<i>Caulerpa</i>	sp.	2	2	2	2	2	3	2	2	2	
Algue verte	Codiaceae	<i>Codium</i>	sp.		2	2	3	2	2	2		2	
Algue verte	Dasycladacea	<i>Neomeris</i>	<i>van bosseae</i>	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2
Algue verte	Halimedaceae	<i>Halimeda</i>	sp.	2(2spp)	5(3spp)	4(3spp)	5(3spp)	5(3spp)	4(4spp)	5(3spp)	5(3spp)	3(2spp)	2(2spp)
Algue verte	Siphonocladaceae	<i>Dictyosphaeria</i>	<i>verluytii</i>										
Cyanobacterie		<i>Phormidium</i>	sp					3					2
Ascidies	indeterminée												
Ascidies	Polycitoridae	<i>Clavelina</i>	<i>detorta</i>										
Ascidies	Styelidae	<i>Polycarpa</i>	<i>clavata</i>										
Ascidies	Styelidae	<i>Polycarpa</i>	<i>cryptocarpa</i>				2	2	2			2	
Asterie	Ophiasteridae	<i>Fromia</i>	<i>monilis</i>										
Asterie	Ophiasteridae	<i>Fromia</i>	sp.		2	2	2	1		1	1		
Asterie	Ophiasteridae	<i>Nardoa</i>	sp.						2				
Asterie	Ophiasteridae	<i>Nardoa</i>	<i>gomophia</i>		2		2	1				1	
Asterie	Oreasteridae	<i>Culcita</i>	<i>novaeguineae</i>				1						
Crinoïde	Colobometridae	<i>Cenometra</i>	sp.										
Crinoïde	indeterminé												
Echinides	Diademataidae	<i>Diadema</i>	<i>setosum</i>		2	2	2	2	2	3	2	2	
Holothurie	Holothuriidae	<i>Bohadschia</i>	<i>argus</i>										
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>atra</i>			2	2						
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>coluber</i>										
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>edulis</i>		3	3	3	2	3	2	2	2	
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>flvomaculata</i>		3	3	3	3	3	2	3	2	
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>fuscopunctata</i>										
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>nobilis</i>										
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>hilla</i>				2			3			
Holothurie	Stichoporidae	<i>Stichopus</i>	<i>variegatus</i>		2	2		2					
Holothurie	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>scabra</i>										
Hydraire	indeterminé			3									
Mollusque	Arcidae	<i>Arca</i>	<i>ventricosa</i>		3	3	3	3	3	2	3	2	2
Mollusque	Isognomonidae	<i>Isognomon</i>	<i>isognomon</i>		3	3	2	3	3	3	3	2	3
Mollusque	Pinnidae	<i>Athrina</i>	sp.			2			2	1		2	2
Mollusque	Pteridae	<i>Pteria</i>	sp.			2		2	2		2	2	
Mollusque	Spondylidae	<i>Pedum</i>	<i>spondylioidum</i>										
Mollusque	Spondylidae	<i>Spondylus</i>	sp.		2	2	2	2	1		2	1	2
Mollusque	Strombidae	<i>Strombus</i>	<i>latissimus</i>										
Mollusque	Tridacnidae	<i>Tridacna</i>	<i>derasa</i>		1								
Mollusque	Tridacnidae	<i>Tridacna</i>	<i>maxima</i>		1	2	1		2				
Mollusque	Tridacnidae	<i>Tridacna</i>	<i>crocea</i>		2	2	2	3	3	2	2	2	
Mollusque	Tridacnidae	<i>Tridacna</i>	<i>squamosa</i>			2	2	2	2				
Mollusque	Trochidae	<i>Trochus</i>	<i>niloticus</i>										
Spongiaire	Anchinoidae	<i>Hamigera</i>	<i>strongylata</i>										
Spongiaire	Ancorinidae	<i>Stellata</i>	<i>globostellata</i>										
Spongiaire	Axinellidae	<i>Cymbastella</i>	<i>cantharella</i>										
Spongiaire	Callyspongiidae	<i>Dactylia</i>	<i>delicata</i>										
Spongiaire	Clionidae	<i>Cliona</i>	<i>julliinei</i>		2	3	2	3	2	2	3	3	2
Spongiaire	Clionidae	<i>Cliona</i>	<i>orientalis</i>		3	3	2	3	2	2	3	2	2
Spongiaire	Dysideidae	<i>Dysidea</i>	sp.										
Spongiaire	jaune	indeterminé				1							
Spongiaire	marron	indeterminé											
Spongiaire	noire	indeterminé											
Spongiaire	Spirastrellidae	<i>Spheciaspongia</i>	<i>vagabunda</i>		2	2				2	3	3	
Spongiaire	Thorectidae	<i>Petrosaspongia</i>	<i>nigra</i>										
Zoanthaire	Zoanthidae	<i>Palythoa</i>	sp.							2	2		
Zoanthaire	Zoanthidae	indeterminé							2				

TRANSECT 100m² - CREEK BAIE NORD AVRIL 2009			
Transect1-Z2	Transect2-Z6	ST2 - Creek Baie Nord	
		ST2A	ST2B
5m	2m	9 m	11,5 à 12,5 m
	2	2	
		1	2
3	2	5++	5++
			3
3	3		3(2pp)(B1)
		2	4
			2
		1	2
	4		
5	4	5	5
2		2	3
	3		
	3	3	3
2		-1	
2	2	3	
3(2spp)	3(3spp)	5(3spp)	3(3spp)
		-2	-2
			2
1		2	-2
	1		1
	2		
2	2		2
	2	4	4
		3	3
2	2	3	2
3	3	2	2
		1	
		1	
			1
	2		
		2	2
2	2	2	2
2	2	2	3
2		2	2
		2	3

Annexe n° 5

Résultats bruts de l'échantillonnage ichthyologique 2009

Tableau n°071 : Annexe 05 : Synthèse des comptages visuels (TLV) obtenus à partir des deux transects de la ST02 depuis 2007. Liste complète

2009					2008					2007				
Fam	Espèces	Nb	Den	Bio	Fam	Espèces	Nb	Dens	Biom	Fam	Espèces	Nb	Dens	Biom
Aca	<i>Zebrasoma veliferum</i>	1	0,000	0,000	Aca	<i>Naso unicornis</i>	1	0,006	1,395	Aca	<i>Ctenochaetus striatus</i>	1	0,013	0,013
Cae	<i>Caesio cuning</i>	10	0,143	0,741	Aca	<i>Zebrasoma veliferum</i>	2	0,013	0,315	Apo	<i>Apogon sp</i>	200	3,334	0,201
Cha	<i>Chaetodon flavirostris</i>	2	0,017	0,039	Cha	<i>Chaetodon flavirostris</i>	3	0,017	0,742	Cen	<i>Aeoliscus strigastus</i>	20	0,000	0,000
Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	1	0,025	0,025	Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	2	0,010	0,019	Cha	<i>Chaetodon baronessa</i>	2	0,025	0,025
Cha	<i>Chaetodon ulietensis</i>	2	0,040	0,021	Cha	<i>Chaetodon ulietensis</i>	1	0,000	0,000	Cha	<i>Chaetodon flavirostris</i>	2	0,009	0,068
Epi	<i>Anyperodon leucogrammicus</i>	1	0,013	0,084	Cha	<i>Heniochus acuminatus</i>	2	0,000	0,000	Cha	<i>Chaetodon lunulatus</i>	2	0,025	0,025
Epi	<i>Cromileptes altivelis</i>	1	0,017	20,887	Cha	<i>Heniochus monoceros</i>	1	0,000	0,000	Cha	<i>Chaetodon melannotus</i>	5	0,058	0,184
Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>	1	0,008	5,219	Epi	<i>Anyperodon leucogrammicus</i>	1	0,000	0,000	Cha	<i>Chaetodon ulietensis</i>	6	0,068	0,163
Hem	<i>Plectorhinchus pictus</i>	1	0,013	1,389	Epi	<i>Cephalopholis boenak</i>	2	0,017	0,254	Cha	<i>Heniochus acuminatus</i>	2	0,016	1,955
Lab	<i>Bodianus fasciatus</i>	2	0,067	4,672	Epi	<i>Epinephelus howlandi</i>	1	0,000	0,000	Epi	<i>Cephalopholis boenak</i>	3	0,050	0,050
Lab	<i>Chelinus chlorourus</i>	1	0,050	1,673	Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>	1	0,013	2,796	Epi	<i>Cromileptes altivelis</i>	1	0,025	0,025
Lab	<i>Choerodon graphicus</i>	1	0,005	4,099	Hem	<i>Plectorhinchus pictus</i>	1	0,004	3,674	Epi	<i>Epinephelus howlandi</i>	3	0,050	3,101
Lab	<i>Epibulus insidiator</i>	1	0,025	0,049	Lab	<i>Bodianus fasciatus</i>	3	0,015	2,176	Epi	<i>Epinephelus ongus</i>	1	0,025	9,865
Lab	<i>Oxycheilinus diagrammus</i>	2	0,050	0,012	Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>	2	0,013	0,261	Epi	<i>Plectropomus leopardus</i>	2	0,050	0,050
Mul	<i>Parupenaeus ciliatus</i>	1	0,000	0,000	Poc	<i>Pomacanthus sextriatus</i>	1	0,000	0,000	Hem	<i>Plectorhinchus pictus</i>	1	0,008	0,008
Nem	<i>Scolopsis bilineatus</i>	3	0,150	0,011	Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>	12	0,077	0,057	Hol	<i>Sargocentron rubrum</i>	1	0,004	0,078
Poc	<i>Pomacanthus semicirculatus</i>	1	0,008	0,013	Pom	<i>Pomacentrus aurifrons</i>	30	1,100	0,000	Hol	<i>Sargocentron spiniferum</i>	1	0,013	0,013
Poc	<i>Pomacanthus sextriatus</i>	1	0,013	0,019	Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>	3	0,019	0,057	Lab	<i>Bodianus fasciatus</i>	3	0,030	0,030
Pom	<i>Abudefduf whitleyi</i>	13	0,217	0,015	Sca	<i>Chlorurus bleekeri</i>	1	0,000	0,000	Lab	<i>Chelinus trilobatus</i>	1	0,013	0,013
Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>	18	0,450	0,010	Sca	<i>Scarus rubroviolaceus</i>	1	0,000	0,000	Lab	<i>Oxycheilinus diagrammus</i>	3	0,046	0,105
Pom	<i>Neoglyphidodon melas</i>	1	0,004	0,038	Sca	<i>Scarus schlegeli</i>	1	0,000	0,000	Lut	<i>Lutjanus vittus</i>	1	0,004	0,004
Pom	<i>Pomacentrus aurifrons</i>	100	0,201	0,010						Poc	<i>Pomacanthus sextriatus</i>	2	0,008	0,000
Pom	<i>Pomacentrus chrysurus</i>	2	0,050	0,015						Pom	<i>Abudefduf whitleyi</i>	20	0,017	0,167



Pom	<i>Pomacentrus moluccensis</i>	1	0,025	0,014				Pom	<i>Acanthochromis polyacanthus</i>	6	0,050	0,209
Pom	<i>Stegastes aureus</i>	1	0,000	0,000				Pom	<i>Chromis agilis</i>	4	0,033	0,033
Pte	<i>Ptereleotris microlepis</i>	2	0,025	0,073				Pom	<i>Chromis margaritifer</i>	2	0,017	0,017
Sca	<i>Chlorurus bleekeri</i>	5	0,050	0,058				Pom	<i>Chrysiptera rollandi</i>	20	0,092	0,385
Sca	<i>Scarus flavipectoralis</i>	1	0,000	0,000				Pom	<i>Neoglyphidodon melas</i>	1	0,013	0,013
Sca	<i>Scarus schlegeli</i>	2	0,022	0,035				Pom	<i>Pomacentrus aurifrons</i>	600	7,450	0,100
Sig	<i>Siganus doliatus</i>	1	0,000	0,000				Sca	<i>Chlorurus bleekeri</i>	10	0,010	0,100
Sig	<i>Siganus vulpinus</i>	1	0,000	0,000				Sca	<i>Scarus flavipectoralis</i>	6	0,038	0,830
								Sca	<i>Scarus schlegeli</i>	1	0,025	0,563
								Sca	<i>Scarus sp</i>	2	0,007	0,000
Biodiversité = 31				Biodiversité = 21				Biodiversité = 33				
	Moyenne /m ²		0,843	39,209					Moyenne /m ²		11,621	18,391
	idem sur nb réduit		0,474	12,363					idem sur nb réduit		0,746	3,169

