Suivi environnemental
Premier semestre 2011

MILIEU MARIN

Vale Nouvelle-Calédonie
Août 2011

Vale Nouvelle-Calédonie
Août 2011

Sommaire

INTRODUCTION **1**

1. ACQUISITION DES DONNEES **3**

1.1 Localisation 3
1.1.1 Positionnement des stations de suivi du milieu marin 3
1.1.2 Points de surveillance de la qualité des eaux marines : paramètres physico-chimiques de l'eau et structure de la colonne d'eau 4
1.1.3 Stations de suivi de l'état des peuplements récifaux et des populations associées 5
1.1.4 Stations de suivi de la bio-accumulation éventuelle des métaux dans des espèces bio-indicatrices placées en cages sous-marines *(caging)* 6
1.1.5 Points de suivi des sédiments – qualité des sédiments, métaux dissous, éléments majeurs et hydrocarbures 7
1.1.6 Points de suivi du taux d'accumulation sédimentaire 7
1.1.7 Points de suivi des flux sédimentaire 8
1.2 Méthode 9
1.2.1 Surveillance de la qualité des eaux marines : paramètres physico-chimiques et structure de la colonne d'eau 9
1.2.2 Paramètres biologiques indicateurs de l'état des peuplements récifaux et des populations associées, méthodologie 14
1.2.3 Bio-accumulation des métaux et solvants dans des espèces bio-indicatrices placées en cages sous-marines 16
1.2.4 Qualité des sédiments, métaux dissous, éléments majeurs et hydrocarbures 17
1.2.5 Taux d'accumulation des sédiments 18
1.2.6 Flux sédimentaires 19
1.3 Bilan des données disponibles 20

2. RESULTATS **21**

2.1 Valeurs réglementaires 21
2.2 Valeurs obtenues 23
2.2.1 Suivi de la qualité physico-chimique de l'eau et de la structure de la colonne d'eau de mer 23
2.2.2 Suivi des écosystèmes coralliens et des populations associées 31
2.2.2.1 Bilan par station suivie 31
2.2.2.2 Comparaisons spatiales entre stations 49
2.2.2.3 Comparaisons temporelles au cours des années de suivi 54
2.2.2.4 Conclusions sur le suivi écosystémique 61
2.3 Interprétation et discussion 61

3. BILAN DES NON-CONFORMITES **63**

Annexes

Annexe 1 Liste restreinte des poissons faisant l'objet du suivi ichtyologique

Annexe 2 Suivi environnemental de la colonne d'eau – Qualité physico-chimique, structure de la colonne d'eau et concentration en métaux dissous (premier semestre 2011)

Annexe 3 Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et canal de la Havannah (mission mars 2011)

Liste des tableaux

Tableau 1 : Localisation géographique des stations de prélèvement d'eau, référentiel WGS-84 4
Tableau 2 : Localisation géographique des stations fixes sous-marines de suivi des écosystèmes (peuplements récifaux et poissons associés), référentiel RGNC 91 5
Tableau 3 : Localisation géographique des lieux de position des cages, référentiel WGS-84 6
Tableau 4 : Localisation géographique des points de prélèvement de sédiments, référentiel WGS-84 7
Tableau 5 : Position des points de suivi des flux sédimentaires, référentiel WGS 84 8
Tableau 6 : Méthodologie pour le suivi des écosystèmes marins (convention CCB 2009) 15
Tableau 7 : Composition du substrat 15
Tableau 8 : Méthodologie pour le suivi des espèces bio-indicatrices transplantées en cages 17
Tableau 9 : Méthodologie pour le suivi des sédiments 18
Tableau 10 : Méthodologie pour le suivi des sédiments : taux d'accumulation 19
Tableau 11 : Caractérisation du milieu marin – écosystèmes 22
Tableau 12 : Taille des colonies coralliennes fixées sur les piquets du *transect* ST01 A 34
Tableau 13 : Synopsis des résultats 2011 et récapitulatif des années précédentes (ST04) 39
Tableau 14 : Station ST06 du Banc Ionontea : schéma structural et positionnement 41
Tableau 15 : Synopsis des résultats 2011 et récapitulatif des années précédentes (ST10 îlot Kié) 47
Tableau 16 : Comparaison entre stations pour les poissons, 1er semestre 2011 52
Tableau 17 : Classement par rang des stations en fonction de leur biodiversité spécifique (poissons) 60

Liste des figures

Figure 1 : Stations et points de surveillance du milieu marin 3
Figure 2 : Localisation géographique des stations de prélèvement d'eau 4
Figure 3 : Localisation géographique des stations fixes sous-marines de suivi des écosystèmes 5
Figure 4 : Localisation géographique des cages 6
Figure 5 : Localisation des stations de prélèvement des sédiments de surface et de la carotte ST133 de l'Île Ouen 7
Figure 6 : Localisation des stations d'étude du taux d'accumulation des sédiments 8
Figure 7 : Structure de la colonne d'eau sur la station ST13, le 16-03-10 Turbidité et fluorescence de la surface jusqu'au fond 10
Figure 8 : Structure de la colonne d'eau sur la station ST15, le 16-03-10, salinité et température, de la surface jusqu'au fond 10
Figure 9 : Concentration en Nickel dissous dans la colonne d'eau - Echantillonnage en surface, à mi-profondeur et au fond, dans le canal de la Havannah et en baie de Prony 14
Figure 10 : Stations d'étude pour la caractérisation du milieu marin depuis 1994 et fréquentation des stations 23
Figure 11 : Conditions météorologiques et état des marées lors de la campagne du premier semestre 2011 24
Figure 12 : Abondance en algues brunes (échelle de 1 à 5) depuis 2008 32
Figure 13 : Abondance en cyanophycées (échelle de 1 à 5) depuis 2008 33
Figure 14 : Taille des colonies coralliennes fixées sur les piquets du *transect* ST01 A 34
Figure 15 : Station ST03 en baie de Prony 36
Figure 16 : Surveillance de l'envasement des 3 *transects* de la station ST03 PORT 37

Figure 17 : Surveillance de la couverture des cyanobactéries en baie de Prony 37
Figure 18 : Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 sur la station ST03-Port 38
Figure 19 : Densité et biomasse sur listes restreintes - Exemple de suivi sur la station Ioro 40
Figure 20 : Biodiversité sur liste exhaustive. Exemple de suivi sur la station Ioro 40
Figure 21 : Positionnement des stations éco systémiques autour du diffuseur 41
Figure 22 : Station ST06 du Banc Ionontea : schéma structural et positionnement 42
Figure 23 : Station ST08 de la pointe Puka : schéma structural et positionnement 44
Figure 24 : Station ST10 en réserve Merlet, îlot kié : schéma structural et positionnement 45
Figure 25 : ST10 Transect A Substrat. LIT, mars 2011 46
Figure 26 : Richesse spécifique par famille de poissons ST10 îlot Kié 46
Figure 27 : Densité de l'ichtyofaune par station en mars 2011 (m^2) 47
Figure 28 : Représentation cartographique - légende 49
Figure 29 : Résultats complets de la campagne de suivi, mars-avril 2011 (Baie de Prony : ST01, ST02 et ST03) 50
Figure 30 : Résultats complets de la campagne de suivi, mars-avril 2011 (Canal de la Havannah) 51
Figure 31 : Comparaison entre stations pour le substrat sur LIT, mars 2011 52
Figure 32 : Comparaison entre stations pour le benthos, mars 2011 52
Figure 33 : Biomasse des poissons (liste restreinte) par station suivie, mars 2011 53
Figure 34 : Biomasse des poissons (liste restreinte) par station suivie, septembre 2010 53
Figure 35 : Richesse spécifique de l'ichtyofaune par station, mars 2011 54
Figure 36 : Densité de poissons (m^2) par station, mars 2011 54
Figure 37 : Comparaison de la richesse taxonomique (nombre d'espèces) des coraux et des spongiaires par station et évolution depuis juin 2009 55
Figure 38 : Abondance de cyanobactéries, 2008-2011 (suivi complémentaire depuis 2008) 57
Figure 39 : Abondance d'algues rouges, 2008-2011 (suivi complémentaire depuis 2008) 58
Figure 40 : Poissons : évolution temporelle des paramètres suivis 59
Figure 41 : Biodiversité Bβ des poissons (listes exhaustives) sur toute la zone d'étude 60

INTRODUCTION

La surveillance du milieu marin s'effectue sur la base de quatre groupes d'indicateurs physico-chimiques et biologiques détaillés dans les chapitres suivants :

- Indicateurs physico-chimiques de la qualité de l'eau de mer et de la structure de la colonne d'eau ;
- Bio-indicateurs de l'état des peuplements récifaux et des populations associés ;
- Bio-indicateurs de la bio- accumulation dans l'environnement par des algues et des bivalves placés en cages ;
- Indicateurs physico-chimiques des sédiments marins : géochimie et sédimentologie.

Cette surveillance s'effectue au niveau de stations sous-marines selon les prescriptions règlementaires des arrêtés d'autorisation d'exploiter (du port et de l'usine) et de la Convention fixant les modalités de mise en œuvre de la démarche pour la conservation de la biodiversité, entre la Province Sud et Vale Nouvelle-Calédonie.

- Arrêté ICPE : Installations portuaires du 13 juillet 2007.
- Arrêté ICPE : Usine et UPM du 9 octobre 2008.
- CCB : Convention Province Sud – Vale Nouvelle-Calédonie du 20 mars 2009 (Convention n° 27-2009/APS).

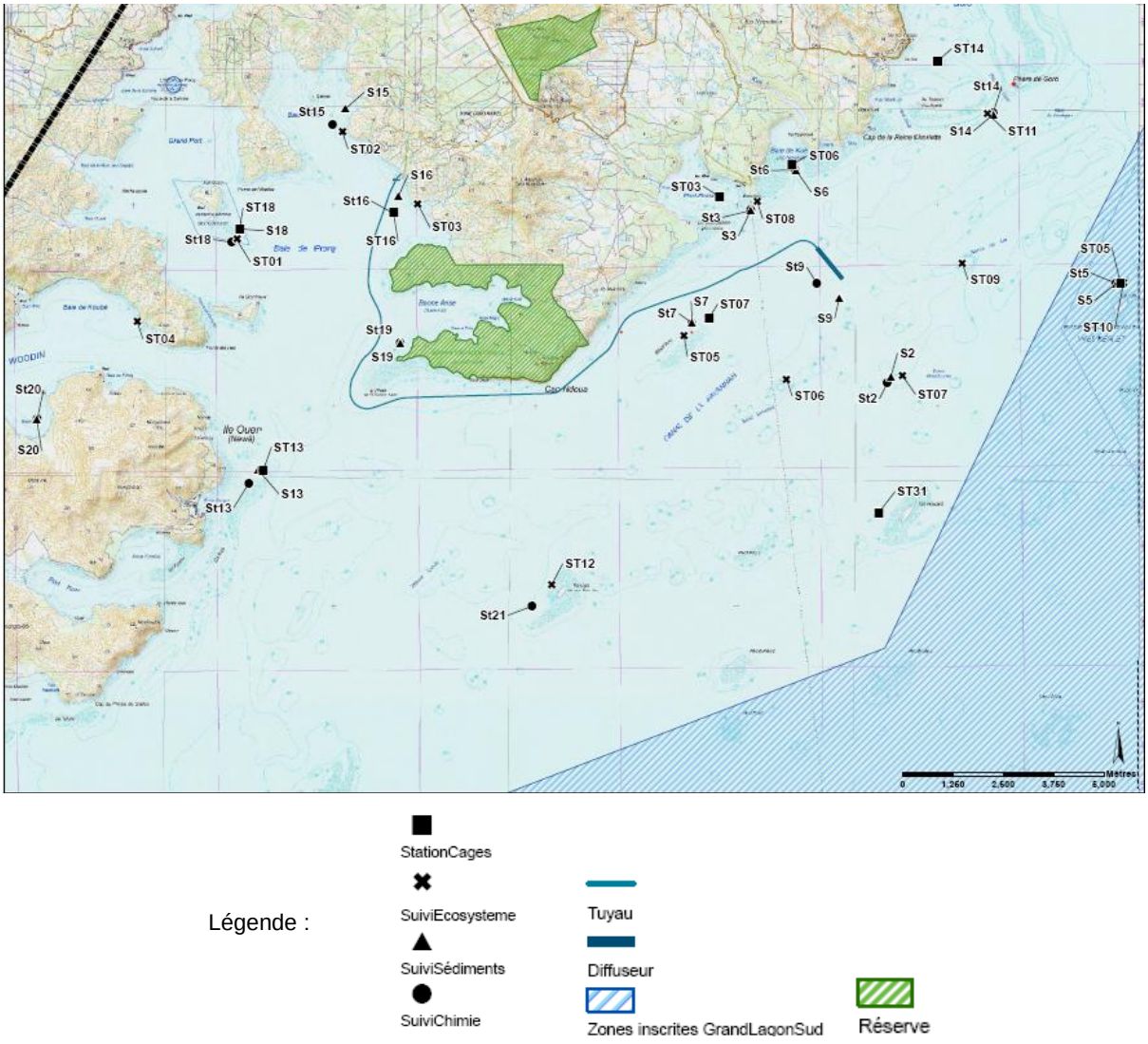
1. ACQUISITION DES DONNEES

1.1 Localisation

1.1.1 Positionnement des stations de suivi du milieu marin

La carte suivante synthétise l'ensemble des points de suivi. Les paragraphes suivants reprennent les positions exactes de chaque station en fonction des indicateurs suivis.

Figure 1 : Stations et points de surveillance du milieu marin



Légende :

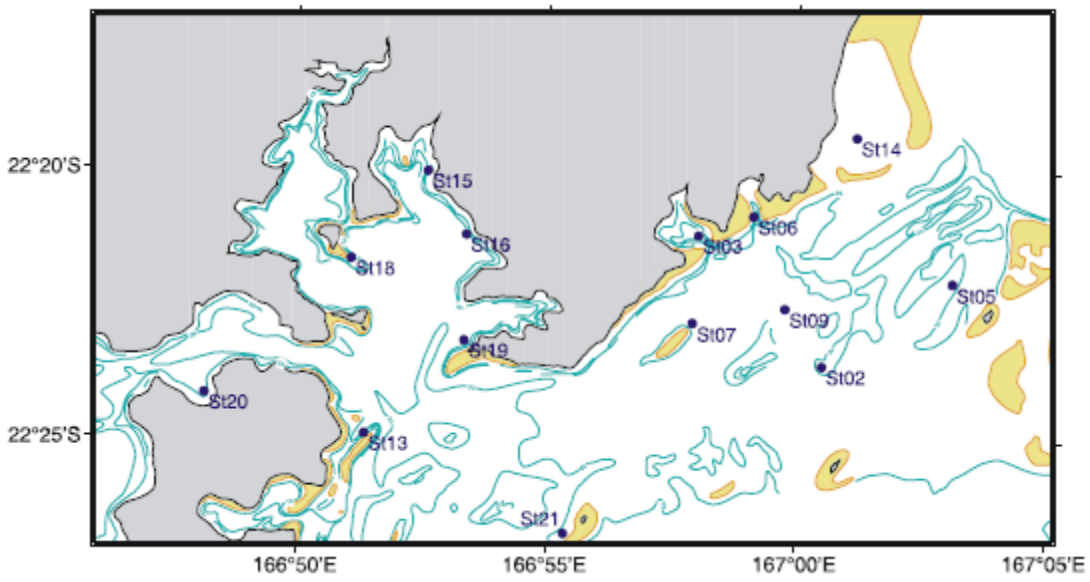
StationCages
SuiviEcosysteme
SuiviSédiments
SuiviChimie
Tuyau
Diffuseur
Zones inscrites GrandLagonSud
Réserve

1.1.2 Points de surveillance de la qualité des eaux marines : paramètres physico-chimiques de l'eau et structure de la colonne d'eau

Tableau 1 : Localisation géographique des stations de prélèvement d'eau, référentiel WGS-84

Liste et localisation (référentiel WGS-84) des 14 stations de suivi				
Localisation	**Station**	**Longitude E**	**Latitude S**	**Profondeur (m)**
Basse Chambeyron	St2	167° 00,506	22° 23,599	36
Baie Port Boisé	St3	166° 58,010	22° 21,190	13
Ilot Kié	St5	167° 03,100	22° 22,050	20
Récif de la Baie Kwé	St6	166° 59,112	22° 20,830	25
Récif Ioro	St7	166° 57,910	22° 22,820	31
Canal de la Havannah	St9	166° 59,754	22° 22,540	35
Pointe Nord du récif Ma	St13	166° 51,354	22° 24,914	32
Port de Goro	St14	167° 01,160	22° 19,350	33
Prony Creek Baie Nord	St15	166° 52,590	22° 20,037	24
Prony Wharf	St16	166° 53,365	22° 21,210	17
Prony Ilot Casy	St18	166° 51,061	22° 21,668	15
Rade de l'est	St19	166° 53,340	22° 23,170	36
Baie Iré	St20	166° 48,150	22° 24,180	24
Ilot Ugo	St21	166°55,501	22°26,728	34

Figure 2 : Localisation géographique des stations de prélèvement d'eau



14 points sont suivis sur toute la colonne d'eau, c'est-à-dire de la surface jusqu'au fond. En août 2009 la station dite « récif Hugo ST 21 » a été ajoutée ; cette dernière est suivie sur tous les paramètres physico-chimiques ainsi que sur son aspect éco systémique selon les bio-indicateurs de l'étude : « État des peuplements récifaux et organismes associés ». Le réseau des points de relevé des échantillons d'eau de mer correspond à une surveillance :

- de l'effluent,
- de la qualité des eaux des baies recevant des apports terrigènes,
- une veille renforcée à l'égard de l'île Ouen.

1.1.3 Stations de suivi de l'état des peuplements récifaux et des populations associées

Tableau 2 : Localisation géographique des stations fixes sous-marines de suivi des écosystèmes (peuplements récifaux et poissons associés), référentiel RGNC 91

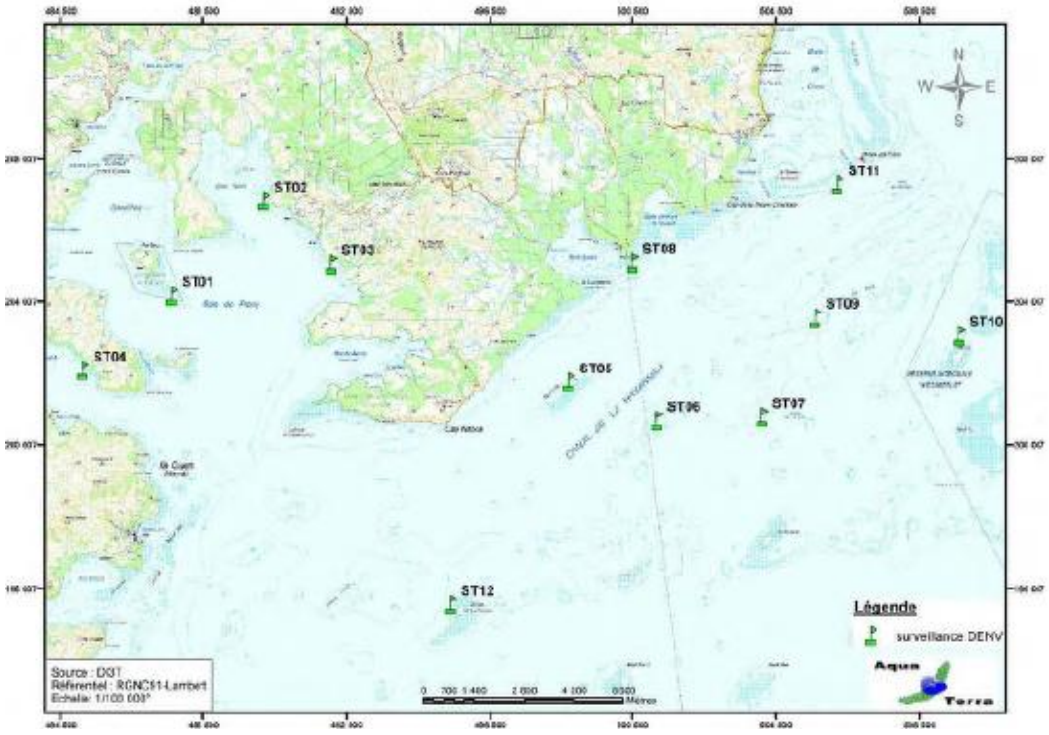
Dans le canal de la Havannah

RGNC 91	ST05	ST06	ST07	ST08
Localisation	**Récif Ioro**	**Banc Ionontea**	**Basse Chambeyron**	**Récif Pointe Puka**
Longitude	166°57.507	166°58.995	167°00.671	166°58.566
Latitude	22°23.072	22°23.650	22°23.591	22°21.243
	ST09	**ST010**	**ST011**	**ST012**
Localisation	**Banc de Kié**	**Ilot Kié**	**Récif Touémo**	**Ugo**
Longitude	167°01.529	167°03.862	167°01.875	166°55.625
Latitude	22°22.070	22°22.324	22°20.046	22°26.438

En baie de Prony et dans le canal Woodin

RGNC91	ST01	ST02	ST03	ST04
Localisation	**Ilot Casy**	**Creek de la baie Nord**	**Port de Prony**	**Canal Woodin**
Longitude	166°51.033	166°52.546	166°53.639	166°49.593
Latitude	22°21.799	22°20.356	22°21.312	22°22.933

Figure 3 : Localisation géographique des stations fixes sous-marines de suivi des écosystèmes



Les stations sont au nombre de 12 :

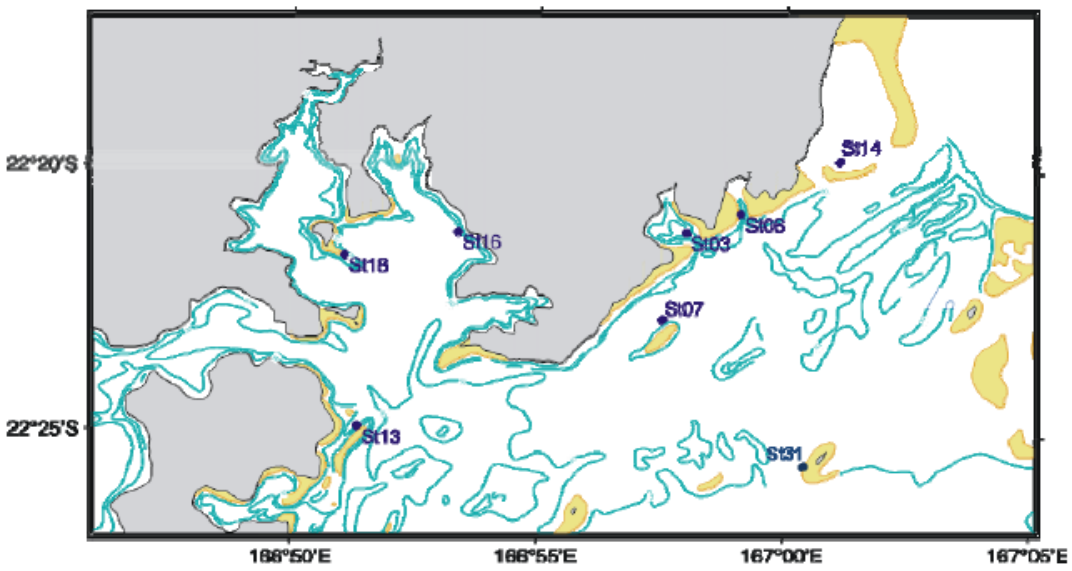
- 7 dans le Canal de la Havannah, dont une en réserve Merlet (demande d'autorisation spéciale à la Province sud afin de pouvoir l'inventorier deux fois par an) ;
- 3 dans la Baie de Prony ;
- 1 à l'entrée du canal Woodin ;
- 1 station supplémentaire est inventoriée depuis juin 2009 : Hugo ST12 située à l'est de l'île Ouen.

1.1.4 Stations de suivi de la bio-accumulation éventuelle des métaux dans des espèces bio-indicatrices placées en cages sous-marines *(caging)*

Tableau 3 : Localisation géographique des lieux de position des cages, référentiel WGS-84

Localisation	Station	Longitude E	Latitude S	Profondeur du point et de la cage (m)
Chenal Baie Port Boisé	St03	166° 58,011	22° 21,190	28,4 / 9,9
Chenal de la Baie Kwé	St06	166° 59,117	22° 20,829	27,2 / 9,9
Récif loro	St07	166° 57,633	22° 22,893	38,5 / 16,5
Pointe Nord du récif Ma	St13	166° 51,356	22° 24,914	32 ,4 / 15,5
Port naturel de Goro	St14	167° 01,153	22° 19,351	35,2 / 16
Port de Prony	St16	166° 53,290	22° 21,441	42,6 / 16
Prony Ilot Casy	St18	166° 51,068	22° 21,667	22 / 16
Ilot Nouaré	St31	167° 00,450	22° 25,560	35 / 11,5

Figure 4 : Localisation géographique des cages



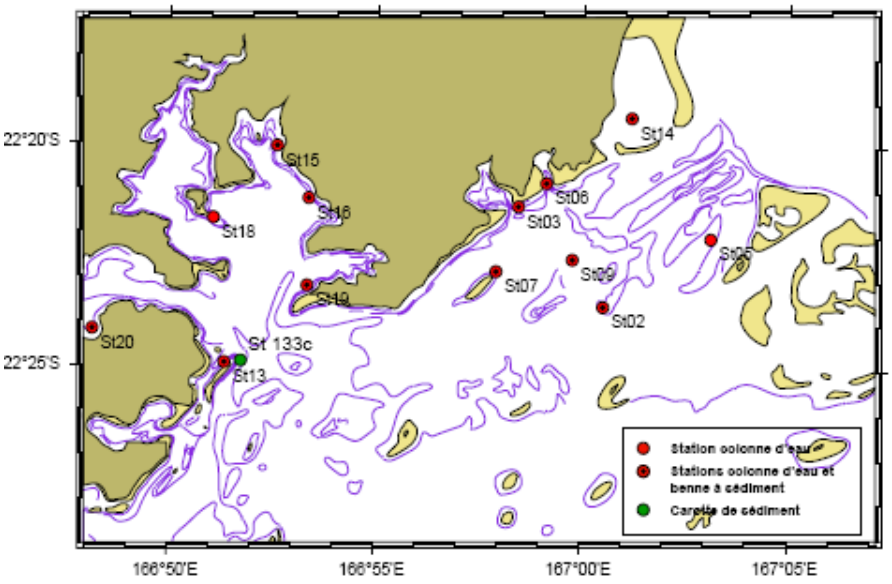
Il existe 8 stations de transplantation d'espèces bio-indicatrices en cages. Le choix exact de leur position a été effectué après conseil des experts, suite aux études prédictives du comportement de l'effluent (Convention de recherche IRD-Vale Nouvelle-Calédonie n° 1124 : *« Etude sur le comportement, la dispersion et les effets biologiques des effluents industriels dans le lagon Sud de la Nouvelle-Calédonie »* portant sur 3 années d'étude, de 2007 à 2009) et après approbation de la Province Sud. Elles sont placées pour un suivi de l'effluent marin et des baies recevant des apports terrigènes.

1.1.5 Points de suivi des sédiments – qualité des sédiments, métaux dissous, éléments majeurs et hydrocarbures

Tableau 4 : Localisation géographique des points de prélèvement de sédiments, référentiel WGS-84

Localisation	Station	Longitude E	Latitude S	Profondeur (m)
Basse Chambeyron	S2	167° 00,506	22° 23,599	36
Baie Port Boisé	S3	166° 58,010	22° 21,190	23
Ilot Kié	S5	167° 03,100	22° 22,050	20
Récif de la Baie Kwé	S6	166° 59,112	22° 20,830	25
Récif Ioro	S7	166° 57,910	22° 22,820	31
Canal de la Havannah	S9	166° 59,754	22° 22,540	35
Pointe Nord du récif Ma	S13	166° 51,354	22° 24,914	32
Port de Goro	S14	167° 01,160	22° 19,350	33
Prony Creek Baie Nord	S15	166° 52,590	22° 20,037	24
Prony Wharf	S16	166° 53,365	22° 21,210	17
Prony Ilot Casy	S18	166° 51,061	22° 21,668	15
Rade de l'est	S19	166° 53,340	22° 23,170	36
Baie Iré	S20	166° 48,150	22° 24,180	24
Ilot Ugo	S21	166°55,501	22°26,728	34

Figure 5 : Localisation des stations de prélèvement des sédiments de surface et de la carotte ST133 de l'Île Ouen



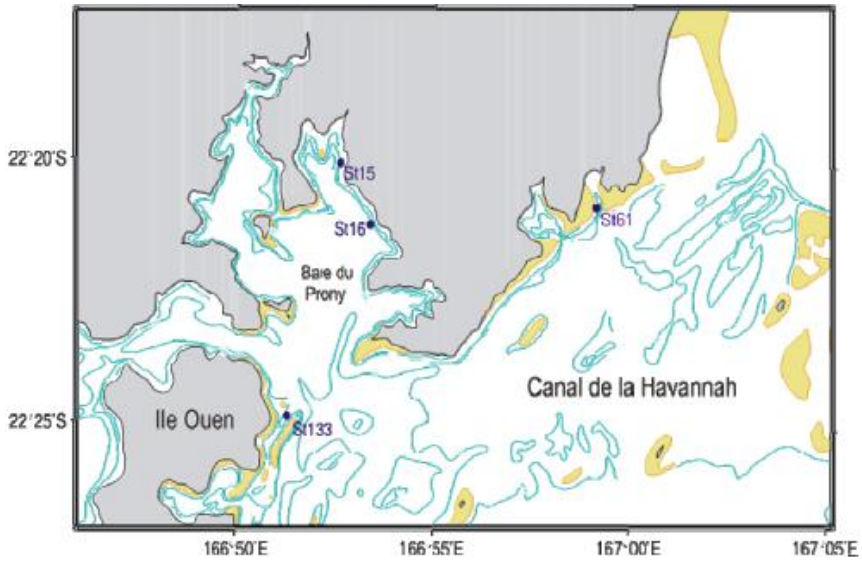
Positionnement du point de carottage supplémentaire effectué au large de l'Île Ouen (St1333)

ST133 Longitude : 166° 52,398 E et Latitude : 22° 25,147 S Profondeur : 60m

1.1.6 Points de suivi du taux d'accumulation sédimentaire

Deux stations sont installées en baie de Prony : le creek de la Baie Nord et le port ; une station se trouve dans la baie Kwé et une, la station ST33, à l'est de l'île Ouen. 3 stations sont suivies de façon triennale et la station du port est suivie de façon annuelle.

Figure 6 : Localisation des stations d'étude du taux d'accumulation des sédiments



Localisation des sites de carottage du suivi triennal des taux d'accumulation (Stations St06-1, St15 et St13-3). Localisation de la carotte St16 pour le suivi annuel des impacts du port de commerce de Vale-NC.

1.1.7 Points de suivi des flux sédimentaire

Tableau 5 : Position des points de suivi des flux sédimentaires, référentiel WGS 84

Station	St60SW	St60NE	StKW-1
Latitude S	22°22.154	22°22.113	22°20.75
Longitude E	166°59.621	166°59.677	166°59.144

Remarque : pour le milieu marin, la surveillance effectuée par Vale Nouvelle-Calédonie est volontairement plus poussée que celle qui est imposée par les prescriptions réglementaires. Les rapports de suivi et les études sont inclus dans les rapports de suivi semestriels quand il s'agit d'ajout d'indicateurs (les cyanobactéries, le corail, les espèces exogènes, la liste exhaustive des poissons inventoriées, le suivi de la biodiversité, etc.), ou bien l'étude est fournie en annexe d'un travail complet indépendant (ex. : suivi annuel de la population de baleines), notamment à l'OEIL (Observatoire du Grand Sud).

1.2 Méthode

L'annexe 6 de la Convention pour la conservation de la biodiversité présente le suivi des milieux « vivants » (biologiques), les indicateurs sélectionnés, les positions des stations et la méthodologie de suivi. Vale Nouvelle-Calédonie se conforme à ces prescriptions.

1.2.1 Surveillance de la qualité des eaux marines : paramètres physico-chimiques et structure de la colonne d'eau

Les paramètres analysés et les limites de détection selon les méthodologies d'analyse sont rappelés de façon intégrale dans chaque rapport de suivi, ainsi qu'en annexe 6.4 de la Convention pour la conservation de la biodiversité.

La caractérisation d'un état de référence de la qualité physico-chimique de la colonne d'eau marine a été initiée dès 2000 et s'est poursuivie jusqu'en 2007 (Convention IRD-Goro-Nickel n°1312, 2007). Les méthodologies de prélèvement et d'analyse des échantillons d'eau de mer, développées par l'IRD de Nouméa, n'ont pas été modifiées au cours des différentes campagnes de suivi. Elles sont précisées en annexe de chaque rapport de suivi. Si une modification avait lieu elle serait indiquée dans le rapport correspondant.

Structure physique et chimique de la colonne d'eau

Paramètres suivis en sub-surface (à moins de 3 m de profondeur), à mi-profondeur et au fond (à moins de 3 m du fond) de la colonne d'eau sur chacune des 14 stations :

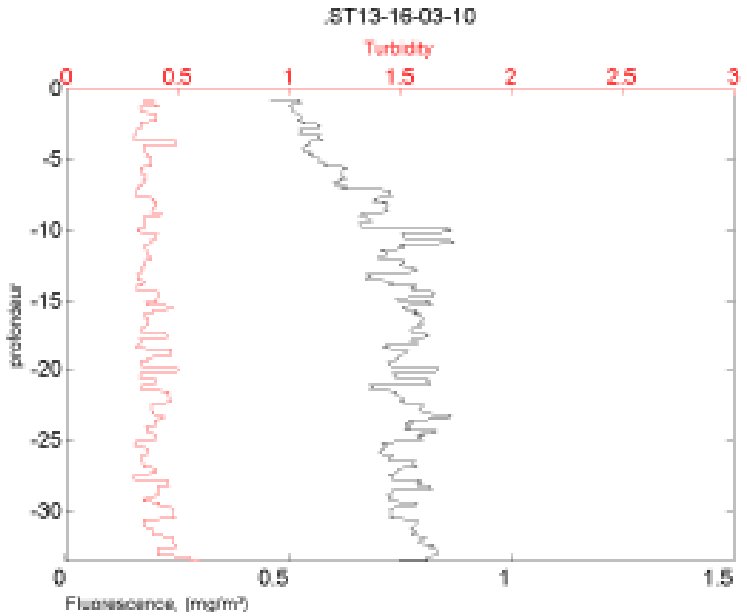
- température,
- salinité,
- fluorescence,
- turbidité,
- irradience.

Ces paramètres sont des indicateurs classiques reconnus depuis de nombreuses années de façon internationale en temps qu'indicateurs de la structuration verticale de la colonne d'eau de mer.

NB : les mesures de température, salinité, fluorescence et turbidité sont nécessaires pour déterminer la stratification verticale des masses d'eau et pour détecter la présence d'une thermocline. En milieux côtier et estuarien, la salinité est un traceur des apports d'eaux douces. La turbidité est définie comme étant la « réduction de transparence d'un liquide due à la présence de substances non dissoutes ». Elle peut indiquer l'existence d'apports en particules provenant des rivières (apports terrigènes caractéristiques des stations côtières de la baie de Prony, du canal de la Havannah et du canal Woodin), d'une remise en suspension de dépôts sédimentaires ainsi que de florescence planctonique. La fluorescence permet d'estimer la concentration en pigments chlorophylliens et donc de quantifier globalement la biomasse du phytoplancton.

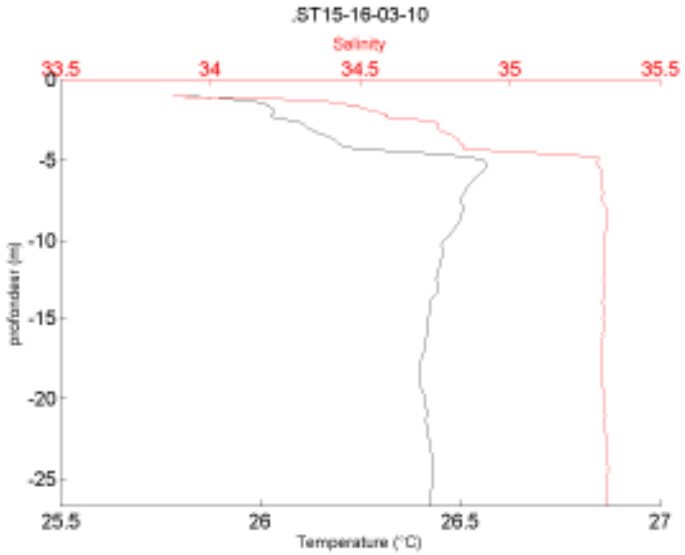
Pour chacune des stations suivies on obtient des profils formatés selon les schémas suivants (voir figures7, 8 et 9) :

Figure 7 : Structure de la colonne d'eau sur la station ST13, le 16-03-10 Turbidité et fluorescence de la surface jusqu'au fond



La turbidité et la fluorescence ont été enregistrés par la sonde multiparamétrique entre 0 et 35 m de fond sur la station ST13 du récif Ma, le 16/03/2010 ; l'état de la marée et la pluviométrie au moment de ces relevés ont été notés.

Figure 8 : Structure de la colonne d'eau sur la station ST15, le 16-03-10, salinité et température, de la surface jusqu'au fond



La salinité et la température entre 0 et 26 m de profondeur ont été enregistrées par la sonde multiparamétrique sur la station ST15 du creek de la Baie Nord, le 13/03/2010. L'eau de surface véhiculée par ce creek est nettement détectée et indiquée par le profil des courbes : dessalure sur les 6 premiers mètres, température de l'eau de surface plus basse. L'état de la marée et la pluviométrie au moment de ces relevés ont été notés, ils sont corrélés à la structure de la colonne d'eau.

Méthodes et limites de détection

Prélèvements		
Méthode	Sonde multiparamétrique CTD	Seabird Modèle SBE 19
Analyses		
Paramètres	**Méthode**	**Limites de détection**
Salinité	Mesure de la conductivité	0,001%
Température	Pont de Weston	0,01 °C
Turbidité	Absorption lumineuse	0,1 FTU
Fluorescence	Excitation lumineuse	0,1 mg/m3
Irradience	Atténuation lumineuse	Sans unité

NB : la turbidité par mesure de la néphélométrie est exprimée en FTU (Formazin Turbidity Units) : 1FTU ~ 1 mg L-1 de matière particulaire sèche (capteur Sea Point) ;

La fluorescence in-vivo est exprimée en unités arbitraires et permettent, après calibration par croisement avec les analyses effectuées sur les échantillons collectés, de calculer les concentrations en pigments chlorophylliens (capteur Wet labs).

ELEMENTS MAJEURS, pH et MES

Sont suivis le **pH**, les matières en suspension **MES**, ainsi que : le **calcium**, le **potassium**, le **magnésium**, le **sodium**, le **chlore**, les **sulfates** à 3 profondeurs et sur chacune des stations.

Eléments majeurs	**Ca** Calcium	**SO4** Sulfates	**CO3 Carbonates**

pH	**MES** mg/L	**Ca** mg/L	**K** mg/L	**Na** mg/L	**Cl** mg/L	**SO_4^{2-}** mg/L	**Mg** mg/L	**Alcalinité totale Eq/L**

NB : la mesure des MES est importante dans les milieux côtiers et estuariens car elle reflète l'importance des apports terrigènes et la remise en suspension de sédiments sous l'influence des conditions météorologiques (vent, pluie…). Les MES influencent également la production primaire : une charge particulaire élevée peut en effet modifier l'épaisseur de la couche euphotique.

Méthodes et limites de détection

Pour le pH : 0,01 unité pH, par électrodes au calomel; pour les MES : 0,1mg/L par filtration sur membrane spécifique. L'échantillonnage est effectué à partir des prélèvements en bouteilles Niskin a été effectué pour :

– Le dosage des ions Ca, Na, K et Mg : après dilution, la concentration est déterminée par analyse directe au spectromètre d'absorption atomique à flamme (Varian-SpectrAA-300/400).
– Le dosage des ions sulfate par gravimétrie : les ions sulfate sont précipités en sulfate de baryum grâce à l'ajout de chlorure de baryum en milieu acide. Le précipité est pesé, et par relation stœchiométrique la concentration massique en ions sulfate est obtenue.
– Le dosage des ions chlorure selon la méthode de Mohr : les chlorures sont dosés par titrage au nitrate d'argent avec du chromate comme indicateur.
– La mesure du pH (pH mètre WTW).
– L'évaluation de charge en MEST. Celle-ci est obtenue après filtration d'un volume connu et la pesée du filtre (Nuclepore de 0,45 µm de porosité).

Le flaconnage utilisé pour le stockage des prélèvements d'eau est en PEHD et les échantillons sont conservés au froid (4°C) jusqu'à leur analyse au laboratoire.

SELS NUTRITIFS

Les paramètres suivants sont suivis sur chacune des 14 stations et aux 3 profondeurs :

- **L'ammonium (NH_4^+) :** dans le milieu marin, la forme prépondérante de l'azote ammoniacal est l'ammonium (NH_4^+). Naturellement, il provient des excrétions animales et de la

dégradation bactérienne des composés organiques azotés. Dans les régions tropicales les teneurs sont généralement très faibles, de l'ordre de quelques dizaines de nano-moles.

- **Les nitrate et les nitrites (NO_3 + NO_2)** : l'ion nitrate NO_3 est la forme oxydée stable de l'azote en solution aqueuse. Les ions nitrates entrent dans le cycle de l'azote comme support principal de la croissance du phytoplancton qui, une fois dégradé par les bactéries, restitue au système l'azote sous forme minérale (NO_3). Si la vitesse de régénération est différente de la vitesse d'utilisation, il en résulte des concentrations en nitrates variables qui peuvent être un facteur influençant la croissance du phytoplancton.
- **Les phosphates (PO_4^{2-}) :** dans l'eau de mer, le phosphore dissous est essentiellement présent sous forme d'ions ortho-phosphates ($PO4^{2-}$). Leur concentration dépend de phénomènes physiques et biologiques ou chimiques. Les teneurs sont généralement très faibles en surface et augmentent avec la profondeur au-dessous de la zone euphotique. En milieu côtier, une augmentation des concentrations est un signe d'influence terrigène.
- **L'azote organique dissous NOD et le phosphore organique dissous POD :** la contribution naturelle de l'azote et du phosphore provient de la dégradation de matière de nature biogénique, qu'elle soit d'origine océanique ou terrestre. D'une manière générale, la concentration en composés dissous est très faible, particulièrement dans l'océan.
- **Azote, phosphore et carbone particulaires :** la distinction entre la matière dissoute et particulaire est arbitraire ; cependant, les études environnementales considèrent généralement que la limite de taille est de 0,45 µm pour les séparer (Strickland & Parsons, 1972). La fraction particulaire de ces éléments N, P et C constitue des matières en suspension de tailles diverses transportées au sein des masses d'eau. Leur origine est océanique, terrestre voire éolienne. Les concentrations présentent d'ordinaire un gradient côte-large et peuvent montrer des discontinuités verticales en fonction de l'existence ou non de couches turbides.
- **Chlorophylle et phéo-pigments :** la chlorophylle est indispensable à la photosynthèse des algues, son dosage permet donc d'estimer la biomasse phyto-planctonique et de ce fait le niveau trophique (oligotrophie /eutrophie) du milieu. Sa dégradation donne de nombreux composés, dont principalement les phéo-pigments.
- **Les silicates** : ils constituent l'essentiel des squelettes de divers organismes marins. Leur concentration dans l'eau de mer, sous forme de silicates ($SiO4^{4-}$), qui peut devenir insuffisante en raison de sa très faible solubilité, varie en fonction de l'origine et de la nature des eaux. Les concentrations en surface sont généralement très faibles, mais elles augmentent progressivement à mesure que l'on se rapproche des côtes (ou des fonds abyssaux).

Méthodologie et limites de détection

Méthode de prélèvement : bouteille NISKIN 5L en surface, à mi profondeur et au fond sans toucher le fond

Analyses au labo Paramètres	Méthodes : adaptées spécifiquement au milieu oligotrophe marin	Normes et publications	Limite de détection
NH_4	Fluorimètre de terrain	Homes et Al 1999	1,5 nmol/L
NOD	Auto analyser Technicon		0,02 µmol/L
POD	Auto analyser Technicon	Raimbault et Al 1999	10 µmol/L
NO_2 + NO_3	Auto analyser Technicon	Outot 1988	0,002 µmol/L
PO_4	Auto analyser Technicon	Murphy et Riley 1962	0,01 µmol/L
SiO_4	Auto analyser Technicon	Fanning et Pilson 1973	0,05 µmol/L
POP	Auto analyser Technicon	Raimbault et Al 1999	10 µmol/L
CHN	Auto analyser Technicon		0,05 µg/L
Chlorophylle a	Fluorimètre		0,05 µg/L
MES	Filtration sur membrane spécifique		0,1 mg/L
pH	Electrode au Calomel		0,01 unité de pH

HYDROCARBURES TOTAUX

La limite de détection de la méthode est : (LD <0,1 mg.L-1). Des sous-échantillons sont collectés à partir des prélèvements en bouteilles General Oceanics, modèle Go-Flo (Coating interne en Teflon®). Les eaux sont conditionnées dans des flacons en verre afin d'éviter tout contact prolongés avec des matières plastiques pouvant induire une contamination potentielle. L'analyse des hydrocarbures totaux s'est effectuée soit par norme NF T90-203 ou bien DINEN ISO 9377-2. La définition de l'indice en hydrocarbure dissous revient au dosage des hydrocarbures des chaînes carbonées comprises entre C10 et C40 par chromatographie gazeuse (GC/FID). Cette méthode permet de doser 0,1 mg/l d'hydrocarbures (elle est cependant moins sensible que l'ancienne norme NF T90-114 utilisant la méthode au CCl4 aujourd'hui interdite en raison de la très haute toxicité du solvant organique). Les analyses sont été confiées au laboratoire : Micropolluants Technologie S.A., Thionville, France. Un autre laboratoire peut être impliqué mais l'externalisation des analyses est de règle.

METAUX

Nickel (Ni), cobalt (Co), manganèse (Mn), fer (Fe), chrome total/Cr (VI), arsenic (As), cadmium (Cd), cuivre (Cu), plomb (Pb), zinc (Zn).

La concentration des éléments métalliques naturellement contenus dans les roches latéritiques du Sud est distribuée selon un gradient côte-large très net. Le Cu et Fe montrent un comportement inverse. Les concentrations en Cd et Pb sont inférieures aux limites de détection compte tenu des très basses teneurs de ces métaux dans les roches latéritiques du Sud calédonien.

Les stations influencées par les masses d'eau océaniques se distinguent clairement des stations côtières ou de la baie de Prony, avec une concentration particulièrement homogène et parmi les plus basses mesurées.

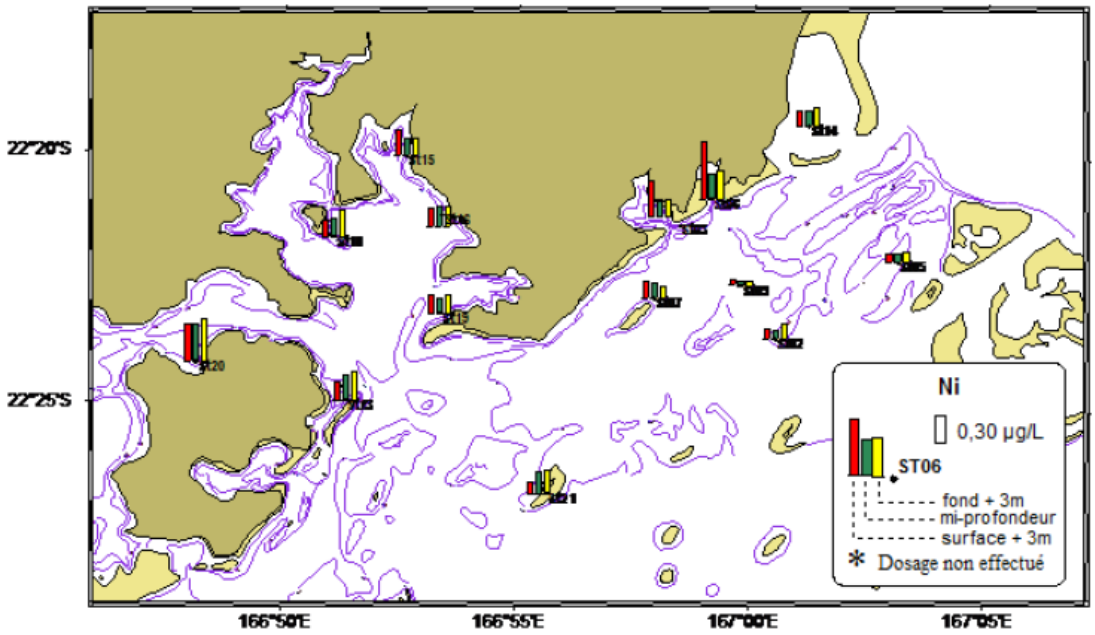
Méthodes et limites de détection

Description	
Normes et publications	Moreton et Al 2009
Paramètres	
Métaux dissous	Chrome Total, Chrome VI, Cobalt, Nickel Arsenic, Cadmium, Cuivre, Fer, Manganèse, Plomb, Zinc
Eléments majeurs	Calcium, Sulfates, Carbonates

Analyses en laboratoire **Paramètre**	**Méthode et normes -Publication**	**Limites de détection**
Co	Pré-concentration en labo de terrain puis élution en labo – ICP OES/ Moreton et Al (2009)	0,012 µg/L
Cd	Pré-concentration en labo de terrain puis élution en labo – ICP OES/ Moreton et Al (2009)	0,040 µg/L
Cu	Pré-concentration en labo de terrain puis élution en labo – ICP OES/ Moreton et Al (2009)	0,015 µg/L
Fe	Pré-concentration en labo de terrain puis élution en labo – ICP OES/ Moreton et Al (2009)	0 ,011 µg/L
Mn	Pré-concentration en labo de terrain puis élution en labo – ICP OES/ Moreton et Al (2009)	0,011 µg/L
Ni	Pré-concentration en labo de terrain puis élution en labo – ICP OES	0,011 µg/L
Pb	Pré-concentration en labo de terrain puis élution en labo – ICP OES/ Moreton et Al (2009)	0,050 µg/L
Zn	Pré-concentration en labo de terrain puis élution en labo – ICP OES/ Moreton et Al (2009)	0,030 µg/L
Cr/crVI	AdSV : Metrohm Application Note V-82/ Achterberg et Van den Berg 1994	0,005 µg/L
As	AdSV : Metrohm Application Note V-82 Achterberg et Van den Berg 1994	0,005 µg/L

Les résultats sont schématisés et synthétisés pour chaque métal selon l'exemple ci-dessous :

Figure 9 : Concentration en Nickel dissous dans la colonne d'eau - Echantillonnage en surface, à mi-profondeur et au fond, dans le canal de la Havannah et en baie de Prony



VALIDATION DES RESULTATS

Les missions de suivi, les prélèvements et les analyses des échantillons sont confiés par Vale Nouvelle-Calédonie à un bureau d'études, un institut ou un laboratoire externalisés. Les rapports semestriels ou annuels et la synthèse des données obtenues ainsi qu'une conclusion comparative avec l'état des lieux initiaux et les résultats des campagnes de suivi précédentes, sont également confiés au bureau d'étude indépendant qui a assuré la mission.

Pour ce qui concerne les analyses, le laboratoire certifie que des échantillons certifiés pour le dosage des éléments traces (TM-26.3 et TMDA-61) délivrées par la société Environment Canada ont été intercalés dans chaque série d'analyses pour valider la calibration. Les résultats de cette calibration sont donnés en annexe de chaque rapport.

Nombre de paramètres physico-chimiques suivis à 3 profondeurs et sur chaque station : 28.

Fréquence minimale : semestrielle sur toutes les stations, sauf au port où elle trimestrielle (ST16). Une campagne en saison sèche et une campagne en saison humide sont nécessaires, elles sont régulièrement effectuées en mars (fin de la saison chaude dite cyclonique) et en août (saison fraiche).

La méthodologie complète d'échantillonnage et d'analyse, pour chaque paramètre, est décrite dans chaque rapport de suivi. Un rappel des raisons du choix du chaque indicateur est aussi effectué. Les rapports intégraux sont fournis en annexe de ce document, avec les données brutes.

1.2.2 Paramètres biologiques indicateurs de l'état des peuplements récifaux et des populations associées, méthodologie

Les paramètres suivis, selon les prescriptions établies par la DENV de la Province Sud suite à l'atelier de mars 2006, sont :

- **Le substrat** selon la méthode des *transects* fixes (3 *transects* de 20 m de longueur sur 3 profondeurs différentes par station quand c'est possible, deux couloirs à deux profondeurs différentes minimum). Méthode LIT. La liste des catégories de substrat donne 28 catégories

distinctes. Celles-ci sont répétées dans chaque rapport de suivi et en annexe du présent document.

- **Le macro et épi-benthos** selon des couloirs de 5 m de large et 20 m de long qui suivent les *transects*, les taxons cibles sont listés.
- **Les poissons** selon la méthode des TLV (*transect* à largeur variable), les taxons cibles sont donnés par une liste restreinte fournie par la DENV afin de calculer la densité et la biomasse. Le poids des individus est estimé d'après leur taille en utilisant des relations d'allométrie taille-poids – W = aLb – (Kulbicki et al. 1993). La liste restreinte donne une centaine de taxons identifiés au niveau du genre ou de l'espèce (elle est répétée dans chaque rapport de suivi et en annexe du document).

Tableau 6 : Méthodologie pour le suivi des écosystèmes marins (convention CCB 2009)

Paramètres et variables	**Substrat** (Habitats)	
	Epi benthos : macro invertébrés	
	Poissons : Espèces cibles	
Prélèvements		
Méthode	Atelier du 03 mars 2006 DRN Noumea	
Normes et Publications	Line Intercept Transect LIT de English et Al (1994-1997) et transects à largeur variable (Kulbicki et Al 1994 ; 1995 et Kulbicki Sarramégna 1999)	
Analyses		
Paramètre	**Méthode**	**Limites de détection**
	LIT fixe	LIT fixe sous largeur du ruban
	LIT fixe sur couloir	100m^2
	Comptage sur transect à largeur variable	Vision du plongeur et visibilité de l'eau

Tableau 7 : Composition du substrat

COMPOSANTES : 12 catégories et 28 codes descriptions				
Coraux	**Autres coraux**	**Autres org. vivants**	**Algues**	**Abiotique**
Scléractiniaires Acropora Branchu ACB Au moins 2 niveaux de branches Acropora Encroûtant ACE Acropora Submassif ACS Acropora Digité ACD Branches en forme de doigts Acropora Tabulaire ACT Branches aplaties horizontalement Non-Acropora Branchu CB Au moins 2 niveaux de branches NB : les non acropora digité ont été placés ici Non-Acropora Encroûtant CE Non-Acropora Foliaire CF Corail en forme de feuille Non-Acropora Massif CM Non-Acropora Submassif CS Fungia CMR Corail solitaire	Millepora CME Corail de feu Corail mou SC	Éponges SP Zoanthaires ZO Autres OT Ascidies, Anémones, Gorgones, Bénitiers	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	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

L'épi-macro benthos

Evaluation sur un couloir de 2,5 m de chaque côté du transect (i.e. 100 m2) :

– Présence absence d'algues et phanérogames à l'échelle du genre.
– Densité en bénitiers, trocas, et certains échinodermes (au niveau de l'espèce pour les étoiles de mer, les oursins et les holothuries, et présence/absence pour les crinoïdes) et en cliones.

L'ichtyo faune

En annexe 1 et dans chaque rapport de suivi, la liste dite « restreinte » des poissons à suivre réglementairement est répétée.

Vale Nouvelle-Calédonie complète ce suivi par :

– la surveillance de la présence d'éventuelles espèces exogènes ;
– le suivi des cyanobactéries et de l'évolution saisonnière et pluriannuelle de leur couverture.
– le suivi des algues et de l'évolution saisonnière et pluri annuelle de leur couverture.
– le suivi du corail et de son éventuel blanchissement ; notamment après les fortes dépressions tropicales.
– le suivi avec iconographie associée de certaines colonies coralliennes géo-référencées et l'évaluation de leur croissance, mission après mission ;
– la mise en base de données de la liste exhaustive des poissons observés ;
– les biodiversités alpha, béta et gamma pour les stations et la zone sur liste exhaustive des poissons ;
– un tableau des conditions de plongée pour chaque station suivie (conditions météorologiques, pluviométrie, visibilité et moment de la marée) ;
– un schéma géo-référencé de chaque station avec ses transects et taxons fixes remarquables ;
– une vidéo de chaque transect effectuée à des fins de stockage d'information et de vérification.

La méthodologie complète est rappelée dans chaque rapport de suivi. Elle est susceptible d'évoluer selon l'expérience acquise et les recommandations des experts en la matière, en accord avec les prescriptions de la Convention pour la Conservation de la Biodiversité CCB entre La Province sud et Vale Nouvelle-Calédonie, si validation et prescription par les autorités administratives compétentes.

Fréquence minimale : semestrielle, en saison chaude et en saison fraiche, plus souvent si nécessaire ou de façon ponctuelle. Une ou plusieurs autres missions de surveillance sont souvent ajoutées : en 2009, en raison de la fuite d'acide qui a affecté le creek de la baie nord, certaines stations situées proches de l'embouchure du creek ont été inventoriées 5 fois.

En 2011, un suivi a été effectué sur des stations placées exactement sur l'émissaire et sur le diffuseur ainsi que sur le récif corallien le plus proche du diffuseur. A la suite des dépressions cycloniques Vania (janvier 2011) et Zelia engendrant de très forts événements pluvieux du début de l'année 2011, un suivi du blanchissement corallien à l'embouchure des creeks de la baie de Prony a été effectué, en corrélation avec les études 2009 et 2010.

1.2.3 Bio-accumulation des métaux et solvants dans des espèces bio-indicatrices placées en cages sous-marines

La méthodologie retenue est la transplantation d'espèces bio-indicatrices sur des stations artificielles immergées sur un ensemble de huit points localisés dans la zone d'influence potentielle des rejets miniers.

Cette méthode a été développée et validée avec des espèces rencontrées localement lors des précédents travaux de recherche menés en collaboration par l'unité de recherche UR 103 « CAMELIA », du Centre IRD de Nouméa, le Laboratoire de biologie et environnement marin de l'Université de La Rochelle, ainsi que le Laboratoire environnement marin (Monaco) de l'Agence internationale pour l'énergie atomique (AIEA). Ces études de 3 années, dédiés à l'écotoxicité éventuelle de l'effluent marin, avaient fait l'objet d'une convention entre l'IRD et Vale Nouvelle-

Calédonie.(convention 1124 : IRD/ Vale Nouvelle-Calédonie. Volet écotoxicologie : L. BREAU, J. SENIA, A. PANGRANI, K. GARCIA, J.P. DEBENAYUR-103 CAMELIA, IRD Nouméa UR-055 Paléotropique, IRD Nouméa Nouvelle-Calédonie). Cette méthode est également reconnue au niveau international et fait l'objet d'une norme éditée par *l'American Society for Testing and Material* (E2122-02 ASTM, 2002), à laquelle le projet présenté est conforme. Elle fait l'objet d'un travail dans le cadre des études sur les indicateurs d'impacts et de pression ADIIP menées par le CNRT.

La méthode de transplantation des espèces dans des stations artificielles (cages) présente des avantages importants pour le suivi environnemental, car elle permet à l'expérimentateur de contrôler un certain nombre de facteurs qui influent fortement sur la variabilité des concentrations des contaminants bio-accumulés, les espèces sont locales et elles peuvent être implantées sans fuir, ou du moins sans se déplacer en champ proche d'une pollution suspectée.

Un total de 300 à 350 bivalves et d'environ 250 algues est récolté. Le bivalve *Isognomon* et la macro-algue brune *Lobophora variegata* précédemment identifiés sont des espèces bio-indicatrices de contamination métallique.

Métaux analysés : teneurs métalliques en As, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Zn.

Variables biologiques : croissance et condition physiologique chez les bivalves transplantés, susceptibles d'être altérées par une éventuelle contamination.

Chaque année, les résultats sont comparés avec les résultats des années précédentes ainsi qu'avec les résultats de la caractérisation des bio-indicateurs avant tout rejet.

Tableau 8 : Méthodologie pour le suivi des espèces bio-indicatrices transplantées en cages

Description	**Identification et quantification de polluants bio-disponibles dans des espèces bio-indicatrices transplantées**
Normes et Publications	Norme ASTM E 2122(2002) + RINBIO IFREMER
Prélèvements	
Méthode	Récolte en zone de référence (non contaminée), mesure et sélection des spécimens puis transplantation sur les stations
Norme	Norme ASTM E 2122(2002)
Nombre de Stations	8
Fréquence	1 campagne de 3 mois chaque année
Echantillonnage	
Algues **Bivalves**	*Isognomon Isognomon* ou *Gafrarium tumidum* *Lobophora variegata*
Prélèvements pour analyses	Chair ou algues entières
Pré traitements	3 mois immersion et récupération des cages
	Mesures biométriques
	Préparation des échantillons
	Minéralisation des tissus
Analyse	Analyse chimique (ICP-OES) des métaux accumulés Méthodologie Breau 2003/ Limite de détection : 0,01 à 1 µg/g de poids sec pour l'ensemble des métaux sauf pour le zinc : 1 à 8 µg/g de poids sec.

La méthodologie est détaillée en introduction de chaque rapport.

Fréquence : analyse des tissus annuelle après 3 mois de croissance en cage des bio-indicateurs.

1.2.4 Qualité des sédiments, métaux dissous, éléments majeurs et hydrocarbures

Les paramètres suivis pour les sédiments marins sont les suivants :

– **granulométrie** des sédiments par granulométrie laser ;
– **composition minéralogique** par diffraction de rayons X (DRX),

– **concentration des métaux** associés aux différentes phases géochimiques composant le sédiment par extraction séquentielle puis analyse à l'ICP-OES. Les métaux suivants ont été analysés par ICP-OES: **As, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ni, Zn.**

La distribution des métaux dans les sédiments est suivie sur 13 stations avec une fréquence d'une fois tous les trois ans, sauf à la station du port où la fréquence est annuelle.

La collecte des sédiments de surface est effectuée par benne Van-Venne en acier inoxydable de nuance 316 L. Pour chaque échantillon, la couche centimétrique de surface est prélevée et conditionnée dans des sachets en vinyle à usage unique (Whirl-Pack) référencés. Les sédiments ainsi conditionnés sont conservés à 4°C, puis de retour au laboratoire ils sont congelés et lyophilisés.

Une séparation granulométrique des sédiments est effectuée par voie humide (Eau Milli-Q 18.6 µS.cm-1) afin de récupérer la fraction sédimentaire chimiquement la plus réactive (**pélites = particules < 40 µm**). Les tamisages ont été conduits sur les aliquotes sédimentaires comprises entre 10 et 100 g selon nécessité et les fractions récoltées sont séchées à l'étuve (40°C) puis conditionnées pour leur conservation jusqu'à l'analyse des métaux.

Tableau 9 : Méthodologie pour le suivi des sédiments

Description	**Distribution des métaux dans les sédiments disponibles : granulométrie, minéralogie et concentration en métaux**		
Normes et publication	Tessier et Al 1979		
Prélèvements			
Méthode	Benne à sédiments ou carottier		
Nombre de stations	14		
Fréquence	Tous les 3 ans sauf au port où le suivi est annuel		
Analyses	**Méthode**	**Normes**	**Limites de détection**
Granulométrie	Diffraction laser		0,01µm
Minéralogie	Diffraction aux rayons x		
Extraction séquentielle des phases organiques	Dissolution fractionnée et dosage ICP-OES	Tessier et Al 1979	Entre 0,005 et 0,02µg/L selon le métal
Métaux	Attaque totale et dosage par ICP-OES		Entre 0,005 et 0,02µg/L selon le métal

La méthodologie est décrite en introduction de chaque rapport de suivi. Ce suivi est externalisé par Vale Nouvelle-Calédonie. Le calibrage et la validation des analyses sont assurés par le laboratoire traitant.

La fréquence est triennale, sauf au port (ST16) où elle est annuelle. Le suivi ayant été effectué en 2009 (Cf. rapport annuel de suivi – année 2009), il ne sera pas effectué en 2010 ni en 2011 sur toutes les stations, il sera effectué en 2012.

1.2.5 Taux d'accumulation des sédiments

Le suivi a été effectué en 2010 sur 4 stations (Cf. rapport annuel 2010). Etant donné sa fréquence triennale il sera effectué à nouveau en 2013.

Tableau 10 : Méthodologie pour le suivi des sédiments : taux d'accumulation

Description	Rapidité du taux de sédimentation		
Normes et publication	Godberg ED 1963, Geochronologie with Pb-210 in radioactive dating. Internat atom Energy Agency 121-131		
Prélèvements	Carottier piston		
Méthode			
Analyses	**Méthode**	**Normes**	**Limites de détection**
Datation	Spectométrie Pb210	Faure 1986	0,003 Bq/g
Densité	Teneur en eau		0,01 mg/L
Granulométrie et minéralogie	Diffractomètre laser et Diffraction rayons x		0,1µm Traces
Métaux : Geo-chimie : As, Cd, Co, Cr, Mn, Ni, Pb, Zn	Attaque totale ICP-OES		Entre 0,001 et 0,02µg/L selon les éléments

La méthodologie est décrite en introduction de chaque rapport de suivi. La fréquence est triennale sauf au port où elle est annuelle.

1.2.6 Flux sédimentaires

Les flux verticaux de particules apportées par le réseau hydrologique de la Baie Kwé sont estimés par collecte de séries temporelles d'échantillons de MES. Cette opération est assurée par le déploiement d'un piège à sédiment séquentiel (Technicap, type PPS4/3) gréé sur une ligne de mouillage équipée d'un largueur acoustique. La durée d'immersion est de 1,5 mois environ. Les MES sont caractérisées de manière à évaluer les fractions terrigènes et marines (carbonates). Les flux sont estimés en fonction des régimes météorologiques et/ou hydrodynamiques.

Techniques et analyses

Dosage des carbonates : la teneur en carbonate est déterminée par la méthode dite du « calcimètre de Bernard ». Cette méthode consiste en une attaque du sédiment grâce à une solution d'acide chlorhydrique qui génère la formation de CO2. Le volume de gaz est titré et la concentration en carbonate de calcium est déterminée par relation stœchiométrique.

Granulométrie : l'étude de la distribution des populations de particules fines (silts et argiles) est conduite sur la fraction < 40 µm après élimination des organismes « actifs » (Swimmers). La distribution des populations est réalisée par granulométrie laser après remise en suspension des sédiments, ajout d'agent dispersant (Pyrophosphates de Na/K) et agitation aux ultrasons.

Minéralogie : les sources et l'évolution temporelle des matériaux sont estimées en fonction des espèces minérales décelées. La détermination des espèces est effectuée par diffraction de rayons X (DRX) sur les échantillons de l'étude granulométrique.

Evaluation des flux de particules transportées par l'effluent

Les flux verticaux de matière particulaire (gypse, calcite, oxy-hydroxydes + MES) apportée par l'effluent industriel seront estimés par collecte de séries temporelles. Cette opération est assurée par le déploiement de deux pièges à sédiment séquentiels (Technicap, type PPS4/3) mouillés de part et d'autre du diffuseur. Les pièges sont individuellement gréés sur des lignes de mouillage équipées d'un largueur acoustique. La durée d'immersion est de 1,5 mois environ. Le mouillage des pièges s'effectue aux stations St60SW et St60NE qui font notamment l'objet d'une surveillance de la physico-chimie de la colonne d'eau.

Dosage des carbonates : la teneur en carbonate est déterminée par la méthode dite du « calcimètre de Bernard ».

Granulométrie : l'étude de la distribution des populations de particules fines (silts et argiles) est conduite sur la fraction < 40 µm après élimination des organismes « actifs » (Swimmers). La

distribution des populations est réalisée par granulométrie laser après remise en suspension des sédiments, ajout d'agent dispersant (pyrophosphates de Na/K) et agitation aux ultrasons.

Minéralogie : les sources et l'évolution temporelle des matériaux sont estimées en fonction des espèces minérales décelées. La détermination des espèces est effectuée par diffraction de rayons X (DRX) sur seulement 4 échantillons.

Dosage des métaux : le dosage des métaux, nécessaire pour le suivi, est conduit par attaque totale des fractions pélitiques des sédiments, soit aux acides forts, soit par fusion alcaline. Seuls Ca et 5 métaux (Co, Cr, Fe, Mn et Ni) sont analysés par ICP-OES.

Dosage du soufre : le dosage de S est conduit par attaque totale des fractions pélitiques des sédiments, soit aux acides forts, soit par fusion alcaline. L'analyse est effectuée par ICP-OES.

Dosage des HCT : la capacité de concentration des particules peut permettre le dosage des hydrocarbures totaux indétectables actuellement à l'état dissous dans la colonne d'eau. L'analyse des hydrocarbures totaux est effectuée par NF EN ISO 9377-2. Le dosage sera conduit sur seulement 3 ou 4 échantillons en concertation avec Vale-Nouvelle-Calédonie.

1.3 Bilan des données disponibles

Le présent rapport présente les suivis semestriels effectués pendant les campagnes du premier semestre 2011, il s'agit du :

- Suivi de la qualité physico-chimique de l'eau – Mission mars 2011, rapport août 2011
- Suivi des écosystèmes coralliens et des populations associées – Mission mars 2011, rapport juillet 2011

Les autres campagnes de suivi déployées sur toute l'année 2011 et le suivi trimestriel de la station du port font l'objet de rapports présentés lors du bilan annuel.

Il n'y a pas eu de retard ou de dysfonctionnement dans l'acquisition des données du premier semestre 2011 ; les missions d'évaluation et les échantillonnages ainsi que les analyses des échantillons ont tous été effectués en temps et sur les stations réglementaires. Les campagnes annuelles en cours ne présentent ni retard ni problématique.

2. RESULTATS

2.1 Valeurs réglementaires

Pour le suivi du milieu marin il n'y a pas de dépassement de seuil réglementaire proprement dit, il ne s'agit pas d'émissions mais de santé des écosystèmes. Ce sont les données des paramètres indicateurs relevées lors des états de référence effectués avant tout développement du projet Vale Nouvelle-Calédonie qui sert de référence et de limite. Toute modification significative observée lors d'un suivi, c'est-à-dire au-delà de la marge des variations saisonnières et des incertitudes inhérentes aux méthodologies, doit être prise en considération et demande un suivi approfondi et une recherche de cause. **Chaque rapport de suivi présente une étude des variations temporelles des paramètres, en comparaison avec les suivis précédents et les états de référence. Tout changement significatif est signalé.** *La mise en annexe de l'intégralité du rapport de suivi effectué par le bureau d'étude mandaté montre la transparence des conclusions de Vale Nouvelle-Calédonie. Le suivi du milieu marin est entièrement externalisé.*

Les états de référence sont donnés dans les dossiers **ICPE (Caractérisation des milieux, VOLUME III, SECTION A, Caractérisation de l'environnement, Chapitre 5 : Océanographie physique, Chapitre 7 : Milieu écologique marin, Annexes)** et ont été effectués pendant les missions suivantes :

Caractéristiques du milieu marin :

- **Caractéristiques physico-chimiques de l'eau de mer sur toute sa colonne**
  - Rescan, Supplemental Baseline Technical report : Physical Oceanography, octobre 2000 et Supplemental Baseline Technical Report : Marine Environment, novembre 2000 ;
  - Caractérisation physico-chimique des eaux IRD 2005
  - Etat de référence de la qualité physico-chimique des eaux du canal de la Havannah et de la baie de Prony. IRD 2007
  - Dernières campagnes effectuées : mars 2009, août 2009, mars 2010 et août 2010.

- **Bio-indicateurs en cages**
  - Etat de référence de la zone Sud du lagon de Nouvelle-Calédonie : détermination de la qualité éco-toxicologique initiale des eaux par transplantation d'espèces bio-indicatrices (bio- accumulation) IRD 2009.
  - Convention de recherches n° 1124 entre l'IRD et Vale NC (Goro Nickel à l'époque) portant sur 3 années prédictives quant au comportement de l'effluent : IRD 2007-2009.Volet éco-toxicologie.
  - Dernière campagne : 2010

- **Sédiments**
  - Rescan 2000
  - Apports sédimentaires à l'embouchure du creek de la rade nord en baie de Prony IRD 2006
  - Etat de référence de la qualité physico-chimique des eaux et niveaux de concentration des métaux dans les sédiments. IRD 2006.
  - Etat de référence de la distribution superficielle des sédiments, flux sédimentaires et taux d'accumulation dans la baie de Prony et dans la baie Kwé. IRD 2007

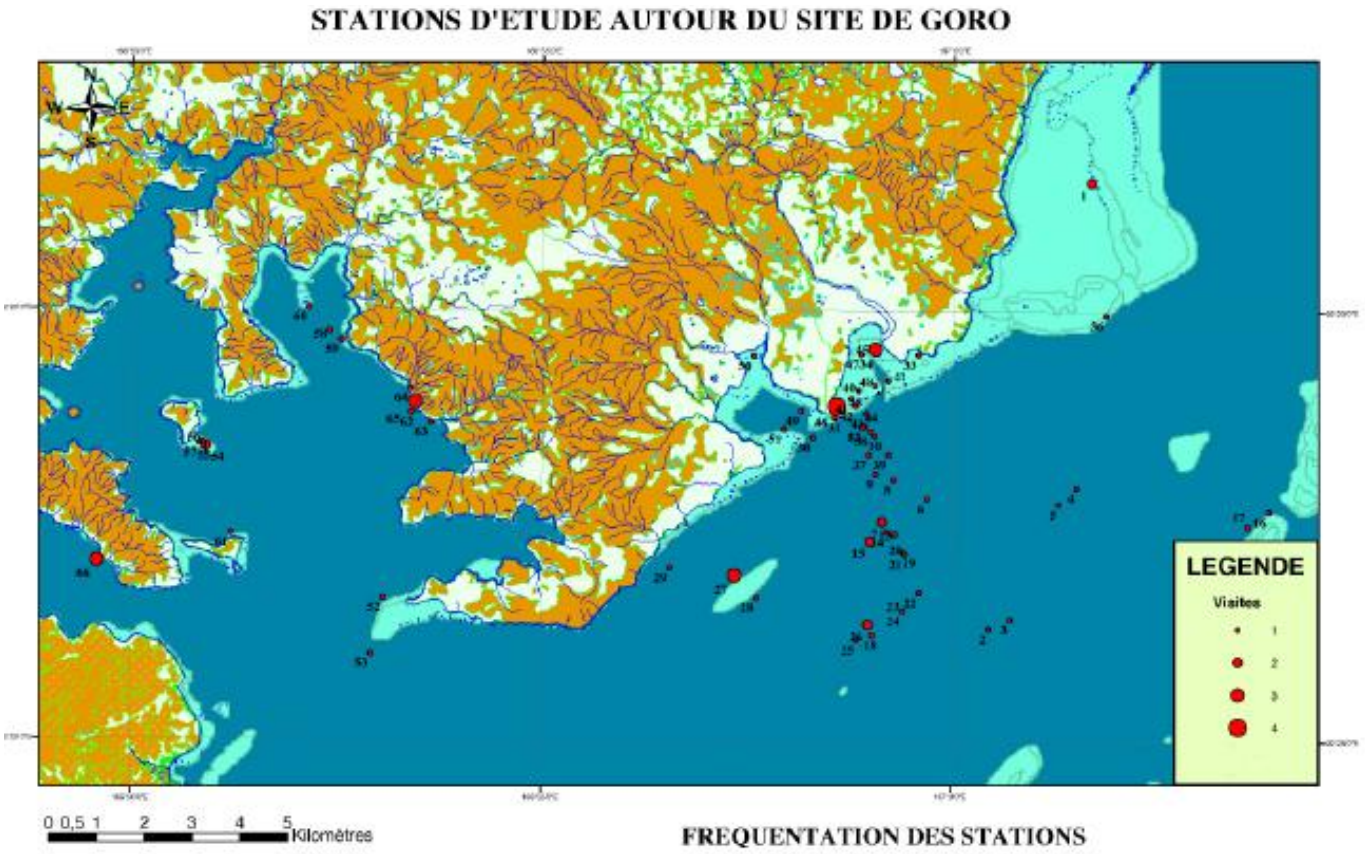
    Définition de « l'Etat de référence » d'une part, des niveaux de concentration des métaux dans les sédiments sur 18 stations initialement prédéfinies, et d'autre part, de la dynamique sédimentaire dans la Baie de Prony et de la Baie de Kwé (évaluation de taux de sédimentation) ».
  - Dernières campagnes effectuées : 2009 et 2010.

– **Stations écosystémiques**
  - La comparaison temporelle est effectuée systématiquement à partir de la base de données du suivi semestriel depuis 2007, qui a été effectué sur les mêmes stations et avec la même méthodologie (6 missions).
  - Les études précédentes (qui ont débuté en 1994) ont fait l'objet d'un travail de synthèse : « Analyse et synthèse des études environnementales du domaine marin du Sud : baie de Prony – Canal de la Havannah », travail commandé par Vale Nouvelle-Calédonie pour la période 1994-2007, ACREM, 2008.
  - (Cf. tableau récapitulatif ci-dessous).
  - D'autres inspections et inventaires sous-marins peuvent donner lieu à des analyses comparatives, comme les trois suivis supplémentaires de l'embouchure du creek de la baie Nord en 2009, ou les suivis écologiques avant et après la pose de l'émissaire sur des stations situées sur l'émissaire.
  - Dernières campagnes : octobre 2008, juin 2009, mars 2010, septembre 2010.

Tableau 11 : Caractérisation du milieu marin – écosystèmes

N° rapport	Date	Auteur	Titre
01	Déc 1994	T&W A2EP	Etude de caractérisation biologique des milieux marins et dulçaquicoles dans la région de Prony
02	Déc1996	T&W A2EP	Evaluation des impacts du projet Goro Nickel sur les communautés biologiques marines de la baie Kwé et de la zone portuaire de la baie de Prony
03	Juillet 2000	RESCAN-ACREM A2EP	Evaluation environnementale su projet Goro Nickel
04	Août 2000	RESCAN-ACREM A2EP	Caractérisation des communautés biologiques coralliennes dans le cadre du projet Goro Nickel (rapport préliminaire)
05	Avril 2004	RESCAN-ACREM	Caractérisation du milieu marin, volet bio-physique (15 stations)
06	Mai-juin 2004	LABOUTE	Caractérisation des communautés biologuiques du banc Ionontea dans le canal de la Havannah
07	Nov 2004	LABOUTE	Expertise rapide du site et comparaison avec d'autres sites similaires de la baie de Prony
08	Mai 2005	S. VIRLY C.	Caractérisation des communautés marines biologiques autour du futur émissaire en mer du projet Goro Nickel
09	Juillet 2005	LABOUTE	Rapport de la réalisation d'un état de référence des peuplements récifaux et organismes associés sur les 6 stations du canal de la Havannah
10	Août 2005	LABOUTE	Caractérisation simplifiée de l'état des communautés biologiques sous-marines sur la zone d'implantation du nouveau débarcadère temporaire pour le ferry de Goro Nickel en baie de Prony
11	Août 2005	ACREM A2EP	Etat de référence des peuplements récifaux et poissons associés, baie de Prony et canal de la Havannah
12	Mars 2007	MELANOPUS	Etat de référence des habitats coralliens le long du nouveau tracé de l'émissaire marin en baie de Kwé et canal de la Havannah
13	Mai 2007	SOPRONER	Caractérisation du milieu marin le long du tracé de l'émissaire du projet Goro Nickel
14	Nov 2007	AQUA TERRA	Suivi de l'état biologique du milieu marin, émissaire de l'effluent liquide
15	Déc 2007	A2EP	Suivi de l'état des communautés coralliennes en baie de Prony et canal de la Havannah

Figure 10 : Stations d'étude pour la caractérisation du milieu marin depuis 1994 et fréquentation des stations



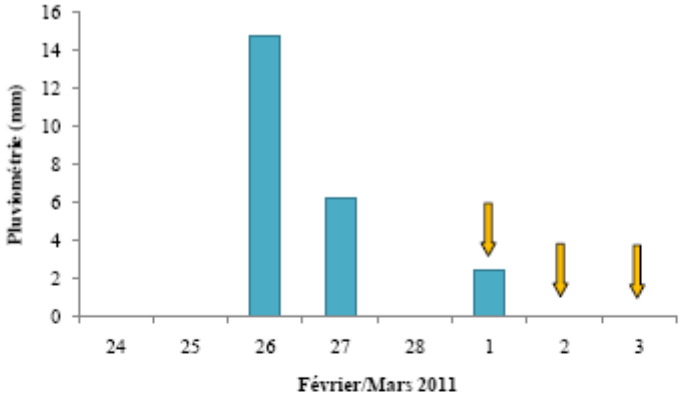
Tous les rapports sur les états de référence ont été communiqués aux administrations compétentes dans les dossiers ICPE (chapitre : Caractérisation des milieux) ainsi que les rapports de suivi et les études. Ils ont aussi été communiqués à l'ŒIL en 2010, dans leur intégralité.

2.2 Valeurs obtenues

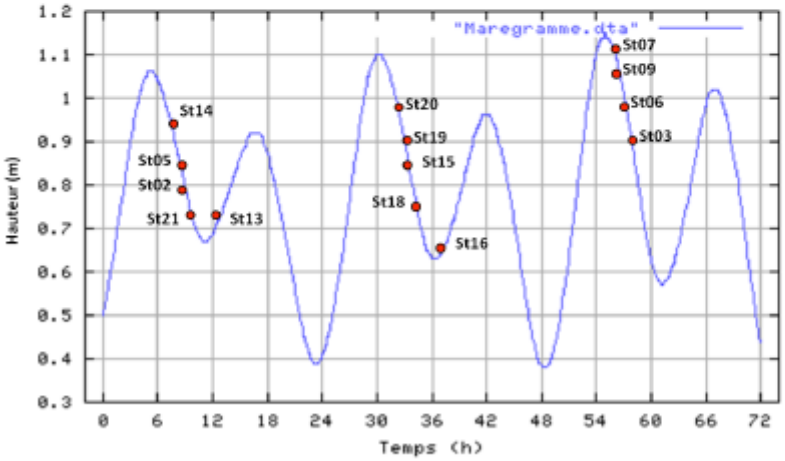
2.2.1 Suivi de la qualité physico-chimique de l'eau et de la structure de la colonne d'eau de mer

La première campagne 2011 a eu lieu du 1er au 3 mars, en saison dite « pluvieuse » mais qui doit plutôt être intitulée « saison chaude » car la pluviométrie avant et pendant la mission varie au fil des ans (Cf. figure 14). La figure 11 situe la mission et les prélèvements en fonction des marées et des précipitations.

Figure 11 : Conditions météorologiques et état des marées lors de la campagne du premier semestre 2011



Pluviométrie journalière du 24 février au 3 mars 2011 dans la zone d'étude (Prony pilot plant ; station B). Les journées de prélèvement sont indiquées par les flèches.



Marégramme et chronologie des prélèvements dans la colonne d'eau de la mission du 1 au 3 mars 2011.

Le rapport complet présentant les résultats des analyses de tous les paramètres (28 paramètres indicateurs suivis sur 14 stations) se trouve en annexe du présent document ainsi que les données brutes. Il peut être résumé comme suit :

Pour les analyses comparatives temporelles, les résultats de la saison chaude (missions de mars) sont comparés entre eux, et ceux de la saison fraîche (missions d'août) sont comparés entre eux, et en particulier les données sur les structures des masses d'eau, car la corrélation avec la pluviométrie et les températures est forte et la pertinence des conclusions doit tenir compte des saisons.

Mission de mars 2011

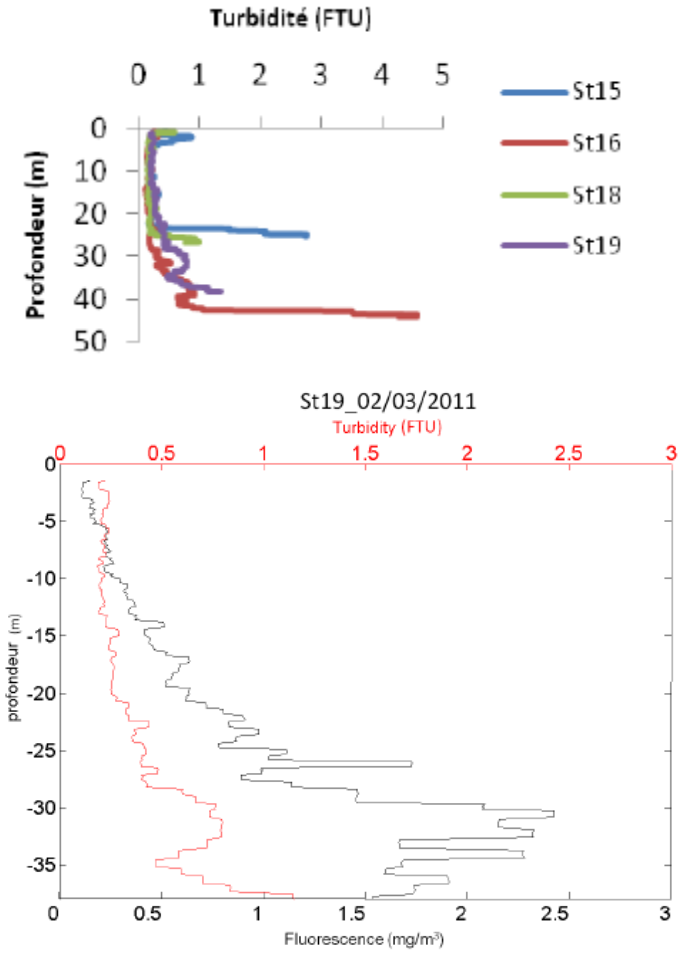
– **Profils de température, salinité, fluorescence et turbidité en fonction de la profondeur** : les résultats sont conformes aux valeurs attendues, sur toutes les stations. Leur précision et fiabilité sont encore une fois démontrées.

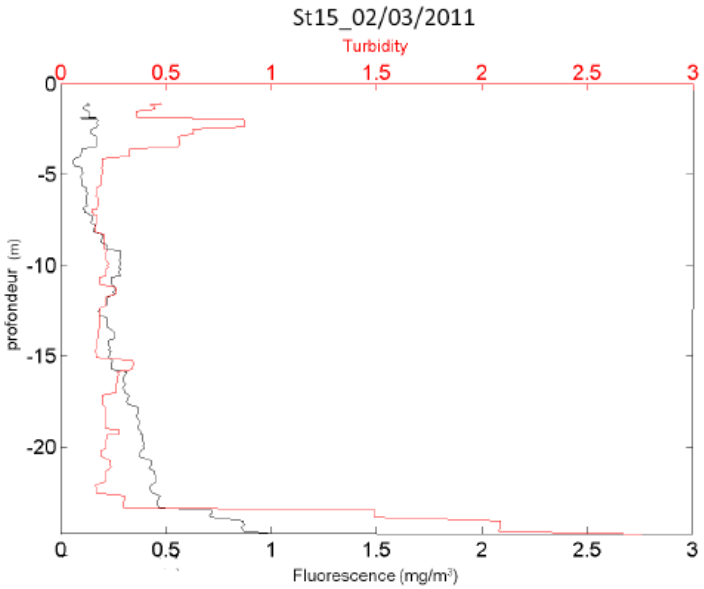
– **Éléments majeurs et pH** : les résultats sont conformes aux valeurs attendues, sur toutes les stations. Aucune variation significative n'est observable par rapport aux résultats des missions précédentes.

– **Matières en suspension (MES)** : au niveau de la turbidité de la colonne d'eau, lors de la mission de mars, une néphéloïde benthique est présente en baie de Prony : en ST15 (Creek baie nord) et ST19 (Bonne anse), comme le montrent les profils suivants.

La turbidité (figure 12a) est bien en accord avec le graphe de la figure 12b qui montre que les MES sont plus concentrées au fond, sur ST15 et ST19). Les résultats MES, turbidité, fluorescence, concentration en chlorophylle a et phéo-pigments concordent et montrent tous le présence de cette couche (néphéloïde) benthique.

Figure 12a : Turbidité selon la profondeur, sur les stations proches du creek de la baie Nord (ST15) et de Bonne-anse (ST19) en baie de Prony

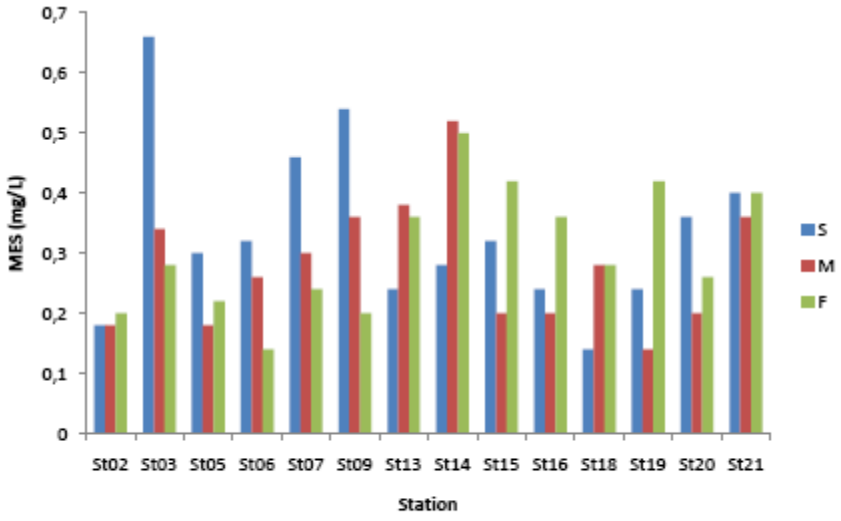




La forte concentration de surface en MES observée à la station St 03 (0,66 mg/L cf. Graphe 12b)) peut être due aux apports terrigènes de Port-Boisé. Cette forte concentration n'est cependant pas mise en évidence sur les profils de turbidité et fluorescence de cette station. Pour la baie Kwé (ST06) matières en suspension et turbidité ne sont pas élevées.

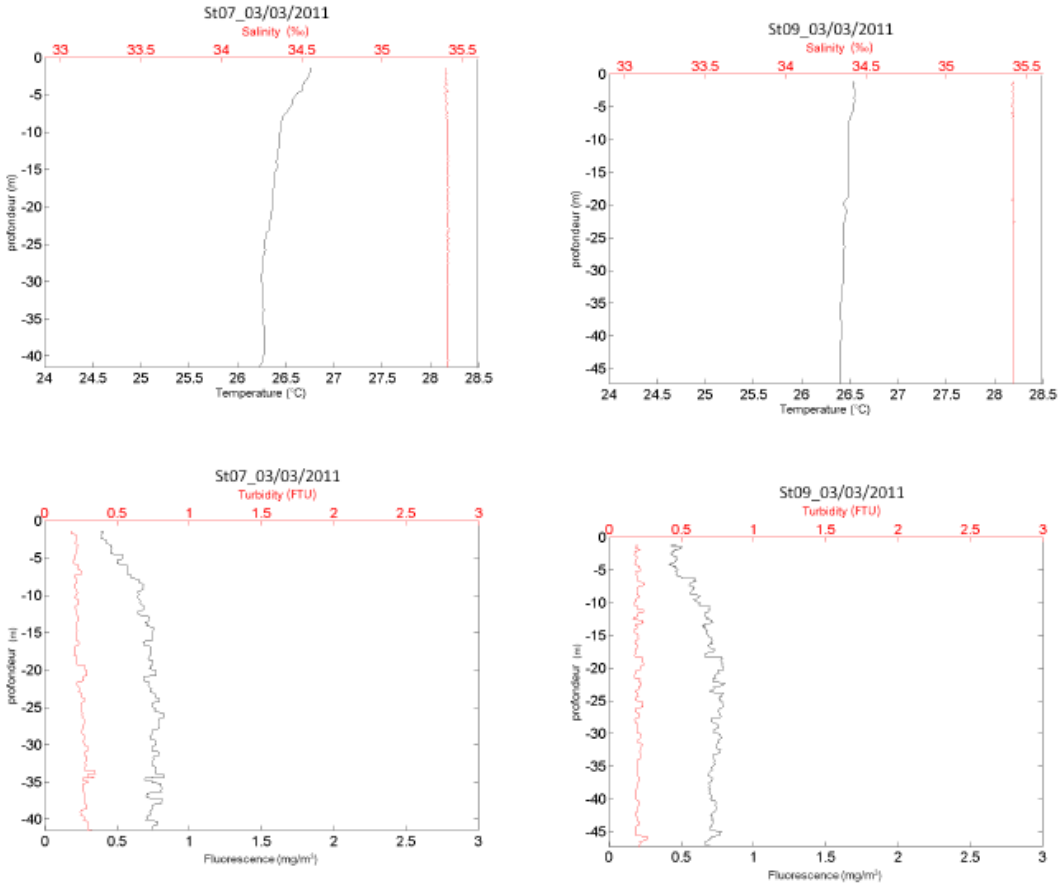
Les résultats des concentrations sur les stations du canal de la Havannah ST07, ST09, montrent deux fois plus de MES en surface qu'en profondeur, mais les profils de turbidité et de fluorescence ne le démontrent pas (figure 12c). Ces résultats sont à prendre avec précaution, du moins sur ST03 (Port-Boisé), ST09 et ST07 (centre canal de la Havannah). L'incohérence entre la teneur en MES en surface et le profil structural de la masse d'eau n'est pas expliqué. La précision des mesures est telle qu'elle décèle des concentrations et des variations très fines ; toutes ne sont pas expliquées mais pour la plupart des missions et des stations les corrélations sont logiques entre MES, turbidité, fluorescence, concentration en chlorophylle a et en phéo-pigments et pluviométrie.

Figure 12b : Matières en suspension à trois profondeurs par station



Concentrations des MES (mg/L) en surface (S), mi-profondeur (M) et fond (F) aux 14 stations de la zone étudiée lors de la campagne « saison humide » (1-3 mars 2011).

Figure 12c : Profil de la colonne d'eau sur les stations ST03 (Port-boisé) et ST09 (centre canal Havannah)

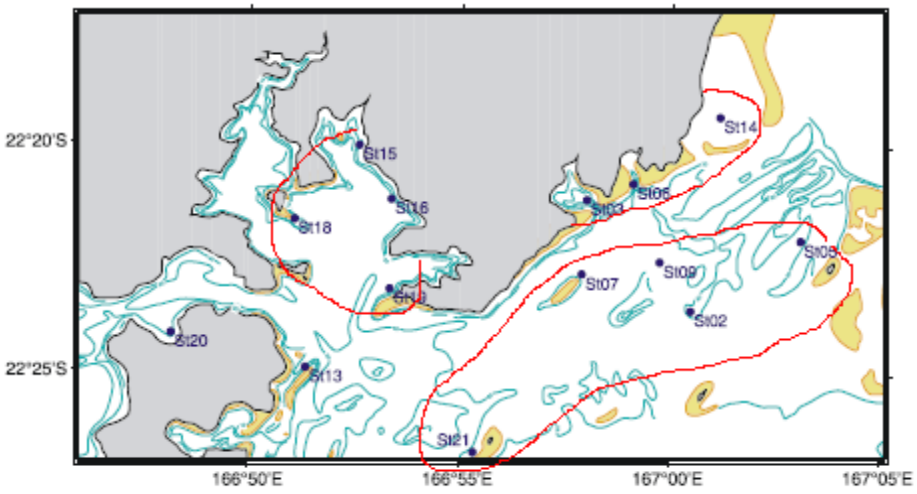


– **Sels nutritifs** : les valeurs restent dans la fourchette des valeurs attendues.

– **Chlorophylle a** : les deux stations de la baie de Prony montrant une néphéloïde benthique (ST15 du creek de la Baie Nord et ST19 de Bonne Anse) présentent des concentrations en chlorophylle a multipliées par neuf, avec la profondeur. Ce même gradient vertical est également observé, de façon moins prononcé, aux stations St03 (Port Boisé), St13 (Est île Ouen) et St21 (Station Ugo). Les concentrations de chlorophylle a mettent en évidence une plus forte activité phyto-planctonique en profondeur et peuvent être corrélées aux profils de fluorescence. Les phéopigments confirment cette observation.

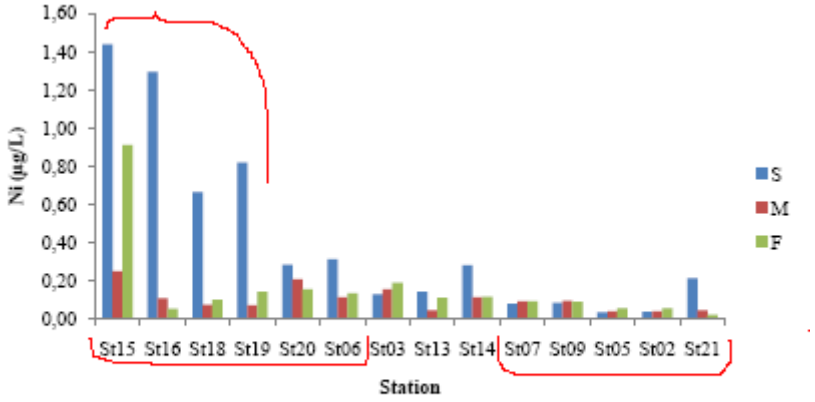
– **Concentration en métaux** : comme il a été observé lors de la campagne de mars 2010, les métaux naturellement contenus dans les roches latéritiques du sud calédonien (Co, Mn, Ni, Cr(VI), Cr(total) se distribuent selon un gradient côte-large bien individualisé. Les stations du Canal de la Havannah (St02, St05, St07, St09 et St21) influencées par les masses d'eau océaniques, se distinguent clairement par leur concentration en métaux (Co, Mn, Ni, Cr(VI), Cr(total) nettement inférieure à celle mesurée aux stations proches des côtes (St03, St06, St14, St15, St18 à St19). Cette différence est particulièrement flagrante au niveau des stations de la Baie de Prony dont les concentrations moyennes obtenues sont trois à neuf fois plus élevées que celles mesurées dans le canal de la Havannah. À titre de rappel la position des stations est indiquée sur la carte ci-dessous.

Figure 13 : Rappel de la position des stations et des grands ensembles

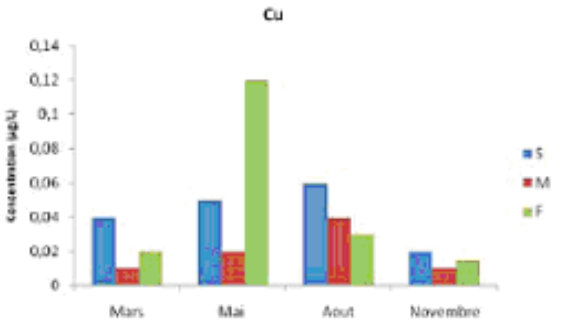


Localisation géographique des stations de prélèvements dans la colonne d'eau.

Figure 14 : Concentration en « indicateur d'influence terrigène » Ni, en fonction de l'éloignement à la côte



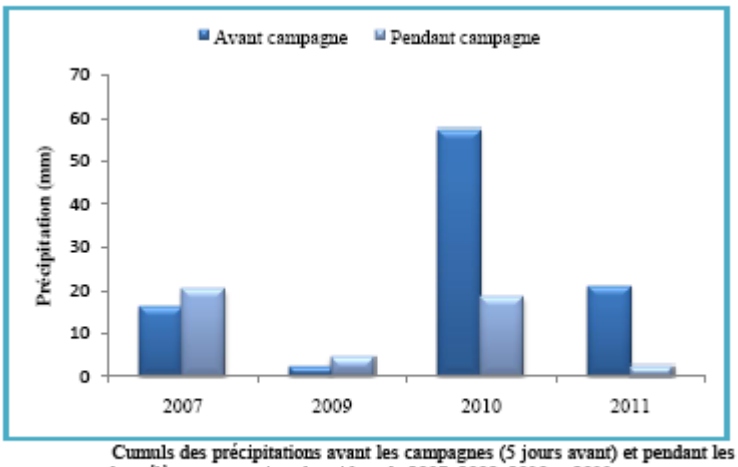
Evolution spatiale des concentrations en Ni en fonction de l'éloignement à la côte (1-3 mars 2011).



Evolution des concentrations de Cu à la station St16 au cours des quatre campagnes 2010

Une synthèse des résultats acquis depuis le mois mars 2007 a été réalisée pour la saison « humide (ou chaude) ». Il faut noter que bien qu'effectuées en saison dite « humide », les conditions de pluviométrie n'ont pas été similaires chaque année, et leur influence est forte.

Figure 14 : Comparaison des précipitations avant les prises d'échantillons et pendant la mission pour les saisons « humides » depuis 2007



Cumuls des précipitations avant les campagnes (5 jours avant) et pendant les campagnes de prélèvement « saison humide » de 2007, 2009, 2010 et 2011.

L'analyse de l'évolution temporelle est concentrée sur 4 stations représentatives des biotopes :

– sous influence côtière terrigène : ST06 (baie Kwé) et ST15 (creek de la Baie Nord),

– sous influence marine : ST05 (îlot Kié) et ST09 (centre du canal de la Havannah).

Les analyses manquent encore de recul (base de données plus grande) mais :

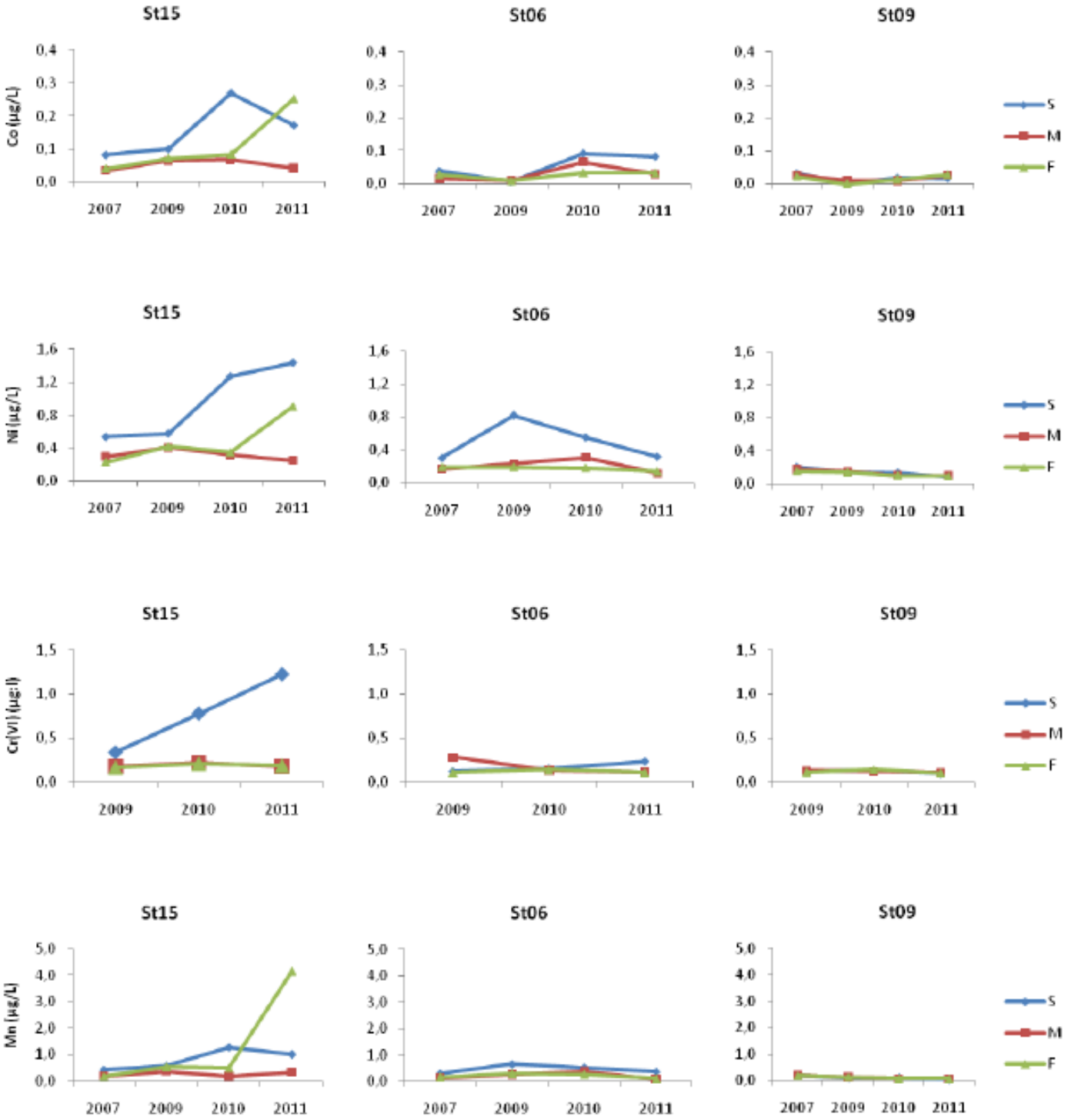
– **Sels nutritifs** : pas de tendance particulière.

– **Concentration moyenne de chlorophylle a** : elle a presque doublé entre 2007 (0,43 ± 0,13 µg/L) et 2010 (0,78 ± 0,20 µg/L) et est pratiquement similaire entre 2010 et 2011. Entre les campagnes de saison humide, la concentration des stations du canal de la Havannah varie de manière similaire aux variations observées dans le domaine entier. La concentration moyenne de chlorophylle a des stations de la Baie de Prony ne diffère pas entre 2009 et 2011.

– **Métaux dissous** : dans le domaine d'étude, les concentrations moyennes de Co, Mn et Ni sont stables entre les différentes campagnes de saison humide menées depuis 2007. Alors que les concentrations moyennes de Mn et Ni des stations du Canal de la Havannah diminuent légèrement, celles des stations de la Baie de Prony ont augmenté entre 2010 et 2011. Cette augmentation est probablement liée à la forte concentration mesurée en profondeur à la station St15 lors de la campagne de mars 2011. La concentration moyenne en Co des deux zones (Havannah et Prony) reste relativement stable entre 2007 et 2010. Alors que la concentration en Cr(VI) des stations du Canal de la Havannah reste stable entre 2009 et 2011, celle des stations de la Baie de Prony augmente entre 2009 et 2011. La concentration de Cr total des stations de la Baie de Prony augmente également entre 2007 et 2011, cependant, au vu des écart-types importants, cette tendance doit être interprétée avec précaution.

– **Concentrations moyennes de Fe, Zn et Cu** : elles varient entre les différentes campagnes de saison humide. Les écart-types montrent une importante dispersion de la concentration pour ces trois métaux ; aucune tendance ne peut donc être déterminée entre les différentes campagnes. La figure 15 suivante est une synthèse de l'évolution des concentrations en métaux (Ni, Co, Mn et Cr VI), sur les 3 stations caractéristiques : ST06 Kwé, ST15 creek Baie Nord et ST09 centre canal de la Havannah, à 3 profondeurs différentes pour chaque station et pour les saisons humides de 2007 à 2011.

Figure 15 : Synthèse de l'évolution de la concentration en métaux (Ni, Co, Mn et Cr VI) sur les stations ST06 (Kwé), ST15 (creek de la Baie Nord) et ST09 (centre du canal de la Havannah), à 3 profondeurs différentes pour chaque station en saison humide de 2007 à 2011

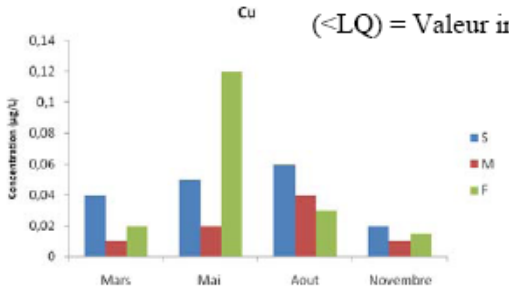


Au port le cuivre est suivi avec attention, sa concentration mesurée en mars 2011 est en baisse très notable. Les données suivantes rappellent les concentrations en Cu au niveau de la station du port de Prony, aux trois profondeurs de la colonne d'eau, pour 2010 et les résultats obtenus en mars 2011 :

		Mars 2010	Mai 2010	Aout 2010	Novembre 2010	Mars 2011
Station	Profondeur	Cu (µg/L)	Cu (µg/L)	Cu (µg/L)	Cu (µg/L)	Cu (µg/L)
ST16	S	0,04	0,05	0,06	0,01	0,05
ST16	M	0,01	0,02	0,04	0,01	<LQ
ST16	F	0,02	0,12	0,03	0,02	<LQ

(<LQ) = Valeur inférieure à la limite de quantification de l'ICP-OES.

<LQ : < 0,015



Evolution des concentrations de Cu à la station St16 au cours des quatre campagnes 2010

Les stations de prélèvement proches du diffuseur n'enregistrent pas de modification des paramètres physico-chimiques.

La station du port reste stable et n'enregistre aucune augmentation en métaux. Le suivi annuel qui lui est consacré reprendra l'analyse temporelle à raison de 4 missions par an.

Au cours de la campagne du premier trimestre 2011, il n'apparait aucune non-conformité aux valeurs attendues, par rapport aux valeurs des états de référence et des campagnes précédentes. Une étude de synthèse temporelle poussée sera effectuée quand une année supplémentaire enrichira encore la base de données.

Le rapport intégral se trouve à l'annexe 2 de ce document. Certains paramètres (As, NOD, NOP) *seront ajoutés en annexe ou dans le rapport annuel en raison de retards d'analyses.*

2.2.2 Suivi des écosystèmes coralliens et des populations associées

2.2.2.1 Bilan par station suivie

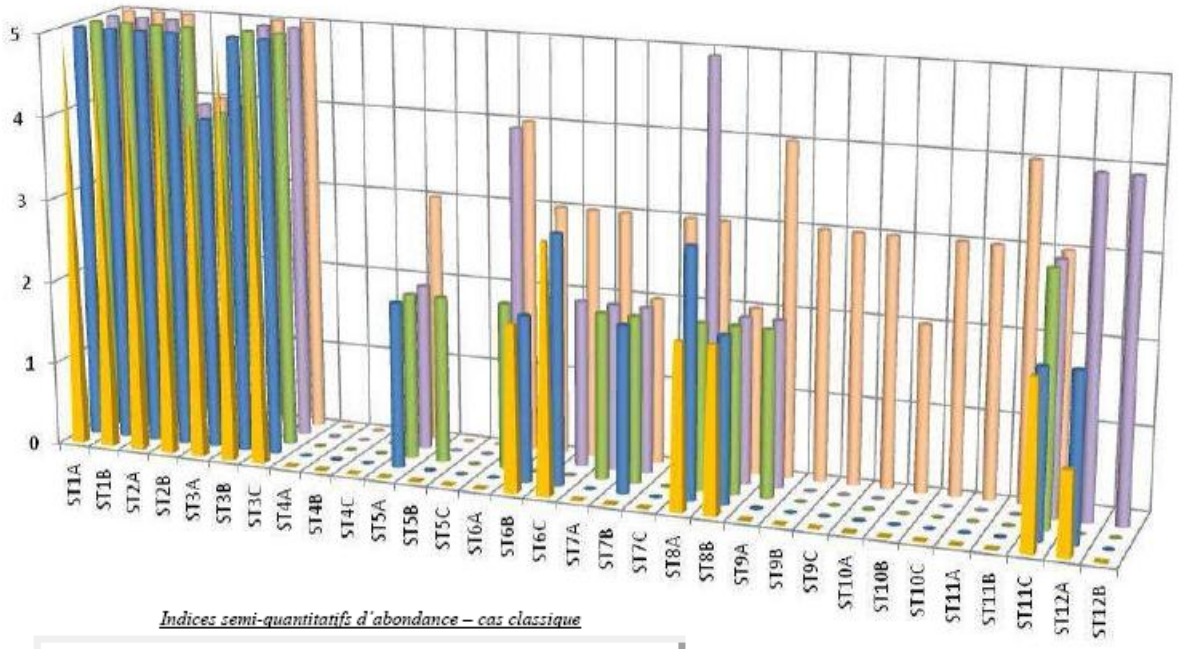
Station ST01 de l'îlot Casy

Bien que située au sud de l'îlot, et donc à l'opposé de la zone des transplantations coralliennes, cette station montre une évaluation du benthos, et notamment du corail, en accord avec le suivi des zones de transplantations. Le recouvrement corallien est faible autour de l'îlot Casy. Cette station se caractérise par un recouvrement important en algues brunes (*Lobophora variegata, Sargassum, Distromium, Dictyota* et quelques *Padina*). Les macrophytes sont distribuées sur du sable coquillé (il représente plus de 70% du substrat, donc substrat abiotique) et sur de petits massifs coralliens répartis de manière hétérogène. Les alcyonaires occupent également une part importante du recouvrement (principalement *Sarcophyton, Sinularia* et *Lobophytum* et dans une moindre mesure *Dendronephthya*).

Le graphique suivant montre le suivi des algues brunes sur toutes les stations au cours des années, les 3 stations de la baie de Prony ont toujours été richement représentées par les algues brunes, et de façon moindre par les algues vertes et rouges. Un chapitre est consacré au suivi algal, le rapport intégral le présente en annexe de ce document.

Stations situées en baie de Prony : ST1, ST2 et ST3

Figure 12 : Abondance en algues brunes (échelle de 1 à 5) depuis 2008



Indices semi-quantitatifs d'abondance – cas classique

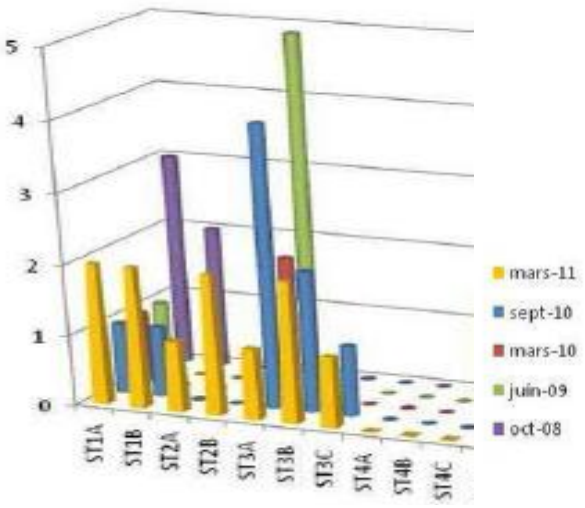
ECHELLE	RECOUVREMENT	ABONDANCE (nb individus ou colonies / 100 m²)
1	Rare	1
2	Faible	2 à 10
3	Moyen	11 à 20
4	Fort	21 à 41
5	Important	plus de 41

Indices semi-quantitatifs d'abondance – présence de grandes colonies (plusieurs m²)

ECHELLE	RECOUVREMENT	ABONDANCE (surface / 100 m²)
1	Rare	< 0.5% (soit < 0.5 m² / 100 m²)
2	Faible	> 0.5% (soit > 0.5 m² / 100 m²)
3	Moyen	> 5% (soit > 5 m² / 100 m²)
4	Fort	> 10% (soit > 10 m² / 100 m²)
5	Important	> 15% (soit > 15 m² / 100 m²)

Désormais les cyanobactéries sont peu abondantes, elles se développent en petite proportion sur les débris coralliens. Elles ne prolifèrent plus comme pour la mission du mois d'octobre 2008 sur les *Lobophora variegata* (algue brune) et autour de la grande colonie de *Lobophyllia corymbos.* Le graphique suivant montre le suivi des cyanophycées en baie de Prony depuis 2008 sur les stations situées en baie de Prony : ST1, ST2 et ST3.

Figure 13 : Abondance en cyanophycées (échelle de 1 à 5) depuis 2008



Indices semi-quantitatifs d'abondance – cas classique

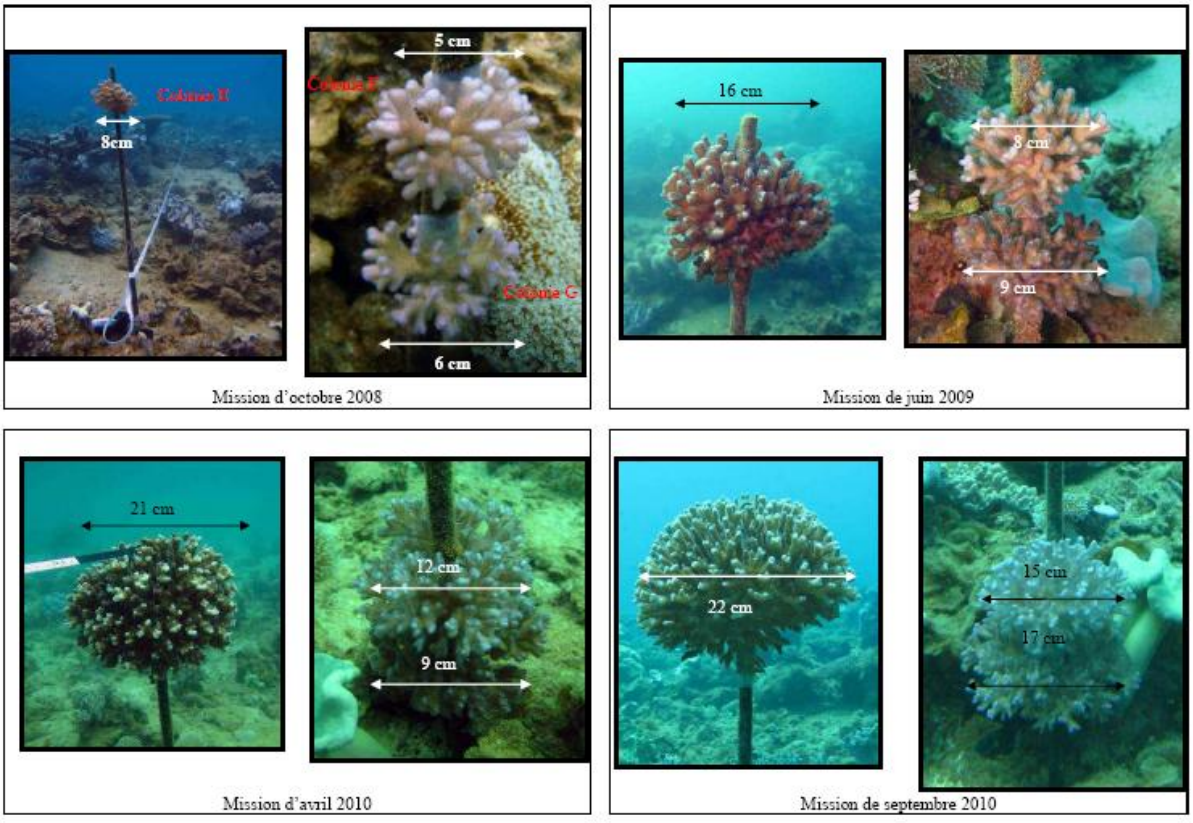
ECHELLE	RECOUVREMENT	ABONDANCE (nb individus ou colonies / 100 m²)
1	Rare	1
2	Faible	2 à 10
3	Moyen	11 à 20
4	Fort	21 à 41
5	Important	plus de 41

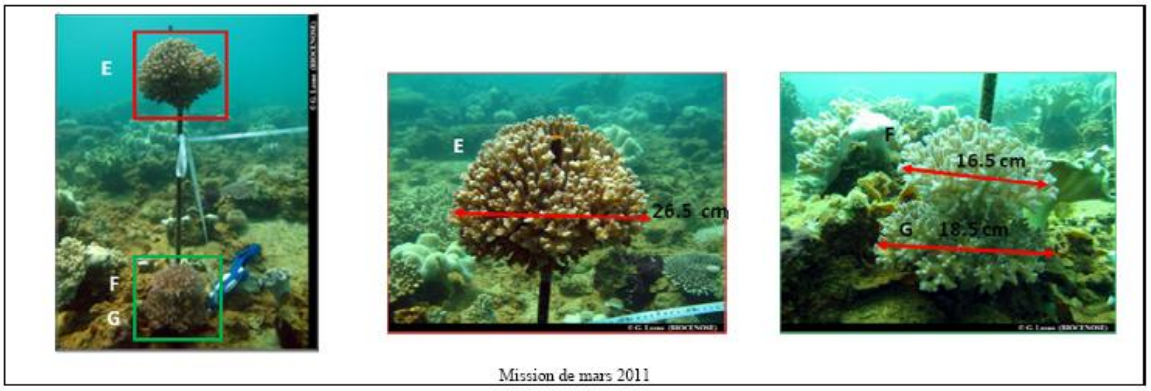
Indices semi-quantitatifs d'abondance – présence de grandes colonies (plusieurs m²)

ECHELLE	RECOUVREMENT	ABONDANCE (surface / 100 m²)
1	Rare	< 0.5% (soit < 0.5 m² / 100 m²)
2	Faible	> 0.5% (soit > 0.5 m² / 100 m²)
3	Moyen	> 5% (soit > 5 m² / 100 m²)
4	Fort	> 10% (soit > 10 m² / 100 m²)
5	Important	> 15% (soit > 15 m² / 100 m²)

Une synthèse de l'évolution des cyanobactéries a été est effectuée en complément lors de cette étude 2011 (Cf. chapitre suivant et rapport intégral en annexe 3).

Les piquets du *transect* A sont colonisés par des colonies de juvéniles coralliens, qui sont photographiés et mesurées à chaque mission, donnent des indications sur la rapidité de leur croissance. Il faut noter que le *transect* B par 10 m de profondeur est trop peu biotique pour être un support indicateur pertinent d'évolution du milieu, et ceci depuis tous les suivis et le premier état de référence. Les photographies suivantes montrent la croissance de colonies coralliennes *Pocillopora damicornis* E, F et G sur le piquet n°XX du *transect* ST01A, entre octobre 2008 et mars 2011. Ce piquet est référencé sur le plan de la station.



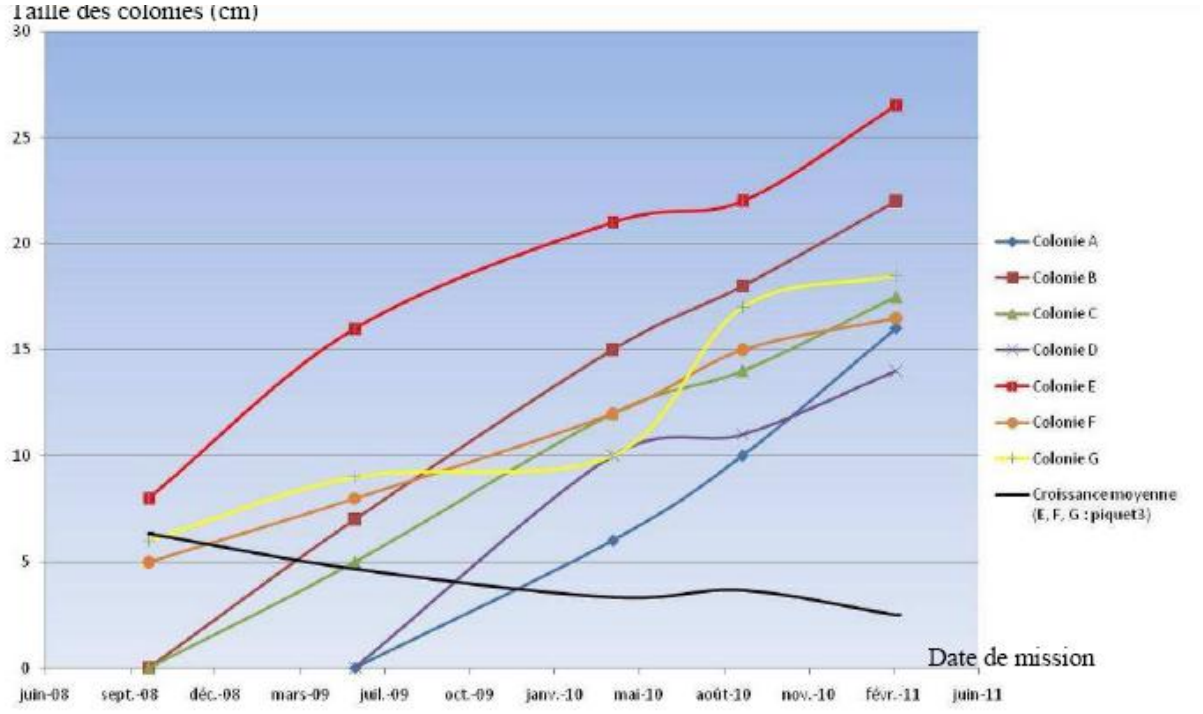


Désormais les trois piquets du *transect* A sont colonisés par 7 colonies de *Pocillopora damicornis* dont la taille en cm est indiquée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 12 : Taille des colonies coralliennes fixées sur les piquets du *transect* ST01 A

	(cm)	Oct. 2008	Juin 2009	Mars 2010	Sept. 2010	Mars 2011
Piquet 0	Colonie A	/	/	6	10	16
	Colonie B	/	7	15	18	22
	Colonie C	/	5	12	14	17,5
Piquet X	Colonie D	/	/	10	11	14
Piquet XX	Colonie E	8	16	21	22	26,5
	Colonie F	5	8	12	15	16,5
	Colonie G	6	9	9	17	18,5
Nb mois entre les missions		11	7.5	9.5	6	6
Date supposée 1ère ponte		Novembre 2007				
Croissance moyenne	Moyenne des colonies E, F, G	6.33	4.67	3.33	3.67	2,5
Croissance annuelle		6.91	7.47	4.21	7.33	5

Figure 14 : Taille des colonies coralliennes fixées sur les piquets du *transect* ST01 A



Le suivi de la croissance des jeunes colonies coralliennes référencées et mesurées depuis 2008 est intéressant. Dans certaines conditions et contextes cela peut être un indicateur ; l'analyse des cas étudiés en Baie de Prony tend à montrer une corrélation étroite avec les conditions météorologiques naturelles (saison chaude ou fraîche, dépressions annuelles).

Cette croissance est relativement importante pendant la première année de vie des colonies de *Pocillopora damicornis,* puis un ralentissement est noté entre le mois de juin 2009 et d'avril 2010, qui pourrait être corrélé aux pluies abondantes ayant eu une forte influence sur l'apport d'eau douce et de matières en suspension à l'embouchure des rivières dans la baie de Prony (rappel : la station ST01 n'a aucunement été sous l'influence de l'accident de fuite d'acide de 2009). Cet apport d'eau douce a eu pour conséquences une anomalie négative de salinité, une anomalie négative de température et une anomalie positive de turbidité (Cf. chapitre sur le suivi de la qualité de l'eau et la structure de la colonne d'eau qui corrobore ces faits). Ces trois facteurs peuvent être en partie à l'origine d'un affaiblissement des coraux (blanchissement, diminution de la croissance). On remarque également que la croissance n'est pas linéaire durant l'année et que la période hivernale (mai–août 2010) est plus favorable à leur développement.

On doit aussi remarquer que les courbes de croissance entre les différentes colonies suivent relativement la même tendance, sauf pour la colonie G. Cette différence peut être mise en évidence par la disposition des colonies F et G sur le 3ème piquet (Cf. photographie) ; les deux colonies étant à proximité l'une de l'autre vont se gêner mutuellement dans leur développement à mesure que leur croissance rapproche leurs polypes (lutte chimique et variabilité du développement intra-spécifique). Par compétition et interaction, des colonies proches s'influencent les unes les autres. A partir des courbes on constate également que la croissance diminue plus rapidement à partir de la 2ème année de développement. Désormais, la croissance des colonies tend à diminuer progressivement avec le temps. La moyenne de croissance des colonies E, F, G est de 2,5 cm entre le mois de septembre 2010 et le mois de mars 2011 (soit une croissance de 5 cm par an).

> *De telles observations et analyses vont au-delà du suivi réglementaire dans un cadre industriel, mais les occulter serait une perte scientifique et des pistes sur des indicateurs fixes pertinents sont ainsi explorées, en retour d'expérience. Pour les experts scientifiques de tels suivis sont une opportunité d'aller au-delà du cahier des charges et améliorer les connaissances ; c'est un « plus » qui entre dans la stratégie globale de la Convention pour la conservation de la biodiversité, qui fait grande part aux études d'amélioration des connaissances, notamment en mesures compensatoires*.

Station ST02 dite du creek de la Baie Nord

Elle a été inventoriée 5 fois suite à la fuite d'acide dans le creek en avril 2009. Il n'y avait pas de blanchissement dû à cette fuite. Cette station sujette à l'envasement présente une spécificité de coraux avec des espèces adaptées aux milieux turbides à faible pénétration de lumière dans l'eau. Leur croissance est rapide. Ces espèces présentent des adaptations telles que des sécrétions de mucus ou des polypes exceptionnellement grands pour se dégager de la sédimentation.

Cette adaptation évolutive de très longue date est intéressante ; avec 83 espèces sur le *transect* A et 70 espèces au *transect* B c'est la station qui présente la plus grande richesse spécifique corallienne de la baie de Prony et sur ce point précis elle est plus riche que la station en réserve Merlet.

Les colonies juvéniles observées pendant la dernière campagne de suivi sont en pleine croissance et de nouvelles colonies juvéniles apparaissent ; le recrutement[1] corallien fort à modéré en baie de Prony indique une facilité de régénération et une bonne santé de la zone récifale.

Un léger blanchissement corallien est visible, conséquence des dépressions cycloniques Vania et Zénia (janvier 2011). Le blanchissement corallien dû aux apports exceptionnels d'eau douce par les creeks a fait l'objet d'une étude spécifique commanditée par Vale Nouvelle-Calédonie début 2011. Elle est en cours de finalisation, mais il est déjà noté que la baie du carénage (hors influence Vale Nouvelle-Calédonie) a présenté un très fort blanchissement corallien en 2011 suite aux apports d'eau douce du cyclone Vania (pluviométrie sur le site minier : 539mm /48h**)**. La synthèse de cette étude sera disponible en fin d'année 2011. Elle sera communiquée avec le rapport annuel de surveillance.

[1] *Jeunes colonies coraliennes nouvellement installées.*

Station ST03 du port de Prony
Elle présente une forte sédimentation qui provient des apports terrigènes charriés par les creeks de la zone. Les photographies aériennes confirment cette observation (cf. extrait cartographique ci-dessous). En surface la visibilité peut être réduite en raison de l'apport d'eau douce de la rivière et de résurgences de matières en suspension *(halocline : masse d'eau douce sur masse d'eau salée).*

Figure 15 : Station ST03 en baie de Prony

Pendant la mission de mars on a pu observer une croissance algale sur les 2 *transects* supérieurs (et surtout en B), avec + 17.5% (en A) et + 43% (en B) par rapport à la mission de septembre 2010, ce qui augmente significativement la part biotique car ces algues couvrent saisonnièrement le substrat qui peut donc être abiotique ou biotique.

Il est à noter **l'absence totale de cyanobactéries sur les 3 *transects*.**

Une étoile de mer *Culcita novaeguinea* est aussi inventoriée mais pas de dégradation corallienne corrélée.

La comparaison annuelle du taux de recouvrement du substrat par la vase est effectuée pour répondre à une problématique liée au projet. Depuis 2007, en comparant le pourcentage de couverture du substrat vaseux le long des *transects* LIT, et son évolution au cours des missions**, il n'a pas été mis en évidence d'envasement accru de la zone.**

Le recouvrement sédimentaire paraît stable. Les variations sont dues aux variations saisonnières des algues dont le développement peut être important et, de fait, elles recouvrent saisonnièrement le substrat sur les deux premiers *transects*. Le graphique suivant montre le suivi de cet envasement sur le *transect* profond le plus représentatif du phénomène (substrat profond, *transect* - 13m : % d'envasement de : 2008 : 88% ; 2009 : 86% ; 2010a : 88% ; 2010b :84% et 2011a : 82%), et aussi sur les deux autres *transects* où la variation de la couverture algale est le phénomène le plus remarquable au fil des saisons *(les variations de couverture algale font l'objet d'un chapitre spécial, pour toutes les stations).*

Figure 16 : Surveillance de l'envasement des 3 *transects* de la station ST03 PORT

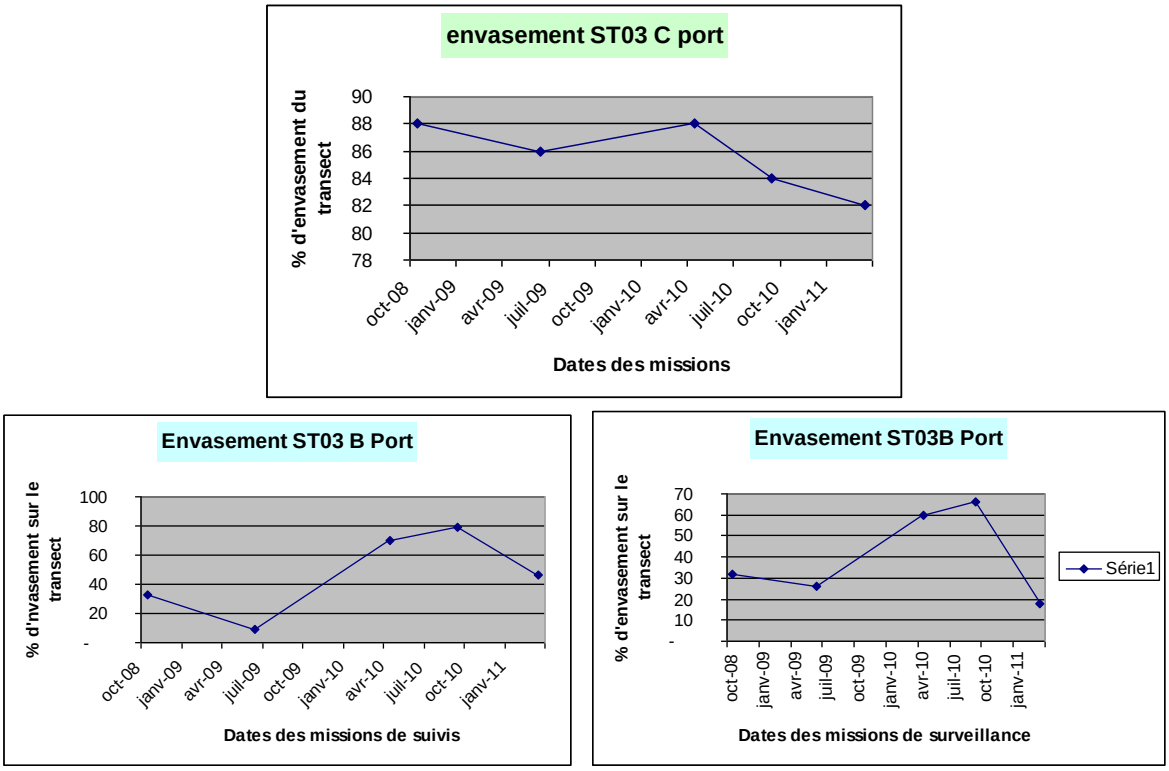
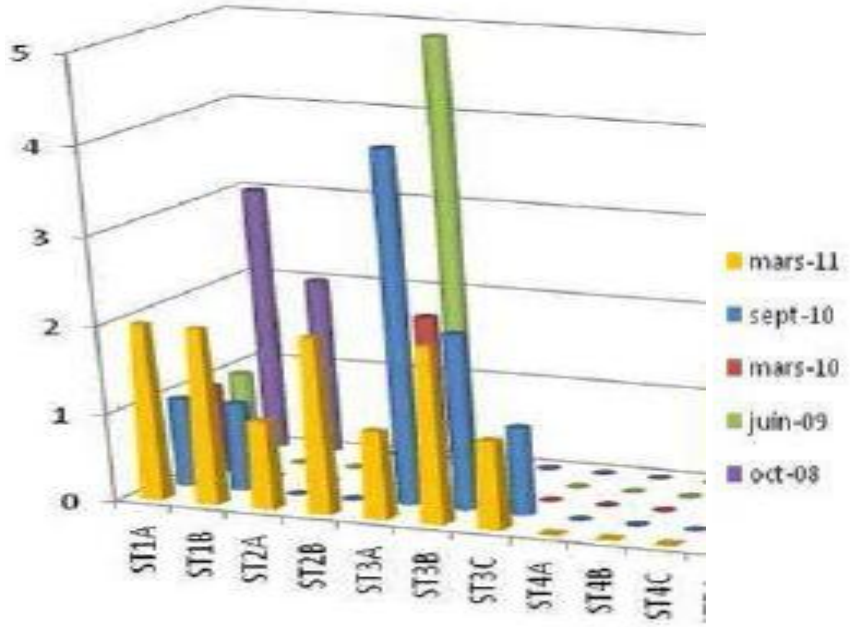


Figure 17 : Surveillance de la couverture des cyanobactéries en baie de Prony

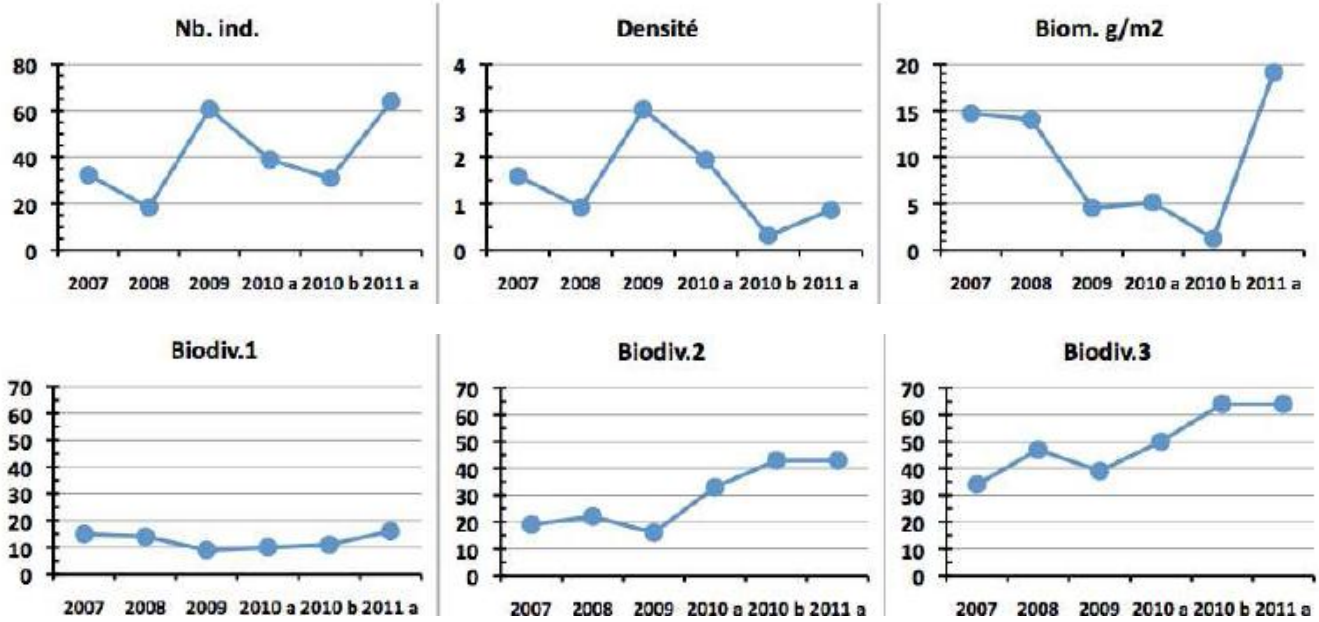
Les stations de la baie de Prony : ST01 – Casy ; ST02- Creek baie nord ; ST03 - Port
La station ST04 est située dans le canal Woodin



Le blanchissement corallien observé pour le niveau bathymétrique supérieur est faible et montre bien l'influence des dépressions (avec une pluviométrie de récurrence décennale pour Vania) qui ont apporté une grande quantité d'eau douce en baie de Prony en janvier 2011 *(une étude spécifique a été consacrée à ce sujet, elle sera présentée dans le rapport annuel).* Cependant, quand on compare l'évolution de la couverture des coraux durs (scléractinaires) depuis 2007, on observe une stabilité de ce paramètre *(avec un manque de réplicas pour assurer une fiabilité statistique).*

Le suivi ichtyologique de la station ST03 du port (analyse comparative depuis 2007) ne montre aucune variation si ce n'est une biomasse qui atteint 54, 04 g/m^2 sur le *transect* B, la moyenne de la biomasse pour les 3 *transects* ST03 est de 20,45 g/m^2. Les diagrammes suivants présentent la biomasse, la densité et le nombre d'individus (liste restreinte) ; moyenne faite des 3 *transects*. En-dessous : les biodiversités : 1, 2 et 3 avec une moyenne entre les 3 *transects* ST03 pour la liste totale des poissons inventoriées. Cet effort d'analyse montre une « très bonne santé » de la zone d'un point de vue ichtyologique.

Figure 18 : Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 sur la station ST03-Port



Conclusions pour la baie de Prony :

Sur l'ensemble des stations de la baie de Prony, le suivi ne montre pas d'évolution qui pourrait révéler des anomalies biologiques induites par une activité anthropique, mais plutôt d'ordre naturel (évènement climatique de longue période « La Niña » et évènements dépressionnaires de courte durée « Vania » et « Zelia »).

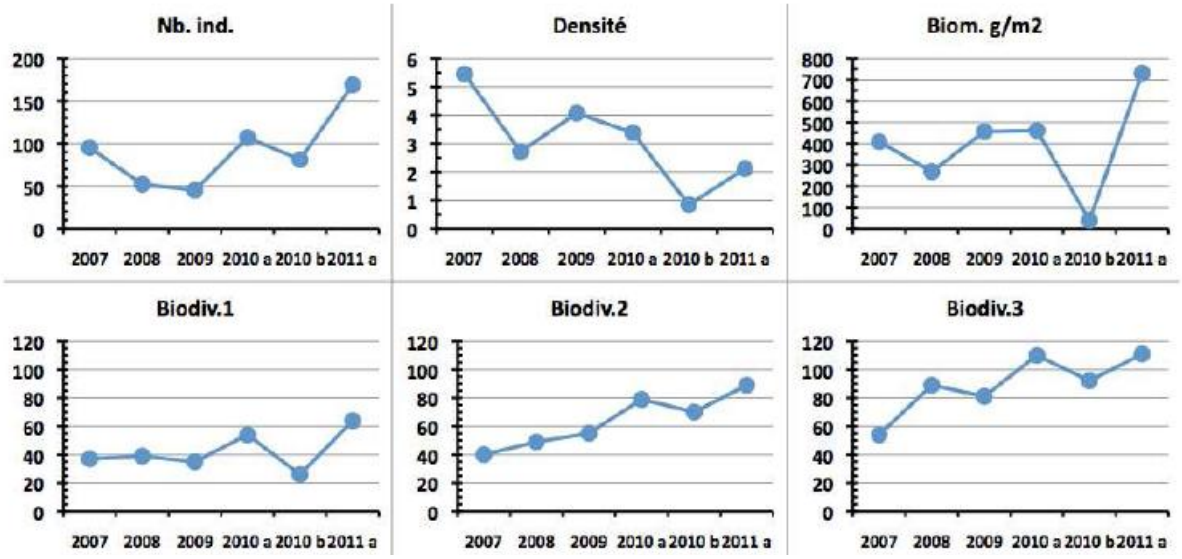
Ces deux types de phénomène climatique agissent différemment : les évènements dépressionnaires vont déstabiliser les communautés coralliennes sur une courte période, mais les variations environnementales vont être importantes, violentes et soudaines, alors que « La Niña » va avoir une faible amplitude sur les paramètres environnementaux, mais ce phénomène va affaiblir les coraux sur une durée plus importante.

Station ST04 du canal Woodin

Le fort hydrodynamisme de cette station est le facteur d'influence principal. La pente est abrupte (40°) et la luminosité faible en profondeur (21m). Cette station n'a jamais montré de cyanobactéries, c'est la seule station dans ce cas. Elle présente une biodiversité des poissons importante, juste après la station de la réserve Merlet et celle du banc Kié qui sont toujours en tête d'un point de vue ichtyologique. En mars 2011, et comme les stations dans le canal de la Havannah, elle a été « perturbée » par des bancs de poissons sprats qui ont attiré leurs prédateurs. Elle est dite stable par les experts avec un très léger blanchissement corallien début 2011.

Tableau 13 : Synopsis des résultats 2011 et récapitulatif des années précédentes (ST04)

Poissons



Stations situées dans le canal de la Havannah

Station ST05 d'Ioro

Le *transect* C est remarquable par sa quasi-absence de vie : il est positionné au-dessus du sable, et croise seulement un massif corallien mort (avec *tuff* algal) sur sa fin. Il est évident que, lors de l'évolution des plans de suivi, ce *transect* devra être déplacé ou supprimé car il ne fournit pas de donnée indicatrice pertinente, tout comme le *transect* ST01B. Lors du suivi du premier semestre 2011 :

– Le blanchissement est observé en petite proportion sur les trois transects (3 espèces concernées au transect A, 2 espèces en B et 1 espèce en C).

– Présence de cyanobactéries dont le développement se concentre sur des colonies coralliennes récemment mortes sur le transect le moins profond ayant subi l'impact des vagues lors de la dépression Vania.

– Variation du niveau bathymétrique pour les échinodermes (échinides et holothuries).

– Présence d'Acanthaster planci au transect B (et trace d'attaque ancienne).Cette étoile de mer dévastatrice du corail a été rarement observée à ce jour sur les stations de suivis ; sur la station de Ioro les dégradations hydrodynamiques dues au ressac et des traces d'anciennes proliférations d'Acanthaster sont visibles.

– Diminution de la richesse spécifique des spongiaires et des mollusques.

Pour chacune des 12 stations, l'évolution annuelle des paramètres ichtyologiques est calculée, comme dans l'exemple suivant, à la station de Ioro. Depuis 2007 le suivi est effectué avec exactement la même méthodologie : on recherche l'évolution temporelle du nombre **d'individus poissons**, de la **densité d'individus par m^2** et de la **biomasse grammes/m^2.** Les calculs sont effectués d'après la liste restreinte des espèces selon la méthodologie demandée par les textes réglementaires des arrêtés et de la Convention pour la biodiversité.

Figure 19 : Densité et biomasse sur listes restreintes - Exemple de suivi sur la station Ioro

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

- Densité (poissons/m²) = $D = (2L)^{-1} \sum_{i=1}^{p} n_i \, d_i^{-1}$

- Biomasse (g/m²) = $W = (2L)^{-1} \sum_{i=1}^{p} w_i \, d_i^{-1}$

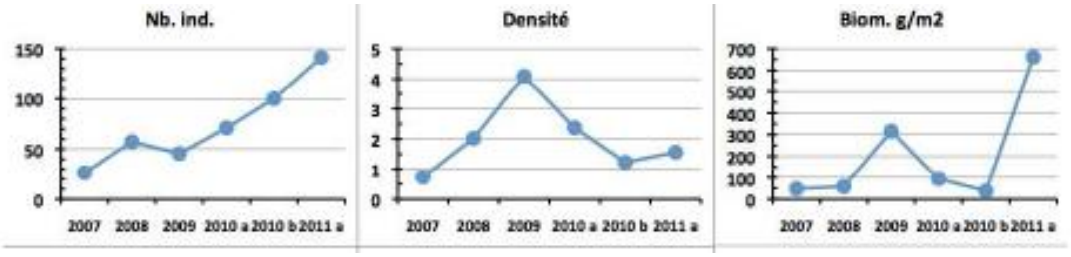
Où :

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

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

Où :

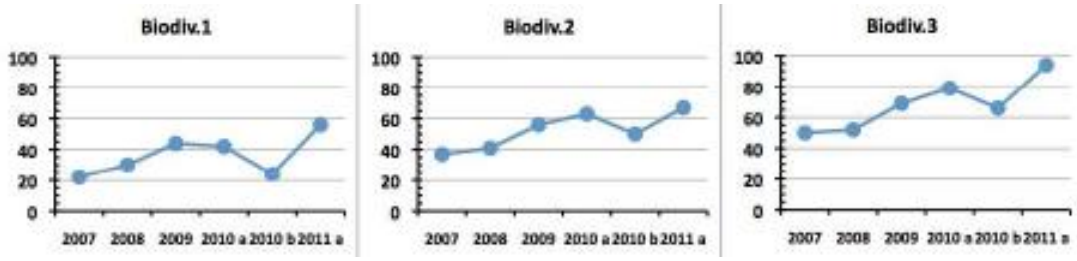
- *li = longueur du poisson*
- *a et b = variables*



IORO

Le biologiste responsable de cet échantillonnage est spécialisé en écologie marine et notamment en poissons récifaux. Il a donc également échantillonné l'ichtyofaune pour toutes les espèces. En effet, en notant les effectifs de chacune des espèces rencontrées il est possible 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).

Figure 20 : Biodiversité sur liste exhaustive. Exemple de suivi sur la station Ioro



L'ensemble des données, les comparaisons interannuelles ainsi que la synthèse sont présentés dans le rapport intégral en annexe 3 de ce document.

Station ST06 du banc Ionontea

Les stations **ST05 Ioro**, **ST06 Ionontea**, **ST07 base Chambeyron** et **ST09 banc Kié** sont situées dans le canal de la Havannah et encadrent la zone du rejet de l'effluent à des distances indiquées sur la carte ci-dessous. Ces stations sont en zone d'influence maritime et sous fort hydrodynamisme comme indiqué dans les suivis des caractéristiques physico-chimiques de l'eau.

Au niveau de ST06 Ionontea des coraux tabulaires ont été retournés par le cyclone Vania, de nombreux débris dus à l'hydrodynamisme sont présents sur les *transects*, notamment celui de bas de pente (27% du substrat, profondeur 21 m). Les cyanobactéries sont présentes mais sans « bloom ».

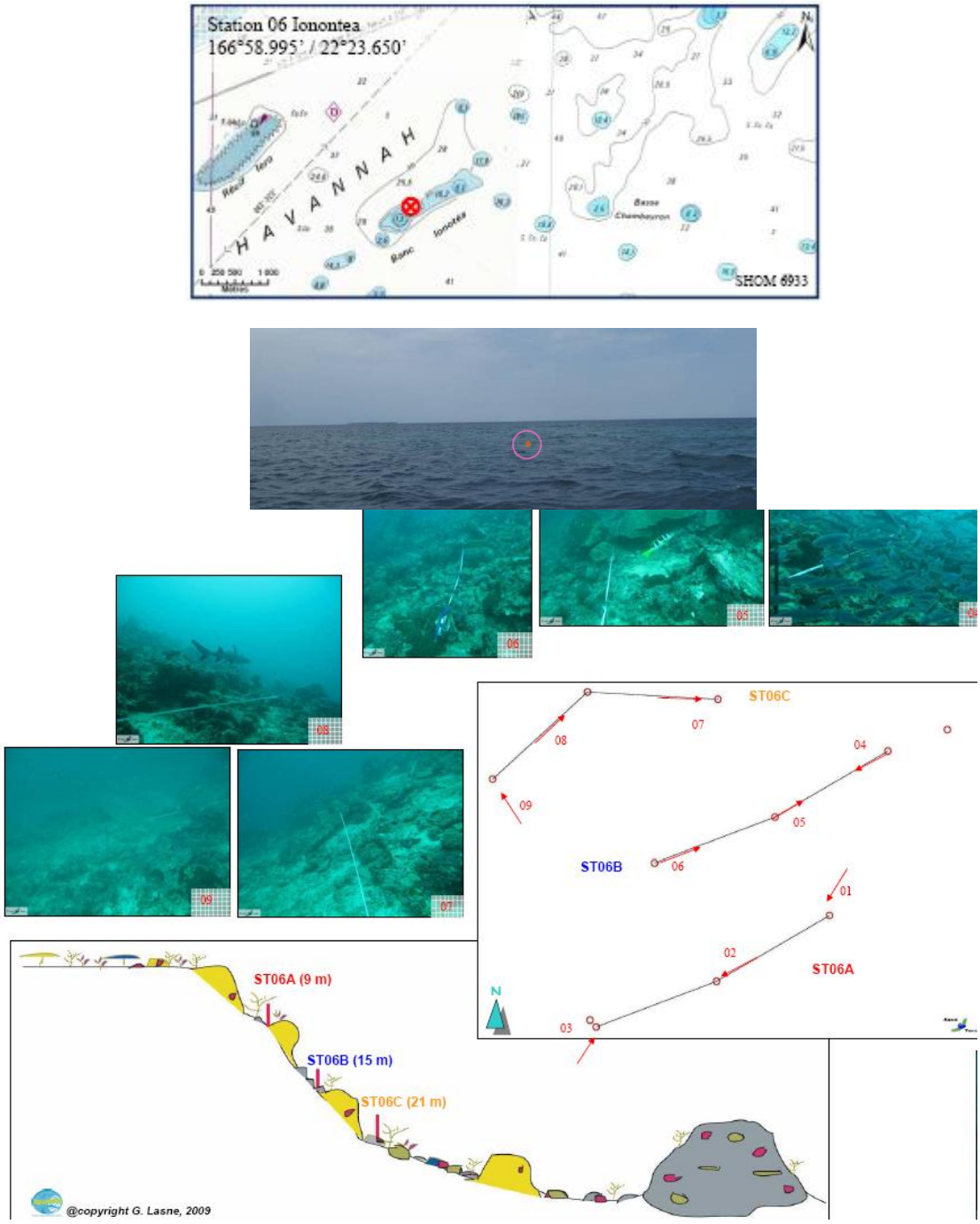
Figure 21 : Positionnement des stations éco systémiques autour du diffuseur

Un schéma structural est présenté (tableau et figure suivants), pour chacune des 12 stations fixes sous-marines. Ce schéma est réactualisé à chaque mission. Il permet de retrouver la station de façon aisée en cas d'urgence, en cas de mission par un autre prestataire que celui ayant effectué la pose, ou en cas de mission en double aveugle. Ces aides à la reconnaissance du positionnement sont données dans les rapports aux administrations compétentes et à l'OEIL. A titre d'exemple voici ce qui est indiqué pour la station ST06 :

Tableau 14 : Station ST06 du Banc Ionontea : schéma structural et positionnement

Localisation géographique	166°58.995'/ 22°23.650' Au nord-est du banc Ionontea. Au milieu du canal de la Havannah. Ce récif est totalement immergé et subit les forts courants de marée et l'assaut des trains de houle. Aucun abri n'est possible.
Nombre transects	3 transects. 9, 15 et 21 m de profondeur
Description des transects	Parallèlement à la rupture de pente sous une orientation du sud-ouest. A se situe au début de la rupture de pente du récif. B se trouve au milieu de la pente qui est abrupte. Cette déclivité et les courants intenses ont généré des éboulements de blocs (10 cm à 1 m) et retourné des *Acropora* tabulaires. C se situe en bas de pente. Au-delà, les massifs coralliens sont beaucoup plus espacés et le sable parsemé de débris, représente plus de 70% du recouvrement.

Figure 22 : Station ST06 du Banc Ionontea : schéma structural et positionnement

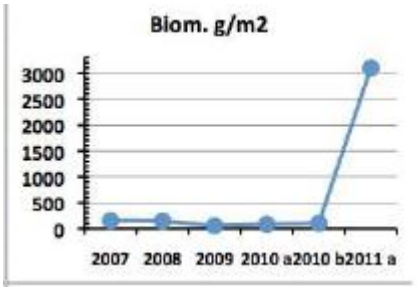


Station ST07 basse Chambeyron

Des couloirs d'avalanche et des colonies tabulaires de grande taille retournées témoignent du ressac destructeur qui a eu lieu sur cette station. Une zone d'Acropora branchu (*Acropora cf. formosa*) monospécifique, qui résistait depuis plusieurs années a été très dégradée lors des événements cycloniques du début d'année 2011. Au-delà de 6-7 mètres, la pente est inclinée à 40°, la zone présente des séquelles de dégradations mécaniques (tempêtes et cyclones) comme l'atteste un nombre conséquent de roches et de débris coralliens de tailles variées. Par le phénomène d'avalanche, les grosses colonies fixées à l'origine vers 6-7 mètres (gros Acropora tabulaires, Porites massifs…) ont été arrachées, détruisant les organismes fixés sur leur passage.

Poissons : sur l'ensemble des *transects* de la station, 609 individus appartenant à 55 espèces différentes ont pu être observés. Ils représentent une densité de 1,88 poissons/m² pour une biomasse de 3101 g/m².

Sur le *transect* C le plus profond, par 20 mètres de profondeur, une biomasse de 8,1 kg /m² a été inventoriée (en ne comptant que les espèces de la liste restreinte règlementaire). Mais ces résultats ne prennent pas en compte des bancs serrés de milliers de sprats évoluant dans la zone. La présence de ces petits poissons en même temps que les plongeurs biologistes est due au hasard et ils sont en si grande quantité qu'ils ont attiré les prédateurs sur cette zone. Les sprats ne sont pas sur la liste « restreinte » mais leurs prédateurs le sont. La biomasse exceptionnelle, supérieure à celle qui est enregistrée en réserve Merlet, est due à ces bancs de Sprats. Elle diminuera certainement au prochain suivi pour retrouver son niveau proche de 90g/m^2.



Conclusion pour les stations du canal de la Havannah qui entourent la zone de rejet de l'effluent traité :

- ***Les missions de surveillance effectuées en mars 2011 n'ont détecté aucune modification ni aucune tendance évolutive indiquant un stress ou un effet de l'effluent rejeté sur les stations qui entourent la zone du rejet.***
- ***Le passage des fortes dépressions du début de l'année est nettement visible par les dégradations mécaniques du corail et l'enchaînement des conséquences qui en découlent.***
- ***Le passage de bancs de sprats a « dopé » la biomasse de l'ichytofaune.***

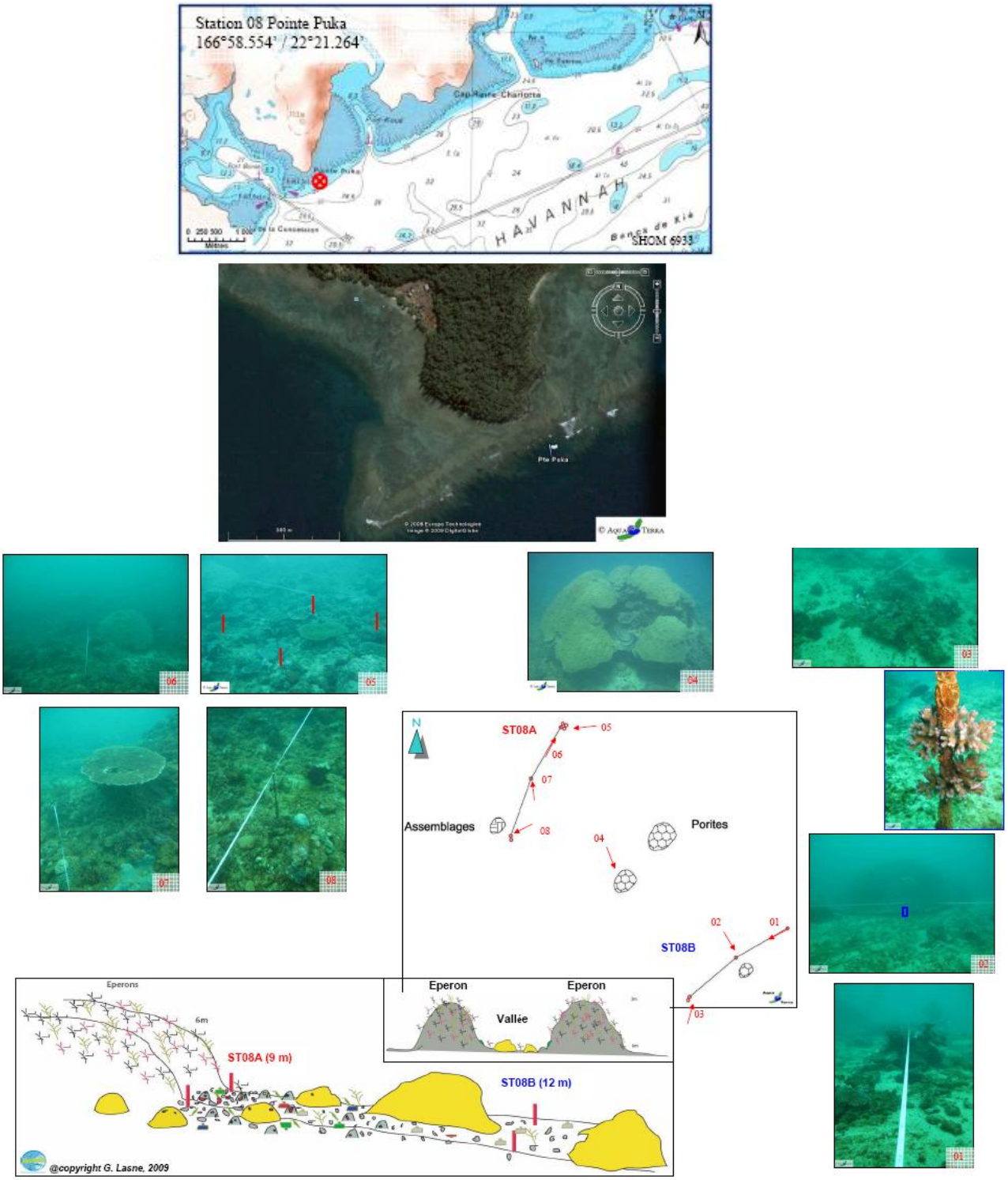
Les dégradations d'origine naturelle, dues au fort hydrodynamisme engendré par la houle et le ressac dans le canal de la Havannah, sont nettement visibles. Il s'agit de dégradations mécaniques sans conteste, sur le sommet des récifs, arasant les biocénoses benthiques les plus fragiles, arrachant des colonies coralliennes, retournant des colonies tabulaires et créant des effondrements de blocs et de débris le long des pentes récifales et du blanchissement corallien sur les colonies dégradées et/ou perturbées.

Malgré les courants de marée conséquents dans le canal Woodin, les dégradations mécaniques sont moindres que dans le canal de la Havannah.

Station côtière du canal de la Havannah ST08 pointe Puka

Cette station se situe entre la baie de Port Boisé et la baie Kwé et à 2,8 km dans le nord-ouest du premier trou de rejet d'effluent marin. Sa morphologie est particulière par rapport aux autres stations de suivi car elle est composée de plusieurs éperons séparés par des vallées d'une dizaine de mètres de largeur et jusqu'à 9 m de profondeur. Le recouvrement le plus important de madrépores se situe sur les flancs et le dessus des éperons, mais la richesse spécifique est moindre. Sur le fond des vallées le sable et les débris dominent mais une multitude d'espèces coralliennes de petite taille s'épanouissent.

Figure 23 : Station ST08 de la pointe Puka : schéma structural et positionnement



Il n'a pas été constaté d'envasement sur cette station côtière située entre la baie de Port Boisée et la Baie Kwé. Les cyanobactéries ont augmenté sur le *transect* B. En dehors du transect A, à ce niveau bathymétrique peu profond (9m) et côtier, il faut souligner la présence de nombreux massifs d'*Acropora* tabulaires renversés. Ceci, ajouté au taux élevé de cyanobactéries (4% en A et 24% en B), laisse penser que cette station est perturbée, peut-être par la passage de de Vania, cependant le recouvrement en coraux scléractiniaires se maintient et augmente même légèrement. Il faut donc surveiller attentivement cette station au cours de la prochaine mission, et si d'autres coraux tabulaires sont renversés ou brisés il ne pourra pas alors s'agir d'un effet dû au ressac cyclonique.

Station ST 09 du banc Kié
Les variations entre 2010 et mars 2011 sont :

– Dégradation des communautés benthiques sur l'ensemble de la station et plus particulièrement au transect A de surface (à cause de l'hydrodynamisme important).

– Diminution de la biodiversité des coraux (4 espèces au transect A), des macrophytes (1 espèces au transect B) et des invertébrés (3 espèces au transect A, 3 espèces en B et 1 espèce en C).

– Recrutement corallien faible (colonies coralliennes juvéniles).

– Blanchissement corallien modéré (7 espèces au transect A, 6 espèces en B et 3 espèces en C).

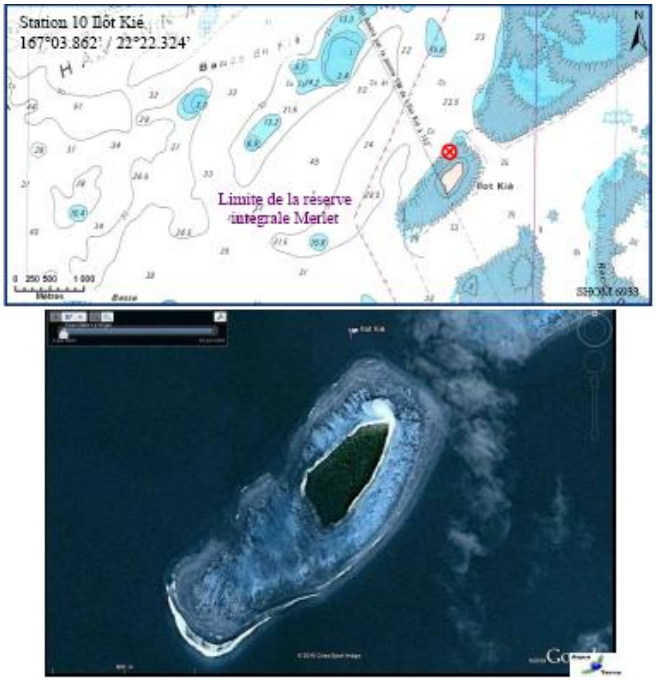
– Baisse du recouvrement et de la diversité des alcyonaires aux transects A et B.

– Absence d'algues brunes.

– Absence d'holothuries aux transects A et C et un seul spécimen en B (Holothuria monilis).

Station ST 10 en réserve Merlet : îlot Kié
Cette station est située à l'intérieur du périmètre de la réserve intégrale Merlet et du « bien » inscrit au patrimoine mondial de l'UNESCO. Une autorisation spéciale d'entrée, délivrée par la Province Sud, est nécessaire afin d'effectuer les évaluations semestrielles. Cette autorisation est toujours demandée et le suivi ne s'effectue qu'après obtention de l'accord réglementaire.

Figure 24 : Station ST10 en réserve Merlet, îlot kié : schéma structural et positionnement



Cette station est toujours remarquable par sa couverture en coraux Scléractiniaires (corail dur) qui représente 51% et 40% du substrat sur les *transects* A et B (il s'agit du plus fort taux de recouvrement

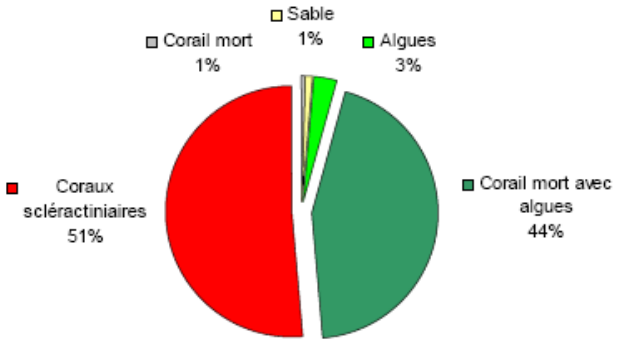
de toutes les stations suivies). Associés aux coraux morts recouverts d'algues ces deux *transects* obtiennent 98% et 97% de substrat biotique, ce qui est exceptionnel.

Les coraux (totaux) sont représentés par 56 espèces (*transect* A) et 57 espèces (*transect* B) sur cette station, mais il faut remarquer qu'à la station du creek de la Baie Nord en baie de Prony 83 espèces de coraux ont été inventoriées au t*ransect* A et 70 espèces au *transcect* B.

Le substrat du *transect* C de ST10 îlot Kié, est constitué essentiellement de sable (66%) ; ce *transect* n'est donc pas un bon indicateur.

A noter : il y a toujours des coraux en état de blanchissement ainsi que des cyanobactéries.

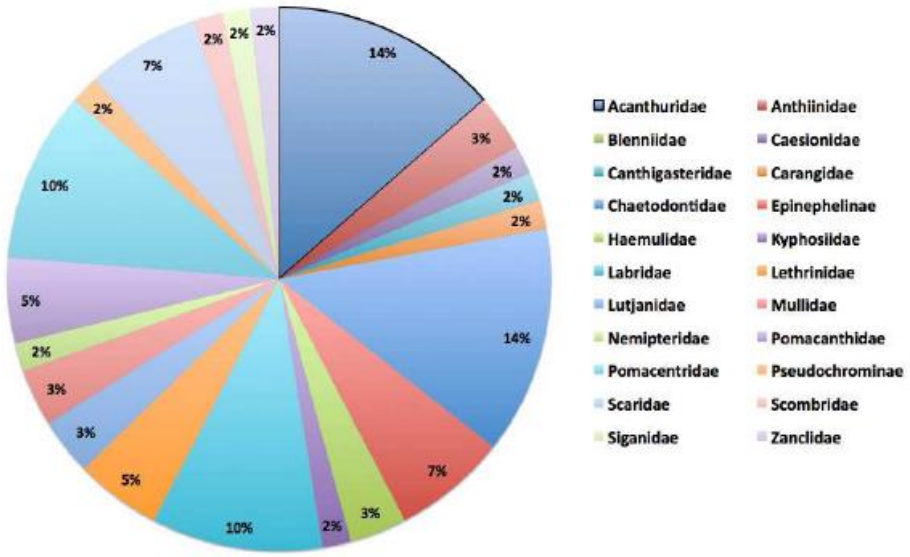
Figure 25 : ST10 Transect A Substrat. LIT, mars 2011



Les dégradations sur les coraux ne sont pas négligeables (22 espèces ont leur abondance en diminution et 3 espèces non pas été recensées lors de cette mission). De nombreux débris coralliens jonchent le sol (dégradation des coraux branchus). Quelques colonies du genre *Acropora* montrent des marques de blanchissement et de nécrose (certainement dus à de la prédation par des mollusques et des poissons *Bolbometoponte*). D'autres colonies (Acropora branchues et tabulaires) sont recouvertes par des cyanobactéries et présentent les symptômes de la maladie de la bande blanche (*white band disease*).

Pour les poissons, sur l'ensemble des *transects* de la station ST10, 1385 individus appartenant à 59 espèces différentes ont pu être observés. Ils représentent une densité de 5,47 poissons/m² pour une biomasse de 1014,9 g/m² (chiffre le plus important et sans aucune mesure avec les résultats des autres stations, cf. figure ci-dessous). La richesse spécifique par famille de poissons sur la station ST10 de l'îlot Kié en réserve Merlet est présentée ci-dessous :

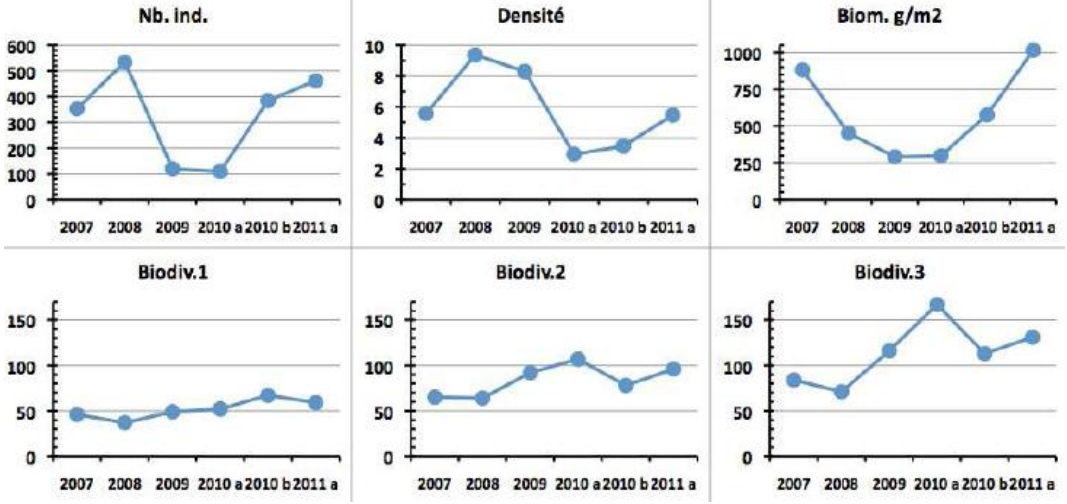
Figure 26 : Richesse spécifique par famille de poissons ST10 îlot Kié



Si la comparaison du nombre d'espèces par famille entre les années 2007 et 2011 est effectuée sous l'angle de vue de ce critère, les cinq campagnes sont hautement similaires. Le tableau ci-dessous présente les résultats de l'ichtyofaune sur la station ST10 de l'îlot Kié (réserve Merlet/ zone témoin) de 2007 à 2011.

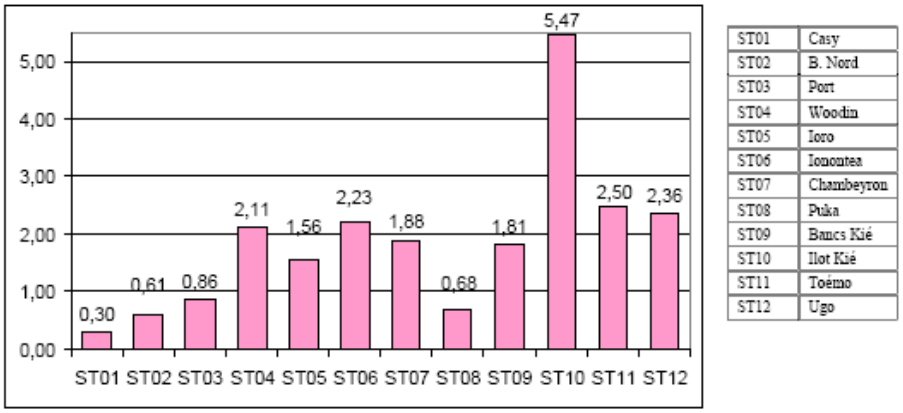
Tableau 15 : Synopsis des résultats 2011 et récapitulatif des années précédentes (ST10 îlot Kié)

Ilot Kié ST10		Liste DENV				Toutes espèces
		Transect TLV				Station
		Nb. ind.	Densité	Biom. g/m^2	Biodiv.	Biodiv.
2011 a	Transect A	775	7,86	1528,14	31	
	Transect B	341	4,70	213,41	29	
	Transect C	269	3,85	1303,17	27	
	Moy. ABC	461,67	5,47	1014,91	59	131
2010 b	Moy. ABC	384	3,46	576,45	67	113
2010 a	Moy. ABC	109,33	2,94	298,40	52	167
2009	Moy. ABC	120,00	8,30	291,10	49	116
2008	Moy. ABC	534,33	9,37	451,97	37	71
2007[14]	Moy. ABC	353,00	5,57	881,82	46	84



La station ST10, située en réserve intégrale Merlet, est nettement plus poissonneuse selon tous les paramètres indicateurs. Si la comparaison entre les années 2007 et 2011 est effectuée sur ce critère, les six campagnes sont hautement similaires.

Figure 27 : Densité de l'ichtyofaune par station en mars 2011 (m^2)



Pour plus de détails voir le rapport complet à l'annexe 3 de ce document.

Station ST11 du récif Touemo

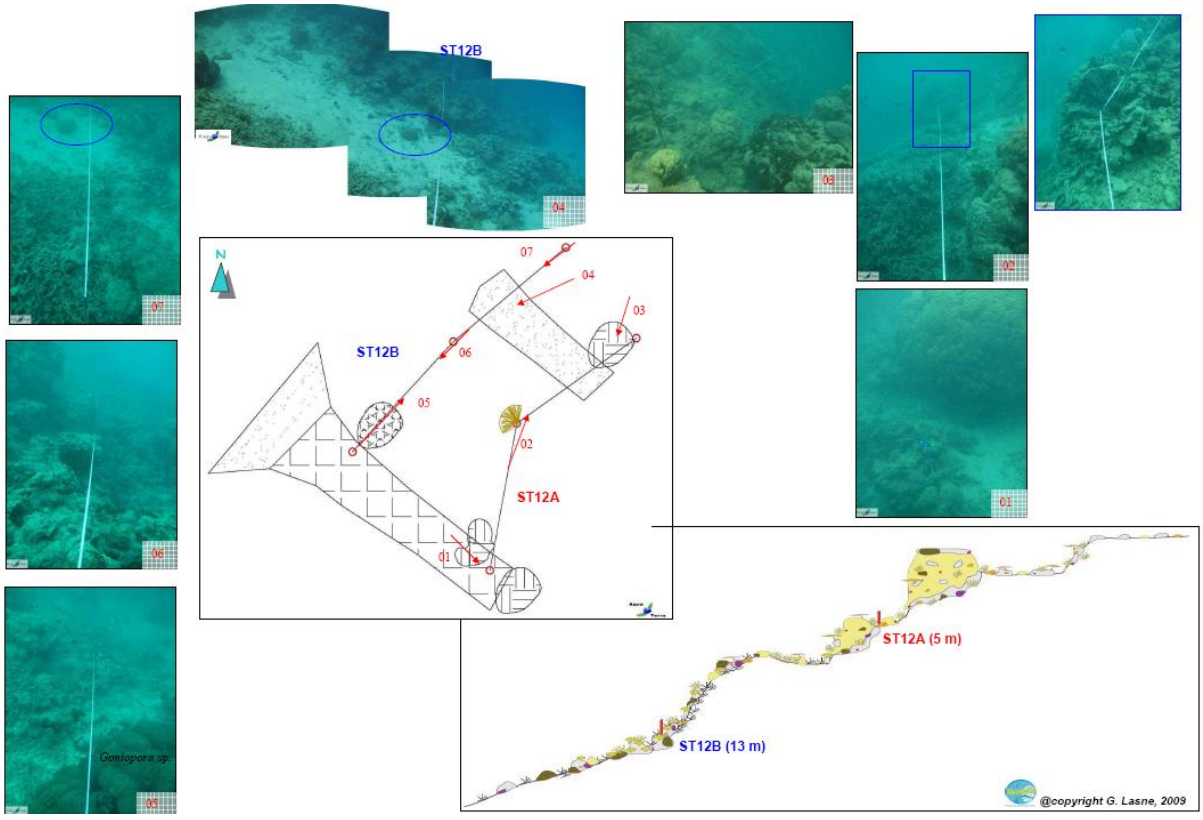
Les conditions hydrodynamiques sont très soutenues sur cette station située au nord-ouest du canal de la Havannah, à proximité de la grande passe de Goro. Sa position géographique et les conditions hydrodynamiques fortes permettent d'assimiler ce récif à une pente externe.

– Accumulation de débris coralliens et de roches en bas de pente.
– Les scléractiniaires (coraux durs) développent des morphologies robustes et résistantes.
– La richesse spécifique des coraux est relativement élevée pour les niveaux bathymétriques supérieurs.
– Les ascidies sont variées et abondantes.
– Aucun astérie, ni échinide n'ont été inventoriées sur ce récif, et aucune holothurie ne colonise le haut du récif.
– Cyanobactéries présentes mais en diminution et concentrées sur les nouveaux débris coralliens.
– Blanchissement corallien.

Cette station présente, avec celles de l'îlot Kié et des bancs Kié, le plus fort pourcentage biotique sur ses *transects* (97,8%), mais ce pourcentage est surtout dû à la classe de substrat des débris coralliens recouverts d'algues. Les évènements cycloniques du début d'année 2011 ont fortement endommagé les coraux se répartissant sur le sommet du récif. Les dégradations sont d'ordre mécanique dans un premier temps (colonies brisées par le ressac, débris coralliens éparpillés,) puis on constate un affaiblissement des coraux par le blanchissement (expulsion des zooxanthelles) de certaines espèces vulnérables et la prolifération des cyanobactéries mais de façon modérée.

Station ST12, dite d'Ugo

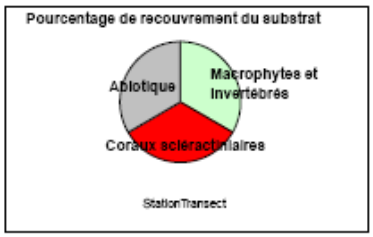
Il n'y a que 2 *transects* car sous 14 m de profondeur les constructions coralliennes deviennent de plus en plus restreintes (gros blocs rocheux et débris coralliens ayant dévalé la pente). Des couloirs d'effondrement caractérisent cette station ; le schéma et les photographies suivantes illustrent la station Ugo.



2.2.2.2 Comparaisons spatiales entre stations

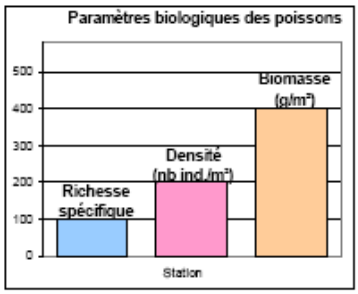
De façon synthétique, il est possible de présenter les résultats de la mission de suivi de mars-avril 2011 sur des cartes à vocation de **présentation synoptique** (sujettes à évoluer selon les besoins). Un exemple est donné ci-après.

Figure 28 : Représentation cartographique - légende

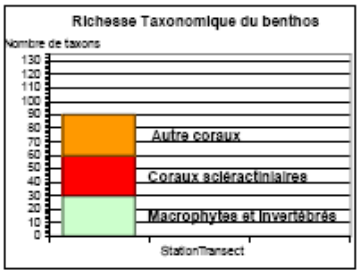


La légende de cette carte indique :

Le SUBSTRAT : camembert présentant le pourcentage Abiotique (en gris) du LIT sur chaque *transect* chaque station ; le pourcentage de coraux durs (Scléractiniaires) en rouge et les Macropcrophytes (algues) et invertébrés.



Les POISSONS : histogramme présentant la richesse spécifique, la densité et la biomasse sur liste restreintes, par station.



Le BENTHOS : en nombre de taxons par couloir d'inventaire sur chaque *transect* de chaque station avec les coraux durs, les autres coraux et les macrophytes + autres invertébrés.

Figure 29 : Résultats complets de la campagne de suivi, mars-avril 2011 (Baie de Prony : ST01, ST02 et ST03)

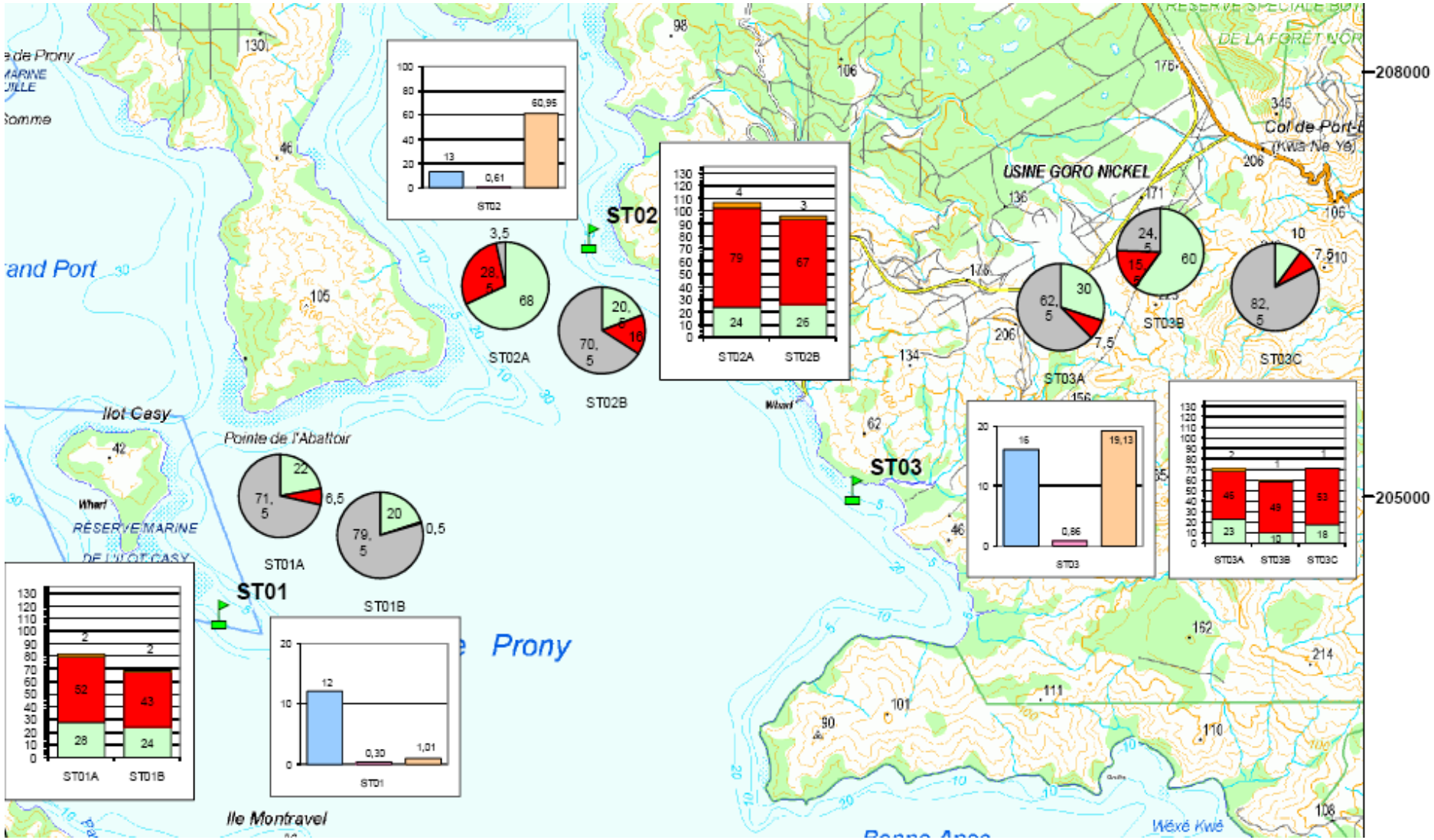


Figure 30 : Résultats complets de la campagne de suivi, mars-avril 2011 (Canal de la Havannah)

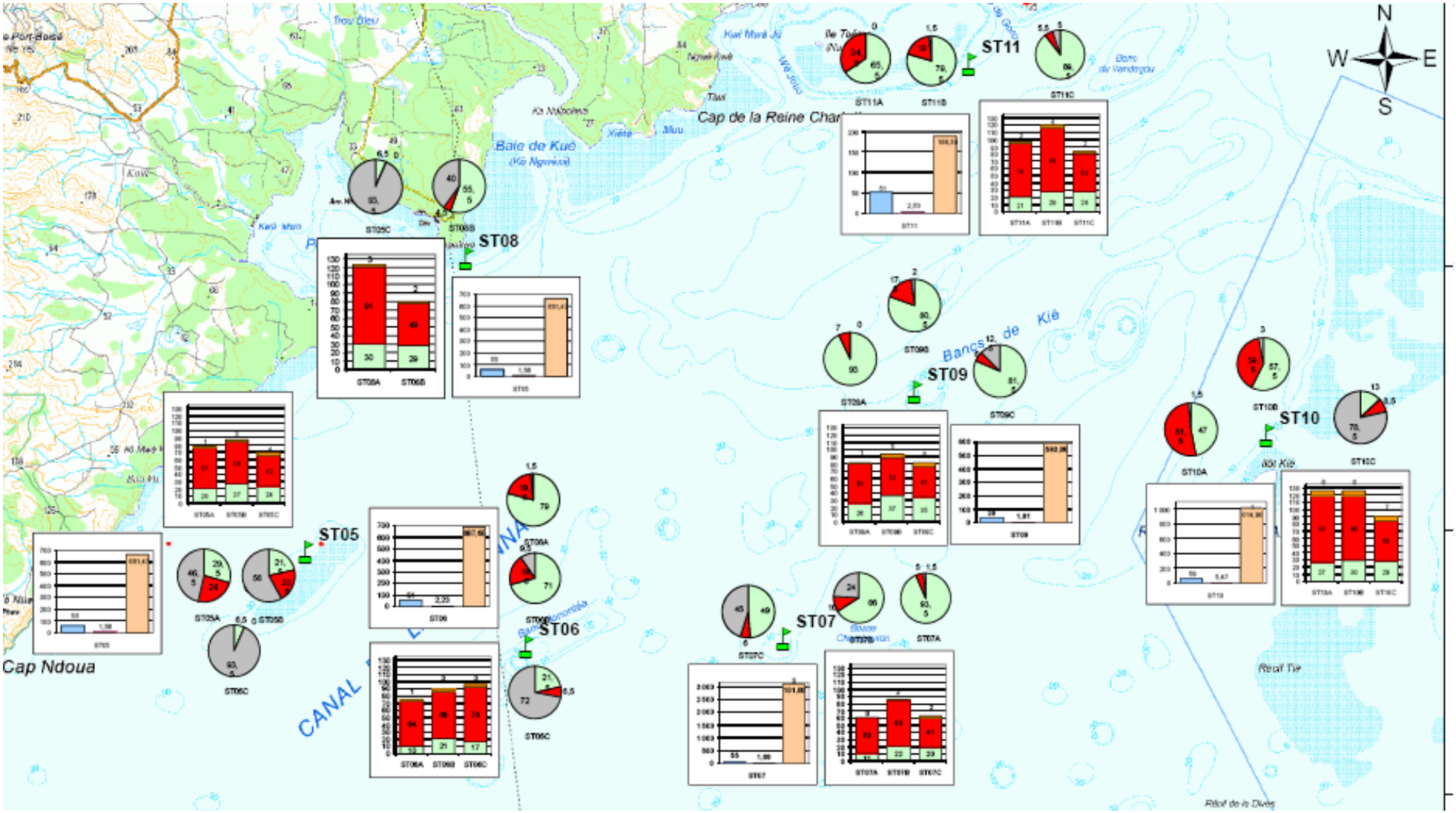


Figure 31 : Comparaison entre stations pour le substrat sur LIT, mars 2011

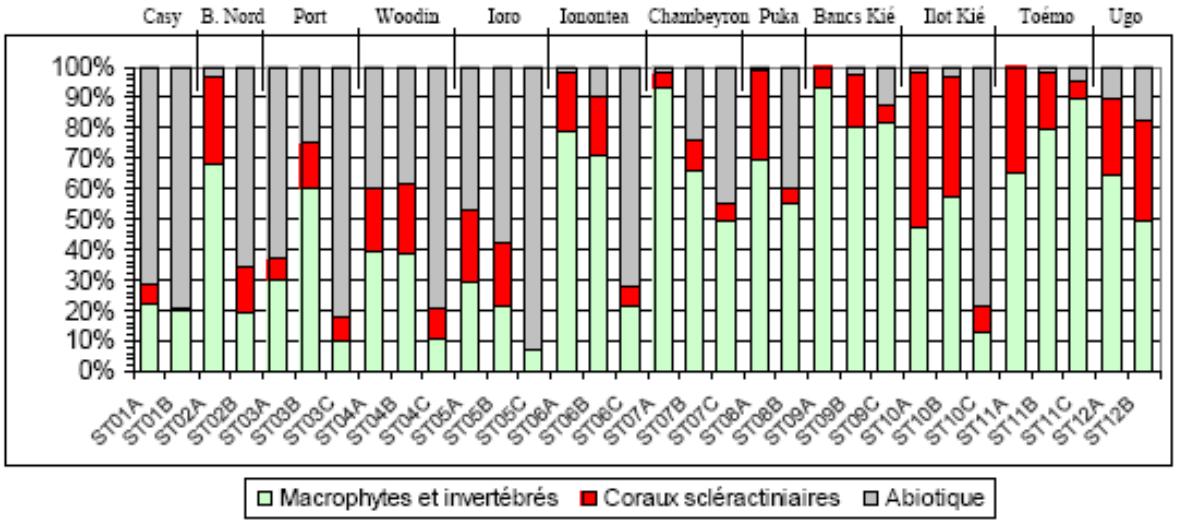


Figure 32 : Comparaison entre stations pour le benthos, mars 2011

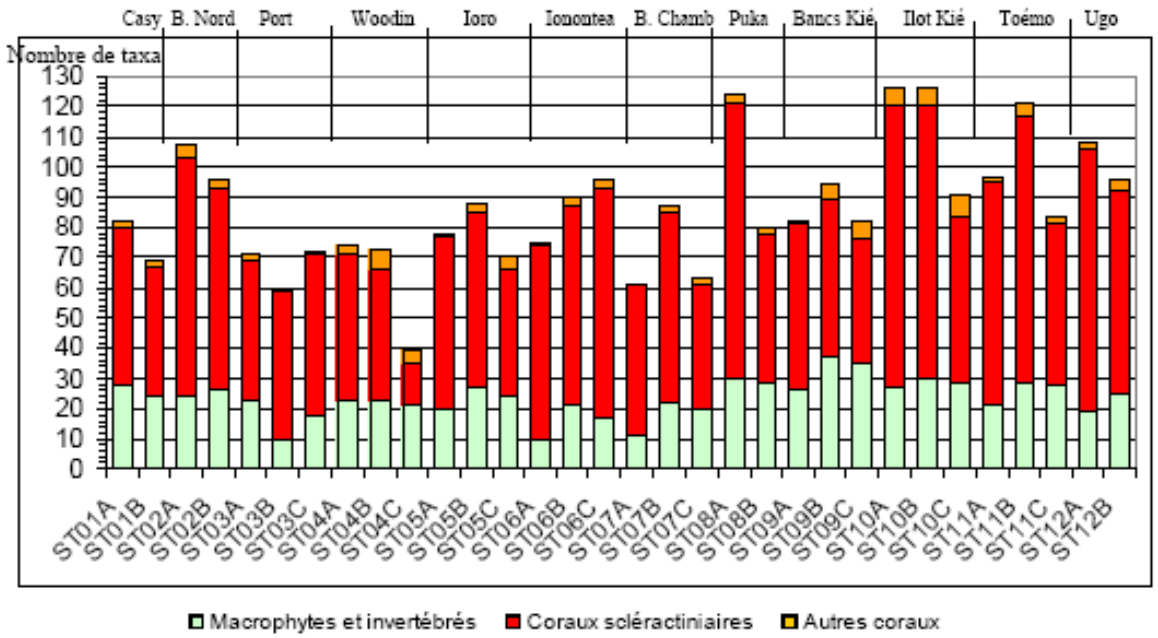
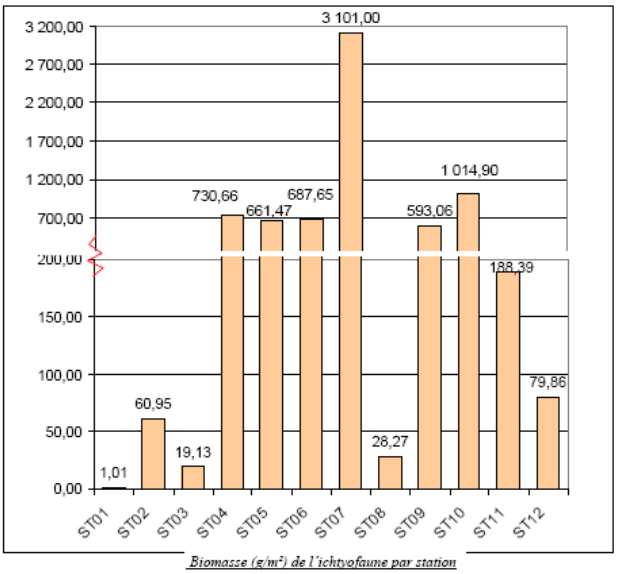


Tableau 16 : Comparaison entre stations pour les poissons, 1er semestre 2011

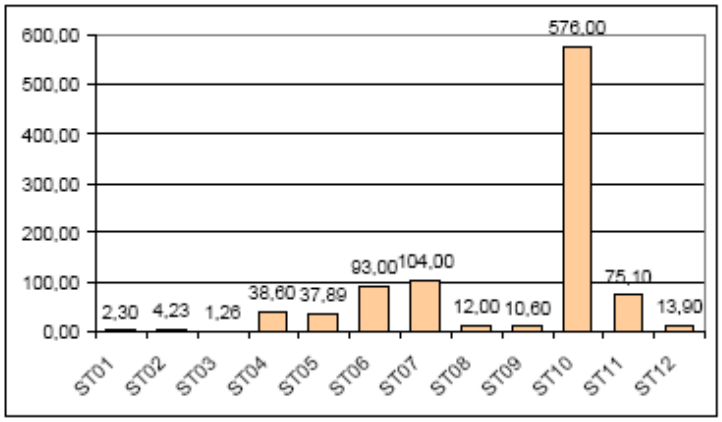
STATION / PARAMETRES BIOLOGIQUES	ST01 Casy	ST02 B. nord	ST03 Port	ST04 Wood.	ST05 Ioro	ST06 Ionon.	ST07 Chamb	ST08 Puka	ST09 B. Kié	ST10 I. Kié	ST11 Toémo	ST12 Ugo
Nombre individus	47	71	192	507	424	535	609	123	462	1 385	388	231
Richesse spécifique	12	13	16	64	56	51	55	26	39	59	51	30
Densité (nb ind/m²)	0,30	0,61	0,86	2,11	1,56	2,23	1,88	0,68	1,81	5,47	2,50	2,36
Biomasse (g/m²)	1,01	60,95	19,13	730,66	661,47	687,65	3 101	28,27	593,06	1 014,9	188,39	79,86
Indice de Shannon	3,22	2,83	3,23	4,95	4,98	4,37	5,03	4,08	4,72	3,43	4,39	3,91
Indice Equitabilité	0,90	0,77	0,81	0,82	0,86	0,82	0,87	0,87	0,89	0,58	0,77	0,80

Figure 33 : Biomasse des poissons (liste restreinte) par station suivie, mars 2011



Avec une biomasse de 1, 5 kg / m^2 sur son *transect* A, la station située dans la réserve Merlet surpasse les autres stations, pour tous les suivis. La biomasse de 3, 1 kg/m^2 enregistrée sur la station ST07 (Basse Chambeyron) en mars 2011 est exceptionnelle, un banc de sprats étant présent dans la zone au moment de la mission d'évaluation. Toutes les stations du canal de la Havannah et du canal Woodin montrent une biomasse ichtyologique exceptionnellement élevée en mars 2011. La campagne précédente de septembre 2010 présente une réalité plus proche de celle des suivis antérieurs et qui dégage un état plus commun.

Figure 34 : Biomasse des poissons (liste restreinte) par station suivie, septembre 2010



La comparaison entre les stations montre également une exceptionnelle diversité ichtyologique avec 64 espèces différentes (de la liste restreinte) sur ST4, soit plus qu'en réserve Merlet.

Figure 35 : Richesse spécifique de l'ichtyofaune par station, mars 2011

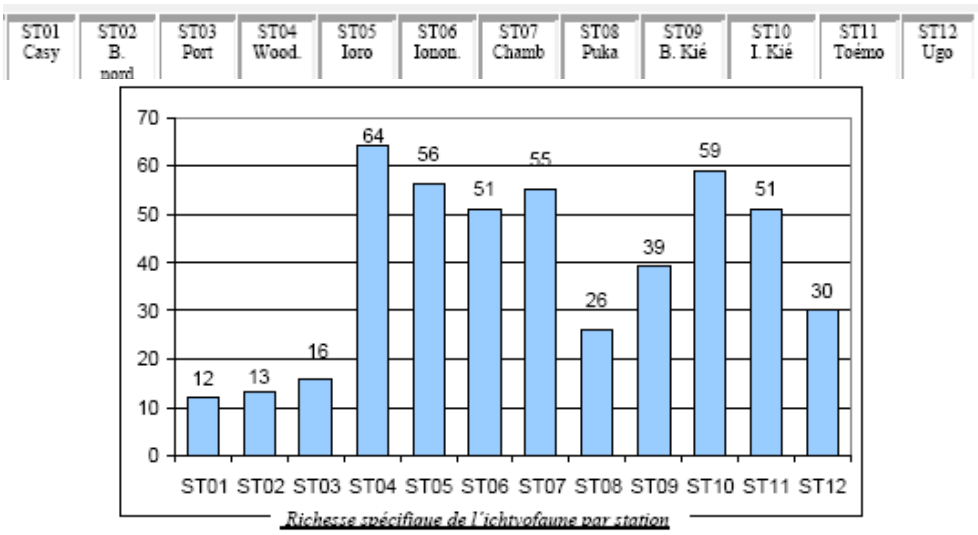
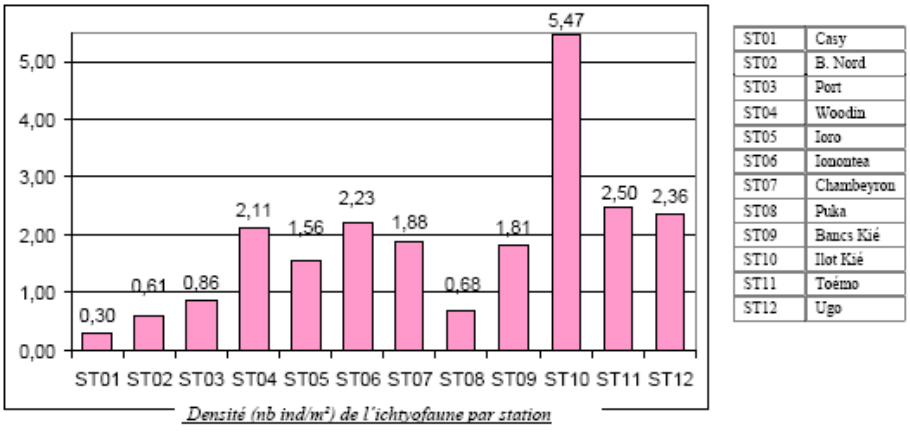


Figure 36 : Densité de poissons (m^2) par station, mars 2011



La comparaison des indicateurs biologiques entre les stations corrobore exactement les déductions des études des paramètres physico-chimiques, à savoir des unités fonctionnelles très différentes entre la baie de Prony, le centre du canal de la Havannah soumis à un fort hydrodynamisme, et les stations côtières. D'un point de vue écologique la station dans la réserve Merlet se différencie par une richesse biologique qui surpasse celle de toutes les autres stations. De façon résumée et synthétique on peut différencier trois systèmes :

- celui de la baie de Prony,
- celui du canal de la Havannah (la station de la réserve Merlet s'en rapproche mais avec une richesse très supérieure notamment en densité et biomasse des poissons),
- celui du canal Woodin et des stations côtières.

Un gradient de croissance des influences marines ou terrestres sépare (ou relie) ces systèmes.

2.2.2.3 Comparaisons temporelles au cours des années de suivi

Évolution temporelle des stations de suivi écosystémique

- La seconde moitié du rapport de suivi semestriel est consacrée à l'étude des variations temporelles grâce à l'historique du suivi des stations. Seuls quelques indicateurs sont rapportés ici, le document contenant les données intégrales se trouvant à l'annexe 3 du présent rapport.

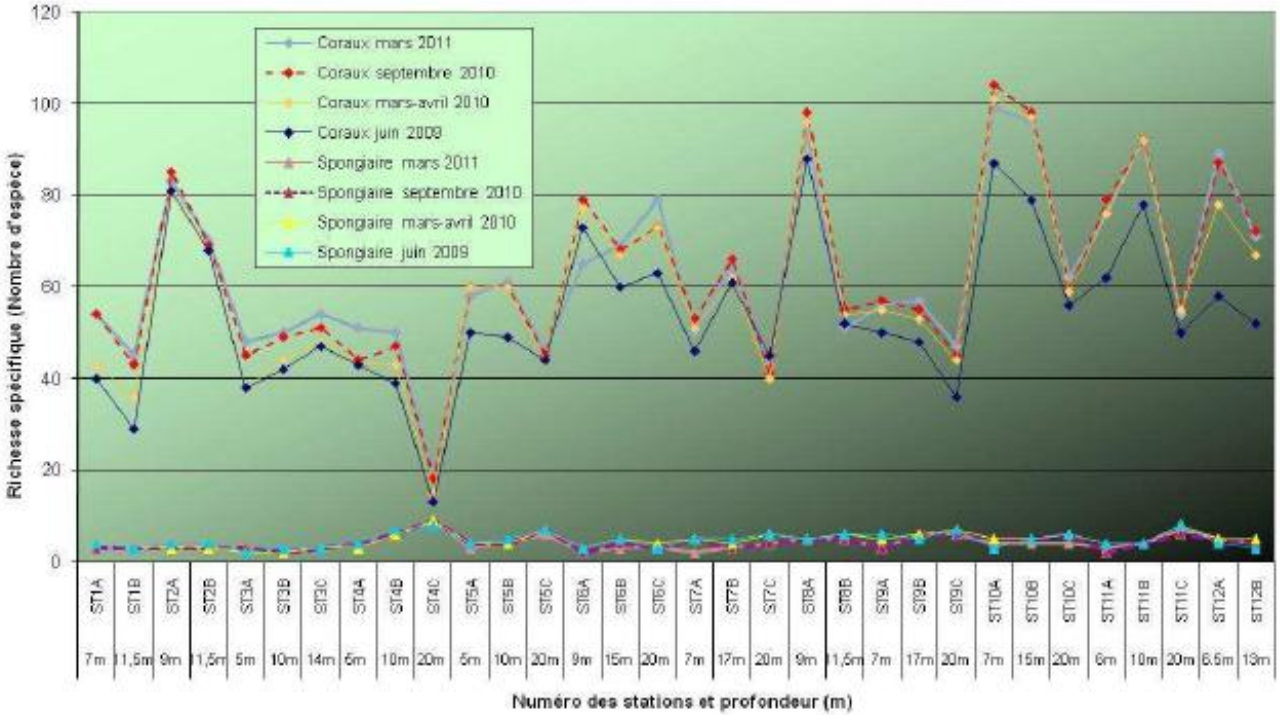
– Toute modification d'un paramètre supérieure aux variations saisonnières –qui se dessinent de plus en plus clairement au fur et à mesure des campagnes – est systématiquement approfondie par les experts qui effectuent le suivi et est notifiée dans leur rapport.

– L'externalisation des missions de suivi du milieu marin permet aux experts de conclure et Vale Nouvelle-Calédonie ne fait que relever leurs conclusions dans le présent rapport. Par exemple, pour le première semestre 2011 des modifications ont eu lieu et ont été expliquées : brisure de coraux par le ressac dues à des dépressions tropicales fortes en janvier 2011 ; dopage de la biomasse des poissons par des bancs de sprats ; blanchissement faible mais discernable de coraux et prolifération modérée de cyanobactéries, suite aux fortes pluies

Richesse taxonomique du benthos des stations

Si l'on considère le système avec toutes les stations confondues de la baie de Prony (plus celle du canal Woodin), tous les groupes benthiques montrent une augmentation de richesse spécifique (ces milieux sont plus ou moins protégés des dépressions et de leurs effets de dégradation mécanique). Par contre, si l'on considère le système avec toutes les stations confondues du canal de la Havannah, tous les groupes benthiques montrent une diminution de richesse spécifique, sauf les macrophytes et les holothuries (systèmes exposés aux dépressions et aux dégradations hydrodynamiques du début d'année 2011).

Figure 37 : Comparaison de la richesse taxonomique (nombre d'espèces) des coraux et des spongiaires par station et évolution depuis juin 2009



Durant la mission de mars 2011, de nombreuses modifications dans la composition des biocénoses benthiques (diversité, abondance et état de santé) ont été observées. Des dégradations sont nettement observables dans le canal de la Havannah et particulièrement marquées pour les niveaux bathymétriques supérieurs les plus soumis aux agents dynamiques. Les traces des dépressions cycloniques de janvier 2011 sont nettement observables.

Une analyse plus poussée basée sur l'indicateur corallien montre un dysfonctionnement entre le système de la baie de Prony, le système du canal Woodin et le système du canal de la Havannah.

Ces trois systèmes ont manifestement subi un impact depuis la mission de septembre 2010, mais de façon différente et leurs réponses sont différentes.

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

La baie de Prony et le canal Woodin montrent un recrutement corallien plus généralisé que celui du canal de la Havannah, et leurs valeurs de mortalité corallienne sont bien en-dessous de celles du canal de la Havannah. Il en résulte que les systèmes récifaux de la baie de Prony et du Canal Woodin auront plus de facilité de régénération que les récifs du canal de la Havannah.

Blanchissement corallien
Il est à prendre en compte car il donne des indications sur l'affaiblissement des récifs. Les colonies blanchies ne sont pas vouées à mourir car leur résilience est importante et elles peuvent réintégrer rapidement leur zooxanthelles si les conditions environnementales redeviennent meilleures. Les stations concernées par le blanchissement sont situées à l'embouchure des creeks et des rivières dans la baie de Prony[2] et dans les niveaux bathymétriques supérieurs soumis aux agents hydrodynamiques pour le canal de la Havannah.

Cyanobactéries
Elles sont caractéristiques d'un dérèglement du système environnemental lorsque leur développement est important par rapport à leurs variations naturelles importantes (milieu riche en composés organiques dissous et plus particulièrement en composés azotés). Leur développement est favorisé avec l'augmentation de la température de l'eau et les dégradations d'origine variée des récifs coralliens. Leur développement en faible proportion est un phénomène naturel à surveiller mais qui n'a pas d'incidence sur l'environnement à ce stade (résultats cohérents avec ceux de la thèse d'A.S. Kerbrat, 2010).

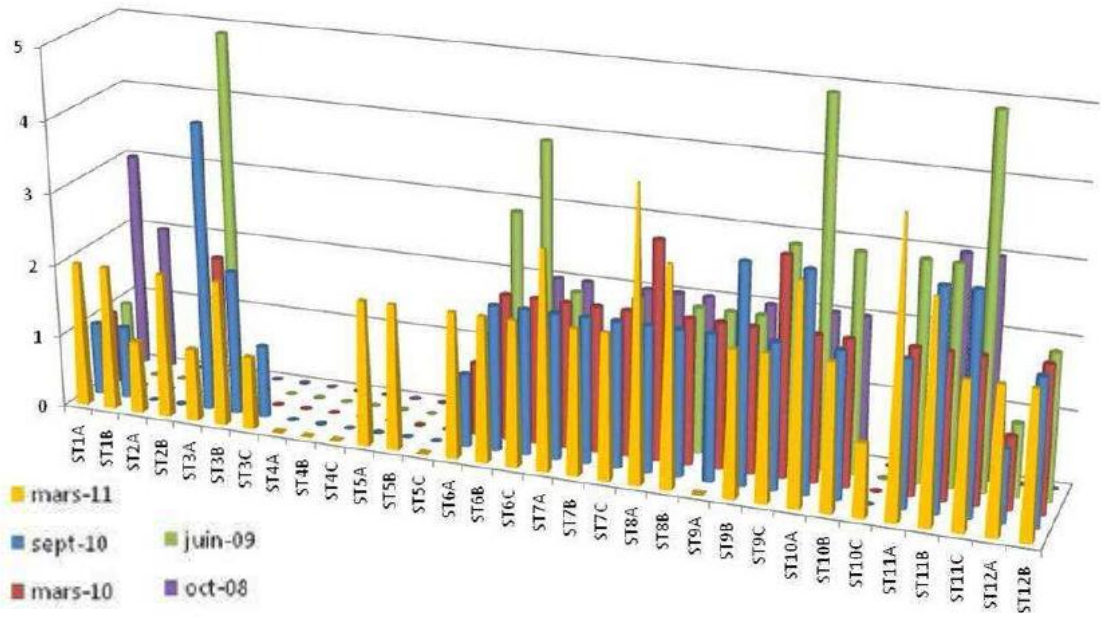
Remarque : une prolifération importante de cyanobactéries a été observée sur les récifs à l'embouchure de la rivière du Carénage. La baie du Carénage est hors zone d'influence de Vale Nouvelle-Calédonie mais elle est suivie comme zone témoin pour le corail depuis 2009. La majeure partie des coraux du sommet du récif a été dégradée (blanchie) par la dessalure des eaux de surface (*Acropora grandis* dont la répartition est quasi mono-spécifique sur cette zone) ; ce blanchissement est la conséquence directe des fortes précipitations impliquées par les événements dépressionnaires du début d'année 2011[3]. Etant donné la sensibilité de cette espèce, le blanchissement fut quasi-général suite à l'arrivée d'eau douce dans la zone des 6 m de profondeur. Les cyanobactéries se sont ensuite développées rapidement et abondamment ne laissant pas de chance aux coraux pour se rétablir et réintégrer de nouvelles zooxanthelles. En conséquence, la majeure partie des coraux branchus s'édifiant dans la tranche bathymétrique supérieure à 6 m sont morts (sommet du récif).

Dans le canal Woodin (ST04) nous n'avons pas enregistré de développement des cyanobactéries. Les coraux s'édifient avec des morphologies adaptées aux conditions hydrodynamiques importantes et cette zone a été relativement protégée des évènements dépressionnaires du début d'année 2011.

[2] *Une étude spécifique sur ce sujet a été effectuée en avril 2011, en complément du suivi réglementaire, suite au cyclone Vania de janvier 2011 et en corrélation avec les études effectuées en 2009 et en 2010 en baie de Prony*

[3] *Une étude spécifique sur ce sujet a été effectuée en avril 2011, en complément du suivi réglementaire effectué suite au cyclone Vania de janvier 2011 et en corrélation avec les études effectuées en 2009 et en 2010 en baie de Prony*

Figure 38 : Abondance de cyanobactéries, 2008-2011 (suivi complémentaire depuis 2008)



Dans les zones de sédimentation comme en baie de Prony (stations du Port et du creek de la Baie Nord : ST03 et ST02) : pas de prolifération de cyanobactéries.

La station ST08 entre la baie de Port Boisé et la baie Kwé ne montre pas de sédimentation et le recouvrement par des cyanobactéries porte sur des coraux tabulaires renversés. Cette station sera attentivement évaluée au prochain suivi, notamment les cassures des coraux, afin de pouvoir les attribuer au cyclone Vania ou bien à une autre cause si elles se poursuivent.

Remarquons que sur ST11 : récif Touémo, on a observé une dégradation corallienne due au fort hydrodynamisme sur le haut du récif, les nouveaux débris coralliens étant recouverts de cyanobactéries (comme pour la baie du Carénage).

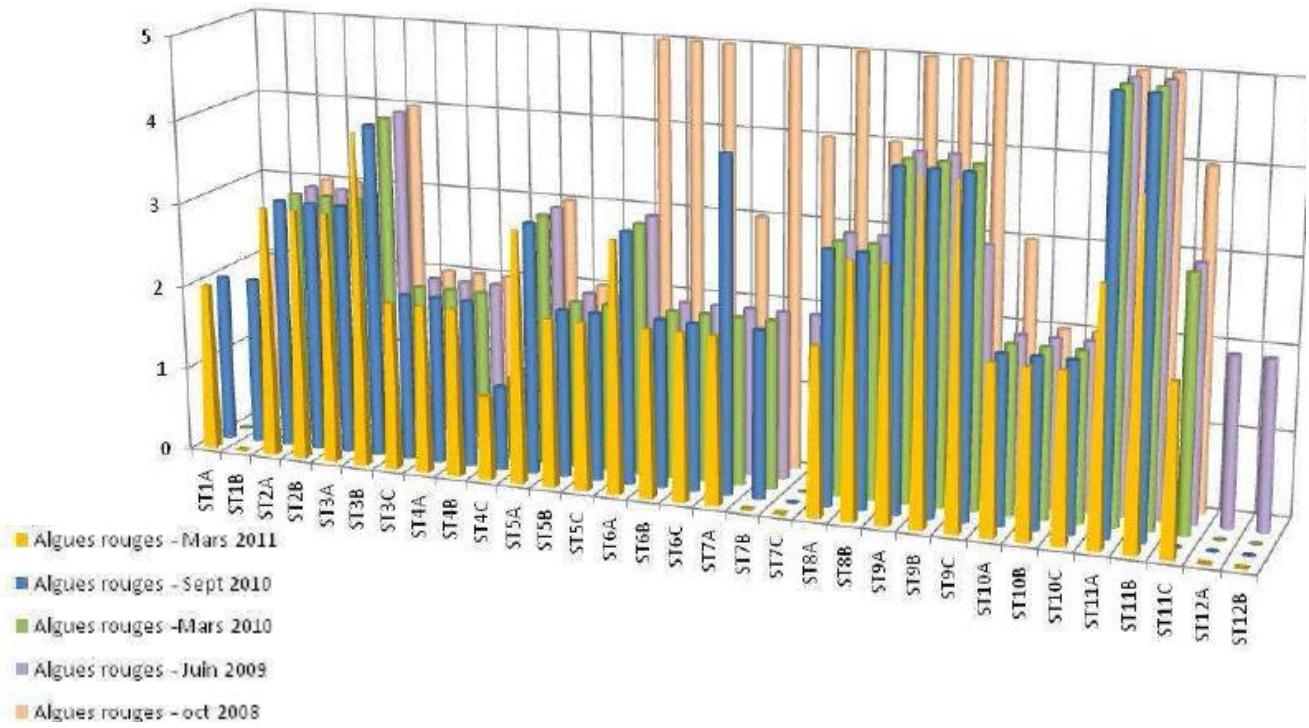
Algues

Le recul grâce aux suivis consécutifs selon la même méthodologie permet de mieux cerner les variations saisonnières de l'abondance des algues. Un travail de comparaison est effectué pour les algues vertes, rouges et brunes, selon les stations et leurs *transects,* et une analyse de l'évolution temporelle est effectuée entre 2008 et 2011. Les résultats sont présentés dans le rapport complet, en annexe 3 du présent document.

La compétition entre espèces pour la colonisation de l'espace, notamment entre algues et coraux, est un fait avéré, mais mal connu. La présence d'algues à un instant donné lors d'une mission ponctuelle ne peut en rien permettre une conclusion quant à la vitalité de l'écosystème ni quant à son évolution normale ou altérée. Seul un suivi temporel sur plusieurs années peut permettre de mieux cerner les fluctuations naturelles. Le développement des végétaux est contrôlé par la luminosité et donc la bathymétrie, la température limitative ou stimulante de croissance en fonction des espèces, les poissons herbivores, les invertébrés herbivores, la teneur en éléments nutritifs, l'hydrodynamisme, la dessalure régulière et les périodes de reproduction. Une attention est également portée au cas où une espèce inconnue, éventuellement exogène, serait aperçue.

En baie de Prony le comportement algal est différent de celui des milieux récifaux ouverts sous influence marine. Si un développement algal remarquable, significativement en dehors de toute abondance précédente, était observé, il serait noté et les causes en seraient recherchées.

Figure 39 : Abondance d'algues rouges, 2008-2011 (suivi complémentaire depuis 2008)



Poissons

Le chapitre 6.3 du rapport intégral (en annexe 3 de ce document) est consacré à une étude sur les résultats de mars 2011 comparés à ceux des années précédentes.

La liste dite « restreinte » selon la méthodologie imposée par la DENV permet de conclure que :

– l'analyse des variances de la densité pour les 6 campagnes montre une similarité,

– l'analyse des variances de la biomasse pour les 6 campagnes montre une similarité,

– l'analyse des variances de la biodiversité pour les 6 campagnes montre une similarité.

Stabilité ou variations temporelles des 3 paramètres

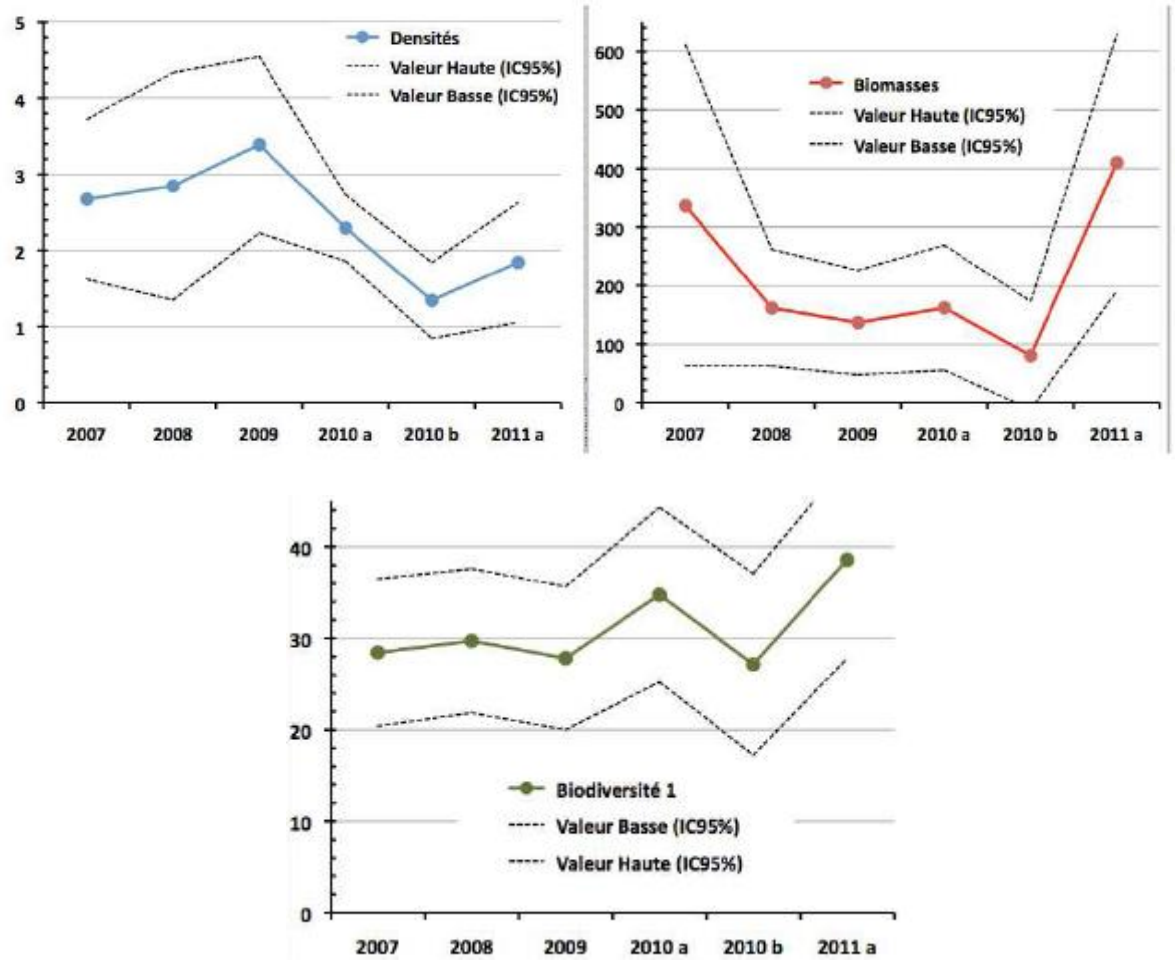
Le paramètre de densité peut être considéré comme assez stable. La densité varie de 0,3 ind/m^2 à 9,4 ind./m^2. Ce sont les Pomacentridae qui font nombre, notamment à l'îlot Kié.

Le paramètre de biomasse est très instable et son coefficient de variation dépasse 1. La biomasse varie de 1 g/m^2 à 1 kg/m^2. Ce sont alors au contraire les gros carnivores souvent peu nombreux (loches, carangues…) qui font le chiffre, notamment sur les zones à fort courant comme les hauts-fonds du canal de la Havannah. Cette année, la présence de sprats sur plusieurs stations (Banc Kié, Basse Chambeyron, Ionontea, Ioro et Woodin) a considérablement influencé ce paramètre, car bien que les sprats ne fassent pas partie des espèces à retenir sur la liste restreinte (avec tout de même une biomasse de 7kg/m^2), les prédateurs qu'ils ont attirés (loches, requins, carangues…), en revanche, en font partie.

Le paramètre de biodiversité (biodiv. 1) est très stable, le coefficient de variation restant inférieur à 0,5. La diversité (cadrée par la liste du cahier des charges) varie de 6 à 67, le plus souvent entre 30 et 45. Ce sont les bancs du canal de la Havannah et de l'îlot Kié qui ont la plus forte biodiversité.

Conclusion : compte tenu des intervalles de confiance importants, les moyennes quantitatives de densité, de biomasse et de biodiversité sont stables depuis 2007 Cependant, la biomasse présente une valeur élevée due à la présence conjoncturelle de sprats (Spratelloides gracilis).

Figure 40 : Poissons : évolution temporelle des paramètres suivis



Une étude plus approfondie sur la liste complète des poissons inventoriés depuis 2008 permet de conclure que :

– les stations de Prony, notamment le creek de la Baie Nord et le port, abritent de nombreux juvéniles,
– Woodin présente de nouveau un grand nombre de Chaetodons et de Pomacentridae,
– Ionontea ne présente toujours pas de Carangidae,
– il n'y a aucun Lutjanidae à Ugo,
– la biodiversité de l'îlot Kié est toujours la plus forte,
– toutes les stations de la Havannah et de Woodin sont « perturbées » par la présence d'importants bancs de sprats.

La biodiversité dite α (Bα) est le nombre d'espèces n présentes sur une station. La Bα des stations de Prony est toujours en moyenne deux fois plus faible que celle des stations du canal de la Havannah. Le classement des stations pour leur biodiversité en poissons depuis 2009 donne le tableau ci-dessous :

Tableau 17 : Classement par rang des stations en fonction de leur biodiversité spécifique (poissons)

Station	Rang				
	2011a	2010a	2010b	2009	Moy
Ilot KIE	1	1	1	1	1
Banc B. CHB	2	2	2	2	2
WOODIN	3	3	3	3	3
Récif TOEMO	4	4	6	6	5
IONONTEA	5	4	5	5	4
Ilot UGO	6	6	4	4	5
Banc IORO	7	7	8	9	7
Banc KIE	8	7	9	7	7
Point PUKA	9	9	7	7	9
Port de Prony	10	11	11	11	11
Ilot CASY Prony	11	10	10	10	10
CREEK BN Prony	12	12	12	12	12

La biodiversité γ (Bγ) est la biodiversité totale de la zone d'étude, en d'autres termes la réunion des biodiversités α obtenues sur l'ensemble p des stations choisies pour caractériser la zone : la Bγ observée sur toute la zone en mars 2011 est de **343 espèces réparties dans 44 familles**.

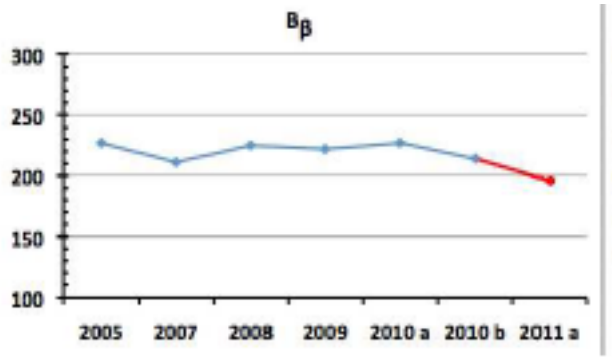
Le nombre total d'espèces observées depuis 2005 sur les stations du suivi est de **573**. Il s'agit d'espèces diurnes non cryptiques et facilement observables (taille > 2 cm).

Toutes les années se ressemblent depuis 2005.

La biodiversité β (Bβ) est la diversité des valeurs de diversités α, soit en d'autres termes la diversité des stations qui caractérisent la zone étudiée. La biodiversité Bβ mesure l'hétérogénéité entre toutes les stations. Elle rend compte du contraste entre les stations d'une zone. L'idée est que si un facteur environnemental majeur (une pollution par exemple) venait à envahir la zone, les stations tendraient à se ressembler (faisant chuter la Bβ), y compris des stations aux environnements naturels très différents comme peuvent l'être les stations du canal de la Havannah et les stations de la baie de Prony. La chute de la Bβ est en principe accompagnée d'une chute des Bα, donc si seules les Bα chutent c'est qu'il faut plutôt chercher d'autres causes, comme la pêche par exemple. Cette idée semble confirmer et déceler le passage de la dépression cyclonique Vania, celle-ci ayant eu un effet restreint mais décelable d'homogénéisation globale de la zone. La biodiversité Bβ est considérée comme un indicateur d'impact pour certains écosystèmes.

La figure suivante montre l'évolution de la biodiversité Bβ depuis 2005 sur toute la zone d'étude.

Figure 41 : Biodiversité Bβ des poissons (listes exhaustives) sur toute la zone d'étude



L'ubiquité, ou occurrence spatiale, est la permanence temporelle des espèces. Une analyse de l'ubiquité apporte également des informations intéressantes sur l'évolution des écosystèmes.

Dans l'espace : quelle est **l'ubiquité** des espèces ou la proportion d'espèces présentes sur toutes les stations ? L'ubiquité est un caractère informatif qui peut être chiffré. Bien que sensible, ce paramètre n'a pas beaucoup changé depuis 2007. Il reste autour de la valeur 0,3 qui traduit, typiquement, un peuplement où une grande majorité des espèces ne sont vues que rarement et où seules moins de 10% d'entre-elles sont vues à chacune des missions ou presque.

Dans le temps : quelle est la **permanence** des espèces, ou la proportion d'espèces présentes chaque année sur la zone, ou bien la permanence des espèces sur la zone ou à chaque station ? C'est en Baie de Prony (notamment Creek Baie Nord et Port) que le peuplement est le plus instable et c'est à l'Ilot Kié que le peuplement est le plus stable. Stabilité relative puisque, malgré tout, 1/4 à 1/3 des espèces seulement sont vues presqu'à chaque fois (6 à 4) et plus de 50% n'ont été vues qu'1 à 2 fois. La baie de Prony, rappelons-le, fonctionne plus comme pépinière et les stations sont fréquentées par des espèces à des stades éphémères juvéniles.

2.2.2.4 Conclusions sur le suivi écosystémique

Les stations de la zone d'étude sont toutes globalement en bonne santé, avec cependant des différences par rapport à la campagne de septembre 2010 et aux précédentes :

- ***Diminution d'abondance des biocénoses benthiques, certaine mortalité de colonies coralliennes et moins de recrutement. Ces phénomènes sont particulièrement observables dans le canal de la Havannah dans les zones sensibles au fort hydrodynamisme de surface. Ils peuvent être corrélés à la phase La Niña de cette période ainsi qu'aux deux dépressions du début de l'année 2011.***
- ***L'étude de la biodiversité totale ichtyologique apporte un nouvel éclairage. Elle conclut que la zone étudiée rompt avec la stabilité qu'elle présentait jusqu'à présent. Les paramètres de densité, de biomasse et de biodiversité des poissons présentent tous trois un accroissement significatif. La nature plastique et changeante de la biodiversité des poissons est également soulignée.***
- ***La tempête tropicale Vania a perturbé le milieu tant par la quantité d'eau douce déversée que par l'hydrodynamisme violent des vagues. Le suivi éco systémique décèle ses conséquences.***

2.3 Interprétation et discussion

- Le recoupement cohérent de toutes les informations données par les paramètres analysés (ou observés) montre que le suivi des indicateurs 2011 est conclusif.
- Le suivi écologique montre que le passage des dépressions est bien décelé, ce qui est logique, le contraire eut fait douter de la finesse des méthodologies de suivi.

3. BILAN DES NON-CONFORMITES

Aucune non-conformité n'a été constatée pour le milieu « récepteur marin ».

_____

ANNEXE I

LISTE RESTREINTE DES POISSONS FAISANT L'OBJET DU SUIVI ICHYTOLOGIQUE

LISTE DES POISSONS RETENUS POUR L'EVALUATION DE LA FAUNE ICHTYOLOGIQUE

Famille	Genre	espèce
Requins		spp
Raies		spp
Scorpaenidae	Rascasses "poules"	spp
Serranidae	*Anthias* et *Pseudanthias*	spp
	Cromileptes	*altivelis*
	Epinephelus	*cyanopodus*
	Autres loches	spp
	Plectropomus	spp
Pseudchromidae	*Pictichromis*	*coralensis*
Carangidae		spp
Lutjanidae	*Aphareus*	*furca*
	Aprion	*virescens*
	Lutjanus	*adetii*
	Lutjanus	*sebae*
	Lutjanus	spp
	Symphorus	*nematophorus*
Caesionidae		spp
Haemulidae	*Diagramma*	*pictum*
	Plectorhinchus	spp
Lethrinidae	*Lethrinus*	*nebulosus*
	Autres bossus et bec	spp
Nemipteridae	*Scolopsis*	*bilineatus*
Mullidae		spp
Kyphosidae		spp
Ephippidae	*Platax*	spp
Chaetodontidae	*Chaetodon*	*auriga*
	Chaetodon	*baronessa*
	Chaetodon	*bennetti*
	Chaetodon	*citrinellus*
	Chaetodon	*ephippium*
	Chaetodon	*flavirostris*
	Chaetodon	*kleinii*
	Chaetodon	*lineolatus*
	Chaetodon	*lunula*
	Chaetodon	*melannotus*
	Chaetodon	*mertensii*
	Chaetodon	*ornatissimus*
	Chaetodon	*pelewensis*
	Chaetodon	*plebeius*
	Chaetodon	*rafflesi*
	Chaetodon	*reticulatus*
	Chaetodon	*speculum*
	Chaetodon	*semeion*
	Chaetodon	*trifascialis*
	Chaetodon	*lunulatus*
	Chaetodon	*ulietensis*
	Chaetodon	*unimaculatus*
	Chaetodon	*vagabundus*
	Coradion	*altivelis*
	Forcipiger	*flavissumus*
	Forcipiger	*longirostris*
	Hemitaurichthys	*polylepis*
	Heniochus	*acuminatus*
	Heniochus	*chrysostomus*
	Heniochus	*monoceros*
	Heniochus	*singularis*
	Heniochus	*varius*

Famille	Genre	espèce
Pomacanthidae	*Centropyge*	*bicolor*
	Centropyge	*bispinosus*
	Centropyge	*flavissima*
	Centropyge	*heraldi*
	Centropyge	*tibicen*
	Centropyge	*vroliki*
	Chaetodontoplus	*conspicillatus*
	Pomacanthus	*imperator*
	Pomacanthus	*semicirculatus*
	Pomacanthus	*sextriatus*
	Pygoplites	*diacanthus*
Pomacentridae	*Abudefduf*	spp
	Amphiprion	*perideraion*
	Amphiprion	spp
	Chromis	*viridis*
	Chromis	*fumea*
	Chrysiptera	*taupou*
	Chrysiptera	*rollandi*
	Dascyllus	*aruanus*
	Dascyllus	*reticulatus*
	Dascyllus	*trimaculatus*
	Neopomacentrus	*azysron*
	Neopomacentrus	*violascens*
	Pomacentrus	*coelestis*
	Pomacentrus	*moluccensis*
	Pomacentrus	*aurifrons*
	Stegastes	spp
Labridae	*Bodianus*	*loxozonus*
	Bodianus	*perditio*
	Cheilinus	*chlorourous*
	Cheilinus	*trilobatus*
	Cheilinus	*undulatus*
	Choerodon	*graphicus*
	Coris	*aygula*
	Coris	*gaimard*
	Gomphosus	*varius*
	Halichoeres	*hortulanus*
	Halichoeres	*margaritaceus*
	Halichoeres	*trimaculatus*
	Hemigymnus	*melapterus*
	Labroides	*dimidiatus*
	Novaculichthys	*taeniourus*
	Stethojulis	*bandanensis*
	Stethojulis	*strigiventer*
	Thalassoma	*amblycephalum*
	Thalassoma	*hardwicke*
	Thalassoma	*lunare*
	Thalassoma	*lutescens*
Scaridae	*Bolbometopon*	*muricatum*
	Scarus	*ghobban*
	Chlorurus	*microrhinos*
	Scaridae	spp
Blennidae	*Ecsenius*	*bicolor*
	Meicanthus	*atrodorsalis*
Gobbidae	*Amblygobius*	*phalaena*
Ptereleotridae	*Ptereleotris*	*evides*
	Ptereleotris	*microlepis*
Acanthuridae	*Acanthurus*	*dussumieri*
	Acanthurus	*blochii*
	Acanthurus	*triostegus*
	Acanthurus	spp
	Ctenochaetus	spp

Famille	Genre	espèce
	Naso	*unicornis*
Acanthuridae (suite)	*Naso*	spp
	Zebrasoma	spp
Siganidae	*Siganus*	*argenteus*
	Siganus	spp
Zanclidae	*Zanclus*	*cornutus*
Scombridae	*Scomberomorus*	*commerson*
Balistidae	*Balistoides*	*conspicillum*
	Oxymonacanthus	*longirostris*
	Rhinecanthus	*aculeatus*
	Rhinecanthus	*rectangulus*
Tetraodontidae	*Canthigaster*	spp

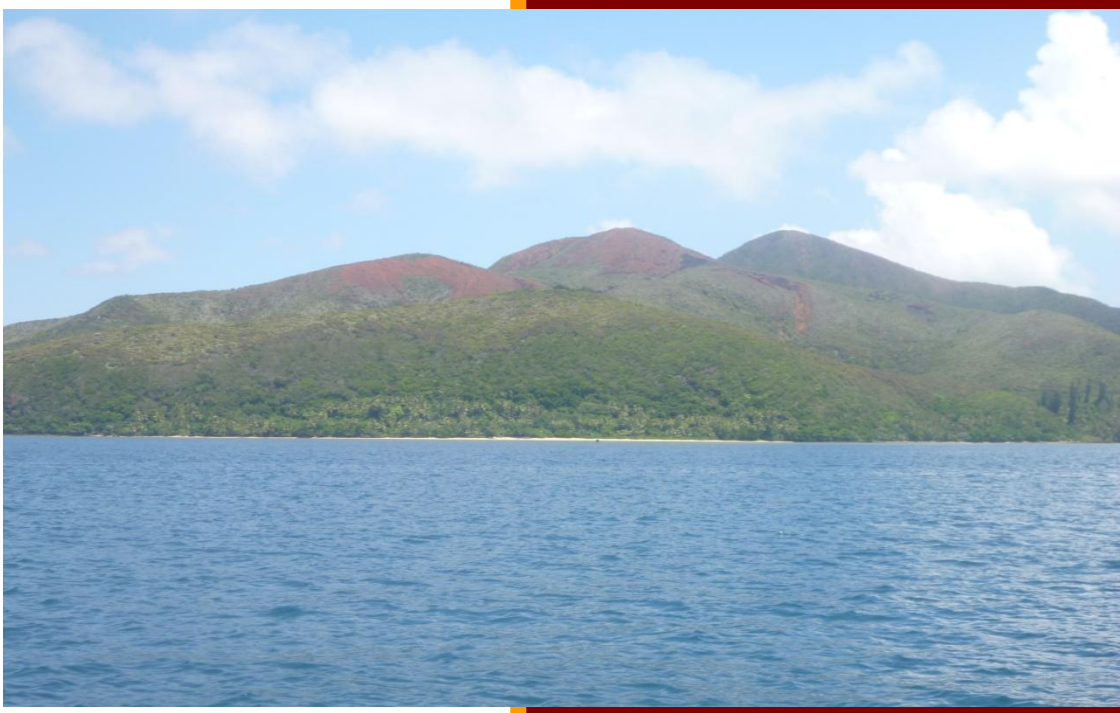
ANNEXE II

SUIVI ENVIRONNEMENTAL DE LA COLONNE D'EAU
QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE ET CONCENTRATION EN METAUX DISSOUS
(Premier semestre 2011)

SUIVI ENVIRONNEMENTAL COLONNE D'EAU 2010-2012

QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE ET CONCENTRATIONS EN METAUX DISSOUS DES EAUX

(1er semestre 2011)



RAPPORT PROVISOIRE

AOÛT 2011

CONTRAT DE CONSULTANCE AEL-LEA/VALE-NC

Convention n° C2445

SUIVI ENVIRONNEMENTAL COLONNE D'EAU 2010-2012 :

QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE ET CONCENTRATION EN METAUX DISSOUS DES EAUX

1er SEMESTRE 2011

Le Grand H.

Dolbecq M.

Kerbrat, A.S.

Moreton B.

Goyaud A.

Haddad L.

Creuzil, J.

Fernandez JM.

AEL-LEA, Nouvelle-Calédonie, Août 2011

Nombre de pages : 74

	N/Ref	V/Ref
Identification	100216-VI-04	C2445

Titre complet	Suivi environnemental « colonne d'eau » (2010-2012) : Qualité physico-chimique et concentration en métaux dissous des eaux en Baie du Prony et Canal de La Havannah (**1er semestre**).

Auteurs	Le Grand H., Dolbecq M., Kerbrat, AS., Moreton B., Goyaud A., Haddad, L., Creuzil J., Fernandez JM.

APPROBATION			
FONCTION	**NOMS**	**VISA**	**DATE**
Rédacteur	Hélène Le Grand		05/08/2011
Vérificateur	Anne-Sophie Kerbrat		05/08/2011
Approbateur(s)	Anne-Sophie Kerbrat		05/08/2011

EVOLUTION		
VERSION	**DESCRIPTION DES MISES A JOUR**	**DATE**
V1.0	Rapport provisoire (1er semestre 2011)	05/08/2011

COPIE - DIFFUSION	
NOM	**ORGANISME**
C. Casalis	VALE NC, Département Environnement

SOMMAIRE

INTRODUCTION *7*

OBJECTIFS *7*

METHODOLOGIE *7*

Site d'étude et conditions météorologiques 7
Echantillonnage 10
Paramètres physico-chimiques et analyse 10

RESULTATS *10*

Paramètres physico-chimiques 10
Structures des masses d'eau 10
Eléments majeurs et pH 15
Matières en suspension 15
Sels nutritifs 16
Carbone, azote et phosphore organiques 18
Chlorophylle *a* et phéopigments 19
Distribution des métaux dissous dans la colonne d'eau 20

SYNTHESE DES RESULTATS DE CAMPAGNES « SAISON HUMIDE » (2007, 2009, 2010, 2011) *22*

Comparaison interannuelle des concentrations en sels nutritifs des campagnes « saison humide » 22
Distribution globale dans le domaine 22
Distribution verticale aux stations St15, St06 et St09 23
Comparaison interannuelle des concentrations de la matière organique et des pigments chlorophylliens des campagnes « saison humide » 24
Comparaison interannuelle des concentrations des métaux dissous des campagnes « saison humide » 25
Distribution globale dans le domaine 25
Distribution verticale aux stations St15, St06 et St09 27

REFERENCES *29*

LISTE DES FIGURES *30*

LISTE DES TABLEAUX *31*

LISTE DES ANNEXES *32*

INTRODUCTION

Le programme de travail ici présenté a été défini en réponse au cahier des charges proposé par la Province-Sud de Nouvelle-Calédonie au titre des arrêtés ICPE relatifs à l'autorisation d'exploitation des installations industrielles et portuaires.

Cette étude fait suite à une demande de définition de « l'Etat de référence » de la qualité physico-chimique et des niveaux de concentration des métaux dissous des eaux (Conventions IRD-Goro-Ni n°1124 de 2005 et n°1312 de 2007).

Dans le but de se conformer aux arrêtés ICPE, Vale-NC poursuit un programme de suivi des paramètres physico-chimiques de la colonne d'eau depuis août 2008.

Ce document présente les résultats de la campagne de prélèvements du **1er semestre 2011** de ce suivi environnemental des impacts dans le Canal de la Havannah et la Baie du Prony.

OBJECTIFS

Ce programme de surveillance du milieu marin est réalisé sur un total révisé de 14 stations réparties comme suit : neuf stations localisées dans le Canal de la Havannah, quatre stations dans la Baie du Prony et une station dans le Canal Woodin.

Le suivi a consisté en une campagne complète de prélèvements d'eau (Baie du Prony et Canal de la Havannah) afin de déterminer les principaux paramètres physico-chimiques, les concentrations en métaux dissous ainsi que les sels nutritifs et la matière organique dissoute et particulaire.

Les techniques de prélèvement, de conditionnement, de traitement et d'analyses sont spécifiques et reconnues pour l'analyse en milieu marin et saumâtre.

METHODOLOGIE

Site d'étude et conditions météorologiques

Les opérations de terrain ont été réalisées sur les 14 stations prédéfinies, au cours de la campagne semestrielle de prélèvements (Figure 1 ; Tableau 1). Cette campagne s'est déroulée du 1er au 3 mars 2011 à bord du Slavko (*Casy Express*).

Tableau 1 : Liste et localisation des stations de prélèvement dans la colonne d'eau (référentiel WGS-84).

	STATION AU REFERENTIEL WGS-84			
Localisation	**Station**	**Longitude E**	**Latitude S**	**Profondeur (m)**
Basse Chambeyron	St02	167° 00,506	22° 23,599	33
Baie Port Boisé	St03	166° 58,010	22° 21,190	29
Ilot Kié	St05	167° 03,100	22° 22,050	34
Récif de la Baie Kwé	St06	166° 59,112	22° 20,830	20
Récif loro	St07	166° 57,910	22° 22,820	41
Canal de la Havannah	St09	166° 59,754	22° 22,540	47
Pointe Nord du récif Ma	St13	166° 51,354	22° 24,914	35
Port de Goro	St14	167° 01,160	22° 19,350	37
Prony Creek Baie Nord	St15	166° 52,590	22° 20,037	25
Prony Wharf	St16	166° 53,365	22° 21,210	44
Prony Ilot Casy	St18	166° 51,061	22° 21,668	26
Rade de l'est	St19	166° 53,340	22° 23,170	38
Baie Iré	St20	166° 48,150	22° 24,180	25
Ilot Ugo	St21	166°55,501	22°26,728	36

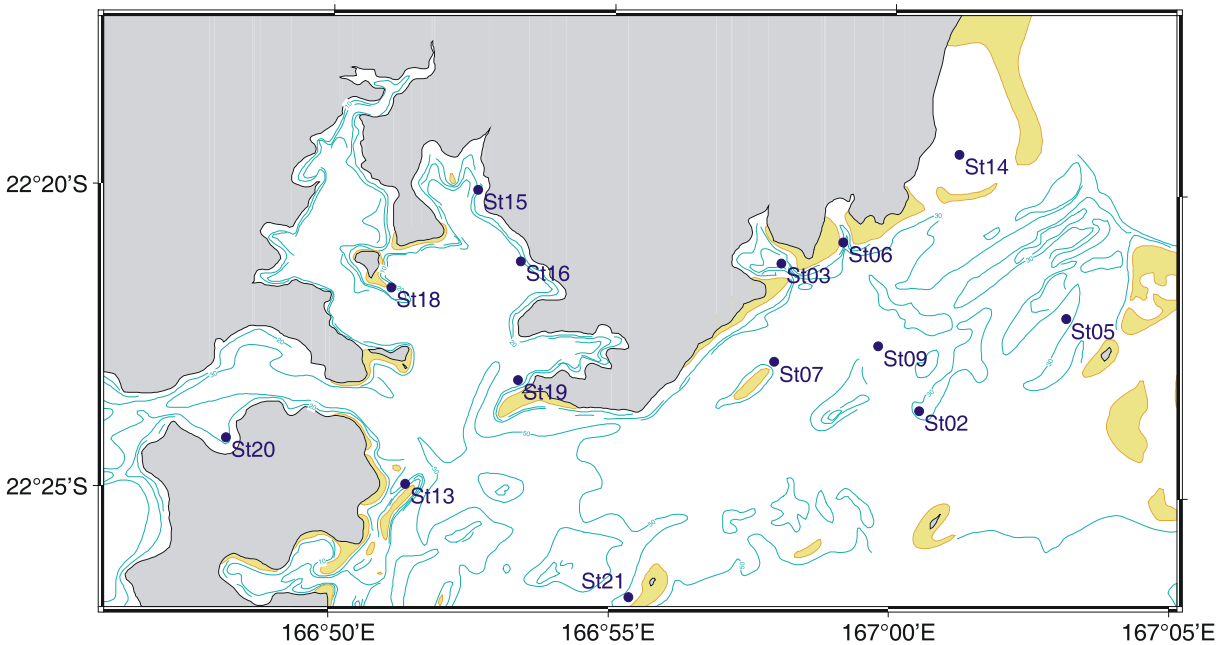


Figure 1 : Localisation géographique des stations de prélèvements dans la colonne d'eau.

Les conditions météorologiques et hydrodynamiques ont une influence sur les paramètres physico-chimiques des eaux. Afin de resituer chaque prélèvement dans ce contexte, les principales données météorologiques ont été relevées (Figure 2) et les heures d'arrivée en station ont été reportées sur un marégramme (Figure 3).

Conditions météorologique de la semaine précédant la campagne de prélèvement :

- Vent : Force de 10-15 nœuds ;
- Pluie : 20,9 mm de pluie cumulées cinq jours avant la campagne.

Conditions météorologique du 1-3 mars 2011 (campagne de prélèvement) :

- 01/03/2011 : Vent NE < 5 nœuds, beau temps, mer calme ;
- 02/03/2011 : Vent NE < 5 nœuds, beau temps, mer calme ;
- 03/03/2011 : Vent NE 5-10 nœuds, beau temps, mer calme ;
- Pluie : 2,4 mm de pluie tombés pendant la campagne.

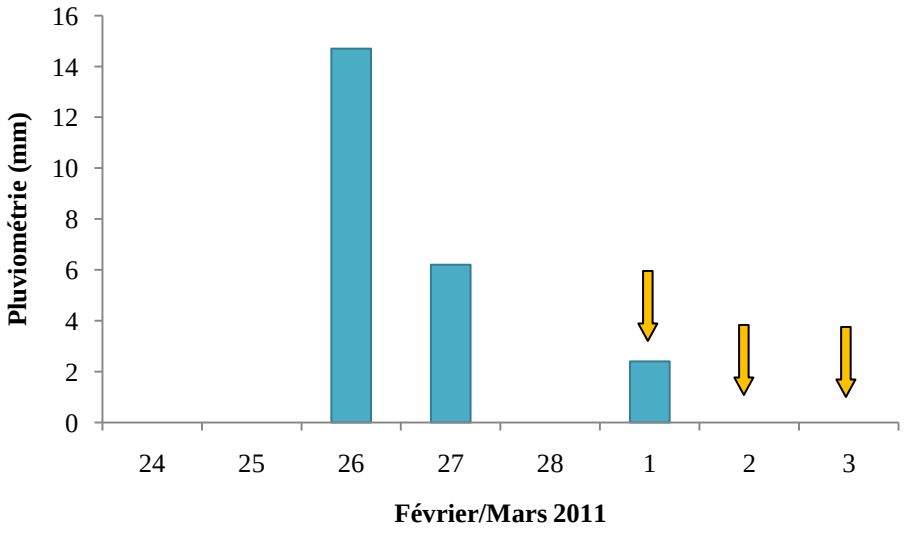


Figure 2 : Pluviométrie journalière du 24 février au 3 mars 2011 dans la zone d'étude (Prony pilot plant ; station B). Les journées de prélèvement sont indiquées par les flèches.

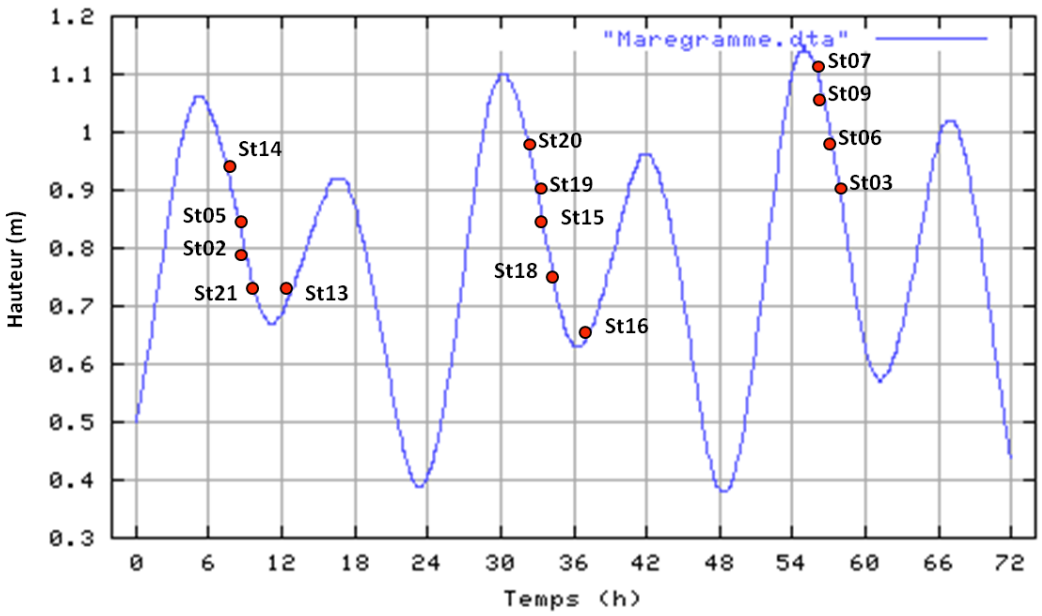


Figure 3 : Marégramme et chronologie des prélèvements dans la colonne d'eau de la mission du 1 au 3 mars 2011.

Echantillonnage

Pour chaque station, les prélèvements d'eau ont été effectués à l'aide de bouteille « Niskin » pour le dosage des sels nutritifs et des ions majeurs et par bouteille « Goflo, Metal-Free » pour le dosage des métaux dissous. L'eau a été échantillonnée aux profondeurs suivantes :

- Sub-surface (-3 m) ;
- Mi-profondeur ;
- Proximité du fond (environ 3 m).

Lors des campagnes de prélèvement, les opérations suivantes ont été réalisées :

- Profils multiparamétriques avec la sonde CTD (Seabird, SBE 19) afin de déterminer la salinité, la température, la turbidité et la fluorescence dans la colonne d'eau ;
- Prélèvements d'eau pour la détermination du pH, des MES, et des concentrations en ions SO_4^{2-}, Ca^{2+}, Na^{+}, K^{+}, Mg^{2+} et Cl^{-} ;
- Prélèvements d'eau pour l'analyse des sels nutritifs dissous (nitrates+nitrites, ammonium, phosphates, silicates), de la charge organique dissoute et particulaire (azote et phosphore organiques dissous, carbone, azote et phosphore organiques particulaires) et des pigments chlorophylliens (chlorophylle a et phéopigments) ;
- Prélèvements d'eau pour l'analyse des métaux dissous par spectroscopie d'émission atomique (ICP-OES) pour le Cd, Co, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb et Zn et par électrochimie (Voltammétrie) pour les dosages de l'As et du couple Cr/Cr(VI).

Paramètres physico-chimiques et analyse

Les méthodes sont décrites en Annexe 1.

RESULTATS

Paramètres physico-chimiques

Structures des masses d'eau

Rappel : *Les mesures de température, salinité, fluorescence et turbidité sont nécessaires pour déterminer la stratification verticale des masses d'eau. En milieux côtier et estuarien, la salinité est un traceur des apports d'eaux douces. La turbidité est définie comme étant la « réduction de transparence d'un liquide due à la présence de substances non dissoutes » (Aminot et Kérouel 2004). En milieux côtier et estuarien, la turbidité peut indiquer l'existence d'apports en particules provenant des rivières, d'une remise en suspension de dépôts sédimentaires ainsi que de blooms planctoniques. La fluorescence permet d'estimer la concentration en pigments chlorophylliens et donc de quantifier globalement la biomasse phytoplanctonique (Aminot et Kérouel 2004).*

Les valeurs des variables température, salinité, turbidité et fluorescence de la campagne de suivi semestriel « saison humide » 2011 sont réunies en Tableau 2, Figure 4, Figure 5, Figure 6, Figure 7 et en Annexe 2.

Globalement, les moyennes de température (26,3 ± 0,3 °C), salinité (35,3 ± 0,1 ‰) et fluorescence (0,60 ± 0,30 $mg.m^{-3}$) de cette campagne sont similaires à celles obtenues lors de

la campagne semestrielle « saison humide » de 2010 (Conventions AEL/LEA-Vale-NC n°C2445). Les valeurs de turbidité de 2011 (0,35 ± 0,16 FTU) sont inférieures et moins variables que celles obtenues en 2010 (1,30 ± 0,99 FTU). Les valeurs moyennes de chacune des variables ne diffèrent pas sensiblement entre le Canal de La Havannah et la Baie du Prony. Cependant les valeurs de turbidité et fluorescence obtenues dans la Baie du Prony sont plus dispersées que celles obtenues dans le Canal de Havannah (Tableau 2).

Tableau 2 : Synthèse des valeurs de température, salinité, turbidité et fluorescence dans la zone d'étude en saison humide (01-03 Mars 2011).

		Température (°C)	Salinité (‰)	Turbidité (FTU)	Fluorescence ($mg.m^{-3}$)
Domaine entier	Min	24,4	33,0	0,12	0,01
	Max	28,4	35,5	5,68	9,40
	Moyenne	**26,3 ± 0,3**	**35,3 ± 0,1**	**0,35 ± 0,16**	**0,60 ± 0,30**
Canal de la Havannah	Min	24,7	34,9	0,14	0,02
	Max	27,6	35,5	1,87	1,72
	Moyenne	**26,4 ± 0,2**	**35,4± 0,0**	**0,30 ± 0,10**	**0,58 ± 0,11**
Baie du Prony	Min	24,4	33,0	0,12	0,01
	Max	28,4	35,5	5,68	9,40
	Moyenne	**26,1 ± 0,3**	**35,3 ± 0,1**	**0,44 ± 0,26**	**0,70 ± 0,57**

Température

Les profils des stations influencées par les apports d'eaux douces des creeks de la Baie du Prony (St15, St16, St18 et St19), de la Baie Kwé (St06) et de Port Boisé (St03) présentent une thermocline bien individualisée avec des températures diminuant d'environ deux degrés dans les cinq premiers mètres (de 28-28,5 à 26,5 °C). Les valeurs de température stagnent (St03 et St06) ou diminuent ensuite progressivement avec la profondeur (St15 à St19). Bien que située hors de la Baie du Prony, la station St13 (Pointe Nord du récif Ma) doit être également influencée par les apports d'eaux douces de la Baie car celle-ci présentent, comme les précédentes, une thermocline dans les cinq premiers mètres (de 27,5 à 26 °C). Certaines stations du Canal de la Havannah montrent des valeurs de températures diminuant progressivement ou par paliers avec la profondeur (St02, St05, St14 et St21). Les profils de températures des stations St20 (Ile Ouen : 26,2 ± 0,1 °C), St07 (Récif Ioro : 26,4 ± 0,2 °C) et St09 (Canal de la Havannah : 26,5 ± 0,1 °C) sont stables sur toute la colonne d'eau.

Salinité

Les profils de salinité des stations du Canal de la Havannah (35,4 ± 0,0 ‰) ainsi que celle des stations St13 (35,4 ± 0,0 ‰), St20 (35,4 ± 0,0 ‰) et St03 (35,3 ± 0,0 ‰) sont identiques et homogènes au sein de la colonne d'eau. Les stations de la Baie du Prony (St15 à St19) présentant le même profil de salinité permettent de mettre en évidence une halocline en surface avec des valeurs augmentant d'environ 2 ‰. Une halocline, moins marquée qu'au niveau des profils de la Baie de Prony, est également remarquée en station St06.

Turbidité

Les profils des stations du Canal de la Havannah (0,30 ± 0,1 FTU) et de la station St20 (Ile Ouen) sont homogènes au sein de la colonne d'eau, à l'exception du profil de la station St14 (Port de Goro) dont la turbidité augmente légèrement avec la profondeur atteignant (de 0,3 à 0,8 FTU). Les profils des stations influencées par les apports terrigènes de la Baie du Prony (St13, St15 à St19) et de Port Boisé (St03) permettent de mettre en évidence un néphéloïde benthique avec des valeurs de turbidité atteignant 4,5 FTU en St16. A l'inverse les valeurs de

turbidité de la station St06 (Baie Kwé) sont plus élevées dans les cinq premiers mètres puis sont homogènes dans le reste de la colonne d'eau.

Fluorescence

A l'exception de la station St21, les valeurs de fluorescence des stations du Canal de La Havannah ainsi que cellesde la station St20 varient légèrement au sein de la colonne d'eau. Ces dernières sont comprises entre 0 et 1 FTU. Les profils des stations des stations St03, St06, St13 et St21 augmentent progressivement avec la profondeur passant de valeurs inférieures à 0,1 $mg.m^{-3}$ en surface à des valeurs supérieures à 1-1,5 FTU. Les profils de fluorescence des stations de la Baie du Prony peuvent être corrélés aux profils de turbidité. Les fortes augmentations des valeurs de fluorescence, particulièrement en station St16 (Prony Wharf) dont les valeurs atteignent 9,4 FTU, paraissent liées au néphéloïde benthique observé à ces stations.

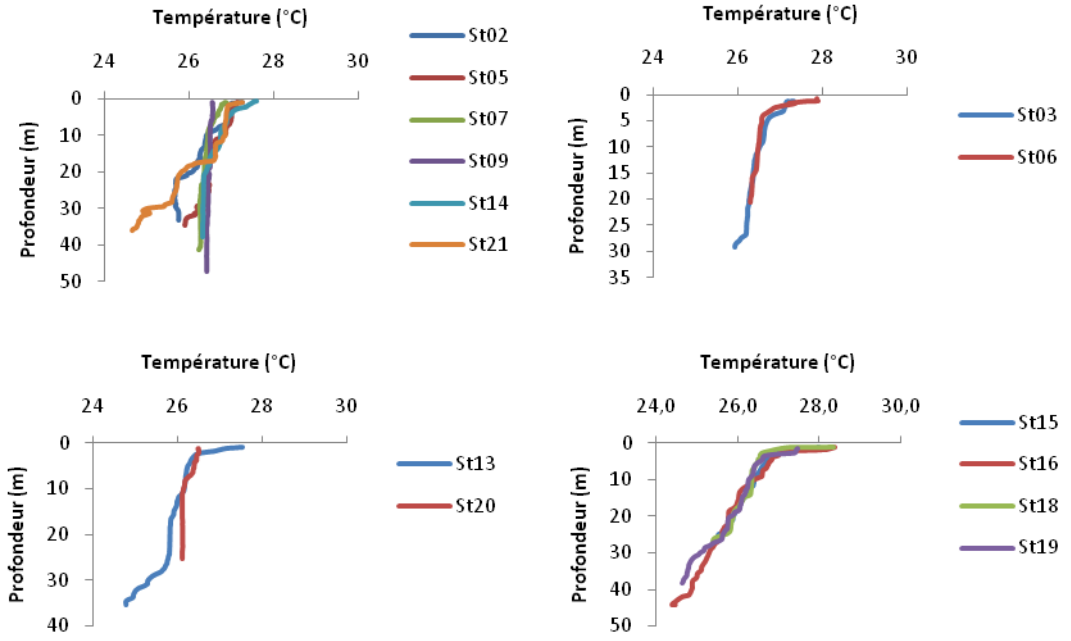


Figure 4 : Profils de température des 14 stations échantillonnées lors de la campagne « saison humide » de mars 2011.

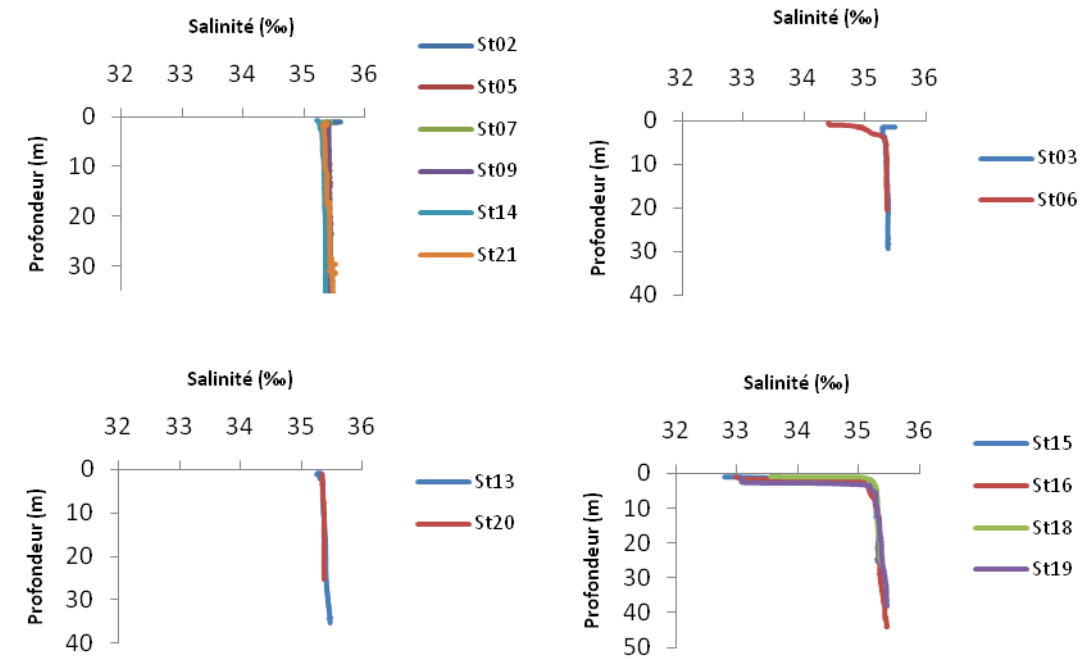


Figure 5 : Profils de salinité des 14 stations échantillonnées lors de la campagne « saison humide » de mars 2011.

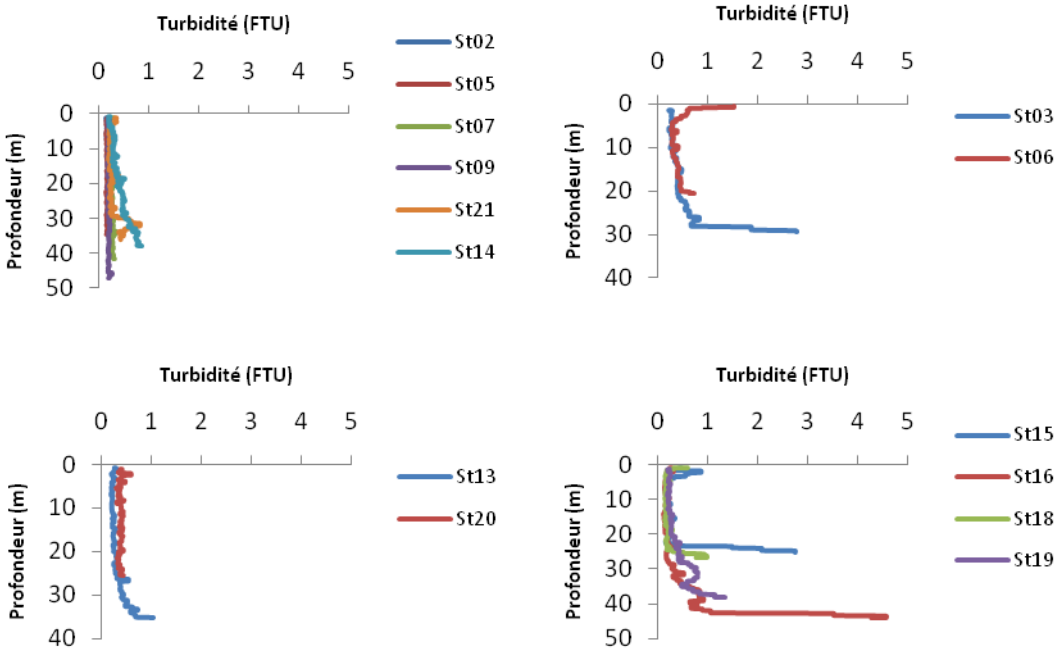


Figure 6 : Profils de turbidité des 14 stations échantillonnées lors de la campagne « saison humide » de mars 2011.

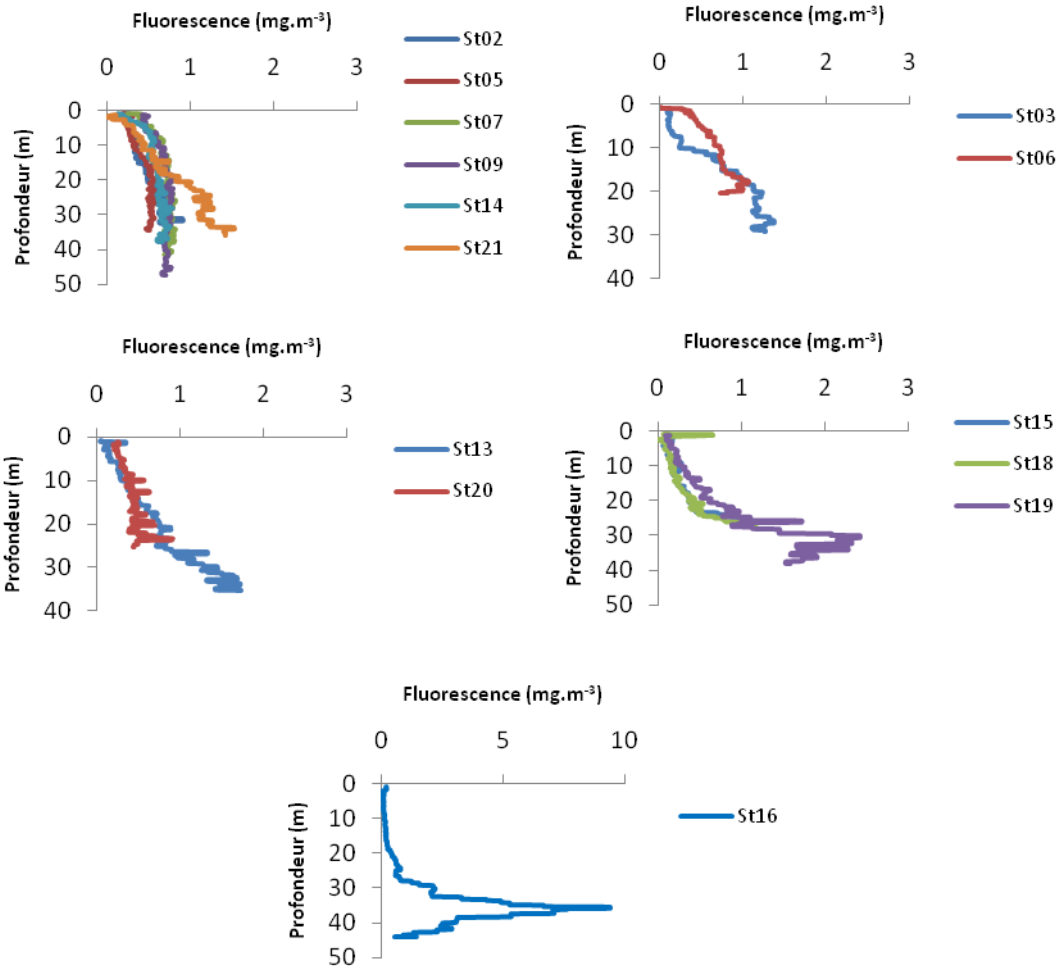


Figure 7 : Profils de fluorescence des 14 stations échantillonnées lors de la campagne « saison humide » de mars 2011.

Eléments majeurs et pH

Les résultats d'analyse des éléments majeurs et les mesures de pH sont réunis en Annexe 3.

Ces résultats sont conformes aux valeurs attendues et similaires à celles obtenues lors des campagnes de suivi précédentes (Convention IRD/Vale-Inco N°C2284/E13517 ; Convention AEL-LEA/Vale-NC N°C2445). Aucune variation significative n'est observable.

Matières en suspension

Rappel : *La mesure des MES est importante dans les milieux côtiers et estuariens car elle reflète l'importance des apports continentaux et de la remise en suspension de sédiments sous l'influence des conditions météorologiques (vent, pluie…). Les MES influencent également la production primaire : une charge particulaire élevée peut en effet modifier l'épaisseur de la couche euphotique (Aminot et Kérouel 2004). En milieux côtier et estuarien, ces valeurs peuvent varier de 0,5 à 5 mg/L (Aminot et Kérouel 2004).*

Les résultats de la détermination des matières en suspension sont répertoriés en Annexe 3 et Figure 8.

Globalement, les concentrations des MES ne montrent pas de distribution horizontale particulière dans la zone d'étude.

La forte concentration de surface observée à la station St03 (0,66 mg/L) peut être due aux apports terrigènes de Port Boisé. Cette forte concentration n'est cependant pas mise en évidence sur les profils de turbidité et fluorescence de cette station.

Les concentrations de MES plus élevées en profondeur au niveau des stations de la Baie du Prony (St15 à St19) semblent être corrélées au profil de turbidité mettant en évidence un néphéloïde benthique.

Les stations St07 (0,46 mg/L) et St09 (0,44 mg/L) du Canal de la Havannah présentent des concentrations de surface deux fois plus élevées que celles du fond (0,24 mg/L) et St09 (0,20 mg/L). Cependant, leurs profils de turbidité et fluorescence ne montrent pas de variation verticale au sein de la colonne d'eau. De plus, les concentrations de surface de ces deux stations sont supérieures à celles observées en profondeur au niveau des stations de la Baie du Prony (St15, St16, St18 et St19). Ces résultats sont aberrants au regard des profils de turbidité et de fluorescence de ces stations dont les valeurs mesurées en profondeur aux stations de la Baie du Prony sont environ deux à diz fois plus élevées que celles obtenues en surface aux stations St07 et St09.

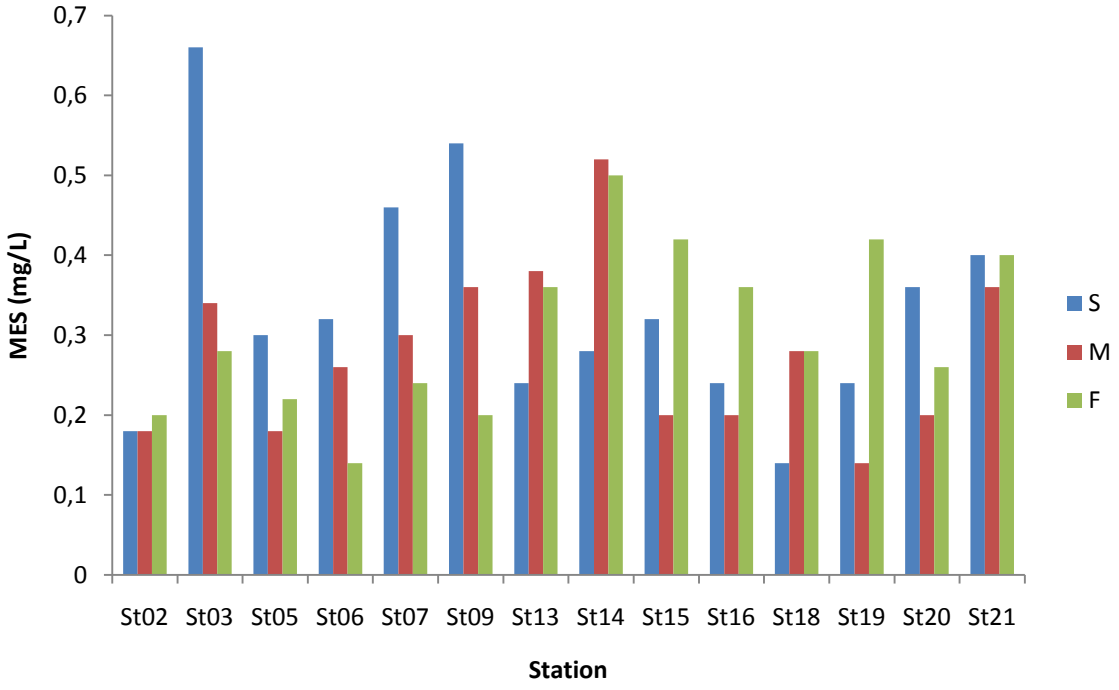


Figure 8 : Concentrations des MES (mg/L) en surface (S), mi-profondeur (M) et fond (F) aux 14 stations de la zone étudiée lors de la campagne « saison humide » (1-3 mars 2011).

Sels nutritifs

Les concentrations des sels nutritifs sont regroupées en Annexe 4 et dans le Tableau 3.

Ammonium

Rappel : *Dans le milieu marin, la forme prépondérante de l'azote ammoniacal est l'ammonium (NH_4^+). Naturellement, il provient des excrétions animales et de la dégradation bactérienne des composés organiques azotés. Dans les régions tropicales, les teneurs sont généralement très faibles, de l'ordre de quelques dizaines de nanomoles.*

Les concentrations d'ammonium varient fortement dans l'ensemble de la zone d'étude ; celles-ci sont comprises entre 0,01 et 0,29 µmol/L avec une concentration moyenne de 0,08 ± 0,07 µmol/L. Les concentrations de fond des stations de la Baie du Prony (St15 à St19) sont de 2 à 10 fois plus élevées que celles de mi-profondeur et surface. Ces fortes concentrations peuvent être reliées aux profils de fluorescence dont les valeurs sont plus élevées en profondeur qu'en surface. Les concentrations d'ammonium des autres stations ne montrent de distribution verticale particulière. En effet, les concentrations de surface des stations St21 et St13 sont, respectivement, deux à douze fois plus élevées en surface qu'en profondeur alors que la situation inverse est observée en station St14.

Nitrates + Nitrites

Rappel : *L'ion nitrate est la forme oxydée stable de l'azote en solution aqueuse. Les ions nitrates entrent dans le cycle de l'azote comme support principal de la croissance du phytoplancton qui, une fois dégradé par les bactéries, restitue au système l'azote sous forme minérale (NO_3). La vitesse de régénération peut être parfois différente de la vitesse*

d'utilisation, il en résulte des concentrations en nitrates variables qui peuvent être un facteur influençant la croissance du phytoplancton.

Globalement, les concentrations de nitrites (NO_2) et nitrates (NO_3) sont très variables ; celles-ci sont comprises entre 0,06 et 1,86 µmol/L avec une concentration moyenne de 0,43 ± 0,34 µmol/L. Leur distribution semble fortement reliée à celles des concentrations d'ammonium. En effet, les concentrations de profondeur des stations de la Baie du Prony sont beaucoup plus élevées que celles mesurées en surface et profondeur. Notamment à la station St16, les concentrations sont environ 20 et 30 fois plus faibles en surface (0,09 ± 0,01 µmol/L) et mi-profondeur (0,06 ± 0,00 µmol/L) qu'au fond (1,86 ± 0,06 µmol/L). Ces fortes concentrations de fond de la Baie du Prony peuvent également être corrélées aux profils de fluorescence de ces mêmes stations. Cette corrélation est particulièrement vraie à la station St16 où le profil de fluorescence montre des valeurs très élevées en profondeur comparées aux autres stations.

Phosphates

Rappel : *Dans l'eau de mer, le phosphore dissous est essentiellement présent sous forme d'ions orthophosphates. (PO_4^{2-}) Leur concentration dépend de phénomènes physiques et biologiques ou chimiques. Les teneurs sont généralement très faibles en surface et augmentent avec la profondeur au-dessous de la zone euphotique (La zone euphotique correspond à la hauteur d'eau qui est pénétrée par la lumière). En milieu côtier, une augmentation des concentrations est un signe d'influence terrigène.*

Dans l'ensemble de la zone d'étude, la concentration moyenne de phosphates s'élève à 0,04 ± 0,04 µmol/L avec des concentrations comprises entre des valeurs inférieures à la limite de quantification et 0,19 µmol/L.
Les concentrations de phosphates présentent la même distribution que les concentrations de nitrites et nitrates. En effet, les concentrations de fond mesurées en Baie du Prony sont plus élevées que celles de mi-profondeur et surface, traduisant l'impact des apports terrigènes des creeks de la Baie du Prony. Les stations St02 et St14 localisées dans le Canal de la Havannah montrent également des concentrations de phosphates deux à trois fois plus élevées en profondeur qu'en surface alors que les concentrations mesurées aux autres stations ne semblent pas montrer de variations verticales particulières.

Silicates

Rappel : *Bien que le silicium ne soit pas un composant de la matière vivante proprement dite, il constitue l'essentiel des squelettes de divers organismes marins. Sa concentration dans l'eau de mer, sous forme de silicates (SiO_4^{2-}), qui peut devenir insuffisante en raison de sa très faible solubilité, varie en fonction de l'origine et la nature des eaux. Ainsi, dans le domaine océanique, les concentrations en surface sont généralement très faibles mais elles augmentent progressivement à mesure que l'on se rapproche des côtes ou des fonds abyssaux.*

Les concentrations de silicates sont extrêmement variables dans l'ensemble de la zone d'étude; celles-ci varient entre des valeurs inférieures à la limite de quantification à 9,95 µmol/L avec une moyenne de 1,82 ± 3,01 µmol/L. La valeur élevée de l'écart-type montrent que les valeurs de silicates sont très dispersées. En effet, un gradient côte large est distingué avec une concentration moyenne en Baie du Prony dix fois plus élevée que dans le Canal de La Havannah.

Les concentrations des stations St03, St06 et St14 situées proches de la côte sont également supérieures à celles obtenues dans le Canal de La Havannah ainsi qu'aux stations St13 et

St20. A l'exception de la station St03, un gradient vertical est également mis en évidence avec des valeurs de surface plus élevées qu'en profondeur, notamment aux stations St16, St18, St19 et St06 où ces concentrations diminuent de 7 à 20 fois avec la profondeur.

Tableau 3 : Concentration des sels nutritifs dissous (NH_4, NO_3+NO_2, PO_4 et SiO_2) dans la zone d'étude en saison humide (1-3 mars 2011).

		NH_4 (µmol/L)	NO_3+NO_2 (µmol/L)	PO_4 (µmol/L)	SiO_2 (µmol/L)
Domaine entier	Min	0,01	0,06	<LQ	<LQ
	Max	0,29	1,86	0,19	9,95
	Moyenne	**0,08 ± 0,07**	**0,42 ± 0,34**	**0,04 ± 0,04**	**1,82 ± 3,01**
Canal de la Havannah	Min	0,01	0,17	<LQ	0,04
	Max	0,26	1,04	0,12	1,86
	Moyenne	**0,09 ± 0,07**	**0,50 ± 0,23**	**0,04 ± 0,03**	**0,44 ± 0,52**
Baie du Prony	Min	0,01	0,06	<LQ	0,29
	Max	0,29	1,86	0,19	9,95
	Moyenne	**0,08 ± 0,09**	**0,40 ± 0,53**	**0,05 ± 0,05**	**4,77 ± 4,21**

Carbone, azote et phosphore organiques

La distinction entre la matière dissoute et particulaire est arbitraire. Cependant les études environnementales considèrent généralement que la limite de taille est de 0,45 µm (Strickland & Parsons, 1972).

Les concentrations de carbone, azote et phosphore organiques sont regroupés en Annexe 5 et dans le Tableau 4. Les concentrations d'azote organique dissous et particulaires ne sont pas encore disponibles mais seront ajoutées dans le rapport final.

Azote et phosphore organiques dissous

Rappel : *La contribution naturelle de l'azote et du phosphore provient de la dégradation de matière de nature biogénique, qu'elle soit d'origine océanique (bactéries, phytoplancton, zooplancton, macro-organismes pélagiques, ….) ou terrestre (bactéries, débris végétaux,…) voire éolienne (bactéries, pollens, …). D'une manière générale, la concentration en composés dissous est très faible, particulièrement dans l'océan ouvert.*

Les concentrations de phosphore organique dissous (POD) sont homogènes dans la zone d'étude. En effet, celles-ci ne présentent ni gradient côte-large, ni gradient vertical. Leur concentration moyenne s'élève à 0,52 ± 0,06 µmol/L.

Azote, phosphore et carbone organiques particulaires

Rappel : *La fraction particulaire de ces éléments constitue des matières en suspension de tailles diverses transportées au sein des masses d'eau. Leur origine est également océanique, terrestre voire éolienne. Les concentrations présentent d'ordinaire un gradient côte-large et peuvent montrer des discontinuités verticales en fonction de l'existence ou non de couches turbides.*

Les concentrations de phosphore organique particulaire (POP) ne mettent pas en évidence de distribution particulière dans l'ensemble de la zone étudiée ainsi que dans la colonne d'eau.

Les concentrations de POP sont comprises entre des valeurs inférieures à la limite de quantification et 0,11 µmol/L avec une concentration moyenne de 0,02 ± 0,02 µmol/L.

Contrairement aux concentrations de POP, les concentrations de carbone organique particulaire (COP) sont relativement homogènes au sein de la zone étudiée et de la colonne d'eau. Les concentrations moyennes obtenues aux stations de la Baie du Prony sont similaires à celles mesurées au niveau des stations du Canal de la Havannah. La concentration maximale est obtenue en profondeur à la station St19 (27,1 µmol/l) ; celle-ci est 3 fois plus élevée que celles mesurées en surface et mi-profondeur. Cette concentration plus importante peut être expliquée par un rejet terrigène plus riche en COP au niveau de cette station par rapport aux autres stations de la Baie du Prony.

Tableau 4 : Concentrations en carbone, azote et phosphore organiques dissous et particulaires dans la zone d'étude en saison sèche (1-3 mars 2011).

		NOD (µmol/L)	POD (µmol/L)	POP (µmol/L)	NOP (µmol/L)	COP (µmol/L)
Domaine entier	Min		0,34	<LQ		7,9
	Max		0,62	0,11		27,1
	Moyenne		**0,52 ± 0,06**	**0,02 ± 0,02**		**12,5 ± 3,6**
Canal de la Havannah	Min		0,34	<LQ		8,5
	Max		0,60	0,08		18,3
	Moyenne		**0,51 ± 0,07**	**0,01 ± 0,02**		**12,4 ± 2,9**
Baie du Prony	Min		0,45	<LQ		7,9
	Max		0,62	0,04		27,1
	Moyenne		**0,52 ± 0,05**	**0,02 ± 0,02**		**12,4 ± 4,9**

Chlorophylle *a* et phéopigments

Rappel : *La chlorophylle est indispensable à la photosynthèse des algues, son dosage permet donc d'estimer la biomasse phyto-planctonique et de ce fait le niveau trophique (oligotrophie/eutrophie) du milieu (Fichez et al. 2005). Sa dégradation donne de nombreux composés, dont principalement les phéopigments.*

Les concentrations de chlorophylle *a* et de phéopigments sont répertoriés dans le Tableau 5 et en Annexe 6.

Les concentrations de chlorophylle *a* sont dispersées au sein de la zone étudiée ; celles-ci sont comprises entre 0,24 et 3,34 µg/L avec une concentration moyenne de 0,69 ± 0,55 µg/L. Cette dispersion est due aux fortes concentrations mesurées en profondeur aux stations St16 et St19 de la Baie du Prony dont les concentrations sont multipliées par neuf avec la profondeur. Ce même gradient vertical est également observé, de façon moins prononcé, aux stations St03, St13 et St21. Les concentrations de chlorophylle *a* mettent en évidence une plus forte activité phyto-planctonique en profondeur à ces stations et peuvent être corrélées aux profils de fluorescence dont les valeurs augmentent avec la profondeur.

Les concentrations des phéopigments sont moins dispersées que celles de la chlorophylle *a* ; celles-ci sont comprises entre 0,07 et 0,46 µg/L avec une concentration moyenne de 0,19 ± 0,09 µg/L. Comme pour la chlorophylle *a*, les stations St16, St19, St13, St21 et St03 se distinguent par un gradient vertical avec des concentrations plus élevées en profondeur qu'en surface alors que le reste des stations ne montre pas de gradient vertical.

Tableau 5 : Concentrations en pigments chlorophylliens dans la zone d'étude en saison humide (1-3 mars 2011).

		Chlorophylle *a* (µg/L)	Phéopigments (µg/L)	% Phéopigments
Domaine entier	Min	0,24	0,07	11,0
	Max	3,34	0,46	41,5
	Moyenne	**0,69 ± 0,55**	**0,19 ± 0,09**	**23,4 ± 6,4**
Canal de la Havannah	Min	0,26	0,09	20,4
	Max	1,17	0,34	35,5
	Moyenne	**0,64 ± 0,23**	**0,22 ± 0,06**	**26,2 ± 4,1**
Baie du Prony	Min	0,24	0,07	11,0
	Max	3,34	0,46	41,5
	Moyenne	**0,82 ± 0,97**	**0,17 ± 0,13**	**21,5 ± 8,4**

Distribution des métaux dissous dans la colonne d'eau

Les résultats d'analyse des métaux dissous de la campagne semestrielle de mars 2011 sont regroupés dans le Tableau 6, Figure 9 et en Annexe 7.

Comme observé lors de la campagne semestrielle de mars 2010, les métaux naturellement contenus dans les roches latéritiques du sud calédonien (Co, Mn, Ni, Cr(VI), Cr(tot)) (Fernandez *et al.*, 2006) se distribuent selon un gradient côte-large bien individualisé. En effet, les stations du Canal de la Havannah (St02, St05, St07, St09 et St21) influencées par les masses d'eaux océaniques, sont clairement distinguées par leurs concentrations en métaux (Co, Mn, Ni, Cr(VI), Cr(tot)) nettement inférieures à celles mesurées aux stations proches des côtes (St03, St06, St14, St15, St18 à St19). Cette différence est particulièrement flagrante au niveau des stations de la Baie du Prony dont les concentrations moyennes obtenues sont trois à neuf fois plus élevées que celles mesurées dans le Canal de la Havannah. Les concentrations de Co, Mn, Ni, Cr(VI) et Cr(tot) mettent également en évidence un gradient vertical avec des concentrations diminuant avec la profondeur. Ce gradient est nettement visible au niveau des stations de la Baie du Prony où les concentrations de surface sont de deux à 94 fois plus élevées en surface qu'en profondeur. Cependant, à la station St15, l'inverse se produit pour le Co et le Mn dont les concentrations de fond sont supérieures à celles de surface. La concentration de fond de Ni à cette même station est plus élevée que celles mesurées aux trois autres stations de la Baie du Prony. Le profil de turbidité de la station St15 présente un néphéloïde benthique bien développé sur les derniers mètres (2-3 FTU) pouvant expliquer l'augmentation de ces trois métaux en profondeur.

Le Cu, Fe et Zn montrent une distribution hétérogène dans la zone d'étude. Le Fe et Zn présentent des concentrations plus élevées à la station St14 (Port de Goro) qu'aux autres stations ; ces concentrations sont plus élevées en surface qu'en profondeur. Les concentrations de Zn sont également plus élevées à la station St20 (Ile Ouen) qu'au reste des stations ; les concentrations diminuant avec la profondeur comme observé à la station St14.

Les concentrations en Cd et Pb sont inférieures aux limites de détection compte tenu des très basses teneurs de ces métaux dans les roches latéritiques du sud calédonien (Atlas de la Nouvelle-Calédonie, 1981).

Tableau 6 : Valeurs moyennes et domaines de variations des concentrations en métaux dissous pour la campagne saison humide (1-3 mars 2011).

		As (µg/l)	Co (µg/L)	Cu (µg/L)	Fe (µg/L)	Mn (µg/L)	Ni (µg/L)	Cr(VI) (µg/L)	Cr(tot) (µg/L)	Zn (µg/L)
Domaine entier	Min		<LQ	<LQ	<LQ	0,01	0,03	0,10	0,13	<LQ
	Max		0,25	0,18	0,18	4,16	1,44	1,22	1,86	1,75
	Moyenne		**0,05 ± 0,05**	**0,05 ± 0,04**	**0,03 ± 0,03**	**0,25 ± 0,65**	**0,23 ± 0,32**	**0,22 ± 0,26**	**0,44 ± 0,36**	**0,34 ± 0,34**
Canal de la Havannah	Min		<LQ	<LQ	<LQ	0,01	0,03	0,10	0,13	0,07
	Max		0,04	0,18	0,18	0,36	0,29	0,23	0,70	1,75
	Moyenne		**0,02 ± 0,01**	**0,06 ± 0,05**	**0,04 ± 0,06**	**0,07 ± 0,08**	**0,09 ± 0,07**	**0,12 ± 0,03**	**0,27 ± 0,17**	**0,39 ± 0,41**
Baie du Prony	Min		0,01	0,01	<LQ	0,01	0,06	0,11	0,20	<LQ
	Max		0,25	0,05	0,06	4,16	1,44	1,22	1,86	0,67
	Moyenne		**0,08 ± 0,08**	**0,03 ± 0,01**	**0,04 ± 0,02**	**0,62 ± 1,16**	**0,50 ± 0,51**	**0,43 ± 0,42**	**0,64 ± 0,53**	**0,27 ± 0,20**

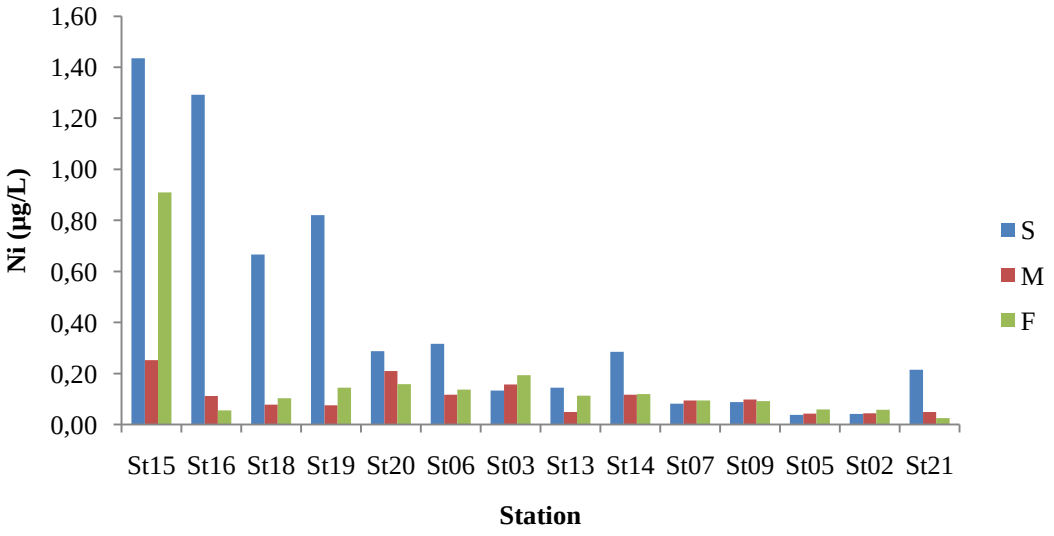


Figure 9 : Evolution spatiale des concentrations en Ni en fonction de l'éloignement à la côte (1-3 mars 2011).

SYNTHESE DES RESULTATS DE CAMPAGNES « SAISON HUMIDE » (2007, 2009, 2010, 2011)

Les valeurs moyennes des concentrations en sels nutritifs, matières organiques dissoutes et particulaires, chlorophylle *a*, phéopigments et métaux dissous dans la colonne d'eau pour les campagnes de suivis environnementales « saison humide » réalisées en 2007, 2009, 2010 et 2011 son regroupées dans les Tableau 7, Tableau 8, Tableau 9, Tableau 10 et Tableau 11 ainsi que dans les Figure 11 et Figure 12.
Les conditions météorologiques, notamment les précipitations, peuvent influencer les paramètres physico-chimiques des eaux ainsi que leurs concentrations en métaux dissous. Le cumul des précipitations ayant eu lieu avant et pendant les campagnes semestrielles « saison humide » est reporté en Figure 10.

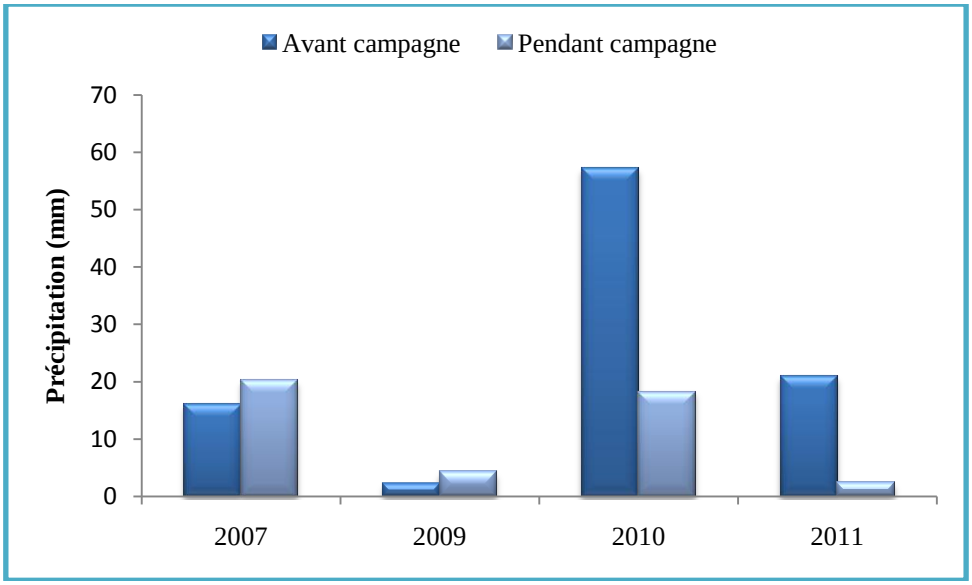


Figure 10 : Cumuls des précipitations avant les campagnes (5 jours avant) et pendant les campagnes de prélèvement « saison humide » de 2007, 2009, 2010 et 2011.

Comparaison interannuelle des concentrations en sels nutritifs des campagnes « saison humide »

Distribution globale dans le domaine

Globalement, les concentrations moyennes des sels nutritifs de l'ensemble du domaine d'étude mesurées lors des campagnes semestrielles « saison humide » ne montrent pas de tendance particulière entre 2007 et 2011. Cependant, quelques variations apparaissent entre chaque campagne dans la Baie du Prony et le Canal de la Havannah. En effet, les concentrations moyennes de SiO_2 de 2010 et 2011 sont similaires dans le Canal de la Havannah alors qu'elles ont doublées dans la Baie du Prony. Cependant les écart-types des concentrations des stations de la Baie de Prony étant assez élevée, cette dernière tendance est donc à prendre avec précaution. Les concentrations de NO_2+NO_3 ont légèrement augmenté comparées aux concentrations mesurées les années précédentes dans les deux zones. Les concentrations de PO_4 et NH_4 sont similaires entre chaque campagne dans les deux zones (Prony et Havannah).

Tableau 7 : Concentrations en nitrates + nitrites, phosphates, silicates et ammonium mesurées lors des campagnes « saison humide » de 2007, 2009, 2010 et 2011.

		NO_2+NO_3 (µmol/L)				PO_4 (µmol/L)				SiO_2 (µmol/L)				NH_4 (µmol/L)			
Année		2007	2009	2010	2011	2007	2009	2010	2011	2007	2009	2010	2011	2007	2009	2010	2011
Domaine entier	Min	<LQ	0,02	0,01	0,06	<LQ	0,01	0,03	<LQ	0,43	0,97	0,01	<LQ	0,01	<LQ	0,02	0,01
	Max	4,92	1,74	0,72	1,86	0,13	0,17	0,20	0,19	4,07	4,79	6,64	9,95	0,41	0,16	0,39	0,29
	Moyenne	0,27	0,46	0,20	0,42	0,04	0,05	0,06	0,04	1,36	1,90	1,35	1,82	0,09	0,05	0,14	0,08
	Ecart-type	0,70	0,39	0,16	0,34	0,02	0,03	0,03	0,04	0,78	0,96	1,30	3,01	0,09	0,04	0,09	0,07
Canal de la Havannah	Min	<LQ	0,10	0,09	0,17	<LQ	0,02	0,03	<LQ	0,43	0,97	0,02	0,04	0,01	0,03	0,03	0,01
	Max	4,92	1,05	0,31	1,04	0,13	0,06	0,07	0,12	1,80	1,58	1,16	1,86	0,41	0,13	0,39	0,26
	Moyenne	0,42	0,42	0,22	0,50	0,04	0,04	0,05	0,04	0,96	1,22	0,42	0,44	0,40	0,06	0,13	0,09
	Ecart-type	0,85	0,30	0,07	0,23	0,03	0,01	0,01	0,03	0,36	0,27	0,32	0,52	0,10	0,03	0,09	0,07
Baie du Prony	Min	0,02	0,02	0,01	0,06	0,01	0,02	0,04	<LQ	1,25	1,55	1,32	0,29	0,01	<LQ	0,02	0,01
	Max	1,21	1,74	0,70	1,86	0,06	0,17	0,20	0,19	4,07	4,21	6,64	9,95	0,17	0,11	0,25	0,29
	Moyenne	0,26	0,38	0,11	0,40	0,04	0,05	0,07	0,05	2,38	2,63	2,43	4,77	0,04	0,04	0,11	0,08
	Ecart-type	0,44	0,53	0,19	0,53	0,02	0,05	0,04	0,05	0,89	1,01	1,45	4,21	0,05	0,03	0,08	0,09

Distribution verticale aux stations St15, St06 et St09

Les concentrations en NH_4 et NO_2+NO_3 de trois stations St15 (Prony Creek Baie Nord), St06 (Récif de la Baie Kwé) et St09 (Canal de la Havannah) représentant différents sites d'influences de la zone d'étude (Influence terrigène des creeks de la Baie et Prony (St15) et de la Kwé (St06) ; influence océanique du Canal de la Havannah (St09)) ont été comparées entre les quatre campagnes « saison humide » réalisées entre 2007 et 2011.

Les concentrations de NH_4 et de NO_2+NO_3 des trois stations étudiées évoluent différemment entre les campagnes de saison humide :
A la station **St15**, les concentrations de NH_4 de mi-profondeur et surface varient peu entre les campagnes alors que celles de profondeur ont augmentées de 2009 à 2010 et légèrement entre 2010 et 2011.
A l'inverse, les concentrations de profondeur de NH_4 de la station **St06** diffèrent légèrement entre les campagnes alors que celles-ci ont presque diminuées de moitié entre 2010 et 2011.
A la station **St09**, ces concentrations varient peu entre les campagnes. Hormis en 2009 à la station St09 où les concentrations de NO_2+NO_3 ont atteint un maximum à 1 µmol/L, celles-ci ne présentent pas d'évolution particulière entre les campagnes de saison humide ; leurs concentrations ne dépassant pas 0,3 et 0,7 µmol/L pour les stations St09 et St06, respectivement.
Les concentrations de NO_2+NO_3 de la station St15 varient entre les campagnes ; cette évolution ne semble pas être liée à la pluviométrie mesurée avant et pendant les campagnes.

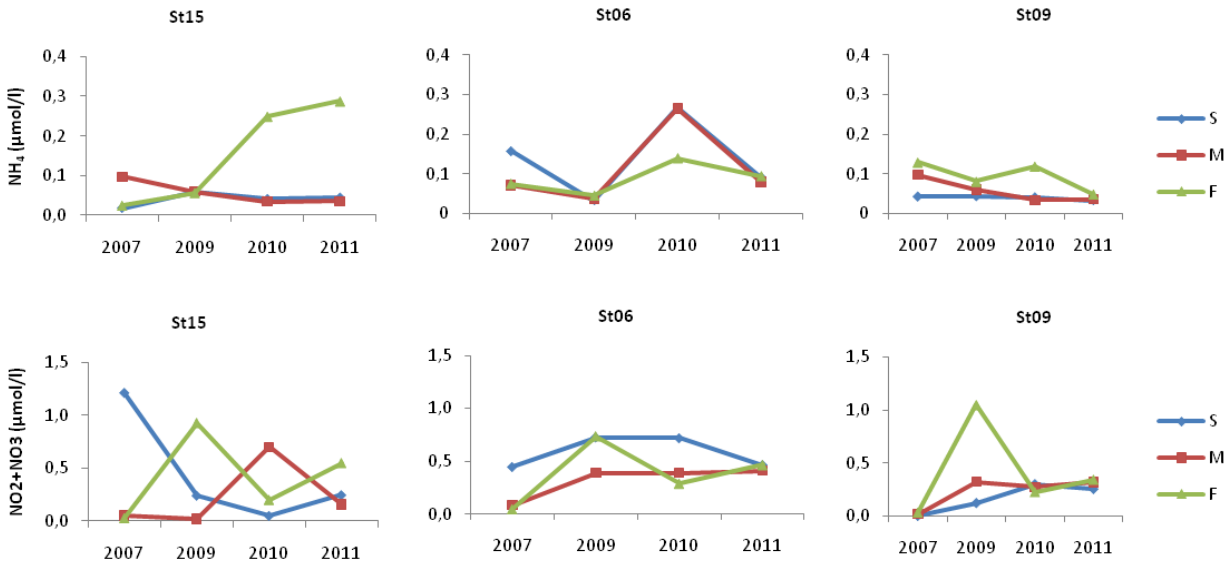


Figure 11 : Concentrations moyennes de surface (S), milieu (M) et fond (F) en NH_4 et NO_3+NO_2 aux stations St15 (Prony Creek Baie Nord), St06 (Récif de la Baie Kwé) St09 (Canal de la Havannah) lors des campagnes « saison humide » de 2007, 2009, 2010 et 2011.

Comparaison interannuelle des concentrations de la matière organique et des pigments chlorophylliens des campagnes « saison humide »

Les concentrations en NOD et NOP seront ajoutées dans le rapport semestriel « saison humide » 2011 définitif.

Les concentrations moyennes de POD de l'ensemble du domaine étudié ont été multipliées par quatre entre 2007 (0,21 ± 0,02 µmol/L) et 2010 (0,83 ± 0,10 µmol/L) puis celles-ci ont diminuées de 2010 à 2011 (0,52 ± 0,06 µmol/L). Les concentrations de POP sont relativement stables entre les différentes campagnes de saison humide.

Les concentrations moyennes des phéopigments de l'ensemble du domaine d'étude ainsi que celles du Canal de la Havannah et de la Baie du Prony sont stables entre les campagnes de « saison humide ». Les concentrations moyennes de chlorophylle *a* ont presque doublé entre 2007 (0,43 ± 0,13 µg/L) et 2010 (0,78 ± 0,20 µg/L) et sont presque similaires entre 2010 et 2011. Entre les campagnes de saison humide, les concentrations des stations du Canal de La Havannah varient de manière similaire aux variations observées dans le domaine entier. Les concentrations moyennes de chlorophylle *a* des stations de la Baie du Prony ne diffèrent pas entre 2009 et 2011. Cependant celles-ci sont particulièrement dispersées en 2011 (0,82 ± 0,97 µg/L).

Tableau 8 : Concentrations en phosphore et azote organiques et particulaires mesurées lors des campagnes « saison humide » de 2007, 2009, 2010 et 2011.

		POD (µmol/L)				NOD (µmol/L)				POP (µmol/L)				NOP (µmol/L)			
Année		2007	2009	2010	2011	2007	2009	2010	2011	2007	2009	2010	2011	2007	2009	2010	2011
Domaine entier	Min	0,16	0,06	0,60	0,34	3,97	0,68	0,38		0,01	0,05	<LQ	<LQ	<LQ	0,96	0,78	
	Max	0,28	0,37	1,05	0,62	9,89	4,46	6,83		0,11	0,12	0,14	0,11	1,75	5,01	6,25	
	Moyenne	0,21	0,19	0,83	0,52	5,23	2,67	2,18		0,05	0,08	0,06	0,02	0,51	1,75	1,88	
	Ecart-type	0,02	0,08	0,10	0,06	0,79	0,81	1,31		0,02	0,02	0,03	0,02	0,49	0,86	1,20	
Canal de la Havannah	Min	0,16	0,13	0,67	0,34	4,50	0,68	0,38		0,01	0,05	<LQ	<LQ	<LQ	1,12	0,92	
	Max	0,28	0,32	0,95	0,60	9,89	3,51	6,83		0,10	0,08	0,11	0,08	1,70	3,54	3,11	
	Moyenne	0,35	0,20	0,84	0,51	5,19	2,46	2,17		0,05	0,06	0,06	0,01	0,66	1,84	1,87	
	Ecart-type	0,03	0,08	0,10	0,07	0,91	0,85	1,81		0,01	0,02	0,03	0,02	0,41	1,11	0,76	
Baie du Prony	Min	0,17	0,12	0,60	0,45	4,48	1,51	1,07		0,01	0,06	0,02	<LQ	<LQ	1,02	0,83	
	Max	0,23	0,37	0,94	0,62	6,32	4,46	2,90		0,06	0,11	0,09	0,04	0,01	3,82	2,53	
	Moyenne	0,20	0,23	0,78	0,52	5,11	2,68	2,07		0,04	0,08	0,05	0,02	0,01	1,65	1,49	
	Ecart-type	0,02	0,08	0,10	0,05	0,54	0,80	0,67		0,02	0,02	0,02	0,02	0,004	0,78	0,49	

Tableau 9 : Concentrations de la chlorophylle *a* et des phéopigments mesurées lors des campagnes « saison humide » de 2007, 2009, 2010 et 2011.

		Chlorophylle *a* (µg/L)				Phéopigments (µg/L)			
Année		2007	2009	2010	2011	2007	2009	2010	2011
Domaine entier	Min	0,20	0,27	0,32	0,24	0,04	0,06	<LQ	0,07
	Max	0,97	1,20	1,12	3,34	0,30	0,47	0,34	0,46
	Moyenne	0,43	0,60	0,78	0,69	0,15	0,24	0,20	0,19
	Ecart-type	0,13	0,23	0,20	0,55	0,06	0,08	0,05	0,09
Canal de la Havannah	Min	0,20	0,38	0,50	0,26	0,04	0,14	<LQ	0,09
	Max	0,59	0,77	1,12	1,17	0,28	0,34	0,34	0,34
	Moyenne	0,40	0,54	0,88	0,64	0,15	0,23	0,19	0,22
	Ecart-type	0,10	0,13	0,17	0,23	0,06	0,07	0,08	0,06
Baie du Prony	Min	0,27	0,27	0,52	0,24	0,07	0,08	0,10	0,07
	Max	0,59	1,20	1,05	3,34	0,23	0,47	0,31	0,46
	Moyenne	0,43	0,61	0,76	0,82	0,13	0,22	0,19	0,17
	Ecart-type	0,11	0,34	0,14	0,97	0,05	0,13	0,06	0,13

Comparaison interannuelle des concentrations des métaux dissous des campagnes « saison humide »

Distribution globale dans le domaine

Dans le domaine d'étude, les concentrations moyennes de Co, Mn et Ni sont stables entre les différentes campagnes de saison humide menées depuis 2007. Alors que les concentrations moyennes de Mn et Ni des stations du Canal de la Havannah diminuent légèrement, celles des

stations de la Baie du Prony ont augmenté entre 2010 et 2011. Cette augmentation est probablement liée aux fortes concentrations mesurées en profondeur à la station St15 lors de la campagne de mars 2011. Les concentrations moyennes de Co des deux zones (Havannah et Prony) restent relativement stables entre 2007 et 2010.

Alors que les concentrations de Cr(VI) des stations du Canal de la Havannah sont stables entre 2009 et 2011, celles des stations de la Baie du Prony augmentent entre 2009 et 2011. Les concentrations de Cr total des stations de la Baie du Prony augmentent également entre 2007 et 2011. Cependant, au vue des importants écart-types de ces concentrations, cette tendance doit être interprétée avec précaution.

Les concentrations moyennes de Fe, Zn et Cu varient entre les différentes campagnes de saison humide. Les écart-types montrent une importante dispersion des concentrations de ces trois métaux, aucune tendance ne peut donc être déterminée entre les différentes campagnes.

Tableau 10 : Concentrations en métaux dissous dans la colonne d'eau (Co, Cu, Cr total, Cr(VI)) mesurées lors des campagnes « saison humide » de 2007, 2009, 2010 et 2011; (<LQ) Valeurs inférieures à la limite de quantification.

		Co (µg/L)				Cu (µg/L)				Cr total (µg/L)				Cr(VI) (µg/L			
Année		2007	2009	2010	2011	2007	2009	2010	2011	2007	2009	2010	2011	2007	2009	2010	2011
Domaine entier	Min	<LQ	0,01	0,01	<LQ	0,03	0,07	0,01	<LQ	0,02	0,17	0,15	0,13	-	0,09	0,11	0,10
	Max	0,08	0,10	0,27	0,25	0,15	0,16	0,86	0,18	0,18	0,73	0,45	1,86	-	0,41	0,78	1,22
	Moyenne	0,03	0,04	0,05	0,05	0,08	0,11	0,10	0,05	0,11	0,35	0,20	0,44	-	0,16	0,19	0,22
	Ecart-type	0,02	0,02	0,04	0,05	0,02	0,03	0,14	0,04	0,04	0,15	0,06	0,36		0,06	0,11	0,26
Canal de la Havannah	Min	<LQ	0,01	0,01	<LQ	0,03	0,10	0,02	<LQ	0,02	0,18	0,15	0,13	-	0,11	0,11	0,1
	Max	0,06	0,20	0,10	0,04	0,15	0,10	0,33	0,18	0,18	0,68	0,27	0,70	-	0,15	0,25	0,23
	Moyenne	0,02	0,01	0,04	0,02	0,09	0,10	0,10	0,06	0,11	0,38	0,18	0,27	-	0,13	0,14	0,12
	Ecart-type	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,09	0,05	0,04	0,17	0,15	0,17		0,02	0,03	0,03
Baie du Prony	Min	0,02	0,03	0,06	0,01	0,07	<LQ	0,01	0,01	0,05	0,17	0,20	0,20	-	0,16	0,18	0,11
	Max	0,08	0,10	0,27	0,25	0,09	<LQ	0,13	0,05	0,14	0,58	0,45	1,86	-	0,41	0,78	1,22
	Moyenne	0,04	0,05	0,08	0,08	0,08	<LQ	0,05	0,03	0,10	0,32	0,26	0,64	-	0,22	0,28	0,43
	Ecart-type	0,02	0,02	0,06	0,08	0,01		0,04	0,01	0,03	0,12	0,08	0,53		0,08	0,17	0,42

Tableau 11 : Concentrations en métaux dissous dans la colonne d'eau (Fe, Mn, Ni, Zn) mesurées lors des campagnes « saison humide » de 2007, 2009, 2010 et 2011 ; (<LQ) Valeurs inférieures à la limite de quantification.

		Fe (µg/L)				Mn (µg/L)				Ni (µg/L)				Zn (µg/L)			
Année		2007	2009	2010	2011	2007	2009	2010	2011	2007	2009	2010	2011	2007	2009	2010	2011
Domaine entier	Min	0,03	0,07	0,07	<LQ	0,03	0,09	0,08	0,01	0,04	0,12	0,09	0,03	0,16	0,10	0,17	<LQ
	Max	0,41	1,02	0,29	0,18	0,43	0,66	1,27	4,16	0,54	0,82	1,06	1,44	2,27	0,47	0,87	1,75
	Moyenne	0,11	0,17	0,11	0,03	0,18	0,24	0,24	0,25	0,20	0,26	0,25	0,23	0,58	0,30	0,57	0,34
	Ecart-type	0,06	0,18	0,05	0,03	0,08	0,14	0,19	0,65	0,11	0,15	0,19	0,32	0,40	0,07	0,19	0,34
Canal de la Havannah	Min	0,05	0,07	0,07	<LQ	0,03	0,09	0,08	0,01	0,04	0,12	0,09	0,03	0,16	0,20	0,17	0,07
	Max	0,41	1,02	0,29	0,18	0,25	0,14	0,22	0,36	0,26	0,20	0,19	0,29	2,27	0,31	0,87	1,75
	Moyenne	0,13	0,18	0,12	0,04	0,20	0,13	0,12	0,07	0,18	0,15	0,12	0,09	0,41	0,26	0,47	0,39
		0,06	0,24	0,06	0,06	0,06	0,01	0,04	0,08	0,06	0,02	0,03	0,07	0,39	0,09	0,21	0,41
Baie du Prony	Min	0,03	0,10	0,07	<LQ	0,17	0,19	0,18	0,01	0,21	0,23	0,24	0,06	0,60	0,19	0,62	<LQ
	Max	0,10	0,14	0,12	0,06	0,43	0,57	1,27	4,16	0,54	0,63	1,06	1,44	1,29	0,36	0,82	0,67
	Moyenne	0,06	0,11	0,09	0,04	0,24	0,34	0,36	0,62	0,35	0,35	0,38	0,50	0,88	0,28	0,76	0,27
	Ecart-type	0,02	0,02	0,02	0,02	0,07	0,13	0,30	1,16	0,12	0,13	0,23	0,51	0,22	0,04	0,08	0,20

Distribution verticale aux stations St15, St06 et St09

Les concentrations de Co, Cr(VI), Mn et Ni des stations St06 et St09 ne diffèrent pas entre les campagnes de « saison humide ». On remarque cependant une concentration de surface de Ni plus élevée en 2009. Alors que les concentrations de mi-profondeur de la station St15 sont relativement stables, les concentrations de surface et fond sont assez variables entre les campagnes. Les concentrations de fond de Co, Mn et Ni varient très légèrement entre 2007 et 2010 et augmentent fortement entre 2010 et 2011. Cette augmentation est particulièrement prononcée pour le Mn dont les concentrations sont de quatre à douze fois plus élevée en profondeur qu'en surface et mi-profondeur. Un néphéloïde benthique bien développé sur les derniers mètres (2-3 FTU) est présent à cette station et pourrait expliquer l'augmentation de la concentration de ces trois métaux en profondeur. Les concentrations de Co et Mn de surface de la station St15 ne diffèrent pas ou diminuent légèrement entre 2010 et 2011. Cependant, celles-ci sont plus élevées que celles mesurées en 2009 et 2007. Les concentrations de surface de Cr(VI) à la station St15 ont augmenté entre 2009 et 2011.

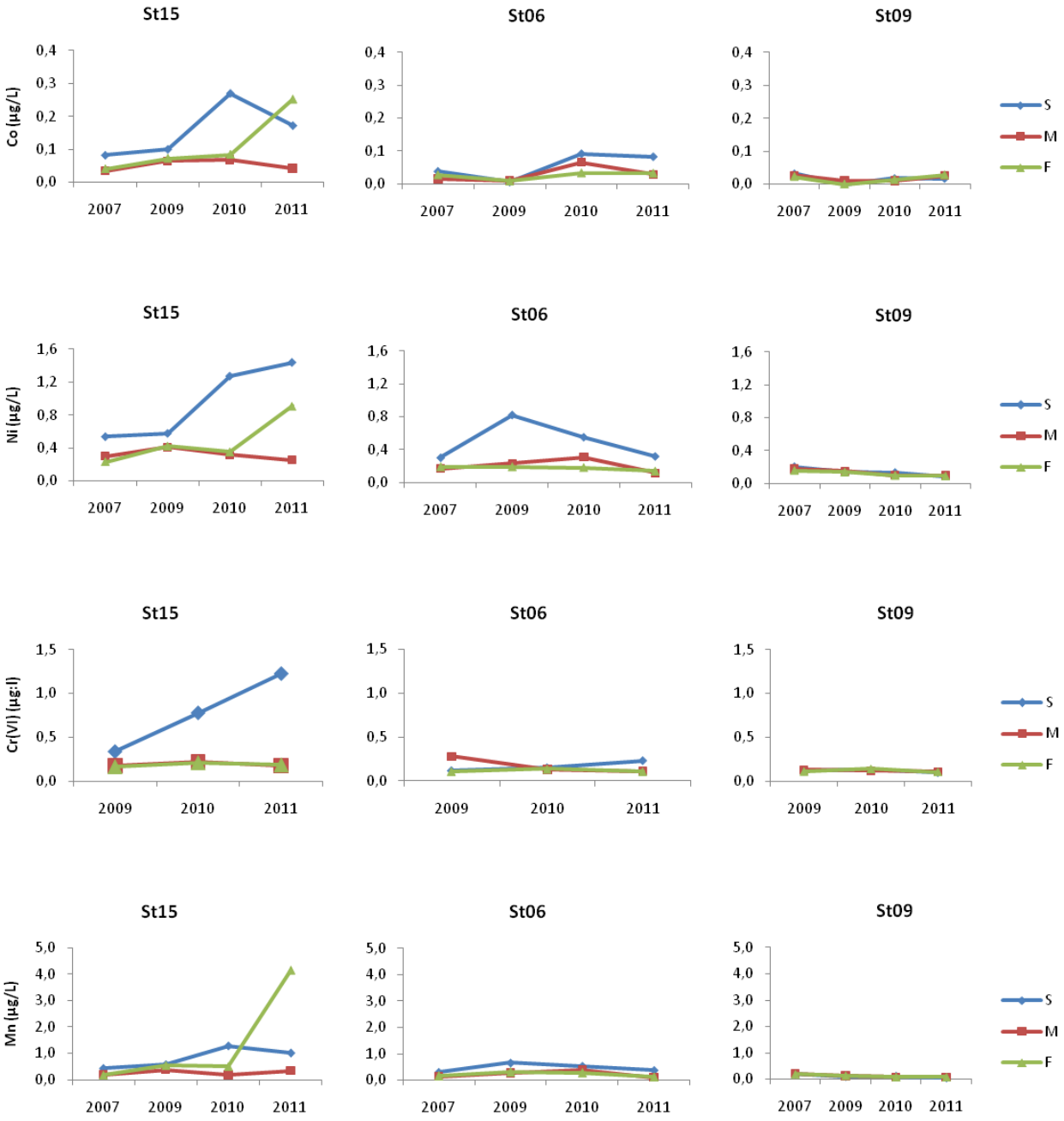


Figure 12 : Concentrations moyennes de surface (S), milieu (M) et fond (F) en Co, Ni, Cr(VI) et Mn aux stations St15 (Prony Creek Baie Nord), St06 (Récif de la Baie Kwé) St09 (Canal de la Havannah) lors des campagnes « saison humide » de 2007, 2009, 2010 et 2011.

REFERENCES

Atlas de Nouvelle-Calédonie et dépendances (1981). Editions de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, Paris, 53p.

Aminot A, Kérouel (2004). Hydrologie des systèmes marins. Paramètres et Analyses. Ed. Ifremer, 336 p.

Breau L, Senia A, Pangrani K, Garcia JP et Debenay JP (2009). Développement de méthodes d'évaluation de la toxicité et analyse du risque chimique de l'effluent pour l'environnement marin. Convention IRD/Goro-Ni, n°1124, « Ecotoxicologie », 117p.

Douillet P et Fernandez JM (2009). Modélisation et simulation du transport des formes particulaires d'origine naturelle : Simulation annuelle de la sédipmentation des particules naturelles en contact avec l'effluent. Convention IRD/Goro-Ni, n°1124, « Modélisation hydrodynamique », 55p.

Fanning GO, Pilson MEQ, 1973. On the spectrophotometric determination of dissolved silica in natural waters, Analytical Chemistry, 45 : 136-140.

Fernandez JM, Dolbecq M, Damien P et Le Grand H (2009). Validation du modèle de transport en phase dissoute par traçage à la rhodamine-WT. Convention IRD/Vale-Inco, N° 2131, 2009, 152p.

Fernandez JM, Moreton B, Gérard P, Dolbecq M, Belhandouz A (2007). Etat de référence : Qualité physico-chimique des eaux du Canal de la Havannah et de la Baie du Prony (saison humide). Convention n°1312.

Fernandez JM, Le Grand H, Moreton B, Dolbecq M, Damien P (2010). Suivi environnemental 2009: Qualité physico-chimique et concentrations en métaux dissous des eaux. Convention n°C2284/E13517.

Fichez R, Adjeroud M, Bozec YM, Breau L, Chancerelle Y, Chevillon C, Douillet P, Fernandez JM, Frouin P, Kulbicki M, Moreton B, Ouillon S, Payri C, Perez T, Sasal P, Thébault J (2005). A review of selected indicators of particle, nutrient and metals inputs in coral reef lagoon systems. Aquatic Living Resources 18 : 125-147.

Holmes RM, Aminot A, Kérouel R, Bethanie A, Hooher A, Peterson BJ (1999). A simple and precise method for measuring ammonium in marine and freshwater ecosystems. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science. 56 : 1801-1808.

Le Grand H, Dolbecq M, Moreton B, Goyaud A, Fernandez JM (2010). Suivi environnemental colonne d'eau 2010-2012 : Qualité physico-chimique des eaux et concentrations en métaux dissous. Suivi saison humide (mars 2010). Convention n°C2445.

Lorenzen CJ (1966). A method for the continuous measurement of in vivo chlorophyll concentration. Deep Sea Research, 13 : 223-227.

Mullin JB et Riley JP (1955). The colorimetric determination of silicate with special reference to sea and natural waters, Analytica Chimica Acta, 12: 162-176.

Murphy J, Riley JP, 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters, Analytica Chimica Acta, 27: 31-36.

Oudot C, Montel Y, 1988. A high sensitivity method for the determination of nanomolar concentrations of nitrate and nitrite in seawater with a Technicon Autoanalyzer II, Marine Chemistry, 24: 239-252.

Strickland JDH, Parsons TR (1972). A practical handbook of sea water analysis. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada, 167:207-211.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation géographique des stations de prélèvements dans la colonne d'eau. 8
Figure 2 : Pluviométrie journalière du 24 février au 3 mars 2011 dans la zone d'étude (Prony pilot plant ; station B). Les journées de prélèvement sont indiquées par les flèches. 9
Figure 3 : Marégramme et chronologie des prélèvements dans la colonne d'eau de la mission du 1 au 3 mars 2011. 9
Figure 4 : Profils de température des 14 stations échantillonnées lors de la campagne « saison humide » de mars 13
Figure 5 : Profils de salinité des 14 stations échantillonnées lors de la campagne « saison humide » de mars 2011. 13
Figure 6 : Profils de turbidité des 14 stations échantillonnées lors de la campagne « saison humide » de mars 2011. 14
Figure 7 : Profils de fluorescence des 14 stations échantillonnées lors de la campagne « saison humide » de mars 2011. 14
Figure 8 : Concentrations des MES (mg/L) en surface (S), mi-profondeur (M) et fond (F) aux 14 stations de la zone étudiée lors de la campagne « saison humide » (1-3 mars 2011)..... 16
Figure 9 : Evolution spatiale des concentrations en Ni en fonction de l'éloignement à la côte (1-3 mars 2011)..... 21
Figure 10 : Cumuls des précipitations avant les campagnes (5 jours avant) et pendant les campagnes de prélèvement « saison humide » de 2007, 2009, 2010 et 2011. 22
Figure 11 : Concentrations moyennes de surface (S), milieu (M) et fond (F) en NH_4 et NO_3+NO_2 aux stations St15 (Prony Creek Baie Nord), St06 (Récif de la Baie Kwé) St09 (Canal de la Havannah) lors des campagnes « saison humide » de 2007, 2009, 2010 et 2011. 24
Figure 12 : Concentrations moyennes de surface (S), milieu (M) et fond (F) en Co, Ni, Cr(VI) et Mn aux stations St15 (Prony Creek Baie Nord), St06 (Récif de la Baie Kwé) St09 (Canal de la Havannah) lors des campagnes « saison humide » de 2007, 2009, 2010 et 2011. 28

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Liste et localisation des stations de prélèvement dans la colonne d'eau (référentiel WGS-84). 8

Tableau 2 : Synthèse des valeurs de température, salinité, turbidité et fluorescence dans la zone d'étude en saison humide (01-03 Mars 2011)..... 11

Tableau 3 : Concentration des sels nutritifs dissous (NH_4, NO_3+NO_2, PO_4 et SiO_2) dans la zone d'étude en saison humide (1-3 mars 2011). 18

Tableau 4 : Concentrations en carbone, azote et phosphore organiques dissous et particulaires dans la zone d'étude en saison sèche (1-3 mars 2011)..... 19

Tableau 5 : Concentrations en pigments chlorophylliens dans la zone d'étude en saison humide (1-3 mars 2011). 20

Tableau 6 : Valeurs moyennes et domaines de variations des concentrations en métaux dissous pour la campagne saison humide (1-3 mars 2011)..... 21

Tableau 7 : Concentrations en nitrates + nitrites, phosphates, silicates et ammonium mesurées lors des campagnes « saison humide » de 2007, 2009, 2010 et 2011. 23

Tableau 8 : Concentrations en phosphore et azote organiques et particulaires mesurées lors des campagnes « saison humide » de 2007, 2009, 2010 et 2011. 25

Tableau 9 : Concentrations de la chlorophylle *a* et des phéopigments mesurées lors des campagnes « saison humide » de 2007, 2009, 2010 et 2011. 25

Tableau 10 : Concentrations en métaux dissous dans la colonne d'eau (Co, Cu, Cr total, Cr(VI)) mesurées lors des campagnes « saison humide » de 2007, 2009, 2010 et 2011; (<LQ) Valeurs inférieures à la limite de quantification. 26

Tableau 11 : Concentrations en métaux dissous dans la colonne d'eau (Fe, Mn, Ni, Zn) mesurées lors des campagnes « saison humide » de 2007, 2009, 2010 et 2011 ; (<LQ) Valeurs inférieures à la limite de quantification..... 27

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Méthodologie.

Annexe 2 : Principales caractéristiques physico-chimiques : Profils CTD de salinité, température, turbidité et fluorescence.

Annexe 3 : Concentration en MES, éléments majeurs et pH.

Annexe 4 : Concentrations en sels nutritifs.

Annexe 5 : Concentrations en matière organique dissoute et particulaire.

Annexe 6 : Concentrations en chlorophylle *a* et phéopigments.

Annexe 7 : Concentrations des métaux dissous dans la colonne d'eau.

ANNEXE 1

METHODOLOGIE

Paramètres physico-chimiques et analyse

Profils verticaux

La structuration verticale des masses d'eau sur chacune des stations échantillonnées a été obtenue par des profils verticaux réalisés à l'aide d'une sonde CTD SBE19 équipée de capteurs additionnels. La fréquence d'acquisition des données étant de 0,5 secondes et la vitesse de descente d'environ 0,5 m/s, une série d'acquisition est générée tous les 25 cm environ.

Les paramètres mesurés par la sonde CTD sont les suivants :

- La pression permettant de calculer la profondeur ;
- La salinité déduite de la mesure de la conductivité ;
- La température (°C) ;
- La turbidité par mesure de la néphélométrie exprimée en FTU (Formazin Turbidity Units) : 1 FTU $\simeq$ 1 mg/L de matière particulaire sèche (capteur Sea Point) ;
- La fluorescence *in-vivo* exprimée en unités arbitraires et permettant après calibration par croisement avec les analyses effectuées sur les échantillons collectés, de calculer les concentrations en pigments chlorophylliens (capteur Wet labs).

Eléments majeurs, pH et matière en suspension

Un sous-échantillonnage à partir des prélèvements en bouteilles Niskin a été effectué pour :

- Les dosages des ions Ca, Na, K et Mg : Après dilution, les concentrations ont été déterminées par analyse directe à l'ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectroscopy, marque Varian, modèle Vista) ;
- Les dosages des chlorures et des sulfates ont été réalisés par chromatographie ionique capillaire (Waters, CIA) ;
- La mesure du pH (pHmètre WTW) ;
- L'évaluation de charge en MEST (Matière en Suspension Totale). Celle-ci a été obtenue après filtration d'un volume connu d'échantillon et la pesée du filtre (Nucleopore® de 0,45 µm de porosité).

Le flaconnage utilisé pour le stockage des prélèvements d'eau est en PEHD et les échantillons sont conservés à 4 °C jusqu'à leur analyse de retour au laboratoire.

Sels nutritifs dissous

Les échantillons d'eau nécessaires aux différentes déterminations analytiques ont été directement conditionnés à bord dans du flaconnage soit en :

- PEHD pour être stockés à -20°C en vue de leur traitement ultérieur au laboratoire de AEL/LEA. Ces dosages concernent les nitrates+nitrites (NO_3 + NO_2), les phosphates (PO_4), l'azote organique dissous (NOD) et le phosphore organique dissous (POD). Chaque niveau de profondeur échantillonné a fait l'objet d'un triplicat ;
- Verre borosilicaté et addition de réactif pour le dosage quotidien (dans les 24 heures qui suivent le prélèvement) de l'ammonium (NH_4). Chaque niveau échantillonné a fait l'objet d'un triplicat.

Nitrates + Nitrites

L'ion nitrate est la forme oxydée stable de l'azote en solution aqueuse. Compte tenu des faibles concentrations océaniques et des interférences possibles, la méthode retenue pour leur dosage est celle fondée sur le dosage des ions nitrites obtenu par réduction des ions nitrates. Cette méthode conduit à une mesure de la somme des concentrations nitrites+nitrates par photométrie (Oudot & Montel, 1988), les concentrations en nitrites dans les eaux de surfaces étant quasiment nulles. Cette méthode permet de couvrir une gamme d'analyse comprise entre 0,2 et 1 µmol/L avec des limites de détection d'environ 0,002 µmol/L. Les mesures ont été effectuées avec un auto-analyseur en flux continu Bran & Luegbbe, modèle AutoAnalyzer III de marque Seal®.

Ammonium

En solution, l'azote ammoniacal est présent sous forme d'ammoniac NH_3 et d'ion ammonium NH_4^+, ce dernier étant prépondérant dans le milieu marin. Dans les régions tropicales, les teneurs sont généralement très faibles de l'ordre de quelques dizaines de nanomoles et la méthode décrite par Holmes *et al.* (1999) est la plus adaptée. Il s'agit d'une méthode manuelle basée sur le principe d'une mesure fluorométrique qui permet de doser des quantités sub-micromolaires d'ammonium. Les proportions de réactifs ont été déterminées pour des concentrations maximales d'ammonium de 3 µmol/L, la limite de détection de la méthode est de 1,5 nmol/L.

Phosphates

Le dosage des orthophosphates a été effectué selon la méthode de Murphy & Riley (1962) basée sur la formation en milieu acide (pH<1) de phosphomolybdate d'ammonium dont le réducteur donne un complexe de couleur bleue dosable par photométrie. Le domaine de concentrations mesurable s'étend de 0 à 28 µmol/L, la limite de détection étant de 0,01 µmol/L avec un intervalle de confiance de 95 % sur la gamme de 0 à 3 µmol/L.

Silicates

La méthode qui sert de référence est celle de Mullin and Riley 1955, modifiée par Fanning & Pilson (1973). Le dosage colorimétrique est fondé sur la formation d'un complexe silicomolybdique qui, après réduction donne une coloration bleue intense. Le domaine de concentrations mesurables s'étend de 0 à 140 µmol/L, la limite de détection est de 0,05 µmol/L et l'intervalle de confiance de 98,5 % sur une gamme de 0 à 10 µmol/L de Si.

Matière organique

Azote et phosphore organiques dissous

Le dosage de la matière organique ne peut s'effectuer directement. Celle-ci est d'abord dégradée (minéralisée) et les composés inorganiques qui sont produits sont alors dosés selon les méthodes précédemment décrites pour les nitrates+nitrites et les phosphates. La méthode d'oxydation par voie humide utilisée (Raimbault et al., 1990) présente l'avantage d'être simple et rapide à mettre en œuvre et ne nécessite pas d'appareillage lourd ou sophistiqué. Pour l'azote, dans le domaine de concentrations > 1 µmol/L, la limite de détection est de 0,020 µmol/L, pour le phosphore cette limite est 10 µmol/L.

Matière organique particulaire

La charge organique particulaire a été déterminée sur des échantillons d'eau collectés à bord puis filtrés au laboratoire sur des filtres Whatman® GF/F (porosité 0,7 µm). Leur conservation a été assurée par congélation à -20 °C jusqu'à dosage du contenu en :

- Carbone ;
- Azote ;
- Phosphore ;
- Pigments chlorophylliens (chlorophylle *a* et phéo-pigments).

Carbone et azote

L'analyse des filtres a été conduite sur un analyseur CHN (Perkin Elmer, modèle 2400) selon le principe de la combustion de la matière organique par l'oxygène, suivi d'un dosage du dioxyde de carbone et de l'azote formés. Avec cette technique, 20 µg de C correspondent à la quantité limite au-dessus de laquelle il est communément admis que l'erreur sur la mesure du carbone (COP) est négligeable. Pour l'azote (NOP) cette quantité limite est repoussée à 10 µg de N dans l'échantillon.

Phosphore organique particulaire

Les filtres ont été soumis au même traitement que pour le dosage du phosphore organique dissous. Dans le domaine de concentrations étudié en mer, la limite de détection est de 0,010 µmol/L.

Pigments chlorophylliens

Les dosages ont été effectués par la méthode fluorométrique de Lorenzen (1966) qui présente une très grande sensibilité. Les pigments chlorophylliens sont extraits du filtre par un solvant organique, leur détection s'effectue, après excitation dans un faisceau lumineux à 450 nm, par mesure de la fluorescence émise à 670 nm (ce principe est identique à celui utilisé par le capteur de fluorescence *in-situ* équipant la sonde multiparamètrique SBE 19). Sur chaque extrait, la mesure de fluorescence est effectuée deux fois, avant et après acidification. L'écart de fluorescence observé entre ces deux lectures est en relation avec le pourcentage relatif de chlorophylle *a* par rapport à la somme chlorophylle *a* + Phéophytine *a*. Etant données les interférences dues aux chlorophylles *b* et *c*, la précision des mesures dépend de la nature même des communautés de producteurs primaires. La limite de détection pour le matériel utilisé (Turner design 700) est de 10 ng/L.

Analyse des métaux dissous dans la colonne d'eau

Conditionnement et analyse

Pour chacune des 14 stations de la campagne semestrielle (« saison humide »), les trois profondeurs (surface, mi-profondeur et fond) ont été prélevées en double :

- Les échantillons du premier lot de 42 flacons ont été destinés pour les analyses des éléments Cr(total)/Cr(VI). Ces analyses ont été effectuées par électrochimie (Voltammétrie) au laboratoire de AEL/LEA.
- Les 42 échantillons du deuxième lot ont été directement filtrés à 0,45 µm en ligne (filtres Millipore®, qualité HA, pré-lavés) puis passés sur les résines cationiques OnGuard II M afin de concentrer les métaux dissous le jour même du prélèvement. Les percolations terminées, chaque colonne de résine a été bouchée à chaque extrémité avec des bouchons (Luer®) puis stockée dans un portoir fermé hermétiquement.

De retour au laboratoire, les métaux ont été élués de la résine par lavage des colonnes à l'acide nitrique (2M) et analysés par ICP-OES (Marque Varian, modèle Vista). Les dosages ont été réalisés aux longueurs d'ondes suivantes : Cd 226,502 ; Co 230,786 ; Cu 324,754 ; Fe 238,204 ; Mn 257,610 ; Ni 231,604 ; Pb 217,000 ; Zn 206,200.

Validation des analyses

Deux échantillons certifiés pour le dosage des éléments traces (TM-26,3 et TMDA-61) délivrées par la société *Environment Canada* ont été intercalés dans chaque série d'analyses pour valider les calibrations (Tableau 1). Les limites de quantification de cinq métaux analysés sont regroupées dans le Tableau 2.

Tableau 1 : Résultats d'analyse des échantillons certifiés TM-26,3 et TMDA-61.

Elément	TM-26.3 (µg/L)		TMDA-61 (µg/L)	
	Valeur déterminée	Valeur certifiée	Valeur déterminée	Valeur certifiée
Co	8,0 ± 0,9	8,1 ± 1	65,7 ± 1,0	62,9 ± 5,8
Cu	15 ± 0,8	13,4 ± 1,9	75 ± 3,2	69,2 ± 7,4
Fe	22,3 ± 0,5	21 ± 3,6	83,1 ± 2,1	81,1 ± 10,1
Mn	17,9 ± 0,2	17 ± 1,4	79,3 ± 1,0	74,8 ± 7,3
Ni	10,1 ± 0,8	10,2 ± 1,3	64,3 ± 1,6	58,7 ± 6,4
Zn	38,1 ± 5,1	39	73,8 ± 7,2	71,3 ± 8,7

Tableau 2 : Limite de quantification des métaux Co, Cu, Fe, Mn et Ni.

Elément	LQ (µg/L)
Co	0,012
Cu	0,015
Fe	0,011
Mn	0,011
Ni	0,012

La validation des résultats d'analyse a été vérifiée par le dosage d'un échantillon certifié : CASS-4 Nearshore Seawater (Tableau 3).

Tableau 3 : Résultats d'analyses des échantillons de référence NASS-5 et CASS-4.

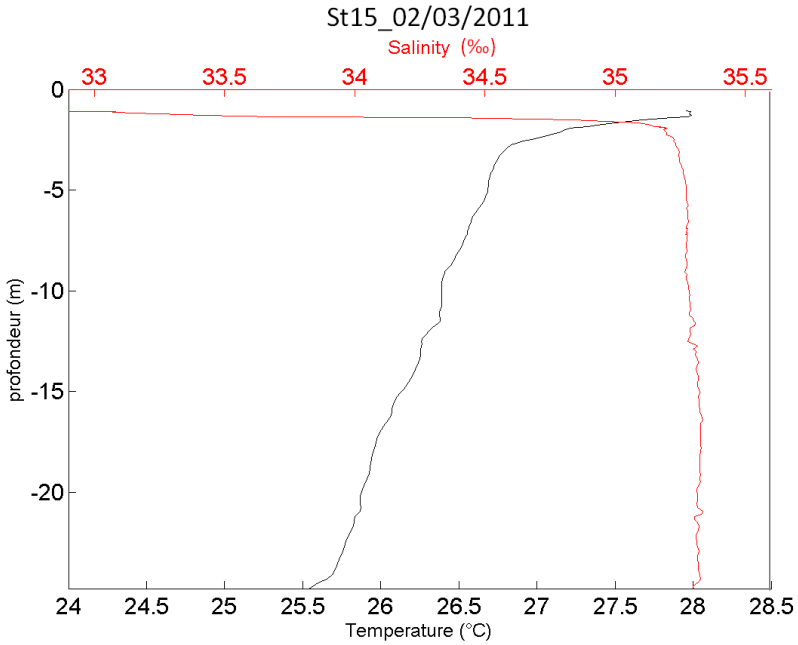
	NASS-5 (µg/L)		CASS-4 (µg/L)	
Elément	**Valeur determinée (n=1)**	**Valeur certifiée**	**Valeur déterminée**	**Valeur certifiée**
Co	ND	ND	0,023 ± 0,007	0,026 ± 0,003
Cu	0,324	0,297 ± 0,046	0,558 ± 0,034	0,592 ± 0,055
Fe	0,281	0,207 ± 0,035	0,635 (n=1)	0,713 ± 0,058
Mn	1,010	0,919 ± 0,057	2,75 ± 0,06	2,78 ± 0,19
Ni	0,273	0,253 ± 0,028	0,295 ± 0,025	0,314 ± 0,030

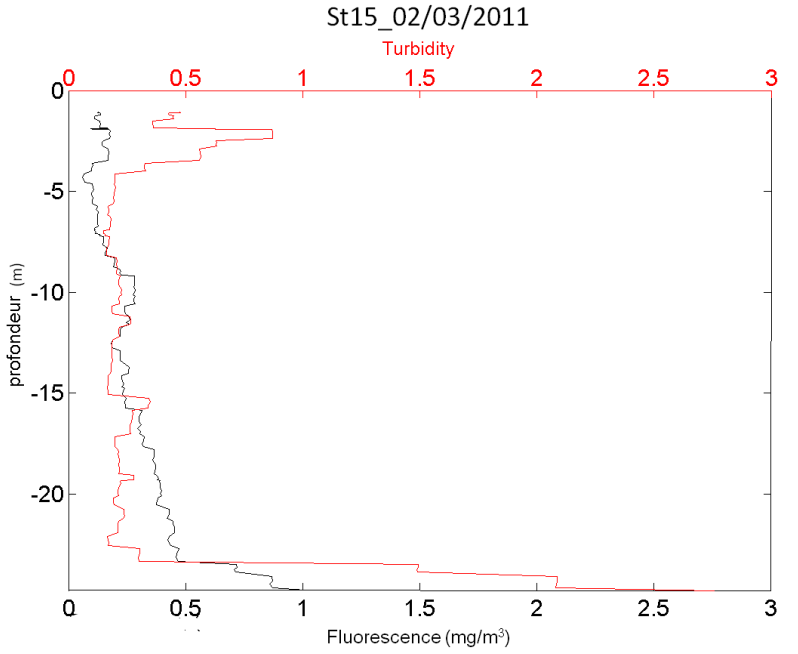
ANNEXE 2

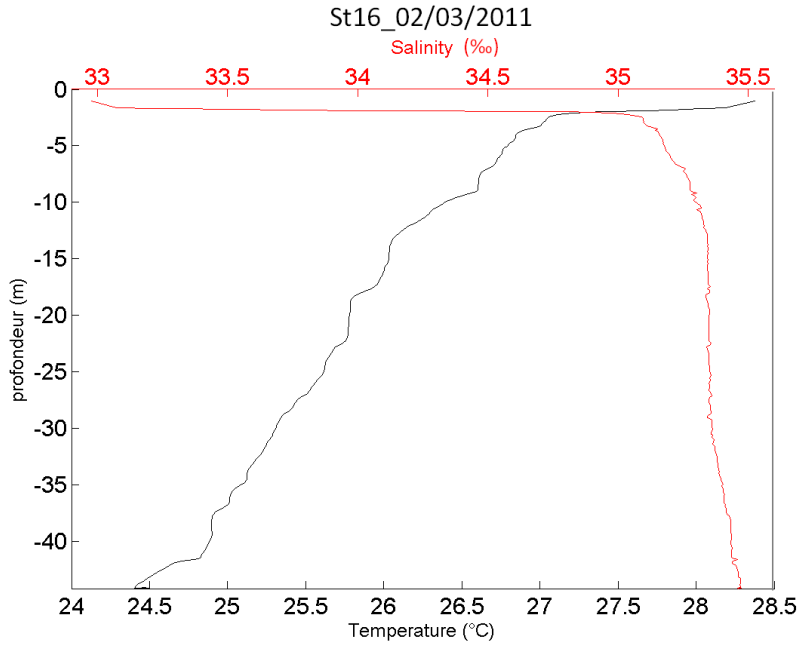
Principales caractéristiques physico-chimiques : Profils CTD de salinité, température, turbidité et fluorescence.

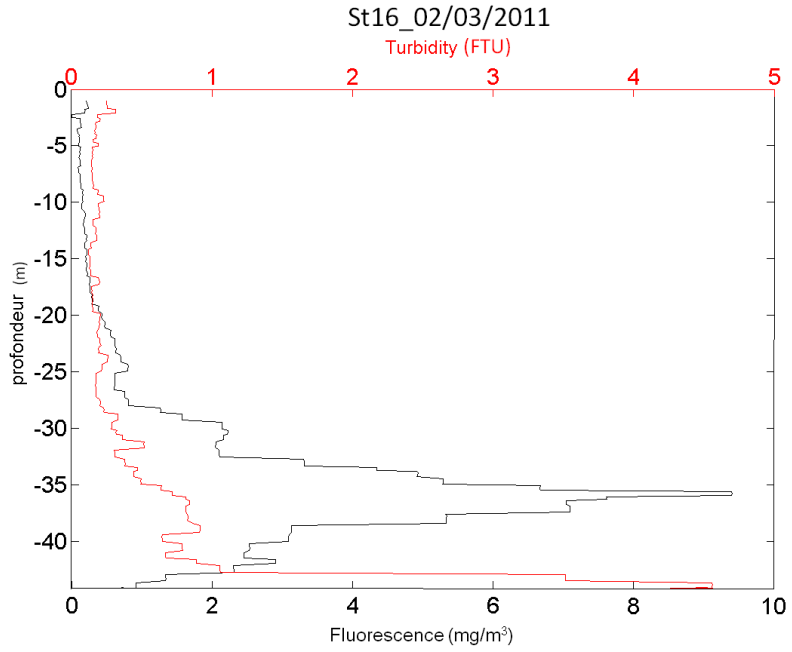
Les valeurs des paramètres température, salinité, turbidité, fluorimétrie et irradiance sont regroupées par unité physiographique, les profils :

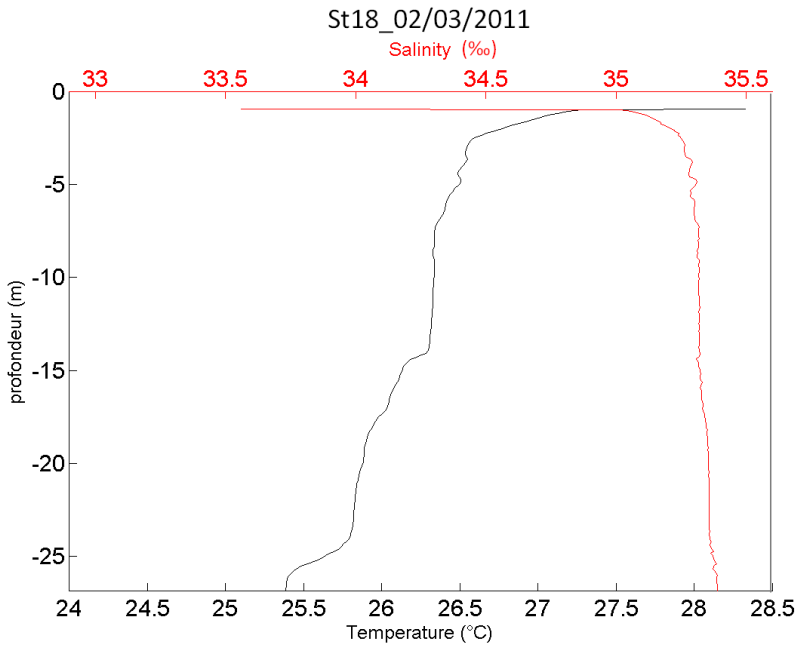
- St15, St16, St18, St19, St13 et St20 correspondent aux eaux influencées par les apports terrigènes de la Baie du Prony et de l'Ile Ouen ;
- St03 et St06 décrivent les eaux de la frange littorale du Canal de la Havannah ;
- St02, St05, St07, St09, St14 et St21 sont proches de la signature des eaux océaniques.

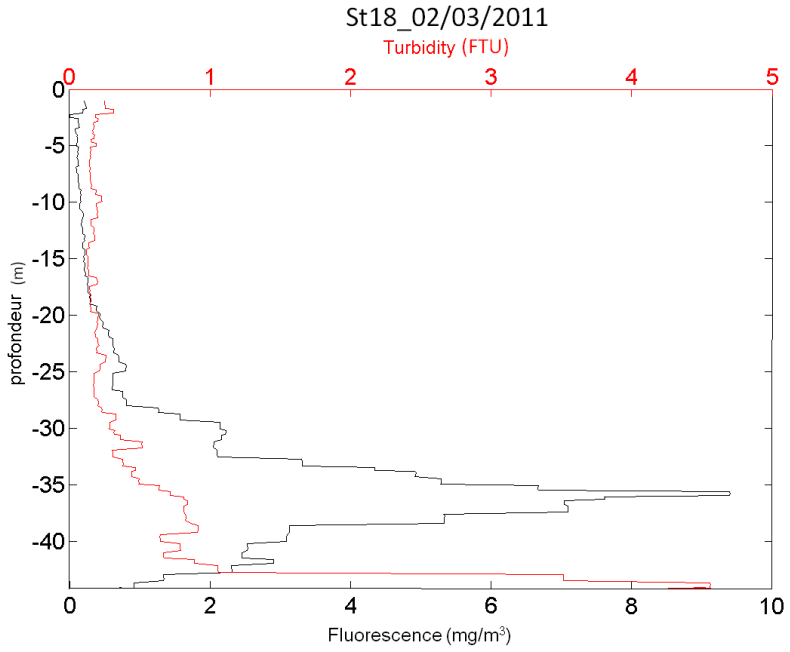


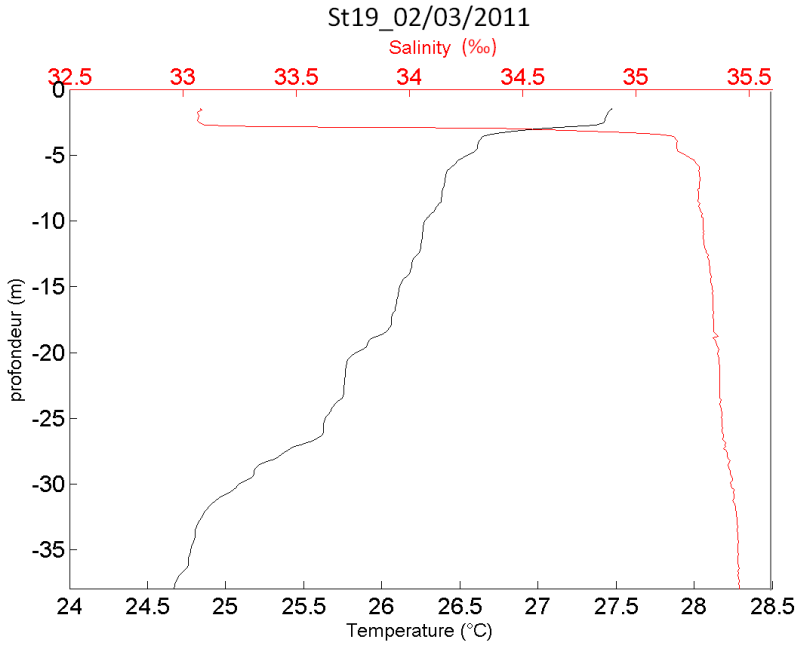


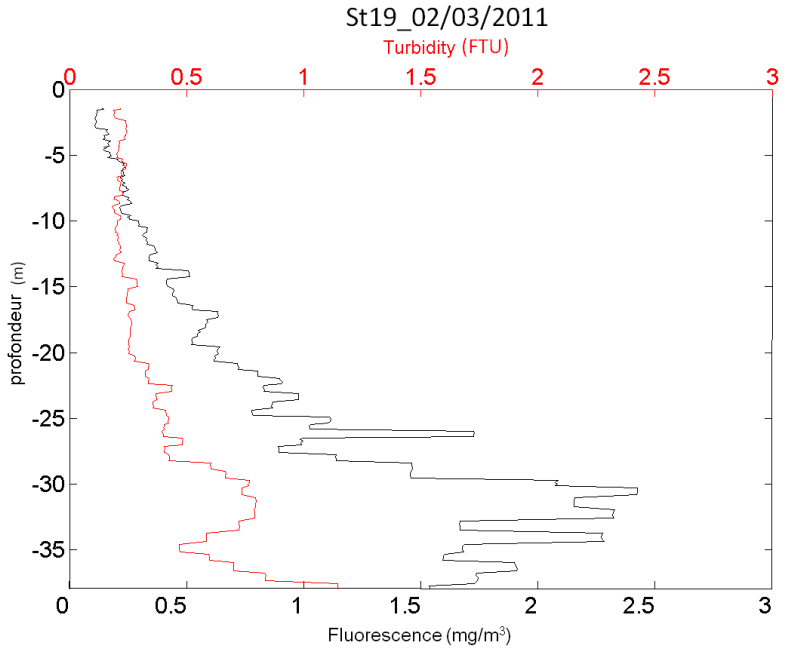

St16_02/03/2011
Salinity (‰)
33
33.5
34
34.5
35
35.5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
profondeur (m)
24
24.5
25
25.5
26
26.5
27
27.5
28
28.5
Temperature (°C)

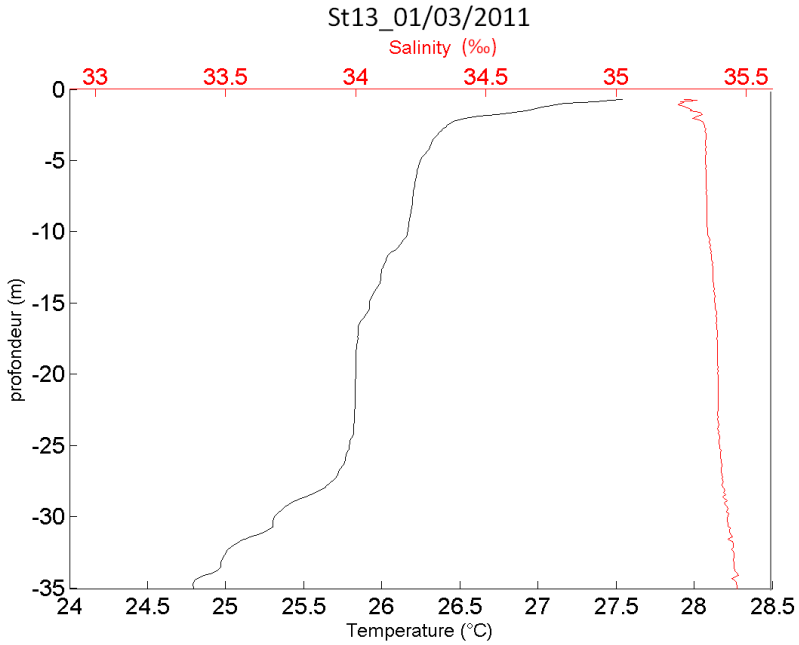

St16_02/03/2011
Turbidity (FTU)
0
1
2
3
4
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
profondeur (m)
0
2
4
6
8
10
Fluorescence (mg/m3)

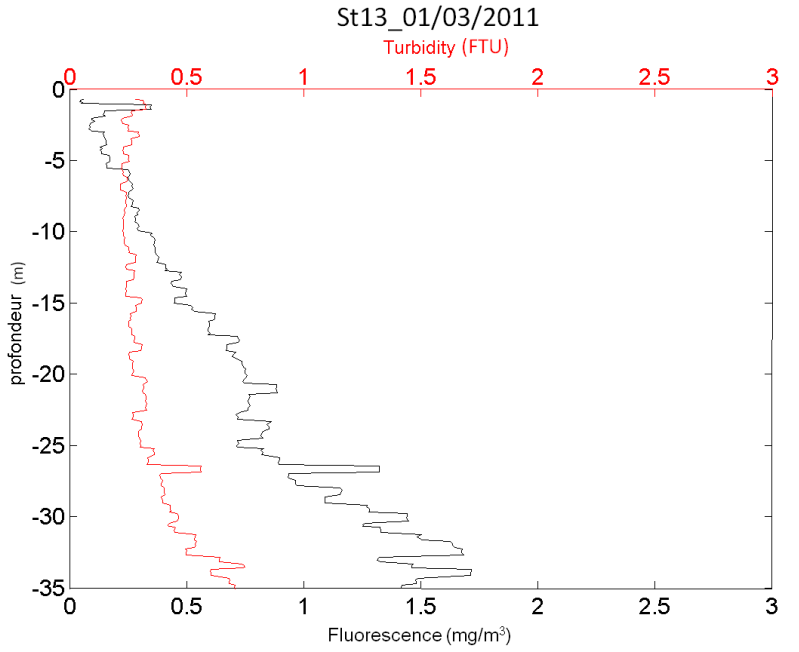

St18_02/03/2011
Salinity (‰)
33
33.5
34
34.5
35
35.5
0
-5
-10
-15
-20
-25
profondeur (m)
24
24.5
25
25.5
26
26.5
27
27.5
28
28.5
Temperature (°C)

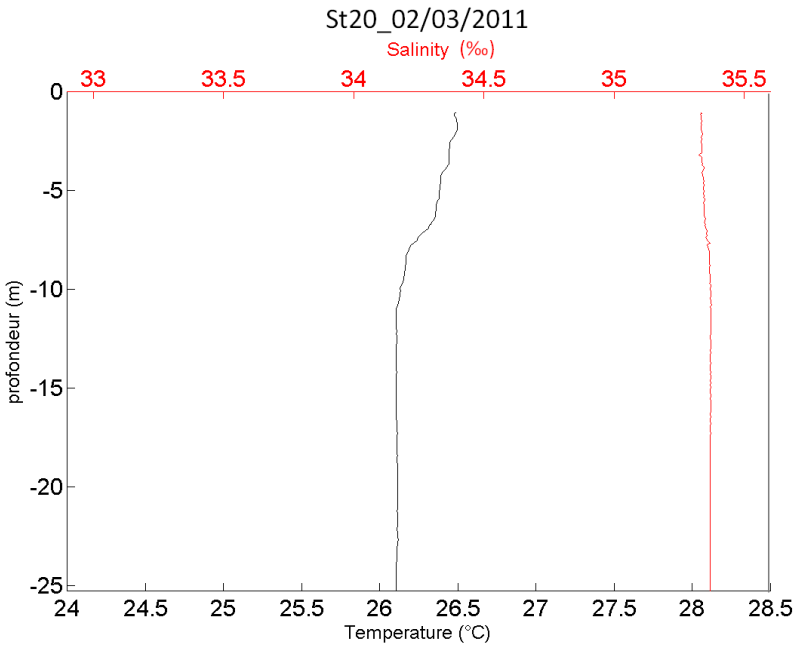

St18_02/03/2011
Turbidity (FTU)
0
1
2
3
4
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
profondeur (m)
0
2
4
6
8
10
Fluorescence (mg/m3)

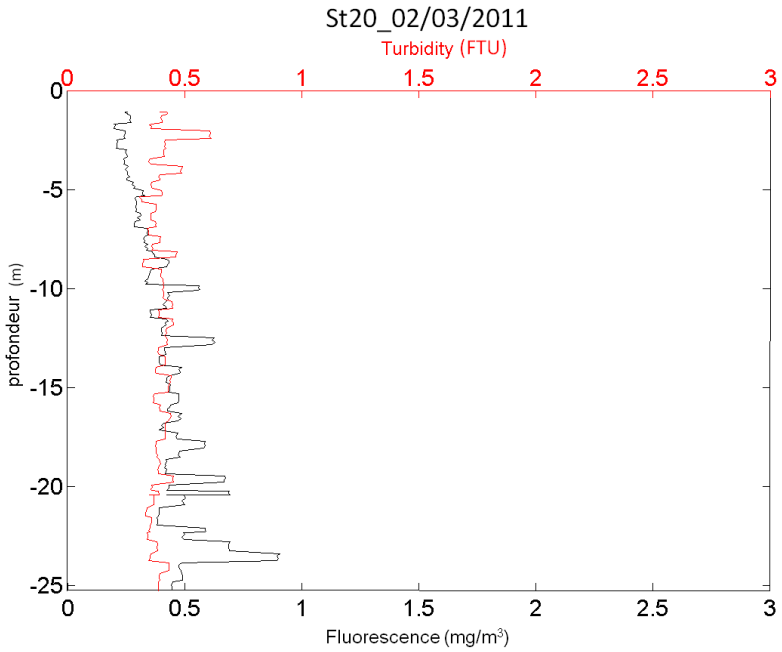

St19_02/03/2011
Salinity (‰)
32.5
33
33.5
34
34.5
35
35.5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
profondeur (m)
24
24.5
25
25.5
26
26.5
27
27.5
28
28.5
Temperature (°C)

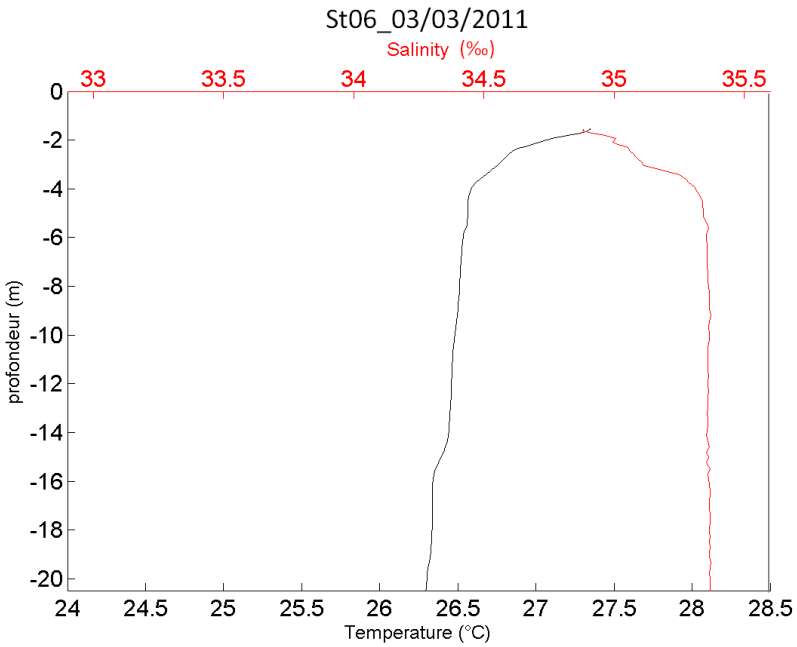

St19_02/03/2011
Turbidity (FTU)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
profondeur (m)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
Fluorescence (mg/m3)

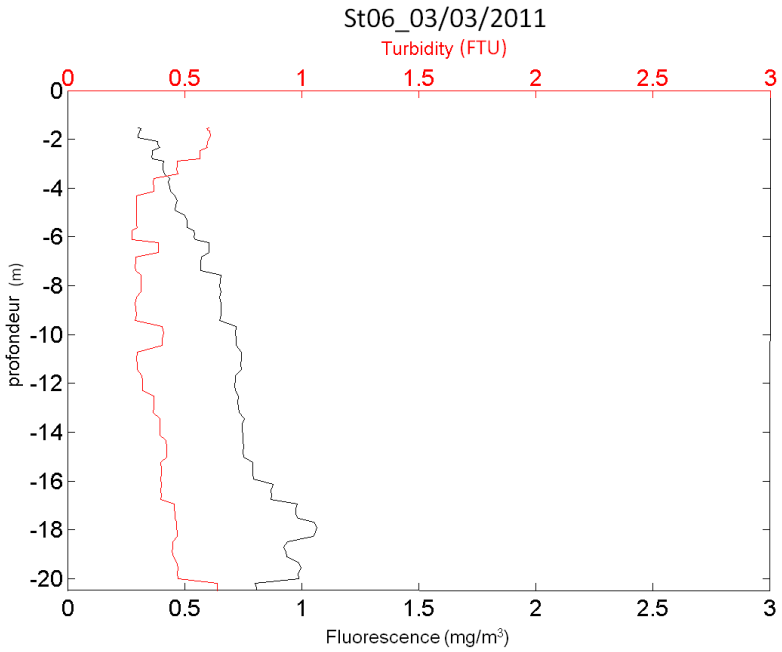

St13_01/03/2011
Salinity (‰)
33
33.5
34
34.5
35
35.5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
profondeur (m)
24
24.5
25
25.5
26
26.5
27
27.5
28
28.5
Temperature (°C)

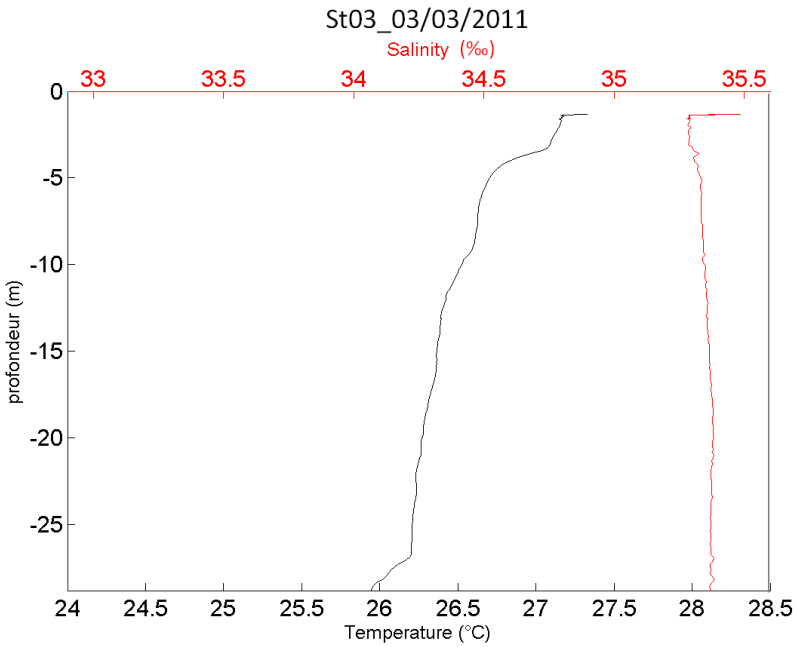

St13_01/03/2011
Turbidity (FTU)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
profondeur (m)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
Fluorescence (mg/m3)

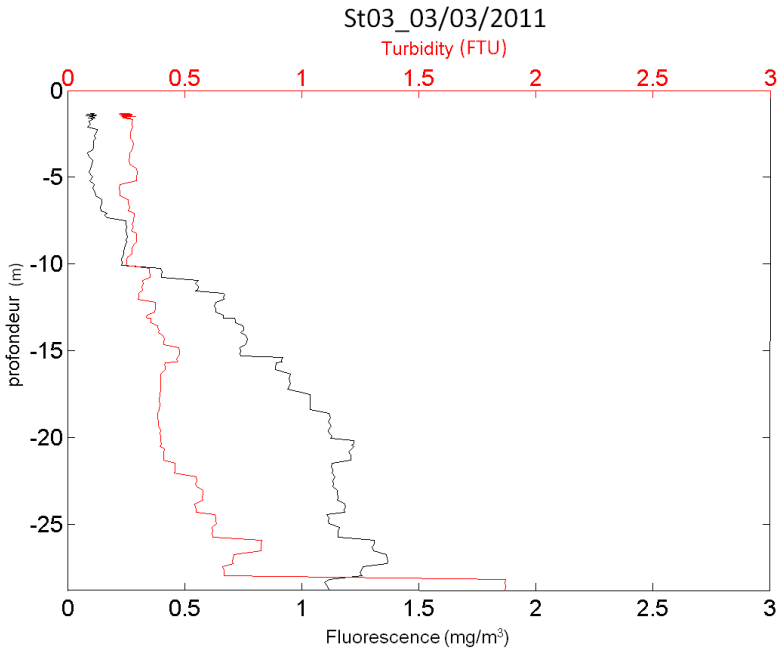

St20_02/03/2011
Salinity (‰)
33
33.5
34
34.5
35
35.5
0
-5
-10
-15
-20
-25
profondeur (m)
24
24.5
25
25.5
26
26.5
27
27.5
28
28.5
Temperature (°C)

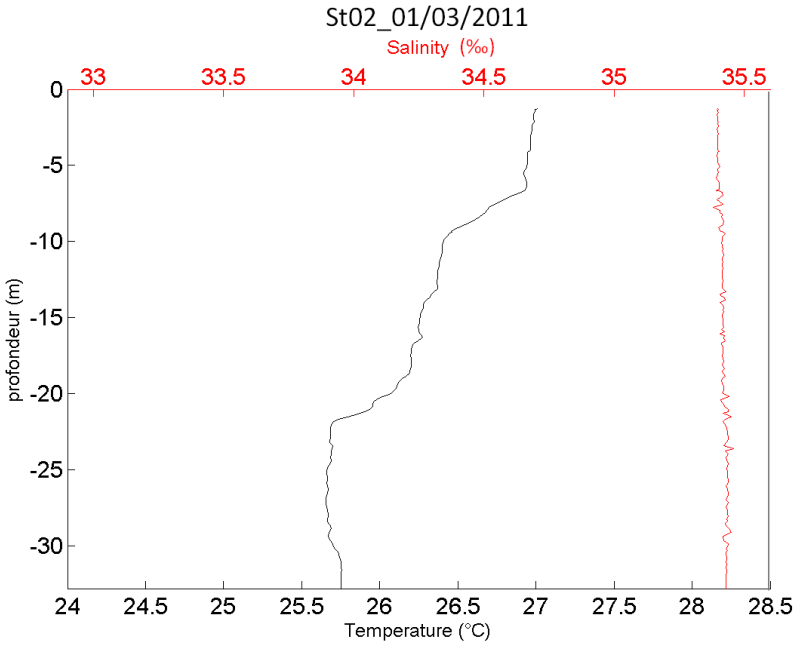

St20_02/03/2011
Turbidity (FTU)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
0
-5
-10
-15
-20
-25
profondeur (m)
Fluorescence (mg/m3)

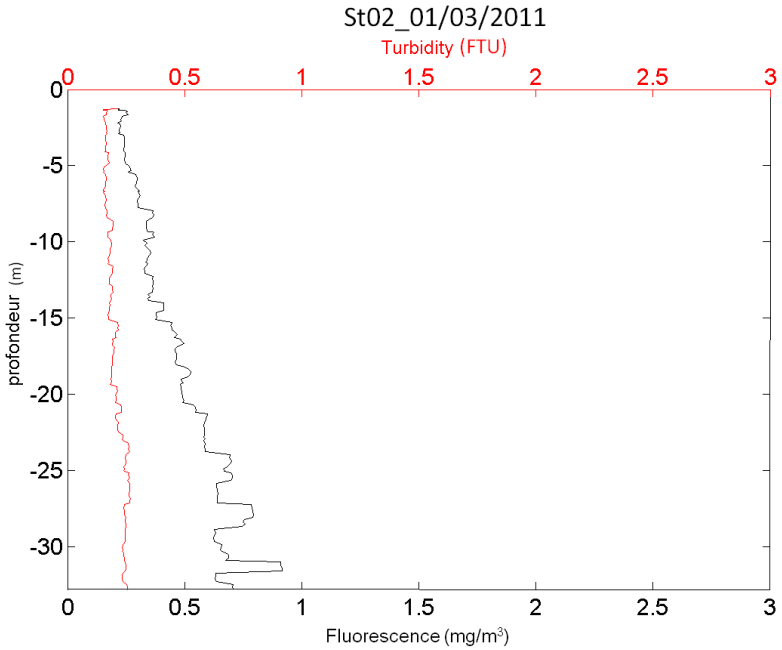

St06_03/03/2011
Salinity (‰)
33
33.5
34
34.5
35
35.5
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
profondeur (m)
24
24.5
25
25.5
26
26.5
27
27.5
28
28.5
Temperature (°C)

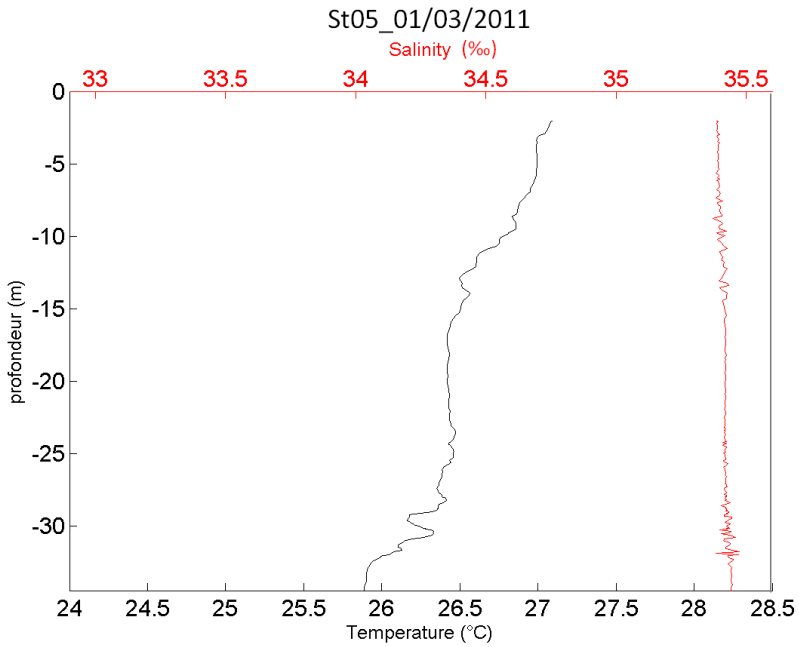

St06_03/03/2011
Turbidity (FTU)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
profondeur (m)
Fluorescence (mg/m³)

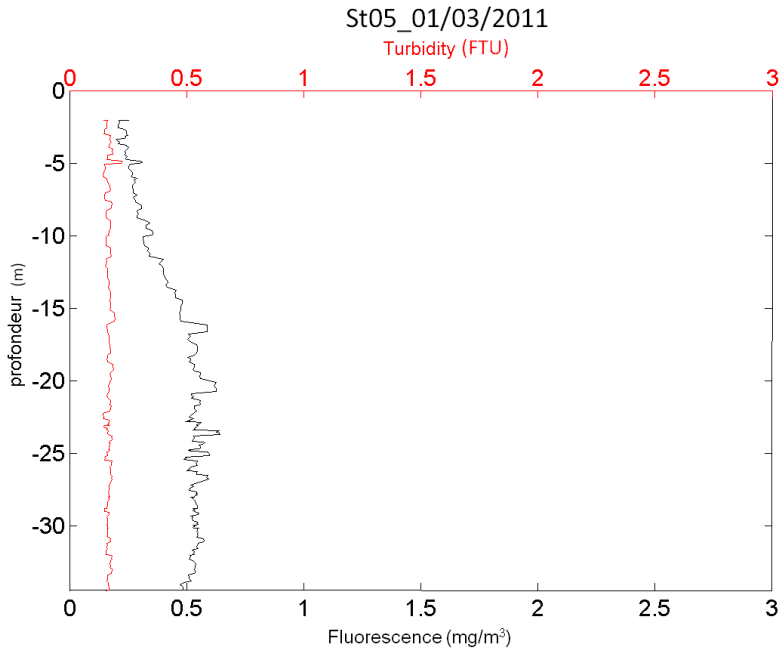

St03_03/03/2011
Salinity (‰)
33
33.5
34
34.5
35
35.5
0
-5
-10
-15
-20
-25
profondeur (m)
24
24.5
25
25.5
26
26.5
27
27.5
28
28.5
Temperature (°C)

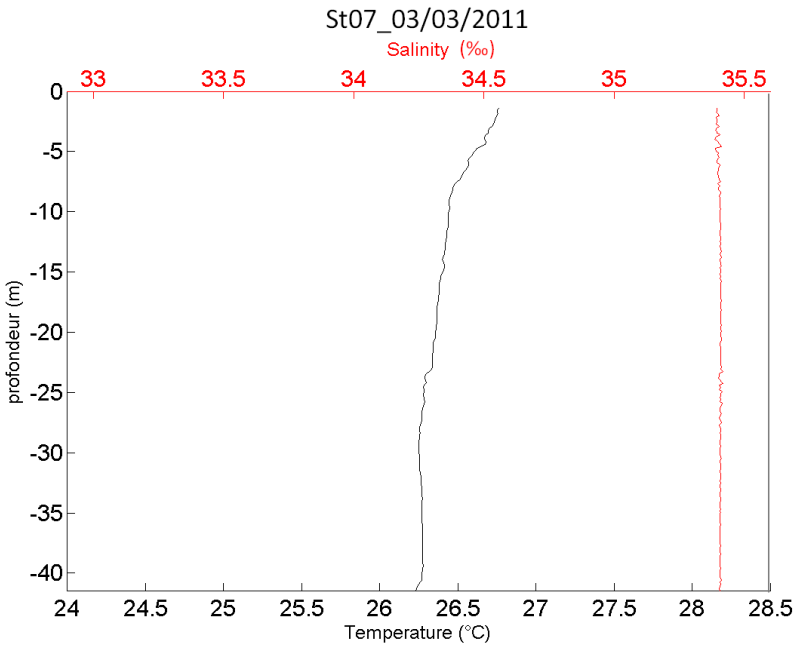

St03_03/03/2011
Turbidity (FTU)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
0
-5
-10
-15
-20
-25
profondeur (m)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
Fluorescence (mg/m³)

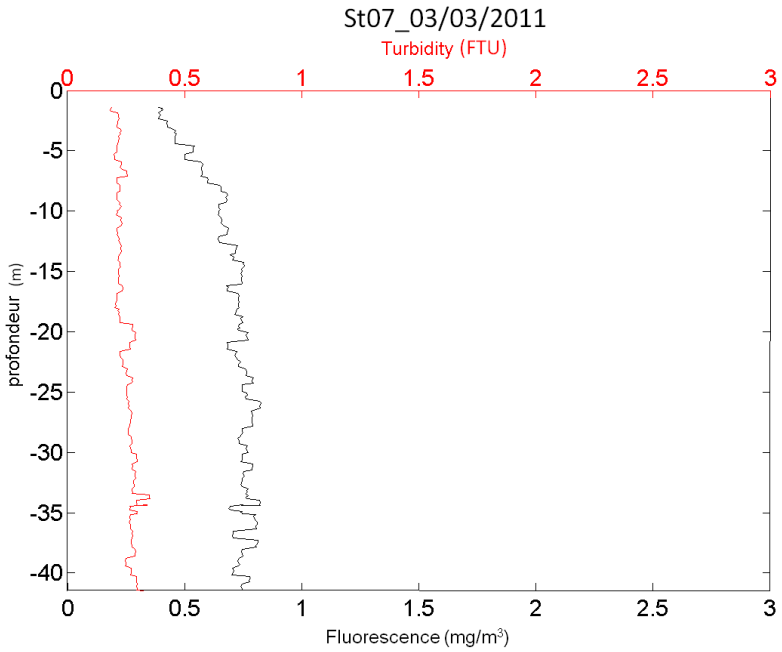

St02_01/03/2011
Salinity (‰)
33
33.5
34
34.5
35
35.5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
profondeur (m)
24
24.5
25
25.5
26
26.5
27
27.5
28
28.5
Temperature (°C)

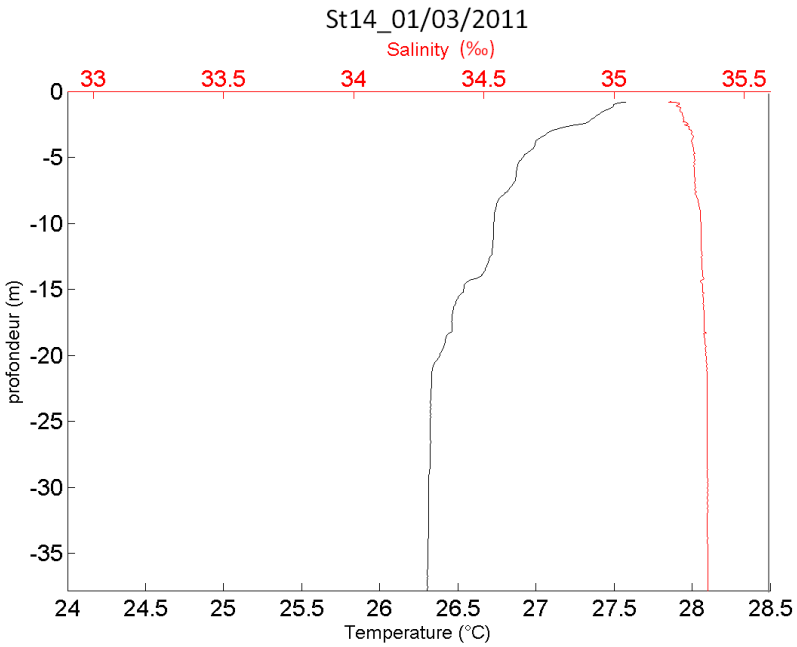

St02_01/03/2011
Turbidity (FTU)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
profondeur (m)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
Fluorescence (mg/m³)

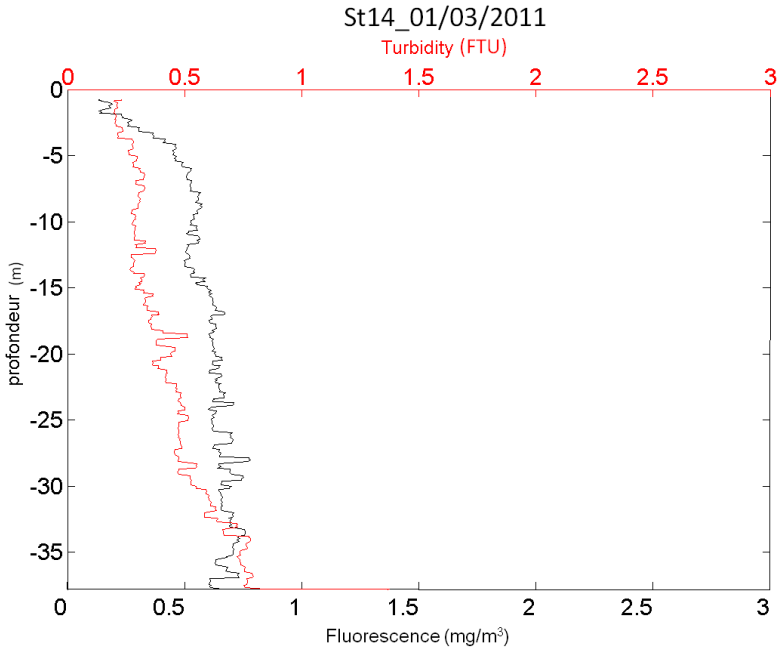

St05_01/03/2011
Salinity (‰)
33
33.5
34
34.5
35
35.5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
profondeur (m)
24
24.5
25
25.5
26
26.5
27
27.5
28
28.5
Temperature (°C)

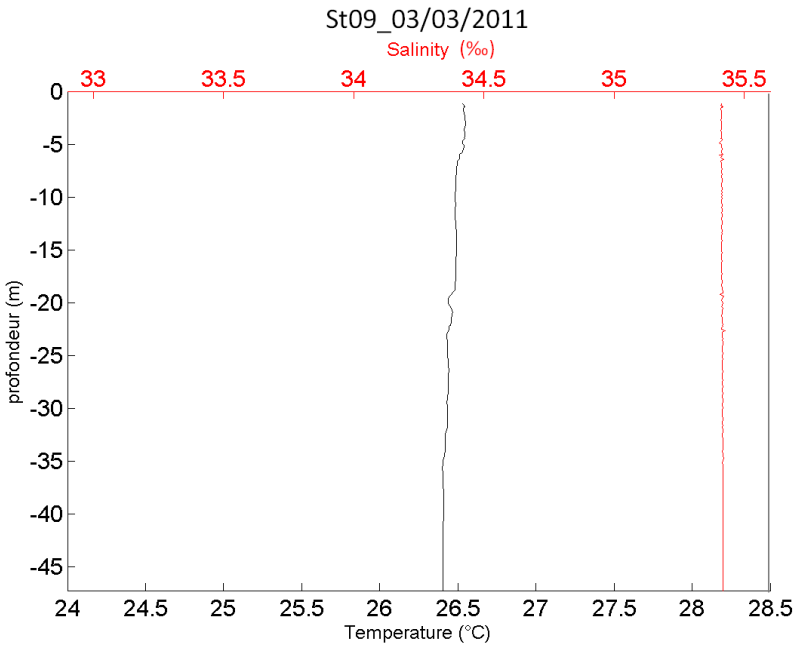

St05_01/03/2011
Turbidity (FTU)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
profondeur (m)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
Fluorescence (mg/m3)

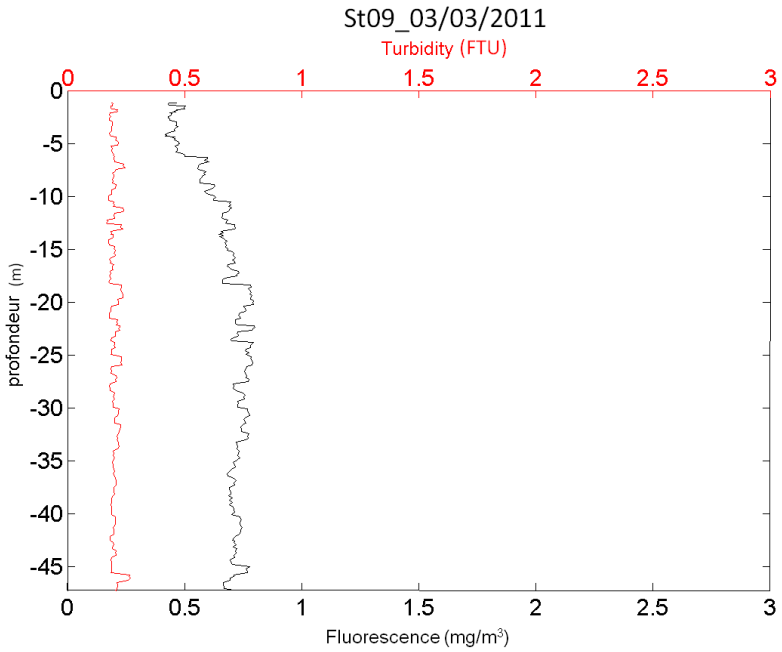

St07_03/03/2011
Salinity (‰)
33
33.5
34
34.5
35
35.5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
profondeur (m)
24
24.5
25
25.5
26
26.5
27
27.5
28
28.5
Temperature (°C)

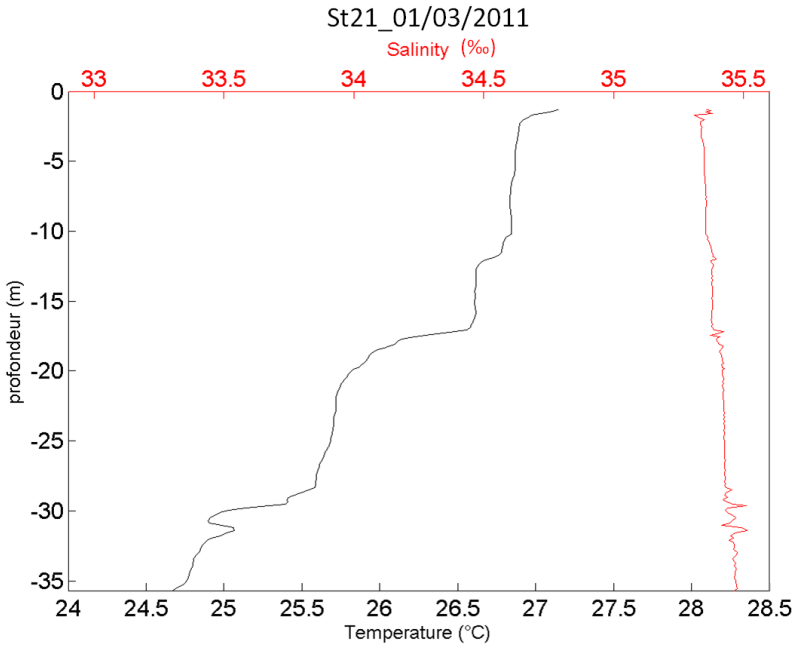

St07_03/03/2011
Turbidity (FTU)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
profondeur (m)
Fluorescence (mg/m³)

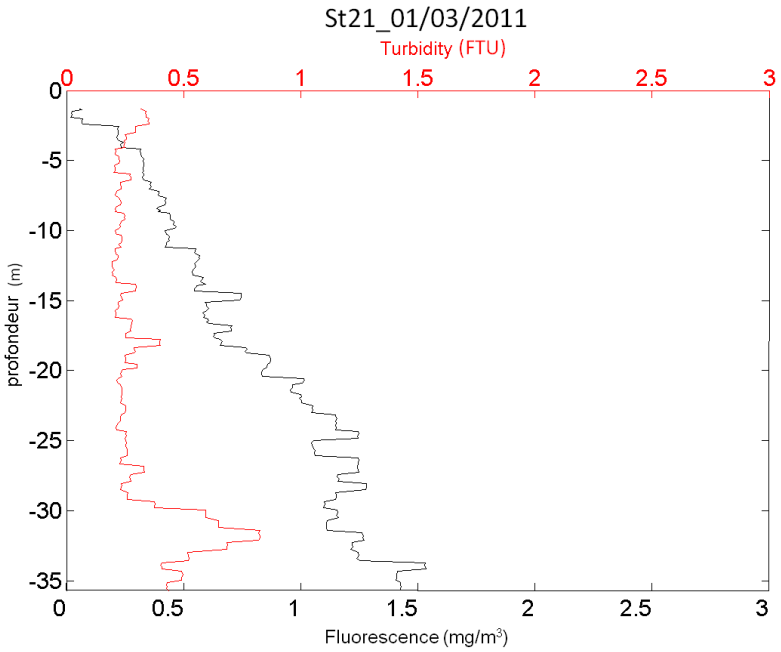

St14_01/03/2011
Salinity (‰)
33
33.5
34
34.5
35
35.5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
profondeur (m)
24
24.5
25
25.5
26
26.5
27
27.5
28
28.5
Temperature (°C)


St14_01/03/2011
Turbidity (FTU)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
profondeur (m)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
Fluorescence (mg/m³)


St09_03/03/2011
Salinity (‰)
33
33.5
34
34.5
35
35.5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
-45
profondeur (m)
24
24.5
25
25.5
26
26.5
27
27.5
28
28.5
Temperature (°C)


St09_03/03/2011
Turbidity (FTU)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
-45
profondeur (m)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
Fluorescence (mg/m3)


St21_01/03/2011
Salinity (‰)
33
33.5
34
34.5
35
35.5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
profondeur (m)
24
24.5
25
25.5
26
26.5
27
27.5
28
28.5
Temperature (°C)


St21_01/03/2011
Turbidity (FTU)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
profondeur (m)
Fluorescence (mg/m3)

ANNEXE 3

Concentration en MES, éléments majeurs et pH

Concentration en matières en suspension (MES), éléments majeurs (Ca, K, Mg, Na, Cl, sulfates (SO_4^{2-})) et mesure du pH des 14 stations de la zone d'étude lors de la campagne semestrielle d'août 2011 ; Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond -3m.

Station	Profondeur	pH	MES (mg/L)	Ca (mg/L)	K (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	Cl (mg/L)	SO_4^{2-} (mg/L)
ST02	S	8,26	0,18	413	450	1369	10809	20763	2910
ST02	M	8,26	0,18	408	442	1353	11306	20875	2825
ST02	F	8,24	0,20	374	403	1240	10118	21102	2905
ST03	S	8,20	0,66	415	452	1373	10959	20018	2450
ST03	M	8,21	0,34	408	448	1354	10725	19174	2672
ST03	F	8,19	0,28	389	421	1290	10124	20350	2681
ST05	S	8,25	0,30	410	443	1366	10452	19788	2596
ST05	M	8,26	0,18	411	446	1357	10575	21309	2776
ST05	F	8,25	0,22	405	441	1336	10543	21047	2780
ST06	S	8,21	0,32	399	432	1321	11050	21086	2768
ST06	M	8,20	0,26	411	445	1366	10389	21301	2790
ST06	F	8,21	0,14	406	441	1343	10528	20601	2727
ST07	S	8,22	0,46	408	444	1353	10433	20606	2710
ST07	M	8,22	0,30	374	416	1233	11737	19945	2591
ST07	F	8,22	0,24	383	414	1269	9809	20430	2706
ST09	S	8,23	0,54	407	442	1347	10648	21308	2690
ST09	M	8,20	0,36	412	447	1364	10673	21377	2862
ST09	F	8,22	0,20	404	439	1340	10786	21323	2822
ST13	S	8,26	0,24	397	435	1307	11625	19007	2358
ST13	M	8,24	0,38	407	445	1346	13114	20191	2299
ST13	F	8,25	0,36	392	434	1293	11899	21439	2276
ST14	S	8,25	0,28	413	446	1370	11068	19106	2547
ST14	M	8,22	0,52	412	451	1362	10780	19488	2736
ST14	F	8,22	0,50	406	445	1348	10640	19339	2684
ST15	S	8,21	0,32	401	442	1321	11438	17966	2077
ST15	M	8,20	0,20	409	451	1349	10506	19986	2143
ST15	F	8,19	0,42	408	447	1347	11310	19980	2279
ST16	S	8,20	0,24	394	433	1299	11166	17884	2545
ST16	M	8,19	0,20	393	435	1299	11287	19476	2547
ST16	F	8,20	0,36	404	441	1332	10591	19477	2618
ST18	S	8,21	0,14	403	443	1332	11113	20914	2401
ST18	M	8,22	0,28	405	443	1339	11007	19714	2114
ST18	F	8,19	0,28	411	443	1357	11052	20477	2476

Station	Profondeur	pH	MES (mg/L)	Ca (mg/L)	K (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	Cl (mg/L)	SO_4^{2-} (mg/L)
ST19	S	8,19	0,24	383	431	1260	11898	19310	2178
ST19	M	8,19	0,14	400	436	1321	11064	20696	2332
ST19	F	8,22	0,42	389	425	1288	11287	20933	2215
ST20	S	8,20	0,36	407	441	1347	10734	21475	3036
ST20	M	8,20	0,20	383	423	1265	11706	21677	3157
ST20	F	8,19	0,26	386	420	1278	10771	21909	2893
ST21	S	8,26	0,40	412	449	1366	10686	34210	2765
ST21	M	8,26	0,36	411	445	1362	10672	19272	2733
ST21	F	8,25	0,40	415	447	1377	10927	18957	2716

ANNEXE 4

Concentrations en sels nutritifs

Concentrations en sels nutritifs des 14 stations de la zone d'étude lors de la campagne semestrielle d'août 2011 ; Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond -3m ; (<LQ = Valeur inférieure à la limite de quantification de l'auto-analyseur).

Nitrates + Nitrites et Ammonium

Station	Profondeur	NO_3+NO_2 (µmol/L)	Ecart-type (n=3)	NH_4 (µmol/L)	Ecart-type (n=3)
St02	S	0,38	0,03	0,057	0,007
St02	M	0,57	0,06	0,054	0,004
St02	F	1,04	0,05	0,140	0,004
St03	S	0,06	0,01	0,031	0,020
St03	M	0,15	0,07	0,014	0,001
St03	F	0,31	0,04	0,086	0,031
St05	S	0,38	0,03	0,046	0,005
St05	M	0,68	0,06	0,075	0,003
St05	F	0,79	0,07	0,096	0,002
St06	S	0,46	0,01	0,091	0,003
St06	M	0,41	0,02	0,080	0,024
St06	F	0,47	0,01	0,094	0,045
St07	S	0,29	0,02	0,049	0,003
St07	M	0,38	0,01	0,039	0,003
St07	F	0,48	0,02	0,061	0,003
St09	S	0,25	0,06	0,033	0,009
St09	M	0,32	0,06	0,036	0,006
St09	F	0,34	0,00	0,049	0,014
St13	S	0,77	0,01	0,216	0,012
St13	M	0,23	0,02	0,024	0,008
St13	F	0,29	0,19	0,018	0,009
St14	S	0,31	0,00	0,148	0,013
St14	M	0,48	0,02	0,140	0,067
St14	F	0,72	0,02	0,230	0,013
St15	S	0,25	0,02	0,045	0,006
St15	M	0,16	0,02	0,052	0,070
St15	F	0,55	0,06	0,287	0,059
St16	S	0,09	0,01	0,018	0,007
St16	M	0,06	0,00	0,013	0,003
St16	F	1,86	0,06	0,172	0,008
St18	S	0,20	0,06	0,028	0,000
St18	M	0,12	0,02	0,012	0,003
St18	F	0,20	0,01	0,046	0,005
St19	S	0,28	0,15	0,031	0,009
St19	M	0,08	0,03	0,018	0,001
St19	F	0,97	0,02	0,223	0,015
St20	S	0,10	0,01	0,061	0,007
St20	M	0,43	0,02	0,037	0,009
St20	F	0,11	0,02	0,040	0,004

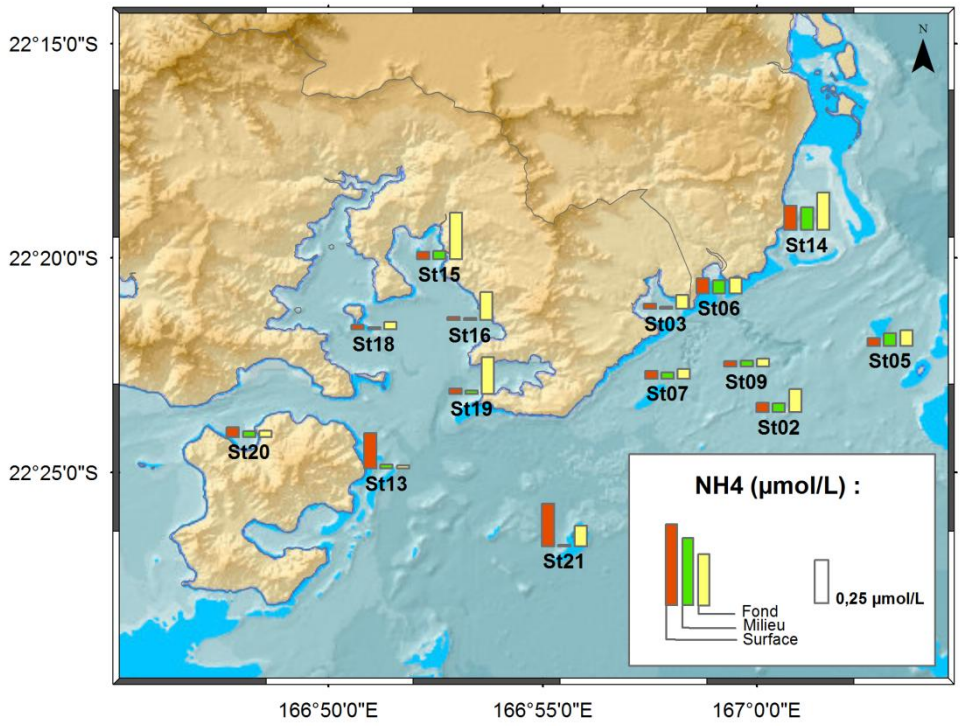
Station	Profondeur	NO_3+NO_2 (µmol/L)	Ecart-type (n=3)	NH_4 (µmol/L)	Ecart-type (n=3)
St21	S	0,62	0,04	0,262	0,356
St21	M	0,17	0,02	0,010	0,004
St21	F	0,70	0,04	0,125	0,001

Phosphates et silicates

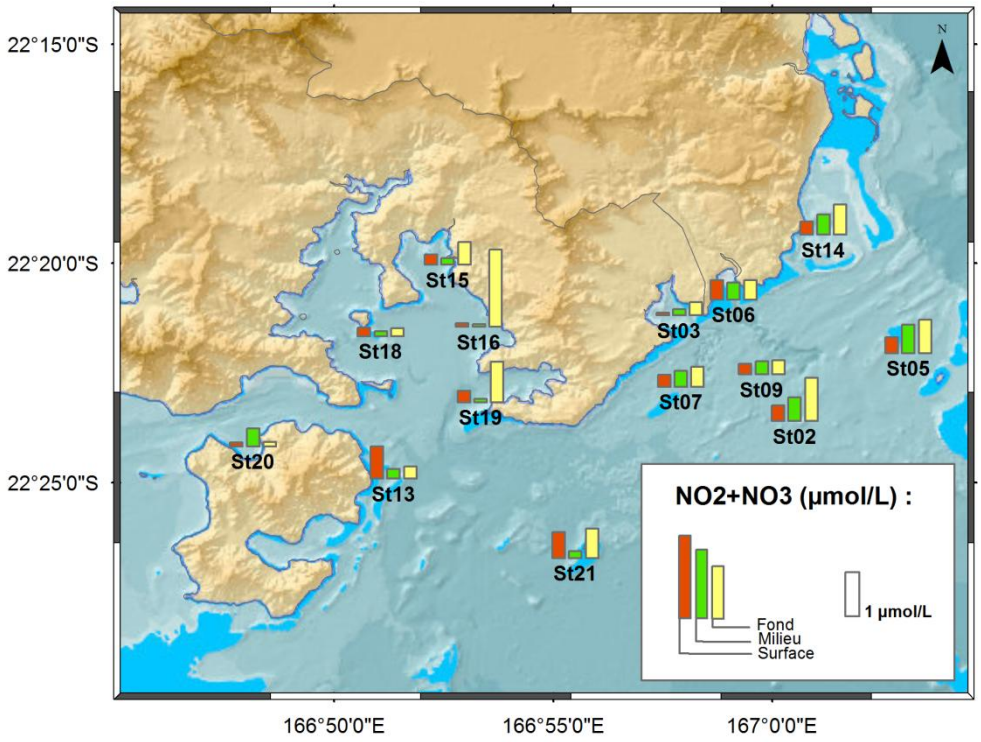
Station	Profondeur	PO_4 (µmol/L)	Ecart-type (n=3)	SiO_4 (µmol/L)	Ecart-type (n=3)
St02	S	0,052	0,041	0,29	0,00
St02	M	0,102	0,001	0,29	0,00
St02	F	0,068	0,021	<LQ	-
St03	S	< LQ	0,000	0,34	0,13
St03	M	0,019	0,025	2,41	1,48
St03	F	0,029	0,013	0,57	0,01
St05	S	0,030	0,027	<LQ	-
St05	M	0,006	0,008	0,29	0,00
St05	F	0,049	0,018	0,33	0,06
St06	S	0,024	0,033	2,84	0,44
St06	M	0,042	0,026	<LQ	-
St06	F	0,068	0,012	0,14	0,02
St07	S	0,015	0,001	0,40	0,15
St07	M	0,050	0,010	0,15	0,21
St07	F	0,008	0,014	1,62	1,41
St09	S	0,065	0,065	0,29	0,00
St09	M	0,036	0,005	0,15	0,21
St09	F	0,053	0,007	<LQ	-
St13	S	0,070	0,006	0,38	0,10
St13	M	0,045	0,015	<LQ	-
St13	F	0,019	0,012	0,21	0,11
St14	S	< LQ	0,000	1,86	0,52
St14	M	0,030	0,042	0,18	0,02
St14	F	0,120	0,044	0,20	0,19
St15	S	0,026	0,006	9,95	0,44
St15	M	0,063	0,006	<LQ	-
St15	F	0,099	0,004	8,78	0,66
St16	S	< LQ	0,000	9,71	1,49
St16	M	0,036	0,004	1,70	0,04
St16	F	0,185	0,023	1,09	0,06
St18	S	0,022	0,021	1,54	0,27
St18	M	0,027	0,004	1,91	-
St18	F	0,022	0,007	7,21	1,76
St19	S	0,015	0,014	9,74	1,14
St19	M	0,029	0,009	0,29	0,00
St19	F	0,117	0,012	0,61	0,33
St20	S	0,041	0,004	0,40	0,19
St20	M	0,042	0,010	0,30	0,02
St20	F	0,026	0,000	0,29	0,01
St21	S	0,015	0,016	0,15	0,21
St21	M	0,036	0,040	0,34	0,15
St21	F	0,009	0,009	0,57	0,40

Cartes de distribution des sels nutritifs

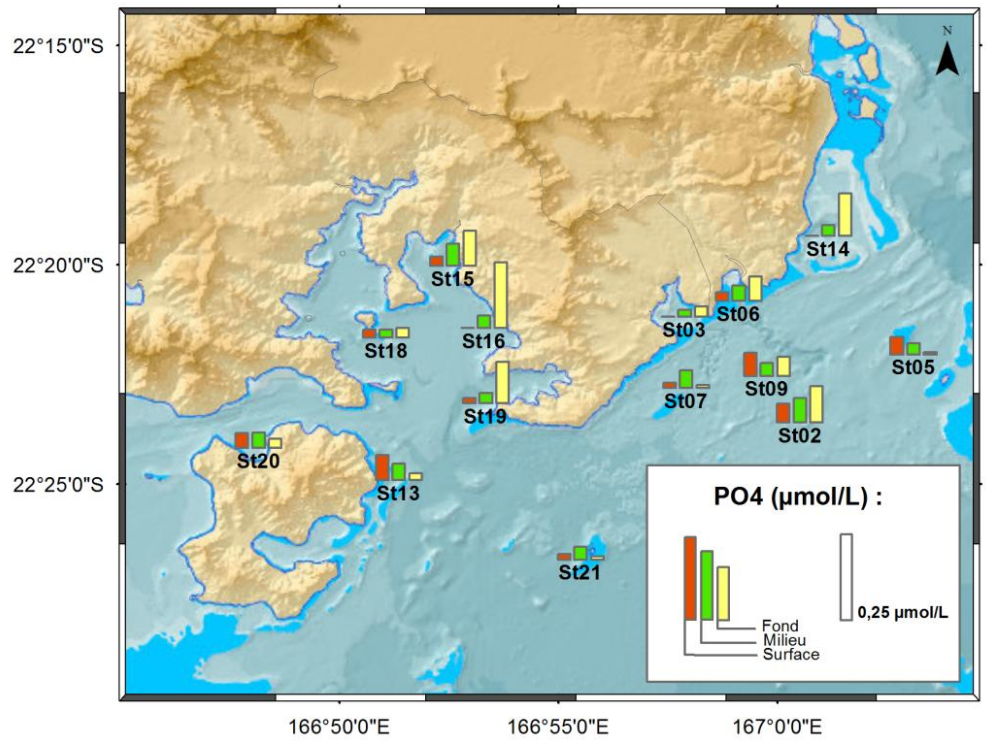
Concentration de l'ammonium dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans la zone d'étude.



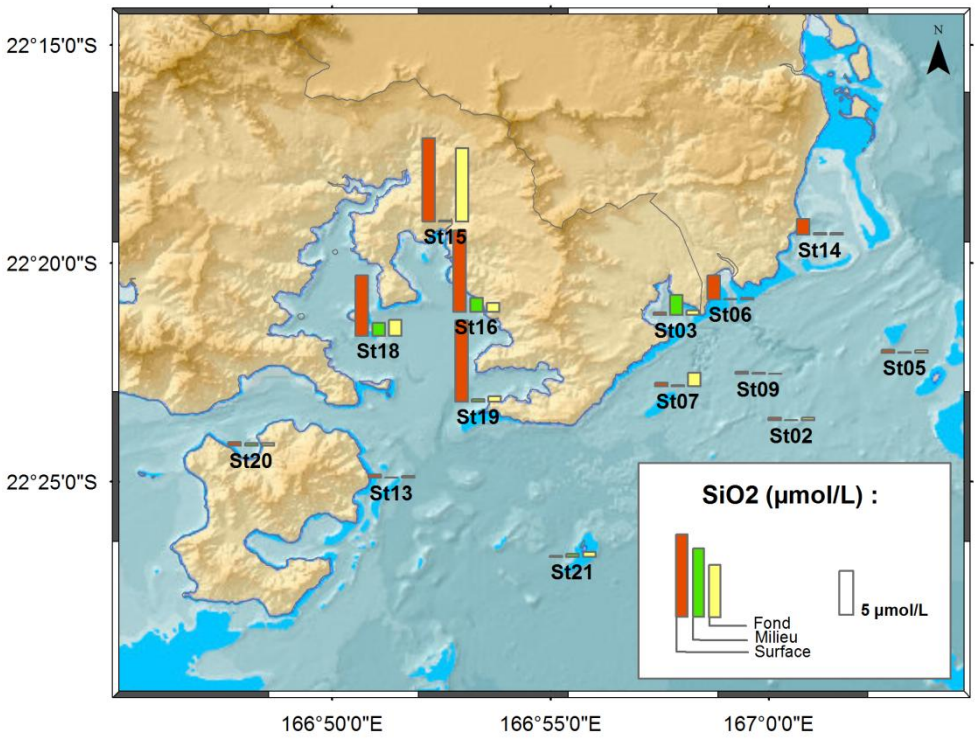
Concentration de nitrates et nitrites dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans la zone d'étude.



Concentration de phosphates dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans la zone d'étude.



Concentration de silicates dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans la zone d'étude.



ANNEXE 5

Concentrations en matière organique dissoute et particulaire

Concentrations en azote et phosphore organique dissous (NOD) et azote, phosphore et carbone organiques particulaires (NOP, POP et COP) des 14 stations de la zone d'étude lors de la campagne semestrielle d'août 2011. Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond -3m ; (<LQ) = Valeur inférieure à la limite de quantification de l'auto-analyseur ; (nd) = Concentration non déterminée.

Station	Profondeur	NOD (µmol/L) (n=1)	POD (µmol/L) (n=1)	POP (µmol/L) (n=1)	NOP (µmol/L) (n=1)	COP (µmol/L) (n=1)
St02	S		0,525	< LQ		9,0
St02	M		0,369	0,083		11,9
St02	F		nd	nd		11,9
St03	S		0,457	0,023		16,0
St03	M		0,552	0,022		10,8
St03	F		0,490	0,045		11,4
St05	S		0,493	< LQ		18,3
St05	M		0,562	< LQ		13,5
St05	F		0,451	0,019		8,5
St06	S		0,544	0,016		12,1
St06	M		0,598	< LQ		11,1
St06	F		0,450	0,034		11,1
St07	S		0,468	< LQ		8,5
St07	M		0,552	0,006		10,8
St07	F		0,604	< LQ		16,0
St09	S		0,533	0,015		10,8
St09	M		0,476	0,029		12,2
St09	F		0,546	< LQ		10,3
St13	S		nd	< LQ		20,1
St13	M		0,565	0,024		14,2
St13	F		0,497	0,106		10,8
St14	S		0,341	0,012		12,2
St14	M		0,584	< LQ		15,2
St14	F		0,537	< LQ		14,1
St15	S		0,528	< LQ		9,6
St15	M		0,550	< LQ		10,3
St15	F		0,507	0,031		14,2
St16	S		0,518	0,002		11,6
St16	M		0,510	0,031		9,8
St16	F		0,535	0,030		14,1
St18	S		0,451	0,027		10,9
St18	M		0,586	0,023		12,0
St18	F		0,499	< LQ		10,5
St19	S		0,455	< LQ		7,9
St19	M		0,512	0,024		11,3
St19	F		0,622	0,039		27,1
St20	S		0,454	0,027		17,1
St20	M		0,470	0,095		9,4
St20	F		0,608	0,015		10,0

Station	Profondeur	NOD (µmol/L) (n=1)	POD (µmol/L) (n=1)	POP (µmol/L) (n=1)	NOP (µmol/L) (n=1)	COP (µmol/L) (n=1)
St21	S		0,460	0,012		17,1
St21	M		0,561	0,026		13,5
St21	F		0,580	0,032		9,8

Concentrations en P total et N total des 14 stations de la zone d'étude lors de la campagne semestrielle d'août 2011. Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond -3m ; (<LQ) = Valeur inférieure à la limite de quantification de l'auto-analyseur.

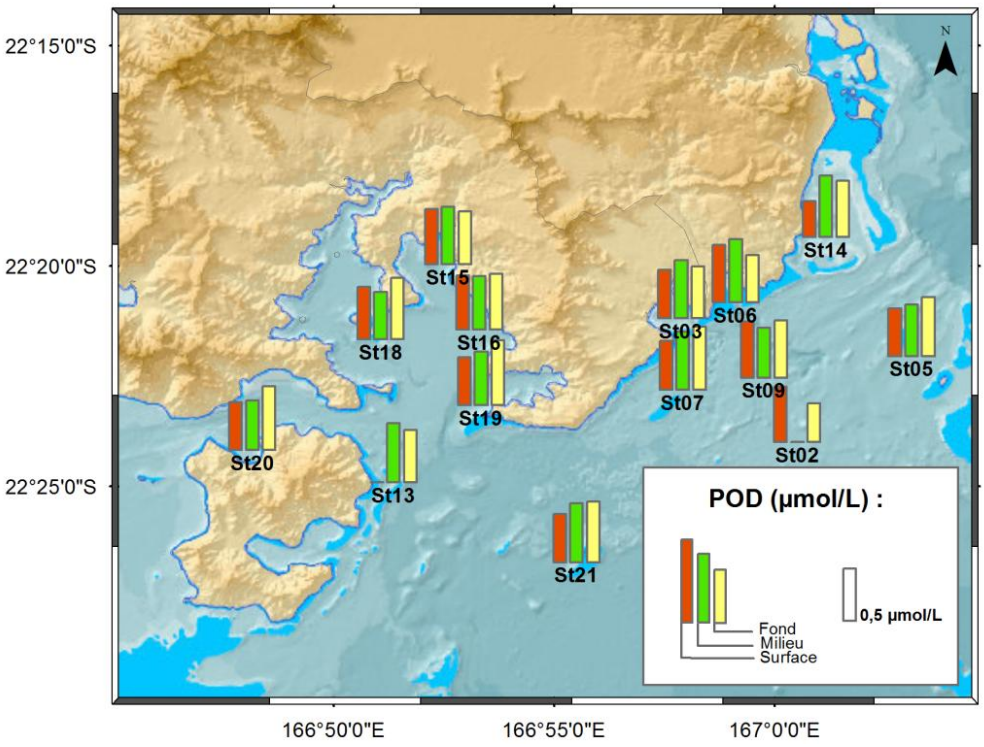
Station	Profondeur	P total (µmol/L)	Ecart-type (n=3)	N total (µmol/L)	Ecart-type (n=3)
St02	S	0,577	0,019		
St02	M	0,554	0,111		
St02	F	0,539	0,061		
St03	S	0,480	0,071		
St03	M	0,593	0,012		
St03	F	0,564	0,073		
St05	S	0,523	0,051		
St05	M	0,567	0,045		
St05	F	0,518	0,082		
St06	S	0,583	0,114		
St06	M	0,641	0,098		
St06	F	0,552	0,021		
St07	S	0,484	0,051		
St07	M	0,608	0,102		
St07	F	0,612	0,081		
St09	S	0,612	0,062		
St09	M	0,540	0,021		
St09	F	0,611	0,095		
St13	S	nd	nd		
St13	M	0,634	0,144		
St13	F	0,622	0,091		
St14	S	0,352	0,394		
St14	M	0,614	0,082		
St14	F	0,659	0,108		
St15	S	0,554	0,039		
St15	M	0,612	0,135		
St15	F	0,637	0,072		
St16	S	0,520	0,094		
St16	M	0,576	0,027		
St16	F	0,750	0,096		
St18	S	0,500	0,041		
St18	M	0,637	0,099		
St18	F	0,521	0,051		
St19	S	0,470	0,131		
St19	M	0,565	0,055		
St19	F	0,778	0,109		

Station	Profondeur	P total (µmol/L)	Ecart-type (n=3)	N total (µmol/L)	Ecart-type (n=3)
St20	S	0,521	0,041		
St20	M	0,608	0,108		
St20	F	0,649	0,076		
St21	S	0,487	0,067		
St21	M	0,623	0,024		
St21	F	0,620	0,080		

Cartes de distribution de la matière organique dissoute

Concentration de l'azote organique dissous dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans la zone d'étude.

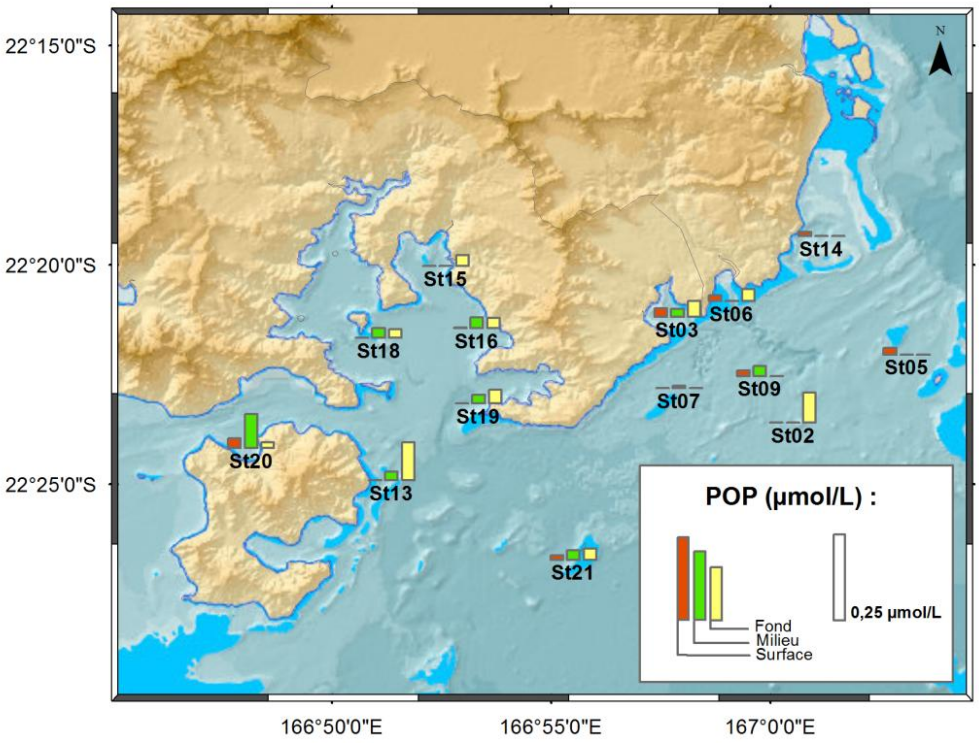
Concentration du phosphore organique dissous dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans la zone d'étude.



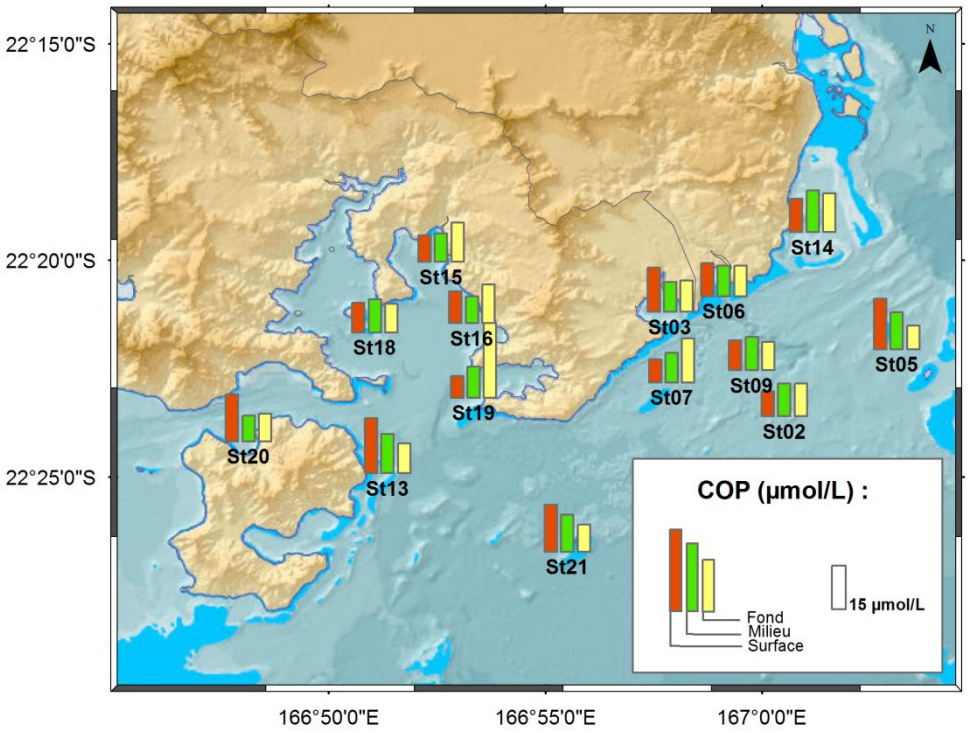
Cartes de distribution de la matière organique particulaire

Concentration de l'azote organique particulaire dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans la zone d'étude.

Concentration du phosphore organique particulaire (POD) dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans la zone d'étude.



Concentration du carbone organique particulaire dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans la zone d'étude.



ANNEXE 6

Concentrations en chlorophylle *a* et phéopigments

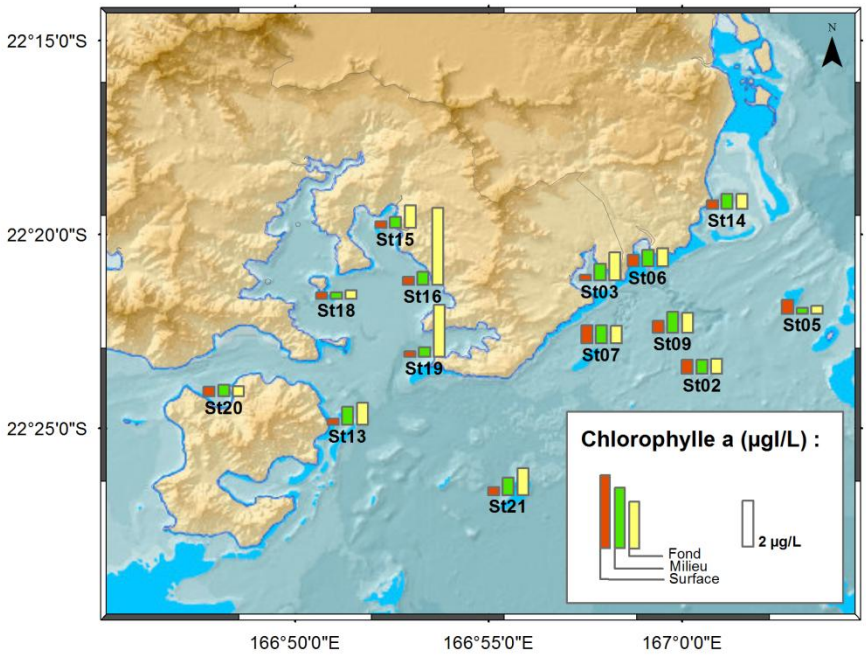
Concentration en chlorophylle *a* et phéopigments des 14 stations de la zone d'étude lors de la campagne semestrielle d'août 2011. Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond -3m.

Station	Profondeur	Chlorophylle *a* (µg/L)	Phéopigments (µg/L)	%Pheo
St02	S	0,60	0,24	28,3
St02	M	0,61	0,27	31,1
St02	F	0,64	0,27	29,7
St03	S	0,24	0,07	23,3
St03	M	0,71	0,19	21,1
St03	F	1,21	0,21	14,9
St05	S	0,60	0,21	25,7
St05	M	0,26	0,11	29,4
St05	F	0,34	0,19	35,5
St06	S	0,50	0,12	19,3
St06	M	0,72	0,22	23,6
St06	F	0,78	0,10	11,0
St07	S	0,78	0,27	25,7
St07	M	0,78	0,26	24,9
St07	F	0,77	0,20	20,4
St09	S	0,52	0,16	24,0
St09	M	0,89	0,30	25,1
St09	F	0,86	0,22	20,6
St13	S	0,26	0,12	31,7
St13	M	0,78	0,20	20,2
St13	F	0,95	0,22	18,7
St14	S	0,36	0,16	30,3
St14	M	0,64	0,24	27,0
St14	F	0,64	0,26	28,7
St15	S	0,28	0,07	20,6
St15	M	0,47	0,14	22,7
St15	F	0,97	0,12	11,0
St16	S	0,36	0,07	16,1
St16	M	0,57	0,12	17,4
St16	F	3,34	0,46	12,2
St18	S	0,28	0,09	24,7
St18	M	0,28	0,10	26,4
St18	F	0,37	0,12	24,1

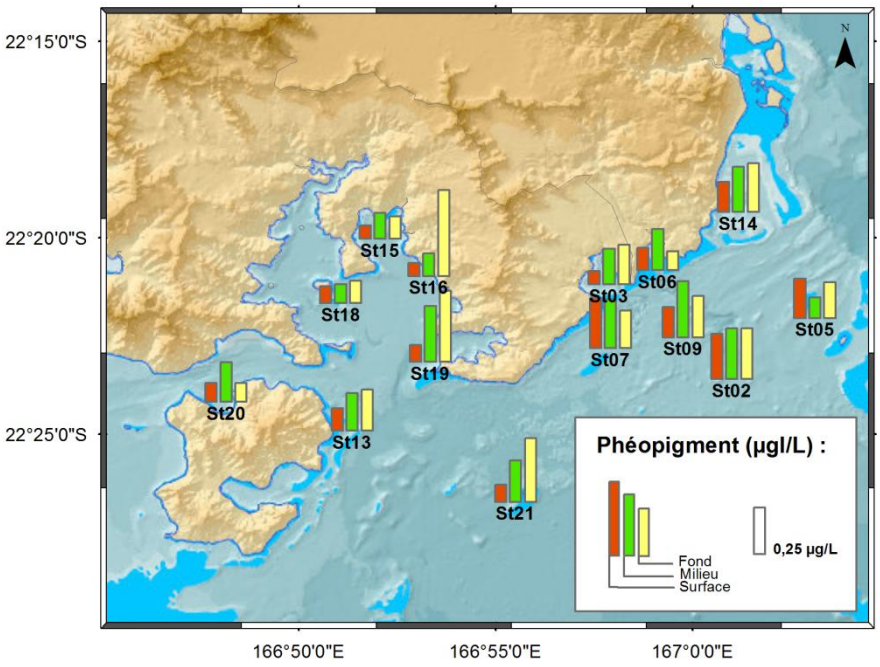
Station	Profondeur	Chlorophylle *a* (µg/L)	Phéopigments (µg/L)	%Pheo
St19	S	0,24	0,09	27,0
St19	M	0,43	0,30	41,5
St19	F	2,27	0,38	14,5
St20	S	0,40	0,10	19,6
St20	M	0,50	0,21	29,9
St20	F	0,44	0,10	18,0
St21	S	0,34	0,09	20,8
St21	M	0,75	0,22	22,4
St21	F	1,17	0,34	22,6

Cartes de distribution des pigments chlorophylliens

Concentration de la chlorophylle *a* dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans la zone d'étude.



Concentration des phéopigments dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans la zone d'étude.



ANNEXE 7

Concentrations des métaux dissous dans la colonne d'eau

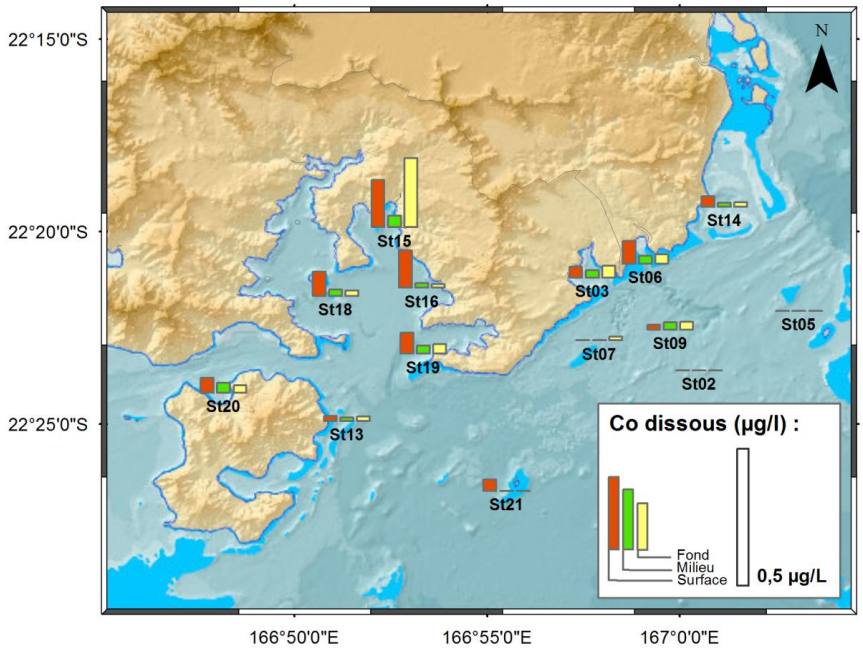
Concentrations des métaux dissous analysés dans la colonne d'eau pour les trois niveaux de prélèvements des 14 stations de la zone d'étude lors de la campagne semestrielle d'août 2011. Les profondeurs de prélèvement sont : S = surface + 3 m ; M = mi-profondeur ; F = fond - 3m ; (<LQ) = Valeur inférieure à la limite de quantification de l'ICP-OES.

Station	Profondeur	As (µg/L)	Cd (µg/L)	Co (µg/L)	Cu (µg/L)	Fe (µg/L)	Mn (µg/L)	Ni (µg/L)	Cr(VI) (µg/L)	Cr(tot) (µg/L)	Pb (µg/L)	Zn (µg/L)
ST02	S		<LQ	<LQ	0,06	<LQ	0,02	0,04	0,10	0,22	<LQ	0,15
ST02	M		<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,02	0,04	0,10	0,16	<LQ	0,14
ST02	F		<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,04	0,06	0,10	0,40	<LQ	0,14
ST03	S		<LQ	0,04	<LQ	<LQ	0,12	0,13	0,14	0,45	<LQ	0,32
ST03	M		<LQ	0,03	<LQ	0,02	0,17	0,16	0,11	0,29	<LQ	0,09
ST03	F		<LQ	0,04	0,03	0,03	0,20	0,19	0,12	0,27	<LQ	0,31
ST05	S		<LQ	<LQ	0,12	<LQ	0,01	0,04	0,10	0,16	<LQ	0,56
ST05	M		<LQ	<LQ	0,03	<LQ	0,02	0,04	0,10	0,14	<LQ	0,20
ST05	F		<LQ	<LQ	0,02	<LQ	0,04	0,06	0,10	0,17	<LQ	0,30
ST06	S		<LQ	0,08	0,02	0,02	0,38	0,32	0,23	0,49	<LQ	0,06
ST06	M		<LQ	0,03	0,03	0,02	0,11	0,12	0,11	0,41	<LQ	0,07
ST06	F		<LQ	0,03	<LQ	0,02	0,13	0,14	0,11	0,35	<LQ	0,08
ST07	S		<LQ	<LQ	0,11	0,03	0,06	0,08	0,11	0,49	<LQ	0,28
ST07	M		<LQ	<LQ	0,02	<LQ	0,06	0,09	0,10	0,70	<LQ	0,16
ST07	F		<LQ	0,01	<LQ	<LQ	0,07	0,09	0,11	0,60	<LQ	0,17
ST09	S		<LQ	0,02	0,04	0,01	0,06	0,09	0,10	0,23	<LQ	0,27
ST09	M		<LQ	0,03	0,02	0,02	0,08	0,10	0,11	0,15	<LQ	0,56
ST09	F		<LQ	0,03	0,02	0,01	0,08	0,09	0,11	0,13	<LQ	0,13
ST13	S		<LQ	0,02	0,02	0,04	0,10	0,14	0,24	1,00	<LQ	0,17
ST13	M		<LQ	0,01	<LQ	<LQ	0,02	0,05	0,14	0,66	<LQ	0,00
ST13	F		<LQ	0,02	0,12	0,02	0,10	0,11	0,15	0,66	<LQ	0,44
ST14	S		<LQ	0,04	0,09	0,18	0,36	0,29	0,13	0,22	<LQ	1,75
ST14	M		<LQ	0,01	0,03	0,02	0,11	0,12	0,12	0,21	<LQ	0,96
ST14	F		<LQ	0,02	0,02	0,03	0,10	0,12	0,12	0,18	<LQ	0,63
ST15	S		<LQ	0,17	0,05	0,05	1,00	1,44	1,22	1,86	<LQ	0,33
ST15	M		<LQ	0,04	0,02	<LQ	0,33	0,25	0,18	0,28	<LQ	0,15
ST15	F		<LQ	0,25	0,01	0,01	4,16	0,91	0,19	0,32	<LQ	0,33
ST16	S		<LQ	0,14	0,05	0,05	0,84	1,29	1,03	1,28	<LQ	0,33
ST16	M		<LQ	0,02	<LQ	<LQ	0,06	0,11	0,16	0,53	<LQ	0,05
ST16	F		<LQ	0,01	<LQ	<LQ	0,01	0,06	0,13	0,32	<LQ	0,00
ST18	S		<LQ	0,09	0,04	0,03	0,42	0,67	0,59	0,89	<LQ	0,46
ST18	M		<LQ	0,02	0,03	<LQ	0,02	0,08	0,17	0,24	<LQ	0,09
ST18	F		<LQ	0,02	<LQ	<LQ	0,06	0,10	0,17	0,23	<LQ	0,37

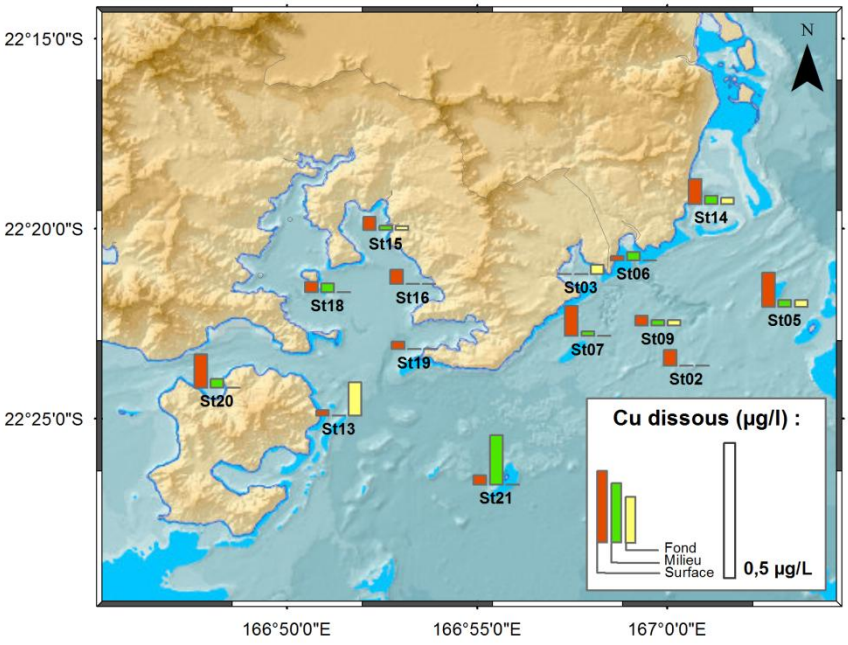
Station	Profondeur	As (µg/L)	Cd (µg/L)	Co (µg/L)	Cu (µg/L)	Fe (µg/L)	Mn (µg/L)	Ni (µg/L)	Cr(VI) (µg/L)	Cr(tot) (µg/L)	Pb (µg/L)	Zn (µg/L)
ST19	S		<LQ	0,08	0,03	0,06	0,34	0,82	1,04	1,14	<LQ	0,67
ST19	M		<LQ	0,03	<LQ	<LQ	0,03	0,08	0,19	0,38	<LQ	0,04
ST19	F		<LQ	0,03	<LQ	0,01	0,10	0,14	0,11	0,20	<LQ	0,08
ST20	S		<LQ	0,05	0,12	0,03	0,26	0,29	0,16	0,74	<LQ	1,19
ST20	M		<LQ	0,03	0,03	0,05	0,16	0,21	0,15	0,23	<LQ	0,78
ST20	F		<LQ	0,03	<LD	0,03	0,13	0,16	0,14	0,19	<LQ	0,26
ST21	S		<LQ	0,04	0,03	0,03	0,13	0,21	0,23	0,36	<LQ	0,26
ST21	M		<LQ	<LQ	0,18	<LQ	0,02	0,05	0,12	0,23	<LQ	0,26
ST21	F		<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,01	0,03	0,11	0,18	<LQ	0,07

Carte de distribution des métaux dissous dans la colonne d'eau.

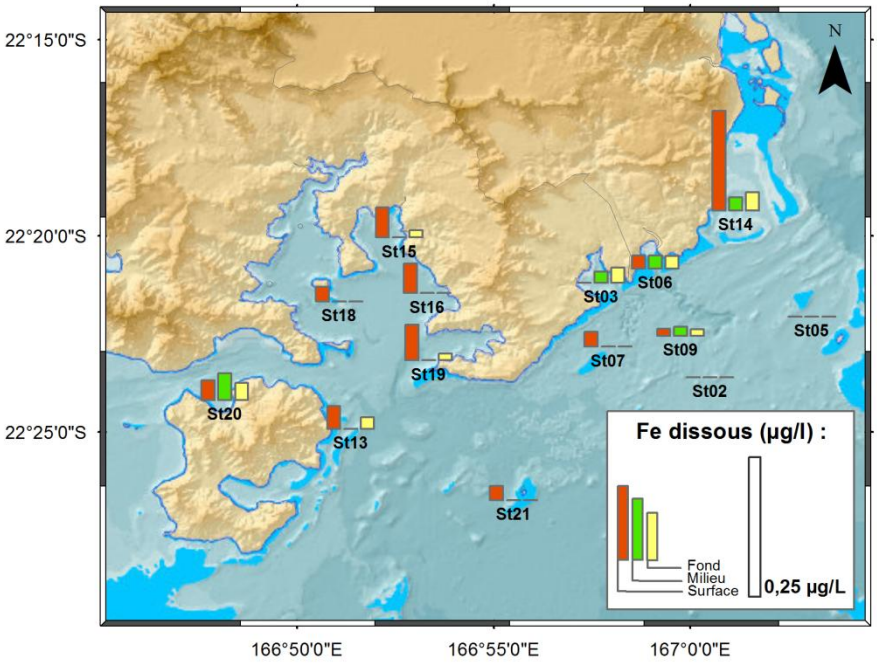
Concentration en cobalt dissous dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans le Canal de la Havannah et la Baie du Prony.



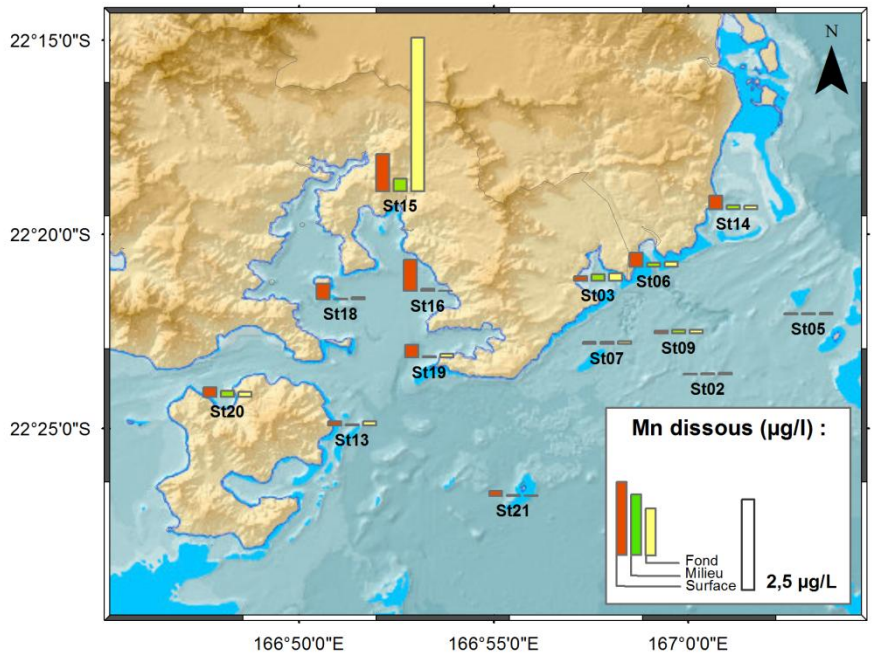
Concentration en cuivre dissous dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans le Canal de la Havannah et la Baie du Prony.



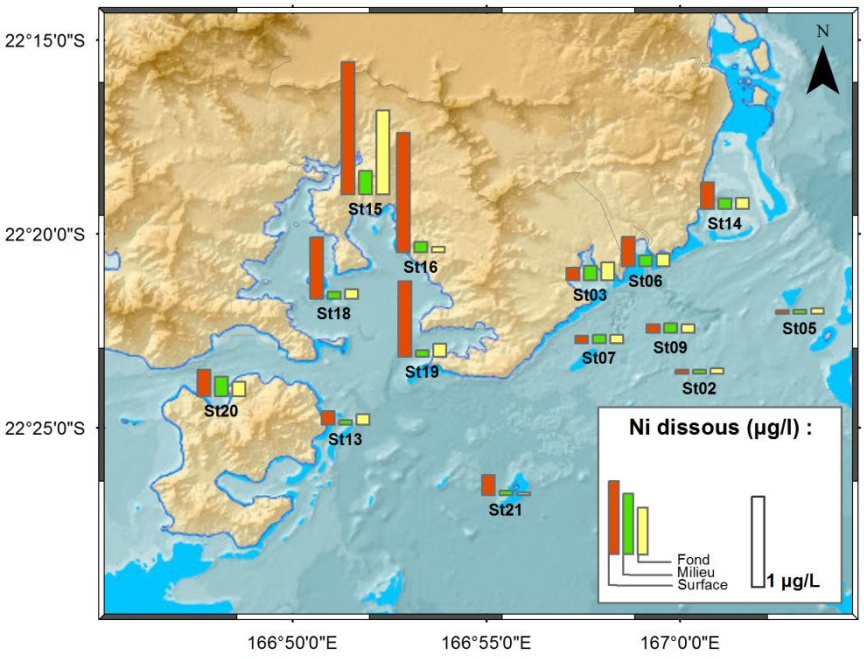
Concentration en fer dissous dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans le Canal de la Havannah et la Baie du Prony.



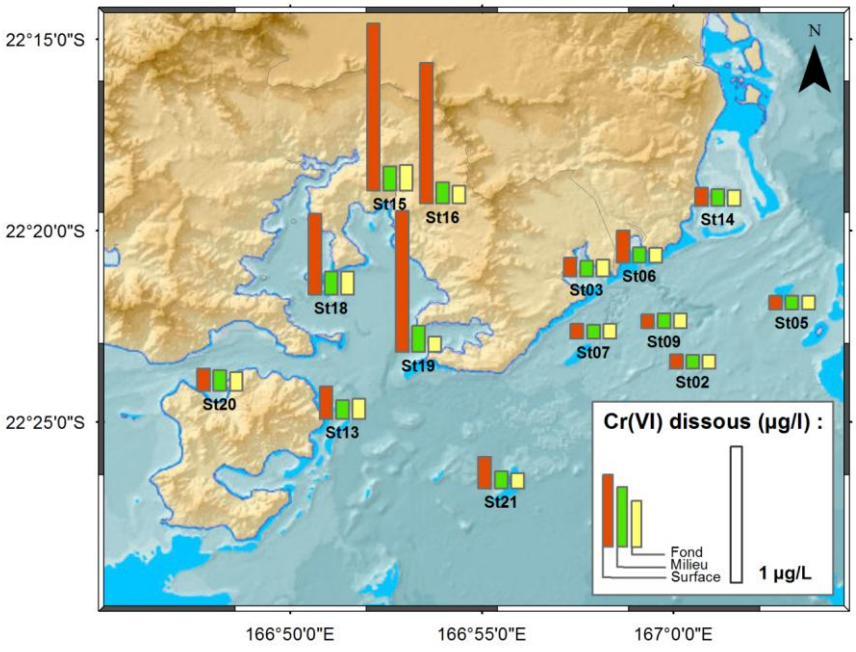
Concentration en manganèse dissous dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans le Canal de la Havannah et la Baie du Prony.



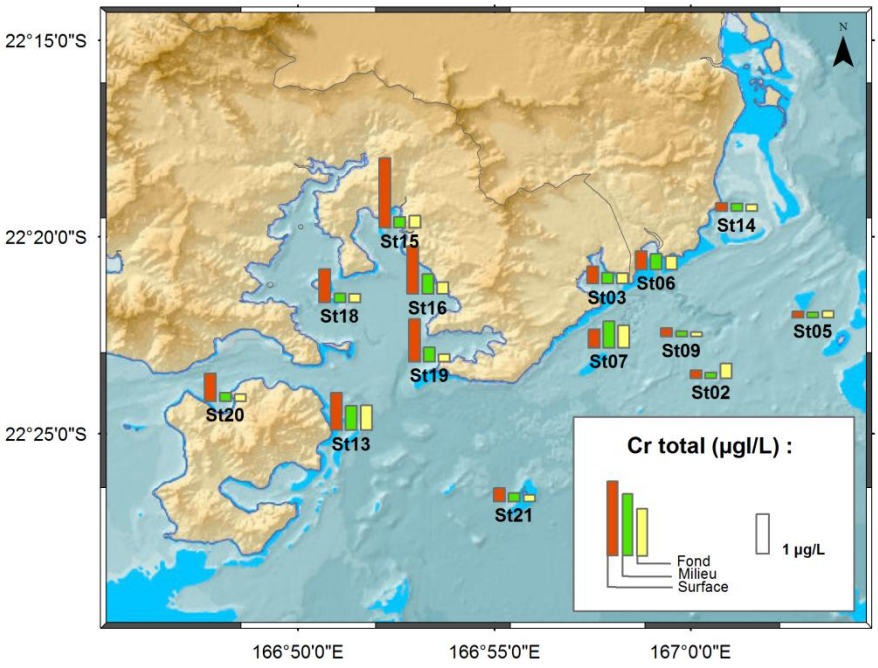
Concentration en nickel dissous dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans le Canal de la Havannah et la Baie du Prony.



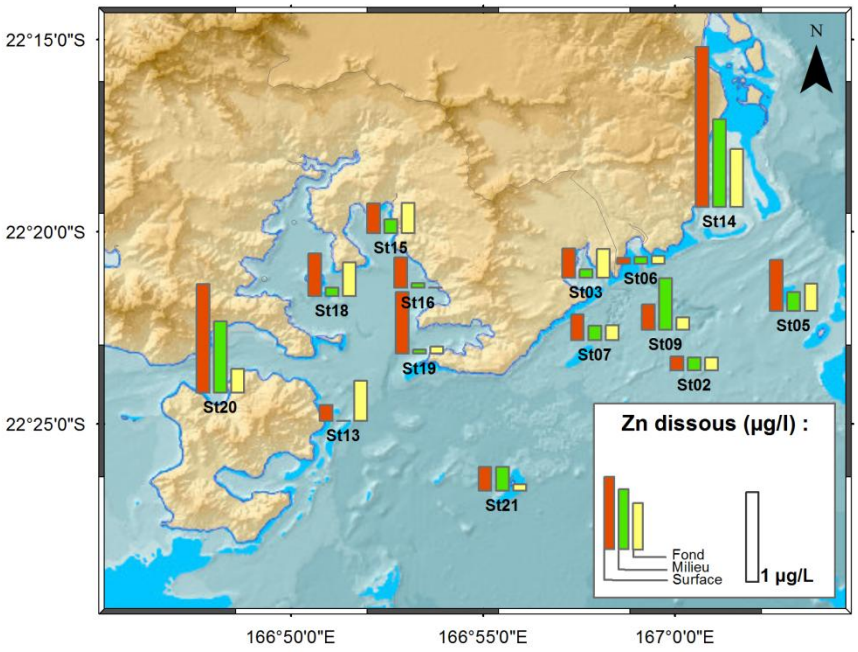
Concentration en chrome (VI) dissous dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans le Canal de la Havannah et la Baie du Prony.



Concentration en chrome total dissous dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans le Canal de la Havannah et la Baie du Prony.



Concentration en zinc dissous dans la colonne d'eau ; échantillonnage en surface, mi-profondeur et fond dans le Canal de la Havannah et la Baie du Prony.



ANNEXE III

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

Mission de mars 2011

Ingénierie de l'Environnement et de la Réhabilitation

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

Mission mars 2011

PROJET GORO NICKEL

VALE NOUVELLE CALEDONIE

SARL AQUA TERRA - Capital : 1 000 000 XPF
Adresse postale : BP 15559 - 98804 Nouméa - Adresse bureau : Immeuble Auer, 22 rue Auer à Ducos
Tél : (687) 23 33 22 - Tél. / Fax : (687) 43 05 32
RIDET : 813725.001 RIB : BCI 17499 00010 20200002012 39
Courriel : aquaterra@aquaterra-nc.com

Caractéristiques du dossier :

Référence du document		Rap 001-11_Ver 00
Référence du contrat		C2415 E20544
Numéro de l'affaire		001-11
Client		Vale Nouvelle-Calédonie
Commune		Mont Dore
Coordonnées (WGS 84 UTM58)	**X**	696 000
	Y	7 528 000
Mots clés		projet Goro Nickel, ichtyologie, communautés récifales, biocénoses marines, suivis environnementaux, mine, port

Suivi des modifications :

N° de version	Transmis à	Action / Etat	Date
00	VALE NC	Rapport remis au Client (format électronique) : version préliminaire (draft) pour relecture de la forme	juin 2011
	Experts partenaires	Rapport remis (format électronique) : version préliminaire (draft) pour relecture du fond	
	AQUA TERRA	En interne : pour relecture pour contrôle qualité	
01	VALE NC	Rapport final remis au Client (3 exemplaires papier + 1 CDRom)	4 juillet 2011

Les responsables du suivi des modifications sont :

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

N° Document	Émis le	Par	Approuvé par	Le
Rap 001-11_Ver 00	Juin 2011	AQUA TERRA	Vale NC Biocénose	Juin 2011
Rap 001-11_Ver 01	Juin 2011	AQUA TERRA		4 juillet 2011

Equipe de travail

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

Les principaux intervenants étaient donc :

Pour AQUA TERRA :

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

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

Pour ACREM :

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

A participé à de nombreuses campagnes d'échantillonnage du milieu marin et notamment dans cette zone et pour le projet Goro Nickel. Plongeur niveau III.
Pour cette étude : inventaire des communautés ichtyologiques et traitements/analyses des résultats liés ; enregistrements vidéo (films).

Pour BIOCENOSE :

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

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

Personne physique :

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

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

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

Crédit photographique : Grégory Lasne 2011 pour Biocénose, Valérie Vaillet 2011, pour AQUA TERRA

Table des Matières

EQUIPE DE TRAVAIL 3
TABLE DES MATIERES 4
LISTE DES TABLEAUX 8
LISTE DES FIGURES 13
LISTE DES CARTES 15
LISTE DES PHOTOS 15
1 PREAMBULE 16
2 OBJECTIF DE L'ETUDE 17
3 METHODOLOGIE 18
3.1 ZONE D'ETUDE 18
3.1.1 Contexte général 18
3.1.2 Présentation des stations 18
3.1.2.1 Les stations 18
3.1.2.2 Les transects 20
3.2 LES TRAVAUX D'ECHANTILLONNAGE 21
3.2.1 Vérification des stations 21
3.2.1.1 Positionnement 21
3.2.1.2 Matérialisation 21
3.2.1.2.1 Organisation « matérielle » 21
3.2.1.2.2 Organisation « temporelle » 21
3.2.2 Protocole pour l'étude du substrat 22
3.2.3 Protocole pour l'étude du benthos 22
3.2.4 Protocole pour l'étude des poissons 24
3.3 PERIODE D'ECHANTILLONNAGE 25
3.4 LE TRAITEMENT DES DONNEES 26
3.4.1 Pour le substrat 26
3.4.2 Pour le benthos 27
3.4.3 Pour les poissons 27
4 RESULTATS BRUTS PAR STATION 30
4.1 STATION 01 = CASY 31
4.1.1 Le substrat (ST01) 35
4.1.2 Le benthos (ST01) 36
4.1.2.1 Benthos Transect 01 A 36
4.1.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST01A) 36
4.1.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST01A) 37
4.1.2.2 Benthos Transect 01 B 37
4.1.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST01B) 37
4.1.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST01B) 38
4.1.3 Les poissons (ST01) 40
4.2 STATION 02 = CREEK BAIE NORD 43
4.2.1 Le substrat (ST02) 46
4.2.2 Le benthos (ST02) 47
4.2.2.1 Benthos Transect 02 A 47
4.2.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST02A) 47
4.2.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST02A) 48
4.2.2.2 Benthos Transect 02 B 49
4.2.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST02B) 49
4.2.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST02B) 50
4.2.3 Les poissons (ST02) 52
4.3 STATION 03 = PORT 55
4.3.1 Le substrat (ST03) 59
4.3.2 Le benthos (ST03) 61
4.3.2.1 Benthos Transect 03 A 61
4.3.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST03A) 61
4.3.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST03A) 62
4.3.2.2 Benthos Transect 03 B 63
4.3.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST03B) 63
4.3.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST03B) 64
4.3.2.3 Benthos Transect 03 C 65

4.3.2.3.1 Les Scléractiniaires (ST03C) 65
4.3.2.3.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST03C) 66
4.3.3 Les poissons (ST03) *68*
4.4 STATION 04 = WOODIN 72
4.4.1 Le substrat (ST04) *76*
4.4.2 Le benthos (ST04) *77*
4.4.2.1 Benthos Transect 04 A 77
4.4.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST04A) 77
4.4.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST04A) 78
4.4.2.2 Benthos Transect 04 B 79
4.4.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST04B) 79
4.4.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST04B) 80
4.4.2.3 Benthos Transect 04 C 81
4.4.2.3.1 Les Scléractiniaires (ST04C) 81
4.4.2.3.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST04C) 82
4.4.3 Les poissons (ST04) *84*
4.5 STATION 05 = RECIF IORO 89
4.5.1 Le substrat (ST05) *92*
4.5.2 Le benthos (ST05) *93*
4.5.2.1 Benthos Transect 05 A 93
4.5.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST05A) 93
4.5.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST05A) 94
4.5.2.2 Benthos Transect 05 B 95
4.5.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST05B) 95
4.5.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST05B) 96
4.5.2.3 Benthos Transect 05 C 97
4.5.2.3.1 Les Scléractiniaires (ST05C) 97
4.5.2.3.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST05C) 98
4.5.3 Les poissons (ST05) *100*
4.6 STATION 06 = BANC IONONTEA 104
4.6.1 Le substrat (ST06) *107*
4.6.2 Le benthos (ST06) *108*
4.6.2.1 Benthos Transect 06 A 108
4.6.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST06A) 108
4.6.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST06A) 109
4.6.2.2 Benthos Transect 06 B 110
4.6.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST06B) 110
4.6.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST06B) 111
4.6.2.3 Benthos Transect 06 C 112
4.6.2.3.1 Les Scléractiniaires (ST06C) 112
4.6.2.3.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST06C) 113
4.6.3 Les poissons (ST06) *115*
4.7 STATION 07 = BASSE CHAMBEYRON 119
4.7.1 Le substrat (ST07) *122*
4.7.2 Le benthos (ST07) *123*
4.7.2.1 Benthos Transect 07 A 123
4.7.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST07A) 123
4.7.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST07A) 124
4.7.2.2 Benthos Transect 07 B 125
4.7.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST07B) 125
4.7.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST07B) 126
4.7.2.3 Benthos Transect 07 C 127
4.7.2.3.1 Les Scléractiniaires (ST07C) 127
4.7.2.3.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST07C) 128
4.7.3 Les poissons (ST07) *130*
4.8 STATION 08 = POINTE PUKA 137
4.8.1 Le substrat (ST08) *140*
4.8.2 Le benthos (ST08) *141*
4.8.2.1 Benthos Transect 08 A 141
4.8.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST08A) 141
4.8.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST08A) 142
4.8.2.2 Benthos Transect 08 B 143
4.8.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST08B) 143
4.8.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST08B) 144
4.8.3 Les poissons (ST08) *146*
4.9 STATION 09 = BANCS DE KIE 150

4.9.1 Le substrat (ST09) ... *153*
4.9.2 Le benthos (ST09) ... *154*
4.9.2.1 Benthos Transect 09 A ... 154
4.9.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST09A) ... 154
4.9.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST09A) ... 155
4.9.2.2 Benthos Transect 09 B ... 156
4.9.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST09B) ... 156
4.9.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST09B) ... 157
4.9.2.3 Benthos Transect 09 C ... 158
4.9.2.3.1 Les Scléractiniaires (ST09C) ... 158
4.9.2.3.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST09C) ... 160
4.9.3 Les poissons (ST09) ... *161*
4.10 STATION 10 = ILOT KIE ... 165
4.10.1 Le substrat (ST10) ... *168*
4.10.2 Le benthos (ST10) ... *169*
4.10.2.1 Benthos Transect 10 A ... 169
4.10.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST10A) ... 169
4.10.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST10A) ... 170
4.10.2.2 Benthos Transect 10 B ... 171
4.10.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST10B) ... 171
4.10.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST10B) ... 172
4.10.2.3 Benthos Transect 10 C ... 173
4.10.2.3.1 Les Scléractiniaires (ST10C) ... 173
4.10.2.3.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST10C) ... 174
4.10.3 Les poissons (ST10) ... *176*
4.11 STATION 11 = RECIF TOEMO ... 181
4.11.1 Le substrat (ST11) ... *185*
4.11.2 Le benthos (ST11) ... *186*
4.11.2.1 Benthos Transect 11 A ... 186
4.11.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST11A) ... 186
4.11.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST11A) ... 187
4.11.2.2 Benthos Transect 11 B ... 188
4.11.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST11B) ... 188
4.11.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST11B) ... 189
4.11.2.3 Benthos Transect 11 C ... 190
4.11.2.3.1 Les Scléractiniaires (ST11C) ... 190
4.11.2.3.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST11C) ... 191
4.11.3 Les poissons (ST11) ... *193*
4.12 STATION 12 = ILOT UGO ... 197
4.12.1 Le substrat (ST12) ... *201*
4.12.2 Le benthos (ST12) ... *201*
4.12.2.1 Benthos Transect 12 A ... 202
4.12.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST12A) ... 202
4.12.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST12A) ... 203
4.12.2.2 Benthos Transect 12 B ... 204
4.12.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST12B) ... 204
4.12.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST12B) ... 205
4.12.3 Les poissons (ST12) ... *207*
5 RESULTATS GENERAUX / SYNTHESE ... 211
5.1 SUBSTRAT ... 211
5.2 BENTHOS ... 212
5.3 ICHTYOLOGIE ... 213
5.4 ESPECES EXOGENES ... 215
6 COMPARAISON AVEC LES DONNEES HISTORIQUES ... 218
6.1 SUBSTRAT ... 218
6.2 BENTHOS ... 219
6.2.1 Variation de la richesse taxonomique depuis 2008 ... *219*
6.2.1.1 De manière générale entre 2008 et septembre 2010 (rétrospective) ... 220
6.2.1.2 Variations de septembre 2010 à mars 2011 ... 221
6.2.1.3 « Indicateur de l'état de santé » des récifs de la zone d'étude ... 225
6.2.1.4 Espèces nouvellement recensées ... 227
6.2.2 Evolution globale des stations par rapport à septembre 2010 ... *227*
6.3 ICHTYOLOGIE ... 232
6.3.1 Comparaisons temporelles « liste restreinte » ... *232*
6.3.1.1 La densité ... 232
6.3.1.2 La biomasse ... 233

6.3.1.3 La biodiversité ... 233
6.3.1.4 Test de X² de rangs Kruskal-Wallis ... 234
6.3.1.5 Test de X² de rangs Friedman ... 235
6.3.1.6 Conclusion ... 237
6.3.2 Comparaisons temporelles « liste complète » ... *238*
6.3.2.1 Biodiversité α ... 238
6.3.2.2 Biodiversité γ ... 240
6.3.2.3 Biodiversité β ... 242
6.3.2.4 Ubiquité ou occurrence spatiale et Permanence temporelle des espèces ... 243
6.3.2.5 Conclusion ... 247
6.4 CONCLUSION ... 248
7 SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE, DE LA ZONE ETUDIEE ... 249
7.1 RECRUTEMENT ET TAUX DE CROISSANCE CORALLIEN : POCILLOPORIDAE ... 250
7.2 LES ALGUES ... 254
7.2.1 Généralités ... *254*
7.2.2 Les algues en milieu corallien ... *254*
7.2.3 Exemple de variations ... *255*
7.2.4 Observations issues des campagnes ... *256*
7.2.4.1 Algues vertes ... 257
7.2.4.2 Algues rouges ... 257
7.2.4.3 Algues brunes ... 258
7.3 PROLIFERATION DE CYANOBACTERIES ... 259
7.3.1 Généralités ... *259*
7.3.2 Observations issues des campagnes ... *260*
8 CONCLUSION ... 263
9 DISCUSSION ... 266
10 RECOMMANDATIONS / AMELIORATIONS ... 267
10.1 AMELIORATIONS PROPRES A CE SUIVI ... 267
10.2 AMELIORATIONS AU CAHIER DES CHARGES ... 268
10.3 SUGGESTIONS AU NIVEAU PROVINCIAL OU TERRITORIAL ... 269
11 SOURCES ... 270
A N N E X E S ... 275
ANNEXE N°01 ... **276**
METHODOLOGIE GENERALE D'ECHANTILLONNAGE DES COMMUNAUTES RECIFALES ... 276
ANNEXE N°02 ... **279**
CONDITIONS D'ECHANTILLONNAGE DES DIFFERENTES MISSIONS ... 279
ANNEXE N°03 ... **280**
CARACTERISTIQUES TERRAIN DE LA CAMPAGNE D'ECHANTILLONNAGE MARS 2011 ... 280
ANNEXE N°04 ... **281**
RESULTATS BRUTS DE L'ECHANTILLONNAGE LIT MARS 2011 ... 281
ANNEXE N°05 ... **282**
RESULTATS BRUTS DE L'ECHANTILLONNAGE DU BENTHOS DE MARS 2011 ... 282
ANNEXE N°06 ... **298**
RESULTATS BRUTS DE L'ECHANTILLONNAGE ICHTYOLOGIQUE MARS 2011 ... 298

Liste des Tableaux

Tableau n°1 : Coordonnées des stations d'échantillonnage 19
Tableau n°2 : Caractéristiques des transects selon les stations 20
Tableau n°3 : Indices semi-quantitatifs d'abondance – cas classique 23
Tableau n°4 : Indices semi-quantitatifs d'abondance – présence de grandes colonies (plusieurs m²) 24
Tableau n°5 : Exemple de calcul pour le recouvrement du substrat 26
Tableau n°6 : Code couleur pour la comparaison temporelle d'une même station 27
Tableau n°7 : Lexique des abréviations des familles 28
Tableau n°8 : Exemple de calcul pour « poisson » 29
Tableau n°9 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST01A) 36
Tableau n°10 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST01A) 37
Tableau n°11 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST01B) 38
Tableau n°12 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST01B) 39
Tableau n°13 : Données sur les poissons (ST01) 40
Tableau n°14 : Liste des espèces complémentaires (ST01) 40
Tableau n°15 : Nombre d'espèces par famille ichtyologique de 2007 à 2011 (ST01) 41
Tableau n°16 : Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille », 2007 à 2011 (ST01) . 41
Tableau n°17 : Synopsis des résultats 2011 et récapitulatif des années précédentes (ST01) 42
Tableau n°18 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST02A) 47
Tableau n°19 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST02A) 48
Tableau n°20 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST02B) 49
Tableau n°21 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST02B) 51
Tableau n°22 : Données sur les poissons (ST02) 52
Tableau n°23 : Liste des espèces complémentaires (ST02) 52
Tableau n°24 : Nombre d'espèces par famille ichtyologique de 2007 à 2011 (ST02) 53
Tableau n°25 : Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille », 2007 à 2011 (ST02) . 53
Tableau n°26 : Synopsis des résultats 2011 et récapitulatif des années précédentes (ST02) 54
Tableau n°27 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST03A) 61
Tableau n°28 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST03A) 62
Tableau n°29 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST03B) 63
Tableau n°30 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST03B) 64
Tableau n°31 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST03C) 65
Tableau n°32 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST03C) 66
Tableau n°33 : Données sur les poissons (ST03) 68
Tableau n°34 : Liste des espèces complémentaires (ST03) 68
Tableau n°35 : Nombre d'espèces par famille ichtyologique de 2007 à 2011(ST03) 69
Tableau n°36 : Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille », 2007 à 2011 (ST03) . 70
Tableau n°37 : Synopsis des résultats 2011 et récapitulatif des années précédentes (ST03) 71
Tableau n°38 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST04A) 77
Tableau n°39 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST04A) 79
Tableau n°40 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST04B) 80
Tableau n°41 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST04B) 81
Tableau n°42 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST04C) 82
Tableau n°43 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST04C) 83
Tableau n°44 : Données sur les poissons (ST04) 84
Tableau n°45 : Liste des espèces complémentaires (ST04) 86
Tableau n°46 : Nombre d'espèces par famille ichtyologique de 2007 à 2011 (ST04) 86
Tableau n°47 : Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille », 2007 à 2011 (ST04) . 87
Tableau n°48 : Synopsis des résultats 2011 et récapitulatif des années précédentes (ST04) 88
Tableau n°49 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST05A) 94
Tableau n°50 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST05A) 95
Tableau n°51 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST05B) 96
Tableau n°52 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST05B) 97
Tableau n°53 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST05C) 98

Tableau n°54 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST05C)....99
Tableau n°55 : Données sur les poissons (ST05)....100
Tableau n°56 : Liste des espèces complémentaires (ST05) 101
Tableau n°57 : Nombre d'espèces par famille ichtyologique de 2007 à 2011 (ST05)....101
Tableau n°58 : Comparaison de l'évolution de la richesse spécifique par famille, 2007 à 2011 (ST05) 102
Tableau n°59 : Synopsis des résultats 2011 et récapitulatif des années précédentes (ST05)....103
Tableau n°60 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST06A) 109
Tableau n°61 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST06A)....110
Tableau n°62 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST06B) 111
Tableau n°63 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST06B)....112
Tableau n°64 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST06C) 113
Tableau n°65 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST06C)....114
Tableau n°66 : Données sur les poissons (ST06)....115
Tableau n°67 : Liste des espèces complémentaires (ST06) 116
Tableau n°68 : Nombre d'espèces par famille ichtyologique de 2007 à 2011 (ST06)....116
Tableau n°69 : Comparaison de l'évolution de la richesse spécifique par famille, 2007 à 2011 (ST06) 117
Tableau n°70 : Synopsis des résultats 2011 et récapitulatif des années précédentes (ST06)....118
Tableau n°71 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST07A) 123
Tableau n°72 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST07A)....125
Tableau n°73 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST07B) 126
Tableau n°74 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST07B)....127
Tableau n°75 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST07C) 128
Tableau n°76 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST07C)....129
Tableau n°77 : Données sur les poissons (ST07)....130
Tableau n°78 : Données sur les sprats (ST07)....131
Tableau n°79 : Données sur les poissons (ST07), sans les prédateurs de sprats 132
Tableau n°80 : Liste des espèces complémentaires (ST07) 133
Tableau n°81 : Nombre d'espèces par famille ichtyologique de 2007 à 2011 (ST07)....133
Tableau n°82 : Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille », 2007 à 2011 (ST07)134
Tableau n°83 : Synopsis des résultats 2011 et récapitulatif des années précédentes (ST07)....135
Tableau n°84 : Synopsis des résultats 2011 et récapitulatif des années précédentes (ST07), sans les sprats et leurs conséquences 135
Tableau n°85 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST08A) 141
Tableau n°86 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST08A)....143
Tableau n°87 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST08B) 144
Tableau n°88 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST08B)....145
Tableau n°89 : Données sur les poissons (ST08)....146
Tableau n°90 : Liste des espèces complémentaires (ST08) 147
Tableau n°91 : Nombre d'espèces par famille ichtyologique de 2007 à 2011 (ST08)....147
Tableau n°92 : Comparaison de l'évolution de la richesse spécifique par famille, 2007 à 2011 (ST08) 148
Tableau n°93 : Synopsis des résultats 2011 et récapitulatif des années précédentes (ST08)....149
Tableau n°94 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST09A) 155
Tableau n°95 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST09A)....156
Tableau n°96 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST09B) 157
Tableau n°97 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST09B)....158
Tableau n°98 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST09C) 159
Tableau n°99 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST09C)....160
Tableau n°100 : Données sur les poissons (ST09)....161
Tableau n°101 : Liste des espèces complémentaires (ST09) 162
Tableau n°102 : Nombre d'espèces par famille ichtyologique de 2007 à 2011 (ST09)....162
Tableau n°103 : Comparaison de l'évolution de la richesse spécifique par famille, 2007 à 2011 (ST09) 163
Tableau n°104 : Synopsis des résultats 2011 et récapitulatif des années précédentes (ST09)....164

Tableau n°105 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST10A) 169
Tableau n°106 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST10A) 171
Tableau n°107 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST10B) 172
Tableau n°108 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST10B) 173
Tableau n°109 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST10C) 174
Tableau n°110 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST10C) 175
Tableau n°111 : Données sur les poissons (ST10) 176
Tableau n°112 : Liste des espèces complémentaires (ST10) 177
Tableau n°113 : Nombre d'espèces par famille ichtyologique de 2007 à 2011 (ST10) 178
Tableau n°114 : Comparaison de l'évolution de la richesse spécifique par famille, 2007 à 2011 (ST10) 179
Tableau n°115 : Synopsis des résultats 2011 et récapitulatif des années précédentes (ST10) 180
Tableau n°116 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST11A) 187
Tableau n°117 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST11A) 188
Tableau n°118 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST11B) 189
Tableau n°119 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST11B) 190
Tableau n°120 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST11C) 191
Tableau n°121 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST11C) 192
Tableau n°122 : Données sur les poissons (ST11) 193
Tableau n°123 : Liste des espèces complémentaires (ST11) 194
Tableau n°124 : Nombre d'espèces par famille ichtyologique de 2007 à 2011 (ST11) 195
Tableau n°125 : Comparaison de l'évolution de la richesse spécifique par famille, 2007 à 2011 (ST11) 195
Tableau n°126 : Synopsis des résultats 2011 et récapitulatif des années précédentes (ST11) 196
Tableau n°127 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST12A) 202
Tableau n°128 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST12A) 203
Tableau n°129 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST12B) 204
Tableau n°130 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST12B) 206
Tableau n°131 : Données sur les poissons (ST12) 207
Tableau n°132 : Liste des espèces complémentaires (ST12) 208
Tableau n°133 : Nombre d'espèces par famille ichtyologique de 2009 à 2011 (ST12) 208
Tableau n°134 : Comparaison de l'évolution de la richesse spécifique par famille, 2009 à 2011 (ST12) 209
Tableau n°135 : Synopsis des résultats 2011 et récapitulatif des années précédentes (ST12) 209
Tableau n°136 : Récapitulatif des paramètres biologiques pour l'ichtyofaune 213
Tableau n°137 : Récapitulatif du nombre d'espèces inventoriées pour les biocénoses (hors coraux) dans le canal de la Havannah depuis 2008 223
Tableau n°138 : Récapitulatif du nombre d'espèces inventoriées de coraux dans le canal de la Havannah depuis 2008 223
Tableau n°139 : Récapitulatif du nombre d'espèces inventoriées pour les biocénoses (hors coraux) dans la baie de Prony et le canal Woodin depuis 2008 224
Tableau n°140 : Récapitulatif du nombre d'espèces inventoriées de coraux dans la baie de Prony et le canal Woodin depuis 2008 224
Tableau n°141 : Indicateurs de l'état de santé des coraux (abondance, mortalité, recrutement et blanchissement) entre septembre 2010 et mars 2011 226
Tableau n°142 : Evolution du taux de recouvrement du substrat de septembre 2010 à mars 2011 (différence en %) 228
Tableau n°143 : Evolution de la richesse spécifique du benthos de septembre 2010 à mars 2011 (gain/perte en taxa) 228
Tableau n°144 : Particularités de chaque station et évolution entre septembre 2010 et mars 2011 229
Tableau n°145 : Analyse de la Variance des densités moyennes (ind./m²) par station sur les 6 campagnes 232
Tableau n°146 : Analyse de la Variance des biomasses(g/m²) moyennes par station sur les 6 campagnes 233
Tableau n°147 : Analyse de la Variance des biodiversités par station sur les 6 campagnes 234
Tableau n°148 : Analyse non-paramétrique sur la densité, biomasse, biodiversité ichtyologiques (en

colonnes) 235
Tableau n°149 : Somme des rangs en colonnes sur la densité, biomasse, biodiversité ichtyologiques....235
Tableau n°150 : Analyse non-paramétrique sur la densité, biomasse, biodiversité ichtyologiques (en lignes) 236
Tableau n°151 : Moyennes sur l'ensemble des stations des densité, biomasse et biodiversité depuis 2007 237
Tableau n°152 : Biodiversité α pour chaque station, depuis 2005 239
Tableau n°153 : Classement des stations pour leur biodiversité, depuis 2009 239
Tableau n°154 : Nombre d'espèces par famille....240
Tableau n°155 : Biodiversités et Equitabilités β annuelles. 242
Tableau n°156 : Ubiquité spatiale depuis 2007....243
Tableau n°157 : Présence des espèces aux stations 244
Tableau n°158 : Espèces les plus fréquemment rencontrées en mars 2011 245
Tableau n°159 : Nombre de fois et proportion où une espèce a été vue par station depuis 2007....246
Tableau n°160 : Systématique / Description de Pocillopora damicornis....250
Tableau n°161 : Taille des colonies coralliennes fixées sur les piquets de la ST01A....251
Tableau n°162 : Annexe 01 : Catégories et composantes de substrat retenues pour l'échantillonnage et le traitement des données....276
Tableau n°163 : Annexe 01 : Liste des poissons indicateurs....277
Tableau n°164 : Annexe 02 : Différences dans les conditions d'exécution des différentes campagnes d'échantillonnages....279
Tableau n°165 : Annexe 02 : Rapport de plongée 280
Tableau n°166 : Annexe 02 : Corrections des marées....280
Tableau n°167 : Annexe 02 : Agenda des marées (corrigées selon le lieu)....280
Tableau n°168 : Annexe 04 : Recouvrement du susbtrat (en %) pour toutes les catégories 281
Tableau n°169 : Annexe 04 : Répartition du recouvrement (en %) du substrat, partie biotique/abiotique 281
Tableau n°170 : Annexe 05 : Inventaire des coraux et leur abondance (1 à 5) (stations de la baie de Prony et du canal Woodin) 282
Tableau n°171 : Annexe 05 : Inventaire des Macrophytes et des Invertébrés et leur abondance (1 à 5) (stations de la baie de Prony et du canal Woodin) 283
Tableau n°172 : Annexe 05 : Inventaire des coraux et leur abondance (1 à 5) (stations du canal de la Havannah) 285
Tableau n°173 : Annexe 05 : Inventaire des Macrophytes et des Invertébrés et leur abondance (1 à 5) (stations du canal de la Havannah) 287
Tableau n°174 : Annexe 05 : Récapitulatif du nombre d'espèces de coraux (stations de la baie de Prony et du canal Woodin) 291
Tableau n°175 : Annexe 05 : Récapitulatif du nombre d'espèces par groupes de Macrophytes et d'invertébrés (stations de la baie de Prony et du canal Woodin)....292
Tableau n°176 : Annexe 05 : Récapitulatif du nombre d'espèces de coraux (stations du canal de la Havannah) 293
Tableau n°177 : Annexe 05 : Tableau récapitulatif du nombre d'espèces par groupes de Macrophytes et d'invertébrés (statiosn du canal de la Havannah)....294
Tableau n°178 : Annexe 05 : Richesse spécifique du benthos par groupe 294
Tableau n°179 : Annexe 05 : Liste des espèces cibles (CdC) et leur abondance (1 à 5) (stations de la baie de Prony et du canal Woodin)....295
Tableau n°180 : Annexe 05 : Liste des espèces cibles (CdC) et leur abondance (1 à 5) (stations du canal de la Havannah)....296
Tableau n°181 : Annexe 06 : Liste des espèces de poissons (et nombre de fois vues) depuis 2007 (ST01) 298
Tableau n°182 : Annexe 06 : Liste des espèces de poissons (et nombre de fois vues) depuis 2007 (ST02) 299
Tableau n°183 : Annexe 06 : Liste des espèces de poissons (et nombre de fois vues) depuis 2007 (ST03) 300
Tableau n°184 : Annexe 06 : Liste des espèces de poissons (et nombre de fois vues) depuis 2007 (ST04) 301

Tableau n°185 : Annexe 06 : Liste des espèces de poissons (et nombre de fois vues) depuis 2007 (ST05) 303
Tableau n°186 : Annexe 06 : Liste des espèces de poissons (et nombre de fois vues) depuis 2007 (ST06) 305
Tableau n°187 : Annexe 06 : Liste des espèces de poissons (et nombre de fois vues) depuis 2007 (ST07) 306
Tableau n°188 : Annexe 06 : Liste des espèces de poissons (et nombre de fois vues) depuis 2007 (ST08) 308
Tableau n°189 : Annexe 06 : Liste des espèces de poissons (et nombre de fois vues) depuis 2007 (ST09) 310
Tableau n°190 : Annexe 06 : Liste des espèces de poissons (et nombre de fois vues) depuis 2007 (ST10) 311
Tableau n°191 : Annexe 06 : Liste des espèces de poissons (et nombre de fois vues) depuis 2007 (ST11) 313
Tableau n°192 : Annexe 06 : Liste des espèces de poissons (et nombre de fois vues) depuis 2007 (ST12) 315
Tableau n°193 : Annexe 06 : Liste de toutes les espèces de poissons observées depuis 2005 316

Liste des Figures

Figure n°1 : Schéma théorique d'une station composée de 3 transects (A, B, C), de 20 m de long.....20
Figure n°2 : Diagramme schématique d'un transect.....22
Figure n°3 : Comptage visuel des poissons : méthode des transects à largeur variable.....24
Figure n°4 : Schéma structural, plan et photographies de la ST01.....34
Figure n°5 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST01A.....35
Figure n°6 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST01B.....35
Figure n°7 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST01).....41
Figure n°8 : Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST01).....42
Figure n°9 : Schéma structural, plan et photographies de la ST02.....45
Figure n°10 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST02A.....46
Figure n°11 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST02B.....46
Figure n°12 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST02).....53
Figure n°13 : Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST02).....54
Figure n°14 : Schéma structural, plan et photographies de la ST03.....58
Figure n°15 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST03A.....59
Figure n°16 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST03B.....59
Figure n°17 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST03C.....59
Figure n°18 : Evolution du recouvrement (en %) du substrat (partie abiotique) (ST03) depuis 2007.....60
Figure n°19 : Evolution du recouvrement (en %) du substrat par la classe « Macrophytes et invertébrés » (ST03) depuis 2007.....60
Figure n°20 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST03).....70
Figure n°21 : Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST03).....71
Figure n°22 : Schéma structural, plan et photographies de la ST04.....75
Figure n°23 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST04A.....76
Figure n°24 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST04B.....76
Figure n°25 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST04C.....76
Figure n°26 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST04).....87
Figure n°27 : Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST04).....88
Figure n°28 : Schéma structural, plan et photographies de la ST05.....91
Figure n°29 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST05A.....92
Figure n°30 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST05B.....92
Figure n°31 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST05C.....92
Figure n°32 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST05).....102
Figure n°33 : Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST05).....103
Figure n°34 : Schéma structural, plan et photographies de la ST06.....106
Figure n°35 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST06A.....107
Figure n°36 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST06B.....107
Figure n°37 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST06C.....107
Figure n°38 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST06).....117
Figure n°39 : Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST06).....118
Figure n°40 : Schéma structural, plan et photographies de la ST07.....121
Figure n°41 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST07A.....122
Figure n°42 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST07B.....122
Figure n°43 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST07C.....122
Figure n°44 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST07).....134
Figure n°45 : Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST07).....135
Figure n°46 : Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST07), sans les sprats et leurs conséquences.....136
Figure n°47 : Schéma structural, plan et photographies de la ST08.....139
Figure n°48 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST08A.....140
Figure n°49 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST08B.....140
Figure n°50 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST08).....148

Figure n°51 : Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST08)..... 149
Figure n°52 : Schéma structural, plan et photographies de la ST09..... 152
Figure n°53 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST09A..... 153
Figure n°54 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST09B..... 153
Figure n°55 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST09C..... 153
Figure n°56 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST09)..... 163
Figure n°57 : Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST09)..... 164
Figure n°58 : Schéma structural, plan et photographies de la ST010..... 167
Figure n°59 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST10A..... 168
Figure n°60 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST10B..... 168
Figure n°61 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST10C..... 168
Figure n°62 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST10)..... 179
Figure n°63 : Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST10)..... 180
Figure n°64 : Schéma structural, plan et photographies de la ST011..... 184
Figure n°65 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST11A..... 185
Figure n°66 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST11B..... 185
Figure n°67 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST03C..... 185
Figure n°68 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST11)..... 195
Figure n°69 : Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST11)..... 196
Figure n°70 : Schéma structural, plan et photographies de la ST012..... 200
Figure n°71 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST12A..... 201
Figure n°72 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST12B..... 201
Figure n°73 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST12)..... 209
Figure n°74 : Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2009 (ST12)..... 210
Figure n°75 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat partie biotique/abiotique 211
Figure n°76 : Richesse taxonomique du benthos dans les 3 groupes clés..... 212
Figure n°77 : Richesse spécifique de l'ichtyofaune par station 214
Figure n°78 : Densité (nb ind/m²) de l'ichtyofaune par station 214
Figure n°79 : Biomasse (g/m²) de l'ichtyofaune par station 215
Figure n°80 : Compraison des richesses spécifiques (tout hors coraux), par station, depuis juin 2009 219
Figure n°81 : Compraison des richesses spécifiques (coraux, spongiaires), par station, depuis juin 2009 219
Figure n°82 : Indicateurs de l'état de santé des coraux (abondance, mortalité, recrutement et blanchissement) entre septembre 2010 et mars 2011 225
Figure n°83 : Evolution de la somme annuelle des rangs de chaque station dans le cadre du test de Friedman 237
Figure n°84 : Evolution de la biodiversité β et de l'indice d'Equitabilité E_{β}..... 242
Figure n°85 : Evolution de l'Indice d'Ubiquité moyen et de son intervalle de confiance à 95% 243
Figure n°86 : Représentation graphique de l'Ubiquité spatiale 244
Figure n°87 : Représentation graphique de l'Ubiquité temporelle..... 246
Figure n°88 : Taille des colonies coralliennes fixées sur les piquets de la ST01A 252
Figure n°89 : Abondance (échelle 1 à 5) de toutes les algues (toutes stations, depuis 2008)..... 257
Figure n°90 : Abondance (échelle 1 à 5) concernant les algues vertes (toutes stations, depuis 2008)... 258
Figure n°91 : Abondance (échelle 1 à 5) concernant les algues rouges (toutes stations, depuis 2008) .. 258
Figure n°92 : Abondance (échelle 1 à 5) concernant les algues brunes (toutes stations, depuis 2008) .. 258
Figure n°93 : Pourcentage de recouvrement (LIT) par les cyanobactéries (toutes stations, depuis 2008) 261
Figure n°94 : Abondance (échelle 1 à 5) des cyanobactéries (toutes stations, depuis 2008) 262
Figure n°95 : Exemple de schéma descriptif d'une station 268
Figure n°96 : Signification de symboles utilisés dans les schémas structuraux..... 275

Liste des Cartes

Carte n°01 : Localisation des stations sur carte topographique (source DITTT) 18
Carte n°02 : Localisation des stations sur photographie aérienne (source Google Earth) 19
Carte n°03 : Localisation de la station 01 (Casy) 33
Carte n°04 : Localisation de la station 02 (Creek baie nord) 44
Carte n°05 : Localisation de la station 03 (Port) 57
Carte n°06 : Localisation de la station 04 (Woodin) 74
Carte n°07 : Localisation de la station 05 (Ioro) 90
Carte n°08 : Localisation de la station 06 (Ionontea) 105
Carte n°09 : Localisation de la station 07 (Basse Chambeyron) 120
Carte n°010 : Localisation de la station 08 (Pointe Puka) 138
Carte n°011 : Localisation de la station 09 (Bancs Kié) 151
Carte n°012 : Localisation de la station 10 (Ilôt Kié) 166
Carte n°013 : Localisation de la station 11 (Toémo) 183
Carte n°014 : Localisation de la station 12 (Ilot Ugo) 199
Carte n°015 : Résultats généraux : ichtyofaune, communautés benthiques, substrat par station de la baie de Prony – canal Woodin 216
Carte n°016 : Résultats généraux : ichtyofaune, communautés benthiques, substrat par station pour le canal de la Havannah 217

Liste des Photos

Photo n°01 : Mise en place d'un piquet 25
Photo n°02 : Piquets doublés en début de transect A avec le ruban métré déroulé 25
Photo n°03 : Echantillonnage poissons 25
Photo n°04 : Echantillonnage LIT 25
Photo n°05 : Echantillonnage benthos 25
Photo n°06 : Vidéo 25
Photo n°07 : Position en surface par rapport à la pointe sud de l'îlot (ST01) 33
Photo n°08 : Position en surface par rapport à la côte (ST02) 44
Photo n°09 : Vue aérienne par rapport aux structures portuaires (ST03) 56
Photo n°010 : Position en surface par rapport aux structures portuaires (ST03) 57
Photo n°011 : Position en surface par rapport à la côte (ST04) 74
Photo n°012 : Position en surface par rapport au feu signal (ST05) 90
Photo n°013 : Position en surface (ST06) 105
Photo n°014 : Position en surface (ST07) 120
Photo n°015 : Bancs de sprats (ST07) 131
Photo n°016 : Position en surface par rapport à la côte (ST08) 138
Photo n°017 : Position en surface (ST09) 151
Photo n°018 : Position en surface par rapport à l'îlot Kié (ST10) 166
Photo n°019 : Position en surface par rapport à la côte (ST11) 183
Photo n°020 : Position en surface par rapport à la côte (ST12) 199
Photo n°021 : Evolution des colonies E, F, G depuis la mission de 2008 (piquet XX ST01A) 253
Photo n°022 : Tapis de cyanobactéries 259
Photo n°023 : Station 08 : fin de transect A : 3 autres piquets formant un quadrat 267

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

1 Préambule

La société Goro Nickel S.A.S. a réalisé un "état de référence" des habitats coralliens en 2005 dans le cadre de l'application de l'arrêté d'autorisation de mise en fonctionnement des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) n° 1769-2004/PS du 15 octobre 2004.
Cette étude de référence a été réalisée sur un réseau de 11 stations de mesures localisées dans la baie de Prony, le canal de la Havannah et l'entrée du canal Woodin.
En l'absence de référence méthodologique officielle, la société Goro Nickel avait alors préconisé l'utilisation d'une variante de la méthode du Line Intercept Transect (LIT) de English & al (1997) [01] pour cette étude. Cette méthode d'échantillonnage est largement utilisée par les experts pour l'évaluation de l'état des peuplements récifaux et des organismes associés.

Suite à la transmission des résultats de l'étude, la Direction de l'Environnement (DENV) a émis un certain nombre de commentaires notamment sur la méthodologie employée. La DENV a demandé à la société Goro Nickel SAS d'organiser un atelier de travail spécifique afin d'établir un protocole de référence pour le suivi temporel futur des communautés marines.
Cet atelier de travail s'est tenu le 3 mars 2006 à Nouméa avec la participation des experts institutionnels (Institut de Recherche pour le Développement, Université de Nouvelle Calédonie, Commission du Pacifique Sud) et des bureaux d'études locaux, et une démarche méthodologique d'échantillonnage et d'analyse a été proposée au regard des objectifs fixés.
Un programme détaillé pour réaliser le suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés sur un ensemble de 11 stations de mesures prédéfinies et suivant le protocole d'échantillonnage et les méthodes d'analyse validés à l'issue de l'atelier de travail précité a donc été rédigé pour servir de cahier des charges (cf. annexe 01).

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

Ce rapport présente les résultats de la campagne réalisée en mars 2011 (du 21 mars au 1er avril) et répond aux exigences du cahier des charges initial, transmis lors de l'appel d'offre[1].

Le Mandataire est ici la SARL AQUA TERRA, représentée par Valérie VAILLET, aidé par deux partenaires majeurs : ACREM pour la partie Ichtyologique et BIOCENOSE pour la partie Benthique[2].

Ce rapport est à compléter par deux autres documents :

- Un Atlas Photographique [02] : qui est composé de photographies *in situ* de la faune et de la flore benthique 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 receuillis dans la bibliographie.
- Une vidéo regroupant les films pris sur chaque transect.

[1] Avec le rajout d'une nouvelle station : ST12, sur l'îlot Ugo depuis juin 2009.
[2] Les données fournies par ces deux sociétés, le sont sous leur entière responsabilité. La SARL AQUA TERRA ne peut être tenue à une quelconque implication dans leurs résultats.

2 Objectif de l'étude

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

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

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

Pour le substrat, l'analyse temporelle doit permettre de montrer les variations entre les pourcentages de couverture corallienne, de végétaux, d'éponges, ….
Les pourcentages de substrat biotique et de substrat abiotique doivent également être mis en évidence.

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

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

L'analyse temporelle a été faîte selon les données historiques disponibles des campagnes précédentes de 2005, 2007, 2008, 2009 et 2010.
Cependant, cette comparaison est limitée avec les résultats de 2005, car seulement 9 des 11 stations prédéfinies ont été échantillonnée en 2005 et les méthodologies d'échantillonnage étaient légèrement différentes, notamment en ce qui concerne le nombre et la longueur des transects (deux transects de 50 m avaient été définis par station en 2005, contre trois transects de 20 m par la suite) (cf. tableau 164 annexe 02).

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.

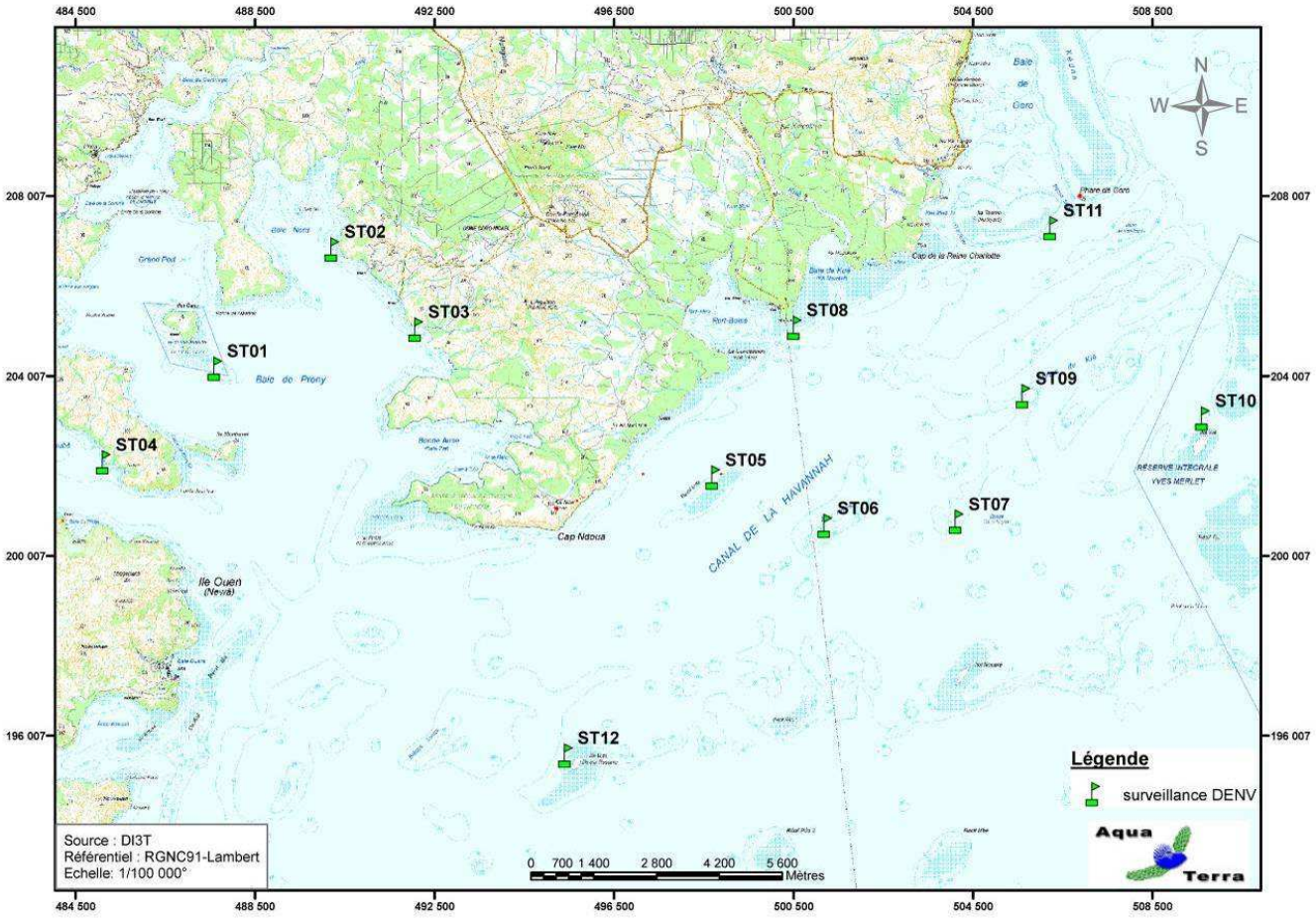
3 Méthodologie

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

3.1 Zone d'étude

3.1.1 Contexte général

La zone d'étude générale comprend la zone principale du lagon pouvant être influencée par le projet (de manière directe ou indirecte) ainsi que des stations de référence.
C'est donc, dans le Sud de la Grande Terre : la baie de Prony, le canal Woodin et le canal de la Havannah.
Le contexte géographique général est présenté sur la carte 01.



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

3.1.2 Présentation des stations

3.1.2.1 Les stations

Au début, l'étude portait sur les 11 stations de mesures prédéfinies.
A partir de la campagne de juin 2009, à la demande de la tribu de l'île Ouen, une station supplémentaire (ST12, Ugo) a été ajoutée.
Les 12 stations sont donc localisées ainsi :

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

Les coordonnées de ces stations sont données dans le tableau 01.
Elles avaient été fournies dans le cahier des charges et elles ont été vérifiées sur le terrain par un GPS (Garmin GPSmap 60CSx), dont la précision est métrique. Le cas échéant, elles ont été reprises et affinées et sont donc modifiées dans ce tableau (cellules grisées) par rapport à celles d'origines (du cahier des charges). Par défaut, elles correspondent au piquet de départ (0 mètre) du transect A.

Tableau n°1 : Coordonnées des stations d'échantillonnage

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

Les stations sont positionnées sur la photographie aérienne en carte 02.

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

3.1.2.2 Les transects

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

Le cahier des charges prévoit de travailler sur des transects (ligne) de 20 mètres de long.
Ainsi, à chaque station, trois transects de 20 m sont positionnés, en fonction de la profondeur :

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

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

Tableau n°2 : Caractéristiques des transects selon les stations

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

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 2ème piquet a été posé au point 0 m du 1er transect (le plus haut).
Une station classique (avec 3 transects) peut donc être schématisée comme dans la figure 01.

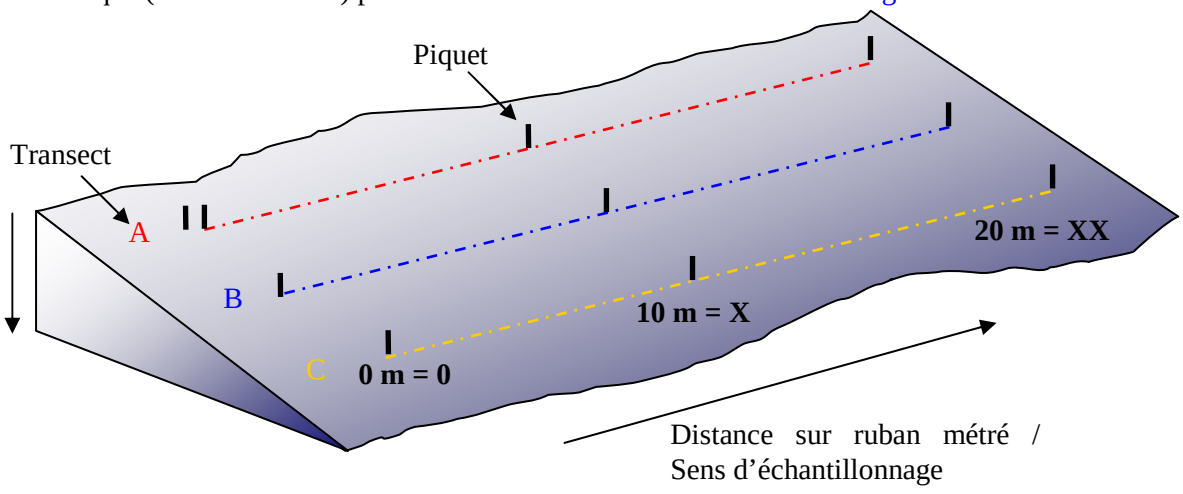


Figure n°1 : Schéma théorique d'une station composée de 3 transects (A, B, C), de 20 m de long

Par mesure de commodité, dans la suite du rapport, les photos, figures etc. seront notées en abrégé par rapport à leur situation : le numéro de la station, la lettre du transect et le chiffre (en romain) de la longueur par rapport au ruban. Ainsi une photo prise sur le piquet de fin (à 20 m de distance) du transect du milieu de la station de Casy, sera abrégée en : ST01BXX.
Dans les schémas structuraux, les encadrés des photos sont de la couleur du transect : rouge pour le A, bleu pour le B et jaune pour le C.

3.2 Les travaux d'échantillonnage

3.2.1 Vérification des stations

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

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

3.2.1.1 Positionnement

Les coordonnées des stations, préalablement calculées grâce aux cartes fournies par le Client, ont été rentrées dans le GPS (appareil Garmin GPSmap 60CSx), dont la précision est métrique.
Une fois rendue sur place, l'équipe a vérifié la concordance entre ces coordonnées et les profondeurs aussi prévues selon les cartes, grâce au sondeur du bateau.

Une reconnaissance en PMT (palmes / masque / tuba, de la surface) a alors été effectuée afin de repérer les piquets marquants les transects de la station.
Les plongeurs emmenent à cette occasion une bouée qu'ils attachent au 1er piquet (0 m) du 1er transect haut (le A), afin de permettre la prise des coordonnées exactes par GPS.
Lorsque les transects sont éloignés les uns des autres, cette manœuvre est répétée pour chacun.

3.2.1.2 Matérialisation

La méthode de suivi temporel statistique retenue pour le projet Goro Nickel, exige que les échantillonnages soient toujours réalisés sur les mêmes zones.
Cette précision implique la matérialisation physique de la station sous l'eau.
Les stations avaient toutes été matérialisées en 2005 puis vérifiées ou rematérialisées en 2007 & 2008.

3.2.1.2.1 Organisation « matérielle »

Le parfait état du marquage des stations étant primordial pour un suivi temporel, les piquets absents, tombés, branlants, etc. ont été systématiquement remplacés.
Pour « planter » un piquet, les consignes importantes à respecter sont :

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

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

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

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

3.2.1.2.2 Organisation « temporelle »

L'échantillonnage du substrat étant basé sur la méthode en continu sur une ligne fixe, il est primordial pour la fiabilité du suivi de retrouver les transects placés précédemment et de les entretenir.

Cependant, cette maintenance peut influer sur la biocénose : les mouvements des plongeurs et le bruit occasionné par les coups sur les piquets peuvent perturber la faune pélagique (attraction ou au contraire fuite).
Par ailleurs, selon le substrat, cet effort peut rendre la visibilité très mauvaise du fait de la mise en suspension de sédiments fins du fond.

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

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

3.2.2 Protocole pour l'étude du substrat

L'analyse temporelle doit permettre de montrer les variations entre les pourcentages de couverture corallienne, de végétaux, d'éponges, ….
Les pourcentages de substrat biotique et de substrat abiotique doivent aussi bien être mis en évidence.

Pour cela, c'est la méthode dite « LIT » qui a été appliquée.
La méthode du Line Intercept Transect (LIT) de English & al (1997) [01] est largement utilisée par les experts locaux pour l'évaluation de l'état des peuplements récifaux et des organismes associés.
Cette méthode est dite à points fixes car seules les espèces et le substrat sous le transect sont notés.
Cette méthode permet d'évaluer la variabilité du substrat (suivi environnemental tous les semestres et/ou tous les ans). Cependant le LIT n'est pas représentatif de la biodiversité de la zone car les données prisent en compte sont exclusivement celles sous le ruban.

L'évaluation du substrat a été faîte 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 donné par le ruban, comme schématisé dans la figure 02 : le diagramme montre les points de transition (D) de chaque catégorie de substrat rencontré sous le transect. La différence entre deux points de transition est la "longueur" correspondante à cette catégorie.

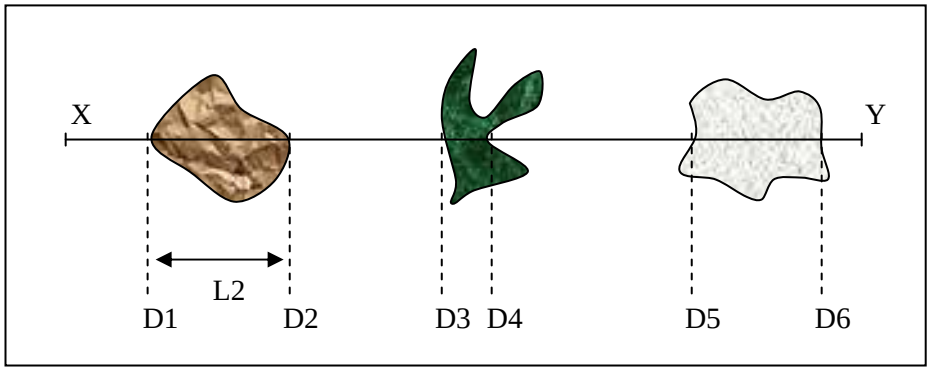
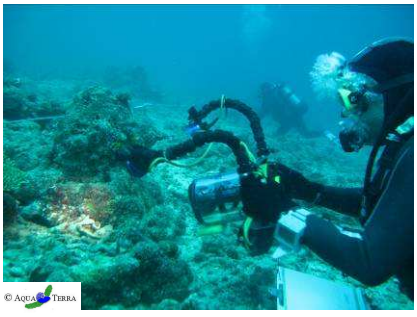


Figure n°2 : Diagramme schématique d'un transect

Les classes retenues (au nombre de 28) sont adaptées de celles préconisées par English et al. [01] pour le « Line Intersept Transect » (« life forms »), et présentées dans le tableau 157 en annexe 01.



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

3.2.3 Protocole pour l'étude du benthos

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

cibles (cf. cahier des charges).

Pour cela, c'est la méthode d'observation sur couloirs qui a été appliquée.
Le couloir fait une largeur de 5 mètres (2.5 mètres de part et d'autre de chaque transect de 20 mètres de longueur).
Cette méthode donne une bonne représentation des communautés benthiques (inventaires 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 cliones (densité),
- les bénitiers et les trocas (densité).

- Prestations complémentaires :

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 et non que les taxons cibles), avec une détermination au niveau taxonomique le plus bas possible.

Par contre, la densité en organisme dans une zone d'étude étendue est difficile à évaluer précisément et peut conduire à de nombreuses erreurs. Afin de simplifier les opérations sous-marines et d'éviter les erreurs d'abondance, une échelle de recouvrement de 1 à 5 (tableau 03) a été mise en place au sein des groupes faunistiques suivant :
- Scléractiniaires (coraux) à l'échelle du genre et si possible de l'espèce.
- Algues à l'échelle du genre et si possible de l'espèce.
- Spongiaires et ascidies à l'échelle du genre et si possible de l'espèce.
- 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 [01]. Elle a été élaborée afin de caractériser l'abondance spécifique ou générique des biocénoses marines. Ainsi les pourcentages de recouvrement ont été réduits pour les indices (numéroté de 1 à 5) afin de pouvoir décrire les scléractiniaires, les macrophytes et les invertébrés sur l'ensemble de l'échelle.

Tableau n°3 : Indices semi-quantitatifs d'abondance – cas classique

ECHELLE	RECOUVREMENT	ABONDANCE (nb individus ou colonies / 100 m²)
1	Rare	1
2	Faible	2 à 10
3	Moyen	11 à 20
4	Fort	21 à 41
5	Important	plus de 41

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

de recouvrement) (tableau 04).

Tableau n°4 : Indices semi-quantitatifs d'abondance – présence de grandes colonies (plusieurs m²)

ECHELLE	RECOUVREMENT	ABONDANCE (surface / 100 m²)
1	Rare	< 0.5% (soit < 0.5 m² / 100 m²)
2	Faible	> 0.5% (soit > 0.5 m² / 100 m²)
3	Moyen	> 5% (soit > 5 m² / 100 m²)
4	Fort	> 10% (soit > 10 m² / 100 m²)
5	Important	> 15% (soit > 15 m² / 100 m²)

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

3.2.4 Protocole pour l'étude des poissons

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

Pour cela, c'est la méthode dite des transects à largeur variable « TLV » qui a été appliquée.
Les poissons sont échantillonnés par comptage visuel sous-marin comme précisé dans la figure 03 : un ou deux plongeurs progressent le long du transect et comptent les espèces retenues de part et d'autre.
Au cours de cette opération les plongeurs notent pour chaque espèce le nombre d'individus et estiment leur taille et leur distance perpendiculaire au transect.
Lorsque que les individus d'une même espèce sont en banc, le plongeur note la distance du poisson le plus proche (D1) et la distance du poisson le plus éloigné (D2).

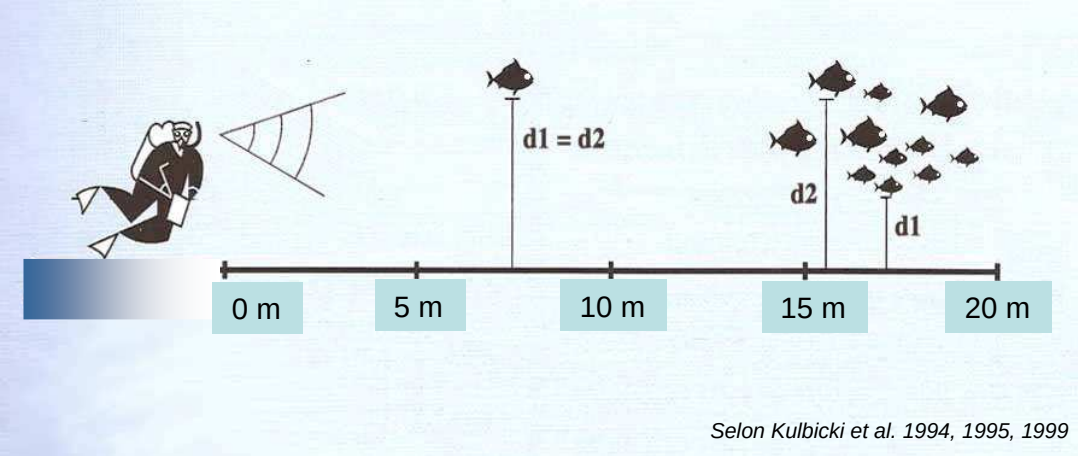


Figure n°3 : Comptage visuel des poissons : méthode des transects à largeur variable

Les poissons qui doivent être comptabilisés sont listés dans le tableau 163 de l'annexe 01.
Ils correspondent aux taxons indicateurs de la santé des récifs, ainsi qu'aux espèces comestibles.

- Prestations complémentaires

1/ Liste complète
Le biologiste responsable de cet échantillonnage est spécialisé en écologie marine et notamment dans les poissons récifaux. Il a donc échantillonné l'ichtyofaune pour toutes les espèces présentes.
La nomenclature et l'orthographe des espèces, des genres et des familles sont celles utilisées par Randall J. E. [03].
2/ Zone complète
Par ailleurs la superficie échantillonnée a été agrandie à la station complète et non seulement aux seuls transects : Les poissons ont donc été repérés sur une surface de 25 ares environ. Elle comprend la zone où

ont été placés les transects et deux zones équivalentes de part et d'autre de cette dernière. Le plongeur se déplace lentement en notant les nouvelles espèces et cesse lorsque plus aucune nouvelle espèce n'est repérée depuis au moins 5 mn. Il peut donc repérer des espèces supplémentaires sur la zone des transects, espèces qui étaient restées invisibles depuis la ligne matérialisée par le pentadécamètre - où se tient obligatoirement le plongeur qui réalise un TLV - et repérer également des espèces du voisinage qui dans d'autres conditions auraient pu se trouver sur le transect. Ce complément de biodiversité permet de limiter les erreurs d'interprétation des « absences » faites à partir de la biodiversité de la première partie.

3.3 Période d'échantillonnage

La mission terrain a été déclenchée par la date de l'appel d'offre puis celle de la commande du présent contrat.
La période a été ensuite ajustée en fonction des coefficients de marée ainsi que de la lune (vives eaux ou mortes eaux) (détails dans les tableaux de l'annexe 03).

L'échantillonnage a donc été effectué du 22 mars au 1er avril 2011.

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

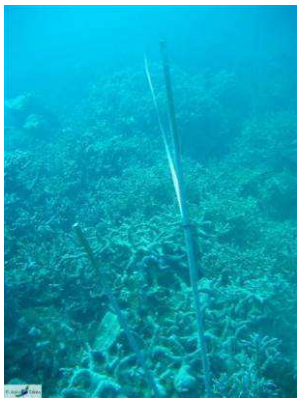


Photo n°02 : Piquets doublés en début de transect A avec le ruban métré déroulé

Photo n°03 : Echantillonnage poissons

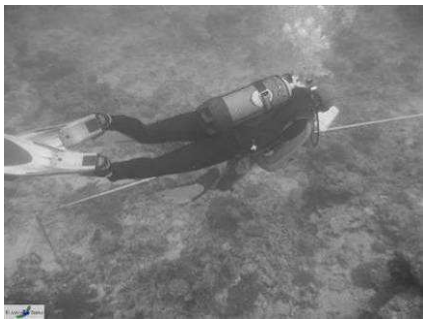


Photo n°04 : Echantillonnage LIT

Photo n°05 : Echantillonnage benthos

Photo n°06 : Vidéo

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

- le numéro de la station,
- le nom du site,
- les coordonnées de la station en degrés, minutes et dixièmes de minute pour la longitude et pour la latitude,
- la date de la plongée,
- l'heure du début de la plongée sur la station,
- les conditions météorologiques lors de cette mission (vent, force et direction, pluie ou

ensoleillement),
- la profondeur maximale et le temps de plongée,
- l'horaire des marées et les coefficients,
- le courant, la force approximative et la direction,
- la houle ou les vagues et le ressac qui peuvent gêner la mission,
- la visibilité,
- l'état de la station, la maintenance effectuée et les difficultés ou remarques éventuelles,
- la tâche effectuée par l'équipe et par chaque personne.

Ces données ont été regroupées dans un rapport de plongée présenté dans l'annexe 03.

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

3.4 Le traitement des données

3.4.1 Pour le substrat

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

Le traitement consiste ici à faire le calcul du pourcentage de recouvrement de chaque classe, qui est obtenu par la somme de "ses longueurs" divisée par la longueur du substrat multipliée par 100, comme montré dans l'exemple (tableau 05) ci-dessous (qui se réfère à la figure 02).

Tableau n°5 : 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 162 de l'annexe 01) ont été regroupées en 12 principales composantes comme montrées aussi dans ce tableau, afin de pouvoir simplifier les interprétations.
Ces composantes reprennent les groupes faunistiques (coraux scléractiniaires, autres coraux, alcyonaires, autres organismes, algues, algues sur corail mort) ainsi que le matériel composant le substrat (corail mort, débris, sable, dalle, vase, eau).
Elles sont alors exprimées en pourcentages pour chaque transect et présentées sous forme de graphiques pour permettre une comparaison visuelle rapide.

Les comparaisons insistent sur les rapports entre :
- Corail vivant / Corail mort ;
- Corail vivant / Algues + autres invertébrés ;
- Abiotique total / Biotique total, dont Coraux scléractiniaires.

3.4.2 Pour le benthos

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

- listing au niveau taxinomique demandé,
- richesse spécifique (le cas échéant),
- diversité,
- densité,
- abondance relative.

Ces résultats seront comparés entre les transects et les stations.
Par ailleurs, afin de pouvoir évaluer rapidement le changement d'état d'une station d'une mission à une autre (recrutement, mortalité, blanchissement et abondance), un code couleur simple à été établi, comme décrit dans le tableau 06.

Tableau n°6 : Code couleur pour la comparaison temporelle d'une même station

Nouvelle espèce recensée	Recrutement si la colonie est juvénile et/ou nouvelle espèce recensée dans le couloir ou la zone prospectée par rapport à la dernière mission
Mortalité	Espèce absente dans le couloir par rapport à la dernière mission
Blanchissement	Espèce influencée par le blanchissement et de couleur blanche
Recolonisation zooxanthelles	Colonie en cours de recolonisation par les zooxanthelles (couleur pâle) Elle présente de grandes chances de survie
Echelle (1 à 5)	Augmentation de l'abondance par rapport à la dernière mission
Echelle (1 à 5)	Diminution de l'abondance par rapport à la dernière mission
Echelle (1 à 5)	Pas de changement de l'abondance par rapport à la dernière mission

- Prestations complémentaires

Le biologiste responsable de cet échantillonnage est spécialisé dans l'inventaire des biocénoses benthiques marines et particulièrement en taxonomie corallienne. Il a donc échantillonné le milieu pour tous les organismes et ce jusqu'au niveau taxinomique le plus bas possible.
La restitution des données comprend donc aussi :

- la liste taxonomique des biocénoses benthiques,
- les tableaux des groupes biotiques et abondance,
- les commentaires des biocénoses par transect et station,
- un atlas photographique, illustrant les biocénoses.

3.4.3 Pour les poissons

Les résultats des comptages par TLV reprennent la nomenclature et l'orthographe des espèces, des genres et des familles de Randall J. E. [03].
Le nom des familles est abrégé dans les différentes tableaux, tel que défini dans le tableau 07.

Ces résultats quantitatifs sont présentés sous deux listings :

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

Tableau n°7 : Lexique des abréviations des familles

FAMILLES	ABREVIATIONS	FAMILLES	ABREVIATIONS	FAMILLES	ABREVIATIONS
Acanthuridae	**Aca**	**Epinephelinae**	**Epi *(Serranidae)***	**Nemipteridae**	**Nem**
Anthiinidae	**Ant *(Serranidae)***	Fistulariidae	Fist	Ostraciidae	Ost
Apogonidae	Apo	**Gobiidae**	**Gob**	Pinguipedidae	Pin
Aulostomidae	Aul	Grammistidae	Gra (Serranidae)	**Pomacanthidae**	**Poc**
Balistidae	**Bal**	**Haemulidae**	**Hae**	**Pomacentridae**	**Pom**
Blenniidae	**Ble**	Holocentridae	Hol	**Pseudochromidae**	**Pse**
Caesionidae	**Cae**	**Kyphosidae**	**Kyp**	**Ptereleotridae**	**Pte**
Carangidae	**Car**	**Labridae**	**Lab**	**Scaridae**	**Sca**
Carcharhinidae	**Carc**	Latridae	Lat	**Scorpaenidae**	**Sco**
Centriscidae	Cen	**Lethrinidae**	**Let**	**Scombridae**	**Scom**
Chaetodontidae	**Cha**	**Lutjanidae**	**Lut**	**Siganidae**	**Sig**
Cirrhitidae	Cir	Microdesmidae	Mic	Sphyraenidae	Sph
Dasyatidae	**Das**	Monacanthidae	Mon	Synodontidae	Syn
Diodontidae	Dio	**Mullidae**	**Mul**	**Tetraodontidae**	**Tet**
Engraulidae	Eng	Muraenidae	Mur	**Zanclidae**	**Zan**

Les familles retenues par la DENV sont en caractères gras

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

- Densité (poissons/m²) = $\mathbf{D = (2L)^{-1}} \sum_{i=1}^{p} n_i \, d_i^{-1}$

- Biomasse (g/m²) = $\mathbf{W = (2L)^{-1}} \sum_{i=1}^{p} w_i \, d_i^{-1}$

Où :

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

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

Où :

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

Ces variables sont des coefficients mis au point par Kulbicki & al. [04] 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 08).

Tableau n°8 : Exemple de calcul pour « poisson »

Espèce	Nombre (ni)	Longueur (li) cm	Poids (wi) g	D1	D2	Surf m²	Densité (D) / m²	Biomasse (W) g/m²	a	b
Pomacentrus aurifrons	20	3	15,52	1	1,5	25	0,8	0,621	0,028	3,02

ni = nombre de poissons observés de cette espèce = 20
li = longueur moyenne de chaque individu = 3 cm
wi = poids de tous les individus de cette espèce = $(0.028 * 3^{3.02}) * 20 = 15.52$ g
D1 et D2 sont les distances minimale et maximale des individus observés = 1 m et 1.5 m
Surf = surface d'échantillonnage = di * L = (1+1.5) / 2 * 20 = 25 m²
D = densité eg. le nombre de poissons par m² = 20 / 25 = 0.8 individu au m²
W = biomasse = 15.52 / 25 = 0.621 g/m²

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

- Valeurs de densité et de biomasse totales et par famille entre les 3 transects de chaque station.
- Variations temporelles de densité et de biomasse totales et par famille, par transect, et par station (moyenne des valeurs des 3 transects) – comparaisons statistiques par ANOVA puis Tukey ou Kruskal-Wallis puis MDBT ou Steel Dwass (ou autre test a posteriori non paramétrique).
- Variation temporelle multivariée par taxons (Manova paramétrique ou par permutation).
- Variations temporelles de la richesse spécifique totale et par famille ($\chi 2$), 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 a donc échantillonné l'ichtyofaune pour toutes les espèces.
En effet, en notant les effectifs de chacune des espèces rencontrées, il est possible (en plus) de calculer la biodiversité par station ce qui permet d'obtenir les **biodiversités alpha**, **bêta** et **gamma** sur la zone ; ainsi que **l'équitabilité** (Indice de Shannon relatif)[3].

Dans l'ensemble des résultats, quand cela n'est pas précisé, les calculs ont été fait d'après le listing simplifié du cahier des charges (tableau 163 en annexe 01).

[3] 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 ($B\gamma$) est la biodiversité totale de la zone $B_\gamma = \cup B_{\alpha ii}$

4 Résultats bruts par station

4.1 Station 01 = Casy

Localisation géographique	Sud du platier de l'îlot Casy. Attention, la bouée de balisage de réserve (croix jaune) a été déplacée en raison d'un élargissement de la zone de réserve. La station biologique n'est plus localisable grâce à ce repère.
Nombre transects	2 transects positionnés sur la pente sédimentaire proche du platier (pente très douce). La pente est trop faible pour pouvoir installer un troisième transect (à 20 m de profondeur) à une distance raisonnable.
Description transects	Sont installés à une cinquantaine de mètres l'un de l'autre afin d'atteindre une profondeur de 7 et 10 mètres avec une orientation sud-est / nord-ouest.
	Une colonie de *Lobophyllia corymbosa*, de 2 m de diamètre, sert de point de repérage pour le début du transect A (photographie 02 de la figure 04).

Description générale

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

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

Désormais les cyanobactéries sont peu abondantes, elles se développent en petite proportion sur les débris coralliens. Elles ne prolifèrent plus comme pour les missions du mois de juin 2009 et octobre 2008 sur les *Lobophora variegata* (algue brune) et autour de la grande colonie de *Lobophyllia corymbosa.*

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

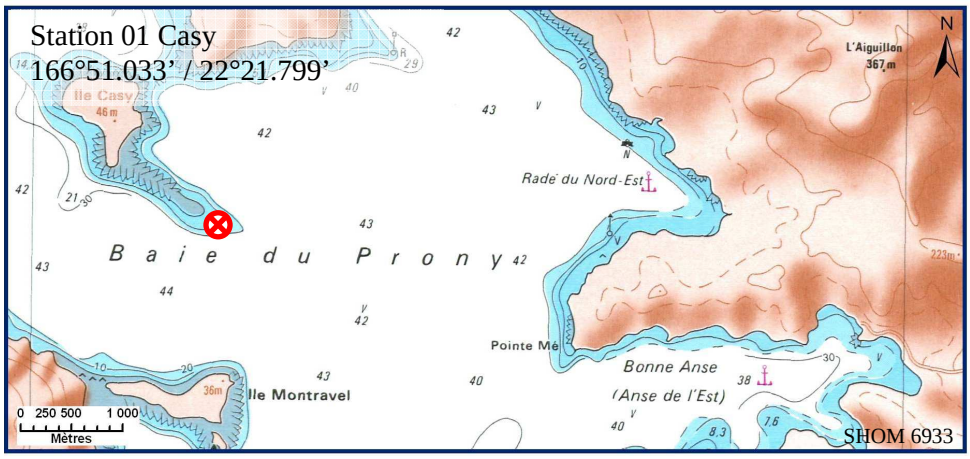
Par ailleurs, de nombreuses colonies coralliennes juvéniles s'édifient sur les massifs et même sur les piquets des transects (photographies 01 & 04 de la figure 04 et cf. § 7.1) (*Pocillopora damicornis, Barabattoia amicorum, Galaxea fascicularis, Acanthastrea echinata, Millepora* sp.).

Caractéristiques principales

- Recouvrement corallien faible.
- Les colonies de *Pocillopora damicornis* colonisent les piquets du transect A.
- Les colonies coralliennes sont de petites tailles (hypersédimentation).
- Hypersédimentation (la faune et flore sont adaptées à cette contrainte).
- Recouvrement des alcyonaires et macrophytes (algues brunes) très important.
- Compétition spatiale entre les alcyonaires, les éponges encroûtantes et les coraux.
- Richesse spécifique importante des macrophytes et des alcyonaires.
- Abondance des algues brunes *Sargassum* spp. et *Lobophora* cf. *variegata*.

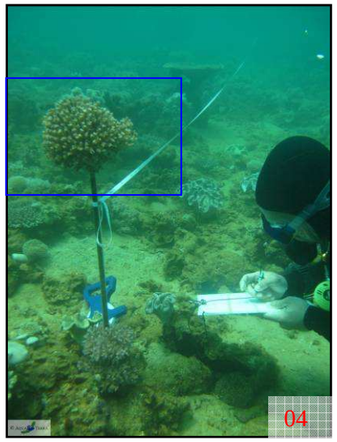
Variations entre septembre 2010 et mars 2011

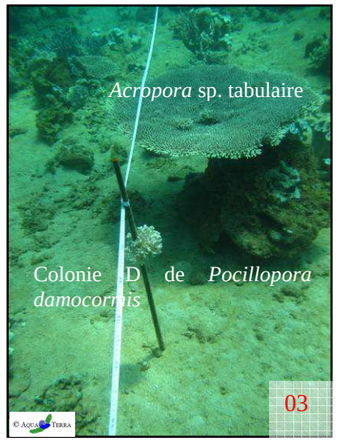
- **Pas d'évolution majeur des biocénoses benthiques.**
- Recouvrement de cyanobactéries très faible.
- Apparition saisonnière de *Triclogloea requienii* (algue rouge).
- Richesse spécifique des coraux en très légère augmentation sur le transect B.
- Richesse spécifique des mollusques (*Pteria* et *Isognomon*) en légère augmentation.
- Mortalité du genre *Oxypora* qui était déjà auparavant rare dans cette station.
- **Blanchissement corallien des espèces les plus vulnérables**.
- Les colonnies de *Pocillopora damicornis* ont une croissance moyenne estimée à 2.5 cm/6 mois.

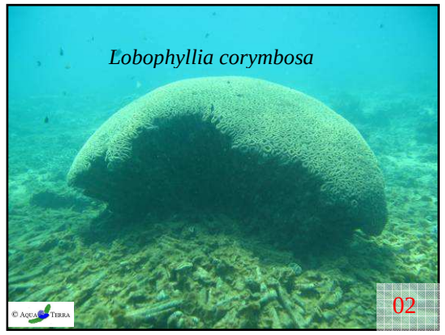


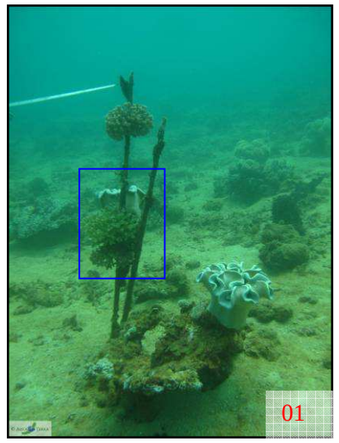
Carte n°03 : Localisation de la station 01 (Casy)

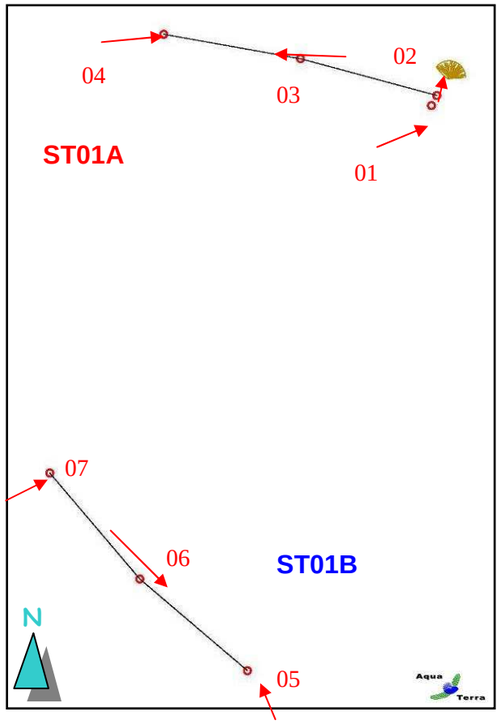
Photo n°07 : Position en surface par rapport à la pointe sud de l'îlot (ST01)

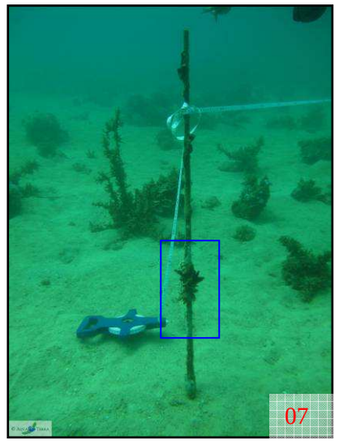


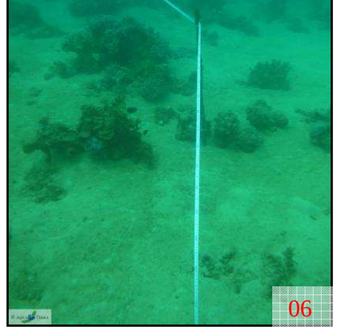


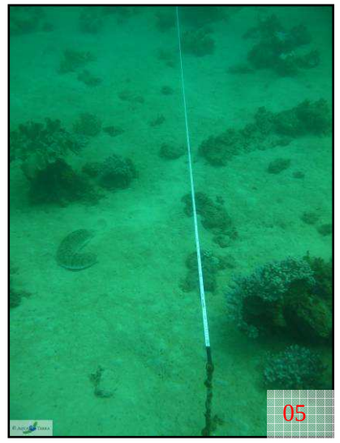












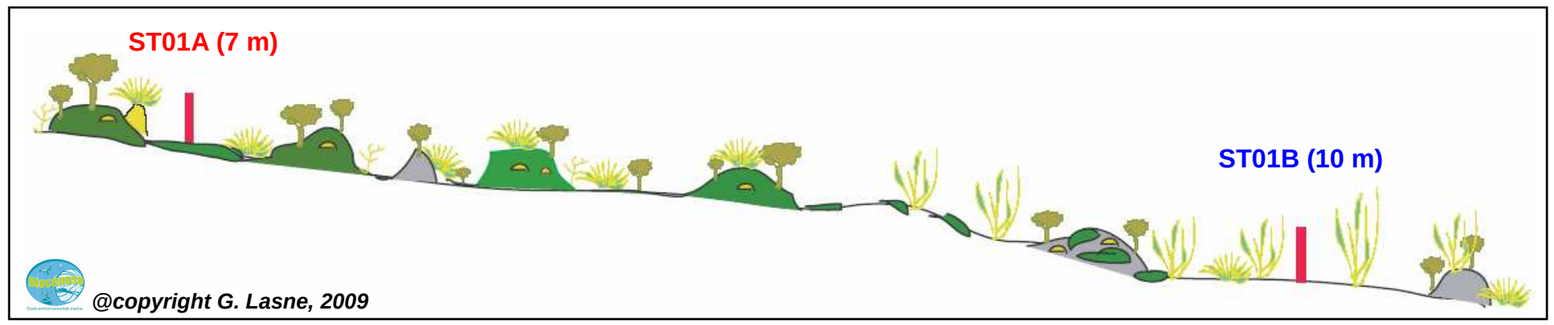


Figure n°4 : *Schéma structural, plan et photographies de la ST01*

4.1.1 Le substrat (ST01)

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la figure 05 pour le transect A et dans la figure 06 pour le transect B.

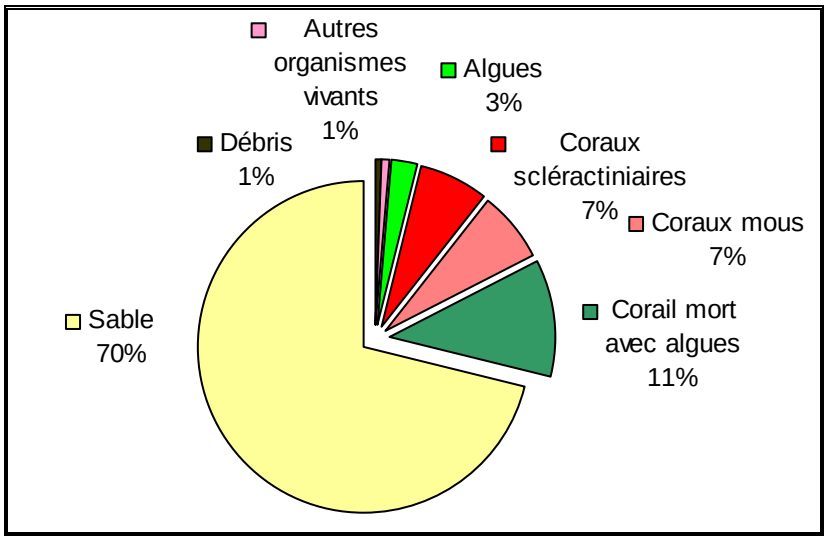


Figure n°5 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST01A

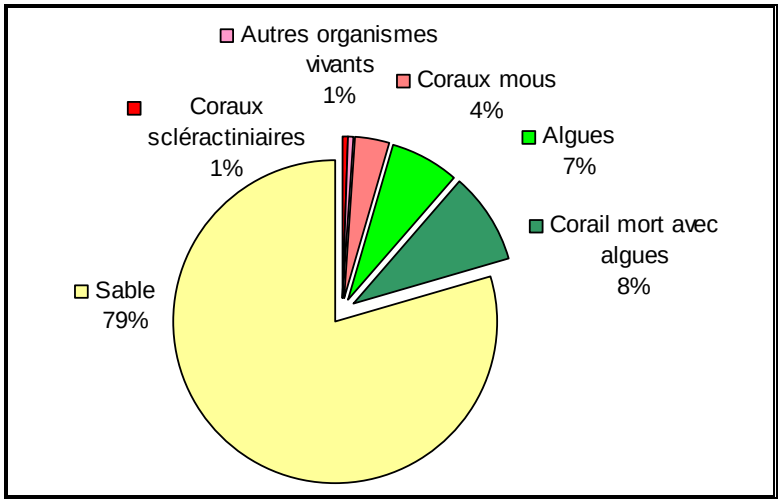


Figure n°6 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST01B

Le sable est prédominant avec respectivement 70% et de 79% de recouvrement pour les 2 transects.
Cela entraîne évidemment que le substrat est majoritairement abiotique sur cette station : à 71.5% (contre 28.5% de biotique) au transect A et 79.5% (contre 20.5% de biotique) au transect B.
La partie biotique est constituée sur cette station essentiellement par des alcyonaires et des algues. A noter : 0.5% de cyanobactéries sur le transect B en septembre 2010 et cette fois, 1.5% sur le transect A.
Les coraux scléractiniaires sont faiblement représentés (6.5% et 0.5% respectivement sur chaque transect).

Le recouvrement est stable par rapport à la mission de septembre 2010, avec les débris qui se sont couverts de tuff (donc ils sont passés dans la classe « Corail mort avec algues », donc substrat biotique) pour le transect A et 3% d'algues en plus sur le transect B.

4.1.2 Le benthos (ST01)

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

4.1.2.1 Benthos Transect 01 A

4.1.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST01A)

Les colonies sont généralement de petite taille (*Pocillopora damicornis, Barabattoia amicorum, Galaxea fascicularis, Acanthastrea echinata, Lobophyllia pachysepta, Cyphastrea japonica).* Seules les colonies d'*Acropora* tabulaire et *Lobophyllia corymbosa* dépassent la taille métrique. La colonie de *Lobophyllia corymbosa* (2 m de diamètre) s'édifiant à proximité du transect se fragmente tellement sa croissance est importante (phénomène normal pour une colonie de cette espèce).
Ce niveau bathymétrique est colonisé par 54 espèces coralliennes. Les familles scléractiniaires (52 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (17 taxons), les Acroporidae (11 taxons), les Fungiidae (4 taxons), les Mussidae (4 taxons), les Poritidae (3 taxons), les Dendrophyllidae (3 taxons) et les Pocilloporidae (3 taxons).

Tableau n°9 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST01A)

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	11	3
Agaraciidae	1	2
Astrocoeniidae	1	2
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	3	2
Faviidae	17	3
Fungiidae	4	3
Merulinidae	2	2
Mussidae	4	4
Oculinidae	2	3
Pectiniidae	0	0
Pocilloporidae	3	4
Poritidae	3	2
Siderastreidae	1	1
Total scléractiniaire	**52**	/
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	1	1
Tubiporidae	0	0
Gorgone	1	3
Antipathaire	0	0
Total coraux	**54**	/

Sept colonies de *Pocillopora damicornis* s'édifient sur les 3 piquets du transect A. La croissance moyenne des colonies est estimée à 2.5 cm / 6 mois soit 5 cm par an. Désormais, la croissance des colonies tend à diminuer progressivement avec le temps.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

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

- Recrutement : 1 espèce (*Cyphastrea japonica)*
- Mortalité : 1 espèce (*Oxypora* sp.)

- **Variation d'abondance** : Aucune
- **Blanchissement corallien** modéré observé sur 5 espèces : *Acropora* tabulaire, *Cyphastrea serailia, Merulina ampliata, Pocillopora damicornis, Seriatopora histrix*

4.1.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST01A)

Le recouvrement par les macrophytes et les alcyonaires et dans une moindre mesure par les spongiaires est très important dans cette station.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

- **Algues (variation saisonnière) :** *Triclogloea requienii* (cyclicité des algues rouges : lègère diminution d'abondance).
- **Cyanobactéries** (lègère augmentation d'abondance)
- **Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) :**

- Présence nouvelle de 2 espèces de mollusques (*Pteria* sp. et *Isognomon isognomon*)

Tableau n°10 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST01A)

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	8	5
Algue brune	5	5
Algue rouge	1	2
Algue verte	1	2
Cyanobactéries	1	2
Anémone	0	0
Ascidie	1	2
Bryozoaire	0	0
Astérie	2	2
Crinoïde	1	2
Echinide	1	1
Holothurie	2	2
Hydraire	1	2
Mollusque	5	3
Spongiaire	3	4
Zoanthaire	0	0
TOTAL	**32**	/

4.1.2.2 Benthos Transect 01 B

4.1.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST01B)

La richesse spécifique corallienne de ce niveau bathymétrique est la plus faible des stations de la baie de Prony (45 espèces coraux). Le nombre d'espèce est en légère augmentation au fur et à mesure des missions.
Ce niveau bathymétrique est colonisé par 45 espèces coralliennes (contre 43 en septembre 2010) dont une espèce de *Tubipora musica* et une espèce d'Antipathaire. Les familles scléractiniaires (13 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (12 taxons), les Acroporidae (6

taxons), les Fungiidae (5 taxons), les Pocilloporidae (4 taxons), les Mussidae (4 taxons) et les Poritidae (3 taxons)

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

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

- Recrutement : 4 espèces nouvellement recensées (*Astreopora gracilis, Pocillopora verrucosa, Stylocoeniella guentheri* et *Scolymia vitiensis*)
- Mortalité : 2 espèces n'ont pas été observées (*Pachyseris rugosa* et *Oxypora glabra*). Cependant la mortalité est faible car ces deux taxons étaient représentés par une seule colonie

- **Variation d'abondance** : Diminution d'abondance de l'espèce *Barabattoia amicorum* (faible mortalité) et de *Polyphyllia talpina* (mobilité corail libre)
- **Le blanchissement corallien** est faible et affecte une seule colonie de *Seriatopora histrix* pour ce couloir

Tableau n°11 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST01B)

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	6	2
Agaraciidae	1	1
Astrocoeniidae	2	1
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	2	1
Faviidae	12	3
Fungiidae	5	2
Merulinidae	1	1
Mussidae	4	2
Oculinidae	2	2
Pectiniidae	0	0
Pocilloporidae	4	2
Poritidae	3	2
Siderastreidae	1	1
Total scléractiniaire	**43**	/
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	0	0
Tubiporidae	0	0
Gorgone	1	2
Antipathaire	1	1
Total coraux	**45**	/

4.1.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST01B)

La richesse spécifique des macrophytes et des alcyonaires de ce niveau bathymétrique est l'une des plus fortes de toutes les stations de la baie de Prony (particulièrement par les algues brunes).
La zone est caractérisée par la présence de nombreuses espèces d'alcyonaires (5 espèces parmi les genres *Sarcophyton, Sinularia, Lobophytum, Klyxum*). Ces espèces de taille importante colonisent de préférence les substrats durs.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

- **Algues (variation saisonnière) :**

- Diminution du recouvrement du genre *Sargassum*
- Abscense de *Triclogloea requienii*

- **Cyanobactéries :** Légère augmentation mais leur recouvrement reste en très faible proportion pour de ce niveau bathymétrique
- **Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) :**

- Présence nouvelle de 1 espèce de mollusque dans le couloir (*Pteria* sp.)

Tableau n°12 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST01B)

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	5	5
Algue brune	6	5
Algue rouge	0	0
Algue verte	1	2
Cyanobactéries	1	2
Anémone	0	0
Ascidie	1	4
Bryozoaire	0	0
Astérie	1	1
Crinoïde	1	2
Echinide	0	0
Holothurie	3	2
Hydraire	1	2
Mollusque	3	2
Spongiaire	3	3
Zoanthaire	0	0
TOTAL	**26**	/

4.1.3 Les poissons (ST01)

La liste des espèces observées[4] sur les transects et les résultats bruts sont fournis dans le tableau 13.

Tableau n°13 : Données sur les poissons (ST01)

Ilot Casy ST01		Transect A			Transect B			Station Total	Station Moyenne	
Fam	**Espèces**	**Nb**	**Dens**	**Biom**	**Nb**	**Dens**	**Biom**	**Nb**	**Dens**	**Biom**
Epi	*Cephalopholis boenak*	1	0,01	0,05				1	0,01	0,02
Gob	*Amblygobius phalaena*	1	0,01	0,08	2	0,03	0,04	3	0,03	0,08
Lab	*Cheilinus chlorourus*	1	0,01	0,05	1	0,01	0,12	2	0,01	0,09
Lab	*Halichoeres argus*				1	0,01	0,04	1	0,01	0,02
Lab	*Thalassoma lunare*	3	0,04	0,13				3	0,02	0,06
Mul	*Parupeneus barberinoides*	2	0,03	0,08				2	0,01	0,04
Pom	*Chrysiptera rollandi*	2	0,03	0,02				2	0,01	0,01
Pom	*Dascyllus aruanus*	6	0,08	0,08	4	0,05	0,06	10	0,07	0,07
Pom	*Dascyllus reticulatus*	5	0,06	0,06				5	0,03	0,03
Pom	*Pomacentrus aurifrons*	10	0,13	0,10				10	0,06	0,05
Pom	*Pomacentrus chrysurus*				4	0,05	0,04	4	0,03	0,02
Sca	*Scarus flavipectoralis*	4	0,05	1,06				4	0,05	1,06
	Total	**35**	**0,44**	**1,71**	**12**	**0,15**	**0,30**	**47**	**0,30**	**1,01**
	Biodiversité	10			5			12		
	Indice de Shannon =	3,223								
	Equitabilité =	0,899								

Sur l'ensemble des transects de la station, 47 individus appartenant à 12 espèces différentes (figure 07) ont pu être observés. Ils représentent une densité de 0.30 poisson/m² pour une biomasse de 1.01 g/m².
25 espèces supplémentaires (e.g. hors des transects et hors liste restreinte [*en bleu*]) ont été observées sur la station (cf. tableau 14).

Tableau n°14 : Liste des espèces complémentaires (ST01)

Ilot Casy ST01					
Fam	**Espèces**	**Fam**	**Espèces**	**Fam**	**Espèces**
Aca	*Acanthurus blochii*	Hol	*Sargocentron spiniferum*	Pom	*Chromis amboinensis*
Aca	*Acanthurus mata*	Lab	*Anampses neoguinaicus*	Pom	*Pomacentrus chrysurus*
Aca	*Zebrasoma veliferum*	Lab	*Coris batuensis*	Pse	*Pictichromis coralensis*
Epi	*Anyperodon leucogrammicus*	Lab	*Halichoeres prosopeion*	Sca	*Scarus frenatus*
Epi	*Cromileptes altivelis*	Lab	*Labroides dimidiatus*	Sca	*Scarus rubroviolaceus*
Epi	*Epinephelus ongus*	Mul	*Parupenaeus indicus*	Sig	*Siganus fuscescens*
Epi	*Plectropomus leopardus*	Pin	*Parapercis hexophtalma*	Sig	*Siganus vulpinus*
Gob	*Amblyeleotris rubrimarginata*	Poc	*Pomacanthus sexstriatus*	Syn	*Synodus variegatus*
Gob	*Ctenogobiops feroculus*				

Le nombre d'espèces pour chaque famille depuis 2007 est donné dans le tableau 15 et spécifiquement pour la campagne de mars 2011 sur la figure 07.

[4] Données par rapport à la liste restreinte du cahier des charges, cf. annexe 01.

Tableau n°15 : Nombre d'espèces par famille ichtyologique de 2007 à 2011 (ST01)

Familles	Ilot Casy ST01					
	2007	2008	2009	2010 a	2010 b	**2011 a**
Acanthuridae	2	1	1		1	
Anthiinidae					1	
Blenniidae				1		
Canthigasteridae	1				1	
Carcharhinidae						
Chaetodontidae	1			1		
Epinephelinae	2	1		1		**1**
Gobiidae	1	1	1	1	1	**1**
Labridae	1	2	2	2	2	**3**
Mullidae	1		1	1		**1**
Nemipteridae		1	1	1		
Pomacanthidae	1	1				
Pomacentridae	4	2	5	4	4	**5**
Scaridae	2			1	1	**1**
Total espèces	**16**	**9**	**11**	**13**	**11**	**12**
Total familles	**10**	**7**	**6**	**9**	**7**	**6**

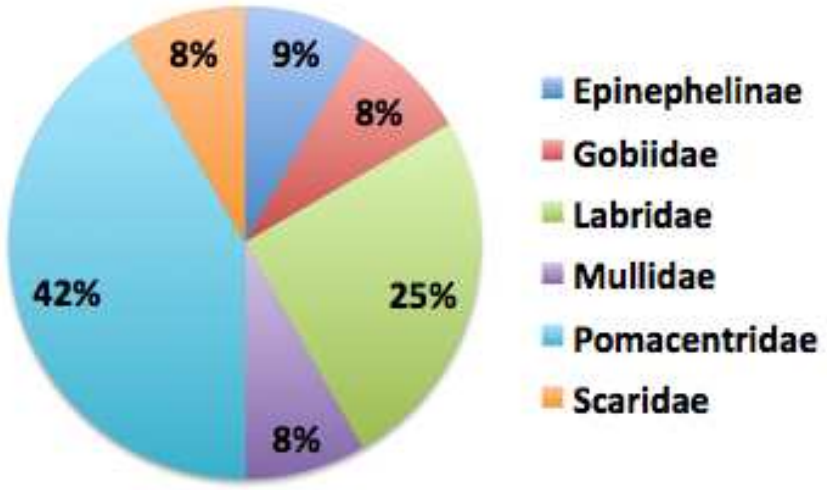


Figure n°7 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST01)

Si la comparaison du nombre d'espèces par famille entre les années 2007 - 2011 est effectuée (cf. tableau 16), sous l'angle de vue de ce critère les six campagnes sont similaires.

Tableau n°16 : Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille », 2007 à 2011 (ST01)

Test $\chi 2$	ddl	Seuil de tolérance à 0,95
37.16	60	79.08

Le récapitulatif des résultats en terme de :

- d'abondance (nombre d'individus, transects/liste restreinte),

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

pour toutes les campagnes depuis 2007 sont présentés dans le tableau 17 et la figure 08.

Tableau n°17 : Synopsis des résultats 2011 et récapitulatif des années précédentes (ST01)

Ilot Casy ST01		Liste restreinte					Toutes espèces
		Transect TLV				Station	Station
		Nb. ind.	Densité	Biom. g/m²	Biodiv.	Biodiv.	Biodiv.
2011 a	Transect A	35	0,44	1,71	10		
	Transect B	12	0,15	0,30	5		
	Moy. AB	23,50	0,30	1,01	12	25	37
2010 b	Moy. AB	21	0,33	2,30	11	35	55
2010 a	Moy. AB	18,50	0,93	5,79	13	43	66
2009	Moy. AB	21,00	3,50	13,08	11	28	56
2008	Moy. AB	15,50	0,87	6,68	9	17	47
2007	Moy. AB	17,30	2,63	14,86	16	21	34

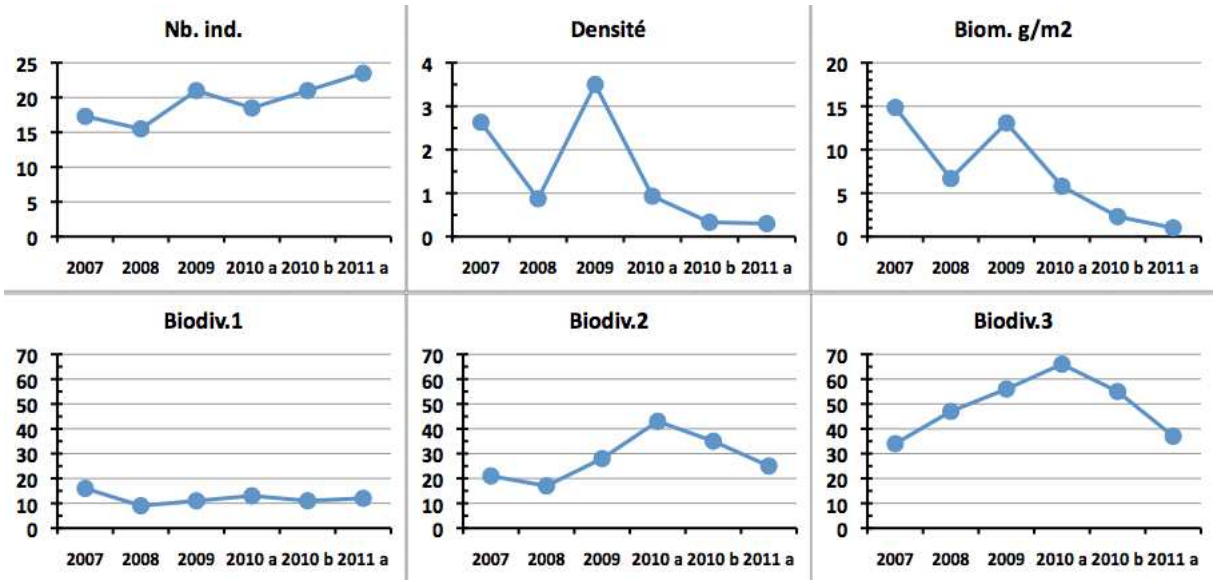


Figure n°8 : Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST01)

4.2 Station 02 = Creek baie nord

Localisation géographique	Au sud de l'embouchure du creek de la Baie nord, à proximité d'un petit récif (langue récifale), face à un amas rocheux sur la plage (photographie 08).
Nombre transects	2 transects.
Description transects	Ils ont été installés à 10 et 12 mètres de profondeur, avec une orientation du sud vers le nord.

Description générale

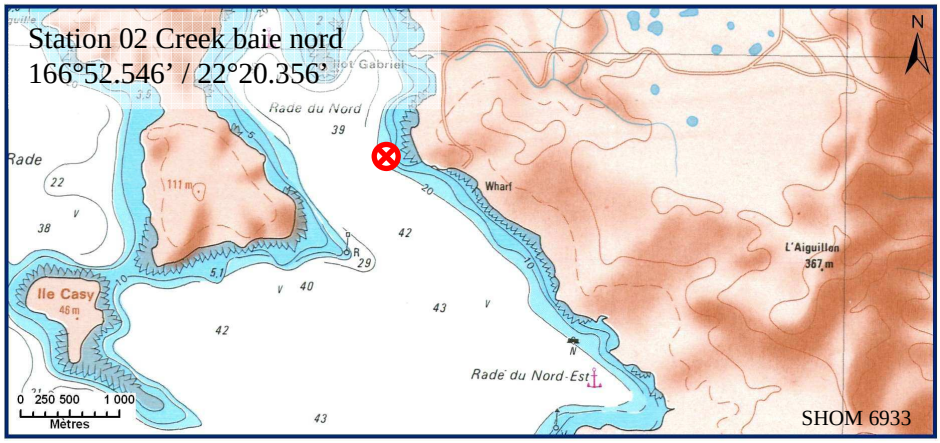
Cette station est originale par l'importance de la richesse spécifique corallienne, la rareté des espèces coralliennes qui lui sont inféodées et par une multitude d'alcyonaires recouvrant le substratum (particulièrement le genre *Sarcophyton*). Les espèces benthiques vivant dans ce biotope sont adaptées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

Caractéristiques principales

- Le recouvrement corallien du transect A est particulièrement représenté par des grands massifs de coraux branchus et celui du transect B est plutôt constitué de petites colonies éparpillées sur les blocs coralliens.
- Les colonies coralliennes juvéniles observées en juin 2009 sont en pleine croissance et de nouvelles apparaissent.
- Recouvrement alcyonaire important (*Sarcophyton*).
- Richesse spécifique importante des coraux (la plus importante de toutes les stations de suivi environnemental de la baie de Prony) : 83 espèces sur le transect A et 70 au transect B.
- Hyper sédimentation : les petites colonies corallienne ont tendance à s'envaser (*Galaxea fascicularis* et *Porites lobata*).
- Originalité des espèces coralliennes adaptées à un milieu turbide et à la faible pénétration de la lumière dans l'eau par une croissance rapide, la secrétions de mucus et/ou de grands polypes pour se dégager de la sédimentation.
- Compétition spatiale importante entre les alcyonaires, les algues brunes et les coraux.

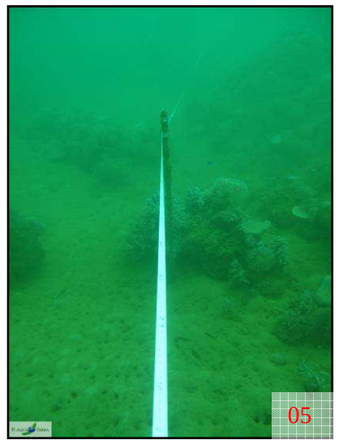
Variations entre septembre 2010 et mars 2011

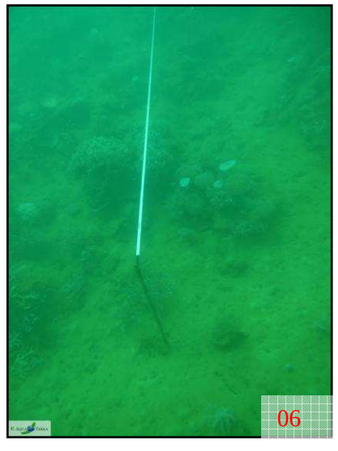
- Evolution de la richesse spécifique des coraux :
  - Nouvelles espèces coralliennes juvéniles (2 espèces au transect A et 3 espèces en B)
  - Mortalité de 3 espèces au transect A et une espèce en B.
  - Mobilité de 1 espèce au transect A (*Polyphyllia talpina*)
- Blanchissement des espèces coralliennes les plus vulnérables : 3 espèces au transect A et 8 espèces au B.
- Légère augmentation de la richesse spécifique des invertébrés (spongiaires, échinodermes et alcyonaires).
- Présence de cyanobactéries.

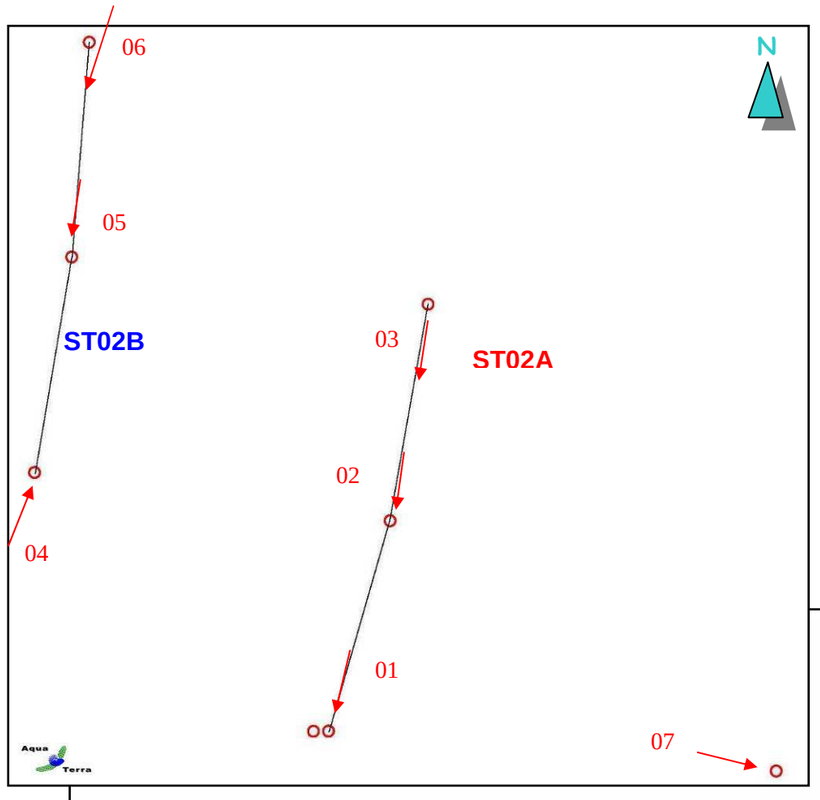


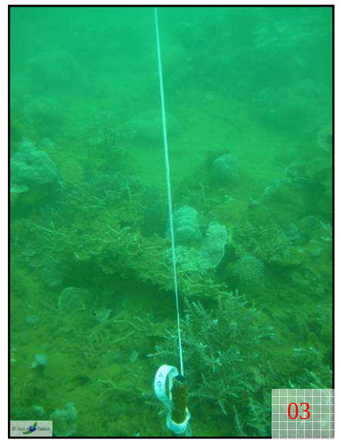
Carte n°04 : *Localisation de la station 02 (Creek baie nord)*

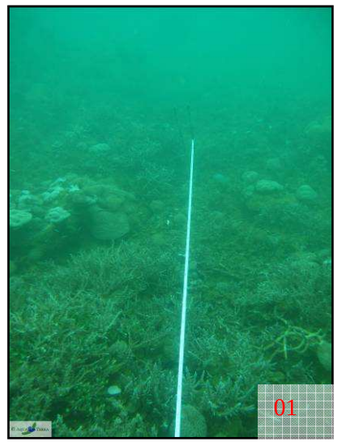
Photo n°08 : *Position en surface par rapport à la côte (ST02)*

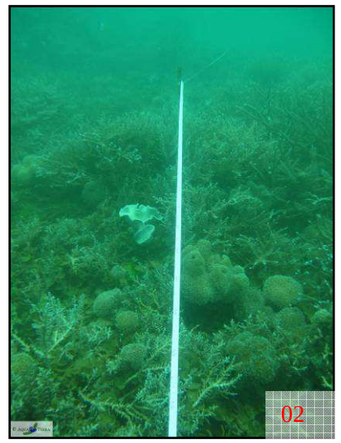












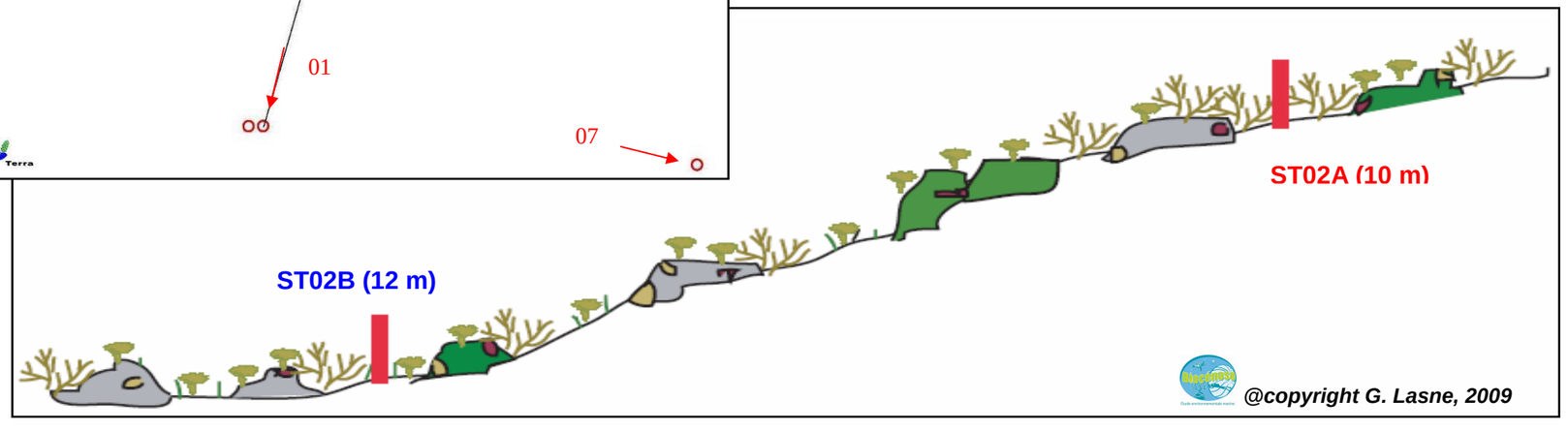


Figure n°9 : Schéma structural, plan et photographies de la ST02

4.2.1 Le substrat (ST02)

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la figure 10 pour le transect A et dans la figure 11 pour le transect B.

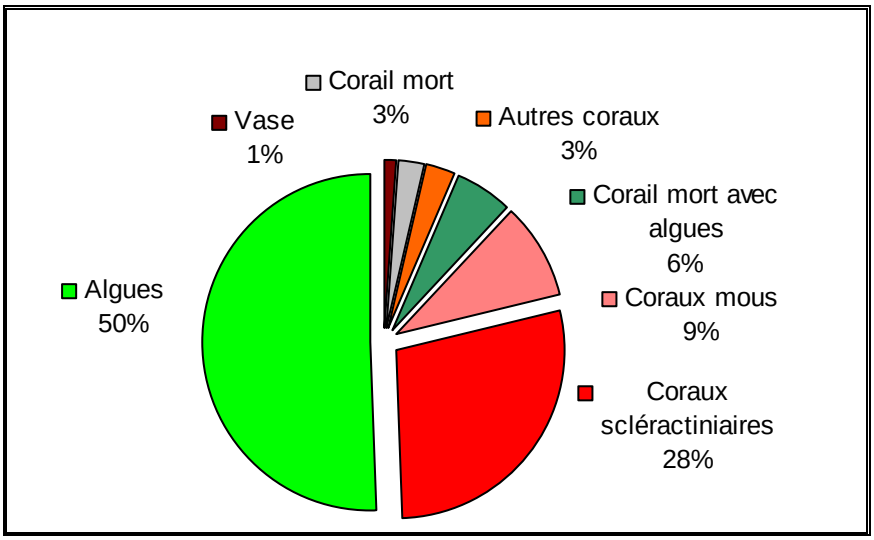


Figure n°10 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST02A

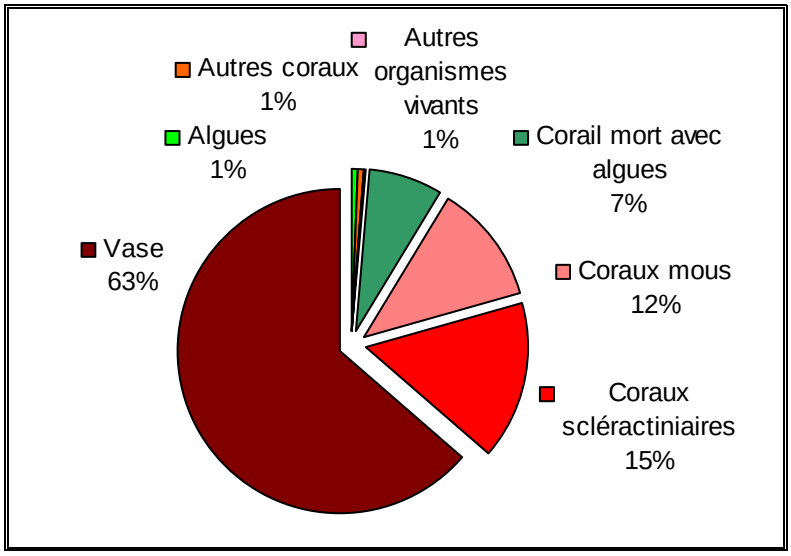


Figure n°11 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST02B

Pour cette mission, il y a une explosion algale (+ 37.5% par rapport à septembre 2010) qui fait que le transect A est caractérisé par un substrat quasiment totalement biotique (96.5%), avec donc 50.5 % d'algues et 28.5% de coraux scléractiniaires. Parmi ceux-ci, quelques branches d'*Acropora* blanchies (2.5%).
Au contraire, sur le transect B, le substrat est majoritairement abiotique et vaseux (63.5%). La partie biotique est constituée essentiellement pas des alcyonaires et des coraux scléractiniaires (respectivement 12% et 16%).
Exception faîte de la variation des algues au transect A, le recouvrement est stable par rapport à la mission de septembre 2010.

4.2.2 Le benthos (ST02)

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

4.2.2.1 Benthos Transect 02 A

4.2.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST02A)

Les espèces inféodées à ce milieu sont adaptées aux conditions turbides (faible pénétration de la lumière dans l'eau) grâce à une croissance rapide et/ou grands polypes pour se dégager de la sédimentation.
Les genres *Acropora*, *Anacropora* (Acroporidae : 20 espèces) et l'espèce *Hydnophora rigida* sont caractérisés par une croissance rapide (pointes blanches signifiant une croissance rapide car les zooxanthelles n'ont pas encore colonisées leurs extrémités). Ces espèces forment de grands massifs branchus et occupent des surfaces importantes. On peut noter la présence de *Anacropora puertogalerae* et de *Acropora grandis*.
Les coraux massifs ou encroûtants colonisent généralement les parties verticales des récifs ou des blocs coralliens pour que la sédimentation ne soit pas un obstacle à leur édification.

Tableau n°18 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST02A)

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	19	5
Agaraciidae	7	3
Astrocoeniidae	1	3
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	6	3
Faviidae	12	3
Fungiidae	8	3
Merulinidae	4	3
Mussidae	5	2
Oculinidae	2	3
Pectiniidae	4	3
Pocilloporidae	2	1
Poritidae	7	3
Siderastreidae	2	2
Total scléractiniaire	**79**	/
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	3	5
Tubiporidae	0	0
Gorgone	0	0
Antipathaire	1	1
Total coraux	**83**	/

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

(6 taxons), Mussidae (5 taxons), Merulinidae (4 taxons) et les Pectiniidae (4 taxons).

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

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

- Recrutement : 2 nouvelles espèces coralliennes (*Echinophyllia aspera* et *Pectinia paeonia*)
- Mortalité de 3 espèces (*Astreopora listeri, Pavona venosa, Hydnophora pilosa*)
- Mobilité de 1 espèce (*Polyphyllia talpina*). Les Fungiidae sont mobiles, leur abondance est variable dans la zone et de ce fait leur absence n'est pas caractéristique de mortalité.

- **Variation d'abondance** :

- Diminution d'abondance de 1 espèce (*Stylocoeniella armata*)

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

4.2.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST02A)

Le recouvrement par les macrophytes et les invertébrés est important dans cette station.
Les algues brunes du genre *Lobophora variegata* envahissent l'ensemble des massifs et des débris coralliens. De nombreux alcyonaires aussi, dont les plus nombreux (*Sarcophyton* et *Sinularia*) peuvent atteindre de grande taille (50 cm de hauteur). Le recrutement en *Sarcophyton* est très important et des spécimens de petite taille se répartissent abondamment et recouvrent en masse les roches et les débris coralliens.

Tableau n°19 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST02A)

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

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

- **Algues (variation saisonnière) :**

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

- **Présence de cyanobactéries** mais leur recouvrement reste en très faible proportion
- **Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) :**

- Présence nouvelle de 3 espèces d'échinodermes (Astérie : *Nardoa gomophia* sp., Echinide : *Diadema setosum* ; Holothuria : *Stichopus variegatus*)
- Présence nouvelle de 1 genre d'alcyonaire (*Nephthea*) et une espèce de spongiaire (*Leucetta chagosensis*)

4.2.2.2 Benthos Transect 02 B

4.2.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST02B)

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

Tableau n°20 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST02B)

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	14	5
Agaraciidae	6	3
Astrocoeniidae	2	2
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	3	3
Faviidae	11	4
Fungiidae	3	3
Merulinidae	5	4
Mussidae	5	2
Oculinidae	2	4
Pectiniidae	6	2
Pocilloporidae	3	2
Poritidae	3	2
Siderastreidae	4	2
Total scléractiniaire	**67**	
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	3	3
Tubiporidae	0	0
Gorgone	0	0
Antipathaire	0	0
Total coraux	**70**	/

Comme pour le niveau supérieur, les espèces inféodées à ce milieu sont adaptées aux conditions turbides (faible pénétration de la lumière dans l'eau) par une croissance rapide et/ou grands polypes pour se dégager de la sédimentation. Cependant, le transect est positionné en bas de pente sédimentaire et le taux de sédimentation est plus important que pour le niveau supérieur. Le recouvrement corallien est plus faible et les colonies sont majoritairement de plus petite taille. Cependant une grande colonie de *Coscinaraea columna* de 3 m de diamètre s'épanouie dans cet environnement chargé de particules terrigènes.

A noter, la présence d'espèces caractéristiques des milieux turbides : *Blastomussa merleti, Anacropora* sp., *Hydnophora rigida, Lithophyllum edwardsi, Cyphastrea japonica, Porites cylindrica, Pavona cactus, Turbinaria mesenterina, T. stellulata, Stylocoeniella armata* et *S. guentheri.*
Les espèces *Mycedium elephantotus, Leptoseris foliosa, L. mycetoseroides* et *L. yabei* sont logées dans des cavités ou bien des surplombs pour être protégées de la sédimentation.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

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

- Recrutement : 3 nouvelles espèces coralliennes juvéniles (*Echinophyllia aspera, Galaxea paucisepta* et *Leptoseris tubulifera*)
- Mortalité de 1 espèce (*Goniastrea pectinata*)

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

4.2.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST02B)

Les macrophytes et des invertébrés sont également bien adaptés à la forte sédimentation. Leur recouvrement est important et ils colonisent tous les types de substrat.
Les algues brunes *Lobophora variegata* abondent sur tous les substrats durs et les algues vertes du genre *Halimeda* sont dispersées par thalles sur la roche et l'espèce *H. gigas* croit directement dans la vase (macrophyte à bulbe).
Le recrutement en *Sarcophyton* est très important, les spécimens de petite taille se répartissant abondamment et recouvrant en masse les roches et les débris coralliens.
Les échinodermes ne sont pas très diversifiés, aucune astérie ni crinoide n'a été inventoriée, seules les holothuries de l'espèce *Holothuria flovomaculata* sillonnent les substrats vaseux et les débris coralliens.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

- **Algues :** aucune variation saisonnière
- **Présence de cyanobactéries** mais leur recouvrement reste en très faible proportion
- **Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) :**

- Présence nouvelle de 2 espèces d'échinodermes (Astérie : *Nardoa gomophia* sp., Echinide : *Diadema setosum*)
- Absence d'une espèce d'ascidie (*Clavelina detorta*)

Tableau n°21 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST02B)

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

4.2.3 Les poissons (ST02)

La liste des espèces observées[5] sur les transects et les résultats bruts sont fournis dans le tableau 22.

Tableau n°22 : Données sur les poissons (ST02)

Creek baie nord ST02		Transect A			Transect B			Station Total		
									Moyenne	
Fam	**Espèces**	**Nb**	**Dens**	**Biom**	**Nb**	**Dens**	**Biom**	**Nb**	**Dens**	**Biom**
Cha	*Chaetodon lunula*	2	0,03	0,25	2	0,03	0,38	4	0,03	0,32
Cha	*Chaetodon melannotus*	1	0,01	0,29	2	0,03	0,31	3	0,02	0,31
Cha	*Chaetodon plebeius*				2	0,03	0,25	2	0,03	0,25
Epi	*Anyperodon leucogrammicus*	2	0,03	1,45				2	0,03	0,72
Epi	*Plectropomus leopardus*	2	0,03	62,42				2	0,03	31,21
Lab	*Cheilinus trilobatus*	1	0,01	0,81				1	0,01	0,40
Lab	*Hemigymnus melapterus*	1	0,01	1,92	1	0,01	1,92	2	0,01	1,92
Nem	*Scolopsis bilineatus*	7	0,09	6,04				7	0,09	6,04
Pom	*Chrysiptera rollandi*	15	0,19	0,04	17	0,21	0,02	32	0,20	0,03
Sca	*Chlorurus sordidus*				5	0,06	1,32	5	0,06	1,32
Sca	*Scarus flavipectoralis*	3	0,04	11,90	4	0,05	22,18	7	0,05	17,10
Sig	*Siganus puellus*	2	0,03	0,82				2	0,03	0,82
Sig	*Siganus vulpinus*	2	0,03	0,47				2	0,03	0,47
Total		**38**	**0,48**	**86,39**	**33**	**0,41**	**26,41**	**71**	**0,61**	**60,95**
Biodiversité		11			7			13		
Indice de Shannon =		2,830								
Equitabilité =		0,765								

Sur l'ensemble des transects de la station, 71 individus appartenant à 13 espèces différentes (figure 12) ont pu être observés. Ils représentent une densité de 0.61 poisson/m² pour une biomasse de 60.95 g/m².
24 espèces supplémentaires (e.g. hors des transects et hors liste restreinte [*en bleu*]) ont été observées sur la station (cf. tableau 23).

Tableau n°23 : Liste des espèces complémentaires (ST02)

Creek baie nord ST02					
Fam	**Espèces**	**Fam**	**Espèces**	**Fam**	**Espèces**
Aca	*Acanthurus blochii*	Epi	*Epinephelus ongus*	Mul	*Parupeneus ciliatus*
Aca	*Zebrasoma veliferum*	Gob	*Valenciennea decora*	Ple	*Assessor macneilli*
Ble	*Ecsenius bicolor*	Hae	*Plectorhinchus pictum*	Pom	*Amblyglyphidodon curacao*
Cha	*Chaetodon auriga*	Lab	*Anampses meleagrides*	Pom	*Chromis margaritifer*
Cha	*Chaetodon baronessa*	Lab	*Choerodon fasciatus*	Pom	*Neoglyphidodon nigroris*
Cha	*Chaetodon bennetti*	Lab	*Halichoeres argus*	Pom	*Neopomacentrus nemurus*
Cha	*Chaetodon flavirostris*	Lab	*Thalassoma lunare*	Pom	*Pomacentrus chrysurus*
Cha	*Heniochus acuminatus*	Lut	*Lutjanus fulvus*	Sca	*Scarus rubroviolaceus*

Le nombre d'espèces pour chaque famille depuis 2007 est donné dans le tableau 24 et spécifiquement pour la campagne de mars 2011 sur la figure 12.

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

Tableau n°24 : Nombre d'espèces par famille ichtyologique de 2007 à 2011 (ST02)

Familles	Creek baie nord ST02					
	2007	2008	2009	2010 a	2010 b	2011 a
Acanthuridae	1	2				
Blenniidae			1		1	
Chaetodontidae	1	2	1	2	2	**3**
Dasyatidae						
Epinephelinae	1	2	2	1	1	**2**
Haemulidae		1				
Labridae	1	1	1	2		**2**
Nemipteridae		1	1	1		**1**
Pomacentridae	1	3	3	3	3	**1**
Scaridae	1			1	1	**2**
Siganidae						**2**
Total espèce	**6**	**12**	**9**	**10**	**8**	**7**
Total familles	**6**	**7**	**6**	**6**	**6**	**8**

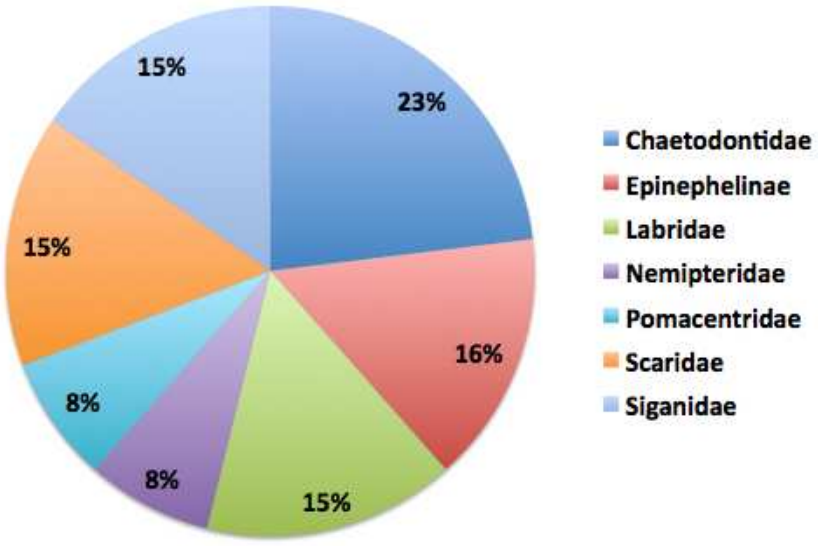


Figure n°12 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST02)

Si la comparaison du nombre d'espèces par famille entre les années 2007 - 2011 est effectuée (cf. tableau 25), sous l'angle de vue de ce critère les six campagnes sont similaires.

Tableau n°25 : Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille », 2007 à 2011 (ST02)

Test $\chi 2$	ddl	Seuil de tolérance à 0,95
40.05	45	61.66

Le récapitulatif des résultats en terme de :

- d'abondance (nombre d'individus, transects/liste restreinte),
- de densité (en poisson/m², transects/liste restreinte),
- de biomasse (en g/m², transects/liste restreinte),

- de biodiversité 1 (espèces observées sur les transects et de la liste restreinte),
- de biodiversité 2 (espèces observées sur la station (transects + complémentaires) et de la liste restreinte),
- de biodiversité 3 (toutes les espèces observées sur la station (transects + complémentaires / liste non restreinte)),

pour toutes les campagnes depuis 2007 sont présentés dans le tableau 26 et la figure 13.

Tableau n°26 : Synopsis des résultats 2011 et récapitulatif des années précédentes (ST02)

Creek baie nord ST02		Liste DENV					Toutes espèces
		Transect TLV				Station	Station
		Nb. ind.	Densité	Biom. g/m^2	Biodiv.	Biodiv.	Biodiv.
2011 a	Transect A	38	0,48	86,39	11		
	Transect B	33	0,41	26,41	7		
	Moy. AB	35,50	0,45	56,40	13	27	38
2010 b	Moy. AB	45	1,41	4,23	8	39	51
2010 a	Moy. AB	33,50	1,68	6,71	10	33	47
2009	Moy. AB	29,50	1,49	6,73	9	13	34
2008	Moy. AB	35,50	1,76	26,05	12	19	30
2007	Moy. AB	33,50	1,12	5,46	6	23	33

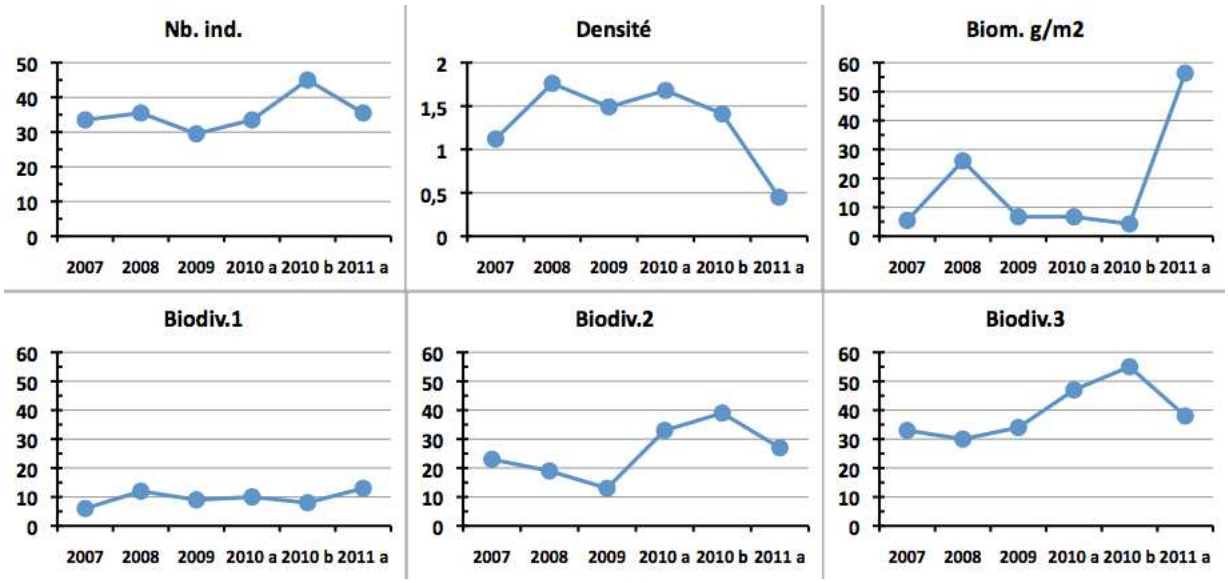


Figure n°13 : Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST02)

4.3 Station 03 = Port

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

Description générale

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

Le haut de la pente récifale (entre 3 et 6 m de profondeur) est composé de vase sur laquelle se développe des massifs coralliens épars et des *Halimeda gigas*. Ces blocs coralliens sont dispersés de manières hétérogènes et sont recouverts principalement par des algues brunes et de petites colonies coralliennes. Puis, à partir de 6 m de profondeur jusqu'en bas de pente, la pente récifale devient plus inclinée et le dépôt sédimentaire est de plus en plus important avec la profondeur. Le développement corallien va être en relation avec ce facteur limitant. Les colonies vont être de plus en plus petites avec la profondeur et les coraux branchus et les coraux à longs polypes vont se développer préférentiellement.
Pour les coraux branchus, la croissance est plus rapide que l'envasement, les colonies ne sont jamais recouvertes. Pour les coraux à longs polypes, les colonies coralliennes peuvent se dégager des dépôts vaseux par l'intermédiaire de leurs longs polypes.

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

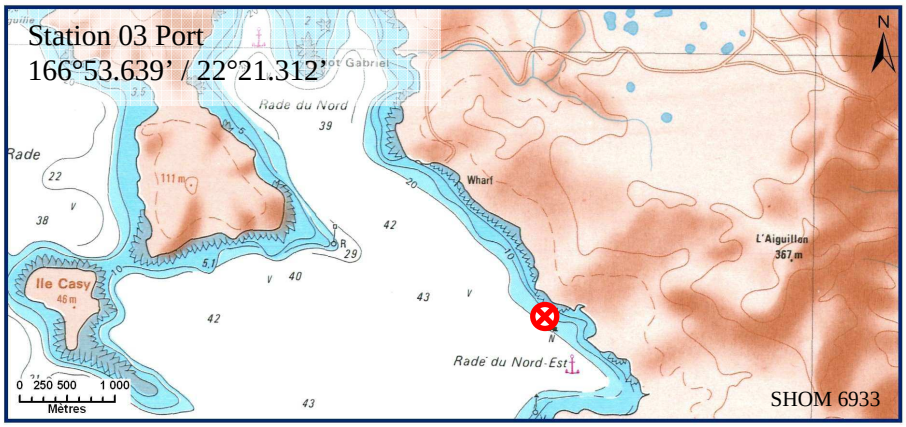
Caractéristiques principales

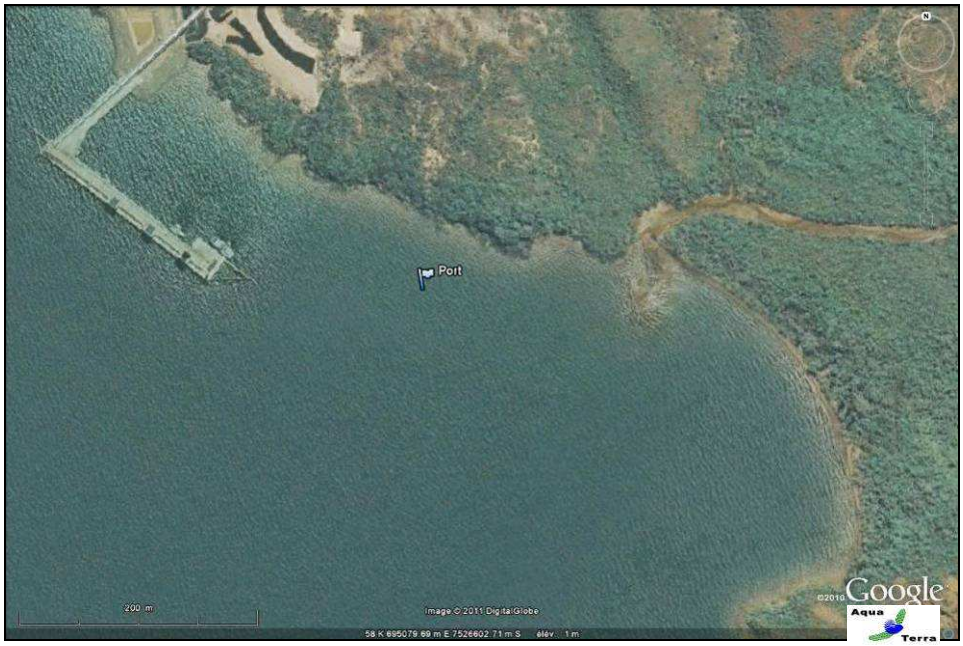
- Originalité des espèces coralliennes adaptées à un milieu turbide.
- Présence en grand nombre de *Alveopora* spp., *Alveopora catalai*, *Goniopora* spp. et *Acropora* sp. à mi pente.

Variations entre septembre 2010 et mars 2011

- Richesse spécifique des coraux en très légère augmentation.
- Blanchissement corallien au transect A (8 espèces concernées).
- Recrutement corallien plus modéré que lors des autres missions.
- Peu de mortalité corallienne.
- Présence de *Culcita novaeguineae* (alternance cyclique de cette étoile de mer en coussin prédatrice des coraux).
- Diminution du recouvrement des cyanobactéries sur les trois transects.

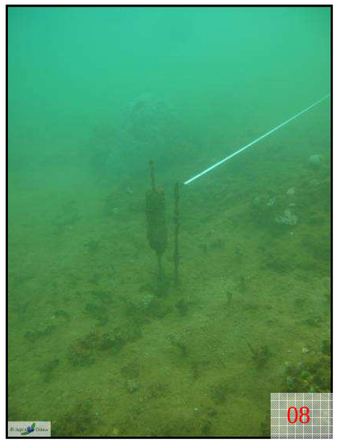
Photo n°09 : Vue aérienne par rapport aux structures portuaires (ST03)

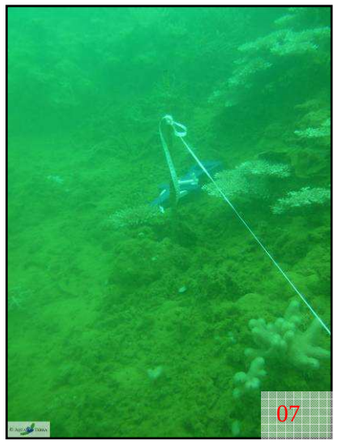


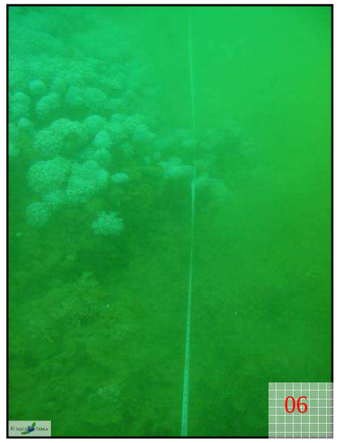


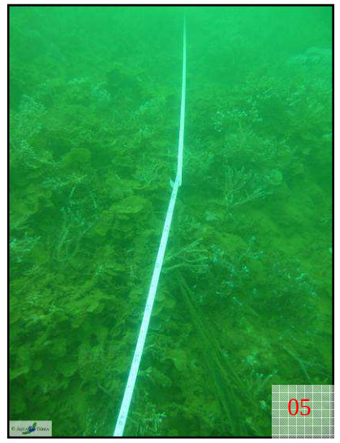
Carte n°05 : Localisation de la station 03 (Port)

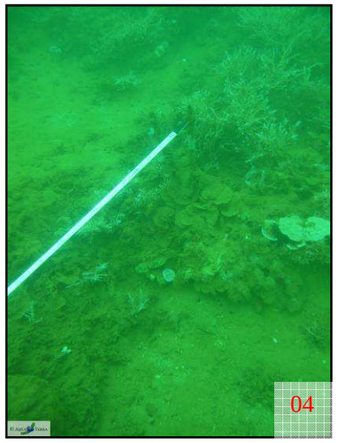
Photo n°010 : Position en surface par rapport aux structures portuaires (ST03)

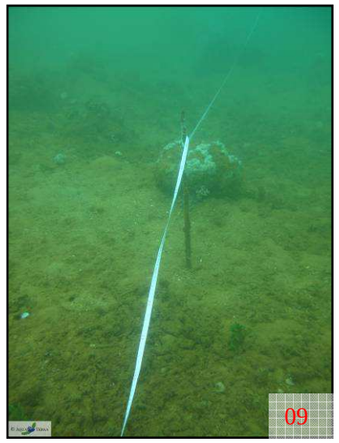


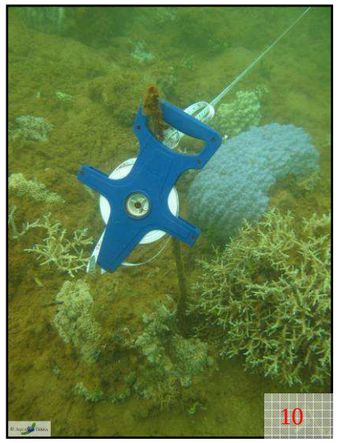


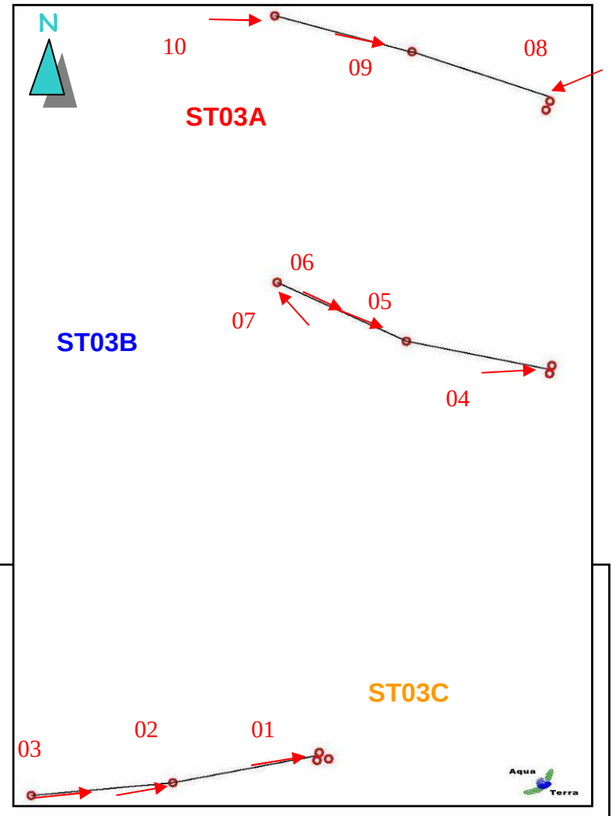


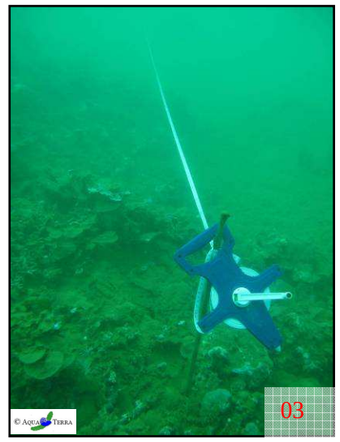


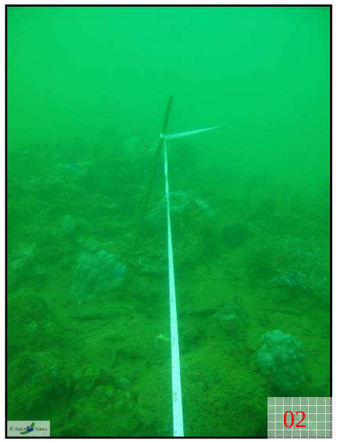


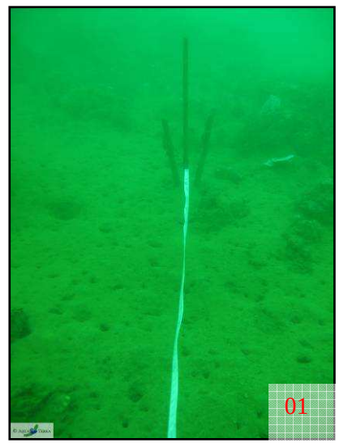












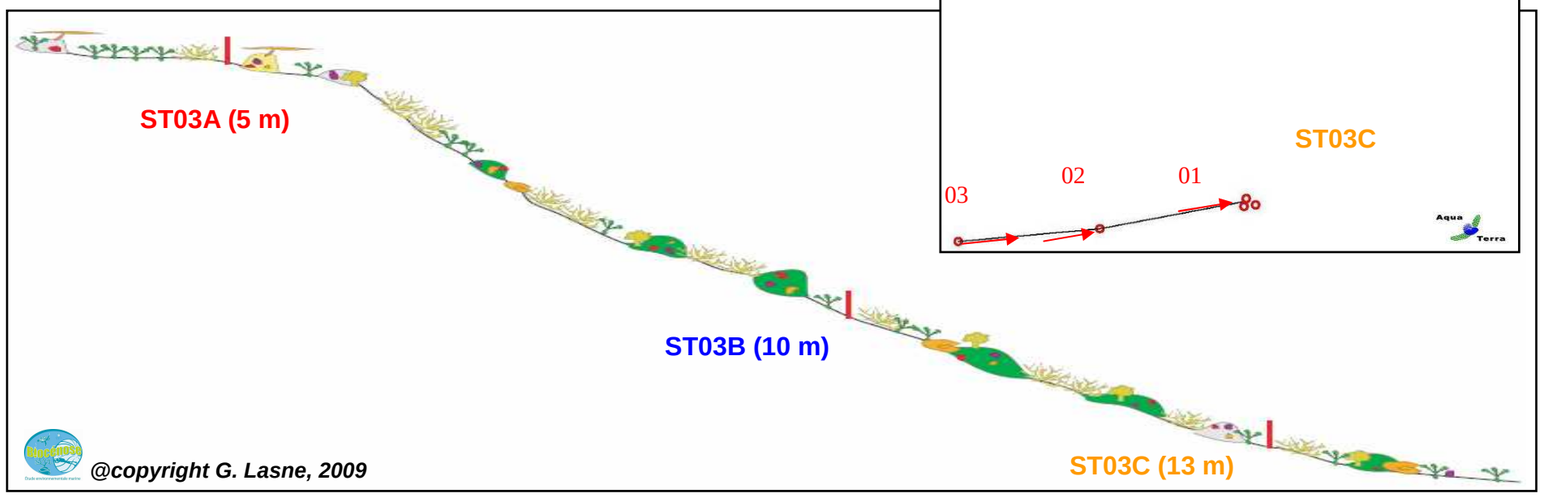


Figure n°14 : Schéma structural, plan et photographies de la ST03

4.3.1 Le substrat (ST03)

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la figure 15 pour le transect A, dans la figure 16 pour le transect B et dans la figure 17 pour le transect C.

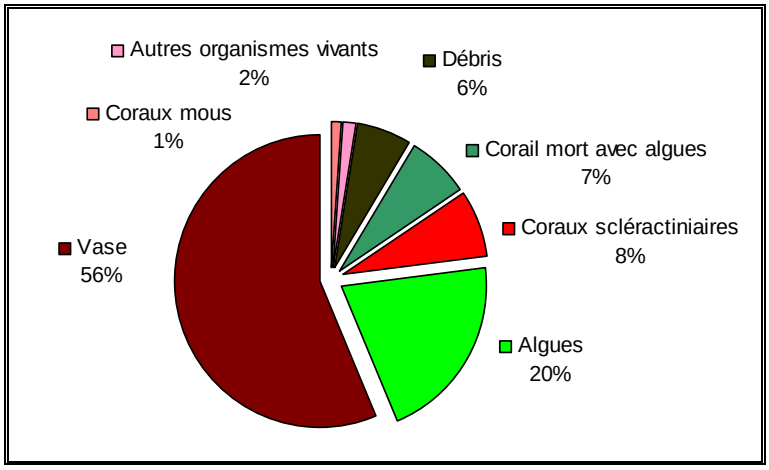


Figure n°15 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST03A

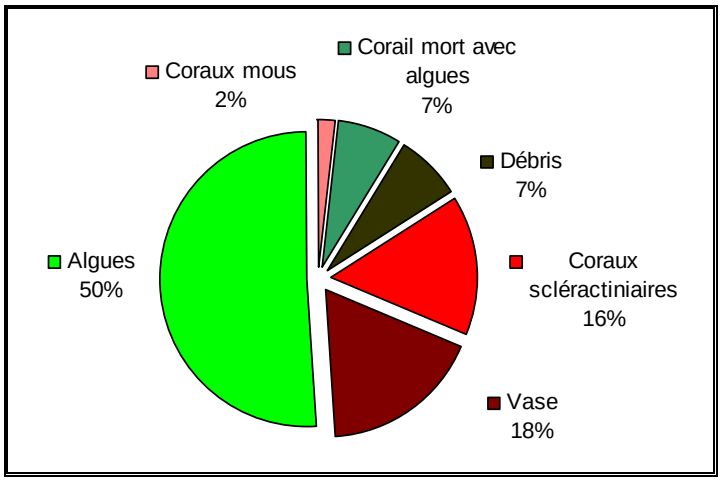


Figure n°16 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST03B

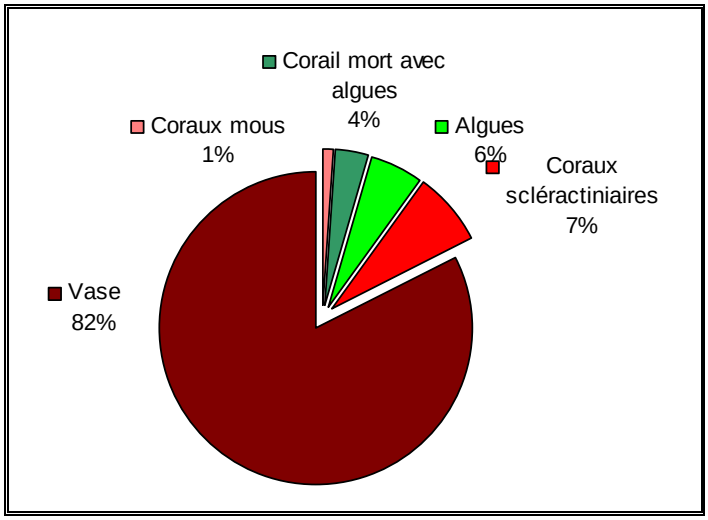


Figure n°17 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST03C

Le transect C est stable, avec une dominance de l'abiotique (vase) à hauteur de 82.5%.
Pour cette mission on peut observer une explosion algale sur les 2 tansects supérieurs (et surtout en B), avec + 17.5% (en A) et + 43% (en B) par rapport à la mission de septembre 2010, ce qui augmente significativement la part biotique. A noter, l'absence totale de cynaobactéries sur les 3 transects.

Pour répondre à une problématique liée au projet, depuis 2007, il n'est pas mis en évidence un envasement accru de la zone. Ainsi le recouvrement en vase paraît stable (cf. figure 18), même si à certaine campagne (2009 et pour cette mission) il était bas, notamment aux transects A et B : cela est en fait dû aux variations saisonnières des algues (cf. figure 19), dont le développement peut être important et de fait elles recouvrent le substrat. Ainsi les deux courbes sont symétriquement inversées.

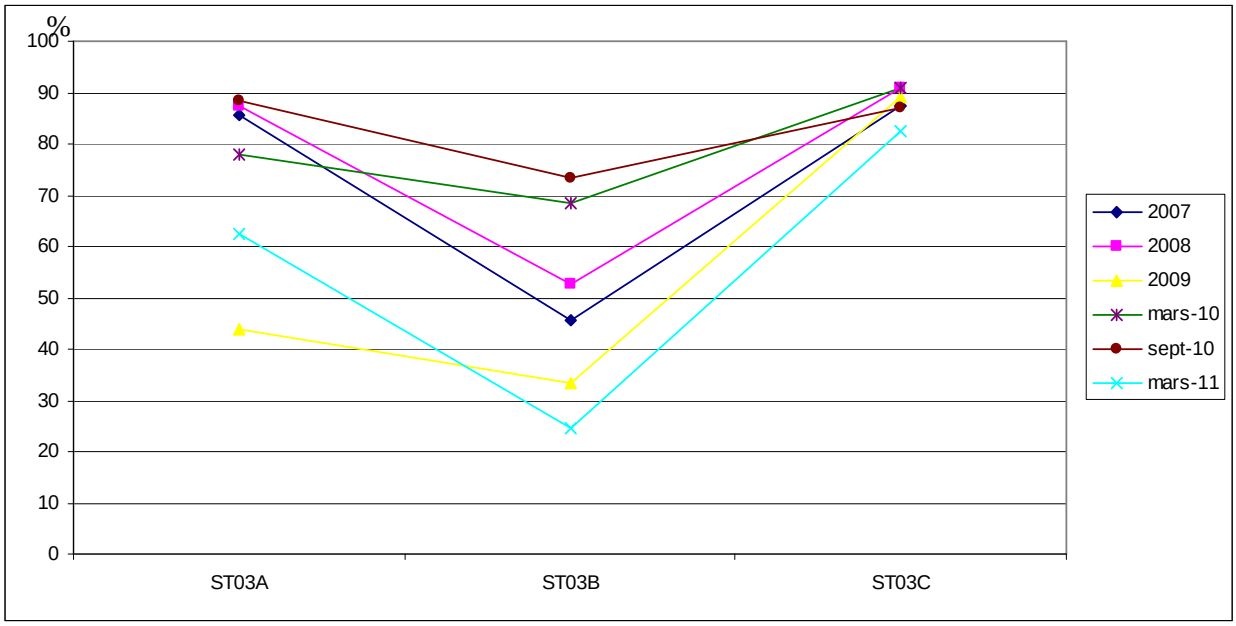


Figure n°18 : Evolution du recouvrement (en %) du substrat (partie abiotique) (ST03) depuis 2007

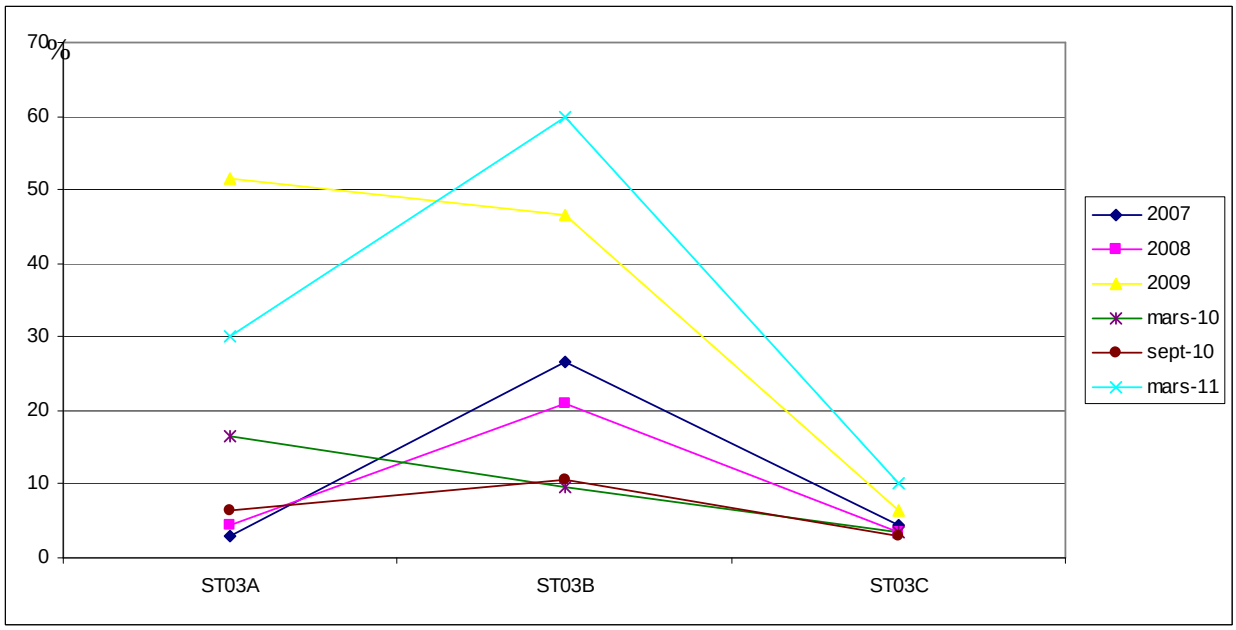


Figure n°19 : Evolution du recouvrement (en %) du substrat par la classe « Macrophytes et invertébrés » (ST03) depuis 2007

4.3.2 Le benthos (ST03)

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

4.3.2.1 Benthos Transect 03 A

4.3.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST03A)

Le recouvrement des scléractiniaires n'est pas important pour ce niveau bathymétrique. Le développement et l'installation des espèces doivent être limités par les résurgences et l'apport de la rivière d'eau douce.
Les colonies d'*Acropora, Palauastrea ramosa* et de *Porites* sont de taille penta-décimétrique à métrique et les autres espèces ont une croissance plus réduite (*Pectinia paeonia, Acanthastrea echinata, Porites nigrescens, Cyphastrea japonica, Goniopora* et *Alveopora* sp.).
La richesse spécifique de ce niveau bathymétrique est de 48 espèces coralliennes dont une espèce de Tubiporidae (*Tubipora musica*) et une espèce de *Millepora* (branchu). Les familles scléractiniaires (46 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (9 taxons), les Faviidae (9 taxons), les Poritidae (6 taxons), les Mussidae (6 taxons), les Pocilloporidae (3 taxons), les Agaraciidae (3 taxons) et les Fungiidae (3 taxons).

Tableau n°27 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST03A)

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	9	5
Agaraciidae	3	2
Astrocoeniidae	1	2
Caryophyllidae	1	1
Dendrophyllidae	0	0
Faviidae	9	3
Fungiidae	3	3
Merulinidae	1	3
Mussidae	6	2
Oculinidae	2	3
Pectiniidae	2	2
Pocilloporidae	3	3
Poritidae	6	3
Siderastreidae	0	0
Total scléractiniaire	**46**	/
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	1	2
Tubiporidae	0	0
Gorgone	1	2
Antipathaire	0	0
Total coraux	**48**	/

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

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

- Recrutement : 1 nouvelle espèce (*Millepora* branchu)

- **Variation d'abondance :**

- Légère diminution pour l'espèce *Galaxea astreata*
- Augmentation de l'abondance d'*Echinopora gemmacea*

- **Blanchissement corallien rare** observé sur 7 espèces : *Acropora* sp.1 (branchu), *Montipora* sp.1, *Pachyseris speciosa*, *Barabattoia amicorum*, *Lobophyllia pachysepta*, *Seriatopora histrix*, *Porites* sp. Les colonies de l'espèce *Pectinia* sp. ont réintégré leurs zooxanthelles

4.3.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST03A)

La prédominance des algues et des spongiaires est à la défaveur des colonies coralliennes qui présentent un faible recouvrement sous ce transect.
Les algues vertes du genre *Halimeda* sont dispersées par thalles sur la roche et l'espèce *H. gigas* croit directement à même la vase (macrophyte à bulbe). Le recouvrement en algues brunes (*Lobophora variegata*) a légèrement diminué, elles colonisent les parties dures comme les débris et les massifs coralliens.
Les spongiaires *Spheciospongia vagabunda* se développent sur de nombreux types de substrats (débris, débris envasés, roches, massifs coralliens). Les blocs coralliens sont colonisés par quelques spongiaires perforantes (*Cliona jullienei* et *C. orientalis*). Une colonie de *Porites* se fait recouvrir progressivement par *Cliona jullienei*.

Tableau n°28 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST03A)

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	5	3
Algue brune	3	4
Algue rouge	1	3
Algue verte	2	3
Cyanobactéries	1	1
Anémone	0	0
Ascidie	1	2
Bryozoaire	0	0
Astérie	1	2
Crinoïde	0	0
Echinide	1	1
Holothurie	2	2
Hydraire	0	0
Mollusque	3	2
Spongiaire	3	4
Zoanthaire	0	0
TOTAL	**23**	/

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

- **Algues (variation saisonnière) :** légère diminution du recouvrement des *Halimeda* sp.
- **Présence de cyanobactéries :** Leur développement est rare (nette diminution depuis la dernière mission) et concentré sur les substrats vaseux (pas d'incidence sur les algues)
- **Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) :**

- Présence nouvelle de 2 espèces d'échinodermes (Echinide : *Diadema savignyi ;* Holothurie : *H.*

fuscopunctata)
- Présence nouvelle de 1 genre d'alcyonaire (*Dendronephthya*)
- Absence d'une espèce d'échinide (*Diadema setosum*) et d'holothurie (*H. flovomaculata*)
- Absence de *Culcita novaeguinea* (observation cyclique)

4.3.2.2 Benthos Transect 03 B

4.3.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST03B)

La richesse spécifique de ce niveau bathymétrique est de espèces coralliennes dont une espèce de *Millepora* (branchu). Les familles scléractiniaires (50 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (14 taxons), les Agariciidae (8 taxons), les Faviidae (7 taxons), les Poritidae (6 taxons) et les Fungiidae (4 taxons).

Les coraux colonisant cette partie de pente sont caractérisés par leur croissance rapide (Acroporidae) ou bien la grandeur de leurs polypes (Poritidae *Alveopora* spp., *A. Catalai* et *Goniopora* spp.). Ces caractéristiques leur permettent de s'affranchir du taux de sédimentation important. Les coraux branchus et à longs polypes s'édifient sur les anciennes générations coralliennes formant à nouveau des massifs plus ou moins denses.
A noter la présence de *Anacropora* sp., *Pachyseris rugosa*, *Caulastrea furcata*, *Cyphastrea japonica*, *Astreopora*, *Leptoseris scabra*, *Leptoseris gardineri*, *Porites nigrescens* et *Porites cylindrica.*

Tableau n°29 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST03B)

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	14	5
Agaraciidae	8	3
Astrocoeniidae	2	2
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	0	0
Faviidae	7	3
Fungiidae	4	3
Merulinidae	2	2
Mussidae	2	1
Oculinidae	1	1
Pectiniidae	0	0
Pocilloporidae	2	2
Poritidae	6	5
Siderastreidae	1	1
Total scléractiniaire	**49**	
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	1	2
Tubiporidae	0	0
Gorgone	0	0
Antipathaire	0	0
Total coraux	**50**	/

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

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

- Recrutement : 1 espèce corallienne (*Millepora* branchu)

- **Variation d'abondance :**

- Légère diminution pour les espèces *Pocillopora damicornis* et *Alveopora catalai*
- Augmentation de l'espèce *Echinopora gemmacea*

- **Pas de blanchissement corallien observé**

4.3.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST03B)

Les macrophytes, les alcyonaires et les spongiaires colonisent les substrats durs comme les débris coralliens, les anciennes générations de coraux morts et les blocs rocheux.
Les macrophytes présentent un recouvrement important : les algues brunes (*Lobophora variegata*) représentent la majorité du recouvrement algal et colonisent les blocs et les débris coralliens ainsi que les colonies coralliennes branchues. Le genre *Halimeda* se développe également dans les coraux branchus ainsi que le genre *Dictyota* en faible proportion.
Les algues rouges (*Amphiroa* et une algue calcaire indéterminée) sont toujours disséminées à travers les débris et la dalle.
Les alcyonaires (*Sarcophyton et Sinularia*) se développent sur les coraux morts et les débris coralliens enfouis ou non dans la vase.

Tableau n°30 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST03B)

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	3	3
Algue brune	2	5
Algue rouge	1	4
Algue verte	2	2
Cyanobactéries	1	2
Anémone	0	0
Ascidie	0	0
Bryozoaire	0	0
Astérie	1	1
Crinoïde	0	0
Echinide	0	0
Holothurie	1	2
Hydraire	0	0
Mollusque	2	2
Spongiaire	2	3
Zoanthaire	0	0
TOTAL	**15**	/

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

- **Algues (variation saisonnière) :** pas d'évolution notable
- **Présence de cyanobactéries** : Leur développement est rare (nette diminution depuis la dernière mission) et concentré sur les substrats vaseux (pas d'incidence sur les algues)
- **Invertébrés (mobilité et variation saisonnière)** :

- Présence nouvelle de 2 espèces de mollusques (*Pteria* sp. et *Isognomon isognomon*)
- Absence d'une espèce d'échinide (*Diadema setosum*)

- Présence de *Culcita novaeguinea*. Cette observation est cyclique et aucune dégradation n'a été corrélée

4.3.2.3 Benthos Transect 03 C

4.3.2.3.1 Les Scléractiniaires (ST03C)

La richesse spécifique de ce niveau bathymétrique est de 54 espèces coralliennes dont une espèce de *Millepora* (encroûtant). Les familles scléractiniaires (53 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Agariciidae (9 taxons), les Faviidae (8 taxons), les Acroporidae (8 taxons), les Poritidae (5 taxons), les Fungiidae (5 taxons), les Pectinidae (4 taxons) et les Mussidae (4 taxons).

Tableau n°31 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST03C)

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	8	5
Agaraciidae	9	3
Astrocoeniidae	2	5
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	2	2
Faviidae	8	4
Fungiidae	5	3
Merulinidae	2	3
Mussidae	4	2
Oculinidae	2	3
Pectiniidae	4	5
Pocilloporidae	1	3
Poritidae	5	5
Siderastreidae	1	2
Total scléractiniaire	**53**	/
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	1	2
Tubiporidae	0	0
Gorgone	0	0
Antipathaire	0	0
Total coraux	**54**	/

Les coraux sont adaptés aux conditions turbides (adaptations à la faible pénétration de la lumière dans l'eau, croissance rapide et/ou grands polypes pour se dégager de la sédimentation). L'envasement est de plus en plus important en bas de pente. Les paramètres environnementaux vont être déterminant pour l'édification corallienne (seuil de tolérance et spécification corallienne).
La famille des Agariciidae est particulièrement diversifiée mais les colonies ont une abondance modérée. Ces espèces sont typiques des milieux turbides : on note la présence de *Leptoseris gardineri, L. scabra, L. foliosa, L. mycetoceroides, L. tubulifera, Pachyseris rugosa, P. speciosa.*
D'autres espèces typiques des milieux turbides se développent comme *Cyphastrea japonica* et *Acropora* branchus, ainsi que des colonies de petite taille comme *Cantharellus noumeae, Pavona varians, Stylocoeniella guentheri* et *S. armata.* Les coraux adoptent également des formes particulières car ils

encroûtent des galeries de vers (*Astreopora* sp., *A. explanata, Galaxea fascicularis, G. astreata* et *Psammocora profundacella).*

La mortalité corallienne est induite par l'hyper sédimentation : la taille des colonies est réduite et le nombre de débris coralliens et de colonies mortes en place est très important. Cependant le taux de renouvellement (recrutement) reste conséquent au regard du nombre des colonies juvéniles.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

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

- Recrutement : 4 espèces coralliennes (*Leptoseris yabei, Cycloseris sinensis, Galaxea paucisepta, Millepora* encroutant*)*

- **Variation d'abondance :** légère augmentation des espèces *Leptoseris foliosa, Cantharellus noumeae, Lithophyllum mokai*
- **Pas de blanchissement corallien observé**

4.3.2.3.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST03C)

Les algues couvrent la plus grande surface des groupes biotiques et elles résistent à la sédimentation bien qu'elles soient recouvertes par une fine couche de sédiment. Les algues brunes (*Lobophora variegata*) sont les mieux développées, elles colonisent tous les substrats durs. Les algues vertes (*Halimeda* spp) ont un taux de recouvrement plus faible que pour les niveaux bathymétriques supérieurs. Elles se développent sur les substrats durs (par thalles) et dans la vase (bulbes).

Tableau n°32 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST03C)

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	5	5
Algue brune	2	5
Algue rouge	1	2
Algue verte	2	2
Cyanobactéries	1	1
Anémone	1	2
Ascidie	0	0
Bryozoaire	0	0
Astérie	3	2
Crinoïde	0	0
Echinide	1	2
Holothurie	1	2
Hydraire	0	0
Mollusque	3	2
Spongiaire	3	3
Zoanthaire	0	0
TOTAL	**23**	/

Les alcyonaires des genres *Sarcophyton* et *Sinularia* se développent peu à cette profondeur car ils manquent de substrat dur pour se fixer. Ils s'édifient sur les débris coralliens enfouis dans la vase.
On retrouve des espèces adaptées au milieu turbide comme les astéries (*Celerina heffernani* et *Fromia monilis* recensée à nouveau*),* l'holothurie *(Holothuria flovomaculata),* les mollusques (*Isognomon isognomon, Athrina* sp.), les éponges (*Hamigera strongylata, Cliona orientalis* et *C. jullienei)* et les

anémones *(Discosoma* sp.).

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

- **Algues (variation saisonnière)** : Légère augmentation de recouvrement de l'algue brune *Dictyota* sp.
- **Présence de cyanobactéries** : Leur développement est rare (diminution depuis la dernière mission) et concentré sur les substrats vaseux et sur les algues brunes *Lobophora variegata* (pas d'incidence sur les algues)
- **Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) :**

- Présence nouvelle de 1 espèce de mollusque (*Pteria* sp.).
- Présence de *Culcita novaeguinea*. Cette observation est cyclique et aucune dégradation n'a été corrélée

4.3.3 Les poissons (ST03)

La liste des espèces observées[6] sur les transects et les résultats bruts sont fournis dans le tableau 33.

Tableau n°33 : Données sur les poissons (ST03)

Port ST03		Transect A			Transect B			Transect C			Station Total	Station Moyenne	
Fam	**Espèces**	**Nb**	**Dens**	**Biom**	**Nb**	**Dens**	**Biom**	**Nb**	**Dens**	**Biom**	**Nb**	**Dens**	**Biom**
Ble	*Ecsenius bicolor*	2	0,03	0,02	1	0,01	0,01				3	0,02	0,01
Cae	*Caesio caerulaurea*				50	0,63	26,84				50	0,21	9,02
Cae	*Caesio cuning*				25	0,31	7,50				25	0,11	2,50
Cae	*Paracaesio digramma*				25	0,31	13,42				25	0,11	4,52
Cha	*Chaetodon melannotus*	2	0,03	0,37	2	0,03	0,38				4	0,03	0,24
Cha	*Chaetodon plebeius*				2	0,03	0,52				2	0,01	0,18
Epi	*Cephalopholis boenak*				3	0,04	0,24	2	0,03	0,38	5	0,02	0,21
Epi	*Plectropomus laevis*				2	0,03	2,41				2	0,01	0,82
Lab	*Cheilinus trilobatus*				1	0,01	0,80				1	0,01	0,09
Nem	*Scolopsis bilineatus*				5	0,06	1,17				5	0,02	0,40
Pom	*Amblyglyphidodon curacao*				6	0,08	0,67				6	0,03	0,23
Pom	*Chrysiptera rollandi*	10	0,13	0,10	7	0,09	0,07	10	0,13	0,10	27	0,12	0,09
Pom	*Neopomacentrus azysron*							20	0,25	0,47	20	0,09	0,16
Pom	*Pomacentrus moluccensis*	12	0,15	0,12							12	0,05	0,04
Sca	*Scarus flavipectoralis*	4	0,05	1,81							4	0,02	0,61
Tet	*Canthigaster valentini*				1	0,01	0,02				1	0,00	0,01
Total		**30**	**0,38**	**2,42**	**130**	**1,63**	**54,04**	**32**	**0,40**	**0,95**	**192**	**0,86**	**19,13**
Biodiversité		5			13			3			16		
Indice de Shannon =		3,232											
Equitabilité =		0,808											

Sur l'ensemble des transects de la station, 192 individus appartenant à 16 espèces différentes (figure 20) ont pu être observés. Ils représentent une densité de 0.86 poisson/m² pour une biomasse de 19.13 g/m².
64 espèces supplémentaires (e.g. hors des transects et hors liste restreinte [*en bleu*]) ont été observées sur la station (cf. tableau 34).

Tableau n°34 : Liste des espèces complémentaires (ST03)

Port ST03					
Fam	**Espèces**	**Fam**	**Espèces**	**Fam**	**Espèces**
Aca	*Acanthurus blochii*	Epi	*Epinephelus howlandi*	Pin	*Parapercis xanthozona*
Aca	*Naso unicornis*	Epi	*Plectropomus laevis*	Pom	*Abudefduf sexfasciatus*
Aca	*Zebrasoma veliferum*	Epi	*Plectropomus leopardus*	Pom	*Amblyglyphidodon curacao*
Apo	*Ostorhinchus cyanosoma*	Gob	*Amblygobius phalaena*	Pom	*Chromis atripectoralis*

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

Ath	*Atherinomorus lacunosus*	Gob	*Gobiodon okinawae*	Pom	*Chromis chrysura*
Bal	*Sufflamen fraenatus*	Gob	*Valenciennea puellaris*	Pom	*Chromis viridis*
Ble	*Ecsenius bicolor*	Gob	*Valenciennea strigata*	Pom	*Chromis xanthura*
Cae	*Caesio caerulaurea*	Lab	*Anampses femininus*	Pom	*Chrysiptera rollandi*
Cae	*Caesio cuning*	Lab	*Cheilinus trilobatus*	Pom	*Chrysiptera taupou*
Cae	*Paracaesio digramma*	Lab	*Choerodon graphicus*	Pom	*Dascyllus aruanus*
Cen	*Aeoliscus strigastus*	Lab	*Coris batuensis*	Pom	*Neopomacentrus azysron*
Cha	*Chaetodon baronessa*	Lab	*Halichoeres argus*	Pom	*Neopomacentrus nemurus*
Cha	*Chaetodon bennetti*	Lab	*Hemigymnus melapterus*	Pom	*Pomacentrus moluccensis*
Cha	*Chaetodon ephippium*	Lab	*Labroides dimidiatus*	Sca	*Scarus flavipectoralis*
Cha	*Chaetodon lunulatus*	Lab	*Oxycheilinus unifasciatus*	Sca	*Scarus frenatus*
Cha	*Chaetodon melannotus*	Lab	*Thalassoma lunare*	Sca	*Scarus ghobban*
Cha	*Chaetodon plebeius*	Let	*Lethrinus harak*	Sca	*Scarus spinus*
Cha	*Chaetodon speculum*	Mic	*Ptereleotris microlepsis*	Sig	*Siganus corallinus*
Cha	*Heniochus acuminatus*	Mul	*Parupeneus pleurostigma*	Sig	*Siganus puellus*
Dio	*Diodon hystrix*	Nem	*Scolopsis bilineatus*	Tet	*Canthigaster valentini*
Dus	*Spratelloides gracilis*	Ost	*Ostracion cubicus*		
Epi	*Cephalopholis boenak*	Pin	*Parapercis hexophtalma*		

Le nombre d'espèces pour chaque famille depuis 2007 est donné dans le tableau 35 et spécifiquement pour la campagne de mars 2011 sur la figure 20.

Tableau n°35 : Nombre d'espèces par famille ichtyologique de 2007 à 2011(ST03)

Familles	Port ST03					
	2007	2008	2009	2010 a	2010 b	2011 a
Acanthuridae	1	2			1	
Blenniidae	1		1	2		**1**
Caesionidae		2		1		**3**
Chaetodontidae	2	1	1			**2**
Dasyatidae						
Epinephelinae	1	1	1	2		**2**
Labridae	1				1	**1**
Mullidae					1	
Nemipteridae	1	1	1	1	1	**1**
Pomacanthidae	2					
Pomacentridae	3	4	5	4	2	**4**
Scaridae	1	2			4	**1**
Siganidae	1	1			1	
Tetraodontidae						**1**
Total espèces	**15**	**14**	**9**	**10**	**11**	**9**
Total familles	**10**	**8**	**5**	**5**	**7**	**9**

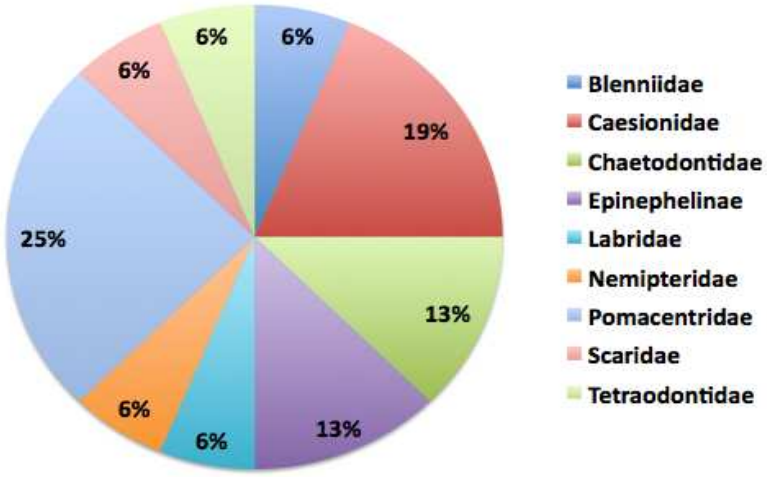


Figure n°20 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST03)

Si la comparaison du nombre d'espèces par famille entre les années 2007 - 2011 est effectuée (cf. tableau 36), sous l'angle de vue de ce critère les six campagnes sont similaires.

Tableau n°36 : Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille », 2007 à 2011 (ST03)

Test $\chi 2$	ddl	Seuil de tolérance à 0,95
72.49	65	84.82

Le récapitulatif des résultats en terme de :

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

pour toutes les campagnes depuis 2007 sont présentés dans le tableau 37 et la figure 21.

Tableau n°37 : Synopsis des résultats 2011 et récapitulatif des années précédentes (ST03)

Port ST03		Liste DENV					Toutes espèces
		Transect TLV				Station	Station
		Nb. ind.	Densité	Biom. g/m^2	Biodiv.	Biodiv.	Biodiv.
2011 a	Transect A	30	0,38	2,42	5		
	Transect B	130	1,63	54,04	13		
	Transect C	32	0,40	0,95	3		
	Moy. ABC	64,00	0,86	19,13	16	43	64
2010 b	Moy. ABC	31	0,31	1,26	11	43	64
2010 a	Moy. ABC	39,00	1,95	5,13	10	33	50
2009	Moy. ABC	60,66	3,03	4,55	9	16	39
2008	Moy. ABC	18,33	0,92	14,05	14	22	47
2007	Moy. ABC	32,30	1,59	14,73	15	19	34

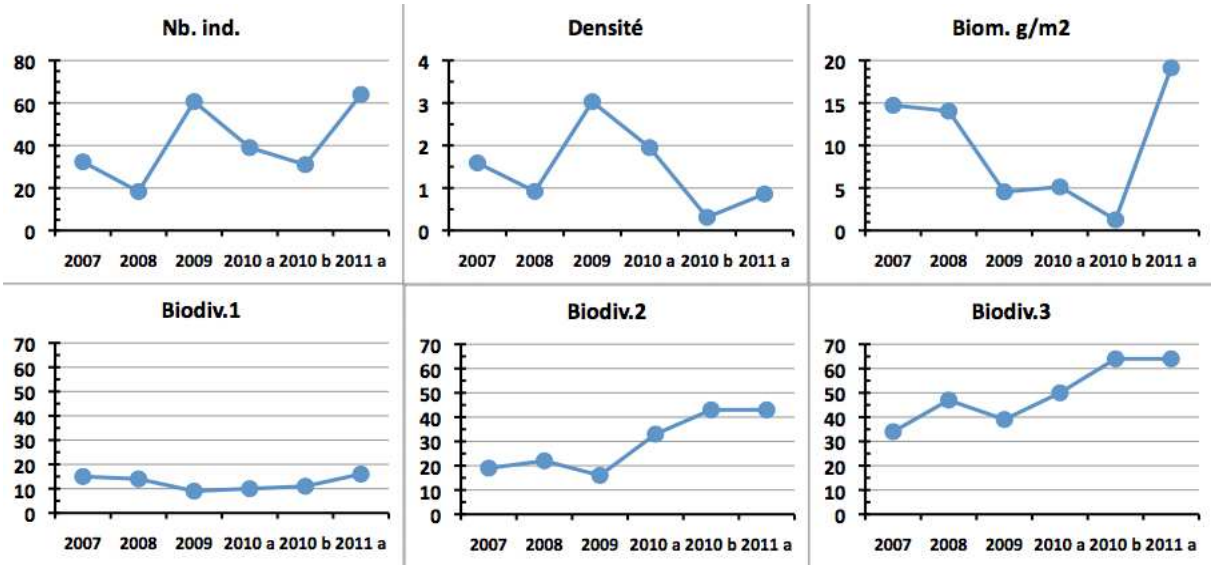


Figure n°21 : Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST03)

4.4 Station 04 = Woodin

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

Description générale

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

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

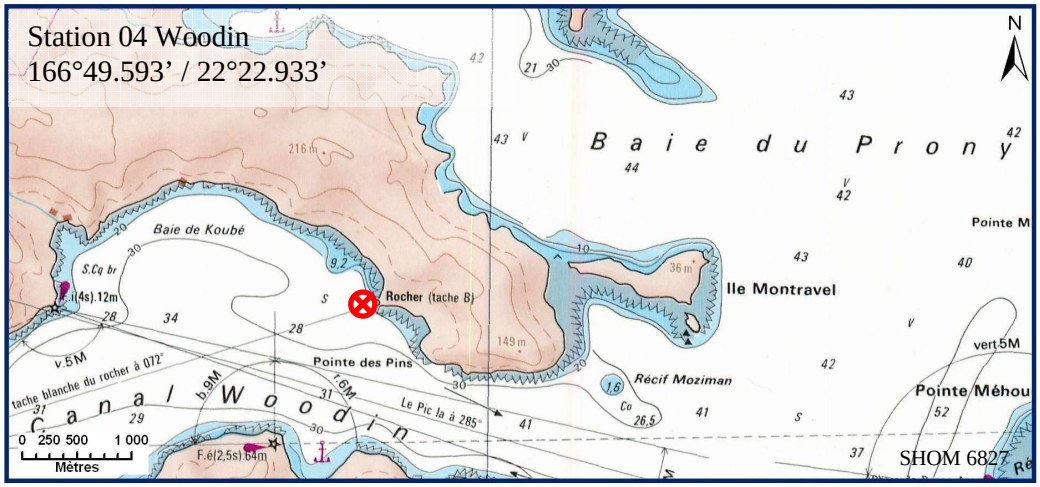
Attention : Le courant dans ce canal peut être très fort et il est impératif de se présenter à un étale pour pouvoir échantillonner cette station.

Caractéristiques principales

- La richesse spécifique des coraux diminue nettement avec la profondeur.
- Originalité des espèces benthiques adaptées à un milieu d'hydrodynamisme important (courant de marée) avec une turbidité soutenue.
- Présence en grand nombre de *Millepora*, *Seriatopora histrix* et *Tubastrea micrantha*.
- Mortalité corallienne et nombreux débris (hydrodynamisme important).
- Nécroses : quelques colonies présentent des stigmates (*Seriatopora histrix*, *Acropora* spp., *Fungia* sp., *Tubastrea micrantha* et *Montipora* sp.).
- Les colonies coralliennes de la famille des Pocilloporidae ont une croissance importante (*Seriatopora histrix* et *Pocillopora damicornis, Stylophora pistillata).*
- Conseillé de récolter les données de terrain lors de l'étale (forts courants de marée).

Variations entre septembre 2010 et mars 2011

- Recrutement important : 8 espèces nouvellement recencées au transect A et 3 espèces en B.
- Croissance importante des *Millepora*, *Seriatopora histrix* et *Tubastrea micrantha*.
- Mortalité de deux colonies d'*Oxypora* sp. (transect A).
- Blanchissement corallien modéré : 6 espèces au transect A, 3 espèces en B et 1 espèce en C.
- Développement devenu modéré de *Cymbastella cantharella* (éponge), de *Hamigera strongylata* (éponge) et de *Alcyionidium* sp. (bryozoaire).
- L'abondance des crinoïdes reste importante avec une légère diminution (transect C).
- Alcyonaires : absence du genre *Klyxum* en A et B et *Dendronephthya* en A.



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

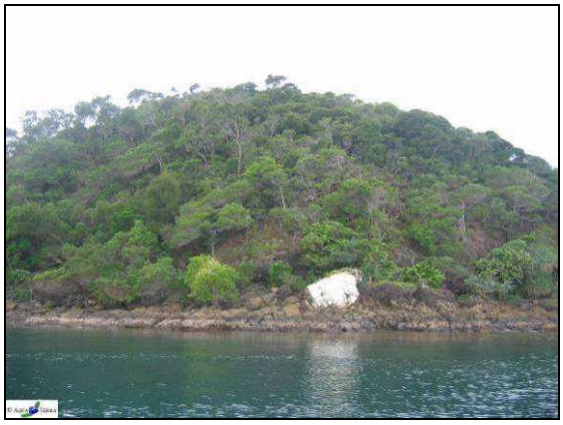
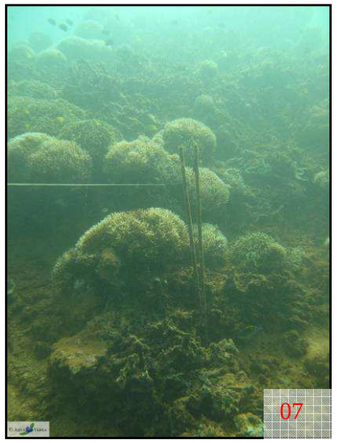
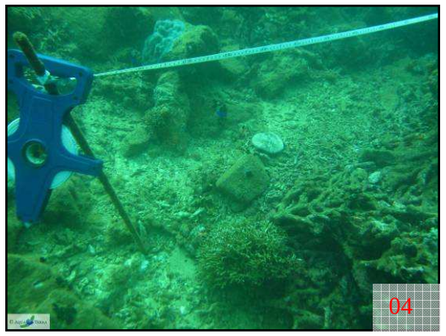
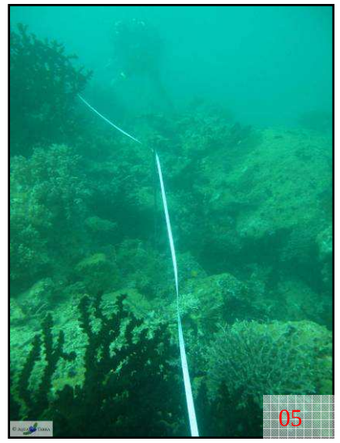
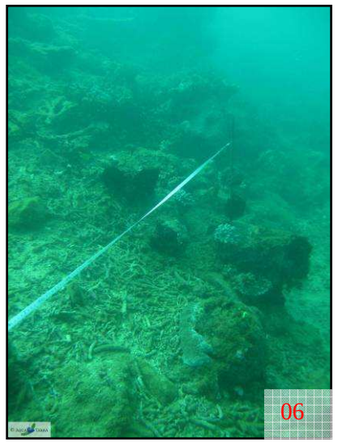


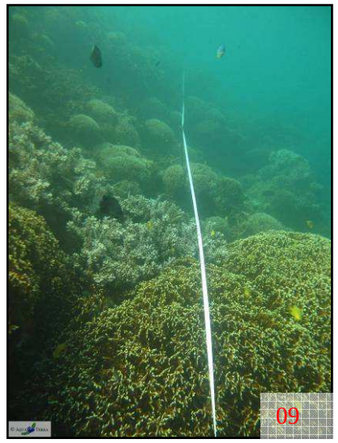
Photo n°011 : Position en surface par rapport à la côte (ST04)

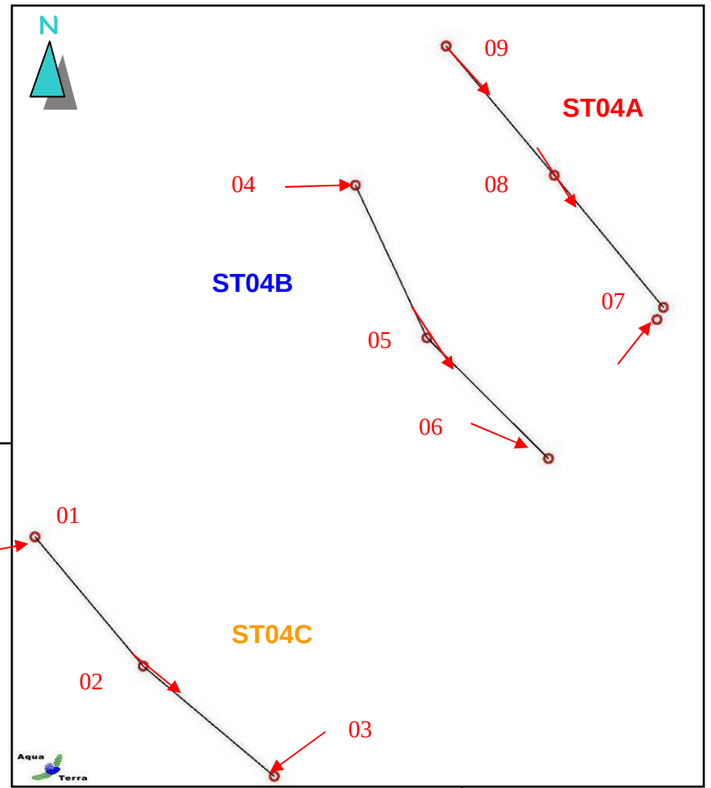


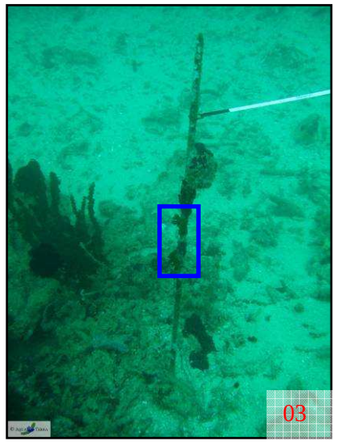


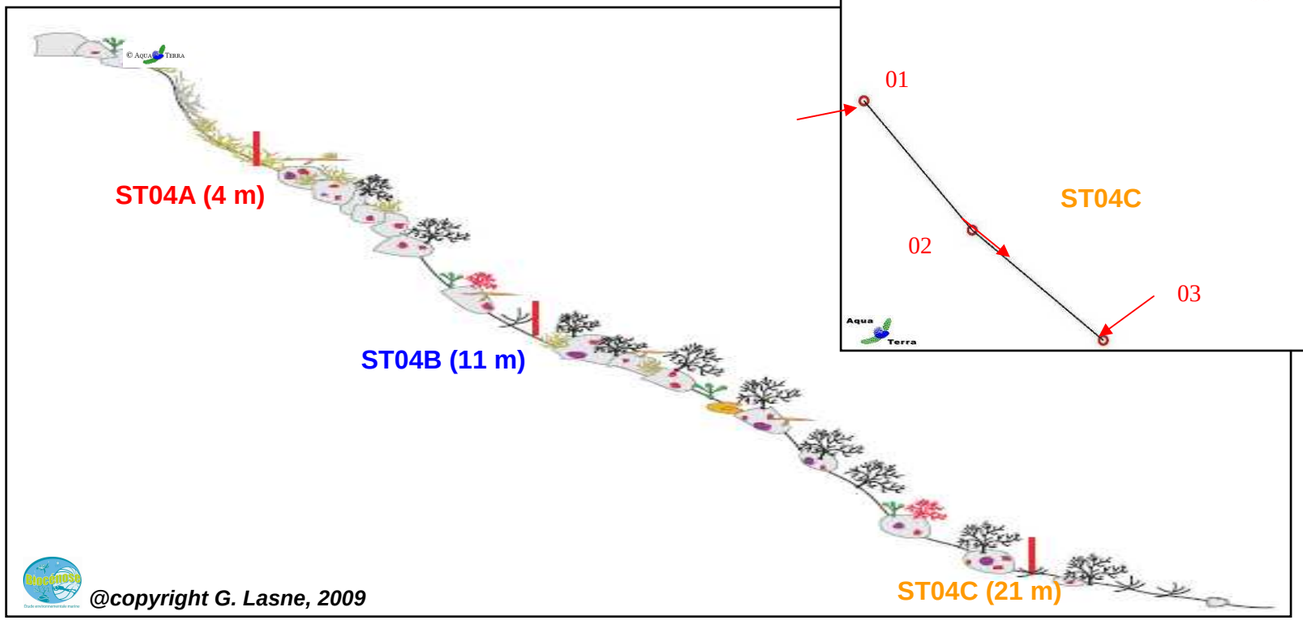












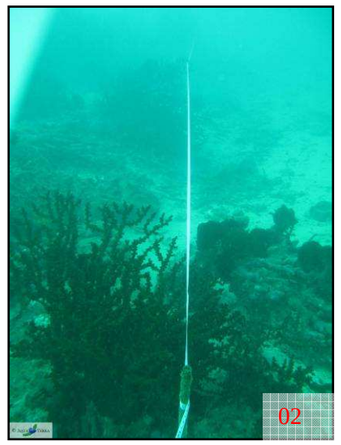


Figure n°22 : Schéma structural, plan et photographies de la ST04

4.4.1 Le substrat (ST04)

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la figure 23 pour le transect A, dans la figure 24 pour le transect B et dans la figure 25 pour le transect C.

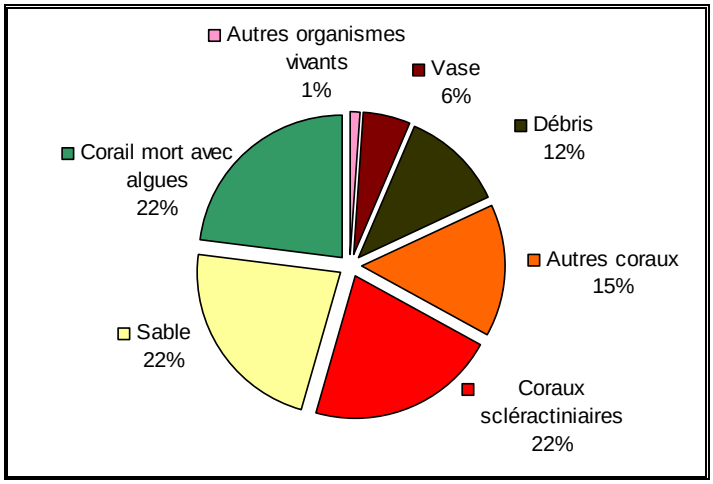


Figure n°23 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST04A

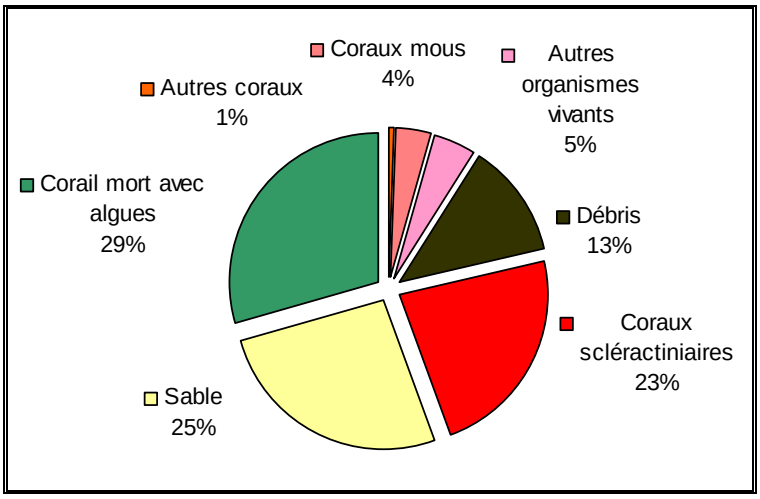


Figure n°24 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST04B

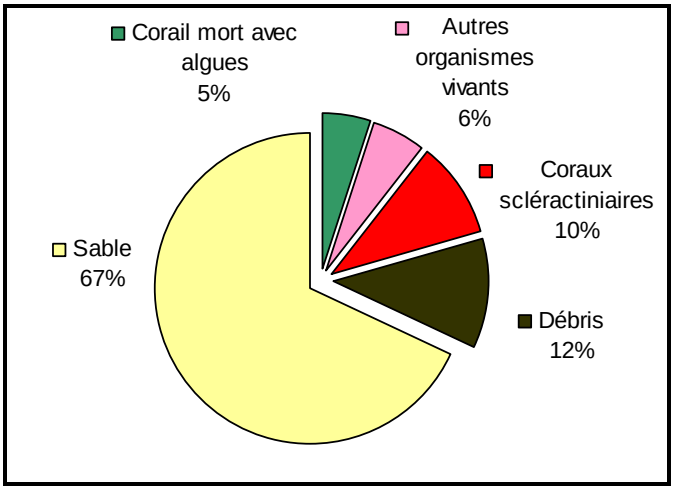


Figure n°25 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST04C

Le substrat est majoritairement abiotique sur le transect C (79.5%) et composé de débris et de sable en bas de tombant.
Le transect A, pour cette mission, voit le recouvrement en biotique continuer à s'élever (60.5% vs 47% en septembre 2010 et 36% en avril 2010), qui s'explique toujours par la progression de la proportion de « corail mort avec algues » (+ 8%) qui représente une partie des débris qui sont maintenant recouverts par un gazon algal (tuff).
Les coraux scléractiniaires sont moyennement représentés aux 3 transects (21.5%, 23% et 10%), avec une légère augmentation pour les 3 transects, notamment grâce à la croissance des *Tubastrea* au transect B.
Il faut aussi signaler la présence de corail de feu (*Millepora*) - classé en « autre corail » - sur le transect A (15%).
La station est globalement stable par rapport à la mission précédente.

4.4.2 Le benthos (ST04)

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

4.4.2.1 Benthos Transect 04 A

4.4.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST04A)

Tableau n°38 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST04A)

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	8	5
Agaraciidae	3	2
Astrocoeniidae	1	2
Caryophyllidae	1	1
Dendrophyllidae	4	4
Faviidae	12	3
Fungiidae	5	3
Merulinidae	1	2
Mussidae	3	2
Oculinidae	2	2
Pectiniidae	0	0
Pocilloporidae	3	5
Poritidae	1	2
Siderastreidae	4	2
Total scléractiniaire	**48**	
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	3	5
Tubiporidae	0	0
Gorgone	0	0
Antipathaire	0	0
Total coraux	**51**	/

Ce niveau bathymétrique est colonisé par 51 espèces coralliennes dont trois espèces de *Millepora*

particulièrement bien développées (encroûtant, branchu et sub massif). Les familles scléractiniaires (48 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (12 taxons), les Acroporidae (8 taxons), les Fungiidae (5 taxons), les Siderastreidae (4 taxons), les Dendrophyllidae (4 taxons), les Pocilloporidae (3 taxons), les Agaraciidae (3 taxons), les Mussidae (3 taxons) et les Pocilloporidae (3 taxons).
Les colonies de *Millepora* branchus et encroûtantes sont particulièrement bien étendues (2 à 3 mètres de diamètre). Les *Seriatopora histrix* se développent très bien en petits buissons répartis de manière homogène en haut de récif. De nombreuses colonies sont en manque de place pour leur développement (elles sont rapprochées et se touchent).
La zone présente également une mortalité corallienne non négligeable, les conditions hydrodynamiques intenses (courant de marée) favorisant la dégradation mécanique des coraux (débris coralliens). De plus, de grandes colonies d'Acropora tabulaires sont retournées ou mortes encore place (mais sans signe de prédation) et colonisées par des éponges, des algues, des alcyonaires et des *Tubastrea* sp.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

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

- Recrutement important de 8 espèces nouvellement recencées (*Astreopora gracilis, Pavona varians, Euphyllia ancora, Montastrea curta, Stylocoeniella armata, Cycloseris* sp., *Sandalolitha robusta, Lobophyllia pachysepta*)
- Mortalité : deux colonies du genre *Oxypora* sp.

- **Variation d'abondance** :

- Légère diminution pour 2 espèces *Fungia simplex* et *Polyphyllia talpina*
- Augmentation de *Echinopora gemmacea* et *Acanthastrea echinata*
- Croissance importante des *Millepora*, *Seriatopora histrix*

- **Blanchissement corallien rare** observé sur 6 espèces : *Acropora* sp.1 (branchu), *Acropora* sp.2 (tabulaire), *Montipora* sp.1, *Pachyseris speciosa*, *Tubastrea micrantha*, *Seriatopora histrix*

4.4.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST04A)

Les macrophytes et les invertébrés ont peu évoluté depuis la dernière mission.
Les éponges encroûtantes, *Cliona jullienei* et *Cliona orientalis* colonisent toujours quelques coraux morts en place et les débris coralliens. Les crinoïdes affectionnent de se positionner sur les *Tubastrea micrantha*, quelques *Millepora* branchus et les *Acropora* tabulaires morts.
Les oursins (*Diadema setosum)* sont dissimulés dans les cavités des roches.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

- **Algues (variation saisonnière) :** aucune
- **Absence de cyanobactérie**
- **Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) :**

- Absence de 2 genres d'alcyonaires (*Dendronephthya, Klyxum).* Les alcyonaires sont moins variés et leur recouvrement reste faible (*Sarcophyton*, *Lobophytum* et *Nephthea*)

Tableau n°39 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST04A)

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	4	3
Algue brune	0	0
Algue rouge	1	2
Algue verte	3	2
Cyanobactéries	0	0
Anémone	0	0
Ascidie	0	0
Bryozoaire	1	4
Astérie	0	0
Crinoïde	2	3
Echinide	1	2
Holothurie	1	2
Hydraire	1	2
Mollusque	3	2
Spongiaire	4	4
Zoanthaire	0	0
TOTAL	**21**	/

4.4.2.2 Benthos Transect 04 B

4.4.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST04B)

La richesse spécifique de ce niveau bathymétrique est de 50 espèces coralliennes dont trois espèces de *Millepora* (encroûtant, branchu et sub massif), deux espèces d'antipathaire et deux espèces de gorgone (*Astrogorgia mangolia* et *Melithaea ochracea*). Les familles scléractiniaires (43 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (10 taxons), les Acroporidae (6 taxons), les Dendrophyllidae (4 taxons), les Mussidae (4 taxons) et les Fungiidae (3 taxons).

Plusieurs grandes colonies de *Millepora* et de *Tubastrea micrantha* se développent et sont de taille plurimétrique, même si les massifs de *Millepora* sont de taille plus petite que pour le niveau bathymétrique supérieur. Les grandes colonies de *Tubastrea micrantha* s'édifient perpendiculairement au courant de marée. Les autres colonies de scléractiniaires sont de petite taille et la richesse spécifique reste faible. A noter, la présence de *Cyphastrea japonica, Mycedium elephantotus, Scolymia vitiensis, Merulina scabricula, Stylocoeniella armata* et de *Polyphyllia talpina.*
La colonie de *Pocillopora damicornis* colonisant le 1er piquet du transect B mesure désormais 16 cm (8 cm en avril 2010 et 12 cm en septembre 2010) soit une croissance de 4 cm/6 mois.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

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

- Recrutement : 3 espèces nouvellement recencées (*Physogyra lichtensteini, Acanthastrea echinata* et *Stylophora mordax*)

- **Variation d'abondance** :

- Légère augmentation d'*Isopora palifera.*
- Croissance importante des *Millepora, Seriatopora histrix*

- **Blanchissement corallien** observé sur 3 espèces : *Acropora* sp.1 (tabulaire), *Montipora* sp.1, *Tubastrea micrantha*

Tableau n°40 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST04B)

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	6	2
Agaraciidae	2	2
Astrocoeniidae	1	1
Caryophyllidae	1	1
Dendrophyllidae	4	5
Faviidae	10	4
Fungiidae	3	2
Merulinidae	2	3
Mussidae	4	2
Oculinidae	2	2
Pectiniidae	1	1
Pocilloporidae	4	4
Poritidae	1	2
Siderastreidae	2	1
Total scléractiniaire	**43**	/
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	3	5
Tubiporidae	2	2
Gorgone	0	0
Antipathaire	2	2
Total coraux	**50**	/

4.4.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST04B)

Les éboulis de roches et les conditions hydrodynamiques et de turbidité ont favorisé la colonisation des spongiaires à la défaveur des madrépores cependant ces groupes biotiques ont très peu d'évolution depuis la dernière mission.
Les macrophytes ont une faible couverture et sont représentés seulement par quelques thalles d'algues vertes (*Halimeda* sp.) qui se développent modérément sur les débris coralliens et sur le sable. Le genre *Neomeris* n'a toujours pas été recensé lors de cette campagne. Les algues rouges sont représentées par les *Amphiroa* et les algues brunes sont absentes.
Parmi les éponges, *Hamigera strongylata*, *Cliona* cf. *jullienei*, *C. orientalis* encroûtent de manière importante les blocs rocheux et les débris coralliens. Une éponge noire (indéterminée) se répartie par petites colonies sur les substrats durs.
Les alcyonaires sont de petite taille et un peu plus abondants que pour le niveau bathymétrique supérieur (*Sarcophyton*, *Lobophytum*, *Nephthea* et *Drendronephthya*). Les crinoïdes affectionnent les colonies coralliennes de *Tubastrea micrantha* et d'*Acropora* tabulaires morts (colonies exposées au courant de marée).
Les bryozoaires *Alcyionidium* sp. sont particulièrement bien développés, ils recouvrent les blocs rocheux sur des surfaces de 0.5 m². L'abondance des crinoïdes reste importante.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

- **Algues (variation saisonnière)** : aucune
- **Absence de cyanobactérie**
- **Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) :**

- Absence de 1 genre d'alcyonaire (*Klyxum)*
- Légère diminution de recouvrement du bryozoaire *Alcyionidium* sp.
- Légère diminution de recouvrement de 3 espèces de spongiaires (*Hamigera strongylata*, *Cymbastella cantharella et* éponge noire indéterminée*)*

Tableau n°41 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST04B)

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

4.4.2.3 Benthos Transect 04 C

4.4.2.3.1 Les Scléractiniaires (ST04C)

La richesse spécifique de ce niveau bathymétrique est de 18 espèces coralliennes dont une gorgone *Astrogorgia mangolia*, deux espèces de *Millepora* (encroutant et branchu) et une espèce d'antipathaire *(Antipathus)*. Ce nombre d'espèce corallienne reste réduit et figure en dernière position au regard de tous les transects étudiés dans le canal de la Havannah et la baie de Prony.
Les familles scléractiniaires (14 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (5 taxons), les Acroporidae (3 taxons), les Dendrophyllidae (2 taxons), les Agaraciidae (1 taxon), les Pectiniidae (1 taxon), les Mussidae (1 taxon) et les Fungiidae (1 taxon).

L'espèce prédominante est *Tubastrea micrantha* qui s'édifie en grandes colonies pluri métriques de façon perpendiculaire au courant. Leur développement est tellement important qu'elles s'écroulent lorsque les conditions hydrodynamiques sont trop importantes. Des colonies mortes sont étalées sur le substrat sableux et leurs débris jalonnent le bas de tombant (blanchissement modéré).
Le reste des espèces est représenté par quelques petites colonies de *Pachyseris speciosa*, *Cyphastrea* sp., *C. chalciculum*, *Oxypora glabra*. *Acropora* tabulaire, *Favites* sp., *Scolymia australis* et *Psammocora superficialis*.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

- **Evolution de la richesse spécifique des coraux :** Aucune
- **Variation d'abondance** : Aucune
- **Blanchissement corallien** observé sur 3 colonies de l'espèce *Tubastraea micrantha*

Tableau n°42 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST04C)

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	3	2
Agaraciidae	1	2
Astrocoeniidae	0	0
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	2	5
Faviidae	5	2
Fungiidae	1	1
Merulinidae	0	0
Mussidae	1	2
Oculinidae	0	0
Pectiniidae	1	1
Pocilloporidae	0	0
Poritidae	0	0
Siderastreidae	0	0
Total scléractiniaire	**14**	/
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	2	2
Tubiporidae	1	1
Gorgone	0	0
Antipathaire	1	1
Total coraux	**18**	/

4.4.2.3.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST04C)

Les macrophytes sont quasi absents dans ce milieu turbide, car la pénétration de la lumière est atténuée par la profondeur et les particules sédimentaires et ne permet pas une bonne photosynthèse. Seuls quelques thalles d'algues rouges (*Amphiroa* sp.) se répartissent à travers les débris coralliens.
Les éponges encroûtantes *Hamigera strongylata*, *Cliona jullienei* et *Cliona orientalis* colonisent les débris coralliens et les quelques roches. L'éponge noire (indéterminée) se répartie abondamment par petites colonies sur les substrats durs. Quelques grandes *Dactylia delicata* (éponge en orgue) se développent sur les débris coralliens.
Les alcyonaires sont de petite taille et peu abondants (*Lobophytum*, *Sinularia* et *Drendronephthya*).
Les crinoïdes sont nombreuses et installées sur les *Tubastrea micrantha* vivants ou morts (colonies exposées aux courants) et le reste des substrats durs exposés aux courants (débris, roches).
Tout comme pour la zone des 10 mètres de profondeur, les bryozoaires *Alcyionidium* sp. sont particulièrement bien développés, ils recouvrent les blocs rocheux et la dalle sur des surfaces de 0.5m².
Les macrophytes et les invertébrés ont une très faible évolution depuis la dernière mission.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

- **Algues (variation saisonnière) :** Aucune
- **Absence de cyanobactérie**
- **Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) :**

- Présence nouvelle de 1 espèce de mollusque (*Pteria* sp.)
- Présence nouvelle de 1 espèce d'holothurie (*Stichopus variegatus*)

- Légère diminution de l'abondance des crinoïdes mais elles restent en nombre concéquent
- Légère diminution d'abondance de 3 espèces de spongiaires (*Hamigera strongylata*, *Cymbastella cantharella et* éponge noire indéterminée)

Tableau n°43 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST04C)

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	3	3
Algue brune	0	0
Algue rouge	1	1
Algue verte	0	0
Cyanobactéries	0	0
Anémone	0	0
Ascidie	0	0
Bryozoaire	1	5
Astérie	3	2
Crinoïde	1	4
Echinide	0	0
Holothurie	2	2
Hydraire	1	3
Mollusque	3	3
Spongiaire	9	4
Zoanthaire	2	2
TOTAL	**26**	/

4.4.3 Les poissons (ST04)

La liste des espèces observées[7] sur les transects et les résultats bruts sont fournis dans le tableau 44.

Tableau n°44 : Données sur les poissons (ST04)

Canal Woodin ST04		Transect A			Transect B			Transect C			Station Total	Station Moyenne	
Fam	**Espèces**	**Nb**	**Dens**	**Biom**	**Nb**	**Dens**	**Biom**	**Nb**	**Dens**	**Biom**	**Nb**	**Dens**	**Biom**
Aca	*Acanthurus blochii*					0,06	27,17	3	0,04	22,99	8	0,03	16,72
Aca	*Acanthurus mata*							30	0,38	82,88	30	0,13	27,63
Aca	*Ctenochaetus striatus*				6	0,08	1,13				6	0,03	0,38
Aca	*Zebrasoma scopas*	4	0,05	1,04	5	0,06	1,79				9	0,04	0,94
Aca	*Zebrasoma veliferum*	2	0,03	2,41							2	0,01	0,80
Ble	*Ecsenius bicolor*	2	0,03	0,01				3	0,04	0,02	5	0,02	0,01
Ble	*Meiacanthus atrodorsalis*				3	0,04	0,02				3	0,01	0,01
Cae	*Caesio cuning*				50	0,63	73,70	50	0,63	234,38	100	0,42	102,69
Car	*Caranx melampygus*							5	0,06	30,52	5	0,02	10,17
Car	*Caranx sexfasciatus*				30	0,38	815,06				30	0,13	271,69
Cha	*Chaetodon auriga*	3	0,04	4,33				2	0,03	2,89	5	0,02	2,40
Cha	*Chaetodon baronessa*	1	0,01	0,38							1	0,00	0,13
Cha	*Chaetodon ephippium*	2	0,03	0,76							2	0,01	0,25
Cha	*Chaetodon flavirostris*				3	0,04	2,70				3	0,01	0,90
Cha	*Chaetodon lunulatus*	2	0,03	1,38							2	0,01	0,46
Cha	*Chaetodon speculum*				3	0,04	2,07				3	0,01	0,69
Cha	*Chaetodon ulietensis*				2	0,03	0,36				2	0,01	0,12
Cha	*Chaetodon vagabundus*	1	0,01	1,44				1	0,01	1,44	2	0,01	0,96
Cha	*Coradion altivelis*				1	0,01	0,21				1	0,00	0,07
Cha	*Heniochus acuminatus*							4	0,05	83,79	4	0,02	27,93
Epi	*Anyp. leucogrammicus*							2	0,03	23,31	2	0,01	7,77
Epi	*Cephalopholis boenak*				3	0,04	0,24				3	0,01	0,08
Epi	*Epinephelus howlandi*	1	0,01	7,76							1	0,00	2,59
Epi	*Epinephelus merra*	3	0,04	0,88							3	0,01	0,29
Epi	*Plectropomus leopardus*				4	0,05	176,11				4	0,02	58,70
Lab	*Cheilinus chlorourus*	1	0,01	0,97	2	0,03	2,85				3	0,01	1,27

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

Lab	*Cheilinus trilobatus*	2	0,03	1,98	1	0,01	2,43				3	0,01	1,47
Lab	*Choerodon graphicus*	1	0,01	4,88				1	0,01	16,37	2	0,01	7,08
Lab	*Coris aygula*	1	0,01	2,88							1	0,00	0,96
Lab	*Gomphosus varius*				6	0,08	0,92				6	0,03	0,31
Lab	*Hemigymnus melapterus*	3	0,04	5,76							3	0,01	1,92
Lab	*Labroides dimidiatus*	8	0,10	0,06							8	0,03	0,02
Lab	*Thalassoma lunare*	12	0,15	1,77							12	0,05	0,59
Let	*Gymnocranius grandoculis*							4	0,05	34,81	4	0,02	11,60
Let	*Lethrinus miniatus*							2	0,03	83,06	2	0,01	27,69
Let	*Lethrinus olivaceus*							2	0,03	60,17	2	0,01	20,06
Let	*Monotaxis heterodon*							3	0,04	62,95	3	0,01	20,98
Lut	*Lutjanus ehrenbergii*	2	0,03	37,02							2	0,01	12,34
Lut	*Lutjanus fulviflamma*	4	0,05	35,47							4	0,02	11,82
Mul	*Parupenaeus cyclostomus*							5	0,06	41,37	5	0,02	13,79
Mul	*Parupenaeus indicus*							3	0,04	24,82	3	0,01	8,27
Nem	*Scolopsis bilineatus*	8	0,10	5,80	8	0,10	3,05				16	0,07	2,95
Poc	*Centropyge bicolor*				3	0,04	0,23				3	0,01	0,08
Poc	*Centropyge bispinosa*	4	0,05	0,57							4	0,02	0,19
Poc	*Centropyge tibicen*	3	0,04	0,28							3	0,01	0,09
Pom	*Chrysiptera rollandi*	10	0,13	0,09	10	0,13	0,09				20	0,08	0,06
Pom	*Chrysiptera taupou*	7	0,09	0,05	10	0,13	0,07				17	0,07	0,04
Pom	*Dascyllus reticulatus*	20	0,25	0,24	20	0,25	0,24				40	0,17	0,16
Pom	*Neopomacentrus azysron*	10	0,13	0,05							10	0,04	0,02
Pom	*Pomacentrus aurifrons*	20	0,25	0,19							20	0,08	0,06
Pom	*Pomacentrus moluccensis*	5	0,06	0,12	7	0,09	0,16				12	0,05	0,09
Pom	*Stegastes nigricans*							4	0,05	0,56	4	0,02	0,19
Sca	*Chlorurus sordidus*	3	0,04	1,41							3	0,01	0,47
Sca	*Scarus flavipectoralis*	4	0,05	6,01	6	0,08	23,80	5	0,06	10,26	15	0,06	13,35
Sca	*Scarus frenatus*				3	0,04	47,75				3	0,01	15,92
Sca	*Scarus rivulatus*	2	0,03	21,45							2	0,01	7,15
Sig	*Siganus argenteus*	10	0,13	8,01							10	0,04	2,67
Sig	*Siganus corallinus*	2	0,03	1,60							2	0,01	0,53
Sig	*Siganus doliatus*	2	0,03	1,60							2	0,01	0,53
Sig	*Siganus*	15	0,19	28,71							15	0,06	9,57

	fuscescens												
Sig	*Siganus puellus*	2	0,03	1,60							2	0,01	0,53
Sig	*Siganus punctatus*	2	0,03	3,83							2	0,01	1,28
Sig	*Siganus vulpinus*	2	0,03	0,45							2	0,01	0,15
Tet	*Canthigaster valentini*	1	0,01	0,02							1	0,00	0,01
	Total	**187**	**2,34**	**193,25**	**191**	**2,39**	**1182,16**	**129**	**1,61**	**816,57**	**507**	**2,11**	**730,66**
	Biodiversité	39			23			18			64		
	Indice de Shannon =	4,946											
	Equitabilité =	0,824											

Sur l'ensemble des transects de la station, 507 individus appartenant à 64 espèces différentes (figure 26) ont pu être observés. Ils représentent une densité de 2.11 poissons/m² pour une biomasse de 730.66 g/m².
47 espèces supplémentaires (e.g. hors des transects et hors liste restreinte [*en bleu*]) ont été observées sur la station (cf. tableau 45).

Tableau n°45 : Liste des espèces complémentaires (ST04)

Canal Woodin ST04					
Fam	**Espèces**	**Fam**	**Espèces**	**Fam**	**Espèces**
Aca	*Acanthurus dussumieri*	Lab	*Cheilinus fasciatus*	Poc	*Pomacanthus sexstriatus*
Aca	*Naso brachycentron*	Lab	*Choerodon enchorago*	Pom	*Amblyglyphidodon aureus*
Aca	*Naso hexacanthus*	Lab	*Choerodon fasciatus*	Pom	*Amblyglyphidodon curacao*
Apo	*Apogon aureus*	Lab	*Epibulus insidiator*	Pom	*Amblyglyphidodon orbicularis*
Apo	*Ostorhinchus flavus*	Lab	*Halichoeres argus*	Pom	*Chromis chrysura*
Car	*Caranx ignobilis*	Lab	*Halichoeres prosopeion*	Pom	*Neoglyphidodon nigroris*
Cha	*Chaetodon lunula*	Lab	*Oxycheilinus diagrammus*	Pom	*Pomacentrus bankanensis*
Epi	*Cromileptes altivelis*	Lut	*Aprion virescens*	Pom	*Pomacentrus nagasakiensis*
Epi	*Epinephelus tauvina*	Lut	*Lutjanus argentimaculatus*	Pri	*Priacanthus hamrur*
Gra	*Diploprion bifasciatum*	Lut	*Lutjanus bohar*	Sca	*Scarus altipinnis*
Hae	*Plectorhinchus chaetodonoides*	Lut	*Lutjanus gibbus*	Sca	*Scarus ghobban*
Hol	*Sargocentron rubrum*	Lut	*Lutjanus rivulatus*	Sca	*Scarus rubroviolaceus*
Hol	*Sargocentron spiniferum*	Pin	*Parapercis hexophtalma*	Sco	*Scomberoides tol*
Kyp	*Kyphosus pacificus*	Poc	*Chaetodontoplus conspicillatus*	Sig	*Siganus lineatus*
Kyp	*Kyphosus sydneyanus*	Poc	*Pomacanthus imperator*	Syn	*Synodus variegatus*
Lab	*Anampses femininus*	Poc	*Pomacanthus semicirculatus*		

Le nombre d'espèces pour chaque famille depuis 2007 est donné dans le tableau 46 et spécifiquement pour la campagne de mars 2011 sur la figure 26.

Tableau n°46 : Nombre d'espèces par famille ichtyologique de 2007 à 2011 (ST04)

Familles	Canal Woodin ST04					
	2007	2008	2009	2010 a	2010 b	2011 a
Acanthuridae	2	3	3	6	2	**5**
Anthiinidae		1				
Blenniidae	1		1	2	2	**2**
Caesionidae	1	1	2	1		**1**

Canthigasteridae				1		
Carangidae	1	2	1	1		**2**
Chaetodontidae	6	5	2	12	3	**10**
Epinephelinae	4	4	1	6	2	**5**
Haemulidae	1				1	
Labridae	4	4	4	6	3	**8**
Lethrinidae		1		1	1	**4**
Lutjanidae	2	4		1		**2**
Mullidae	1		1	1		**2**
Nemipteridae	1	1	1	1		**1**
Pomacanthidae	5	2	5	4	4	**3**
Pomacentridae	4	3	7	6	4	**7**
Scaridae	3	6	5	3	3	**4**
Siganidae	1	2	2	2		**7**
Tetraodontidae						**1**
Total espèces	**37**	**39**	**35**	**54**	**25**	**64**
Total familles	**15**	**14**	**13**	**16**	**10**	**16**

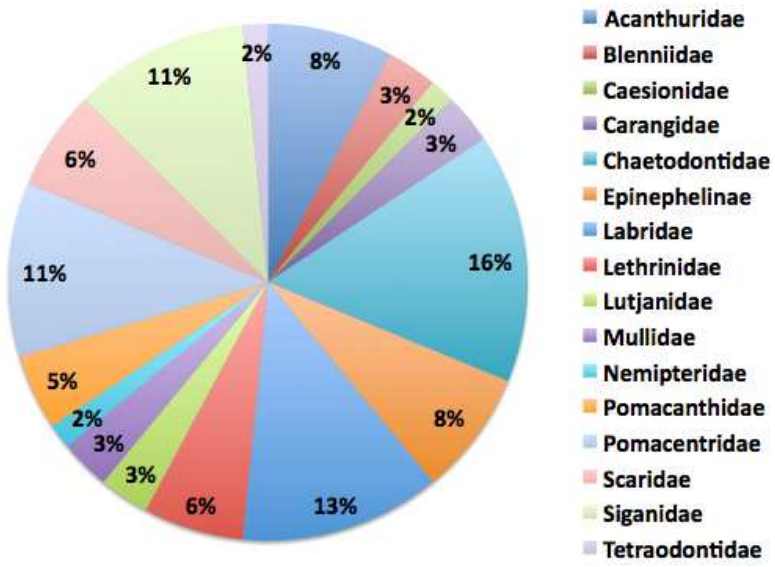


Figure n°26 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST04)

Si la comparaison du nombre d'espèces par famille entre les années 2007 - 2011 est effectuée (cf. tableau 47), sous l'angle de vue de ce critère les six campagnes sont similaires.

Tableau n°47 : Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille », 2007 à 2011 (ST04)

Test$\chi 2$	ddl	Seuil de tolérance à 0,95
67.36	90	113.50

Le récapitulatif des résultats en terme de :

- d'abondance (nombre d'individus, transects/liste restreinte),
- de densité (en poisson/m², transects/liste restreinte),

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

pour toutes les campagnes depuis 2007 sont présentés dans le tableau 48 et la figure 27.

Tableau n°48 : Synopsis des résultats 2011 et récapitulatif des années précédentes (ST04)

Canal Woodin ST04		Liste DENV					Toutes espèces
		Transect TLV				Station	Station
		Nb. ind.	Densité	Biom. g/m^2	Biodiv.	Biodiv.	Biodiv.
2011 a	Transect A	187	2,34	193,25	39		
	Transect B	191	2,39	1182,16	23		
	Transect C	129	1,61	816,57	18		
	Moy. ABC	169,00	2,11	730,66	64	89	111
2010 b	Moy. ABC	81	0,84	38,60	25	70	92
2010 a	Moy. ABC	107,00	3,38	460,91	54	79	110
2009	Moy. ABC	45,00	4,07	456,26	35	55	81
2008	Moy. ABC	52,00	2,71	267,80	39	49	89
2007	Moy. ABC	95,00	5,45	408,31	37	40	54

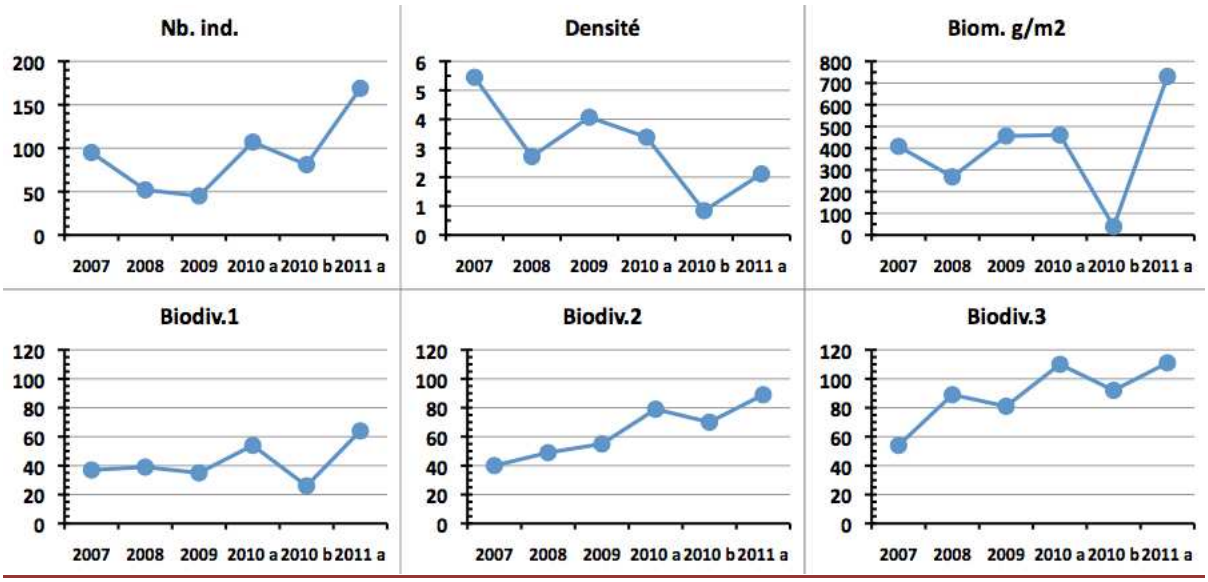


Figure n°27 : Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST04)

4.5 Station 05 = Récif Ioro

Localisation géographique	Façade nord-ouest du récif de Ioro, sous le vent, à environ 200 mètres dans le sud-ouest du feu signal de Ioro (photographie 12). Ce récif est ennoyé et soumis aux courants de marée et subit sur sa façade sud-est l'assaut des vagues dues aux alizés et à son exposition au large, alors que sa façade ouest est plus protégée.
Nombre transects	3 transects.
Description transects	Ils ont été positionnés perpendiculairement à la pente à 5, 10 et 20 mètres de profondeur et sont orientés du sud-ouest vers le nord-est.
	Le transect A est installé sur la zone sommitale du récif qui est constituée par du sable fin sur lequel sont disposés de nombreux débris, des grandes colonies massives de Porites et des massifs coralliens épars. Ces derniers sont recouverts principalement par des corallines. Des petites colonies coralliennes s'édifient et les Cliona encroûtent quelques coraux massifs. Le transect B se caractérise par un recouvrement important de débris et de blocs coralliens sur du sable coquillé. Les massifs coralliens sont épars, encore en place mais peu colonisés. Le transect C se situe en bas de pente.

Description générale

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

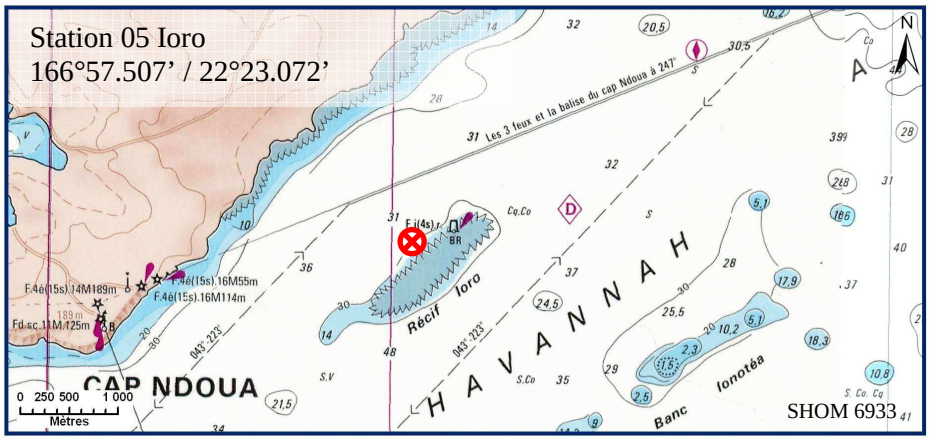
Des massifs coralliens de forme massive se développent particulièrement en surface jusqu'à mi-pente, laissant la place au fur et à mesure de la profondeur aux coraux branchus *Tubastrea micrantha* qui affectionnent les zones de courants.

Caractéristiques principales

- Originalité des peuplements coralliens adaptés à un milieu d'hydrodynamisme important (courant de marée).
- Présence en grand nombre de *Porites* massifs et branchus (diversité des Poritidae), *Millepora*, *Tubastrea micrantha* et d'une grande colonie pluri métrique de *Diploastrea heliopora* et *Turbinaria reniformis*.
- Mortalité corallienne et nombreux débris.
- Les spongiaires (*Cliona jullienei* et *C. orientalis*) sont relativement bien développées et colonisent les massifs coralliens vivants et les blocs coralliens.

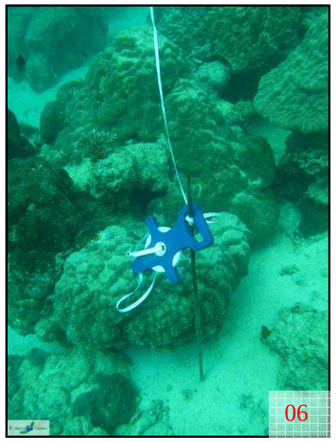
Variations entre septembre 2010 et mars 2011

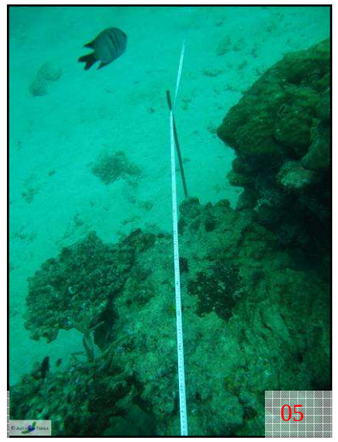
- Recrutement d'espèces nouvellement recensées : 1 espèce au transect A et 2 espèces en C.
- Mortalité des scléractiniaires : 2 espèces au transect A et 1 espèce en C.
- Diminution de l'abondance des scléractiniaires pour 5 espèces au transect A et 1 espèce en B.
- Le blanchissement est observé en petite proportion sur les trois transects (3 espèces concernées au transect A, 2 espèces en B et 1 espèce en C).
- Présence de cyanobactéries.
- Variation de niveau bathymétrique par les échinodermes (échinides, holothuries).
- Présence d'*Acanthaster planci* au transect B (et trace d'attaque ancienne).
- Diminution de la richesse spécifique des spongiaires et des mollusques.

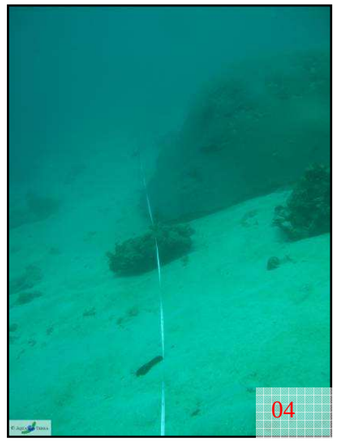


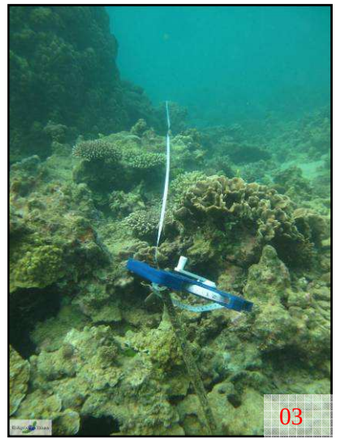
Carte n°07 : Localisation de la station 05 (Ioro)

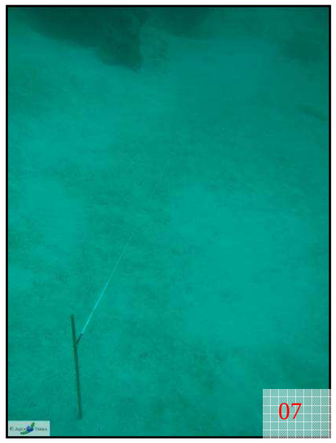
Photo n°012 : Position en surface par rapport au feu signal (ST05)

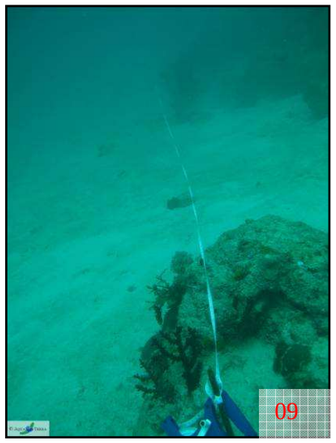


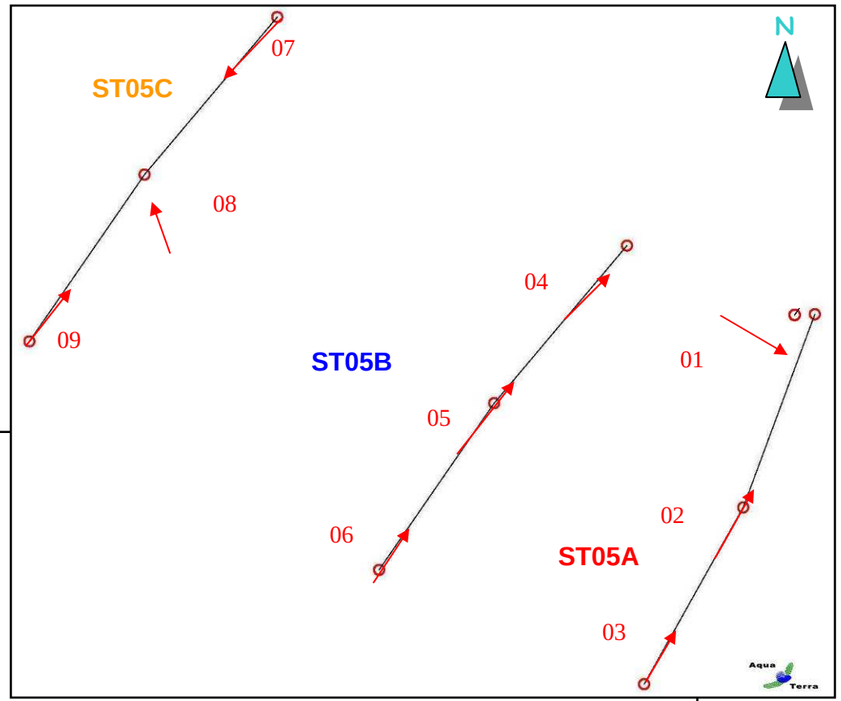


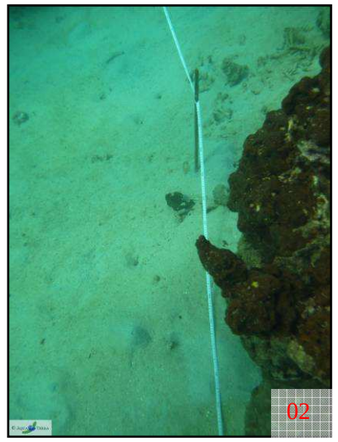












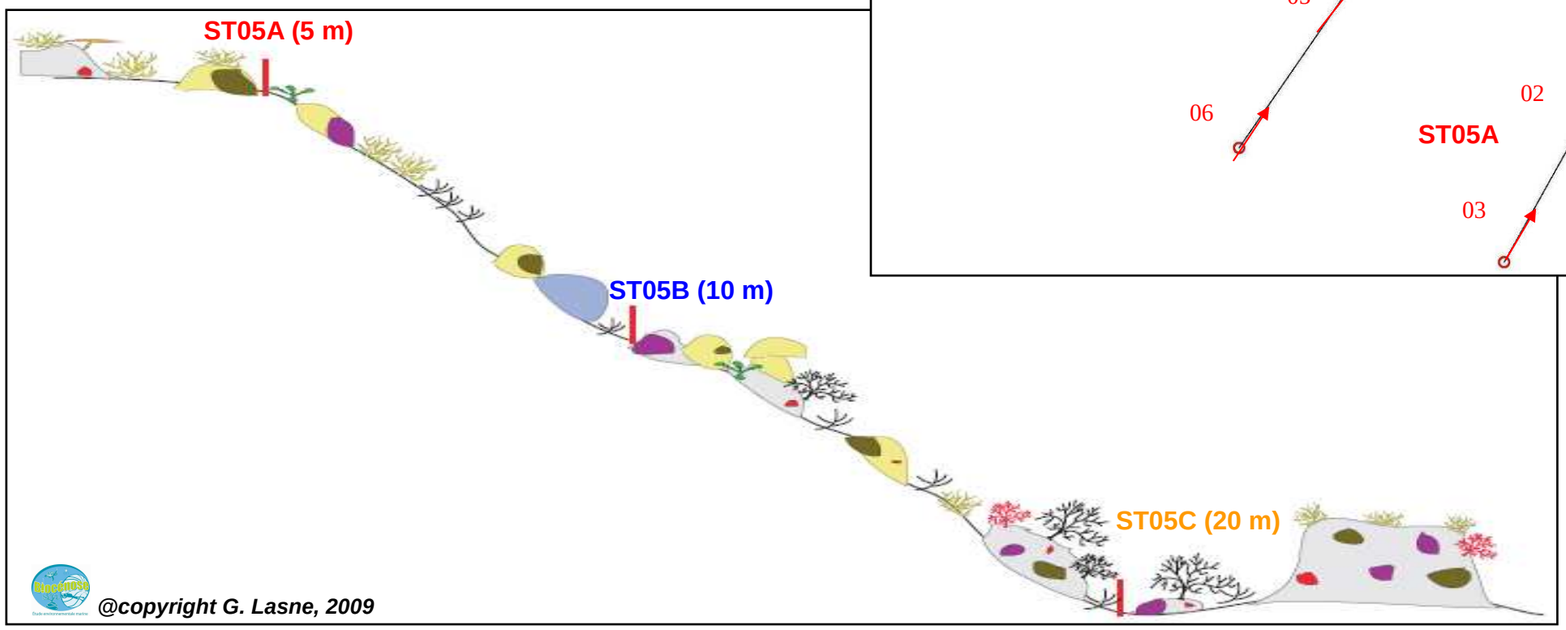


Figure n°28 : Schéma structural, plan et photographies de la ST05

4.5.1 Le substrat (ST05)

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la figure 29 pour le transect A, dans la figure 30 pour le transect B et dans la figure 31 pour le transect C.

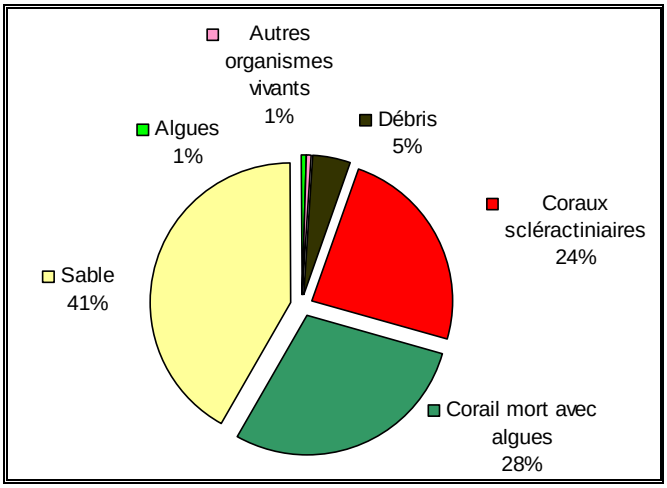


Figure n°29 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST05A

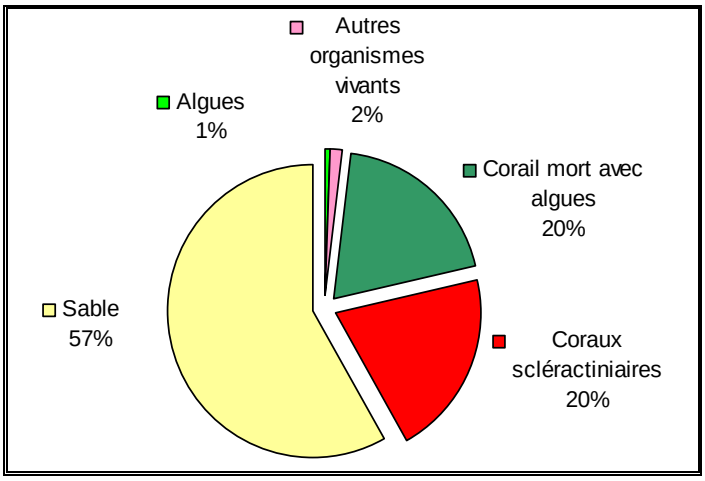


Figure n°30 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST05B

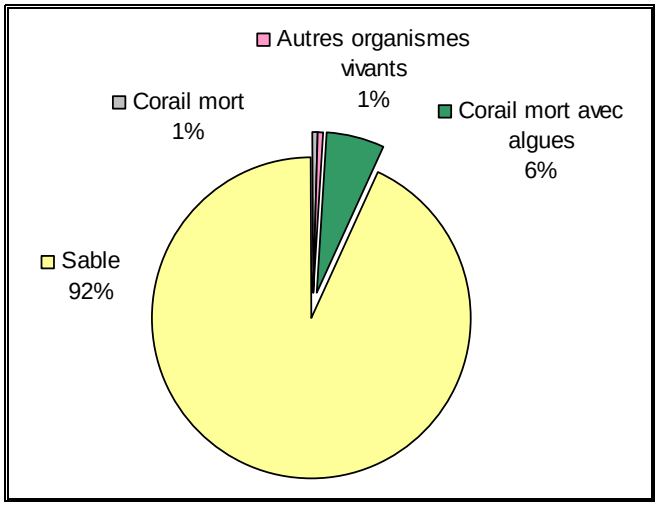


Figure n°31 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST05C

Le substrat est majoritairement abiotique à cette station, avec une proportion de sable qui augmente avec la profondeur (42%, 52% puis 93%). Au transect A, la catégorie « corail mort avec algues » (qui est comptabilisée en biotique) a retrouvé les niveaux des missions précédentes (hors la baisse de septembre 2010).
Les coraux scléractiniaires ne sont correctement représentés seulement que sur les deux premiers transects (24% et 20.5%).

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

Les deux transects inférieurs sont très stables par rapport aux missions précédentes et le transect A a des résultats similaires aux campagnes d'avant septembre 2010.

4.5.2 Le benthos (ST05)

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

4.5.2.1 Benthos Transect 05 A

4.5.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST05A)

Ce niveau bathymétrique est colonisé par 58 espèces coralliennes, dont une espèce de *Millepora* branchu. Les familles scléractiniaires (57 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (13 taxons), les Acroporidae (11 taxons), les Poritidae (7 taxons), les Agariciidae (6 taxons), les Dendrophyllidae (3 taxons), les Merulinidae (3 taxons), les Pectinidae (3 taxons) et les Pocilloporidae (3 taxons).
Les familles scléractiniaires Poritidae et Acroporidae sont particulièrement bien développées : leurs espèces sont variées et adaptées aux conditions hydrodynamiques soutenues (courants de marée). Les colonies de Poritidae adoptent de grandes formes massives de plusieurs mètres de diamètre (*Porites lobata, Porites lutea* et *Porites* sp.), des formes branchues (*Porites cylindrica* et *Porites nigrescens*) ainsi que des formes avec de long polypes (*Alveopora* sp.). Les Acroporidae sont plutôt de forme branchue et robuste (*Isopora palifera, Montipora stellata* et *Acropora* spp.) et de forme encroûtante (*Montipora* spp.*).* Les autres colonies coralliennes sont de petite taille (*Cyphastrea japonica, Pectinia lactuca, Turbinaria mesenterina, T. peltata).*

Les dégradations sont de plusieurs types, dans le premier cas les conditions hydrodynamiques entraînent une casse importante des colonies branchues, dans le second cas, les coraux morts sont encore en place et sont les témoins d'anciennes proliférations d'*Acanthaster planci* observées les années passées qui ont dévoré les colonies massives et les éponges encroûtantes (*Cliona orientalis* et *C. jullienei*) sont en compétition spatiale avec les madrépores. La mortalité corallienne est importante au regard des nombreux débris coralliens et des grosses patates de *Porites* mortes (encore à nu ou bien envahies par les éponges encroûtantes).

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

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

- Recrutement : aucune nouvelle espèce
- Mortalité : 2 espèces non pas été recencées (*Montipora stellata, Hydnophora exesa*)

- **Variation d'abondance** :

- Légère diminution pour les espèces *Isopora palifera, Pocillopora damicornis, Pavona decussata* (blanchi lors de la dernière mission), *Porites lichen, Porites nigrescens* et *Sandalolitha robusta* (mobile)
- Pas d'augmentation d'abondance mais les colonies juvéniles de la dernière mission continues de s'identifier comme *Acropora* spp., *Barabattoia amicorum, Hydnophora exesa, Galaxea fascicularis, Pocillopora damicornis*

- **Blanchissement corallien** observé sur 3 espèces : *Merulina ampliata, Porites lutea* et *Seriatopora histrix* (1 colonie blanchies par espèce)

Tableau n°49 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST05A)

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	11	5
Agaraciidae	6	3
Astrocoeniidae	1	2
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	3	2
Faviidae	13	4
Fungiidae	2	3
Merulinidae	3	2
Mussidae	2	2
Oculinidae	2	3
Pectiniidae	3	1
Pocilloporidae	3	2
Poritidae	7	5
Siderastreidae	1	2
Total scléractiniaire	**57**	/
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	1	3
Tubiporidae	0	0
Gorgone	0	0
Antipathaire	0	0
Total coraux	**58**	/

4.5.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST05A)

Les macrophytes présentent un recouvrement plutôt faible : les algues rouges (*Amphiroa),* les algues brunes (*Turbinaria ornata*) et les algues vertes (*Chlorodesmis fastigiata*) sont fixées préférentiellement sur les massifs coralliens et les débris. Le genre *Halimeda* est regroupé sur les différents substrats durs (amas de débris coralliens, blocs coralliens et massifs) et sur le sable et les algues brunes sont absentes (*Turbinaria ornata*).
Le recouvrement en alcyonaires est pauvre, seul quelques petits *Sarcophyton* se sont fixés à travers les débris. A contrario, les spongiaires sont relativement bien développées (*Cliona jullienei* et *C. orientalis*) et colonisent les substrats durs et colonisent aussi les coraux vivants (espèce bio indicatrice de l'affaiblissement des coraux). Une grosse colonie de *Platygyra daedalea* est colonisée par une *Cliona jullienei* mais cette dernière n'a pas d'évolution au fur et à mesure des quatre dernières missions.
A noter, la présence rare de *Clathria rugosa*. Les échinides (*Diadema setosum*) se camouflent dans les cavités des blocs coralliens.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

- **Algues (variation saisonnière) :** absence de *Turbinaria ornata*
- **Présence de cyanobactéries :** Leur développement est modéré mais nouveau et se concentre sur les débris coralliens ou les colonies coralliennes récemment mortes
- **Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) :**

- Présence nouvelle de 1 espèce d'anémone (*Heteractis* sp.)
- Présence nouvelle de 1 espèce d'holothurie (*Thelenota ananas*)
- Diminution d'abondance de *Tridacna squamosa* (mortalité)

- Absence de 1 espèce d'échinide (*Heterocentrotus mammillatus*) (mobile)
- Absence de 1 espèce de mollusque (*Tridacna crocea*) (mortalité)
- Absence de 1 espèce d'éponge (indéterminée rouge)

Tableau n°50 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST05A)

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	1	1
Algue brune	0	**0**
Algue rouge	1	3
Algue verte	3	2
Cyanobactéries	1	2
Anémone	1	1
Ascidie	1	2
Bryozoaire	0	0
Astérie	0	0
Crinoïde	0	0
Echinide	1	2
Holothurie	1	1
Hydraire	0	0
Mollusque	6	3
Spongiaire	3	3
Zoanthaire	1	1
TOTAL	**20**	/

4.5.2.2 Benthos Transect 05 B

4.5.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST05B)

Ce niveau bathymétrique est colonisé par 61 espèces coralliennes dont deux espèces de *Millepora* branchu et encroutant et un anthipathaire (*Antipathus*). Les familles scléractiniaires (58 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (11 taxons), les Faviidae (8 taxons), les Poritidae (7 taxons), les Pocilloporidae (5 taxons), les Dendrophyllidae (5 taxons), les Agariciidae (5 taxons), les Merulinidae (4 taxons), les Fungiidae (3 taxons) et les Pectiniidae (3 taxons).

Les colonies massives se développent très bien dans ce genre de biotope. Les espèces *Porites lobata, P. lutea* et une colonie de *Diploastrea heliopora* sont de grande taille (2 à 3 mètres de diamètre). Les colonies branchues forment de petits massifs (*Porites nigrescens, Porites cylindrica* et *Millepora*).
Cependant, tout comme pour le transect A, à 5 mètres de profondeur, les coraux ont subit des dégradations (coraux morts en place) par une ancienne attaque de l'astérie *Acanthaster planci* et par la colonisation des éponges encroûtantes du genre *Cliona*.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

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

- Recrutement : 1 espèce du genre *Montipora*

- **Variation d'abondance** :

- Diminution pour l'espèce *Sandalolitha robusta* (mobile)
- Pas d'augmentation d'abondance

- **Blanchissement corallien** observé sur 3 espèces : *Montipora* sp.2 et *Tubastrea micrantha* (1 colonie blanchie par espèce)

Tableau n°51 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST05B)

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	11	4
Agaraciidae	5	3
Astrocoeniidae	1	1
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	5	2
Faviidae	8	3
Fungiidae	3	1
Merulinidae	4	2
Mussidae	2	2
Oculinidae	2	3
Pectiniidae	3	2
Pocilloporidae	5	3
Poritidae	7	5
Siderastreidae	2	2
Total scléractiniaire	**58**	/
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	2	2
Tubiporidae	0	0
Gorgone	0	0
Antipathaire	1	1
Total coraux	**61**	/

4.5.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST05B)

Les macrophytes ont un recouvrement très faible. Les espèces ont une cyclicité dans leur présence/absence (*Halimeda* sp. *Turbinaria ornata, Chlorodesmis fastigiata)* et quelques thalles d'*Amphiroa* sont disséminés à travers les débris et les massifs coralliens.
Les alcyonaires (*Sarcophyton* et *Sinularia*) et les ascidies *Polycarpa clavata* sont également très peu représentés dans cette station.
Par contre, les spongiaires (*Cliona jullienei* et *C. orientalis*) sont relativement bien développées et colonisent les blocs coralliens et les massifs coralliens vivants. A noter, la présence des spongiaires *Hamigera strongylata, Clathria rugosa*.
Les mollusques *Arca ventricosa* sont incrustés dans les patates de *Porites* et les espèces *Hyotissa* sp., *Lopha* sp., *Pedum spondylcidum*, *Pteria* sp. et *Spondylus* sp. sont camouflées sur les blocs coralliens.
Les holothuries ont des variations d'abondance bathymétrique.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

- **Algues (variation saisonnière) :**

- Variation saisonnière *Chlorodesmis fastigiata* (cyclicité : lègère diminution d'abondance)

- **Présence de cyanobactéries :** Leur développement est modéré mais nouveau et se concentre sur les débris coralliens ou les colonies coralliennes récemment mortes
- **Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) :**

- Présence d'Acanthaster planci

- Présence nouvelle de 3 espèces d'holothuries (*Holothuria atra*, *Stichopus chloronotus* et *Thelenota ananas*)
- Diminution de l'abondance du mollusque *Spondilus* (mortalité)
- Absence de 2 espèces d'holothuries (*Holothuria nobilis* et *Thelenota anax)*
- Absence de 1 espèce de mollusque (*Lopha* sp.)

Tableau n°52 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST05B)

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	2	2
Algue brune	0	0
Algue rouge	1	2
Algue verte	1	2
Cyanobactéries	1	2
Anémone	0	0
Ascidie	1	2
Bryozoaire	1	3
Astérie	2	2
Crinoïde	2	2
Echinide	1	2
Holothurie	3	2
Hydraire	2	2
Mollusque	5	4
Spongiaire	4	5
Zoanthaire	1	1
TOTAL	**27**	/

4.5.2.3 Benthos Transect 05 C

4.5.2.3.1 Les Scléractiniaires (ST05C)

La richesse spécifique de ce niveau bathymétrique est de 46 espèces coralliennes dont une espèce de *Millepora* branchu et deux espèces d'antipathaires. Les familles scléractiniaires (42 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (13 taxons), les Mussidae (6 taxons), les Acroporidae (4 taxons), les Agaraciidae (3 taxons), les Dendrophyllidae (3 taxons) et les Pocilloporidae (3 taxons).

Les colonies coralliennes de *Tubastrea micrantha* sont nombreuses et bien développées (perpendiculairement au courant). Cette espèce représente la plus grande partie du recouvrement corallien de ce bas de pente. Les autres espèces sont en majorité de petite taille et sont typiques d'environnement où la pénétration de la lumière est affaiblie (*Leptoseris scabra, Galaxea fascicularis, Caulastrea furcata, Goniopora* sp., *Coscinaraea columna, Pavona explanulata, Barabattoia amicorum, Turbinaria mesenterina* et *T. Peltata*).

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

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

- Recrutement : 2 espèces (*Plerogyra sinuosa* et *Goniastrea australensis*)
- Mortalité : Plusieurs colonies de 1 espèce (*Barabattoia amicorum*)

- **Variation d'abondance** :

- Pas d'évolution d'abondance

- **Blanchissement corallien** observé sur 1 espèce : *Tubastrea micrantha* (1 colonie blanchie)

Tableau n°53 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST05C)

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	4	2
Agaraciidae	3	2
Astrocoeniidae	0	0
Caryophyllidae	1	1
Dendrophyllidae	3	4
Faviidae	13	5
Fungiidae	1	3
Merulinidae	1	2
Mussidae	6	3
Oculinidae	2	2
Pectiniidae	1	2
Pocilloporidae	3	2
Poritidae	2	2
Siderastreidae	2	1
Total scléractiniaire	**42**	/
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	1	2
Tubiporidae	1	2
Gorgone	0	0
Antipathaire	2	2
Total coraux	**46**	/

4.5.2.3.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST05C)

Le recouvrement est majoritairement composé par le substrat abiotique de sable coquillé, peu d'organismes colonisent ce substrat meuble.

Les algues vertes (*Chlorodesmis fastigiata*), les algues rouges (*Amphiroa*) et les ascidies (*Polycarpa cryptocarpa)* sont fixées sur les débris et les massifs coralliens. Quelques ascidies *Polycarpa clavata* colonisent des débris coralliens enfouis dans le sable.Les alcyonaires sont peu nombreux mais sont un peu plus variés que pour les niveaux bathymétriques supérieurs (*Cladiella, Sarcophyton, Lobophytum, Chironephthya* et *Drendronephthya*).
A noter, la présence de l'alcyonaire *Chironephthya* qui est peu commun dans l'ensemble de la zone d'étude.
Les bryozoaires *(Alcyionidium* sp.), les zoanthaires (*Palythoa* sp.) et les spongiaires (*Hamigera strongylata, Cliona orientalis, C. jullienei, Stylissa flabelliformi, Stellata globostellata)* encroûtent les massifs et les

débris coralliens.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

- **Algues (variation saisonnière) :** aucune
- **Absence de cyanobactérie**
- **Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) :**

- Présence nouvelle de 1 genre d'alcyonaire (*Cladiella*)
- Présence nouvelle de 1 espèce d'holothurie (*Stichopus chloronotus*)
- Présence nouvelle de 1 espèce de mollusque (*Isognomon isognomon*)
- Absence de 1 espèce de spongiaire (*Stylissa flabelliformis*)
- Diminution d'abondance de 3 espèces de spongiaires (*Clathria rugosa*, *Cliona orientalis* et *Hamigera strongylata*)

Tableau n°54 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST05C)

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	5	3
Algue brune	0	0
Algue rouge	1	2
Algue verte	1	1
Cyanobactéries	0	0
Anémone	1	1
Ascidie	1	2
Bryozoaire	1	4
Astérie	0	0
Crinoïde	1	2
Echinide	1	2
Holothurie	1	1
Hydraire	1	3
Mollusque	3	1
Spongiaire	6	**4**
Zoanthaire	1	2
TOTAL	**24**	/

4.5.3 Les poissons (ST05)

La liste des espèces observées[8] sur les transects et les résultats bruts sont fournis dans le tableau 55.

Tableau n°55 : Données sur les poissons (ST05)

Banc Ioro ST05		Transect A			Transect B			Transect C			Station Total	Station Moyenne	
Fam	**Espèces**	**Nb**	**Dens**	**Biom**	**Nb**	**Dens**	**Biom**	**Nb**	**Dens**	**Biom**	**Nb**	**Dens**	**Biom**
Aca	*Ctenochaetus striatus*				3	0,04	3,46				3	0,01	1,15
Aca	*Naso hexacanthus*				12	0,12	223,6				12	0,04	74,54
Aca	*Naso unicornis*	3	0,04	69,89				50	0,12	690,82	53	0,05	253,57
Aca	*Zebrasoma scopas*	2	0,03	0,72							2	0,01	0,24
Ble	*Ecsenius bicolor*							3	0,04	0,01	3	0,01	0,00
Ble	*Meiacanthus atrodorsalis*	1	0,01	0,01							1	0,00	0,00
Cae	*Caesio caerulaurea*				30	0,38	20,10	18	0,23	7,60	48	0,20	9,23
Car	*Carango. coeruleopinnatus*	2	0,02	6,16							2	0,01	2,05
Car	*Carangoides ferdau*				17	0,21	75,64				17	0,07	25,21
Cha	*Chaetodon auriga*							9	0,11	5,27	9	0,04	1,76
Cha	*Chaetodon baronessa*	1	0,01	0,20							1	0,00	0,07
Cha	*Chaetodon bennetti*				2	0,03	0,27				2	0,01	0,09
Cha	*Chaetodon flavirostris*				4	0,05	0,98				4	0,02	0,33
Cha	*Chaetodon lunulatus*	2	0,03	0,41	2	0,03	0,27				4	0,02	0,22
Cha	*Chaetodon plebeius*				2	0,03	0,10				2	0,01	0,03
Cha	*Coradion altivelis*							20	0,25	4,04	20	0,08	1,35
Cha	*Heniochus acuminatus*				3	0,04	2,08				3	0,01	0,69
Cha	*Heniochus monoceros*				2	0,03	1,78				2	0,01	0,59
Cha	*Heniochus singularus*				2	0,03	0,79				2	0,01	0,26
Das	*Dasyatis kuhlii*							3	0,03	336,40	3	0,01	112,13
Epi	*Epinephelus maculatus*							3	0,04	65,72	3	0,01	21,91
Epi	*Epinephelus merra*	3	0,04	1,30							3	0,01	0,43
Epi	*Plectropomus leopardus*				4	0,04	54,05	4	0,04	74,61	8	0,03	42,89
Hae	*Plectorhinchus pictum*							4	0,04	73,43	4	0,01	24,48
Lab	*Cheilinus chlorourus*	1	0,01	0,82	2	0,03	0,84				3	0,01	0,55
Lab	*Coris aygula*				1	0,01	1,38				1	0,00	0,46
Lab	*Hemigymnus melapterus*				1	0,01	1,19				1	0,00	0,40
Lab	*Labroides dimidiatus*	5	0,06	0,07	7	0,09	0,05	4	0,05	0,03	16	0,07	0,05
Lab	*Thalassoma hardwicke*	10	0,13	0,91							10	0,04	0,30
Lab	*Thalassoma lunare*	12	0,15	1,14				5	0,06	0,48	17	0,07	0,54
Let	*Lethrinus atkinsoni*				6	0,05	39,52				6	0,02	13,17
Lut	*Lutjanus monostigma*				2	0,03	11,05				2	0,01	3,68
Mul	*Parupeneus ciliatus*				3	0,04	0,69				3	0,01	0,23
Mul	*Parupeneus cyclostomus*	5	0,06	4,09	3	0,04	6,02				8	0,03	3,37
Mul	*Parupeneus indicus*				2	0,03	8,05				2	0,01	2,68
Mul	*Parupeneus spilurus*				2	0,03	3,78				2	0,01	1,26
Nem	*Scolopsis bilineatus*	8	0,10	6,90	5	0,06	4,31				13	0,05	3,74
Poc	*Centropyge bicolor*				3	0,04	0,10				3	0,01	0,03
Poc	*Centropyge bispinosa*				2	0,03	0,07				2	0,01	0,02
Poc	*Centropyge flavissima*				3	0,04	0,10				3	0,01	0,03
Poc	*Centropyge tibicen*				3	0,04	0,09				3	0,01	0,03
Poc	*Pomacanthus sexstriatus*				1	0,01	7,32				1	0,00	2,44
Pom	*Abudefduf whitleyi*				10	0,13	1,31				10	0,04	0,44

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

Pom	*Chromis fumea*							12	0,15	0,09	12	0,05	0,03
Pom	*Chrysiptera rollandi*	10	0,13	0,09				10	0,13	0,01	20	0,08	0,03
Pom	*Chrysiptera taupou*	3	0,04	0,02							3	0,01	0,01
Pom	*Dascyllus reticulatus*				20	0,25	0,14				20	0,08	0,05
Pom	*Dascyllus trimaculatus*							20	0,25	0,13	20	0,08	0,04
Pom	*Pomacentrus moluccensis*	6	0,08	0,40	6	0,08	0,22				12	0,05	0,21
Sca	*Chlorurus sordidus*				4	0,05	3,64				4	0,02	1,21
Sca	*Scarus flavipectoralis*	3	0,04	14,94	3	0,04	6,15				6	0,03	7,03
Sca	*Scarus rubroviolaceus*	3	0,03	54,10							3	0,01	18,03
Sca	*Scarus schlegeli*	2	0,03	31,83							2	0,01	10,61
Sco	*Scomberomo. commerson*				1	0,01	51,48				1	0,00	17,16
Sig	*Siganus doliatus*				2	0,03	1,15				2	0,01	0,38
Tet	*Canthigaster valentini*							2	0,03	0,04	2	0,01	0,01
	Total	**82**	**1,01**	**193,9**	**175**	**2,12**	**531,8**	**167**	**1,56**	**1258,7**	**424**	**1,56**	**661,47**
	Biodiversité	19			35			15			56		
	Indice de Shannon =	4,976											
	Equitabilité =	0,857											

Sur l'ensemble des transects de la station, 424 individus appartenant à 56 espèces différentes (figure 32) ont pu être observés. Ils représentent une densité de 1.56 poissons/m² pour une biomasse de 661.47 g/m².
38 espèces supplémentaires (e.g. hors des transects et hors liste restreinte [*en bleu*]) ont été observées sur la station (cf. tableau 56).

Tableau n°56 : Liste des espèces complémentaires (ST05)

Banc Ioro ST05					
Fam	**Espèces**	**Fam**	**Espèces**	**Fam**	**Espèces**
Aca	*Acanthurus blochii*	Lab	*Anampses femininus*	Pom	*Amblyglyphidodon curacao*
Apo	*Apogon doederleini*	Lab	*Anampses neoguinaicus*	Pom	*Amblyglyphidodon orbicularis*
Apo	*Apogon fuscus*	Lab	*Bodianus axillaris*	Pom	*Chromis margaritifer*
Apo	*Apogon indicus*	Lab	*Choerodon graphicus*	Pom	*Dascyllus aruanus*
Aul	*Aulostomus chinensis*	Lab	*Coris batuensis*	Pom	*Neopomacentrus taeniurus*
Bal	*Sufflamen fraenatus*	Lab	*Epibulus insidiator*	Pom	*Pomacentrus chrysurus*
Ble	*Meiacanthus phaeus*	Lab	*Halichoeres melanurus*	Pse	*Cypho purpurascens*
Car	*Atule mate*	Lab	*Halichoeres prosopeion*	Sca	*Cetoscarus ocellatus*
Car	*Carangoides dinema*	Lab	*Oxycheilinus unifasciatus*	Sca	*Hipposcarus longiceps*
Cha	*Chaetodon pelewensis*	Lab	*Stethojulis bandanensis*	Sca	*Scarus altipinnis*
Cha	*Chaetodon speculum*	Pin	*Parapercis flavissimus*	Sca	*Scarus frenatus*
Hol	*Sargocentron spiniferum*	Pin	*Parapercis hexophtalma*	Syn	*Synodus variegatus*
Lab	*Anampses caeruleopunctatus*	Poc	*Pygoplites diacanthus*		

Le nombre d'espèces pour chaque famille depuis 2007 est donné dans le tableau 57 et spécifiquement pour la campagne de mars 2011 sur la figure 32.

Tableau n°57 : Nombre d'espèces par famille ichtyologique de 2007 à 2011 (ST05)

Familles	Banc Ioro ST05					
	2007	2008	2009	2010 a	2010 b	2011 a
Acanthuridae	1	2	4	4	2	**4**

Anthiinidae		1				
Blenniidae	1			1	1	**2**
Caesionidae						**1**
Canthigasteridae			1	1		**1**
Carangidae						**2**
Chaetodontidae	3	1	3	4	1	**10**
Dasyatidae			1		1	**1**
Epinephelinae	1	3	4	1	1	**3**
Gobiidae	1		1	1		
Haemulidae			2	1	1	**1**
Labridae	3	5	4	8	2	**6**
Lethrinidae		1	1	1		**1**
Lutjanidae		1		1		**1**
Mullidae		2	2	2	2	**4**
Nemipteridae	1	1	1	1	1	**1**
Pomacanthidae	2	3	5	3	3	**5**
Pomacentridae	8	7	8	9	7	**7**
Scaridae	1	2	4	2	1	**4**
Scombridae						**1**
Siganidae		1	3	2	1	**1**
Total espèces	**22**	**30**	**44**	**42**	**24**	**56**
Total familles	**10**	**13**	**15**	**16**	**13**	**19**

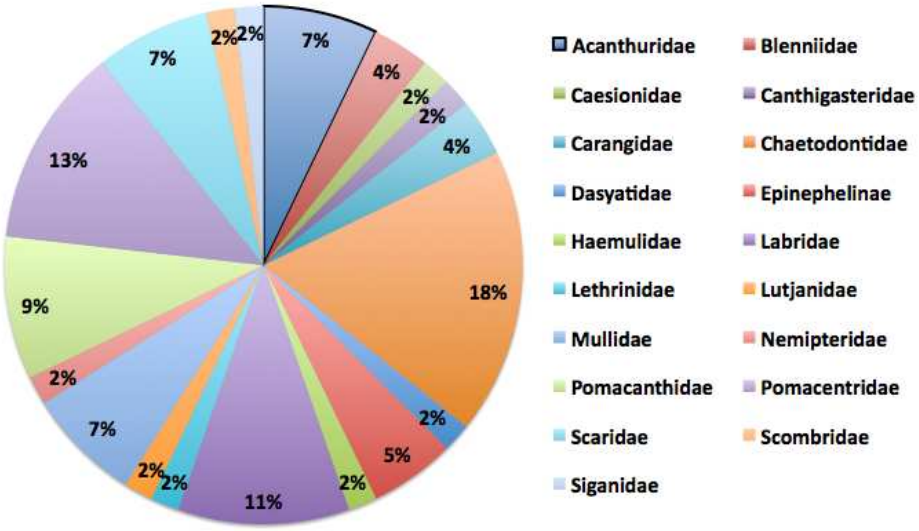


Figure n°32 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST05)

Si la comparaison du nombre d'espèces par famille entre les années 2007 - 2011 est effectuée (cf. tableau 58), sous l'angle de vue de ce critère les cinq campagnes sont hautement similaires.

Tableau n°58 : Comparaison de l'évolution de la richesse spécifique par famille, 2007 à 2011 (ST05)

Test $\chi 2$	ddl	Seuil de tolérance à 0,95
60.29	100	124.34

Le récapitulatif des résultats en terme de :

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

pour toutes les campagnes depuis 2007 sont présentés dans le tableau 59 et la figure 33.

Tableau n°59 : Synopsis des résultats 2011 et récapitulatif des années précédentes (ST05)

Banc Ioro ST05		Liste DENV					Toutes espèces
		Transect TLV				Station	Station
		Nb. ind.	Densité	Biom. g/m²	Biodiv.	Biodiv.	Biodiv.
2011 a	Transect A	82	1,01	193,98	19		
	Transect B	175	2,12	531,78	35		
	Transect C	167	1,56	1258,66	15		
	Moy. ABC	141,33	1,56	661,47	56	67	94
2010 b	Moy. ABC	100	1,23	37,89	24	50	66
2010 a	Moy. ABC	71,00	2,37	93,78	42	63	79
2009	Moy. ABC	45,50	4,09	315,96	44	56	69
2008	Moy. ABC	57,30	2,02	57,97	30	41	52
2007	Moy. ABC	26,30	0,73	47,65	22	37	50

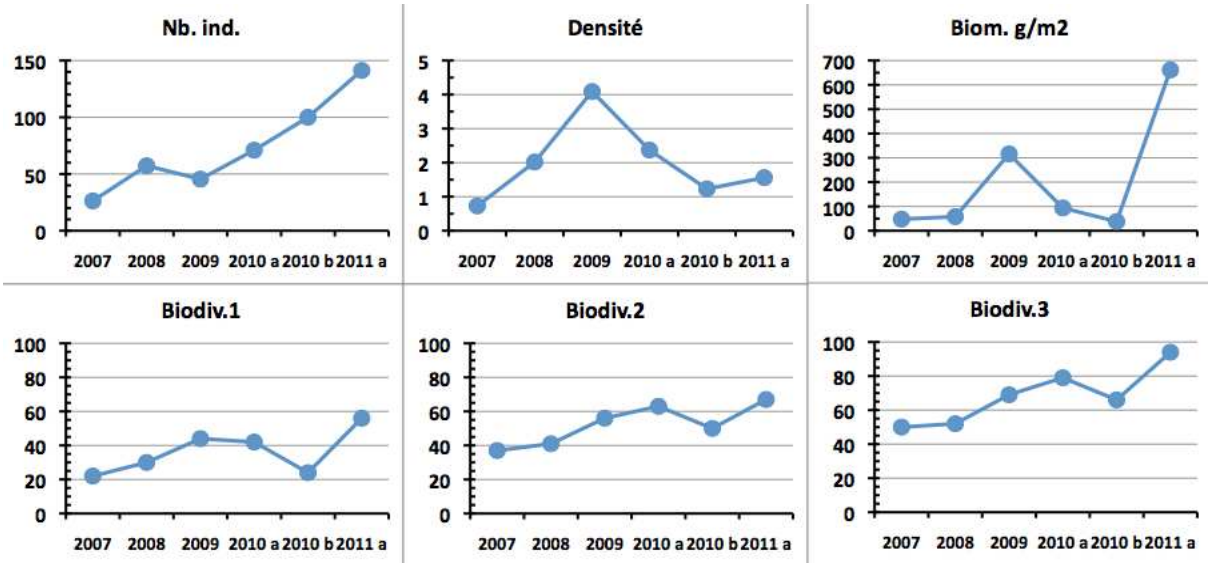


Figure n°33 : Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST05)

4.6 Station 06 = Banc Ionontea

Localisation géographique	Au nord-est du banc Ionontea. Le banc Ionontea se situe au milieu du canal de la Havannah. Ce récif est totalement immergé (cf. photographie 13) et subit les forts courants de marée et l'assaut des trains de houle. Aucun abri n'est possible.
Nombre transects	3 transects.
Description transects	Ils ont été positionnés parallèlement à la rupture de pente sous une orientation du sud-ouest vers le nord-est à 9, 15 et 21 mètres de profondeur.
	Le transect A se situe au début de la rupture de pente du récif. Le transect B se trouve au milieu de la pente qui est abrupte. Cette déclivité et les courants intenses ont généré des éboulements de blocs (10 cm à 1 m) et retourné des *Acropora* tabulaires. Le transect C se situe en bas de pente. Au-delà, les massifs coralliens sont beaucoup plus espacés et le sable parsemé de débris, représente plus de 70 % du recouvrement.

Description générale

La station est positionnée sur une pente abrupte inclinée entre 40-50° pour les profondeurs de 6 et 20 mètres.

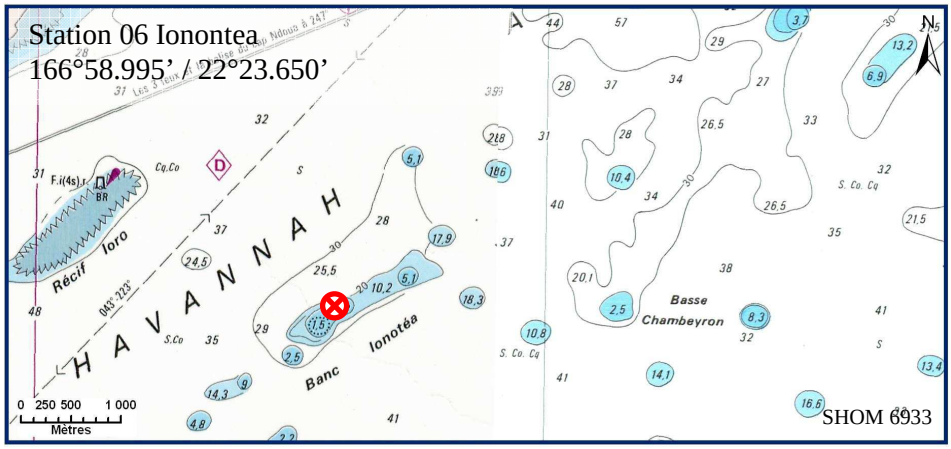
Le banc est recouvert à son sommet principalement par des coraux du genre *Acropora* tabulaires et sub massif *Pocillopora* puis par une algueraie d'algues brunes des genres *Turbinaria* et *Sargassum*. Cette zone est fréquentée par de nombreuses tortues qui viennent se nourrir de ces algues. On note également la présence de deux couloirs d'avalanches avec des débris coralliens où les madrépores sont quasiment inexistants.

Caractéristiques principales

- Originalité des peuplements coralliens adaptés à un milieu d'hydrodynamisme important (courant de marée).
- Présence en grandes colonies de *Porites* massifs à mi pente (10 m de profondeur).
- Nombreux coraux tabulaires retournés.
- Mortalité corallienne et nombreux débris.
- Les spongiaires (*Cliona jullienei* et *C. orientalis*) se développent relativement bien et colonisent les blocs coralliens et les massifs coralliens vivants.

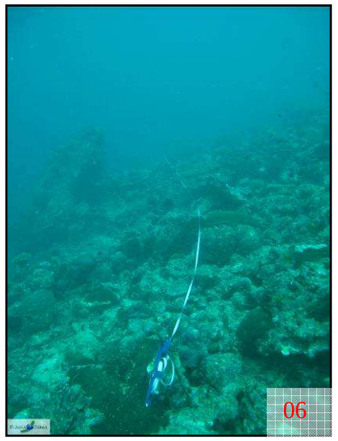
Variations entre septembre 2010 et mars 2011

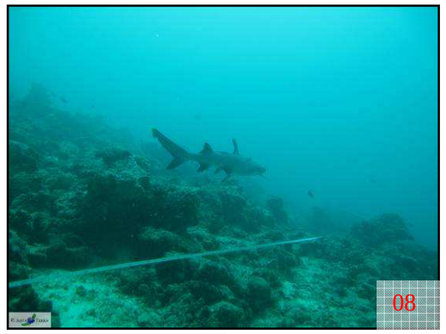
- Dégradation des communautés benthiques sur l'ensemble de la station et plus particulièrement au transect A (à cause d'un hydrodynamisme important).
- Diminution de la biodiversité des coraux (de 13 espèces au transect A, 1 espèce en B), des macrophytes (de 4 espèces au transect A, 3 espèces en B et 1 espèce en C) et des invertébrés (de 4 espèces au transect A, 2 espèces en B et 1 espèce en C).
- Augmentation de la biodiversité des coraux (de 5 espèces au transect C).
- Diminution de l'abondance des coraux (pour 17 espèces au transect A, 16 espèces en B et 6 espèces en C).
- Blanchissement corallien (3 espèces au transect A et 3 espèces en C).
- Richesse spécifique des macrophytes qui varie selon la saison.
- Légère augmentation du recouvrement de cyanobactéries (au transect A : *Phormidium* sp.).
- Prédation des mollusques (*Drupella cornus*) sur 2 colonies coralliennes au transect B.
- Absence du groupe des astéries.

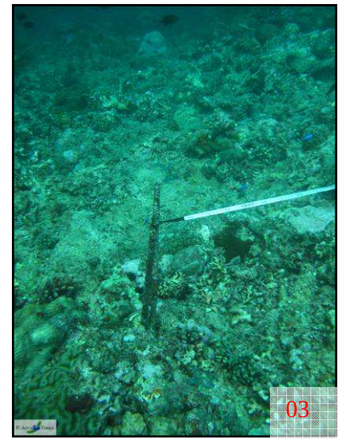


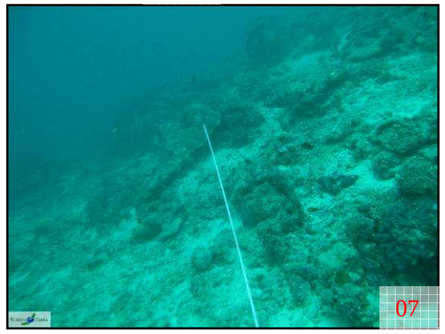
Carte n°08 : Localisation de la station 06 (Ionontea)

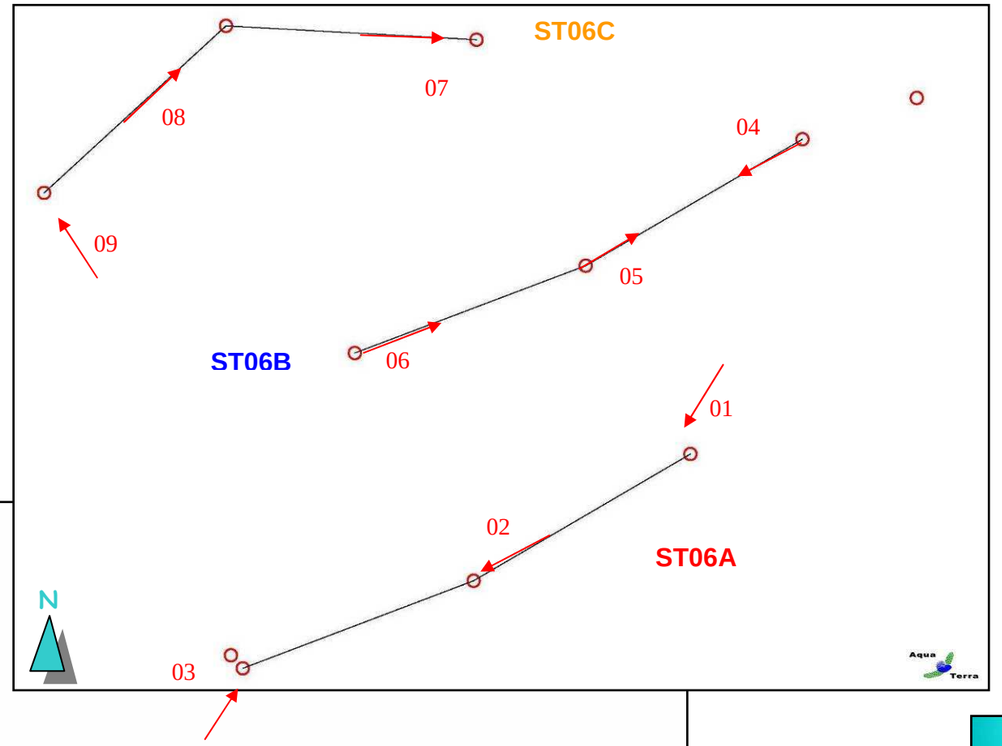
Photo n°013 : Position en surface (ST06)

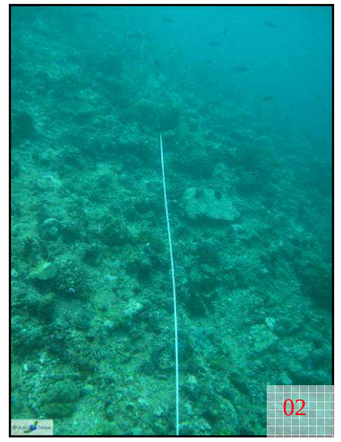


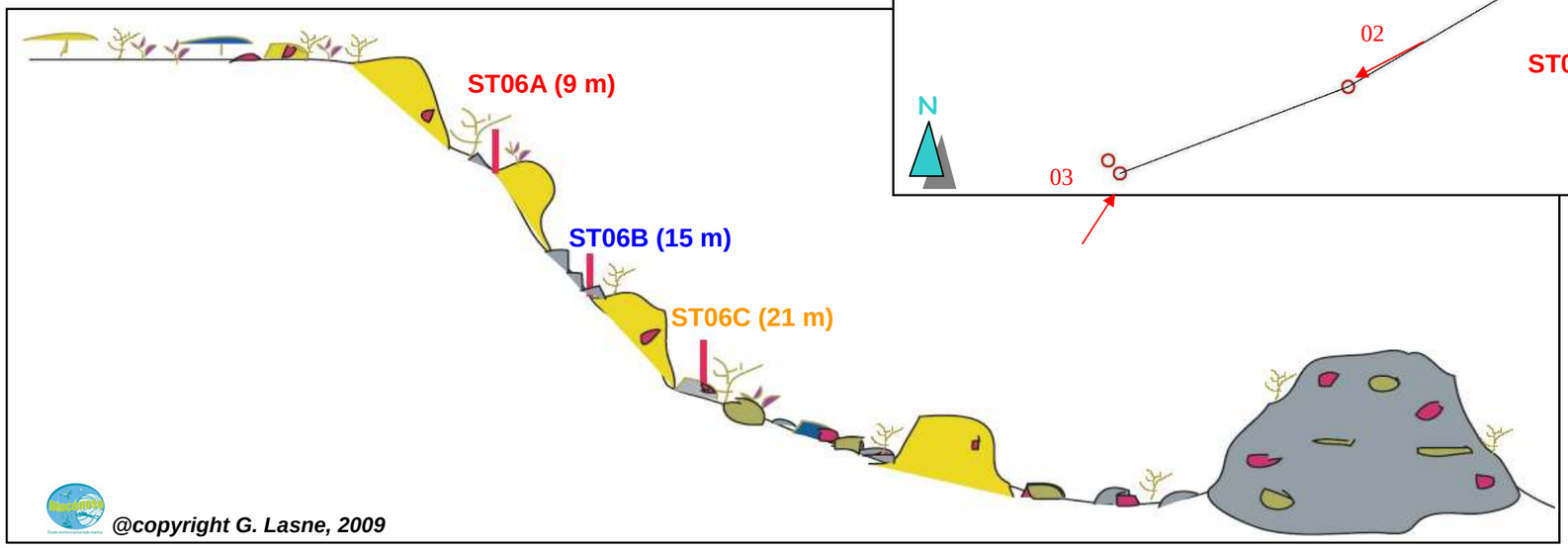












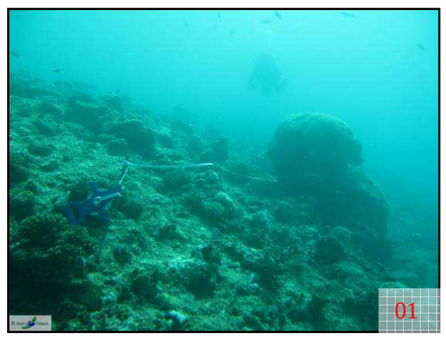


Figure n°34 : *Schéma structural, plan et photographies de la ST06*

4.6.1 Le substrat (ST06)

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la figure 35 pour le transect A, dans la figure 36 pour le transect B et dans la figure 37 pour le transect C.

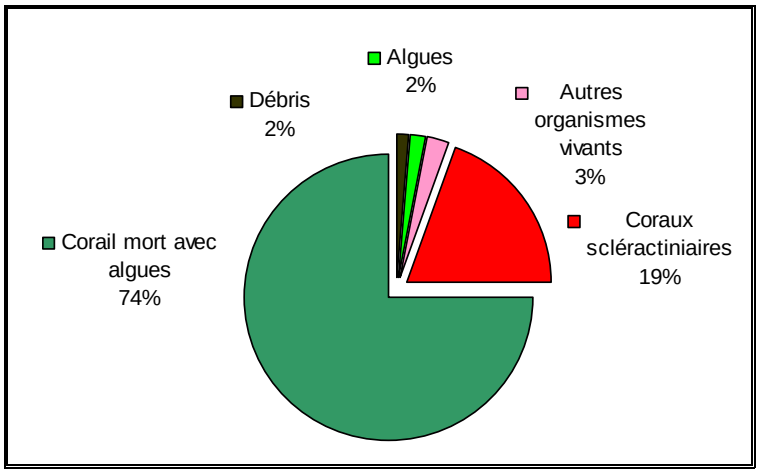


Figure n°35 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST06A

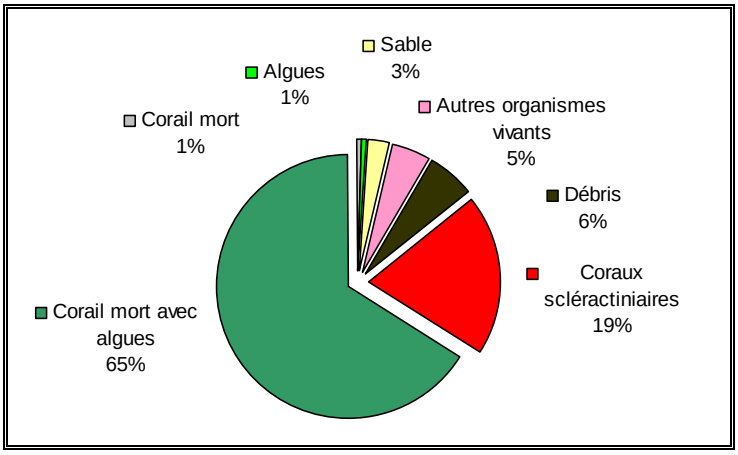


Figure n°36 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST06B

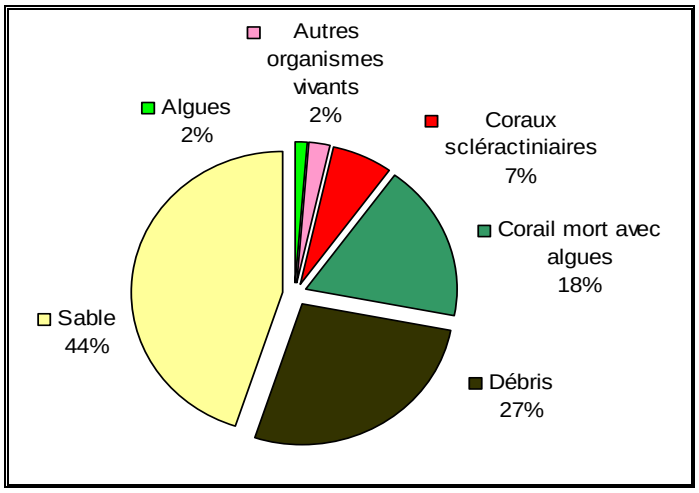


Figure n°37 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST06C

Le substrat est très recouvert à cette station, notamment de coraux morts anciennement et colonisés par des algues calcaires encroûtantes (avec ainsi 98.5% de substrat biotique au transect A).
Les coraux scléractiniaires sont bien représentés particulièrement sur les 2 transects haut (19.5%, 19.5% et 6.5%).
A noter : toujours un peu de cyanobactéries sur les transects inférieurs (0.5% en B et 1% en C), ainsi que 0.5% d'*Acropora* blanc au transect B.
Hormis la baisse algale au transect C, les trois transects sont globalement stables par rapport à la mission précédente.

4.6.2 Le benthos (ST06)

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

4.6.2.1 Benthos Transect 06 A

4.6.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST06A)

Les scléractiniaires se caractérisent par leur robustesse et leur résistance aux forts courants de marée et à l'assaut de la houle. De nombreuses colonies de petite taille (généralement décimètrique) adoptent des formes massives (Poritidae, Faviidae et Agariciidae), des formes encroûtantes (*Pavona varians, Montipora* spp., *Hydnophora pilosa*), des formes tabulaires (*Acropora* 3 spp.*)* et branchues (*Acropora* 4 spp., *Pocillopora damicornis, Seriatopora histrix, S. calendrium*). A noter, la présence rare de *Gardineroseris planulata* et *Barabattoia amicorum.*
Malgré la robustesse des colonies coralliennes, le taux de recouvrement corallien vivant a diminué et la biodiversité a nettement chutée depuis les missions précédentes. De nombreuses colonies de coraux tabulaires sont retournées ou ont dévalées la pente récifale et de nombreux débris coralliens sont les témoins d'un évènement hydrodynamique intense (dégradation mécanique).

La richesse spécifique de ce niveau bathymétrique est de 65 espèces coralliennes dont une espèce d'antipathaire (*Antipathus* sp.). Les familles scléractiniaires (64 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (15 taxons), les Faviidae (15 taxons), les Merulinidae (7 taxons), les Pocilloporidae (7 taxons), les Agariciidae (6 taxons), les Mussidae (5 taxons), les Merulinidae (4 taxons), les Fungiidae (3 taxons), les Siderastreidae (3 taxons) et les Dendrophyllidae (3 taxons).

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

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

- Recrutement : 1 espèce corallienne (*Stylophora mordax*)
- Mortalité : 12 espèces (*Acropora* 2spp. branchu, *Coeloseris mayeri, Euphyllia divisa, Platygyra lamellina, Hydnophora exesa, H. pilosa, H. rigida, Scolymia australis, Galaxea astreata, Pectinia lactuca* et une espèce de gorgone)
- Mobilité : 1 espèce *Fungia* sp.

- **Variation d'abondance** :

- Diminution de l'abondance pour 17 espèces (*Acropora* 4spp. branchu, *Acropora* 3spp. tabulaire, *Echinophyllia lamellosa, Platygyra pini, P. daedalea, Scapophyllia cylindrica, Galaxea fascicularis, Pocillopora damicornis, Seriatopora calendrium, S. histrix, Stylophora pistillata, Porites lobata*)

- **Blanchissement corallien** observé sur 3 espèces d'*Acropora* sp. (tabulaire)

Tableau n°60 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST06A)

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	15	5
Agaraciidae	6	3
Astrocoeniidae	0	0
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	3	2
Faviidae	15	3
Fungiidae	3	2
Merulinidae	4	2
Mussidae	5	2
Oculinidae	1	2
Pectiniidae	0	0
Pocilloporidae	7	4
Poritidae	2	3
Siderastreidae	3	2
Total scléractiniaire	**64**	/
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	0	0
Tubiporidae	0	**0**
Gorgone	0	0
Antipathaire	1	2
Total coraux	**65**	/

4.6.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST06A)

Les espèces de macrophytes et d'invertébrés sont adaptées aux milieux balayés par les courants.
Les observations des missions précédentes ont révélé de nombreux changements saisonniers amplifiés par l'hydrodynamisme important qui évolu dans cette zone. De plus les espèces mobiles et en particulier les échinodermes ont des variations bathymétriques et spécifiques selon les missions. Le developpement modéré des cyanobactéries peut être corrélé à la dégradation corallienne.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

- **Algues (variation saisonnière) :** Diminution de la diversité de 4 espèces (*Asparagopsis armata, Tricloglоea requienii, Halimeda* sp., *Chlorodesmis fastigiata*).
- **Présence de cyanobactéries :** Leur développement est en augmentation et localisé sur les colonies coralliennes blanchies et les débris coralliens
- **Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) :**

- Absence de 2 genres d'alcyonaires (*Sarcophyton* et *Sinularia*)
- Absence d'une espèce d'holothurie (*Thelenota ananas*)
- Absence des hydraires
- Diminution de l'abondance de 1 espèce d'ascidie (*Polycarpa cryptocarpa*)
- Diminution de l'abondance des crinoïdes

Tableau n°61 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST06A)

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	1	3
Algue brune	0	0
Algue rouge	2	3
Algue verte	0	0
Cyanobactéries	1	2
Anémone	0	0
Ascidie	1	4
Bryozoaire	0	0
Astérie	0	0
Crinoïde	1	3
Echinide	0	0
Holothurie	0	0
Hydraire	0	0
Mollusque	1	2
Spongiaire	2	4
Zoanthaire	1	2
TOTAL	**10**	/

4.6.2.2 Benthos Transect 06 B

4.6.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST06B)

Ce niveau bathymétrique est colonisé par 69 espèces coralliennes dont deux espèces de *Millepora* (encroûtant et branchu) et un antipathaire (*Antipathus*). Les familles scléractiniaires (66 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (17 taxons), les Acroporidae (9 taxons), les Pocilloporidae (6 taxons), les Merulinidae (6 taxons), les Mussidae (6 taxons), les Agariciidae (4 taxons), les Pectiniidae (4 taxons) et les Dendrophyllidae (4 taxons).

Le recouvrement en coraux vivants est faible et les dégradations sont importantes mais plus modérées que pour le niveau bathymétrique supérieur. De nombreuses colonies coralliennes de ce niveau ont été ensevelies, cassées ou entraînées par les éboulis de roches et de coraux morts provenant de l'étage supérieur. Les colonies vivantes sont de petite taille (*Pectinia* sp., *Euphyllia divisa, Pavona maldiviensis, Scapophyllia cylindrica, Pocillopora damicornis, Scolymia vitiensis, Pachyseris speciosa, Turbinaria mesenterina, Turbinaria peltata, Psammocora contigua, Cyphastrea japonica, Echinopora lamellosa, Favites abdita*…). Cependant, de grandes colonies de *Porites lobata* (2 m de diamètre) s'édifient sur la pente abrupte.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

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

- Recrutement : 1 espèce corallienne (*Cyphastrea chalcidicum*)
- Mortalité : 1 espèce (*Acanthastrea* sp.)

- **Variation d'abondance** :

- Diminution de l'abondance de 16 espèces (*Acropora* 2spp. branchu, *Acropora* 2spp. tabulaire, *Pachyseris speciosa, Leptastrea purpurea, Platygyra lamellina, Fungia* sp., *Merulina scabricula, Scapophyllia cylindrica, Lobophyllia corymbosa, Scolymia vitiensis, Pectinia lactuca, Pocillopora damicornis, Seriatopora histrix, Psammocora contigua*)

- **Blanchissement corallien** : aucun

Tableau n°62 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST06B)

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	9	4
Agaraciidae	4	3
Astrocoeniidae	0	0
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	4	3
Faviidae	17	5
Fungiidae	3	3
Merulinidae	6	5
Mussidae	6	3
Oculinidae	2	3
Pectiniidae	4	3
Pocilloporidae	6	3
Poritidae	3	3
Siderastreidae	2	2
Total scléractiniaire	**66**	/
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	2	2
Tubiporidae	0	0
Gorgone	0	0
Antipathaire	1	2
Total coraux	**69**	/

4.6.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST06B)

Les espèces de macrophytes et d'invertébrés sont adaptées aux milieux balayés par les courants. Les macrophytes ont de grandes variations de recouvrement et de diversité par leur cycle saisonnier. Les spongiaires du genre *Cliona* et en particulier l'espèce *C. orientalis* se répartissent abondamment sur les débris, les blocs et les coraux morts en place. Plusieurs exemples d'encroûtement de coraux scléractiniaires par les *Cliona orientalis* sont les marqueurs de la fragilité du récif et de la faiblesse des scléractiniaires dans ce milieu. Les cyanobactéries se développent sur les colonies coralliennes dégradées et sur les débris. Les alcyonaires et les ascidies *(Polycarpa cryptocarpa* et *P. clavata)* sont également en compétition avec les coraux pour la colonisation du milieu. Une petite partie de la place perdue par les coraux lors des effondrements de blocs répétitifs est compensée par le recouvrement en spongiaires et en zoanthaires.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

- **Algues (variation saisonnière) :** Diminution de la diversité de 3 espèces (*Asparagopsis armata, Tricloglоea requienii, Chlorodesmis fastigiata*)
- **Présence de cyanobactéries :** Leur développement reste modéré et localisé sur les colonies coralliennes dégradées et les débris coralliens
- **Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) :**

- Absence de 1 genre d'alcyonaire (*Sarcophyton*)
- Absence de 1 espèce d'éponge (*Stylissa flabelliformis*)
- Présence nouvelle de 3 espèces d'holothurie (*Holothuria atra, H. edulis* et *H. nobilis*)
- Présence nouvelle de 1 espèce de mollusque corallivore (*Druppella cornus*)
- Diminution de l'abondance des ascidies (*Polycarpa cryptocarpa*)

- Diminution de l'abondance des crinoïdes
- Légère augmentation du recouvrement de zoanthaire (*Palythoa* sp.)

Tableau n°63 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST06B)

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	3	2
Algue brune	1	2
Algue rouge	2	2
Algue verte	1	2
Cyanobactéries	1	2
Anémone	0	0
Ascidie	2	2
Bryozoaire	0	0
Astérie	0	0
Crinoïde	1	2
Echinide	0	0
Holothurie	3	2
Hydraire	1	2
Mollusque	2	2
Spongiaire	3	5
Zoanthaire	1	2
TOTAL	**21**	/

4.6.2.3 Benthos Transect 06 C

4.6.2.3.1 Les Scléractiniaires (ST06C)

Ce niveau bathymétrique est colonisé par 79 espèces coralliennes dont une espèce de *Millepora (*encroûtant) et une espèce d'antipathaire (*Antipathus* sp.) et une espèce de gorgone. Les familles scléractiniaires (76 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (20 taxons), les Acroporidae (9 taxons), les Agariciidae (9 taxons), les Fungiidae (7 taxons), les Mussidae (5 taxons), les Pocilloporidae (5 taxons), les Dendrophyllidae (5 taxons) et les Pectiniidae (5 taxons).
Le bas de pente étant l'exutoire de nombreux débris coralliens et de roches, le recouvrement des coraux vivants est faible mais la richesse spécifique reste importante. De petites colonies recolonisent le site. Les espèces les plus abondantes sur ce site sont communes au lagon néo-calédonien (*Seriatopora histrix, Galaxea astreata, G. fascicularis* et *Pocillopora damicornis).*
A noter, la présence rare de *Physogyra lichtensteini, Pocillopora subseriata, Leptoseris scabra, L. hawaiiensis, Mycedium elephantotus, Pavona decussata, Sandalolitha robusta, Turbinaria mesenterina, Oulastrea crispa, Pectinia lactuca, P. pæonia, Psammocora contigua, Hydnophora microconos* et *Acanthastrea echinata*.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

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

- Recrutement : 6 espèces coralliennes juvéniles (*Gardineroseris planulata, Goniastrea australiensis, Montastrea curta, Fungia simplex, Echinophyllia aspera*, gorgone ind.)
- Mortalité : 1 espèce (*Leptoseris hawaiiensis)*

- **Variation d'abondance** :

- Diminution de l'abondance de 6 espèces (*Acropora* sp.1 branchu, *Astreopora myriophthalma, Platygyra lamellina, Pocillopora damicornis, Seriatopora histrix, Psammocora contigua*)

- **Blanchissement corallien** : 3 espèces (*Porites* sp., *Seriatopora histrix* et *Platygyra daedalea*)

Tableau n°64 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST06C)

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	9	3
Agaraciidae	9	2
Astrocoeniidae	0	0
Caryophyllidae	1	1
Dendrophyllidae	5	3
Faviidae	20	5
Fungiidae	7	3
Merulinidae	3	2
Mussidae	5	3
Oculinidae	2	3
Pectiniidae	5	2
Pocilloporidae	5	3
Poritidae	3	2
Siderastreidae	2	2
Total scléractiniaire	**76**	/
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	1	2
Tubiporidae	1	0
Gorgone	0	0
Antipathaire	1	2
Total coraux	**79**	/

4.6.2.3.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST06C)

Les macrophytes et les invertébrés ont peu évolué au regard des perturbations mécaniques subient dans les niveaux bathymétriques supérieurs. L'évolution du recouvrement et de la diversité de ces organismes peut être attribuée aux cycles saisonniers.
Les cyanobactéries (*Phormidium* sp.) et les spongiaires *(Cliona orientalis* et *C. jullienei)* se développent de manière modérée sur quelques colonies coralliennes vivantes et des débris coralliens (pas d'évolution depuis le dernier recensement).

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

- **Algues (variation saisonnière) :**

- Diminution de la diversité de 1 espèce (*Halimeda* sp.)
- Diminution du recouvrement de *Dictyota* sp. (algue brune)

- **Présence de cyanobactéries :** Leur développement reste modéré et localisé sur quelques colonies coralliennes dégradées et blanchies et les débris coralliens
- **Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) :**

- Absence de 1 genre d'alcyonaire (*Chironephthya)*
- Diminution de l'abondance des ascidies (*Polycarpa cryptocarpa*)
- Légère augmentation du recouvrement en zoanthaires (*Palythoa* sp.)

Tableau n°65 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST06C)

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	3	2
Algue brune	1	3
Algue rouge	2	2
Algue verte	0	0
Cyanobactéries	1	2
Anémone	0	0
Ascidie	2	2
Bryozoaire	0	0
Astérie	0	0
Crinoïde	1	2
Echinide	0	0
Holothurie	1	2
Hydraire	1	2
Mollusque	1	1
Spongiaire	3	5
Zoanthaire	1	2
TOTAL	**17**	/

4.6.3 Les poissons (ST06)

La liste des espèces observées[9] sur les transects et les résultats bruts sont fournis dans le tableau 66.

Tableau n°66 : Données sur les poissons (ST06)

Ionontea ST06		Transect			Transect			Transect			Station		
		A	A	A	B	B	B	C	C	C	Total	Moyenne	
Fam	Espèces	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom	Nb	Dens	Biom
Aca	*Acanthurus blochii*	2	0,03	28,56				5	0,06	71,40	7	0,03	33,32
Aca	*Acanthurus mata*							40	0,50	177,96	40	0,17	59,32
Aca	*Ctenochaetus striatus*	4	0,05	0,67				6	0,08	6,93	10	0,04	2,54
Aca	*Naso brevirostris*				10	0,13	260,69				10	0,04	86,90
Aca	*Naso lituratus*	2	0,03	12,83							2	0,01	4,28
Aca	*Zebrasoma scopas*				6	0,08	2,15				6	0,03	0,72
Aca	*Zebrasoma veliferum*	2	0,03	14,68							2	0,01	4,89
Ant	*Pseudanthias pascalus*				15	0,19	3,62	20	0,25	4,83	35	0,15	2,82
Ble	*Meiacanthus atrodorsalis*				2	0,03	0,02	1	0,01	0,01	3	0,01	0,01
Cae	*Caesio caerulaurea*							120	1,50	233,62	120	0,50	77,87
Can	*Canthigaster valentini*	1	0,01	0,03							1	0,00	0,01
Cha	*Chaetodon kleinii*	2	0,03	0,08							2	0,01	0,03
Cha	*Chaetodon lunulatus*	3	0,04	0,38							3	0,01	0,13
Cha	*Chaetodon mertensii*	4	0,05	0,47							4	0,02	0,16
Cha	*Chaetodon speculum*	2	0,03	0,65							2	0,01	0,22
Epi	*Cephalopholis urodeta*	3	0,04	1,16	3	0,04	4,90				6	0,03	2,02
Epi	*Epinephelus fasciatus*	2	0,03	2,41				2	0,03	4,96	4	0,02	2,46
Epi	*Plectropomus laevis*				2	0,03	214,29				2	0,01	71,43
Epi	*Plectropomus leopardus*							4	0,05	208,15	4	0,02	69,38
Lab	*Bodianus loxozonus*							1	0,01	10,71	1	0,00	3,57
Lab	*Bodianus perditio*							1	0,01	10,71	1	0,00	3,57
Lab	*Cheilinus chlorourus*	1	0,01	1,93							1	0,00	0,64
Lab	*Gomphosus varius*	4	0,05	0,62							4	0,02	0,21
Lab	*Halichoeres hortulanus*							1	0,01	1,54	1	0,00	0,51
Lab	*Labroides dimidiatus*	8	0,10	0,19	4	0,05	0,03				12	0,05	0,07
Lab	*Thalassoma hardwicke*	7	0,09	0,67							7	0,03	0,22
Lab	*Thalassoma lunare*							5	0,06	0,90	5	0,02	0,30
Lab	*Thalassoma lutescens*	10	0,13	0,91							10	0,04	0,30
Lab	*Thalassoma nigrofascitus*	15	0,19	0,96							15	0,06	0,32
Let	*Lethrinus atkinsoni*							1	0,01	25,73	1	0,00	8,58
Let	*Lethrinus nebulosus*							2	0,03	99,34	2	0,01	33,11
Let	*Monotaxis grandoculis*							3	0,04	85,46	3	0,01	28,49
Let	*Monotaxis heterodon*							4	0,05	33,46	4	0,02	11,15
Lut	*Aprion virescens*							1	0,01	75,43	1	0,00	25,14
Mul	*Parupeneus barberinoides*	7	0,09	6,09							7	0,03	2,03
Mul	*Parupeneus crassilabris*	10	0,13	2,44							10	0,04	0,81
Nem	*Scolopsis bilineatus*	6	0,08	5,17	5	0,06	0,46	5	0,06	4,31	16	0,07	3,31
Poc	*Centropyge bicolor*	3	0,04	0,18							3	0,01	0,06
Poc	*Centropyge bispinosa*							2	0,03	0,03	2	0,01	0,01
Poc	*Centropyge tibicen*	3	0,04	0,18							3	0,01	0,06
Pom	*Chromis fumea*	30	0,38	0,56	20	0,25	0,37				50	0,21	0,31
Pom	*Chrysiptera rollandi*				5	0,06	0,05				5	0,02	0,02
Pom	*Chrysiptera taupou*	20	0,25	0,35							20	0,08	0,12
Pom	*Dascyllus reticulatus*				50	0,63	0,61				50	0,21	0,20

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

Pom	*Pomacentrus moluccensis*							20	0,25	0,19	20	0,08	0,06
Sca	*Cetoscarus ocellatus*							3	0,04	122,39	3	0,01	40,80
Sca	*Scarus forsteni*	3	0,04	32,17							3	0,01	10,72
Sca	*Scarus psittacus*	4	0,05	90,17							4	0,02	30,06
Sca	*Scarus frenatus*	5	0,06	79,58							5	0,02	26,53
Scom	*Scomberomorus commerson*							1	0,01	109,58	1	0,00	36,53
Sig	*Siganus punctatus*				2	0,03	4,10				2	0,01	1,37
	Total	**163**	**2,04**	**284,09**	**124**	**1,55**	**491,28**	**248**	**3,10**	**1287,63**	**535**	**2,23**	**687,65**
	Biodiversité	27			12			22			51		
	Indice de Shannon =	4,365											
	Equitabilité =	0,817											

Sur l'ensemble des transects de la station, 535 individus appartenant à 51 espèces différentes (figure 38) ont pu être observés. Ils représentent une densité de 2.23 poissons/m² pour une biomasse de 687.65 g/m².
51 espèces supplémentaires (e.g. hors des transects et hors liste restreinte [*en bleu*]) ont été observées sur la station (cf. tableau 67).

Tableau n°67 : Liste des espèces complémentaires (ST06)

Ionontea ST06					
Fam	**Espèces**	**Fam**	**Espèces**	**Fam**	**Espèces**
Aca	*Acanthurus achilles*	Dus	*Spratelloides gracilis*	Lut	*Lutjanus fulvus*
Aca	*Acanthurus albipectoralis*	Epi	*Cephalopholis miniata*	Lut	*Lutjanus gibbus*
Aca	*Acanthurus dussumieri*	Epi	*Epinephelus coioides*	Lut	*Lutjanus quinquelineatus*
Aca	*Naso hexacanthus*	Hae	*Plectorhinchus chaetodonoides*	Poc	*Genicanthus melanospilos*
Aca	*Naso tonganus*	Hae	*Plectorhinchus pictum*	Poc	*Genicanthus watanabei*
Aca	*Naso unicornis*	Lab	*Anampses femininus*	Pom	*Chromis amboinensis*
Aca	*Naso vlamingii*	Lab	*Anampses neoguinaicus*	Pom	*Chromis margaritifer*
Aca	*Prionurus maculatus*	Lab	*Bodianus axillaris*	Pom	*Chrysiptera brownriggii*
Bal	*Sufflamen fraenatus*	Lab	*Cheilinus fasciatus*	Pom	*Chrysiptera rex*
Ble	*Atrosalarias fuscus*	Lab	*Coris batuensis*	Pom	*Dascyllus trimaculatus*
Carc	*Triaenodon obesus*	Lab	*Epibulus insidiator*	Pom	*Neopomacentrus filamentosus*
Cha	*Chaetodon pelewensis*	Lab	*Halichoeres melanurus*	Pom	*plectroglyphidodon johnstonianus*
Cha	*Forcipiger flavissimus*	Lab	*Halichoeres prosopeion*	Pom	*Pomacentrus chrysurus*
Cha	*Heniochus varius*	Lab	*Stethojulis bandanensis*	Pom	*Pomacentrus imitator*
Cir	*Cirrhitichthys falco*	Lut	*Lutjanus adetii*	Pom	*Pomacentrus nagasakiensis*
Cir	*Paracirrhites arcatus*	Lut	*Lutjanus argentimaculatus*	Sca	*Scarus chameleon*
Cir	*Paracirrhites forsteri*	Lut	*Lutjanus bohar*	Sig	*Siganus corallinus*

Le nombre d'espèces pour chaque famille depuis 2007 est donné dans le tableau 68 et spécifiquement pour la campagne de mars 2011 sur la figure 38.

Tableau n°68 : Nombre d'espèces par famille ichtyologique de 2007 à 2011 (ST06)

Familles	Ionontea ST06					
	2007	2008	2009	2010 a	2010 b	2011 a
Acanthuridae	6	8	6	5	4	**8**
Anthiinidae	2	2		1	2	**1**
Blenniidae					1	**1**
Caesionidae			1	1		**1**

Canthigasteridae						**1**
Carangidae				4		
Chaetodontidae	5	3	4	3	3	**4**
Epinephelinae	5	4	5	5	2	**4**
Haemulidae		1	2	1	1	
Labridae	5	8	1	7	7	**10**
Lethrinidae	1		1	1	2	**4**
Lutjanidae	2		3	2		**1**
Mullidae	1	1		1	3	**2**
Nemipteridae	1	1		1	1	**1**
Pomacanthidae	6	4	2	2	3	**3**
Pomacentridae	5	4	3	4	5	**5**
Ptereleotridae	1	1				
Scaridae	4	3	3	4	3	**4**
Scombridae				1		**1**
Siganidae	1	1		1		**1**
Total espèces	**45**	**41**	**31**	**44**	**37**	**50**
Total familles	**14**	**13**	**11**	**17**	**13**	**16**

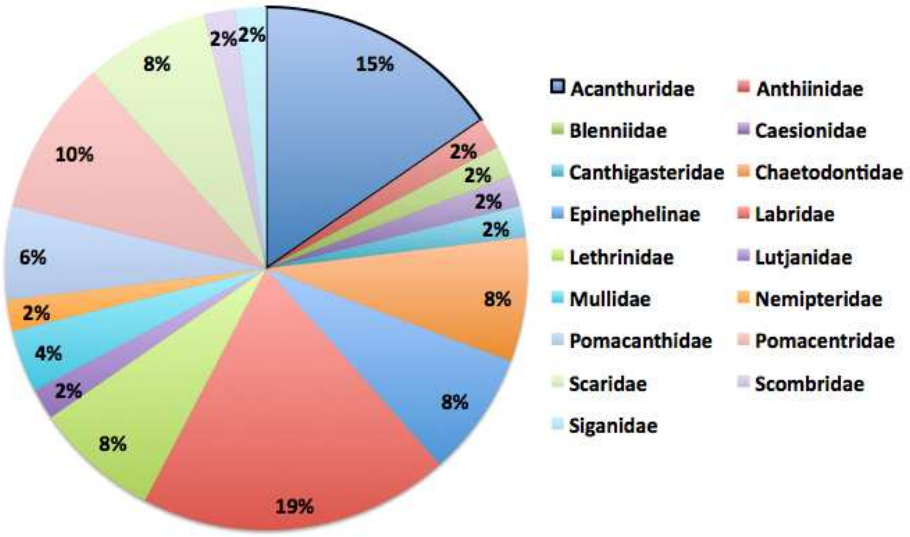


Figure n°38 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST06)

Si la comparaison du nombre d'espèces par famille entre les années 2007 - 2011 est effectuée (cf. tableau 69), sous l'angle de vue de ce critère les six campagnes sont similaires.

Tableau n°69 : Comparaison de l'évolution de la richesse spécifique par famille, 2007 à 2011 (ST06)

Test $\chi 2$	ddl	Seuil de tolérance à 0,95
76.48	95	118.75

Le récapitulatif des résultats en terme de :

- d'abondance (nombre d'individus, transects/liste restreinte),
- de densité (en poisson/m², transects/liste restreinte),
- de biomasse (en g/m², transects/liste restreinte),

- de biodiversité 1 (espèces observées sur les transects et de la liste restreinte),
- de biodiversité 2 (espèces observées sur la station (transects + complémentaires) et de la liste restreinte),
- de biodiversité 3 (toutes les espèces observées sur la station (transects + complémentaires / liste non restreinte)),

pour toutes les campagnes depuis 2007 sont présentés dans le tableau 70 et la figure 39.

Tableau n°70 : Synopsis des résultats 2011 et récapitulatif des années précédentes (ST06)

Ionontea ST06		Liste DENV					Toutes espèces
		Transect TLV				Station	Station
		Nb. ind.	Densité	Biom. g/m^2	Biodiv.	Biodiv.	Biodiv.
2011 a	Transect A	163	2,04	284,09	27		
	Transect B	124	1,55	491,28	12		
	Transect C	248	3,10	1287,63	22		
	Moy. ABC	178,30	2,23	687,67	51	75	102
2010 b	Moy. ABC	190	1,91	92,96	37	58	81
2010 a	Moy. ABC	76,00	2,05	487,76	44	71	94
2009	Moy. ABC	27,00	1,17	226,52	31	33	81
2008	Moy. ABC	43,67	2,99	385,65	41	54	67
2007	Moy. ABC	42,67	2,45	1322,4	45	51	60

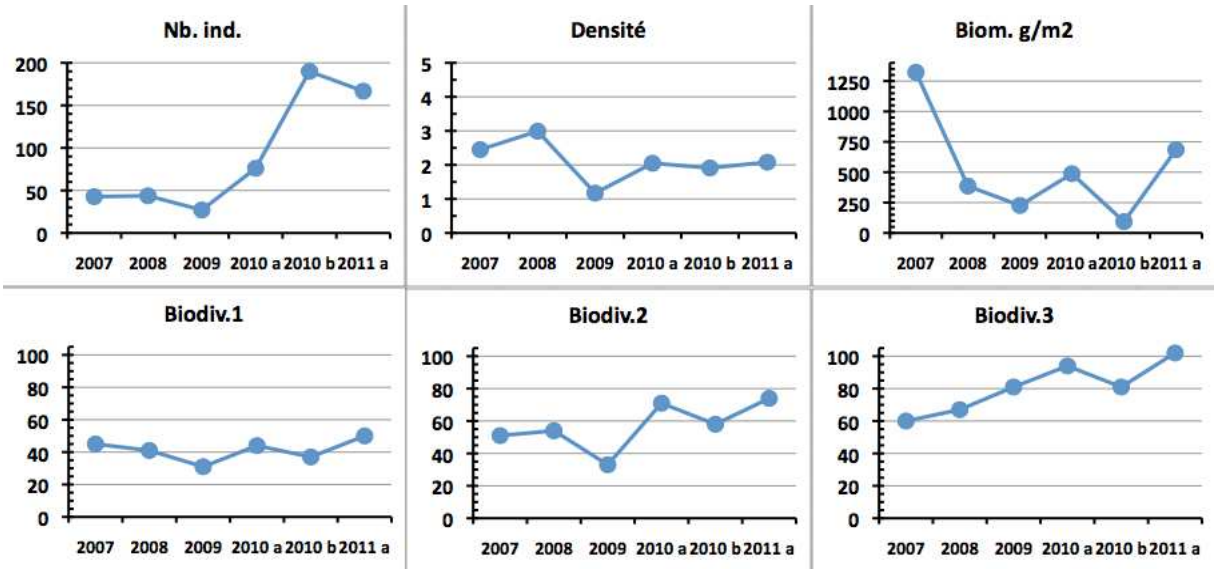


Figure n°39 : Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST06)

4.7 Station 07 = Basse Chambeyron

Localisation géographique	Dans la partie ouest du récif ennoyé de Basse Chambeyron. C'est un banc isolé, totalement ennoyé (cf. photographie 14) et qui subit les forts courants de marée et l'assaut des trains de houle. Aucun abri n'est possible.
Nombre transects	3 transects.
Description transects	Ils ont été positionnés aux profondeurs de 7, 17 et 22 mètres, avec une orientation du nord-est vers le sud-ouest.
	Ils se placent depuis la rupture du tombant récifal jusqu'à la pente sédimentaire (zone d'accumulation de débris et de roche). Cette pente est d'environ 40°.

Description générale

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

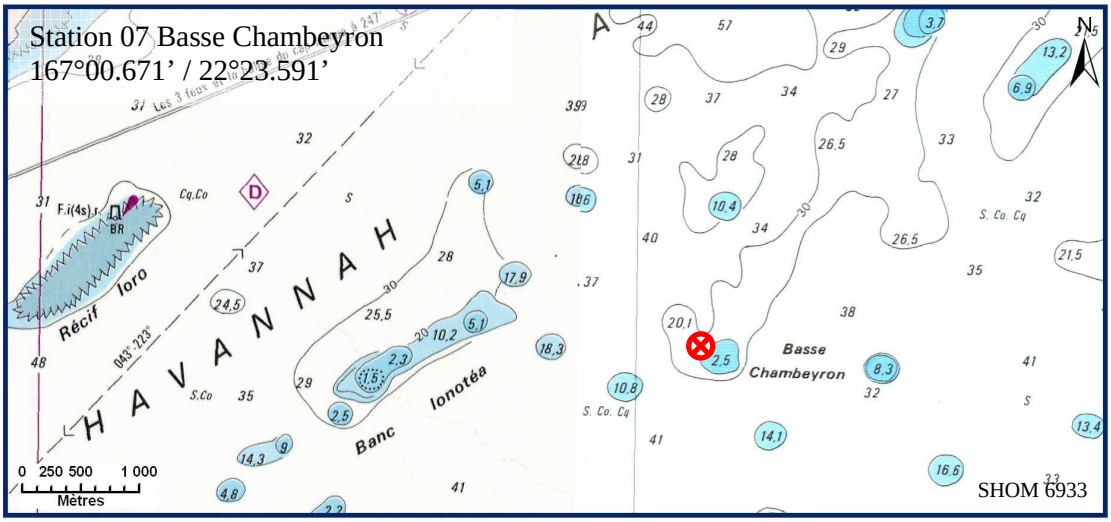
Sur le dessus du banc (3-5 mètres), la plupart des espèces adaptées au ressac n'ont pas été détruites et sont encore en place. Leur taux de recouvrement est d'environ 10-15 %. Juste avant la rupture de pente (5 à 7 mètres) on trouve une zone d'*Acropora* branchu (*Acropora* cf. *formosa*) monospécifique, qui résistait paradoxalement depuis plusieurs années mais qui à été très dégradée lors des événements cycloniques du début d'année 2011. Au delà de 6-7 mètres, la pente est inclinée à 40°, la zone présente des séquelles de dégradations mécaniques (tempêtes et cyclones) comme l'atteste un nombre conséquent de roches et de débris coralliens de tailles variées. Par le phénomène d'avalanches, les grosses colonies fixées à l'origine vers 6-7 mètres (gros *Acropora* tabulaires, *Porites* massifs, …) ont été arrachées, détruisant les organismes fixés sur leur passage.

Caractéristiques principales

- Originalité des peuplements coralliens adaptés à un milieu d'hydrodynamisme important (courant de marée) et taille relativement petite des colonies.
- Mortalité corallienne importante : couloir d'avalanche avec nombreux débris et coraux tabulaires retournés.
- Les spongiaires (*Cliona jullienei* et *C. orientalis*) sont relativement bien développées et colonisent les blocs coralliens et les massifs coralliens vivants.
- Présence de *Blastomussa wellsi* au transect B (espèce rare).
- Mobilité bathymétrique des échinodermes (astéries, holothuries, échinides) et des mollusques.
- Richesse spécifique des macrophytes qui varie selon la saison.

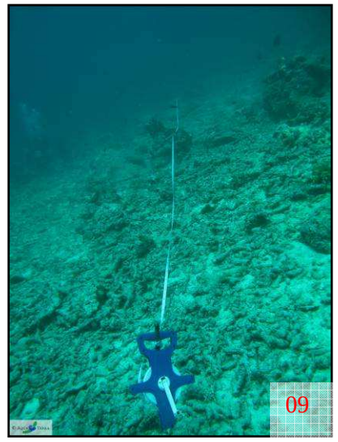
Variations entre septembre 2010 et mars 2011

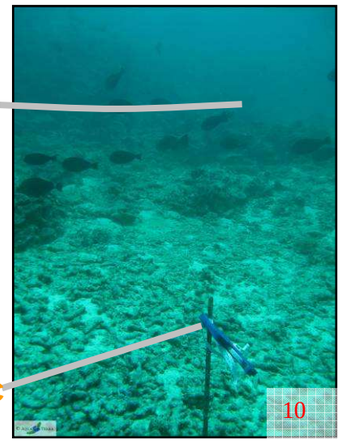
- Dégradation des communautés benthiques sur l'ensemble de la station et plus particulièrement au transect A (à cause d'un hydrodynamisme important).
- Diminution de la biodiversité des coraux (de 3 espèces au transect A, 1 espèce en B, 1 espèce en C), des macrophytes (de 1 espèce au transect A, 2 espèces en B) et des invertébrés (de 10 espèces au transect A, 2 espèces en B et 4 espèces en C).
- Pas de recolonisation des colonies coralliennes au transect A ni B.
- Présence de colonies coralliennes juveniles au transect C (3 espèces).
- Diminution de l'abondance des coraux (pour 13 espèces au transect A, 9 espèces en B et 1 espèce en C).
- Blanchissement corallien (pour 3 espèces au transect A, 4 espèces en B et 2 espèces en C).
- Prédation des mollusques (*Druppela cornus*) sur quelques coraux tabulaires aux transects B et C.
- Recouvrement faible des cyanobactéries (*Phormidium* sp.) aux transects A, B et C.

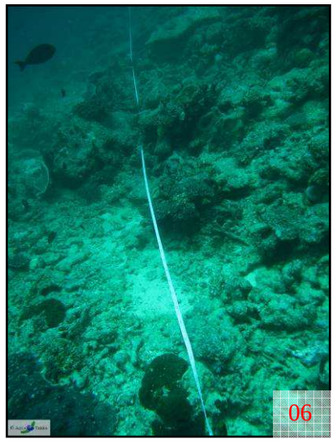


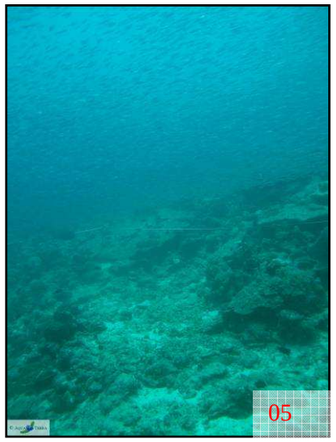
Carte n°09 : *Localisation de la station 07 (Basse Chambeyron)*

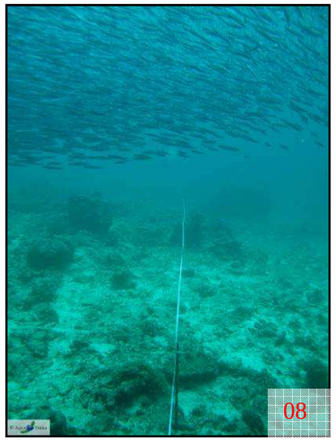
Photo n°014 : Position en surface (ST07)

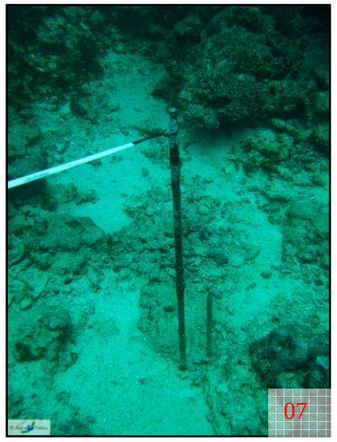


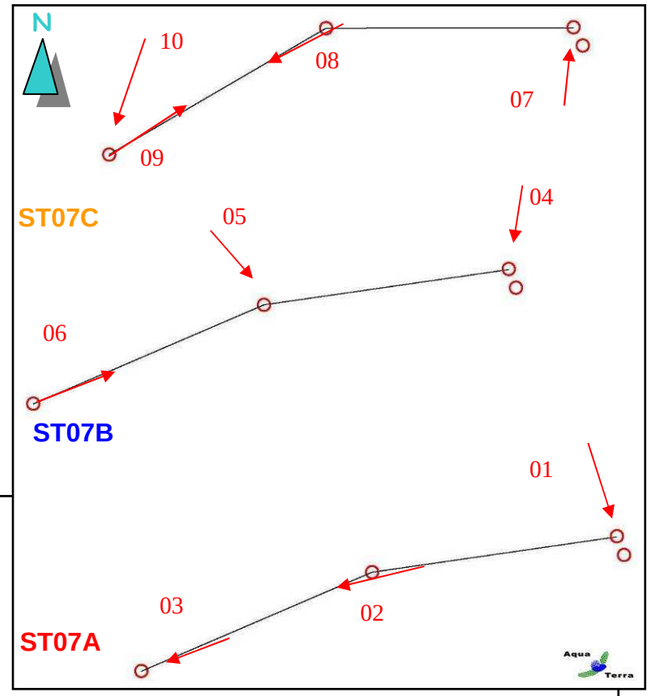


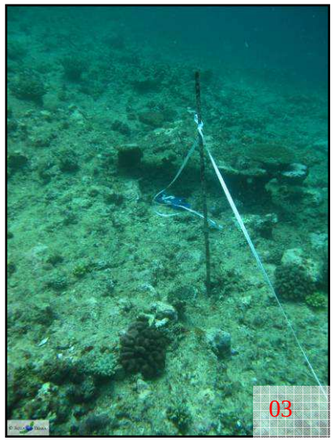


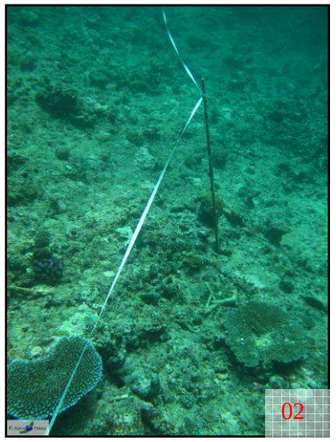


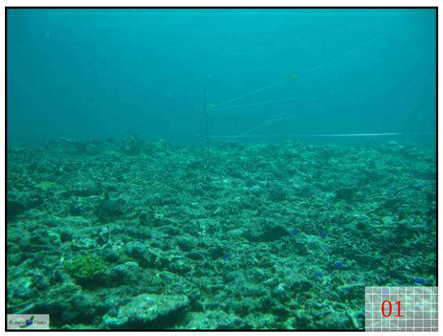












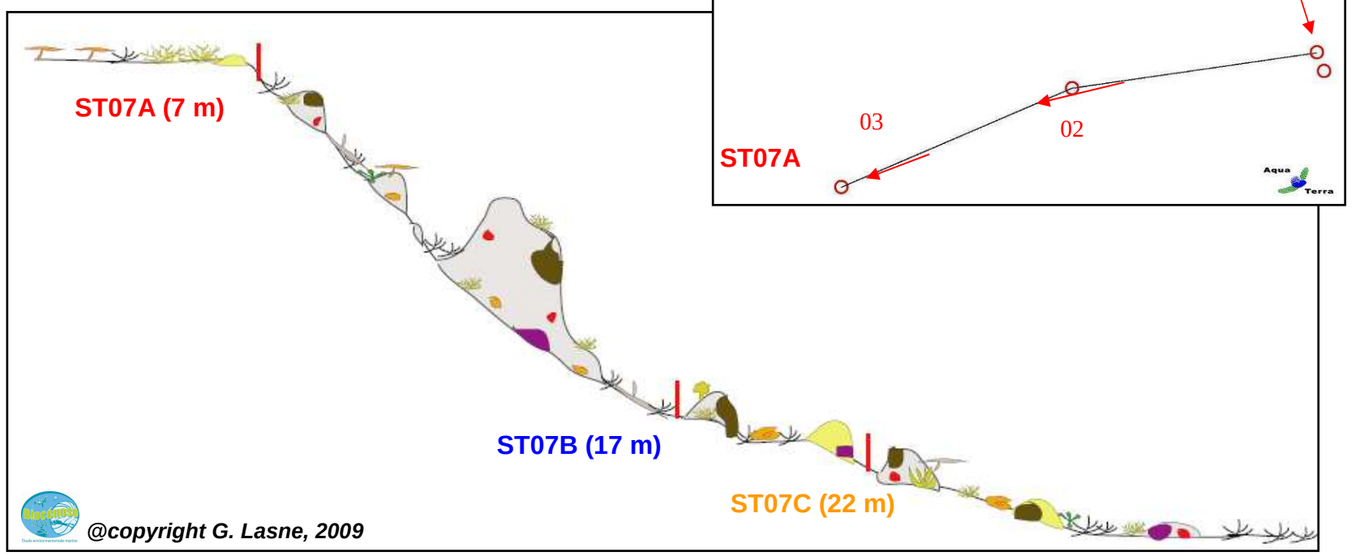


Figure n°40 : *Schéma structural, plan et photographies de la ST07*

4.7.1 Le substrat (ST07)

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la figure 41 pour le transect A, dans la figure 42 pour le transect B et dans la figure 43 pour le transect C.

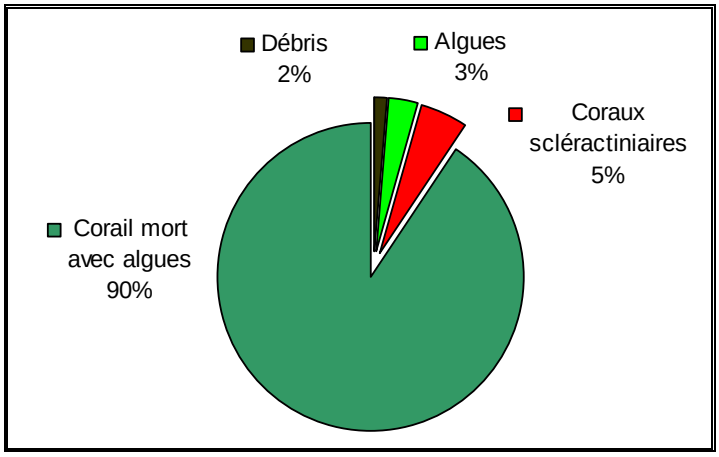


Figure n°41 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST07A

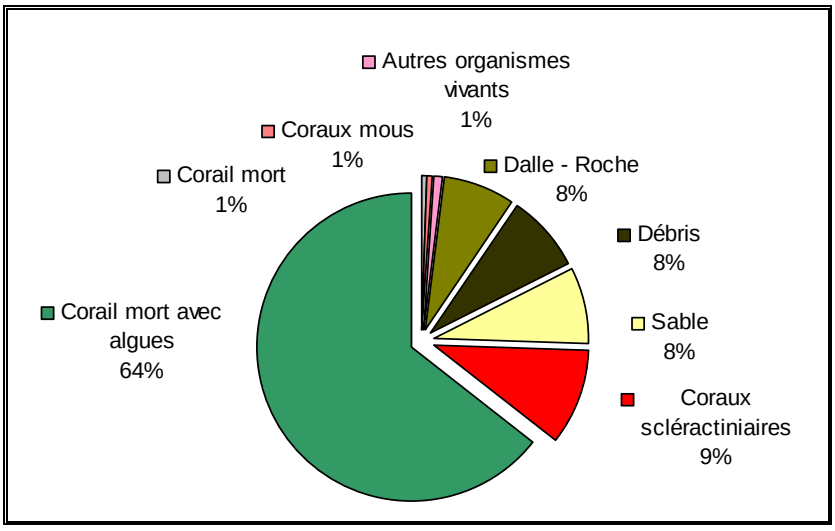


Figure n°42 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST07B

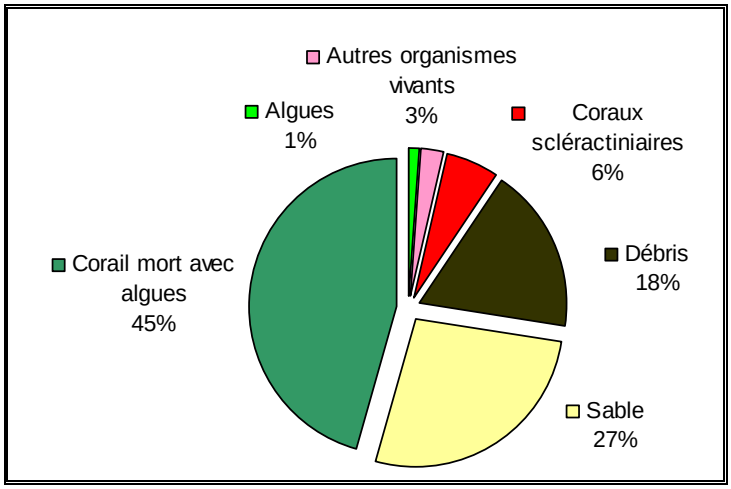


Figure n°43 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST07C

Cette station a un substrat qui est très biotique (notamment au 1er transect : 98.5%), mais cela est principalement dû aux coraux morts - et aux débris, classés alors dans cette catégories - recouverts d'algues et particulièrement d'algues calcaires encroûtantes.
Les coraux scléractiniaires sont faiblement représentés : respectivement 5%, 10% et 6%.
Les trois transects sont très stables par rapport à la mission précédente.
A noter : 0.5% de coraux branchus blancs au transect B et 1% de cyanobactéries au transect C.

4.7.2 Le benthos (ST07)

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

4.7.2.1 Benthos Transect 07 A

4.7.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST07A)

Ce niveau bathymétrique est colonisé par 50 espèces coralliennes et les familles scléractiniaires (50 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (15 taxons), les Acroporidae (13 taxons), les Mussidae (7 taxons) et les Pocilloporidae (6 taxons).

Tableau n°71 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST07A)

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	13	5
Agaraciidae	1	1
Astrocoeniidae	0	0
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	1	1
Faviidae	15	5
Fungiidae	2	1
Merulinidae	2	2
Mussidae	7	3
Oculinidae	1	3
Pectiniidae	0	0
Pocilloporidae	6	4
Poritidae	2	2
Siderastreidae	0	0
Total scléractiniaire	**50**	/
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	0	0
Tubiporidae	0	0
Gorgone	0	0
Antipathaire	0	0
Total coraux	**50**	/

Les colonies scléractiniaires qui se développent en haut de récif, adoptent des morphoses robustes pour résister aux fréquents ressacs : formes branchues robustes (*Pocillopora eydouxi, P. damicornis, P. verrucosa,*

P. meandrina et *Seriatopora calendrium),* formes encroûtantes *(Montipora* spp. et *Galaxea fascicularis),* formes massives *(Symphyllia* cf. *recta, Hydnophora microconos, Porites* sp. et *Platygyra* spp.). La zone d'*Acropora* branchu (*Acropora* cf. *formosa*) monospécifique a été dégradée lors des événements cycloniques du début d'année 2011.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

- Dégradation des communautés benthiques sur l'ensemble de la station et plus particulièrement les coraux scléractiniaires au transect A (à cause d'un hydrodynamisme important).
- **Evolution de la richesse spécifique des coraux :**

- Recrutement : aucune nouvelle espèce
- Mortalité : 3 espèces (*Acropora florida, Acropora gemmifera* et *A. humilis*)

- **Variation d'abondance** :

- Diminution de l'abondance pour 13 espèces (*Acropora formosa*, *Acropora millepora*, *Acropora* 3spp. branchu, *Acropora* 4spp. tabulaire, *Astreopora myriophthalma*, *Fungia* sp., *Galaxea fascicularis, Seriatopora histrix*)

- **Blanchissement corallien** rare observé sur 3 espèces : *Montipora* sp.1, *Pocillopora damicornis, Stylophora pistillata*

4.7.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST07A)

Les macrophytes, les alcyonaires et les spongiaires ont un recouvrement faible. Les espèces qui se développent sont adaptées à un milieu balayé par les courants. L'évolution du recouvrement et de la diversité de ces organismes peut être attribuée aux cycles saisonniers amplifiés par des conditions hydrodynamiques exeptionnelles (tempête et cyclone).

D'une manière générale, les macrophytes montrent des variations saisonnières importantes (*Asparagopsis armata, Turbinaria ornata, Caulerpa* sp.1, *Neomeris van bosseae*). Les autres espèces d'algues sont minoritaires et représentées par quelques thalles d'algues vertes (*Halimeda, Chlorodesmis fastigiata*) et d'algues brunes (*Padina* sp.). D'une manière générale, les algues sont réparties à travers tous les substrats durs (dalle, débris, roches, coraux vivants) mais elles privilégient les anfractuosités pour être à l'abri du courant.
Les spongiaires, les alcyonaires, les ascidies ainsi que les zoanthaires (*Palythoa* sp.) ont beaucoup évolué depuis la dernière mission. Ces organismes ont été pour la plupart arrachés de leur substrat lors des évènements hydrodynamiques exeptionnels du début d'année 2011.
Les crinoïdes privilégient ce type de biotope balayé par les courants de marée : leur abondance est plutôt modérée mais les individus de ce groupe normalement fixés sur les promontoires afin de capter au mieux leur nourriture, sont en fait cachés dans les cavités du récif (à cause du courant fort).

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

- **Algues (variation saisonnière) :**

- Diminution du recouvrement d'*Asparagopsis armata*
- Absence de *Halimeda* sp.

- **Présence de cyanobactéries :** Leur développement est en augmentation et concentré sur les colonies coralliennes dégradées et les nouveaux débris
- **Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) :**

- Présence nouvelle de 1 espèce de mollusque (*Lambis lambis*)
- Absence de 1 espèce de mollusque (*Tridacna squamosa*)
- Absence de 2 espèces d'alcyonaires (*Sinularia* et *Sarcophyton*)
- Absence de 3 espèces d'ascidies (*Clavelina detorta, Polycarpa clavata* et *P. cryptocarpa*)
- Absence de 3 espèces de spongiaires (*Leucetta chagosensis, Spheciospongia vagabunda* et éponge indéterminée noire)
- Absence de 1 espèce de zoanthaire (*Palythoa* sp.)

Tableau n°72 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST07A)

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	1	2
Algue brune	0	0
Algue rouge	1	2
Algue verte	1	2
Cyanobactéries	1	3
Anémone	1	1
Ascidie	0	0
Bryozoaire	0	0
Astérie	0	0
Crinoïde	1	2
Echinide	0	0
Holothurie	1	1
Hydraire	1	2
Mollusque	1	1
Spongiaire	2	4
Zoanthaire	0	0
TOTAL	**11**	/

4.7.2.2 Benthos Transect 07 B

4.7.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST07B)

Ce niveau bathymétrique est colonisé par 65 espèces coralliennes dont deux espèces de *Millepora* branchu et encroûtant. Les familles scléractiniaires (63 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (14 taxons), les Mussidae (8 taxons), les Acroporidae (7 taxons), les Agaraciidae (7 taxons), les Pocilloporidae (6 taxons), les Poritidae (4 taxons), les Merulinidae (4 taxons), les Pectinidae (4 taxons), et les Dendrophyllidae (4 taxons).
La mortalité corallienne est importante au regard des nombreux débris coralliens. Cette dégradation mécanique est en relation directe avec l'exposition aux agents hydrodynamiques de cette zone et plus particulièrement avec les évènements exeptionnels du type cyclones et tempêtes. Les dégradations observées datent du cyclone Erica et ont été largement amplifiées depuis le début d'année 2011. De grandes colonies tabulaires d'Acroporidae de plus d'un mètre d'envergure gisent (tête retournée) sur cette pente. Elles ont été arrachées et transportées par des houles ou par des évènements exeptionnels Dans le même registre, à vingt mètre à l'ouest du transect, des couloirs d'avalanche sont le lieu d'accumulation importante de ces débris.
Cependant, des colonies massives de *Porites* sp., *Pavona explanulata*, *P. duerdeni* s'édifient sur la pente récifale. Dans les zones protégées, des buissons branchus *d'Acropora formosa* et des colonies massives de *Porites* sp. sont encore en place. Et par place, quelques colonies s'édifient à travers les débris coralliens (*Turbinaria peltata*, *T stellulata*, *Seriatopora calendrium*, *Galaxea fascicularis*, *G. astreata*, *Leptoseris scabra*, *Montipora* cf. *verrucosa*, *M.* cf. *danae*, *Symphyllia radians*, *Mycedium elephantopus…).* De plus, quelques petites cuvettes de sable sont colonisées par les Fungides (*Sandalolitha robusta* et *Fungia* sp.).

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

- Dégradation des communautés benthiques sur l'ensemble de la station et plus particulièrement les coraux scléractiniaires (à cause d'un hydrodynamisme important et de l'effondrement des coraux du niveau bathymétrique supérieur)
- **Evolution de la richesse spécifique des coraux :**

- Recrutement : aucune nouvelle espèce
- Mortalité : 1 espèce (*Halomitra pileus*, cette espèce est mobile mais des fragments d'exosquelette ont

été observés)

- **Variation d'abondance** :

- Diminution de l'abondance de 9 espèces (*Acropora* 2spp. branchu, *Acropora* 2spp. tabulaire, *Turbinaria stellulata, Fungia* sp., *Sandalolitha robusta, Galaxea fascicularis, Seriatopora histrix*)

- **Blanchissement corallien** rare observé sur 5 espèces : *Acropora* 2spp. tabulaire, *Montipora* sp.1, *Pocillopora damicornis, Seriatopora histrix*

Tableau n°73 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST07B)

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	7	4
Agaraciidae	7	3
Astrocoeniidae	0	0
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	4	2
Faviidae	14	4
Fungiidae	2	3
Merulinidae	4	3
Mussidae	8	2
Oculinidae	2	3
Pectiniidae	4	2
Pocilloporidae	6	3
Poritidae	4	3
Siderastreidae	1	1
Total scléractiniaire	**63**	/
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	2	2
Tubiporidae	0	0
Gorgone	0	0
Antipathaire	0	0
Total coraux	**65**	/

4.7.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST07B)

L'évolution du recouvrement et de la diversité de ces organismes peuvent être attribuée aux cycles saisonniers amplifiés par des conditions hydrodynamiques intenses et les effondrements coralliens du niveau bathymétrique supérieur.

Les macrophytes sont totalement absentes de ce niveau bathymétrique. L'abondance et la richesse spécifique des alcyonaires et des ascidies ont évolué à la baisse par rapport à la dernière mission. Les éponges encroûtantes (*Cliona orientalis* et *C. jullienei)* colonisent la dalle, les débris coralliens et quelques coraux vivants comme *Pavona duerdeni*. Les organismes mobiles tels que les holothuries, les astéries et les mollusques, évoluent entre les niveaux bathymétriques. A noter la présence de *Holothuria flammea* qui est peu commune et des mollusques corrallivores (*Druppela cornus*) dévorant des colonies tabulaires d'*Acropora*.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

- **Algues (variation saisonnière) :**

- Absence totale d'algue pour ce niveau bathymétrique
- Absence de *Asparagopsis armata*
- Absence de *Dictyota* sp.

- **Présence de cyanobactéries :** Leur développement est modéré et concentré sur les colonies coralliennes dégradées et les nouveaux débris
- **Invertébrés (mobilité et variation saisonniere) :**

- Présence nouvelle de 1 espèce d'astérie (*Nardoa* sp.)
- Présence nouvelle de 1 espèce d'holothurie (*Actinopyga flammea*)
- Présence nouvelle de 1 espèce de mollusque corallivore (*Druppela cornus*)
- Absence de 1 espèce d'alcyonaire (*Chironephthya* sp.)
- Absence de 1 espèce d'ascidie (*Clavelina detorta*)
- Diminution d'abondance de l'alcyonaire *Dendronephthya*
- Diminution d'abondance de l'ascidie *Polycarpa cryptocarpa*
- Diminution d'abondance des crinoïdes

Tableau n°74 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST07B)

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

4.7.2.3 Benthos Transect 07 C

4.7.2.3.1 Les Scléractiniaires (ST07C)

Les coraux sont donc représentés par 43 espèces dont une espèce de Millepora nouvelle et une espèce d'antipathaire. Les familles scléractiniaires (41 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (10 taxons), les Acroporidae (8 taxons), les Agaraciidae (6 taxons), les Mussidae (4 taxons), les Fungiidae (3 taxons), les Pocilloporidae (3 taxons) et les Pectiniidae (2 taxons).

Le recouvrement en coraux vivants reste faible, les colonies juvéniles ou bien de petite taille ont du mal à s'édifier car elles sont fragiles et ne résistent pas à l'accumulation de débris et de roches. Cependant les dégradations des communautés benthiques sont beaucoup moins importantes que pour les deux niveaux

bathymétriques supérieurs. L'hydrodynamisme a peu d'influence à cette profondeur et les débris coralliens arrachés au sommet du récif ont dégradé principalement le transect B. Peu de variations ont été détectées depuis la dernière mission et les communautés coralliennes retrouvent leur stabilité.
Les scléractiniaires adoptent des formes branchus robustes (*Pocillopora damicornis* et *P. verrucosa*), des formes massives (*Astreopora myriophtalma, Lobophyllia corymbosa, L. hemprichii, Symphyllia* sp., *Favia* spp, *Favites* spp), des formes encroûtantes (*Montipora* spp., *Galaxea fascicularis, Cyphastrea serailia, C. microphtalma*) et des formes libres (*Fungia* sp., *Halomitra pileus* et *Sandalolitha robusta).*
Le blanchissement est relativement faible.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

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

- Recrutement : 3 espèces (*Pavona duerdeni, Pavona varians, Millepora* encroûtant)
- Mortalité : 1 espèce (*Halomitra pileus*, cette espèce est mobile mais des fragments d'exosquelette ont été observés)

- **Variation d'abondance** :

- Diminution de l'abondance de 1 espèce (*Symphyllia* sp.).

- **Blanchissement corallien** rare observé sur 2 espèces : *Acropora* 1spp. tabulaire, *Porites* sp.

Tableau n°75 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST07C)

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	8	4
Agaraciidae	6	2
Astrocoeniidae	0	0
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	2	2
Faviidae	10	5
Fungiidae	3	2
Merulinidae	0	0
Mussidae	4	2
Oculinidae	1	2
Pectiniidae	2	2
Pocilloporidae	3	3
Poritidae	2	3
Siderastreidae	0	0
Total scléractiniaire	**41**	/
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	1	1
Tubiporidae	0	0
Gorgone	0	0
Antipathaire	1	2
Total coraux	**43**	/

4.7.2.3.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST07C)

Aucune espèce de macrophyte n'a été observée dans ce couloir situé en bas de pente. Les alcyonaires et les ascidies ont une évolution très faible par rapport à la dernière mission. Les alcyonaires sont peu abondants et s'édifient sur les petits massifs coralliens (*Lobophytum, Sarcophyton* et *Drendronephthya*). Les ascidies (*P.*

Cryptocarpa, Polycarpa clavata et *Clavelina detorta*) colonisent les substrats durs (débris, massifs coralliens et dalle). Les spongiaires n'ont pas un recouvrement important, les éponges encroûtantes (*Cliona orientalis* et *C. jullienei)* colonisent des petites surfaces de la dalle, quelques colonies coralliennes et des débris. Les holothuries (*Holothuria atra* et *H. nobilis*) sont rares et colonisent le sable et les débris coralliens. Les organismes mobiles évoluent entre les niveaux bathymétriques (astéries, échinides, holothuries, mollusques…).
A noter que les cyanobactéries sont toujours présentent et se développent sur les nouveaux débris coralliens.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

- **Algues (variation saisonnière) :** aucune évolution

- Absence totale d'algue pour ce niveau bathymétrique

- **Présence de cyanobactéries :** Leur développement est modéré et concentré sur les colonies coralliennes dégradées et les nouveaux débris
- **Invertébrés (mobilité et variation saisonniere) :**

- Présence nouvelle de 1 espèce d'anémone (*Heteractis* sp.)
- Présence nouvelle de 1 espèce de bryozoaire (*Alcyionidium* sp.)
- Présence nouvelle de 1 espèce d'holothurie (*Holothuria nobilis*)
- Absence de 1 espèce d'holothurie (*Thelenota anax*)
- Présence nouvelle de 1 espèce de mollusque corallivore (*Druppela cornus*)
- Absence de 1 espèce d'ascidie (*Clavelina detorta*)
- Absence de 2 espèces de mollusques (*Lambis truncata* et *Strombus sinuatus*)
- Diminution d'abondance de l'alcyonaire *Dendronephthya*
- Diminution d'abondance de l'holothurie *Holothuria atra*

Tableau n°76 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST07C)

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	3	2
Algue brune	0	0
Algue rouge	0	0
Algue verte	0	0
Cyanobactéries	1	2
Anémone	1	1
Ascidie	2	2
Bryozoaire	1	2
Astérie	0	0
Crinoïde	1	2
Echinide	1	1
Holothurie	2	1
Hydraire	1	2
Mollusque	2	2
Spongiaire	4	3
Zoanthaire	1	2
TOTAL	**20**	/

4.7.3 Les poissons (ST07)

La liste des espèces observées[10] sur les transects et les résultats bruts sont fournis dans le tableau 77.

Tableau n°77 : Données sur les poissons (ST07)

Basse Chambeyron ST07		Transect A			Transect B			Transect C			Station Total	Station Moyenne	
Fam	**Espèces**	**Nb**	**Dens**	**Biom**	**Nb**	**Dens**	**Biom**	**Nb**	**Dens**	**Biom**	**Nb**	**Dens**	**Biom**
Aca	*Acanthurus blochii*							30	0,19	214,19	30	0,06	71,40
Aca	*Acanthurus mata*							30	0,19	144,89	30	0,06	48,30
Aca	*Ctenochaetus striatus*	4	0,05	1,37	2	0,03	0,68				6	0,03	0,68
Aca	*Naso hexacanthus*							15	0,09	242,06	15	0,03	80,69
Aca	*Naso tonganus*							18	0,09	117,31	18	0,03	39,10
Aca	*Zebrasoma scopas*	1	0,01	0,36	2	0,03	0,72				3	0,01	0,36
Can	*Canthigaster valentini*				1	0,01	0,03				1	0,00	0,01
Car	*Caranx ignobilis*							1	0,00	126,76	1	0,00	42,25
Car	*Caranx melampygus*							10	0,04	40,43	10	0,01	13,48
Car	*Caranx sexfasciatus*	20	0,20	319,48				50	0,18	285,25	70	0,13	201,57
Car	*Elagatis bipinnulata*							20	0,07	613,30	20	0,02	204,43
Car	*Gnathanodon speciosus*							15	0,05	198,40	15	0,02	66,13
Carc	*Carcharhinis albimarginatus*							4	0,01	2285,71	4	0,00	761,90
Carc	*Carcharhinis amblyrhynchos*							2	0,01	833,14	2	0,00	277,71
Carc	*Carcharhinis plumbeus*							2	0,01	833,14	2	0,00	277,71
Cha	*Chaetodon baronessa*	2	0,03	0,68							2	0,01	0,23
Cha	*Chaetodon citrinellus*				4	0,05	0,19	1	0,01	0,05	5	0,02	0,08
Cha	*Chaetodon kleinii*	3	0,04	0,40	2	0,03	0,17				5	0,02	0,19
Cha	*Chaetodon lunulatus*				2	0,03	0,17				2	0,01	0,06
Cha	*Chaetodon mertensii*	2	0,03	0,23							2	0,01	0,08
Cha	*Chaetodon pelewensis*	2	0,03	0,21							2	0,01	0,07
Epi	*Cephalopholis urodeta*				3	0,04	1,11				3	0,01	0,37
Epi	*Cromileptes altivelis*							4	0,03	97,83	4	0,01	32,61
Epi	*Epinephelus coioides*				2	0,03	238,36				2	0,01	79,45
Epi	*Epinephelus cyanopodus*							1	0,01	52,79	1	0,00	17,60
Epi	*Plectropomus leopardus*							30	0,19	875,87	30	0,06	291,96
Lab	*Bodianus perditio*	1	0,01	10,30				2	0,02	13,73	3	0,01	8,01
Lab	*Cheilinus chlorourus*	2	0,03	12,74	1	0,01	3,65				3	0,01	5,46
Lab	*Coris aygula*	1	0,01	2,54							1	0,00	0,85
Lab	*Coris gaimard*	1	0,01	2,88							1	0,00	0,96
Lab	*Gomphosus varius*	7	0,09	1,08							7	0,03	0,36
Lab	*Halichoeres hortulanus*	2	0,03	0,20	2	0,03	3,08				4	0,02	1,09
Lab	*Hemigymnus melapterus*	1	0,01	1,92	1	0,01	1,92				2	0,01	1,28
Lab	*Thalassoma amblycephalum*	30	0,38	2,86							30	0,13	0,95
Lab	*Thalassoma lunare*	7	0,09	0,64	6	0,08	0,23				13	0,05	0,29
Lab	*Thalassoma nigrofasciatum*	20	0,25	0,84							20	0,08	0,28
Lab	*Labroides dimidiatus*	5	0,06	0,07				5	0,06	0,07	10	0,04	0,04
Lut	*Aprion virescens*				3	0,04	268,41	10	0,08	596,48	13	0,04	288,30
Lut	*Lutjanus bohar*							20	0,13	536,29	20	0,04	178,76
Mul	*Parupeneus indicus*				4	0,05	14,79				4	0,02	4,93
Nem	*Scolopsis bilineatus*	10	0,13	2,61	6	0,08	7,48	7	0,09	6,04	23	0,10	5,38
Poc	*Centropyge bicolor*				3	0,04	0,18				3	0,01	0,06
Poc	*Centropyge tibicen*	3	0,04	0,12	2	0,03	0,08				5	0,02	0,07

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

Pom	*Abudefduf sexfasciatus*	15	0,19	1,96							15	0,06	0,65
Pom	*Chromis retrofasciata*	15	0,19	0,14							15	0,06	0,05
Pom	*Chrysiptera taupou*	10	0,13	0,18	8	0,10	0,14				18	0,08	0,11
Pom	*Dascyllus reticulatus*	20	0,25	0,24	15	0,19	0,45				35	0,15	0,23
Pom	*Dascyllus trimaculatus*	20	0,25	0,06	15	0,19	0,17				35	0,15	0,08
Pom	*Pomacentrus moluccensis*	10	0,13	0,67	10	0,13	0,67				20	0,08	0,45
Sca	*Chlorurus sordidus*				3	0,04	1,66	5	0,06	2,15	8	0,03	1,27
Sca	*Scarus forsteni*				2	0,03	13,60				2	0,01	4,53
Sca	*Scarus rivulatus*				3	0,04	47,75				3	0,01	15,92
Sca	*Scarus rubroviolaceus*				3	0,04	49,45				3	0,01	16,48
Sca	*Scarus schlegeli*				4	0,05	69,36	3	0,04	34,99	7	0,03	34,78
Sco	*Scomberomorus commerson*							1	0,00	63,06	1	0,00	21,02
	Total	**214**	**2,63**	**364,77**	**109**	**1,36**	**725**	**286**	**1,64**	**8214**	**609**	**1,88**	**3101**
	Biodiversité	26			26			24			55		
	Indice de Shannon =	5,029											
	Equitabilité =	0,870											

Sur l'ensemble des transects de la station, 609 individus appartenant à 55 espèces différentes (figure 44) ont pu être observés. Ils représentent une densité de 1.88 poissons/m² pour une biomasse de 3101 g/m².
Mais ces résultats n eprennent pas en compte des bancs serrés de milliers de sprats évoluant dans la zone (cf. photographie 15 et tableau 79).

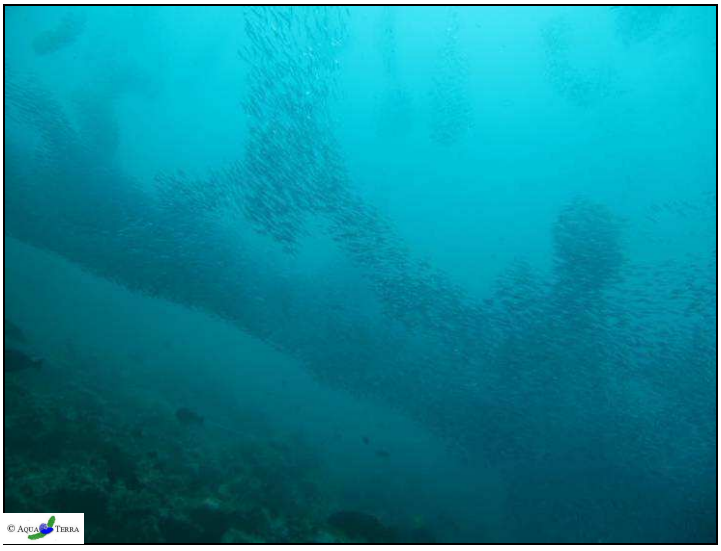


Photo n°015 : Bancs de sprats (ST07)

Tableau n°78 : Données sur les sprats (ST07)

Fam	Espèces	Transect A			Transect B			Transect C			Station (Moyennes)		
		Nb	Den	Bio	Nb	Den	Bio	Nb	Den	Bio	Nb	Dens	Biom
Dus	*Spratelloides gracilis*	2000000	7143	289	2000000	7143	289	2000000	7143	289	2E+06	7143	289

La présence de ces petits poissons en même temps que nous est dûe au hasard et en si grande quantité elle a une conséquence majeure : attirée les prédateurs sur cette zone.
Le tableau 77 devrait donc être corrigé (les espèces prédatrices, en rouge ont été supprimées) pour être représentatif de la station en temps « normal » comme le tableau 79 le présente.

Tableau n°79 : Données sur les poissons (ST07), sans les prédateurs de sprats

Fam	Basse chambeyron / Espèces	Transect A			Transect B			Transect C			Station / Moyennes		
		Nb	Den	Bio	Nb	Den	Bio	Nb	Den	Bio	Nb	Dens	Biom
Aca	*Acanthurus blochii*							30	0,19	214,19	30	0,06	71,40
Aca	*Acanthurus mata*							30	0,19	144,89	30	0,06	48,30
Aca	*Ctenochaetus striatus*	4	0,05	1,37	2	0,03	0,68				6	0,03	0,68
Aca	*Naso hexacanthus*							15	0,09	242,06	15	0,03	80,69
Aca	*Naso tonganus*							18	0,09	117,31	18	0,03	39,10
Aca	*Zebrasoma scopas*	1	0,01	0,36	2	0,03	0,72				3	0,01	0,36
Can	*Canthigaster valentini*				1	0,01	0,03				1	0,00	0,01
Car	*Gnathanodon speciosus*							15	0,05	198,40	15	0,02	66,13
Cha	*Chaetodon baronessa*	2	0,03	0,68							2	0,01	0,23
Cha	*Chaetodon citrinellus*				4	0,05	0,19	1	0,01	0,05	5	0,02	0,08
Cha	*Chaetodon kleinii*	3	0,04	0,40	2	0,03	0,17				5	0,02	0,19
Cha	*Chaetodon lunulatus*				2	0,03	0,17				2	0,01	0,06
Cha	*Chaetodon mertensii*	2	0,03	0,23							2	0,01	0,08
Cha	*Chaetodon pelewensis*	2	0,03	0,21							2	0,01	0,07
Epi	*Cephalopholis urodeta*				3	0,04	1,11				3	0,01	0,37
Epi	*Cromileptes altivelis*							4	0,03	97,83	4	0,01	32,61
Epi	*Epinephelus coioides*				2	0,03	238,36				2	0,01	79,45
Epi	*Epinephelus cyanopodus*							1	0,01	52,79	1	0,00	17,60
Epi	*Plectropomus leopardus*							30	0,19	875,87	30	0,06	291,96
Lab	*Bodianus perditio*	1	0,01	10,30				2	0,02	13,73	3	0,01	8,01
Lab	*Cheilinus chlorourus*	2	0,03	12,74	1	0,01	3,65				3	0,01	5,46
Lab	*Coris aygula*	1	0,01	2,54							1	0,00	0,85
Lab	*Coris gaimard*	1	0,01	2,88							1	0,00	0,96
Lab	*Gomphosus varius*	7	0,09	1,08							7	0,03	0,36
Lab	*Halichoeres hortulanus*	2	0,03	0,20	2	0,03	3,08				4	0,02	1,09
Lab	*Hemigymnus melapterus*	1	0,01	1,92	1	0,01	1,92				2	0,01	1,28
Lab	*Thalassoma amblycephalum*	30	0,38	2,86							30	0,13	0,95
Lab	*Thalassoma lunare*	7	0,09	0,64	6	0,08	0,23				13	0,05	0,29
Lab	*Thalassoma nigrofasciatum*	20	0,25	0,84							20	0,08	0,28
Lab	*Labroides dimidiatus*	5	0,06	0,07				5	0,06	0,07	10	0,04	0,04
Mul	*Parupeneus indicus*				4	0,05	14,79				4	0,02	4,93
Nem	*Scolopsis bilineatus*	10	0,13	2,61	6	0,08	7,48	7	0,09	6,04	23	0,10	5,38
Poc	*Centropyge bicolor*				3	0,04	0,18				3	0,01	0,06
Poc	*Centropyge tibicen*	3	0,04	0,12	2	0,03	0,08				5	0,02	0,07
Pom	*Abudefduf sexfasciatus*	15	0,19	1,96							15	0,06	0,65
Pom	*Chromis retrofasciata*	15	0,19	0,14							15	0,06	0,05
Pom	*Chrysiptera taupou*	10	0,13	0,18	8	0,10	0,14				18	0,08	0,11
Pom	*Dascyllus reticulatus*	20	0,25	0,24	15	0,19	0,45				35	0,15	0,23
Pom	*Dascyllus trimaculatus*	20	0,25	0,06	15	0,19	0,17				35	0,15	0,08
Pom	*Pomacentrus moluccensis*	10	0,13	0,67	10	0,13	0,67				20	0,08	0,45
Sca	*Chlorurus sordidus*				3	0,04	1,66	5	0,06	2,15	8	0,03	1,27
Sca	*Scarus forsteni*				2	0,03	13,60				2	0,01	4,53
Sca	*Scarus rivulatus*				3	0,04	47,75				3	0,01	15,92
Sca	*Scarus rubroviolaceus*				3	0,04	49,45				3	0,01	16,48
Sca	*Scarus schlegeli*				4	0,05	69,36	3	0,04	34,99	7	0,03	34,78
Sco	*Scomberomorus commerson*							1	0,00	63,06	1	0,00	21,02
	Total	**194**	**2,43**	**45,29**	**106**	**1,33**	**456**	**167**	**1,11**	**2063**	**467**	**1,62**	**855**
	Biodiversité	25			25			15			46		
	Indice de Shannon =	4,014											
	Equitabilité =	0,727											

Cependant, ce deuxième tableau (cf. tableau 79) n'est qu'approximatif, car rien ne permet de penser qu'en l'absence de Sprats, les saumonées, par exemple, aient été si nombreuses, ou qu'il n'y ait pas eu malgré-tout quelques *Lutjanus bohar* ou quelques *Aprion virescens*. Qu'il n'y aurait pas eu également un ou deux requins notamment un *C. albimarginatus* ou *C. amblyrhynchos* (comme ce fut le cas l'an dernier). Il est même probable que *Naso hexacanthus* et *N. tonganus* se soient trouvés sur le transect par « effet de foule » comme on le constate lors des agrégations de pontes dans les passes de récifs, et qu'à l'inverse, nombre de petites espèces aient déserté le site, effrayées par les prédateurs.

42 espèces supplémentaires (e.g. hors des transects et hors liste restreinte [*en bleu*]) ont été observées sur la station (cf. tableau 80).

Tableau n°80 : Liste des espèces complémentaires (ST07)

Basse Chambeyron ST07					
Fam	**Espèces**	**Fam**	**Espèces**	**Fam**	**Espèces**
Bal	*Sufflamen fraenatus*	Lab	*Halichoeres biocellatus*	Pom	*Amphiprion chrysopterus*
Cir	*Paracirrhites forsteri*	Lab	*Halichoeres melanurus*	Pom	*Chromis atripectoralis*
Dus	*Spratelloides gracilis*	Lab	*Halichoeres pallidus*	Pom	*Chromis iomelas*
Epi	*Epinephelus polyphekadion*	Lab	*Halichoeres prosopeion*	Pom	*Chromis leucura*
Lab	*Anampses caeruleopunctatus*	Lab	*Hemigymnus fasciatus*	Pom	*Chromis margaritifer*
Lab	*Anampses femininus*	Lab	*Hologymnosus annulatus*	Pom	*Chromis ternatensis*
Lab	*Anampses neoguinaicus*	Lab	*Hologymnosus doliatus*	Pom	*Chrysiptera rex*
Lab	*Bodianus axillaris*	Lab	*Oxycheilinus unifasciatus*	Pom	*Plectroglyphidodon dickii*
Lab	*Cheilinus fasciatus*	Lut	*Macolor niger*	Pom	*Plectroglyphidodon johnstonianus*
Lab	*Choerodon fasciatus*	Mon	*Pervagor melanocephalus*	Pom	*Plectroglyphidodon lacrymatus*
Lab	*Coris aygula*	Nem	*Pentapodus caninus*	Pom	*Pomacentrus chrysurus*
Lab	*Coris batuensis*	Ost	*Ostracion cubicus*	Pom	*Pomacentrus nagasakiensis*
Lab	*Coris dorsomacula*	Poc	*Genicanthus watanabei*	Sco	*Euthynnus affinis*
Lab	*Epibulus insidiator*	Pom	*Amblyglyphidodon curacao*	Syn	*Synodus variegatus*

Le nombre d'espèces pour chaque famille depuis 2007 est donné dans le tableau 81 et spécifiquement pour la campagne de mars 2011 sur la figure 44.

Tableau n°81 : Nombre d'espèces par famille ichtyologique de 2007 à 2011 (ST07)

Familles	Basse Chambeyron ST07					
	2007	2008	2009	2010 a	2010 b	2011 a
Acanthuridae	3	3	5	5	3	**6**
Anthiinidae		3	1		1	
Blenniidae		1		1		
Caesionidae	1	1				
Canthigasteridae			1			**1**
Carangidae						**5**
Carcharhinidae	1			1		**3**
Chaetodontidae	4	9	4	8	7	**6**
Epinephelinae	2	3	5	5	5	**5**

Labridae	6	6	4	7	6	**11**
Lutjanidae				1	1	**2**
Mullidae	2	1			1	**1**
Nemipteridae	1	1	1	1	1	**1**
Pomacanthidae	3	4	2	3	3	**2**
Pomacentridae	4	6	2	7	6	**6**
Scaridae	5	5	4	5	4	**5**
Scombridae						**1**
Siganidae	1	1		1		
Total espèces	**33**	**44**	**29**	**45**	**38**	**55**
Total familles	**12**	**13**	**10**	**12**	**11**	**14**

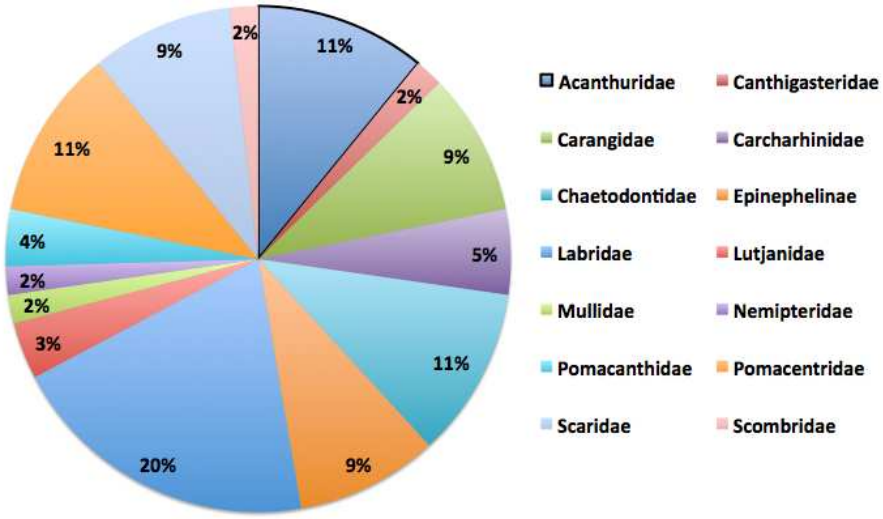


Figure n°44 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST07)

Si la comparaison du nombre d'espèces par famille entre les années 2007 - 2011 est effectuée (cf. tableau 82), sous l'angle de vue de ce critère les cinq campagnes sont hautement similaires.

Tableau n°82 : Test du critère « Distribution du nombre d'espèces par famille », 2007 à 2011 (ST07)

Test $\chi 2$	ddl	Seuil de tolérance à 0,95
69.27	90	113.15

Le récapitulatif des résultats en terme de :

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

pour toutes les campagnes depuis 2007 sont présentés dans le tableau 83 et la figure 45, pour la liste complète des espèces (cf. tableau 77) et sans tenir compte de la présence des sprats et des conséquences possibles usr la présence de prédateurs (cf. tableau 79) dans le tableau 84 et la figure 46.

Tableau n°83 : Synopsis des résultats 2011 et récapitulatif des années précédentes (ST07)

Basse Chambeyron ST07		Liste DENV					Toutes espèces
		Transect TLV				Station	Station
		Nb. ind.	Densité	Biom. g/m^2	Biodiv.	Biodiv.	Biodiv.
2011 a	Transect A	214	2,63	364,77	26		
	Transect B	109	1,36	724,50	26		
	Transect C	286	1,64	8213,93	24		
	Moy. ABC	203,00	1,88	3101,07	55	58	97
2010 b	Moy. ABC	178	1,79	103,51	38	61	86
2010 a	Moy. ABC	79,67	2,66	84,96	45	73	113
2009	Moy. ABC	51,00	0,91	57,40	29	30	106
2008	Moy. ABC	85,33	2,73	146,76	44	49	82
2007	Moy. ABC	84,00	1,78	155,24	33	38	56

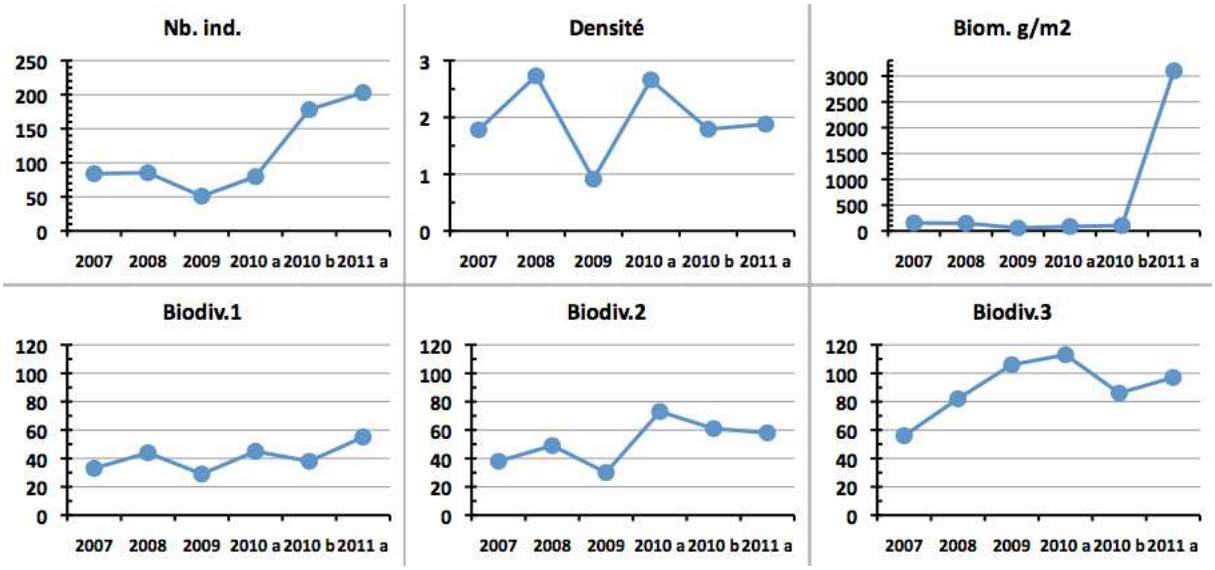


Figure n°45 : Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST07)

Tableau n°84 : Synopsis des résultats 2011 et récapitulatif des années précédentes (ST07), sans les sprats et leurs conséquences

Basse Chambeyron ST07		Liste DENV					Toutes espèces
		Transect TLV				Station	Station
		Nb. ind.	Densité	Biom. g/m^2	Biodiv.	Biodiv.	Biodiv.
2011 a	Transect A	194	2,43	45,29	25		
	Transect B	106	1,33	456,09	25		
	Transect C	167	1,11	2063,43	15		
	Moy. ABC	155,67	1,62	854,94	46	49	86
2010 b	Moy. ABC	178	1,79	103,51	38	61	86
2010 a	Moy. ABC	79,67	2,66	84,96	45	73	113
2009	Moy. ABC	51,00	0,91	57,40	29	30	106
2008	Moy. ABC	85,33	2,73	146,76	44	49	82
2007	Moy. ABC	84,00	1,78	155,24	33	38	56

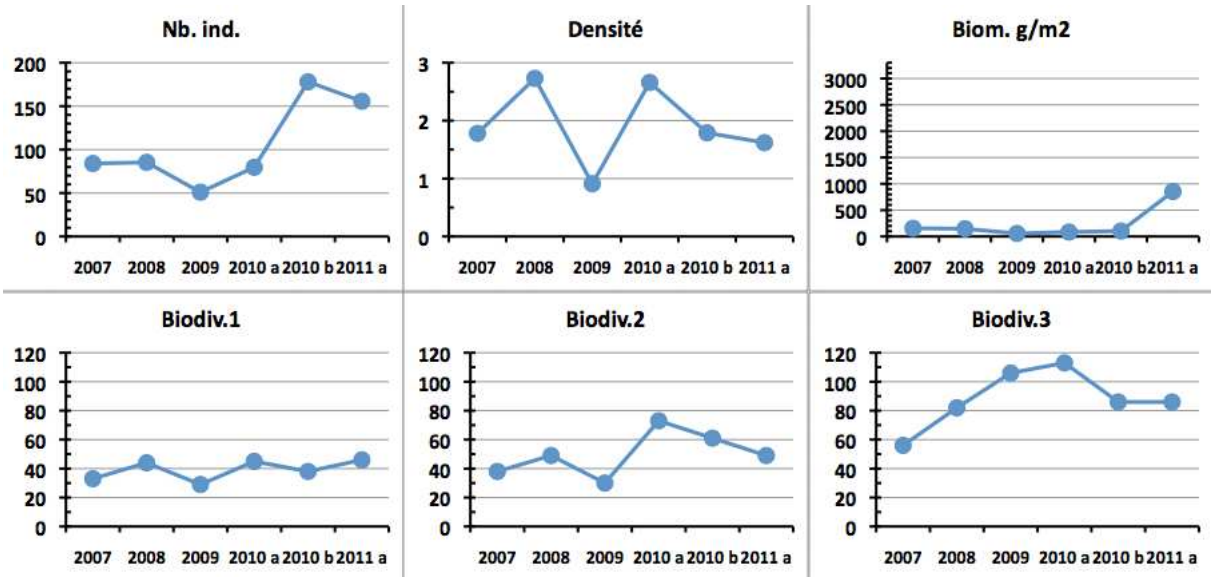


Figure n°46 : Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST07), sans les sprats et leurs conséquences

4.8 Station 08 = Pointe Puka

Localisation géographique	Bordure du récif frangeant de la pointe Puka, au droit d'un gros amas rocheux proéminent sur le rivage, avec une petite tâche blanche (photographie 16).
Nombre transects	2 transects.
Description transects	Ils ont été positionnés perpendiculairement à la pente du récif frangeant à 9 et 12 mètres de profondeur dans un alignement du sud-ouest vers le nord-est.
	Le transect A a été installé au pied de deux éperons et traverse un sillon. Le transect B est éloigné d'une cinquantaine de mètres vers le sud du 1er transect. Il est positionné sur la pente sédimentaire qui est composée de sable et de débris coralliens plus importants par rapport au transect supérieur (rupture de faciès). De grandes colonies de *Porites lobata* de taille pluri métrique permettent de repérer ce transect.

Description générale

La morphologie de cette station est composée de plusieurs éperons séparés par des vallées d'une dizaine de mètres de largeur jusqu'à 9 m de profondeur. Le recouvrement le plus important des madrépores se situe sur les flancs et le dessus des éperons mais la richesse spécifique est moindre. Sur le fond des vallées le sable et les débris dominent mais une multitude d'espèces coralliennes de petites tailles s'épanouissent.

Au-delà du système éperon-sillon, la pente sédimentaire recèle l'une des plus fortes richesses spécifiques coralliennes de toutes les stations du réseau de surveillance. Les colonies sont généralement de taille décimétrique et quelques grandes colonies pluri métrique de *Porites* s'éparpillent sur cette pente douce sédimentaire.

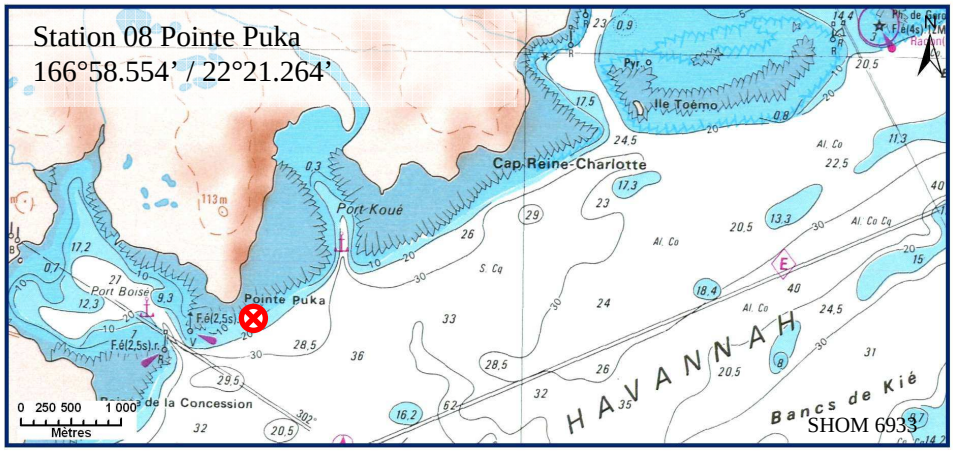
Ensuite sous le niveau bathymétrique de 11-15 mètres de profondeur, la pente sédimentaire est toujours peu inclinée. Elle est composée de sable coquillé et de grosses patates coralliennes dispersées (*Porites lobata* et *Acropora* tabulaire) ainsi que des petites colonies coralliennes adaptées à peu de luminosité et de nombreux blocs coralliens morts, de taille décimétrique.

Caractéristiques principales

- Richesse spécifique corallienne élevée au pied des éperons et au début de la pente sédimentaire.
- Croissance de grandes colonies de *Porites lobata* (avec quelques tumeurs).
- Présence de *Tubipora musica* au deuxième transect.
- Encroûtement des quelques colonies coralliennes vivantes par les spongiaires (*Cliona jullienei* et *C. orientalis*).
- Recrutement corallien (colonies coralliennes juvéniles).

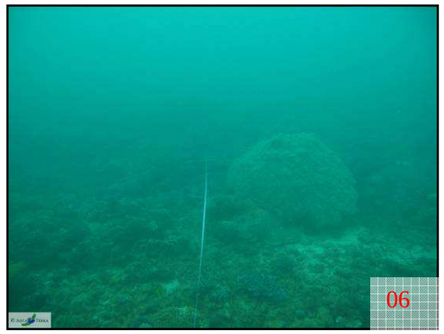
Variations entre septembre 2010 et mars 2011

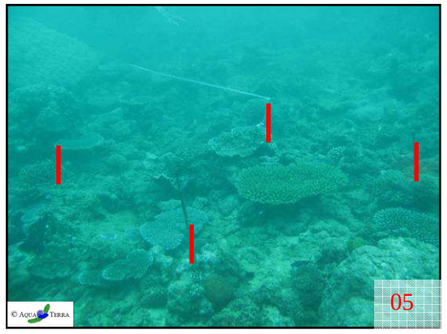
- Dégradation des communautés benthiques sur l'ensemble de la station et plus particulièrement au transect A (à cause d'hydrodynamisme important).
- Coraux tabulaires retournés et nombreux débris coralliens.
- Diminution de la biodiversité des coraux (5 espèces au transect A, 5 espèces en B) et des invertébrés (4 espèces au transect A, 4 espèces en B).
- Blanchissement corallien (10 espèces au transect A et 4 espèces en B).
- Augmentation importante du recouvrement en cyanobactéries.
- Prédation des mollusques (*Drupella cornus*) sur quelques colonies coralliennes aux transects A et B.

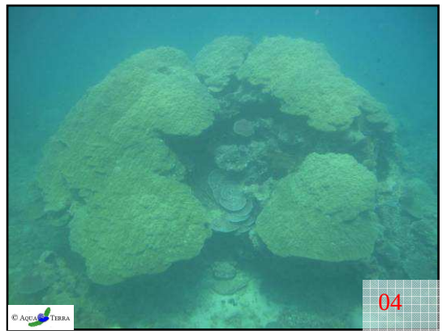


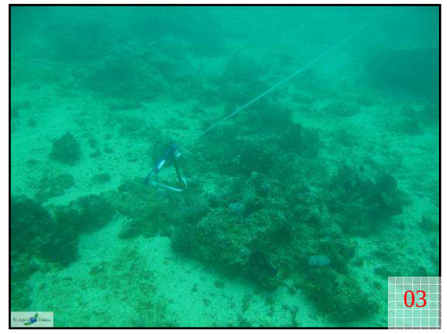
Carte n°010 : Localisation de la station 08 (Pointe Puka)

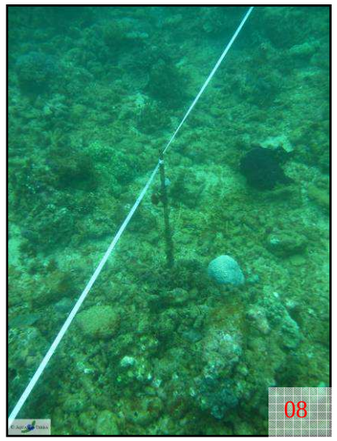
Photo n°016 : Position en surface par rapport à la côte (ST08)

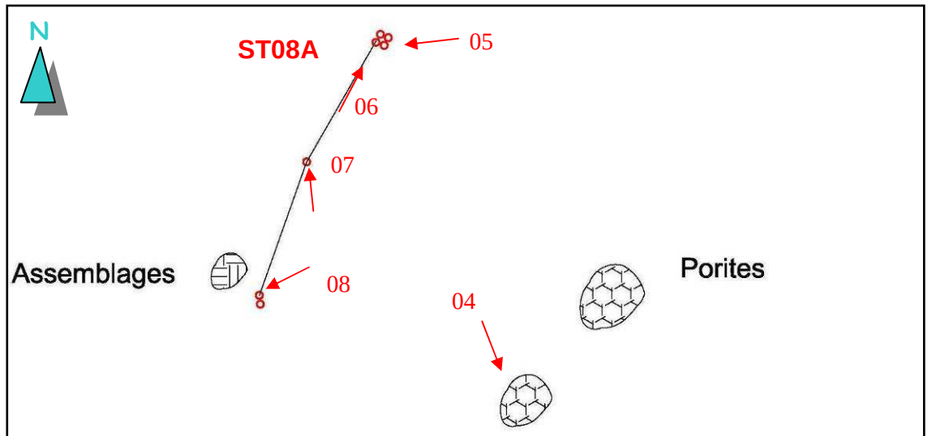


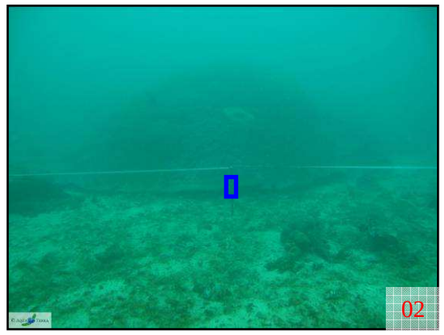


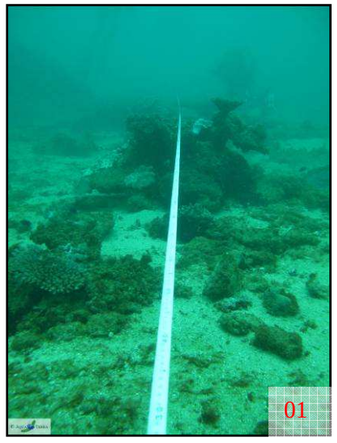












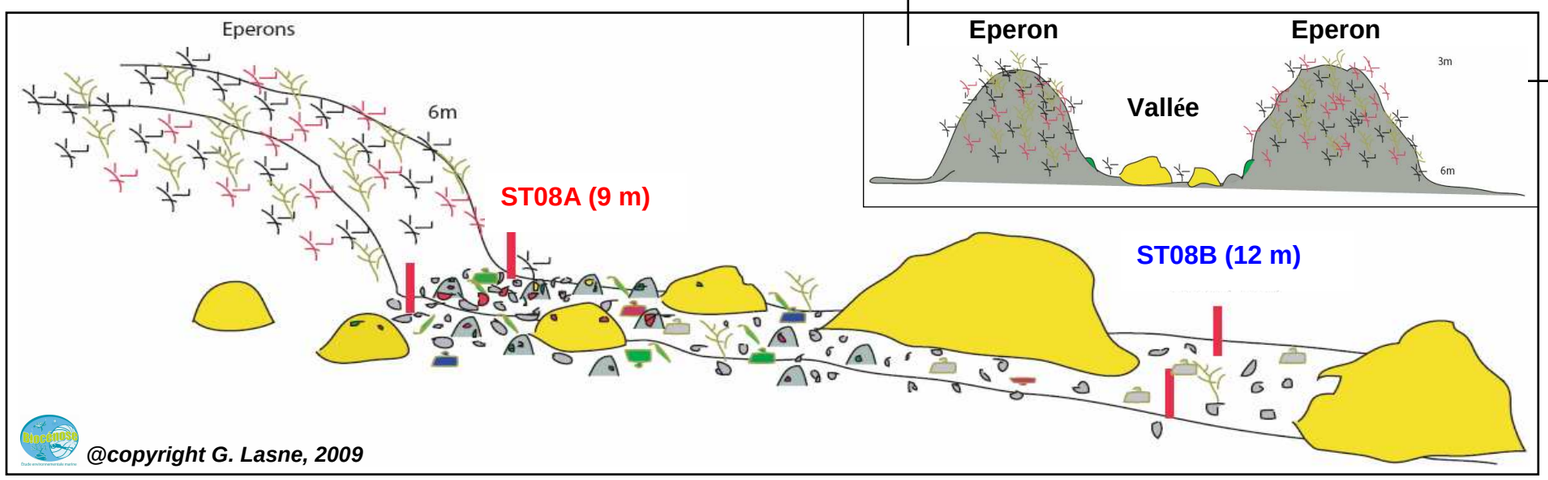


Figure n°47 : *Schéma structural, plan et photographies de la ST08*

4.8.1 Le substrat (ST08)

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la figure 48 pour le transect A et dans la figure 49 pour le transect B.

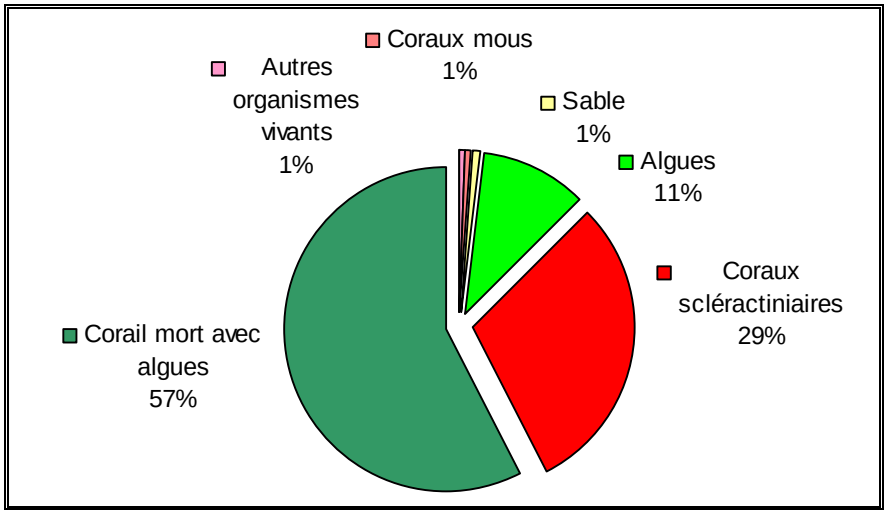


Figure n°48 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST08A

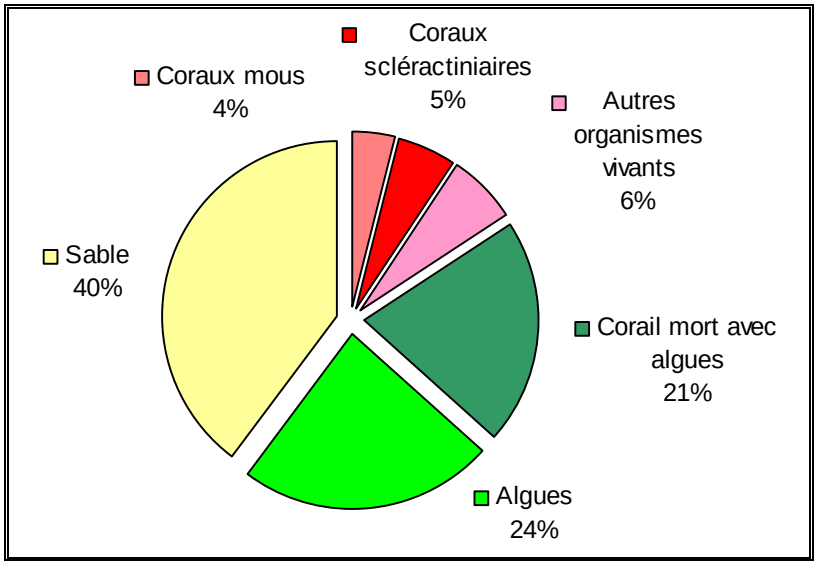


Figure n°49 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST08B

Les deux transects sont très différents : le substrat du transect haut est composé d'une large part de coraux morts recouverts d'algues (57.5%) avec pour cette mission une augmentation des algues (+ 6.5%, dont 4% de cyanobactéries) et des coraux scléractiniaires vivants (+ 7.5% pour un taux de 30%). Il présente pour cette mission 99% de recouvrement biotique.
Sur le transect B, on peut observer essentiellement du sable (40%) qui est en diminution car il y a une explosion de cyanobactéries, en tapis sur les fonds (24%). Les débris de la mission précente ont « disparus », recouverts de tuff (donc catégorie « corail mort avec algues ») ou de cyanobactéries. Ce transect ne possède que 5.5% de coraux scléractinaires.

En dehors du transect A, à ce niveau bathymétrique, il faut souligner la présence de nombreux massifs d'*Acropora* tabulaires renversés. Ceci, ajouté au taux élevé de cyanobactéries (4% en A et 24% en B) laisse penser que cette station est pertubée. Peut-être des conséquences de Vania ? Cependant le recouvrement en coraux scléractiniaires se maintient et augmente même légèrement. A surveiller attentivement la prochaine fois.

4.8.2 Le benthos (ST08)

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

4.8.2.1 Benthos Transect 08 A

4.8.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST08A)

Les dégradations de ce niveau bathymétrique sont importantes, de nombreuses colonies tabulaires sont retournées et le recouvrement en débris coralliens a augmenté. Le blanchissement corallien n'est pas isolé et affecte un bon nombre de colonies par espèce. De plus quelques colonies coralliennes ont été observées mortes en place et recolonisées par du gazon algal.
Cependant, la richesse spécifique corallienne est l'une des plus importantes des stations du réseau de surveillance biologique. On peut également noter la présence des espèces peu communes comme *Porites lichen, Caulastrea curvata, Caulastrea furcata, Isopora palifera, I. cuneata, Coeloseris mayeri, Hydnophora rigida, Psammocora digitata, Alveopora spongiosa, Polyphyllia novaehiberniae*.

Tableau n°85 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST08A)

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	19	5
Agaraciidae	4	2
Astrocoeniidae	2	2
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	4	2
Faviidae	19	4
Fungiidae	7	3
Merulinidae	4	3
Mussidae	6	3
Oculinidae	2	2
Pectiniidae	7	3
Pocilloporidae	7	4
Poritidae	6	4
Siderastreidae	4	2
Total scléractiniaire	**91**	/
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	2	2
Tubiporidae	0	0
Gorgone	1	2
Antipathaire	0	0
Total coraux	**94**	/

Les deux colonies de *Pocillopora damicornis* sur le 2ème piquet du transect mesurent désormais 9.5 et 11.5cm).

Le nombre d'espèces coralliennes s'élève à 94 espèces dont deux espèces de M*illepora* (branchu et encroûtant) et une espèce de *Tubipora musica*. Les familles scléractiniaires (91 espèces) dont les taxons sont

les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (19 taxons), les Acroporidae (19 taxons), les Pectiniidae (7 taxons), les Fungiidae (7 taxons), les Pocilloporidae (7 taxons), les Poritidae (6 taxons), les Mussidae (6 taxons), les Dendrophyllidae (4 taxons), les Agaraciidae (4 taxons), les Siderastreidae (4 taxons) et les Merulinidae (4 taxons).

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

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

- Recrutement : aucune nouvelle espèce
- Mortalité : 5 espèces (*Turbinaria frondens, T. heronensis, Goniastrea pectinata, Oxypora lacera Halomitrea pileus).* Cette dernière espèce est mobile mais des fragments de l'exosquelette ont été observés.

- **Variation d'abondance** :

- Diminution d'abondance pour 10 espèces : *Acropora* 2spp. (branchu), *Acropora* 2spp. (tabulaire), *Montipora* sp.1, *Pocillopora damicornis, Stylophora pistillata, Porites lichen, Porites lobata* et *Sandalolitha robusta.* Cette dernière est mobile mais des fragments d'exosquelette ont été observés.

- **Blanchissement corallien** observé sur 10 espèces : *Acropora* 2spp. (branchu), *Acropora* 2spp. (tabulaire), *Montipora* sp., *Symphyllia* sp., *Galaxea fascicularis, Pectinia lactuca, Seriatopora calendrium, S. histrix*.

4.8.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST08A)

Les macrophytes sont peu développées et leur abondance et la diversité varient selon les saisons. Les cyanobactéries ont une évolution qui dépend aussi de la saisonnalité mais elles ont un recouvrement qui dépend également de l'état de santé des coraux. Elles vont se développer plus facilement sur des coraux affaiblis (blanchis, nécrosés ou nouveaux débris coralliens).
Les organismes mobiles comme les astéries, les holothuries et les échinides ne présentent pas de variation bathymétrique. Les mollusques corallivores (*Druppela cornus*) ont été observés sur plusieurs colonies coralliennes tabulaires.
Les spongiaires (*Cliona jullieni* et *Cliona orientalis)* ne sont pas prédominantes sur les coraux, elles encroûtent surtout la dalle et les débris coralliens, mais quelques colonies coralliennes sont en train de se faire recouvrir.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

- **Algues (variation saisonnière) :**

- Diminution du recouvrement des *Amphiroa* sp. et de *Dictyota* sp.
- 1 espèce nouvellement recencée *(Neomeris van bossea)*

- **Présence de cyanobactéries :** Augmentation du recouvrement et leur développement est dominant sur les colonies blanchies et les nouveaux débris coralliens.

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

- Présence nouvelle de 1 espèce d'ascidie (*Polycarpa nigricans*)
- Présence nouvelle de 2 espèces de mollusques (*Lambis lambis* et corallivore : *Druppela cornus*)
- Absence de 2 espèces d'anémones (*Cryptodendrum adhaesivum* et *Stichodactyla* sp.)
- Absence de 1 espèce d'ascidie (*Clavelina detorta*)
- Absence de 1 espèce de mollusque (*Ovula ovum*)
- Diminution d'abondance de l'ascidie (*Polycarpa cryptocarpa*)
- Diminution d'abondance des crinoïdes

Tableau n°86 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST08A)

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	5	3
Algue brune	1	2
Algue rouge	3	2
Algue verte	2	2
Cyanobactéries	1	4
Anémone	1	2
Ascidie	2	2
Bryozoaire	0	0
Astérie	0	0
Crinoïde	1	2
Echinide	0	0
Holothurie	2	2
Hydraire	1	2
Mollusque	5	2
Spongiaire	5	4
Zoanthaire	1	2
TOTAL	**30**	/

4.8.2.2 Benthos Transect 08 B

4.8.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST08B)

Le recouvrement et la richesse spécifique des scléractiniaires sont nettement plus faibles que pour le transect supérieur. De grandes colonies de *Porites lobata* s'édifient sur cette pente sédimentaire (5 mètres de diamètre) ainsi que de grandes colonies d'*Acropora* tabulaire (1 m de diamètre) fixées sur des petits massifs coralliens (deux de ces colonies sont mortes en place depuis deux ans et ne sont pas recolonisées).
Le reste des colonies coralliennes sont de petite taille (*Leptoseris mycetoseroides, Pachyseris speciosa, Barabattoia amicorum, Favia maxima, Favites chinensis, Platygyra pini, Hydnophora pilosa,* et *Coscinaraea columna*). L'espèce *Tubipora musica* est présente dans cette partie de la pente.
Le blanchissement est rare : une grande colonie de *Porites lobata* présente quelques tumeurs et une surface blanche d'une quinzaine de centimètre de diamètre.
Ce niveau bathymétrique est colonisé par 51 espèces coralliennes dont une espèce de *Tubipora musica* et une espèce de *Millepora* branchu nouvelle. Les familles scléractiniaires (49 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (18 taxons), les Acroporidae (11 taxons), les Pocilloporidae (4 taxons), les Fungiidae (3 taxons) et les Merulinidae (2 taxons).

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

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

- Recrutement : 1 espèce nouvellement recensée (*Millepora* branchu)
- Mortalité : 3 espèces (*Isopora cuneata, Platygyra pini, Hydnophora microconos*)
- Mobilité : 2 espèces (*Halomitra pileus, Herpolitha limax)*

- **Variation d'abondance** :

- Diminution d'abondance pour 5 espèces : *Acropora* 2spp. (tabulaire), *Merulina ampliata, Pocillopora damicornis* et *Tubipora musica*

- **Blanchissement corallien** rare observé sur 4 espèces : *Montipora* 2spp., *Seriatopora histrix, Porites lobata*

Tableau n°87 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST08B)

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	11	4
Agaraciidae	2	2
Astrocoeniidae	0	0
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	2	2
Faviidae	18	4
Fungiidae	3	2
Merulinidae	2	2
Mussidae	2	2
Oculinidae	1	2
Pectiniidae	1	2
Pocilloporidae	4	3
Poritidae	2	5
Siderastreidae	1	2
Total scléractiniaire	**49**	/
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	1	1
Tubiporidae	0	0
Gorgone	1	2
Antipathaire	0	0
Total coraux	**51**	/

4.8.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST08B)

Les macrophytes sont peu développées et leur abondance et la diversité varient selon les saisons (aucune algue verte ici). Le recouvrement a augmenté en cyanobactéries, elles se répartissent sur les débris et les coraux morts en place et quelques blocs coralliens.
Les éponges encroûtantes (*Cliona jullienei* et *Cliona orientalis)* n'ont pas un fort développement dans cette partie de récif, elles encroûtent généralement la dalle et quelques colonies coralliennes massives. La croissance de *Cliona jullienei* sur une colonie de *Platygyra* est estimée à 1.5cm depuis la dernière mission (6 mois : septembre 2010 à mars 2011) et était auparavant de 3 cm entre avril et septembre 2010 et de 6cm entre juin 2009 et avril 2010. Les autres espèces de spongiaires n'ont pas d'influence sur les coraux, elles colonisent la dalle (éponge noire indéterminée) ou les débris coralliens (*Clathria rugosa).*
Les alcyonaires ont peu évolué depuis la dernière mission. Plus variés que pour le niveau supérieur, ils sont dispersés sur la roche et les petits massifs coralliens. Le genre *Cladiella* est le plus abondant puis dans une moindre mesure, les genres *Lobophytum, Sinularia, Sarcophyton* et *Xenia* colonisent le substrat dur pour se fixer (petites massifs ou les débris). Le genre *Dendronephthya* n'a pas été recensé lors de cette misison.
Les Mollusques corallivores (*Druppela cornus*) ont été observés sur plusieurs colonies coralliennes Les organismes mobiles comme les astéries, les holothuries et les échinides ne présentent pas de variations bathymétriques.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

- **Algues (variation saisonnière) :**

- Diminution du recouvrement des *Amphiroa* sp.
- 1 espèce nouvellement recencée d'algue rouge (*Actinotrichia* sp.)

- Absence de 1 espèce d'algue rouge (*Triclogloea requienii*)

- **Présence de cyanobactéries :** Augmentation du recouvrement et leur développement est dominant sur les colonies blanchies et les quelques nouveaux débris coralliens
- **Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) :**

- Présence nouvelle de 1 espèce d'ascidie (*Polycarpa nigricans*)
- Présence nouvelle de 2 espèces de mollusques (*Trochus* sp. et corallivore : *Druppela cornus*)
- Absence de 1 genre d'alcyonaire (*Dendronephthya* sp.)
- Absence de 1 espèce d'anémone (*Stichodactyla* sp.)
- Absence de 1 espèce d'ascidie (*Clavelina detorta*)
- Diminution d'abondance de l'alcyonaire *Sarcophyton* sp.

Tableau n°88 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST08B)

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	5	2
Algue brune	1	2
Algue rouge	3	3
Algue verte	0	0
Cyanobactéries	1	3
Anémone	1	2
Ascidie	2	2
Bryozoaire	0	0
Astérie	1	1
Crinoïde	1	2
Echinide	0	0
Holothurie	3	2
Hydraire	1	2
Mollusque	4	2
Spongiaire	5	5
Zoanthaire	1	2
TOTAL	**29**	/

4.8.3 Les poissons (ST08)

La liste des espèces observées[11] sur les transects et les résultats bruts sont fournis dans le tableau 89.

Tableau n°89 : Données sur les poissons (ST08)

Puka ST08		Transect A			Transect B			Station Total	Station Moyenne	
Fam	**Espèces**	**Nb**	**Dens**	**Biom**	**Nb**	**Dens**	**Biom**	**Nb**	**Dens**	**Biom**
Aca	*Acanthurus blochii*	2	0,01	1,13	1	0,00	0,23	3	0,01	0,68
Ble	*Meiacanthus atrodorsalis*	1	0,01	0,16				1	0,01	0,08
Cae	*Caesio caerulaurea*				15	0,19	6,34	15	0,09	3,17
Cha	*Chaetodon flavirostris*				2	0,03	0,76	2	0,01	0,38
Cha	*Chaetodon pelewensis*	2	0,01	0,13				2	0,00	0,06
Cha	*Heniochus acuminatus*	2	0,01	0,75				2	0,00	0,37
Cha	*Heniochus chrysostomus*				2	0,01	0,35	2	0,00	0,17
Cha	*Heniochus varius*	2	0,03	1,39	2	0,01	0,35	4	0,02	0,87
Epi	*Plectropomus laevis*	1	0,01	23,32				1	0,01	11,66
Epi	*Plectropomus leopardus*				1	0,01	11,78	1	0,01	5,89
Lab	*Coris aygula*				1	0,01	0,07	1	0,01	0,04
Lab	*Gomphosus varius*	1	0,01	0,08				1	0,01	0,04
Lab	*Halichoeres hortulanus*	1	0,01	0,10	1	0,01	0,19	2	0,01	0,15
Lab	*Thalassoma lunare*	4	0,05	0,12	3	0,04	0,09	7	0,04	0,10
Mul	*Parupeneus multifasciatus*	3	0,01	0,11				3	0,01	0,06
Nem	*Scolopsis bilineatus*	5	0,06	1,30				5	0,03	0,65
Pom	*Chrysiptera rollandi*	8	0,10	0,02				8	0,05	0,01
Pom	*Chrysiptera taupou*				6	0,08	0,11	6	0,04	0,05
Pom	*Dascyllus aruanus*				12	0,15	0,17	12	0,08	0,08
Pom	*Dascyllus reticulatus*				8	0,10	0,10	8	0,05	0,05
Pom	*Pomacentrus moluccensis*	8	0,10	0,03	15	0,19	0,10	23	0,14	0,07
Sca	*Chlorurus sordidus*	6	0,08	2,92				6	0,04	1,46
Sca	*Scarus flavipectoralis*	2	0,01	1,81				2	0,00	0,91
Sca	*Scarus frenatus*	1	0,00	1,32	1	0,00	0,22	2	0,00	0,77
Sig	*Siganus doliatus*	1	0,00	0,68	2	0,01	0,44	3	0,01	0,56
Tet	*Canthigaster valentini*				1	0,01	0,09	1	0,01	0,04
	Total	**67**	**0,52**	**35,37**	**89**	**0,84**	**21,38**	**123**	**0,68**	**28,27**
	Biodiversité		17			16			26	
	Indice de Shannon =	4,079								
	Equitabilité =	0,868								

Sur l'ensemble des transects de la station, 123 individus appartenant à 26 espèces différentes (figure 50) ont pu être observés. Ils représentent une densité de 0.68 poisson/m² pour une biomasse de 28.27 g/m².
50 espèces supplémentaires (e.g. hors des transects et hors liste restreinte [*en bleu*]) ont été observées sur la station (cf. tableau 90).

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

Tableau n°90 : Liste des espèces complémentaires (ST08)

Puka ST08					
Fam	**Espèces**	**Fam**	**Espèces**	**Fam**	**Espèces**
Aca	*Zebrasoma scopas*	Hol	*Sargocentron ensiferum*	Pin	*Parapercis hexophtalma*
Aca	*Zebrasoma veliferum*	Lab	*Anampses femininus*	Ple	*Assessor macneilli*
Apo	*Cheilinodipterus macrodon*	Lab	*Anampses neoguinaicus*	Poc	*Centropyge bicolor*
Bal	*Pseudobalistes flavimarginatus*	Lab	*Cheilinus chlorourus*	Poc	*Centropyge bispinosa*
Bal	*Sufflamen chrysopterus*	Lab	*Cheilinus trilobatus*	Poc	*Centropyge flavissima*
Bal	*Sufflamen fraenatus*	Lab	*Coris batuensis*	Poc	*Centropyge tibicen*
Cha	*Chaetodon baronessa*	Lab	*Halichoeres argus*	Pom	*Amblyglyphidodon orbicularis*
Cha	*Chaetodon ephippium*	Lab	*Halichoeres melanurus*	Pom	*Amphiprion clarkii*
Cha	*Chaetodon lunula*	Lab	*Halichoeres prosopeion*	Pom	*Chromis margaritifer*
Cha	*Chaetodon melannotus*	Lab	*Hemigymnus fasciatus*	Pom	*Neoglyphidodon nigroris*
Cha	*Chaetodon mertensii*	Lab	*Labrichthys unilineatus*	Pom	*Pomacentrus chrysurus*
Cha	*Chaetodon plebeius*	Lab	*Oxycheil. diagrammus*	Pom	*Pomacentrus coelestis*
Cha	*Chaetodon speculum*	Lab	*Oxycheil. unifasciatus*	Pom	*Pomacentrus nagasakiensis*
Cha	*Chaetodon vagabundus*	Lab	*Pseudodax moluccanus*	Pom	*Pomacentrus pavo*
Cir	*Cirrhitichthys falco*	Lab	*Thalassoma lutescens*	Pri	*Priacanthus hamrur*
Epi	*Epinephelus howlandi*	Lab	*Thalas. nigrofasciatum*	Sca	*Scarus bleekeri*
Hol	*Myripristis hexagona*	Ost	*Ostracion cubicus*		

Le nombre d'espèces pour chaque famille depuis 2007 est donné dans le tableau 91 et spécifiquement pour la campagne de mars 2011 sur la figure 50.

Tableau n°91 : Nombre d'espèces par famille ichtyologique de 2007 à 2011 (ST08)

Familles	Puka ST08					
	2007	2008	2009	2010 a	2010 b	2011 a
Acanthuridae	4	3	3	3	1	**1**
Blenniidae						**1**
Caesionidae			1	1		**1**
Canthigasteridae		1	1	1	1	**1**
Chaetodontidae	4	4	2	4	5	**5**
Dasyatidae						
Epinephelinae	2	5	2	1	1	**2**
Haemulidae	1					
Labridae	5	7	5	7	3	**4**
Mullidae			2	1		**1**
Nemipteridae	1	1	1	1		**1**
Pomacanthidae	2	2	3	2	1	
Pomacentridae	7	5	5	5	3	**5**
Scaridae	1	1	2	2		**3**
Siganidae			1	1		**1**
Zanclidae	1	1				
Total espèces	**28**	**30**	**28**	**29**	**15**	**26**
Total familles	**10**	**10**	**12**	**12**	**7**	**12**

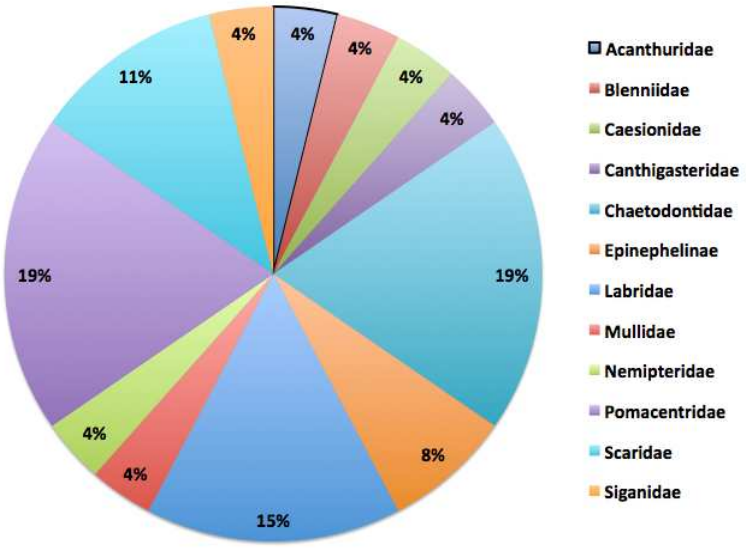


Figure n°50 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST08)

Si la comparaison du nombre d'espèces par famille entre les années 2007 - 2011 est effectuée (cf. tableau 92), sous l'angle de vue de ce critère les six campagnes sont hautement similaires.

Tableau n°92 : Comparaison de l'évolution de la richesse spécifique par famille, 2007 à 2011 (ST08)

Test $\chi 2$	ddl	Seuil de tolérance à 0,95
41.80	70	90.53

Le récapitulatif des résultats en terme de :

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

pour toutes les campagnes depuis 2007 sont présentés dans le tableau 93 et la figure 51.

Tableau n°93 : Synopsis des résultats 2011 et récapitulatif des années précédentes (ST08)

Puka ST08		Liste DENV					Toutes espèces
		Transect TLV				Station	Station
		Nb. ind.	Densité	Biom. g/m^2	Biodiv.	Biodiv.	Biodiv.
2011 a	Transect A	50	0,52	35,37	17		
	Transect B	73	0,84	21,38	16		
	Moy. ABC	87,50	0,68	28,37	26	48	76
2010 b	Moy. ABC	31	0,46	11,73	14	32	41
2010 a	Moy. ABC	91,50	3,05	57,64	29	51	80
2009	Moy. ABC	55,00	3,50	53,22	28	48	66
2008	Moy. ABC	45,00	1,84	87,54	30	41	68
2007	Moy. ABC	64,50	2,32	67,39	28	31	44

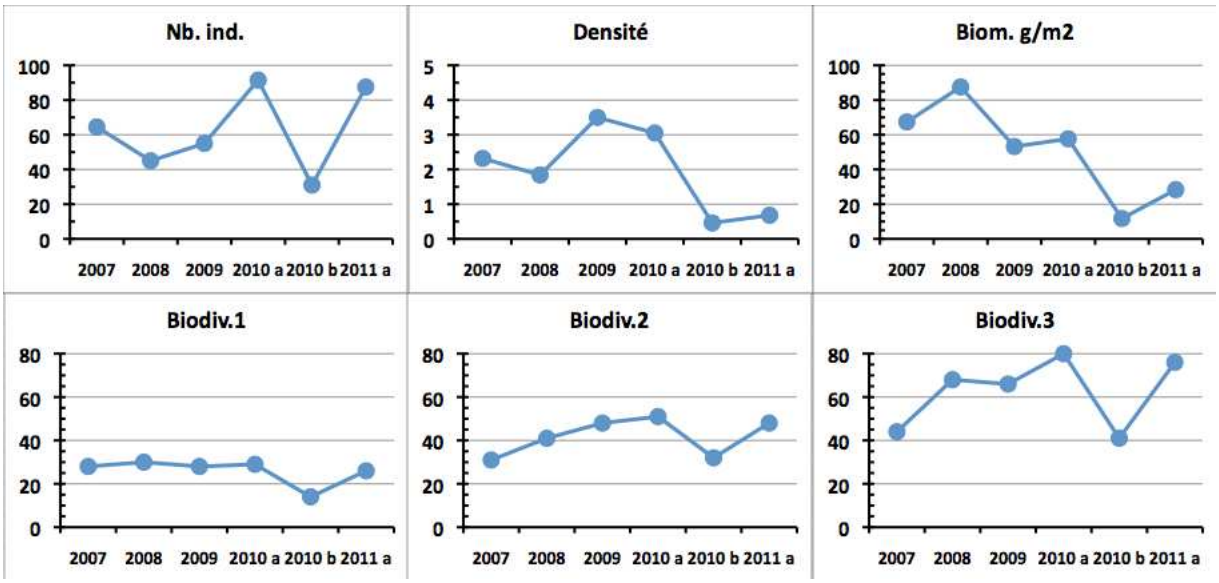


Figure n°51 : Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST08)

4.9 Station 09 = Bancs de Kié

Localisation géographique	Les bancs Kié sont isolés dans la partie centrale du canal de la Havannah. La station est située au sud du banc le plus ouest, qui est totalement immergé (cf. photographie 17).
Nombre transects	3 transects.
Description transects	Ils ont été positionnés à partir de la rupture de pente du récif à 7, 17 et 20 mètres de profondeur, avec une direction quasi sud-nord.
	Le transect A a été installé au pied de deux éperons et traverse un sillon. Au niveau du transect B les courants de marée sont encore conséquents mais le ressac n'a plus d'influence à cette profondeur. Le transect C est situé en bas de pente.

Description générale

La partie haute du banc est à 5 mètres de profondeur. On y retrouve de grandes superficies arasées, des colonies coralliennes robustes puis des algues résistantes au resssac et au courant comme l'espèce *Dictyosphaeria verluysii* qui est omniprésente et fixée à même la dalle puis, dans une moindre mesure, les autres genres *Asparagopsis*, *Amphiroa* et *Chlorodesmis* (caractérisant un milieu où l'hydrodynamisme est intense).
La pente est relativement abrupte (45°) et recouverte par de nombreux débris coralliens branchus. Seules les plus grosses colonies massives et branchues robustes semblent avoir résistées au cyclone « Erica » et à la série de tempêtes et cyclones du début d'année 2011.

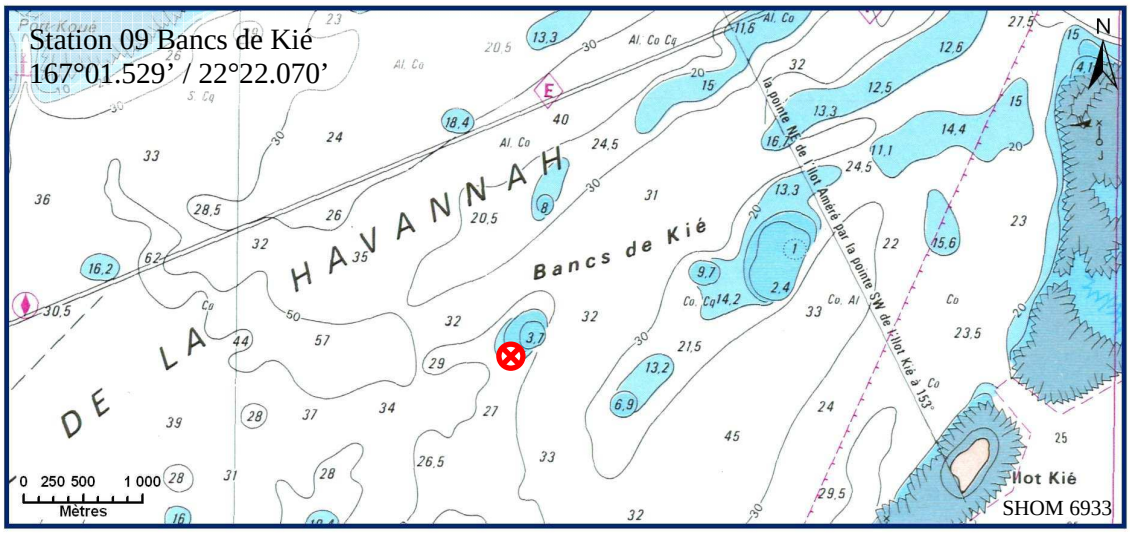
Cette zone semble être soumise de manière quasi permanente aux très forts courants de marées auxquels se rajoutent de très violents ressacs dus aux houles fréquentes.

Caractéristiques principales

- La pente récifale est abrupte et la dalle est arasée par les courants de marée et la houle.
- La richesse spécifique des coraux est peu élevée.
- Les macrophytes ont un recouvrement et une richesse spécifique élevés.
- Saisonnalité des algues (vertes, brunes et rouges).
- La richesse spécifique des ascidies est élevée.
- Les alcyonaires ont un recouvrement important (*Lobophytum)* et une richesse spécifique élevée.
- Les crinoïdes affectionnent ce milieu balayé par les courants de marée.
- Présence de cyanobactéries (*Phormidium* sp.).

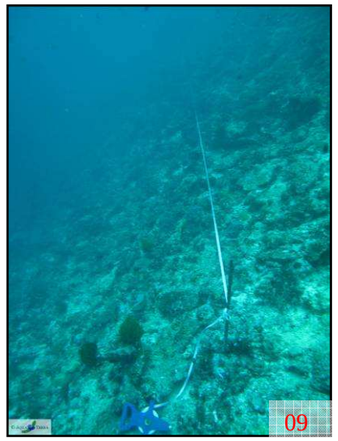
Variations entre septembre 2010 et mars 2011

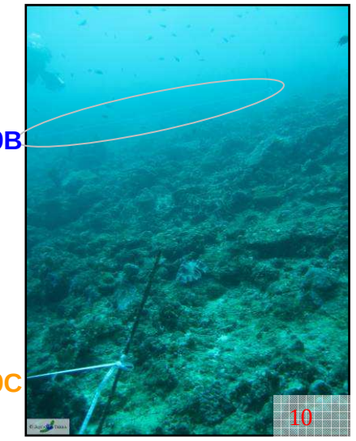
- Dégradation des communautés benthiques sur l'ensemble de la station et plus particulièrement au transect A (à cause de l'hydrodynamisme important).
- Diminution de la biodiversité des coraux (4 espèces au transect A), des macrophytes (1 espèces au transect B) et des invertébrés (3 espèces au transect A, 3 espèces en B et 1 espèce en C).
- Recrutement corallien faible (colonies coralliennes juvéniles).
- Blanchissement corallien modéré (7 espèces au transect A, 6 espèces en B et 3 espèces en C).
- Variation à la baisse du recouvrement et de la diversité des alcyonaires aux transects A et B.
- Absence des algues brunes.
- Absences des holothuries aux transects A et C et un seul spécimen en B (*Holothuria monilis*).

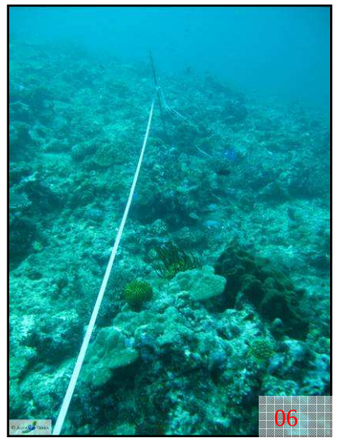


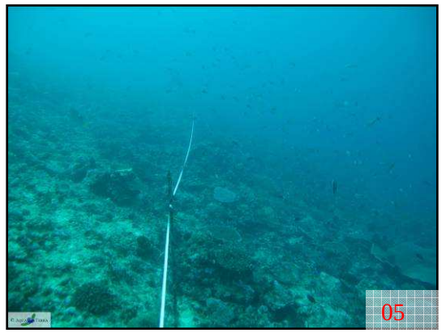
Carte n°011 : Localisation de la station 09 (Bancs Kié)

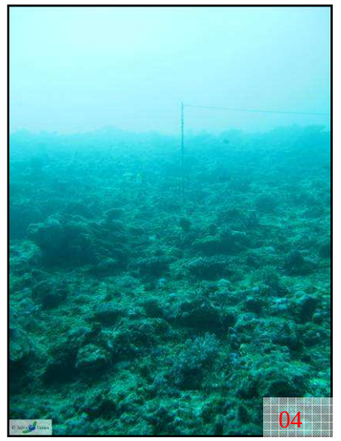
Photo n°017 : Position en surface (ST09)

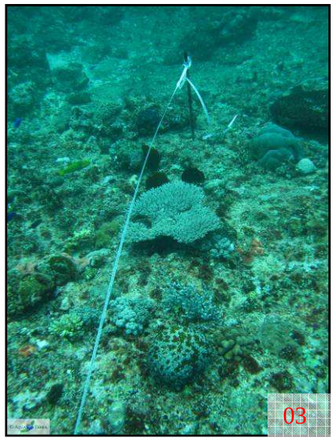


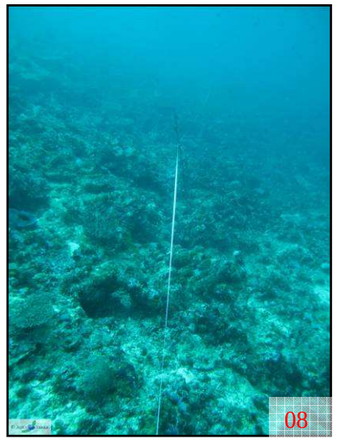


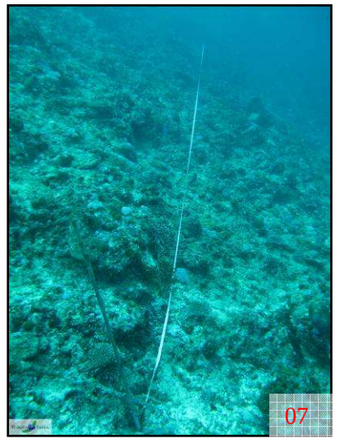


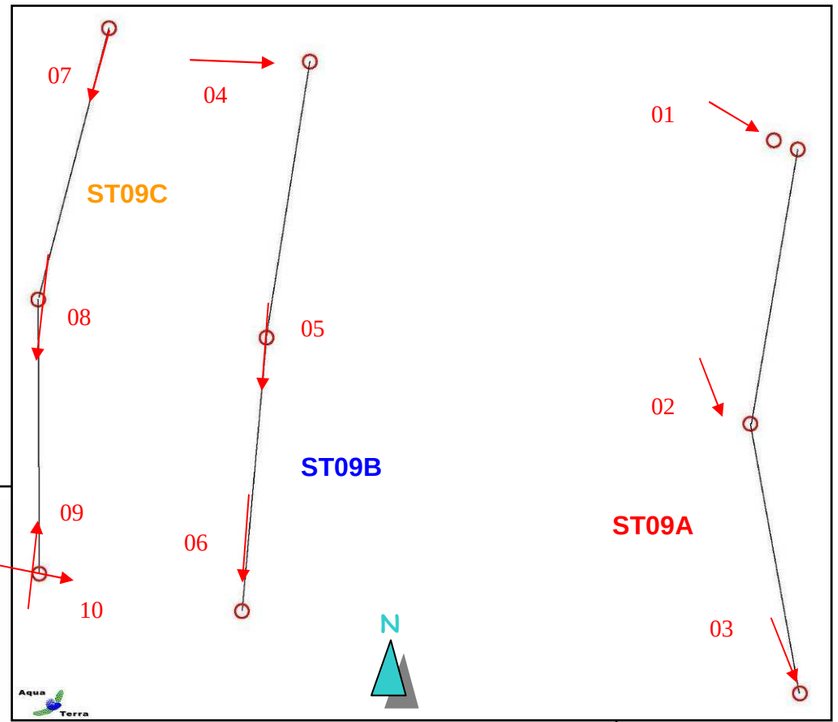


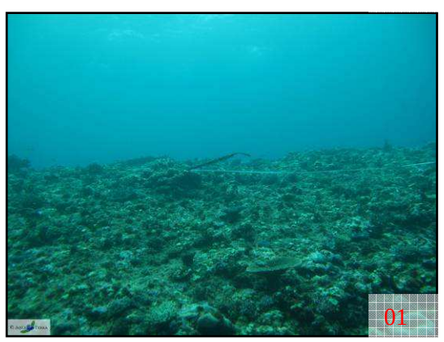












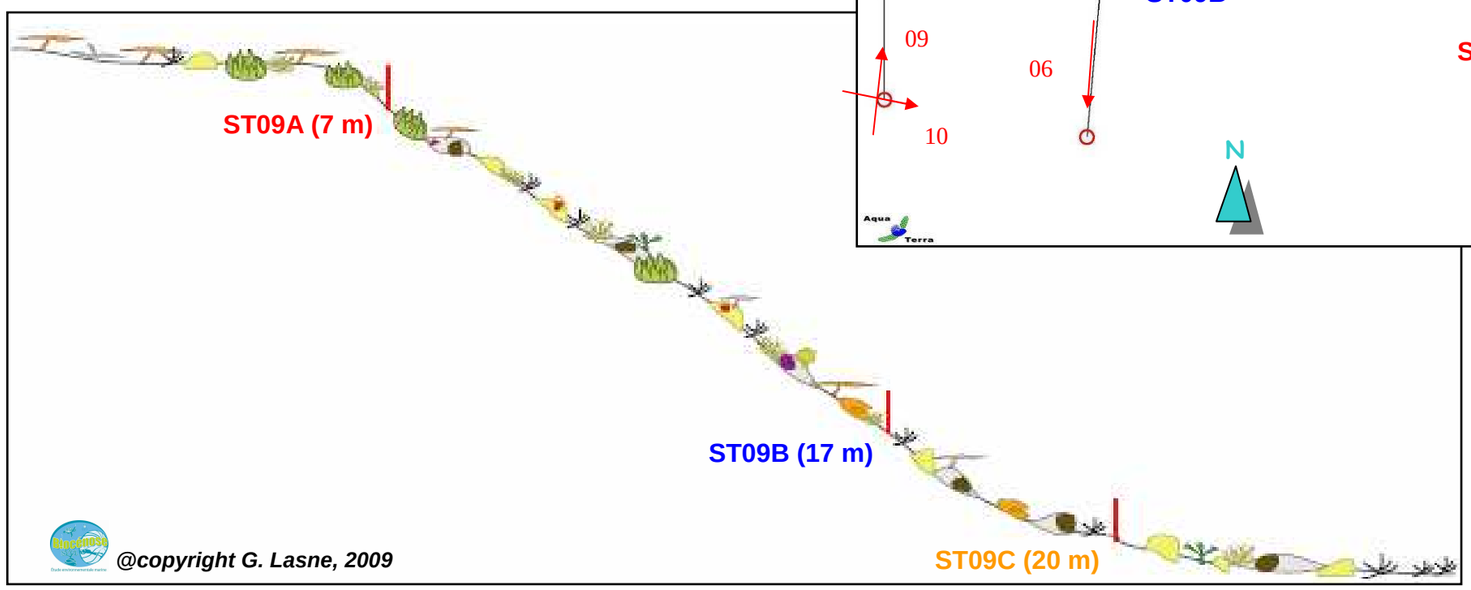


Figure n°52 : *Schéma structural, plan et photographies de la ST09*

4.9.1 Le substrat (ST09)

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la figure 53 pour le transect A, dans la figure 54 pour le transect B et dans la figure 55 pour le transect C.

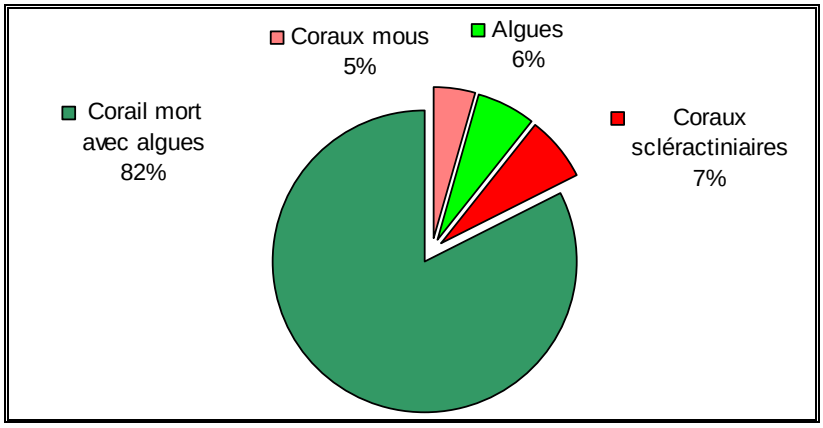


Figure n°53 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST09A

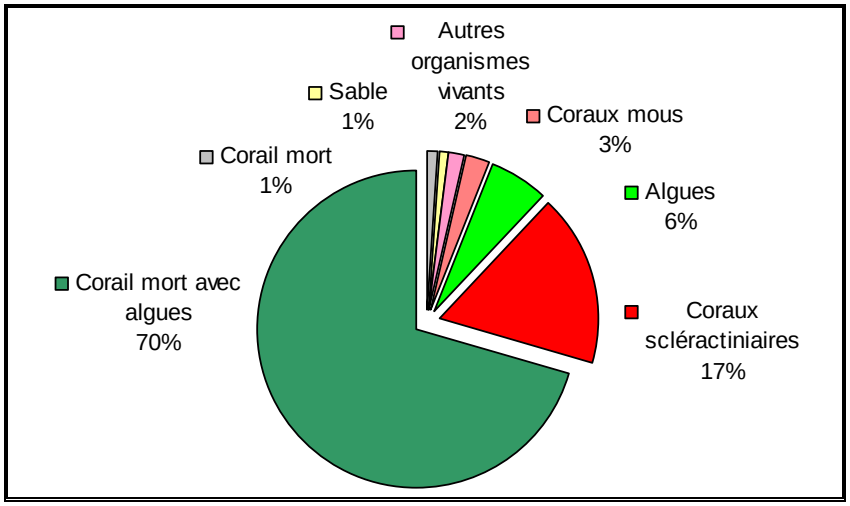


Figure n°54 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST09B

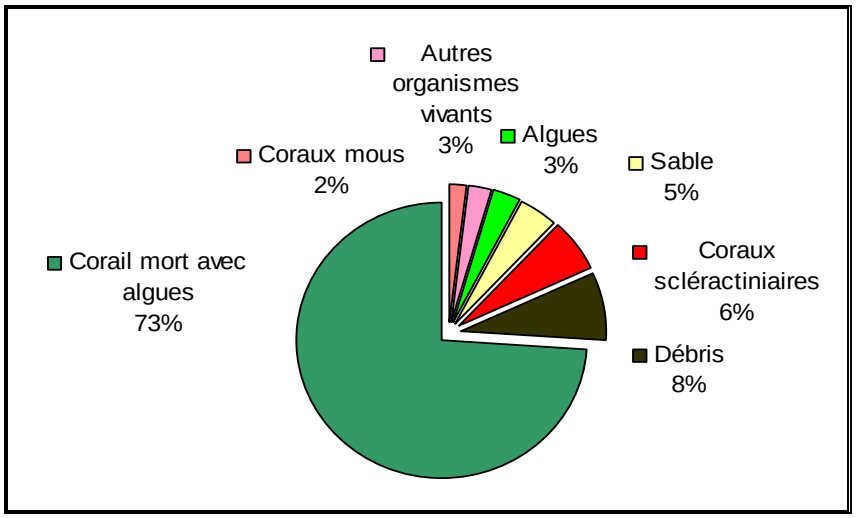


Figure n°55 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST09C

Sur les 3 transects, les coraux scléractiniaires sont faiblement représentés avec respectivement 7%, 17.5% et 6%, et une légère augmentation pour les transects A et C par rapport à la dernière campagne, qui ramène ces taux à ceux d'avant. Par contre la hausse au transect B est assez forte (9% par rapport à septembre 2010 et quand même 7.5% par rapport à mars 2010).
Le substrat est majoritairement composé de coraux morts encroûtés (respectivement 82.5%, 70.5%, 74%) par une multitude d'organismes vivants (dont des algues calcaires) : de ce fait, cette station est remarquable par sa couverture biotique, particulièrement sur le transect A (100%) mais aussi pour les deux autres transects (97.5% et 87.5%).
Globalement, les transects sont stables.
A noter : les 3 transects présentent des cyanobatéries (respectivement 0.5%, 2.5% et 1%).

4.9.2 Le benthos (ST09)

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

4.9.2.1 Benthos Transect 09 A

4.9.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST09A)

Ce niveau bathymétrique est colonisé par 56 espèces coralliennes dont l'espèce de *Tubipora musica*. Les familles scléractiniaires (55 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (16 taxons), les Acroporidae (12 taxons), les Pocilloporidae (5 taxons), les Poritidae (4 taxons), les Siderastreidae (4 taxons), les Dendrophyllidae (4 taxons), les Merulinidae (3 taxons) et les Mussidae (3 taxons).
Les colonies s'édifiant dans les conditions environnementales extrêmes de ce banc sont particulièrement résistantes et robustes : formes massives (*Porites* cf. *lobata*, *Platygyra daedalea*), formes encroûtantes (*Montipora* spp., *Galaxea fascicularis* et *G. astreata*), formes branchues courtes et robustes (*Acropora monticulosa*, *Seriatopora histrix* et *S. calendrium*), formes tabulaires courtes (*Acropora* spp.)., formes foliacées (*Turbinaria mesenterina*, *T. frondens*, *T. peltata*, *Pachyseris speciosa*).
Cependant, les dégradations coralliennes sont nombreuses (blanchissement de colonies en place, débris coralliens). Les évènements cycloniques du début de l'année 2011, ont eu un impact mécanique notable sur l'ensemble du récif. Des colonies ont été brisées par le ressac, d'autres ont été afflaiblies (expulsion des zooxanthelles) puis recolonisées par du tuff algal. Les mollusques corallivores ne sont pas mis en cause dans ces dégradations.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

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

- Recrutement : aucune espèce nouvelle
- Mortalité : 4 espèces (*Turbinaria mesenterina*, *Favites pentagona*, *Hydnophora pilosa*, *Coscinaraea exesa*)

- **Variation d'abondance** :

- Diminution d'abondance pour 10 espèces : *Acropora millepora*, *Acropora* 2spp. (branchu), *Acropora* 2spp. (tabulaire), *Pachyseris speciosa*, *Tubastraea* sp., *Galaxea fascicularis*, *Seriatopora histrix*, *Pacillopora damicornis*)

- **Blanchissement corallien** rare observé sur 7 espèces : *Acropora* 3spp. (branchu), *Acropora* 3spp. (tabulaire), *Seriatopora histrix*

Tableau n°94 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST09A)

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	12	4
Agaraciidae	2	2
Astrocoeniidae	1	1
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	4	2
Faviidae	16	3
Fungiidae	0	0
Merulinidae	3	2
Mussidae	3	1
Oculinidae	1	3
Pectiniidae	0	0
Pocilloporidae	5	5
Poritidae	4	3
Siderastreidae	4	2
Total scléractiniaire	**55**	/
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	0	0
Tubiporidae	0	0
Gorgone	1	2
Antipathaire	0	0
Total coraux	**56**	/

4.9.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST09A)

Les conditions hydrodynamiques favorisent le développement de nombreuses espèces (adaptation) mais les évènements exeptionnels du début d'année 2011 ont dégradé la faune et la flore installées sur le sommet du récif. Les groupes biotiques ayant une certaine mobilité colonisent de préférence les niveaux bathymétriques inférieurs du récif où les courants sont plus modérés.

Les alcyonaires ont subi des dégradations mécaniques majeures (diminution du recouvrement et de la diversité). Cependant ils sont encore dominants et variés (6 genres) et le recouvrement du genre *Lobophytum* est le plus important puis dans une moindre mesure *Dendronephthya*, *Sinularia*, *Rhystima*, *Nephthea* et *Xenia* sont éparpillés sur la dalle.

Les macrophytes sont également variées et représentées par des espèces adaptées aux forts courants comme l'algue verte *Dyctiospheria verluysii* omniprésente et fixée en petites plaques sur la dalle.

Les spongiaires sont également variées mais leur recouvrement est faible, les éponges se développent sur la dalle. L'espèce la plus abondante est *Cliona orientalis* puis dans une moindre mesure *Cliona jullienei*, *Spheciospongia vagabunda* et une éponge noire indéterminée.

Les ascidies sont toujours aussi variées (5 espèces : *Polycarpa cryptocarpa, Didemnum molle, Clavelina detorta* et deux espèces indéterminées ; absence de *Polycarpa clavata*) mais 3 espèces ont été dégradées et arrachées par les courants de marée.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

- **Algues (variation saisonnière) :**

- Absence d'*Asparagopsis armata (*saisonnalité amplifiée avec l'hydrodynamisme)
- Présence nouvelle de 2 espèces d'algues vertes (*Bornetella oligospora* et *Neomeris van bossea*)

- **Présence de cyanobactéries :** aucune (malgré les dégradations coralliennes, les courants de marées sont trop important pour leur développement)
- **Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) :**

- Absence de 2 genres d'alcyonaires (*Klyxum* et *Sarcophyton*)
- Diminution du recouvrement de 3 genres d'alcyonaires (*Sinularia, Dendronephthya* et *Nephthea*)
- Diminution du recouvrement de 3 espèces d'ascidies (*Clavelina detorta, Polycarpa cryptocarpa* et ascidie violette indéterminée)

Tableau n°95 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST09A)

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	6	3
Algue brune	0	0
Algue rouge	1	3
Algue verte	4	5
Cyanobactéries	0	0
Anémone	1	1
Ascidie	5	5
Bryozoaire	1	3
Astérie	0	0
Crinoïde	1	2
Echinide	0	0
Holothurie	0	0
Hydraire	1	3
Mollusque	2	2
Spongiaire	3	4
Zoanthaire	1	2
TOTAL	**26**	/

4.9.2.2 Benthos Transect 09 B

4.9.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST09B)

Ce niveau bathymétrique est colonisé par 57 espèces coralliennes dont l'espèce de *Tubipora musica*, deux espèces de *Millepora (*encroûtant et branchu) et deux espèces de gorgone indéterminée. Les familles scléractiniaires (52 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (10 taxons), les Acroporidae (9 taxons), les Dendrophyllidae (6 taxons), les Pocilloporidae (6 taxons), les Mussidae (5 taxons) et les Poritidae (4 taxons).

Ce niveau de la pente récifale a été dégradé par l'accumulation de débris et de coraux tabulaires retournés provenant du sommet du récif. Quelques colonies d'*Acropora* tabulaires sont mortes en place et sont certainement les vestiges récents d'une invasion de mollusques corallivores (*Druppela cornus*). D'autres espèces scléractiniaires comme *Seriatopora histrix* et *Pocillopora verrucosa* sont le signe d'une dégradation du milieu récente (colonies mortes en place dont le blanchissement est encore visible et partiellement

recouvertes de gazon algal). Les plus grosses colonies sont de formes massives, tabulaires et foliacées. A noter la présence de grandes colonies de *Porites* sp.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

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

- Recrutement : 2 espèces nouvelles (*Pavona varians, Millepora* branchu)
- Mortalité : toutes les espèces ont été recensées

- **Variation d'abondance** :

- Diminution d'abondance pour 9 espèces : *Acropora* 2spp. (branchu), *Acropora* 2spp. (tabulaire), *Montipora* sp., *Platygyra daedalea, Seriatopora histrix, Pacillopora damicornis, Pocillopora verrucosa*

- **Blanchissement corallien** modéré observé sur 6 espèces : *Acropora* 2spp. (branchu), *Acropora* 2spp. (tabulaire), *Seriatopora histrix*, *Montipora* sp.

Tableau n°96 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST09B)

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	9	3
Agaraciidae	3	3
Astrocoeniidae	0	0
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	6	3
Faviidae	10	5
Fungiidae	0	0
Merulinidae	3	2
Mussidae	5	3
Oculinidae	2	2
Pectiniidae	3	2
Pocilloporidae	6	4
Poritidae	4	3
Siderastreidae	1	1
Total scléractiniaire	**52**	/
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	2	2
Tubiporidae	2	2
Gorgone	1	1
Antipathaire	0	0
Total coraux	**57**	/

4.9.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST09B)

L'abondance et la richesse spécifique des macrophytes varient selon les périodes de prospection (saisonnalité). Ce phénomène peut être amplifié par l'intensité des courants de marée qui arrachent plus rapidement les thalles algaux. Les algues brunes sont absentes, les algues rouges sont peu variées mais abondantes et surtout représentées par l'espèce *Amphiroa* sp. alors que les thalles de *Asparagopsis armata* se détériorent rapidement (saisonnalité). Les algues vertes sont variées (*Dictyosphaeria, Caulerpa* sp1, *Codium* sp., *Bornetella oligospora*, *Chlorodesmis fastigiata* et *Halimeda* sp.) mais leur recouvrement est faible et elles sont dispersées dans les anfractuosités de la dalle.

Les alcyonaires sont encore très variés malgré l'absence de *Nephthea* et *Rhystima* : (6 genres : *Cladiella*, *Lobophytum*, *Dendronephthya*, *Sarcophyton*, *Sinularia*, *Xenia*). Leur recouvrement est moindre que pour le niveau bathymétrique supérieur notamment pour le genre *Lobophytum* qui ne forme plus de grandes plaques mais reste néanmoins étendu.
Les spongiaires sont de petite taille, généralement à l'abri du courant (cavité de la dalle).
Enfin aucun mollusque n'a été observé lors de cette mission.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

- **Algues (variation saisonnière) :**

- Absence de l'algue rouge *Liagora* sp. (saisonnalité amplifiée avec l'hydrodynamisme)
- Diminution du recouvrement l'algue rouge *Asparagopsis armata*

- **Présence de cyanobactéries :** Diminution du recouvrement (malgré les dégradations coralliennes, les courants de marées sont trop important pour leur développement)
- **Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) :**

- Présence nouvelle de 1 espèce d'astérie (*Nardoa gomophia*)
- Présence nouvelle de 1 espèce d'échinide (*Echinometrix diadema*)
- Absence de 1 espèce d'holothurie (*Actinopyga palauensis*)
- Absence de 2 genres d'alcyonaires (*Nephthea* et *Rhystima*)
- Diminution du recouvrement de 1 genre d'alcyonaire (*Xenia*)
- Diminution du recouvrement de 3 espèces d'ascidies (*Clavelina detorta*, *Polycarpa cryptocarpa* et ascidie violette indéterminée)
- Nécrose de plusieurs colonies de zoanthaires du genre *Palythoa*

Tableau n°97 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST09B)

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

4.9.2.3 Benthos Transect 09 C

4.9.2.3.1 Les Scléractiniaires (ST09C)

Ce niveau bathymétrique (comme les stations situées en bas de pente des autres bancs ennoyés) a l'une des plus faibles richesses spécifiques coralliennes des stations du canal de la Havannah : 47 espèces coralliennes

dont l'espèce de *Tubipora musica*, deux espèces de *Millepora* (encroûtant et branchu) et trois espèces de gorgone indéterminée. Les familles scléractiniaires (41 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (10 taxons), les Acroporidae (8 taxons), les Dendrophyllidae (6 taxons), les Pocilloporidae (5 taxons), les Poritidae (3 taxons) et les Merulinidae (3 taxons).

Tableau n°98 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST09C)

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	8	3
Agaraciidae	2	3
Astrocoeniidae	0	0
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	6	3
Faviidae	10	4
Fungiidae	0	0
Merulinidae	3	2
Mussidae	2	2
Oculinidae	1	1
Pectiniidae	0	0
Pocilloporidae	5	4
Poritidae	3	2
Siderastreidae	1	1
Total scléractiniaire	**41**	/
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	2	2
Tubiporidae	3	2
Gorgone	1	1
Antipathaire	0	0
Total coraux	**47**	/

Les coraux vivants en bas de pente ont un taux de recouvrement faible et les colonies scléractiniaires sont de petite taille. Les espèces les plus abondantes sont *Seriatopora histrix, Pachyseris speciosa, Turbinaria peltata, T. frondens, T. mesenterina, Favites* spp., *Pocillopora damicornis* et *Tubipora musica*. A noter, la présence rare de *Turbinaria reniformis, Goniopora* sp., *Echinopora lamellosa, Coscinaraea columna.* Les plus grosses colonies sont de formes massives (*Porites lobata, Platygyra daedalea)* et les gorgones s'édifient perpendiculairement aux courants.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

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

- Recrutement : 2 espèces nouvelles (*Millepora* branchu et une gorgone)
- Mortalité : toutes les espèces ont été recensées

- **Variation d'abondance** :

- Augmentation d'abondance pour 3 espèces de gorgones (indéterminées)
- Diminution d'abondance de 3 espèces : *Acropora* 2spp. (branchu), *Acropora* 1sp. (tabulaire)

- **Blanchissement corallien** rare observé sur 3 espèces : *Acropora* 2spp. (branchu), *Acropora* 1sp. (tabulaire)

4.9.2.3.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST09C)

Comme pour le transect supérieur l'abondance et la richesse spécifique des macrophytes varient énormément selon les périodes de prospection. Aucune algue brune n'est présente sur le récif, deux espèces d'algues vertes ont été nouvellement recensées par rapport à la dernière mission (*Codium* sp. et *Codium spongiosum).* Les algues rouges *Asparagopsis armata* ont un recouvrement en diminution (saisonnalité) mais leurs thalles sont moins dégradés par les courants.

Tableau n°99 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST09C)

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

Le recouvrement des cyanobactéries reste modéré, elles sont éparpillées sur les débris coralliens qui s'accumulent en bas de la pente récifale. Les alcyonaires sont variés et représentés par les genres *Cladiella, Xenia* et dans une moindre mesure par *Dendronephthya, Sarcophyton, Lobophytum* et *Nephthea*. Les zoanthaires (*Palythoa* sp.) ainsi que les spongiaires se développent modérement (*C. orientalis*, éponge noire indéterminée, *Spheciospongia vagabunda*). Ces organismes sont dispersés par petites plaques sur la dalle et les petits massifs coralliens.
Enfin, comme pour la mission précédente, les holothuries, les mollusques et les astéries n'ont pas été observés lors de cette mission.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

- **Algues (variation saisonnière) :**

- Présence nouvelle de 2 espèces (*Codium* sp. et *Codium spongiosum*)
- Diminution du recouvrement de l'algue rouge *Asparagopsis armata (*saisonnalité)
- Diminution du recouvrement de l'algue verte (*Chlorodesmis fastigiata*)

- **Présence de cyanobactéries :** leur développement reste modéré
- **Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) :**

- Absence de 1 espèce d'ascidie (*Clavelina detorta*)
- Diminution du recouvrement de 3 espèces d'ascidies (*Polycarpa cryptocarpa,* ascidie verte indéterminée et ascidie violette et blanc indéterminée).
- Diminution du recouvrement de 1 genre d'alcyonaire (*Xenia*)
- Diminution de l'abondance des crinoïdes
- Diminution de l'abondance de 1 espèce d'échinide (*Diadema setosum*)

4.9.3 Les poissons (ST09)

La liste des espèces observées[12] sur les transects et les résultats bruts sont fournis dans le tableau 100.

Tableau n°100 : Données sur les poissons (ST09)

Banc Kié ST09		Transect A			Transect B			Transect C			Station Total	Station Moyenne	
Fam	**Espèces**	**Nb**	**Dens**	**Biom**	**Nb**	**Dens**	**Biom**	**Nb**	**Dens**	**Biom**	**Nb**	**Dens**	**Biom**
Aca	*Acanthurus mata*							25	0,21	97,12	25	0,07	32,37
Aca	*Ctenochaetus striatus*	2	0,03	0,35	3	0,04	0,53				5	0,02	0,30
Aca	*Naso brevirostris*							30	0,25	465,90	30	0,08	155,30
Ant	Pseudanthias pascalus							20	0,25	6,09	20	0,08	2,03
Ant	Pseudanthias pictilis				20	0,25	4,32				20	0,08	1,44
Ant	Pseudanthias pleurotaenia				15	0,18	2,21				15	0,06	0,74
Can	*Canthigaster valentini*							1	0,01	0,05	1	0,00	0,02
Car	*Pseudocaranx dentex*							20	0,17	303,75	20	0,06	101,25
Carc	*Carcharhinus albimarginatus*							1	0,01	402,78	1	0,00	134,26
Cha	*Chaetodon auriga*	3	0,04	7,90							3	0,01	2,63
Cha	*Chaetodon citrinellus*	4	0,05	0,59	3	0,04	0,18				7	0,03	0,26
Cha	*Chaetodon kleinii*	3	0,04	0,54	3	0,04	0,21				6	0,03	0,25
Cha	*Chaetodon melannotus*	2	0,03	0,76							2	0,01	0,25
Cha	*Chaetodon mertensii*	3	0,04	1,00				2	0,03	0,17	5	0,02	0,39
Cha	*Chaetodon pelewensis*							1	0,01	0,38	1	0,00	0,13
Cha	*Chaetodon plebeius*	1	0,01	0,18							1	0,00	0,06
Cha	*Chaetodon speculum*	2	0,03	1,38							2	0,01	0,46
Cha	*Heniochus acuminatus*	2	0,03	1,73							2	0,01	0,58
Epi	*Cephalopholis urodeta*				2	0,03	3,27				2	0,01	1,09
Lab	*Bodianus loxozonus*							1	0,01	1,81	1	0,00	0,60
Lab	*Cheilinus chlorourus*	3	0,02	337,43	1	0,01	1,84	1	0,01	1,84	5	0,01	113,71
Lab	*Gomphosus varius*	7	0,09	0,59							7	0,03	0,20
Lab	*Stethojulis bandanensis*				2	0,03	0,21				2	0,01	0,07
Lab	*Thalassoma amblycephalum*	30	0,38	2,86							30	0,13	0,95
Lab	*Thalassoma hardwicke*	15	0,19	2,88							15	0,06	0,96
Lab	*Thalassoma lunare*	10	0,13	0,65				7	0,09	0,67	17	0,07	0,44
Lab	*Thalassoma lutescens*	10	0,13	0,65	5	0,06	0,48				15	0,06	0,38
Lab	*Thalassoma nigrofasciatum*	30	0,38	1,96	5	0,06	0,48				35	0,15	0,81
Nem	*Scolopsis bilineatus*				8	0,10	13,65	4	0,05	3,99	12	0,05	5,88
Poc	*Centropyge bicolor*				3	0,04	0,18				3	0,01	0,06
Poc	*Centropyge bispinosa*				3	0,04	0,18				3	0,01	0,06
Poc	*Centropyge tibicen*				3	0,04	0,17	2	0,03	0,28	5	0,02	0,15
Poc	*Pomacanthus imperator*	1	0,01	13,44							1	0,00	4,48
Poc	*Pomacanthus sexstriatus*				2	0,03	10,75				2	0,01	3,58
Pom	*Amphiprion clarkii*	5	0,06	0,30							5	0,02	0,10
Pom	*Chromis fumea*							100	1,25	8,10	100	0,42	2,70
Pom	*Chrysiptera taupou*							25	0,31	0,19	25	0,10	0,06
Sca	*Chlorurus sordidus*				7	0,09	6,27				7	0,03	2,09
Sca	*Scarus rivulatus*							4	0,05	65,93	4	0,02	21,98
	Total	**133**	**1,64**	**375,20**	**85**	**1,06**	**44,92**	**224**	**2,73**	**1359,05**	**462**	**1,81**	**593,06**
	Biodiversité	18			16			16			39		
	Indice de Shannon =	4.717											
	Equitabilité =	0.892											

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

Sur l'ensemble des transects de la station, 462 individus appartenant à 39 espèces différentes (figure 56) ont pu être observés. Ils représentent une densité de 1.81 poissons/m² pour une biomasse de 593.06 g/m².
50 espèces supplémentaires (e.g. hors des transects et hors liste restreinte) ont été observées sur la station (cf. tableau 101).

Tableau n°101 : Liste des espèces complémentaires (ST09)

Banc Kié ST09					
Fam	**Espèces**	**Fam**	**Espèces**	**Fam**	**Espèces**
Aca	*Acanthurus dussumieri*	Dio	*Diodon hystrix*	Poc	*Pomacanthus semicirculatus*
Aca	*Naso tonganus*	Lab	*Anampses meleagrides*	Pom	*Chromis amboinensis*
Aca	*Naso unicornis*	Lab	*Anampses neoguinaicus*	Pom	*Chromis margaritifer*
Aca	*Zebrasoma veliferum*	Lab	*Bodianus axillaris*	Pom	*Chrysiptera biocellata*
Bal	*Balistoides viridescens*	Lab	*Bodianus perditio*	Pom	*Plectroglyphidodon leucozonus*
Bal	*Odonus niger*	Lab	*Cheilinus undulatus*	Pom	*Pomacentrus amboinensis*
Bal	*Sufflamen fraenatus*	Lab	*Choerodon jordani*	Pom	*Pomacentrus bankanensis*
Ble	*Cirrhipectes castaneus*	Lab	*Coris batuensis*	Pom	*Pomacentrus chrysurus*
Car	*Caranx melampygus*	Lab	*Halichoeres argus*	Pom	*Pomacentrus coelestis*
Cha	*Heniochus varius*	Lut	*Aprion virescens*	Pom	*Pomacentrus nagasakiensis*
Cir	*Cirrhitichthys falco*	Lut	*Lutjanus bohar*	Pom	*Pomacentrus philippinus*
Cir	*Cyprinocirrhites polyactis*	Mic	*Ptereleotris evides*	Pom	*Pomacentrus spilotoceps*
Cir	*Paracirrhites arcatus*	Mon	*Aluterus scriptus*	Sca	*Cetoscarus ocellatus*
Epi	*Epinephelus cyanopodus*	Mul	*Parupeneus barberinoides*	Sca	*Chlorurus microrhinos*
Epi	*Epinephelus fasciatus*	Mul	*Parupeneus cyclostomus*	Sig	*Siganus doliatus*
Epi	*Plectropomus leopardus*	Nem	*Pentapodus aureofasciatus*	Syn	*Synodus variegatus*
Cir	*Paracirrhites forsteri*	Poc	*Genicanthus watanabei*		

Le nombre d'espèces pour chaque famille depuis 2007 est donné dans le tableau 102 et spécifiquement pour la campagne de mars 2011 sur la figure 56.

Tableau n°102 : Nombre d'espèces par famille ichtyologique de 2007 à 2011 (ST09)

Familles	Banc Kié ST09					
	2007	2008	2009	2010 a	2010 b	2011 a
Acanthuridae	6	6	6	5	1	**3**
Anthiinidae	3	4	2	2	3	**3**
Canthigasteridae		1	2	1		**1**
Carangidae				1		**1**
Carcharhinidae						**1**
Chaetodontidae	5	3	6	3	5	**9**
Epinephelinae	2	4	2	3	2	**1**
Labridae	6	6	6	6	6	**9**
Lutjanidae	1		1			**2**
Mullidae	1	1	1	1	1	**2**
Nemipteridae			1	1		**1**
Pomacanthidae	6	3	3	3	4	**5**
Pomacentridae	4	3	2	3	4	**3**

Scaridae	2	1	2	3	1	**2**
Siganidae			1	2	1	
Total espèces	**36**	**32**	**35**	**34**	**28**	**33**
Total familles	**10**	**10**	**13**	**13**	**10**	**13**

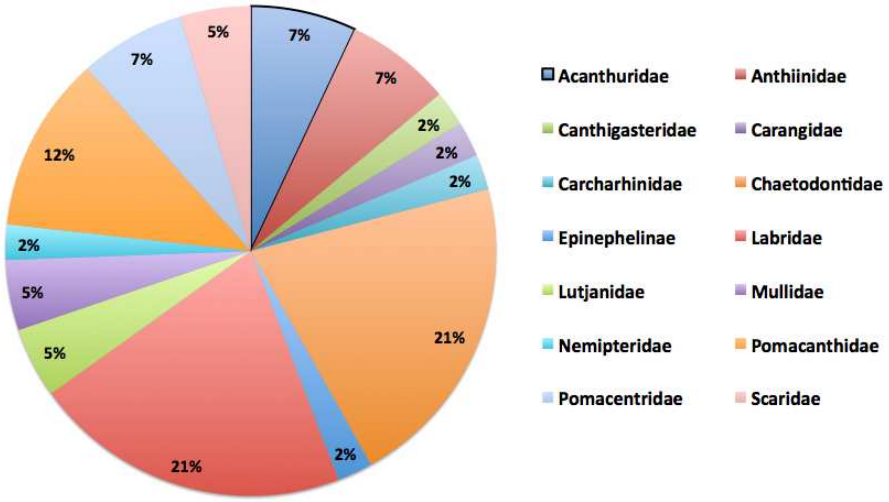


Figure n°56 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST09)

Si la comparaison du nombre d'espèces par famille entre les années 2007 - 2011 est effectuée (cf. tableau 103), sous l'angle de vue de ce critère les six campagnes sont similaires.

Tableau n°103 : Comparaison de l'évolution de la richesse spécifique par famille, 2007 à 2011 (ST09)

Test $\chi 2$	ddl	Seuil de tolérance à 0,95
40.03	70	90.53

Le récapitulatif des résultats en terme de :

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

pour toutes les campagnes depuis 2007 sont présentés dans le tableau 104 et la figure 57.

Tableau n°104 : Synopsis des résultats 2011 et récapitulatif des années précédentes (ST09)

Peuplement de poissons STO9 – Banc KIE		Liste DENV					Toutes espèces
		Transect TLV				Station	Station
		Nb. ind.	Densité	Biom. g/m^2	Biodiv.	Biodiv.	Biodiv.
2011 a	Transect A	133	1,64	375,20			
	Transect B	50	0,63	38,38			
	Transect C	224	2,48	1352,96			
	Moy. ABC	154,00	1,81	593,06	39	58	89
2010 b	Moy. ABC	133	1,35	10,62	28	53	75
2010 a	Moy. ABC	61,33	1,66	303,36	34	43	66
2009	Moy. ABC	22	4,01	62,69	35	58	60
2008	Moy. ABC	208,67	4,21	273,92	32	50	62
2007	Moy. ABC	145,33	4,13	607,71	36	48	55

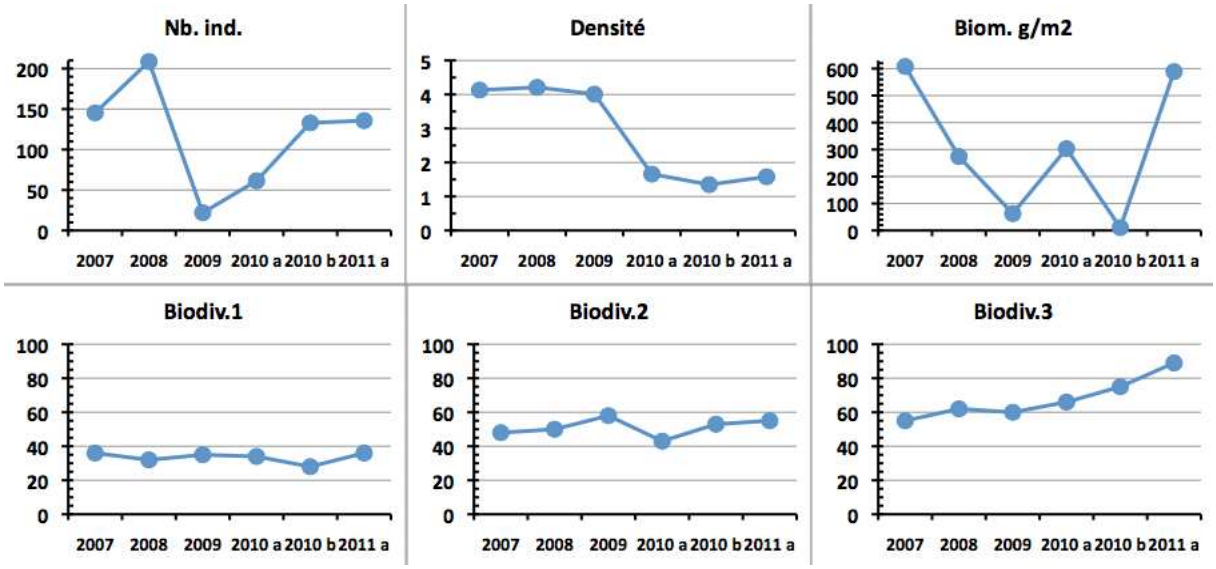


Figure n°57 : Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST09)

4.10 Station 10 = Ilot Kié

Localisation géographique	Partie nord-ouest de l'îlot Kié (photographie 18). Un piquet placé sur un éperon à 3 m de profondeur permet de la repérer facilement depuis la surface à la nage (photographie 01 sur la figure 58).
Nombre transects	3 transects.
Description transects	Ils ont été positionnés sur le front récifal du récif frangeant de l'îlot à 10, 16 et 21 mètres de profondeur dans un alignement du nord-est vers le sud-ouest.
	Le transect A a été disposé perpendiculairement à la pente du récif frangeant au pied d'un éperon et d'un sillon. Le transect B est installé 5 ou 6 m avant la fin de la pente corallienne. Il s'agit d'une pente corallienne entre 10 et 22 m de profondeur inclinée à 40-45°. Le transect C se situe à la rupture entre le bas du tombant récifal et le début de la pente sédimentaire. C'est une zone d'accumulation de débris et de roches provenant du récif. La pente sédimentaire a une inclinaison douce. Cette dernière est composée de sable coquillé et de débris coralliens qui deviennent de moins en moins abondants en fonction de l'éloignement du récif. Quelques grands massifs se répartissent à proximité du tombant récifal mais leur recouvrement en organismes benthiques est faible.

Description générale

De nombreuses dégradations ont été constatées suite aux évènements cycloniques de ce début d'année 2011. Cependant, la station du récif frangeant de l'îlot Kié (transects A & B) est caractérisée par la plus grande richesse spécifique corallienne et le plus important taux de recouvrement corallien des 12 stations étudiées. La zone présente une alternance d'éperons et de sillons, atteignant 8 à 10 mètres de profondeur.

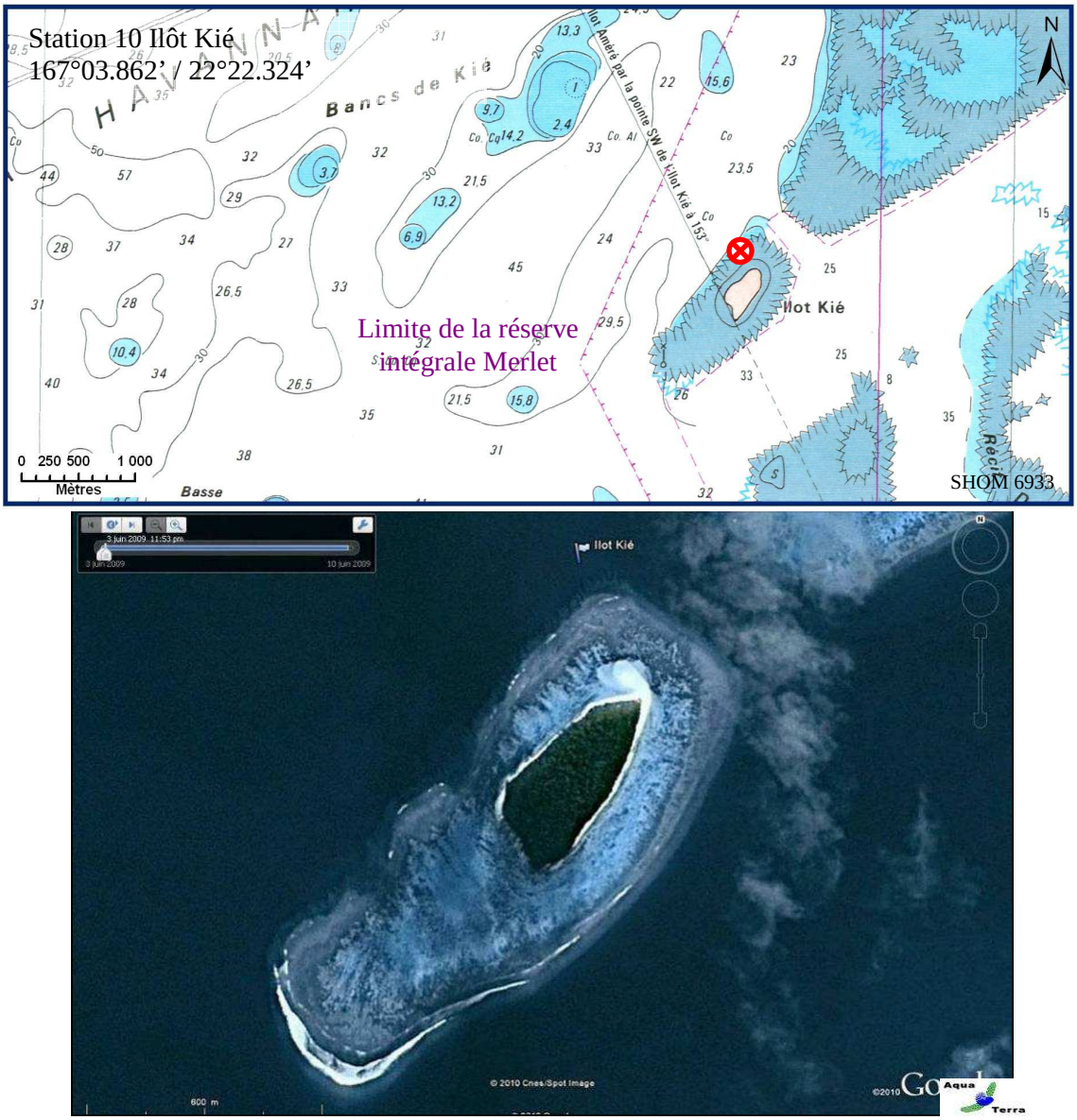
L'îlot Kié est situé dans le canal de la Havannah dans la réserve intégrale Yves Merlet. Il faut demander une dérogation à la Province Sud avant de pouvoir étudier cette station. Tout accès et tout passage de navire ou d'embarcation est interdit, *a fortiori* la récolte, la pêche ou la cueillette de tout minéral, animal ou végétal.

Caractéristiques principales

- La richesse spécifique et le recouvrement des coraux sont élevés.
- Recrutement corallien (colonies coralliennes juvéniles).
- Présence rare de *Gardineroseris planulata*.
- Abondance du genre corallien *Goniopora*.
- Les crinoïdes sont abondantes.

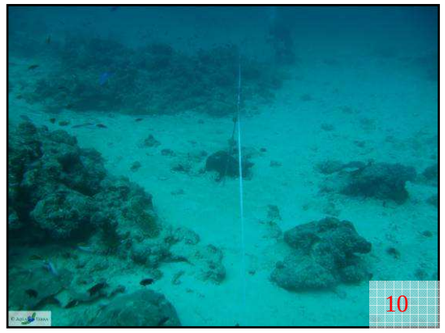
Variations entre septembre 2010 et mars 2011

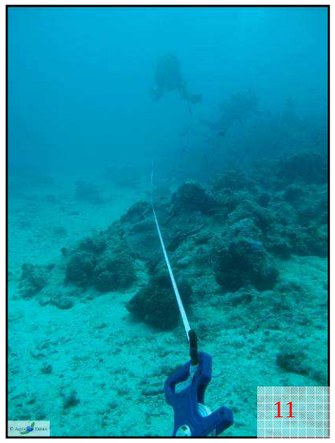
- La richesse spécifique des coraux a légèrement augmenté.
- Marques de nécroses sur un alcyonaire *Lobophytum* (prédation présumée de *Ovula ovum*).
- Les colonies de *Chlatria rugosa* (spongiaires) parasitées lors de la mission précédentes ne sont plus envahies (transect B).
- Dégradation des communautés benthiques sur l'ensemble de la station et plus particulièrement au transect A (à cause de l'hydrodynamisme important).
- Mortalité des espèces coralliennes (9 espèces au transect A, 3 espèces en B, 1 espèce en C), des macrophytes (1 espèce au transect A) et des invertébrés (3 espèces au transect A, 2 espèces en B et 2 espèces en C).
- Recrutement des espèces coralliennes (4 espèces au transect A, 1 espèce en B, 3 espèces en C) et des invertébrés (4 espèces au transect A, 1 espèce en B et 1 espèce en C).
- Les cyanobactéries se développent sur les nouveaux débris coralliens.
- Blanchissement corallien (6 espèces au transect A, 5 espèces en B et 2 espèces en C).

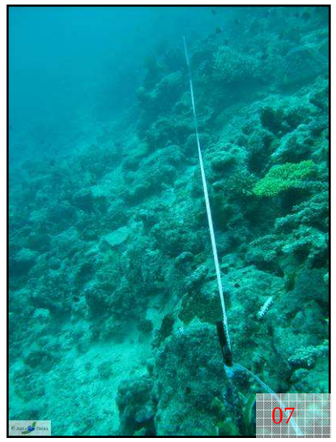


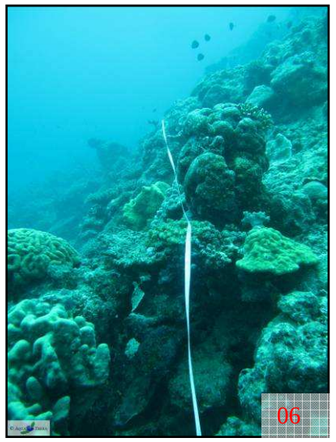
Carte n°012 : *<u>Localisation de la station 10 (Ilôt Kié)</u>*

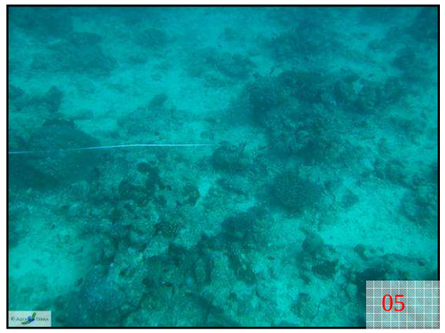
Photo n°018 : *<u>Position en surface par rapport à l'îlot Kié (ST10)</u>*

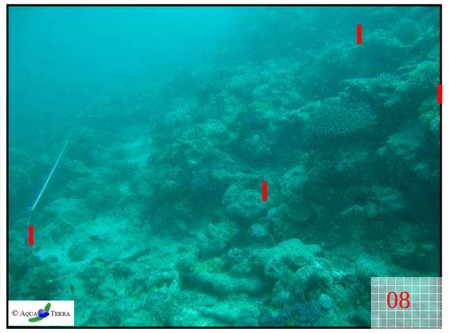


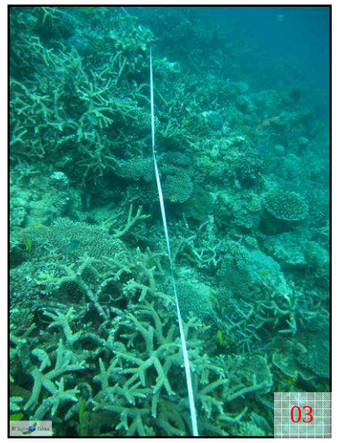


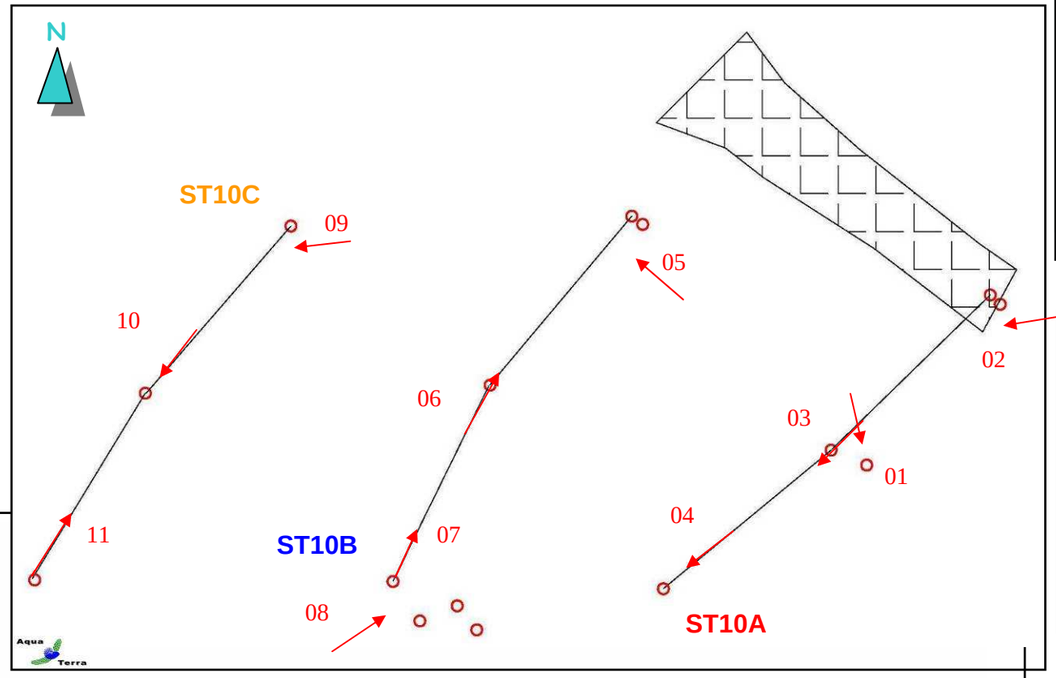


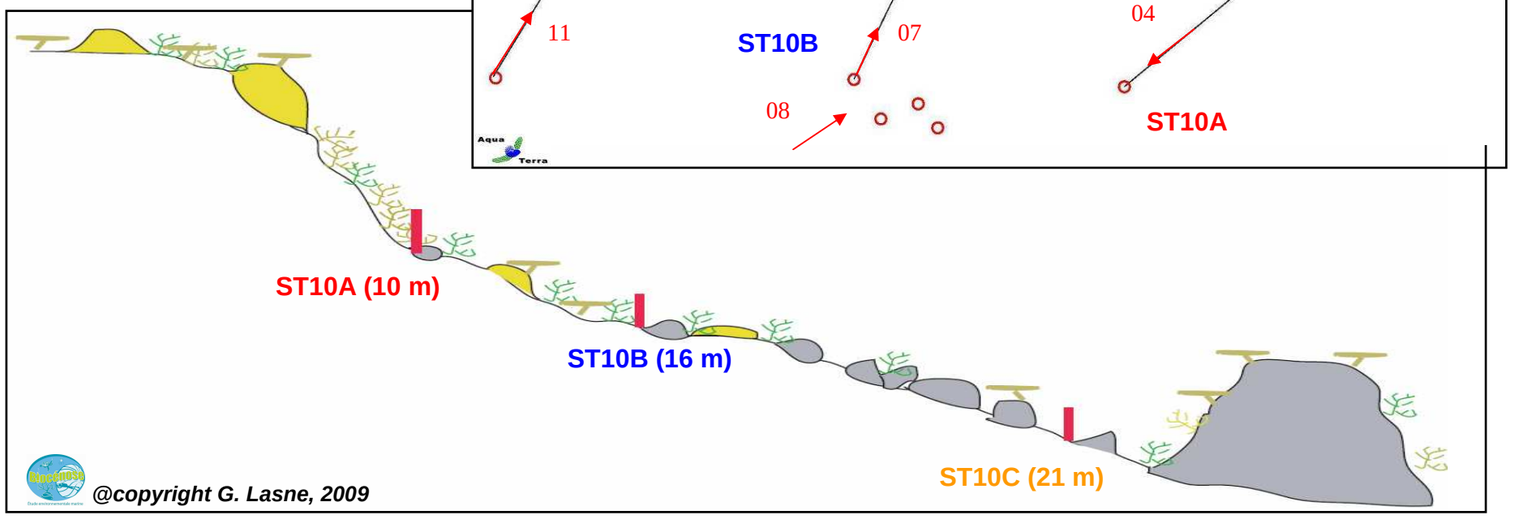












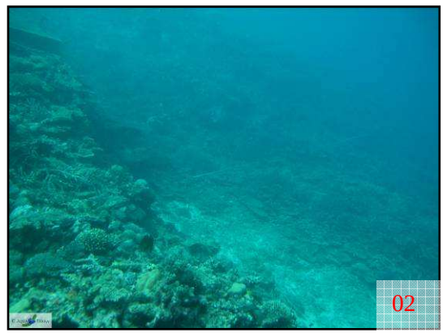


Figure n°58 : Schéma structural, plan et photographies de la ST010

4.10.1 Le substrat (ST10)

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la figure 59 pour le transect A, dans la figure 60 pour le transect B et dans la figure 61 pour le transect C.

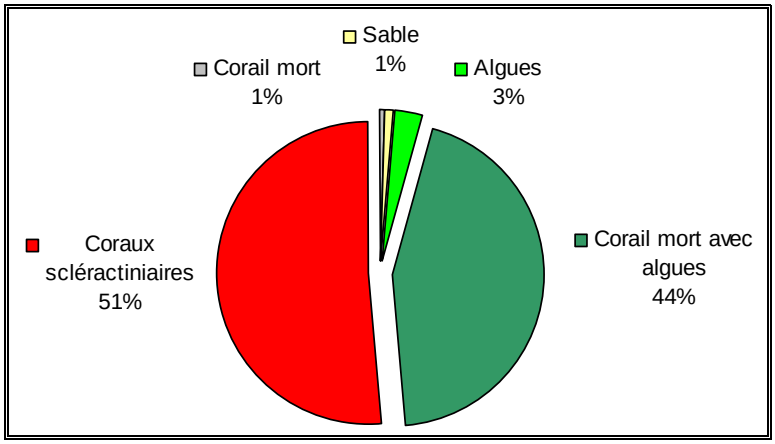


Figure n°59 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST10A

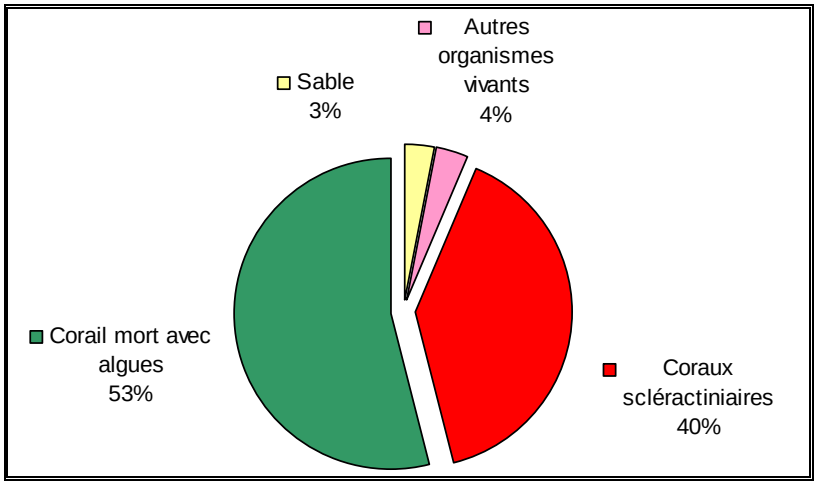


Figure n°60 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST10B

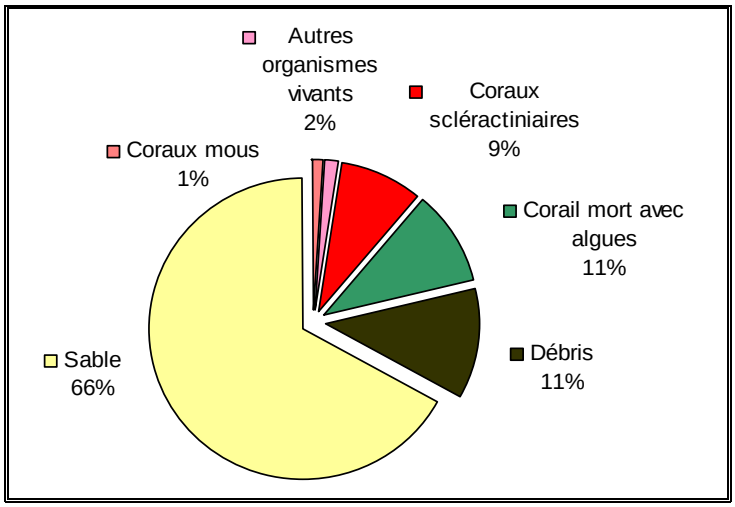


Figure n°61 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST10C

Cette station est toujours remarquable par sa couverture en coraux scléractiniaires qui reprèsentent 51.5% (un

record de toutes les missions et 15% que lors de la dernière mission) et 39.5% du substrat sur les transects A et B (plus fort taux de recouvrement de toutes les stations). Associés aux coraux morts recouverts d'algues (44% et 54%), ces deux transects obtiennent 98.5% et 97% de biotique.
Le substrat du transect C est constitué essentiellement de sable (67%) et les coraux scléractiniaires n'y sont plus présents qu'à 8.5%.
A noter : il y a toujours sur le transect A des coraux blancs (0.5%), ainsi que des cynanobactéries (2%).
Le recouvrement sur les différents transects reste malgré tout relativement stable.

4.10.2 Le benthos (ST10)

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

4.10.2.1 Benthos Transect 10 A

4.10.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST10A)

La richesse spécifique corallienne est la plus importante de toutes les stations.

Tableau n°105 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST10A)

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	23	5
Agaraciidae	7	3
Astrocoeniidae	1	2
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	1	1
Faviidae	19	5
Fungiidae	5	3
Merulinidae	8	3
Mussidae	7	3
Oculinidae	2	2
Pectiniidae	6	3
Pocilloporidae	5	4
Poritidae	5	4
Siderastreidae	4	2
Total scléractiniaire	**93**	/
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	1	2
Tubiporidae	3	2
Gorgone	1	2
Antipathaire	1	2
Total coraux	**99**	/

Ce niveau bathymétrique a une richesse spécifique corallienne élevée avec 99 espèces coralliennes dont l'espèce de *Tubipora musica*, trois espèces de gorgone, une espèce de *Millepora* encroûtant et une espèce d'antipathaire. Les familles scléractiniaires (93 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par

ordre décroissant : les Acroporidae (23 taxons), les Faviidae (19 taxons), les Merulinidae (8 taxons), les Mussidae (7 taxons), les Agaraciidae (7 taxons), les Pectiniidae (6 taxons), les Fungiidae (5 taxons), les Pocilloporidae (5 taxons), les Poritidae (5 taxons) et les Siderastreidae (4 taxons).
Le recouvrement des scléractiniaires a diminué dans ce couloir car de nombreux débris coralliens provenant des éperons se sont accumulés et ont brisé les colonies préexistantes. Cependant, les coraux scléractiniaires dominent le substrat et ils sont composés en majorité par des coraux branchus. Les colonies coralliennes s'épanouissent et forment de grands buissons (*Acropora* spp., *Acropora florida, Echinophyllia horrida, Hydnophora rigida, Isopora palifera)* voir des colonies de taille métrique *(Scapophyllia cylindrica, Alveopora spongiosa, Porites lobata, Porites* spp., *Goniopora* sp., *Platygyra daedalea*). A noter, la présence de *Pavona maldiviensis, Stylophora pistillata, Acanthastrea echinata, Pectinia paeonia, Psammocora haimeana* et *P. digitata.*
Les dégradations sur les coraux ne sont pas négligeables (22 espèces ont leur abondance en diminution et 3 espèces non pas été recensées lors de cette mission). De nombreux débris coralliens jonchent le sol (dégradation des coraux branchus). Quelques colonies du genre *Acropora* montrent des marques de blanchissement et de nécroses (certainement de la prédation des mollusques et des *Bolbometoponte*). D'autres colonies (*Acropora* branchues et tabulaires) sont recouvertes par des cyanobactéries et présentent les symptômes de la maladie de la bande blanche (white band disease).

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

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

- Recrutement : 4 espèces (*Cyphastrea japonica, Gardineroseris planulata, g*orgone 2spp.)
- Mortalité : 9 espèces coralliennes (*Acropora* 3spp. branchu, *Acropora* 3spp. tabulaire, *Euphyllia cristata, Platygyra lamellina, Fungia simplex*). Cette dernière espèce est mobile mais des exosquelettes ont été retrouvés dans le couloir

- **Variation d'abondance** :

- Diminution de l'abondance pour 22 espèces : *Acropora* 4spp. (branchu), *Acropora* 2spp. (tabulaire), *Montipora* sp.1, *Pachyseris speciosa, Pavona maldivensis, Echinopora lamellosa, Leptoria phrygia, Fungia horrida, Fungia* sp., *Hydnophora rigida, Lobophyllia corymbosa, Scolymia australis, Galaxea astreata, G. fascicularis, Pocillopora damicornis, Seriatopora histrix, Stylophora pistillata, Porites lobata*

- **Blanchissement corallien** observé sur 6 espèces (*Acropora* 3spp. (branchu), *Acropora* 2spp. (tabulaire), *Montipora* 1sp.)

4.10.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST10A)

Les macrophytes et les invertébrés ont peu de variations d'abondance et de diversité au regard des changements sur les coraux (dégradations mécaniques et prédation).
Les macrophytes ont des variations saisonnières avec la disparition de l'algue rouge *Asparagopsis armata* et le développement dans les débris coralliens d'*Halimeda.* Les cyanobactéries étaient déjà bien developpées lors de la dernière mission et leur recouvrement reste constant et se concentre sur les colonies scléractiniaires dégradées. Les ascidies et les crinoïdes sont moins nombreuses, *a contrario* les holothuries sont venues se nourrir dans les nouveaux débris coralliens. Les spongiaires sont peu répandues mais se développent sur la dalle (*Cliona jullienei, C. orientalis* et *Chlatria rugosa*). Les mollusques inventoriés sont fixés sur la dalle à travers les colonies coralliennes. Ils sont représentés par quelques individus (*Tridacna derasa* (≈ 41 cm), *T. maxima* (≈ 22 cm), *Spondylus* sp.(≈ 20 cm) et quelques *Hyotissa* sp.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

- **Algues (variation saisonnière) :**

- Absence de l'algue rouge *Asparagopsis armata*
- Augmentation de l'abondance des *Halimeda*

- **Présence de cyanobactéries :** Leur développement est important et concentré sur les nouveaux débris coralliens et les colonies coralliennes mortes en place
- **Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) :**

- Présence nouvelle de 1 genre d'alcyonaire (*Xenia*)
- Présence nouvelle de 1 espèce d'astérie (indéterminée)

- Présence nouvelle de 2 espèces d'holothuries (*Holothuria fuscopunctata* et *Stichopus chloronotus*)
- Absence de 2 espèces d'ascidies (*Clavelina detorta* et *Polycarpa clavata*)
- Absence d'une espèce d'éponges (*Stellata globostellata*)
- Augmentation de l'abondance de l'éponge *Cliona jullienei*
-Diminution de l'abondance de l'ascidie *Polycarpa cryptocarpa*
-Diminution de l'abondance des crinoïdes

Tableau n°106 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST10A)

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	4	3
Algue brune	0	0
Algue rouge	1	2
Algue verte	5	2
Cyanobactéries	1	3
Anémone	0	0
Ascidie	2	3
Bryozoaire	0	0
Astérie	1	1
Crinoïde	1	3
Echinide	0	0
Holothurie	2	2
Hydraire	1	2
Mollusque	4	2
Spongiaire	4	4
Zoanthaire	1	2
TOTAL	**27**	/

4.10.2.2 Benthos Transect 10 B

4.10.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST10B)

La richesse spécifique corallienne est également élevée par rapport aux autres stations du canal de la Havannah. Ce niveau bathymétrique est colonisé par 96 espèces coralliennes dont l'espèce de *Tubipora musica*, deux espèces d'antipathaire, deux espèces de gorgone et une espèce de *Millepora* branchu. Les familles scléractiniaires (93 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (19 taxons), les Faviidae (16 taxons), les Agaraciidae (10 taxons), les Fungiidae (8 taxons), les Mussidae (6 taxons), les Merulinidae (5 taxons), les Pocilloporidae (5 taxons), les Pectiniidae (5 taxons) les Poritidae (5 taxons) et les Dendrophyllidae (4 taxons).
De nombreux débris coralliens arrachés par les évènements cycloniques du début d'année 2011 sont venus s'accumulés dans cette zone. Lors de la dernière mission cette partie du récif (également affectée par le cyclone «Erica » en mars 2003) semblait en bonne voie de recolonisation car de nombreuses colonies juvéniles ou de petites tailles se répartissaient sur la dalle et les débris coralliens.
D'autre part, des espèces robustes se développent et s'épanouissent sur ce front récifal de récif frangeant (*Pavona maldiviensis, P. minuta, P. clavus, Acropora florida, Isopora palifera, Montipora* spp., *Pachyseris speciosa, Echinopora lamellosa, Turbinaria peltata, Lobophyllia* spp., *Seriatopora histrix, S. calendrium* et *Porites lobata*). A noter, la présence rare de *Euphyllia ancora, Plerogyra sinuosa, Goniopora* sp., *Alveopora spongiosa, Pectinia lactuca* et *Gardineroseris planulata*. La famille des Fungiidae affectionne particulièrement les petites zones d'accumulation de débris.
Auparavant, le blanchissement était systématique sur une espèce du genre *Alveopora* sp1, mais désormais les colonies de cette espèce sont en cours de recolonisation par les zooxanthelles.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

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

- Recrutement : 1 espèce corallienne (gorgone sp.).
- Mortalité : 3 espèces coralliennes (*Acropora* sp.1 branchu, *Turbinaria stellulata*, *Polyphyllia talpina*). Cette dernière espèce est mobile mais des exosquelettes ont été retrouvés dans le couloir

- **Variation d'abondance** :

- Diminution de l'abondance pour 12 espèces : *Acropora* 2spp. (branchu), *Acropora* 2spp. (tabulaire), *Oulophyllia crispa*, *Leptoria phrygia*, *Fungia* sp., *Sandalolitha robusta*, *G. fascicularis*, *Pocillopora damicornis*, *Seriatopora histrix*, *Stylophora pistillata*

- **Blanchissement corallien** rare observé sur 6 espèces : *Acropora* 2spp. (branchu), *Acropora* 3spp. (tabulaire), *Montipora* sp.

Tableau n°107 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST10B)

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	19	5
Agaraciidae	10	3
Astrocoeniidae	0	0
Caryophyllidae	3	2
Dendrophyllidae	4	3
Faviidae	16	4
Fungiidae	8	3
Merulinidae	5	4
Mussidae	6	4
Oculinidae	2	3
Pectiniidae	5	2
Pocilloporidae	5	3
Poritidae	5	4
Siderastreidae	2	2
Total scléractiniaire	**90**	/
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	1	2
Tubiporidae	2	2
Gorgone	1	1
Antipathaire	2	2
Total coraux	**96**	/

4.10.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST10B)

Les macrophytes et les invertébrés ont peu de variations d'abondance et de diversité au regard des changements sur les coraux (dégradations mécaniques et prédation). Les macrophytes ont un recouvrement modéré, le genre *Halimeda* se développe particulièrement et se répartit par thalles dans les nouveaux débris et sur la dalle corallienne. Les espèces d'algues vertes (*Chlorodesmis fastigiata)* et les algues rouges *(Amphiroa* sp) ont une répartition plus fragmentaire.
Les cyanobactéries ont un recouvrement constant depuis la dernière mission et se concentrent sur les colonies scléractiniaires dégradées.
Les alcyonaires des genres *Lobophytum*, *Sinularia* et *Sarcophyton* ont un recouvrement peu développé

(petite taille). Les genres *Dendronephthya, Xenia* et *Nephthea* sont peu nombreux et leur repartition est hétérogène (petits groupes de deux ou trois individus).
Le groupe des spongiaires est bien développé sur les coraux morts et les débris coralliens (*Cliona orientalis, Cliona jullienei, Clathria rugosa* et l'éponge noire indéterminée), ainsi que les ascidies (*Polycarpa cryptocarpa*) et les zoanthaires (*Palythoa* sp.) qui s'étendent sur la dalle.
Les holothuries varient selon les niveaux bathymétriques. Les crinoïdes sont nombreuses mais peu diversifiées, elles s'accrochent sur les promontoires du récif afin de pouvoir capter au mieux leur nourriture.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

- **Algues (variation saisonnière) :**

- Augmentation de l'abondance des *Halimeda*

- **Présence de cyanobactéries :** Leur développement est modéré et concentré sur les nouveaux débris coralliens et les colonies coralliennes mortes en place
- **Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) :**

- Présence nouvelle de 1 genre d'alcyonaire (*Dendronephthya*)
- Diminution de l'abondance de 1 genre d'alcyonaire (*Sinularia*)
- Diminution de l'abondance de l'ascidie (*Polycarpa cryptocarpa*)
- Absence de 1 espèce d'holothurie (*Thelenota anax)*
- Absence d'une espèce d'éponges (*Stellata globostellata*)
- Augmentation de l'abondance de l'éponge *Cliona jullienei*

Tableau n°108 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST10B)

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	6	3
Algue brune	0	0
Algue rouge	1	2
Algue verte	3	3
Cyanobactéries	1	2
Anémone	2	2
Ascidie	3	3
Bryozoaire	0	0
Astérie	0	0
Crinoïde	1	3
Echinide	0	0
Holothurie	3	2
Hydraire	1	2
Mollusque	4	2
Spongiaire	4	3
Zoanthaire	1	2
TOTAL	**30**	/

4.10.2.3 Benthos Transect 10 C

4.10.2.3.1 Les Scléractiniaires (ST10C)

Ce niveau bathymétrique recèle 62 espèces coralliennes dont l'espèce de *Tubipora musica,* deux espèces de *Millepora* (encroûtant et branchu) et une espèce d'antipathaire. Les familles scléractiniaires (55 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (12 taxons), les Acroporidae (10 taxons), les Mussidae (8 taxons), les Pocilloporidae (5 taxons), les Agaraciidae (5 taxons), les Poritidae

(4 taxons), les Fungiidae (3 taxons) et les Pectinidae (3 taxons).
La richesse spécifique corallienne est élevée par rapport aux autres transects situés à la même profondeur (canal de la Havannah) et les dégradations récifales sont minoritaires. Cependant, le recouvrement en coraux vivants reste faible. Les colonies scléractiniaires sont majoritairement de petite taille et adoptent des formes encroûtantes (*Galaxea fascicularis, G. astreata, Montipora* spp., *Mycedium elephantotus*) et des formes massives (*Oulastrea crispa, Lobophyllia hemprichii, L. corymbosa, Symphyllia* spp., *Montastrea curva).* Seules deux colonies scléractiniaires sont de taille quasi métrique (*Pachyseris speciosa* et *Oulophyllia bennetae*). La colonie de *Scolymia vitiensis* de taille relativement importante pour cette espèce (environ 30 cm) est toujours présente mais cette colonie présente toujours des marques de nécroses.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

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

- Recrutement : 4 espèces (*Millepora* branchu et gorgone 3spp.).
- Mortalité : 1 espèce corallienne (*Platygyra pini*)

- **Variation d'abondance** :

- Diminution de l'abondance pour 2 espèces : *Symphyllia* sp., *Galaxea fascicularis*

- **Blanchissement corallien** rare observé sur 2 espèces : *Montipora* sp. et *Symphyllia vitiensis*

Tableau n°109 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST10C)

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	10	4
Agaraciidae	5	3
Astrocoeniidae	0	0
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	1	2
Faviidae	12	3
Fungiidae	3	2
Merulinidae	1	2
Mussidae	8	2
Oculinidae	2	3
Pectiniidae	3	2
Pocilloporidae	5	3
Poritidae	4	2
Siderastreidae	1	2
Total scléractiniaire	**55**	/
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	2	2
Tubiporidae	3	2
Gorgone	1	2
Antipathaire	1	2
Total coraux	**62**	/

4.10.2.3.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST10C)

Les alcyonaires sont variés et se développent sur les petits massifs et les roches (*Sinularia, Sarcophyton, Lobophytum, Cladiella, Drendronephthya* et *Xenia).* La colonie de *Lobophytum* a toujours des marques de nécroses, ces stigmates peuvent être en relation avec la prédation du mollusque *Ovula ovum* (qui n'a pas été

inventorié lors de cette mission).
Les macrophytes sont rares. Seuls les genres *Amphiroa* et *Chlorodesmis* ont été inventoriés en bas de pente. Ils se développent à travers les débris coralliens ou sur la dalle. Les spongiaires ont très peu évolué depuis la derniere mission : l'éponge noire indéterminée se disperse à travers les débris coralliens et les *Cliona orientalis* et *C. julienei* se développent sur la dalle. La concentration en hydraires augmente avec la profondeur, ils s'installent sur les substrats durs où ils ne sont pas arrachés lors des forts évènements hydrodynamiques.
Les échinodermes sont diversifiés (organismes mobiles à fortes variations bathymétriques). Les holothuries affectionnent les milieux sableux et les débris coralliens (*Bohadschia argus, Holothuria atra, H. edulis, H. fuscopuntata* et *H. fuscogilva).* Les astéries sont généralement posées sur la dalle *(Fromia monilis)* et les oursins sont cachés dans les anfractuosités de la dalle *(Diadema setosum).*

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

- **Algues (variation saisonnière) :**

- Présence nouvelle de l'algue verte (*Chlorodesmis fastigiata*)

- **Présence de cyanobactéries :** Leur développement est nouveau en bas de récif mais leur répartition est rare
- **Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) :**

- Nécroses sur 1 genre d'alcyonaire (*Lobophytum* – ancienne prédation de *Ovula ovum*)
- Diminution de l'abondance de 1 genre d'alcyonaire (*Sinularia*)
- Absence de 2 espèces d'éponges (*Stellata globostellata* et *Halicora olivacea*)
- Augmentation de l'abondance de l'éponge *Clathria rugosa*
- Diminution de l'abondance de l'holothurie *Holothuria fuscopunctata*

Tableau n°110 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST10C)

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	6	3
Algue brune	0	0
Algue rouge	1	2
Algue verte	1	1
Cyanobactéries	1	1
Anémone	0	0
Ascidie	3	3
Bryozoaire	0	0
Astérie	1	1
Crinoïde	1	2
Echinide	1	1
Holothurie	5	2
Hydraire	1	3
Mollusque	3	1
Spongiaire	4	5
Zoanthaire	1	3
TOTAL	**29**	/

4.10.3 Les poissons (ST10)

La liste des espèces observées[13] sur les transects et les résultats bruts sont fournis dans le tableau 111.

Tableau n°111 : Données sur les poissons (ST10)

Ilot Kié ST10		Transect A			Transect B			Transect C			Station Total	Station Moyenne	
Fam	**Espèces**	**Nb**	**Dens**	**Biom**	**Nb**	**Dens**	**Biom**	**Nb**	**Dens**	**Biom**	**Nb**	**Dens**	**Biom**
Aca	*Acanthurus dussumieri*							20	0,14	239,34	20	0,05	79,78
Aca	*Acanthurus pyroferus*							2	0,03	5,30	2	0,01	1,77
Aca	*Ctenochaetus striatus*	3	0,05	2,33	5	0,08	3,89	4	0,07	1,78	12	0,07	2,67
Aca	*Ctenochaetus tominiensis*							1	0,02	0,45	1	0,01	0,15
Aca	*Naso lituratus*				2	0,03	18,15				2	0,01	6,05
Aca	*Naso unicornis*	2	0,03	85,53							2	0,01	28,51
Aca	*Naso vlamingii*							30	0,19	349,43	30	0,06	116,48
Aca	*Zebrasoma scopas*	1	0,02	0,16	5	0,08	2,39				6	0,03	0,85
Ant	*Pseudanthias pascalus*							25	0,42	3,98	25	0,14	1,33
Ant	*Pseudanthias pictilis*							25	0,42	3,98	25	0,14	1,33
Cae	*Caesio caerulaurea*	500	3,57	191,40	100	0,71	38,28				600	1,43	76,56
Can	*Canthigaster valentini*							1	0,02	0,04	1	0,01	0,01
Car	*Carangoides gymnostethus*	7	0,05	334,11							7	0,02	111,37
Cha	*Chaetodon baronessa*	1	0,02	0,49	2	0,03	0,98				3	0,02	0,49
Cha	*Chaetodon lunulatus*	1	0,02	0,49				2	0,03	0,72	3	0,02	0,40
Cha	*Chaetodon mertensii*				2	0,03	0,38	2	0,03	0,60	4	0,02	0,33
Cha	*Chaetodon pelewensis*				2	0,03	0,12				2	0,01	0,04
Cha	*Chaetodon plebeius*	2	0,03	0,86	3	0,05	0,72				5	0,03	0,52
Cha	*Chaetodon unimaculatus*	2	0,03	0,79							2	0,01	0,26
Cha	*Chaetodon vagabundus*				1	0,02	2,07				1	0,01	0,69
Cha	*Forcipiger longirostris*				2	0,03	0,98				2	0,01	0,33
Epi	*Epinephelus fasciatus*				4	0,07	3,56	2	0,03	2,59	6	0,03	2,05
Epi	*Epinephelus merra*	3	0,05	1,25							3	0,02	0,42
Epi	*Plectropomus laevis*	2	0,01	252,21							2	0,00	84,07
Epi	*Plectropomus leopardus*	12	0,09	447,65				3	0,03	156,68	15	0,04	201,44
Hae	*Plectorh. chaetodonoides*	1	0,02	21,39							1	0,01	7,13
Hae	*Plectorhinchus picus*				2	0,03	21,38				2	0,01	7,13
Kyp	*Kyphosus sydneyanus*							10	0,10	313,67	10	0,03	104,56
Lab	*Bodianus loxozonus*							2	0,03	21,41	2	0,01	7,14
Lab	*Bodianus perditio*	1	0,02	31,87							1	0,01	10,62
Lab	*Gomphosus varius*				5	0,08	0,56				5	0,03	0,19
Lab	*Labroides dimidiatus*				10	0,17	0,32	5	0,08	0,26	15	0,08	0,19
Lab	*Thalassoma lunare*							10	0,17	1,27	10	0,06	0,42
Lab	*Thalassoma lutescens*	6	0,10	0,52	5	0,08	1,19				11	0,06	0,57
Let	*Gymnocranius euanus*							4	0,04	30,87	4	0,01	10,29
Let	*Lethrinus atkinsoni*	1	0,02	16,14							1	0,01	5,38
Let	*Monotaxis grandoculis*	2	0,02	21,33							2	0,01	7,11
Lut	*Aprion virescens*	1	0,01	31,48							1	0,00	10,49
Lut	*Lutjanus bohar*	2	0,02	10,30	2	0,03	61,41				4	0,02	23,90
Mul	*Parupeneus barberinoides*				2	0,03	2,32	3	0,05	17,21	5	0,03	6,51
Mul	*Parupeneus pleurostigma*				2	0,03	2,27				2	0,01	0,76
Nem	*Scolopsis bilineatus*				8	0,13	9,20	8	0,13	9,20	16	0,09	6,13
Poc	*Centropyge bicolor*	3	0,05	0,79	3	0,05	0,56	3	0,05	0,56	9	0,05	0,64

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

Poc	*Centropyge bispinosa*	3	0,05	0,55				3	0,05	0,55	6	0,03	0,37
Poc	*Centropyge tibicen*							3	0,05	0,57	3	0,02	0,19
Pom	*Chromis fumea*	100	1,67	2,74	70	1,17	1,92	50	0,83	1,37	220	1,22	2,01
Pom	*Chromis viridis*	30	0,50	0,42	50	0,83	0,71				80	0,44	0,38
Pom	*Chrysiptera rollandi*				10	0,17	0,12	10	0,17	0,12	20	0,11	0,08
Pom	*Dascyllus reticulatus*	30	0,50	0,43	20	0,33	0,29	30	0,50	0,43	80	0,44	0,38
Pom	*Pomacentrus moluccensis*	10	0,17	0,31	10	0,17	0,61	10	0,17	0,31	30	0,17	0,41
Pom	*Stegastes aureus*	10	0,17	0,16							10	0,06	0,05
Pse	*Pictichromis coralensis*	20	0,33	22,87							20	0,11	7,62
Sca	*Chlorurus sordidus*	10	0,17	3,77	8	0,13	3,02				18	0,10	2,26
Sca	*Scarus flavipectoralis*	5	0,05	8,20	2	0,03	21,45				7	0,03	9,88
Sca	*Scarus rubroviolaceus*	2	0,02	11,23							2	0,01	3,74
Sca	*Scarus schlegeli*	2	0,02	26,37							2	0,01	8,79
Sco	*Scomberomorus commerson*							1	0,01	140,49	1	0,00	46,83
Sig	*Siganus corallinus*				2	0,03	13,60				2	0,01	4,53
Zan	*Zanclus cornutus*				2	0,03	0,98				2	0,01	0,33
	Total	**775**	**7,86**	**1528,1**	**341**	**4,70**	**213,4**	**269**	**3,85**	**1303,2**	**1385**	**5,47**	**1014,9**
	Biodiversité	31			29			27			59		
	Indice de Shannon =	3,428											
	Equitabilité =	0,583											

Sur l'ensemble des transects de la station, 1 385 individus appartenant à 59 espèces différentes (figure 62) ont pu être observés. Ils représentent une densité de 5.47 poissons/m² pour une biomasse de 1014.9 g/m² (chiffre le plus important et sans aucune mesure avec les résultats des autres stations).
72 espèces supplémentaires (e.g. hors des transects et hors liste restreinte [*en bleu*]) ont été observées sur la station (cf. tableau 112).

Tableau n°112 : Liste des espèces complémentaires (ST10)

Ilot Kié ST10					
Fam	**Espèces**	**Fam**	**Espèces**	**Fam**	**Espèces**
Aca	*Acanthurus albipectoralis*	Lab	*Cirrhilabrus lineatus*	Ple	*Assessor macneilli*
Aca	*Acanthurus lineatus*	Lab	*Halichoeres melanurus*	Poc	*Pygoplites diacanthus*
Ant	*Pseudanthias squamipinnis*	Lab	*Halichoeres ornatissimus*	Pom	*Abudefduf sexfasciatus*
Apo	*Archamia fucata*	Lab	*Halichoeres prosopeion*	Pom	*Amblyglyphidodon curacao*
Apo	*Archamia sp2*	Lab	*Hemigymnus fasciatus*	Pom	*Amblyglyphidodon orbicularis*
Apo	*Ostorhinchus angustatus*	Lab	*Hemigymnus melapterus*	Pom	*Amphiprion clarkii*
Apo	*Ostorhinchus aureus*	Lab	*Labroides bicolor*	Pom	*Chromis atripectoralis*
Aul	*Aulostomus chinensis*	Lab	*Labropsis australis*	Pom	*Chromis atripes*
Bal	*Sufflamen fraenatus*	Lab	*Oxycheilinus celebicus*	Pom	*Chromis iomelas*
Ble	*Meiacanthus atrodorsalis*	Lab	*Thalassoma hardwicke*	Pom	*Chromis margaritifer*
Cha	*Heniochus varius*	Let	*Monotaxis grandoculis*	Pom	*Chrysiptera rex*
Cir	*Cirrhitichthys falco*	Let	*Monotaxis heterodon*	Pom	*Neoglyphidodon nigroris*
Cir	*Paracirrhites forsteri*	Lut	*Lutjanus ehrenbergii*	Pom	*Neopomacentrus filamentosus*
Dus	*Spratelloides gracilis*	Lut	*Lutjanus fulviflamma*	Pom	*Plectroglyphidodon dickii*
Epi	*Cephalopholis argus*	Lut	*Lutjanus fulvus*	Pom	*Plectroglyphidodon johnstonianus*
Fam	*Espèces*	Lut	*Lutjanus gibbus*	Pom	*Pomacentrus chrysurus*
Fis	*Fistularia commersonii*	Lut	*Lutjanus kasmira*	Pom	*Pomacentrus nagasakiensis*
Hol	*Myripristis murdjan*	Lut	*Lutjanus monostigma*	Pom	*Pomacentrus spilotoceps*
Lab	*Anampses femininus*	Lut	*Lutjanus quinquelineatus*	Sca	*Chlorurus microrhinos*

Lab	*Anampses neoguinaicus*	Mic	*Gunnellichthys curiosus*	Sca	*Scarus altipinnis*
Lab	*Bodianus axillaris*	Mic	*Gunnellichthys monostigma*	Sca	*Scarus dimidiatus*
Lab	*Bodianus bilunulatus*	Mon	*Oxymonacanthus longirostris*	Sca	*Scarus psittacus*
Lab	*Cheilinus chlorourus*	Ost	*Ostracion cubicus*	Sca	*Scarus rivulatus*
Lab	*Cheilinus undulatus*	Pin	*Parapercis hexophtalma*	Sig	*Siganus punctatus*

Le nombre d'espèces pour chaque famille depuis 2007 est donné dans le tableau 113 et spécifiquement pour la campagne de mars 2011 sur la figure 62.

Tableau n°113 : Nombre d'espèces par famille ichtyologique de 2007 à 2011 (ST10)

Familles	Ilot Kié ST10					
	2007	2008	2009	2010 a	2010 b	2011 a
Acanthuridae	3	6	3	4	8	**8**
Anthiinidae	1	1	1	2	1	**2**
Blenniidae			1	2	1	
Caesionidae	1	2	1		1	**1**
Canthigasteridae			1	1	1	**1**
Carangidae					2	**1**
Chaetodontidae	6	4	8	13	9	**8**
Epinephelinae	5	6	7	7	6	**4**
Haemulidae	1					**2**
Kyphosiidae					1	**1**
Labridae	7	2	5	6	7	**6**
Lethrinidae	1	1	1		2	**3**
Lutjanidae	4		1	1	4	**2**
Mullidae			2	1	2	**2**
Nemipteridae	1	1	1	1	1	**1**
Pomacanthidae	4	4	3	4	3	**3**
Pomacentridae	8	6	8	6	9	**6**
Pseudochrominae						**1**
Scaridae	3	4	5	3	8	**4**
Scombridae	1				1	**1**
Siganidae				1		**1**
Zanclidae						**1**
Total espèces	**46**	**37**	**49**	**52**	**67**	**59**
Total familles	**14**	**11**	**15**	**14**	**18**	**21**

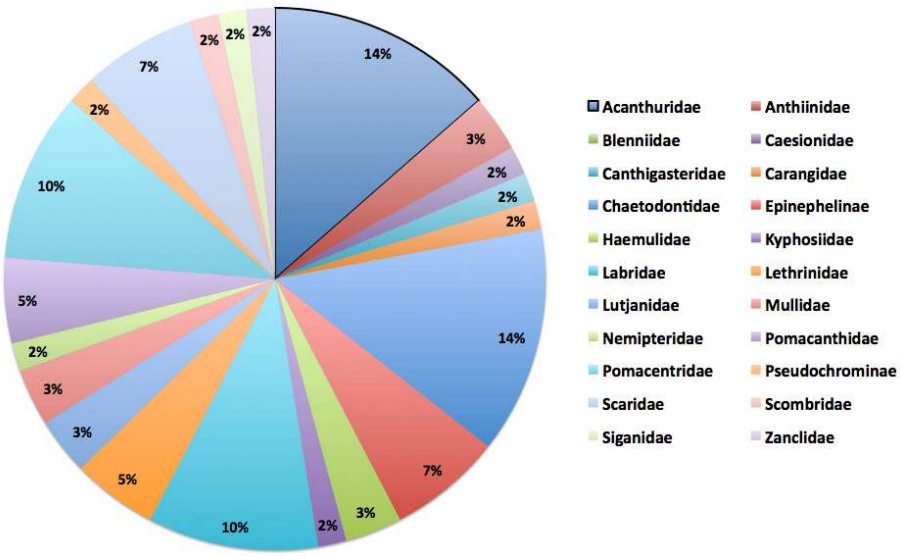


Figure n°62 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST10)

Si la comparaison du nombre d'espèces par famille entre les années 2007 - 2011 est effectuée (cf. tableau 114), sous l'angle de vue de ce critère les cinq campagnes sont hautement similaires.

Tableau n°114 : Comparaison de l'évolution de la richesse spécifique par famille, 2007 à 2011 (ST10)

Test $\chi 2$	ddl	Seuil de tolérance à 0,95
69.68	105	129.81

Le récapitulatif des résultats en terme de :

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

pour toutes les campagnes depuis 2007 sont présentés dans le tableau 115 et la figure 63.

Tableau n°115 : Synopsis des résultats 2011 et récapitulatif des années précédentes (ST10)

Ilot Kié ST10		Liste DENV					Toutes espèces
		Transect TLV				Station	Station
		Nb. ind.	Densité	Biom. g/m^2	Biodiv.	Biodiv.	Biodiv.
2011 a	Transect A	775	7,86	1528,14	31		
	Transect B	341	4,70	213,41	29		
	Transect C	269	3,85	1303,17	27		
	Moy. ABC	461,67	5,47	1014,91	59	96	131
2010 b	Moy. ABC	384	3,46	576,45	67	78	113
2010 a	Moy. ABC	109,33	2,94	298,40	52	107	167
2009	Moy. ABC	120,00	8,30	291,10	49	92	116
2008	Moy. ABC	534,33	9,37	451,97	37	64	71
2007[14]	Moy. ABC	353,00	5,57	881,82	46	65	84

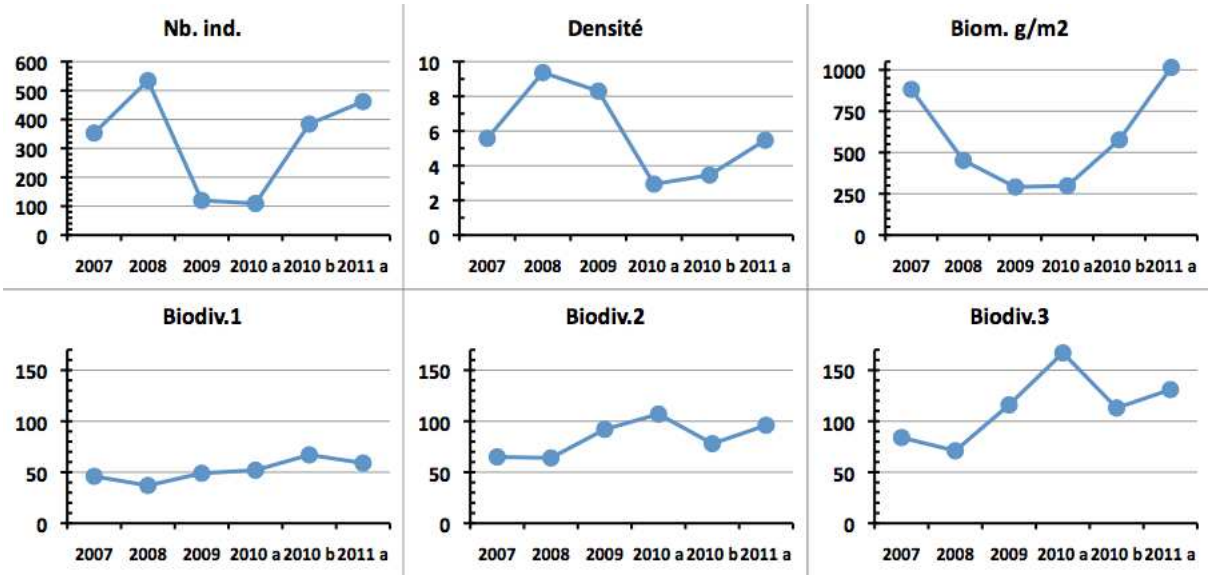


Figure n°63 : Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST10)

[14] Les données 2007 ont été reprises en éliminant les espèces qui ne figurent pas sur cette liste car le rapport 2007 ne tient pas compte de la liste DENV sur le TLV.

4.11 Station 11 = Récif Toémo

Localisation géographique	A l'ouest de la passe du récif de Toémo, parallèlement au récif. Elle est repérable de la surface grâce à l'alignement d'un talweg sur la falaise du rivage avec le pic au sommet de la colline (photographie 19).
Nombre transects	3 transects.
Description transects	Ils ont été positionnés à 6, 11 et 20 mètres de profondeur, avec un alignement du nord-est vers le sud-ouest.
	Le transect A est positionné au sommet du récif : il se situe en amont de la pente et proche du bourrelet de débris coralliens. Un *Platygyra daedalea* d'un mètre de diamètre permet de repérer le début de ce transect. Le transect B est positionné sur la pente récifale. De nombreux débris et massifs coralliens ont dévalé la pente, détruisant une grande partie des communautés coralliennes. Cet événement a certainement comme origine le cyclone Erica (mars 2003). Toutefois de petites colonies coralliennes recolonisent ces débris. Le transect C se situe à la rupture entre le bas du tombant récifal et le début de la pente sédimentaire. C'est une zone d'accumulation de débris et de roches provenant du récif (dégradation des fortes houles et des cyclones).

Description générale

Le récif de Toémo est un récif intermédiaire de lagon, situé au nord-ouest du canal de la Havannah, à proximité de la grande passe de Goro. Sa position géographique et les conditions hydrodynamiques soutenues permettent d'assimiler ce récif à une pente externe.
Le sommet du récif est riche en coraux branchus et tabulaires (*Acropora, Pocillopora, Isopora* et *Seriatopora*). Un bourrelet composé de débris coralliens se démarque juste avant la cassure de la pente. Cette dernière est assez pentue (40°) et recouverte par endroits par de nombreux éboulis et des massifs coralliens retournés (coraux tabulaires et massifs). La majorité des débris coralliens finissent leur course en bas de pente.

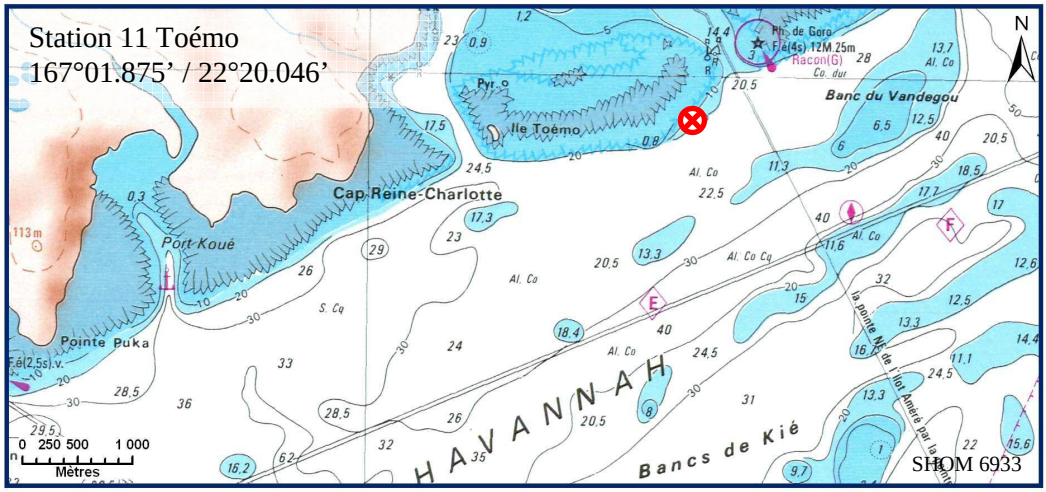
La pente sédimentaire à une inclinaison douce, cette dernière est composée de sable coquillé et de débris coralliens qui deviennent de moins en moins abondants en fonction de l'éloignement du récif. Quelques grands massifs se répartissent à proximité du tombant récifal mais leur recouvrement en organismes benthiques est fragmentaire.

Caractéristiques principales

- Les conditions hydrodynamiques sont soutenues.
- Accumulation des débris coralliens et de roches en bas de pente.
- Les scléractiniaires développent des morphologies robustes.
- La richesse spécifique des coraux est relativement élevée pour les niveaux bathymétriques supérieurs et plus importante au transect B que en A (dégradation en sommet de récif par les agents hydrodynamiques intenses).
- Les ascidies sont variées et abondantes.
- Les spongiaires sont abondantes (*Cliona*) et variées surtout en bas de pente récifale.
- Les alcyonaires ont un recouvrement relativement élevé.
- Présence de *Gardineroseris planulata*.
- Aucun astérie, ni échinide n'ont été inventoriés sur ce récif et aucune holothurie ne colonise le haut du récif.

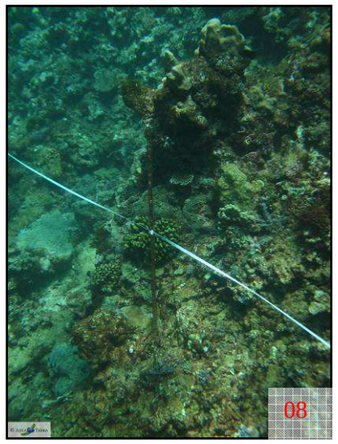
Variations entre septembre 2010 et mars 2011

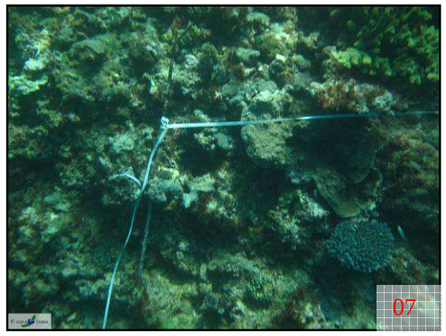
- Dégradation des communautés benthiques sur l'ensemble de la station et plus particulièrement au transect A (à cause de l'hydrodynamisme important).
- Dégradation des alcyonaires sur l'ensemble du récif.
- Absence de l'inventaire des coraux (4 espèces au transect A, 2 espèces en B, 1 espèce en C) et des invertébrés (1 espèce au transect A, 3 espèces en B et 2 espèces en C).
- Recrutement corallien faible (2 espèces).
- Légère variation saisonnière des macrophytes.
- Recouvrement important en cyanobactéries (*Phormidium* sp.).
- Blanchissement corallien (7 espèces au transect A, 8 espèces en B et 1 espèce en C).

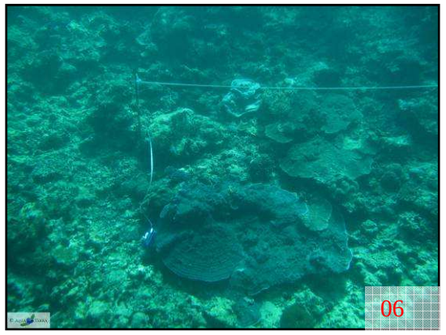


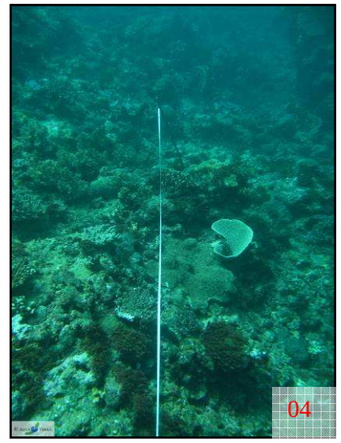
Carte n°013 : *Localisation de la station 11 (Toémo)*

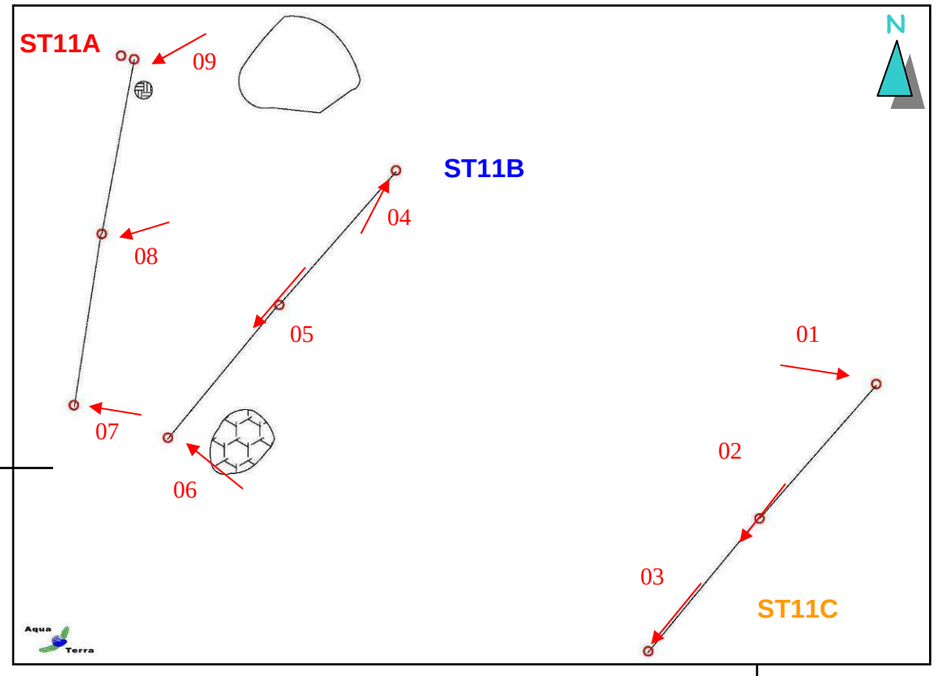
Photo n°019 : *Position en surface par rapport à la côte (ST11)*

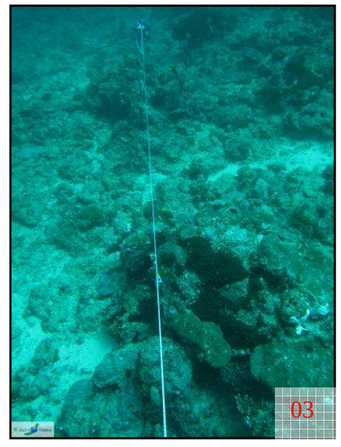


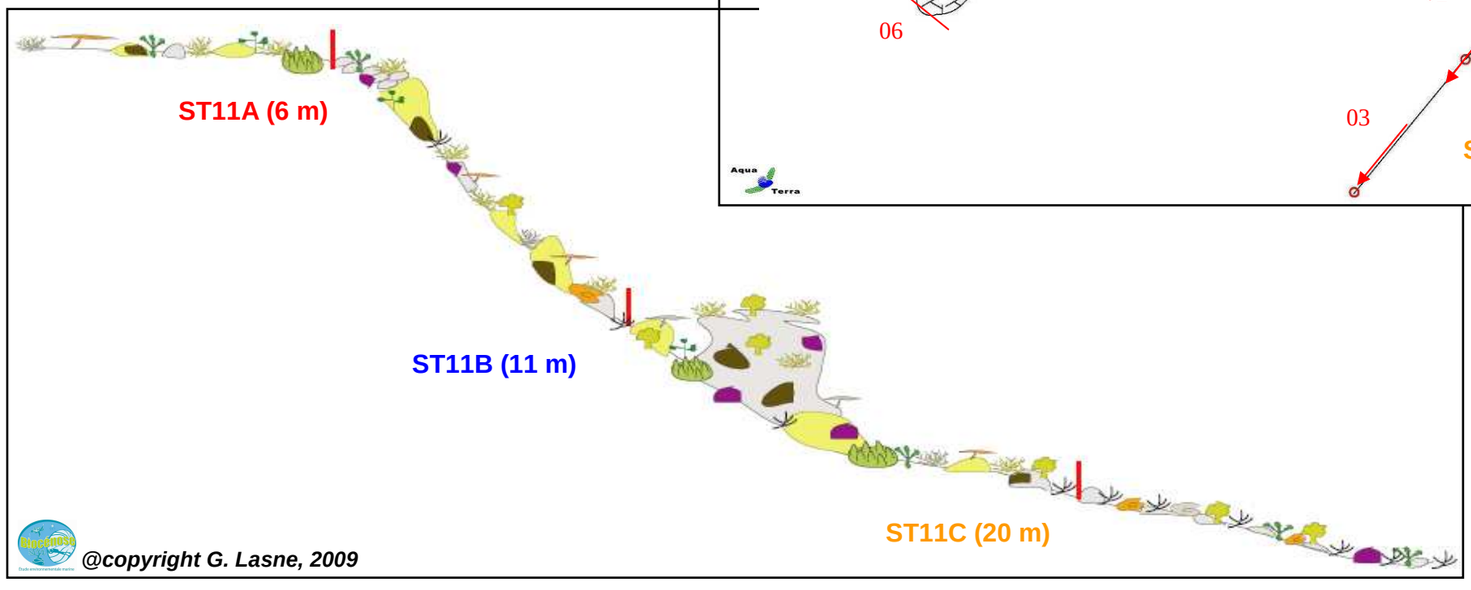


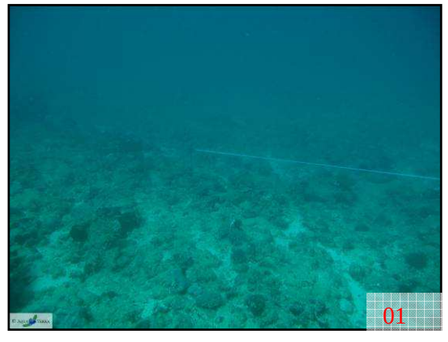












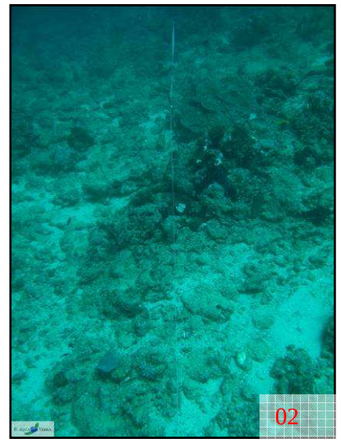


Figure n°64 : Schéma structural, plan et photographies de la ST011

4.11.1 Le substrat (ST11)

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la figure 65 pour le transect A, dans la figure 66 pour le transect B et dans la figure 67 pour le transect C.

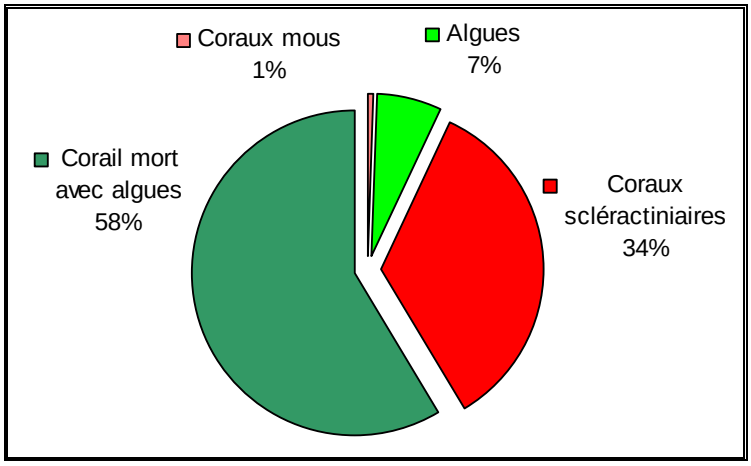


Figure n°65 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST11A

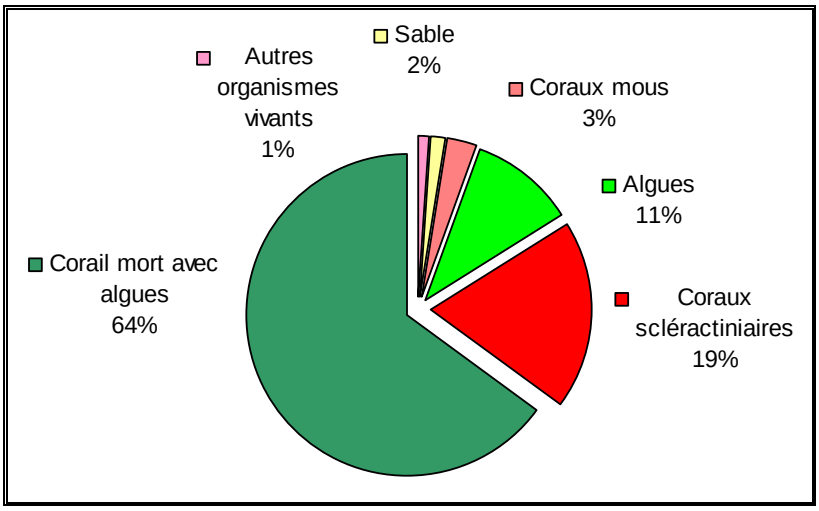


Figure n°66 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST11B

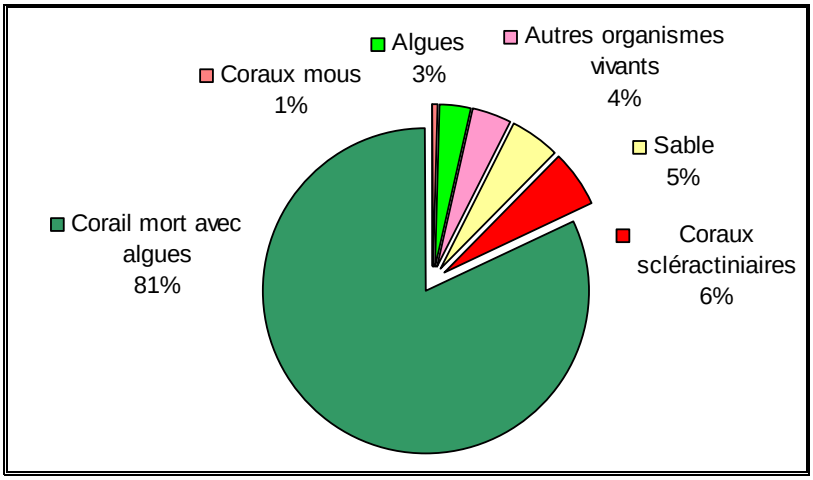


Figure n°67 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST03C

Cette station possède, avec les Bancs Kié cette année encore, les plus forts recouvrements biotiques : respectivement 93.5%, 98.5% et 95% (moyenne = 97.8%). Cela est dû essentiellement à la classe « coraux morts avec algues » qui est dominante.
Mais les coraux scélractiniaires y sont particulièrement aussi bien représentés, surtout sur les 2 premiers transects (34.5% et 19%), résultats parmi les plus élevés de toutes les stations étudiées (juste derrière Ilot Kié).
A noter : il ya toujours des cyanobactéries et sur les 3 transects (respectivement 0.5%, 3.5% et 1%).

4.11.2 Le benthos (ST11)

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

4.11.2.1 Benthos Transect 11 A

4.11.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST11A)

Les scléractiniaires dominent largement le haut du récif et les colonies sont de taille moyenne sauf la colonie de *Platygyra daedalea* qui atteint plus d'un mètre de diamètre. A cause des conditions hydrodynamiques soutenues, les scléractiniaires adoptent des formes qui épousent la dalle corallienne. Leur morphologie est majoritairement encroûtante (*Galaxea fascicularis*, *Porites* cf. *lichen, Montipora* cf. *verrucosa*, *Pavona varians*, *Favia speciosa*, *Favites* spp., *Echinopora lamellosa)*, massive (*Porites lobata*, *Hydnophora microconos)*, sub massive *(Isopora cuneata)* et branchue robuste (*Seriatopora calendrium, Acropora florida, A. monticulosa, Stylophora pistillata, Pocillopora damicornis* et *Isopora palifera).* Les espèces dominantes sont *Acropora* spp., *Seriatopora calendrium, Pocillopora damicornis, Isopora cuneata* et *Favites* spp.
Ce récif se distingue par l'abondance de petites colonies de *Galaxea fascicularis, Seriatopora calendrium, Acropora* tabulaire et *Porites lobata.*
Les évènements cycloniques du début d'année 2011 ont fortement endommagé les coraux scléractiniaires se répartissant sur le sommet du récif. Les dégradations sont d'ordre mécanique dans un premier temps (débris coralliens, diminution d'abondance, absence d'espèce fixées) puis on constate un affaiblissement des coraux par le blanchissement de certaines espèces vulnérables et la prolifération des cyanobactéries.

Ce niveau bathymétrique a une richesse spécifique corallienne de 76 espèces dont deux espèces de *Millepora* (encroûtant et branchu). Les familles scléractiniaires (74 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Acroporidae (21 taxons), les Faviidae (20 taxons), les Pocilloporidae (7 taxons), les Poritidae (6 taxons), les Agaraciidae (5 taxons), Les Merulinidae (5 taxons), les Musiidae (5 taxons) et les Siderastreidae (3 taxons).

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

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

- Recrutement : 1 espèce corallienne juvénile (*Goniastrea australiensis*)
- Mortalité : 4 espèces coralliennes (*Stylocoeniella* sp., *Stylophora pistillata, Psammocora digitata, P. profundacella*)

- **Variation d'abondance** :

- Diminution de l'abondance pour 6 espèces : *Acropora* 3spp. (branchu), *Acropora* 2spp. (tabulaire), *Hydnophora exesa, H. microconos, Merulina ampliata, Galaxea fascicularis, Pocillopora damicornis, Pocillopora verrucosa, Seriatopora calendrium, Alveopora spongiosa, Porites lichen, Porites* sp., *Coscinaraea exesa*

- **Blanchissement corallien** modéré observé sur 7 espèces : *Acropora* 3spp. (branchu), *Acropora* 2spp. (tabulaire), *Montipora* sp.1, *Seriatopora calendrium*

Tableau n°116 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST11A)

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	21	5
Agaraciidae	5	2
Astrocoeniidae	0	0
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	0	0
Faviidae	20	5
Fungiidae	0	0
Merulinidae	5	4
Mussidae	5	2
Oculinidae	2	4
Pectiniidae	0	0
Pocilloporidae	7	4
Poritidae	6	4
Siderastreidae	3	2
Total scléractiniaire	**74**	/
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	2	2
Tubiporidae	0	0
Gorgone	0	0
Antipathaire	0	0
Total coraux	**76**	/

4.11.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST11A)

Le recouvrement des macrophytes est minoritaire et leurs espèces caractérisent un milieu balayé par les courants.
Les algues rouges (*Asparagopsis armata* et *Amphiroa)* se sont fixées préférentiellement dans les anfractuosités de la dalle corallienne et le genre *Chlorodesmis fastigiata* est plutôt regroupé sur les amas de débris coralliens. Absence saisonnière des algues vertes (*Caulerpa* spp., *Halimeda* sp.).
Le recouvrement des cyanobactéries est en augmentation, elles se développent sur les colonies coralliennes dégradées et les nouveaux débris coralliens.
Le recouvrement des alcyonaires est en diminution car ils ont été arrachés par les conditions hydrodynamiques intenses lors des évènements cycloniques du début d'année 2011. Les genres *Lobophytum* se développent, les *Sinularia* se dispersent par plaque et le genre *Sarcophyton* de petite taille est plutôt fixé dans les cavités du récif.
De même, les ascidies sont abondantes mais leur recouvrement a diminué. Elles privilégient ce style de biotope balayé par les courants de marée. Les espèces *Polycarpa cryptocarpa, Didemnum molle*, restent abondantes et se dispersent dans l'ensemble de la zone.
Aucun échinoderme (holothurie, astérie, échinide) ne colonise le haut du récif.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

- **Algues (variation saisonnière) :**
  - Diminution du recouvrement de l'algue rouge (*Asparagopsis armata*)
  - **Présence de cyanobactéries :** Leur développement est très important et se concentre particulièrement sur les nouveaux débris coralliens et les colonies blanchies
  - **Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) :**

- Présence nouvelle de 3 espèces de mollusques (*Druppela cornus, Lambis lambis* et *Trochus* sp.)
- Présence nouvelle de 1 espèce de spongiaire (*Dysidea herbacea*)
- Absence d'une espèce d'ascidie (*Didemnum* cf. *minisculum*)
- Diminution d'abondance pour 2 genres d'alcyonaires (*Sarcophyton* et *Dendronephthya*)
- Diminution d'abondance pour 2 espèces d'ascidies (*Didemnum molle* et *Polycarpa cryptocarpa)*

Tableau n°117 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST11A)

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

4.11.2.2 Benthos Transect 11 B

4.11.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST11B)

De nombreux débris et massifs coralliens ont dévalé la pente, détruisant de nombreuses colonies coralliennes et affaiblissant de nombreuses espèces (mortalité, diminution d'abondance, blanchissement). Cette partie du récif était en cours de recolonisation par les scléractiniaires depuis le cyclone Erica de 2003, mais de nouveaux épisodes cycloniques en début d'année 2011 ont dégradé cette zone par arrachage de quelques colonies coralliennes et l'effondrement des colonies de l'étage bathymétrique supérieur (accumulation de nouveaux débris).

Les scléractiniaires ont un recouvrement plus faible que pour le niveau bathymétrique supérieur, mais leur diversité est plus importante. Cependant, les colonies sont de plus grande taille (à cette profondeur elles sont moins soumisent aux agents hydrodynamiques). Les colonies privilégient toujours les formes robustes : formes massives (*Symphyllia* cf. *recta, Pavona minuta, Coscinareae exesa, Millepora* sp.), formes sub massives (*Isopora cuneata, Astreopora* sp., *Oulastrea crispa*), formes encroûtantes (*Pavona clavus, Montipora* spp., *Coeloseris mayeri, Hydnophora pilosa, Galaxea fascicularis*), formes branchues robustes (*Hydnophora rigida, Seriatopora calendrium* et *S. histrix*) et les formes foliaires particulièrement bien représentées par les Dendrophyllidae (*Turbinaria frondens, T. mesenterina, T. patula, T. peltata, T. stellulata*

et *T. reniformis*).

Ce niveau bathymétrique a une richesse spécifique corallienne élevée avec 92 espèces dont deux espèces de *Millepora* (encroûtant et sub massif), une espèce de gorgone et une espèces d'antipathaire. Les familles scléractiniaires (88 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (22 taxons), les Acroporidae (15 taxons), les Pocilloporidae (8 taxons), les Agariciidae (7 taxons), les Mussidae (7 taxons), les Dendrophyllidae (6 taxons), les Merulinidae (6 taxons), les Siderastreidae (5 taxons), les Poritidae (4 taxons) et les Pectiniidae (3 taxons).

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

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

- Recrutement : 1 espèce corallienne (*Pocillopora eydouxi*)
- Mortalité : 2 espèces coralliennes (*Oxypora* sp., *Pavona clavus*)

- **Variation d'abondance** :

- Diminution de l'abondance pour 11 espèces : *Acropora* 3spp. (branchu), *Acropora* 3spp. (tabulaire), *Leptoria phrygia, Hydnophora rigida, Merulina ampliata, Stylophora pistillata, Alveopora spongiosa*

- **Blanchissement corallien** modéré observé sur 8 espèces : *Acropora* 3spp. (branchu), *Acropora* 3spp. (tabulaire), *Montipora* 2spp.

Tableau n°118 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST11B)

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	15	5
Agaraciidae	7	2
Astrocoeniidae	0	0
Caryophyllidae	2	2
Dendrophyllidae	6	3
Faviidae	22	5
Fungiidae	1	2
Merulinidae	6	5
Mussidae	7	2
Oculinidae	2	4
Pectiniidae	3	2
Pocilloporidae	8	5
Poritidae	4	3
Siderastreidae	5	2
Total scléractiniaire	**88**	/
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	2	2
Tubiporidae	1	1
Gorgone	0	0
Antipathaire	1	2
Total coraux	**92**	/

4.11.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST11B)

Les macrophytes n'ont aucune variation depuis la dernière mission mais les algues rouges (*Asparagopsis armata*) sont de couleur marron et vont bientôt se détacher de leur substrat (saisonnalité).
Les alcyonaires sont variés (6 genres dont *Lobophytum* en plaque est le plus abondant) mais leur

recouvrement est en diminution car ils ont été arrachés par les agents hydrodynamiques intenses lors des évènements cycloniques du début d'année 2011 ou ensevelis sous les nouveaux débris.
Les spongiaires ont un recouvrement plus important par rapport au transect supérieur, elles colonisent la dalle, les débris ou les coraux morts. Les espèces encroûtantes *(Cliona orientalis* dominant par rapport à *C. jullienei)* résistent mieux aux intempéries et de ce fait sont plus abondantes que *Clathria rugosa* et *Dysidea herbacea.*
Le recouvrement des cyanobactéries reste important, elles sont concentrées sur les débris coralliens et les coraux morts tabulaires. A noter également, la présence du mollusque corallivore (*Druppela cornus*).

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

- **Algues (variation saisonnière) :** aucune variation
- **Présence de cyanobactéries :** Leur développement est modéré et se concentre particulièrement sur les nouveaux débris coralliens et les colonies blanchies
- **Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) :**

- Présence nouvelle de 1 espèce d'holothurie (*Thelenota ananas*).
- Présence nouvelle de 1 espèce de spongiaire (*Dysidea herbacea*)
- Présence nouvelle de 2 espèces de mollusques (*Druppela cornus* et *Trochus* sp.)
- Absence de 1 espèce de mollusque (*Tridacna crocea*)
- Absence de 1 espèce de spongiaire (*Stellata globostellata*)
- Absence de 1 espèce d'ascidie (*Didemnum molle*)
- Diminution d'abondance pour 3 genres d'alcyonaires (*Lobophytum, Sarcophyton* et *Dendronephthya*)
- Diminution d'abondance pour 1 espèce d'ascidie (*Polycarpa cryptocarpa)*
- Diminution d'abondance pour 1 espèce de zoanthaire (*Palythoa* sp.*)*

Tableau n°119 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST11B)

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	6	3
Algue brune	0	0
Algue rouge	3	4
Algue verte	3	2
Cyanobactéries	1	3
Anémone	1	3
Ascidie	3	3
Bryozoaire	1	2
Astérie	0	0
Crinoïde	2	3
Echinide	0	0
Holothurie	1	1
Hydraire	2	2
Mollusque	2	2
Spongiaire	4	4
Zoanthaire	1	2
TOTAL	**30**	/

4.11.2.3 Benthos Transect 11 C

4.11.2.3.1 Les Scléractiniaires (ST11C)

Le bas de pente est une zone d'accumulation de débris coralliens et de roches : les scléractiniaires sont dégradés mécaniquement par ce phénomène d'avalanche (augmentation des débris avec peu de blanchissement : une colonie de *Montipora* spp.). Cependant, quelques colonies robustes et libres résistent

aux perturbations : colonies encroûtantes (*Pachyseris speciosa, Favia maxima, Favites abdita, Favites chinensis, Leptoria phrygia, Galaxea fascicularis, Montipora* spp., *Hydnophora pilosa*), massives (*Acanthastrea* sp., *Platygyra sinensis)* et de formes libres *(Sandalolitha robusta, Herpolitha limax, Polyphyllia talpina, Fungia* spp.).
A noter, la présence rare de *Blastomussa wellsi* (espèce rare) qui affectionne les milieux balayés par les courants de marée et soumis au ressac.
Ce niveau bathymétrique a une richesse spécifique corallienne de 55 espèces dont une espèce de gorgone et une espèce d'antipathaire. Les familles scléractiniaires (53 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (12 taxons), les Acroporidae (9 taxons), les Pocilloporidae (6 taxons), les Mussidae (6 taxons), les Fungiidae (4 taxons), les Merulinidae (4 taxons) et les Poritidae (3 taxons).

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

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

- Recrutement : aucune nouvelle espèce
- Mortalité : 1 espèce corallienne (*Oxypora* sp.)

- **Variation d'abondance** :

- Diminution de l'abondance pour 8 espèces : *Acropora* 2spp. (branchu), *Acropora* 2spp. (tabulaire), *Montipora* 2spp., *Hydnophora exesa, Pocillopora subseriata*

- **Blanchissement corallien** modéré observé sur 1 espèce : *Montipora* sp.1

Tableau n°120 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST11C)

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	9	5
Agaraciidae	2	2
Astrocoeniidae	1	1
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	2	2
Faviidae	12	3
Fungiidae	4	3
Merulinidae	4	2
Mussidae	6	2
Oculinidae	2	3
Pectiniidae	2	1
Pocilloporidae	6	3
Poritidae	3	5
Siderastreidae	0	0
Total scléractiniaire	**53**	/
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	0	0
Tubiporidae	1	1
Gorgone	0	0
Antipathaire	1	**2**
Total coraux	**55**	/

4.11.2.3.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST11C)

Les macrophytes ont un recouvrement faible : deux espèces d'algues rouges (*Plocamium sandvicens* et

Asparagopsis armata) ont été nouvellement recensées mais l'espèce *Asparagopsis armata* est en cours de détachement du substrat. D'autre part, l'algue brune *(Dictyota)* se répartit de facon fragmentaire à travers les débris coralliens.
Le recouvrement en cyanobactéries est relativement variable selon les missions. Pour celle-ci, les cyanobactéries tendent vers une légère diminution. Elles se développent essentiellement sur les nouveaux débris coralliens.

Les ascidies (7 espèces) et les spongiaires (6 espèces) affectionnent les milieux où les coraux sont fragilisés. Les spongiaires ont une diversité et un recouvrement plus importants en bas de récif. Les éponges encroûtantes *Cliona orientalis* et *C. jullienei* se répartissent sur les massifs coralliens, les débris et sur quelques colonies coralliennes vivantes. Les espèces *Clathria rugosa*, *Spheciospongia vagabunda* et l'éponge noire indéterminée sont minoritaires. Ces trois dernières espèces ne colonisent que le bas de pente.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

- **Algues (variation saisonnière) :**

- Présence nouvelle de 2 espèces d'algues rouges (*Plocamium sandvicens* et *Asparagopsis armata*, cette dernière est en voie de détachement du substrat)

- **Présence de cyanobactéries :** Leur développement est en diminution et se concentre particulièrement sur les nouveaux débris coralliens
- **Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) :**

- Présence nouvelle de 1 espèce de spongiaire (*Hamigera strongylata*)
- Absence (mobilité) de 2 espèces de mollusques (*Strombus* et *Lambis lambis*)
- Diminution d'abondance pour 1 genre d'alcyonaire (*Sarcophyton*)
- Diminution d'abondance pour 1 espèce d'ascidie (*Polycarpa cryptocarpa)*
- Diminution d'abondance pour 1 espèce de spongiaire (noire indéterminée)
- Diminution d'abondance pour 1 espèce de zoanthaire (*Palythoa* sp.*)*

Tableau n°121 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST11C)

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	4	3
Algue brune	1	2
Algue rouge	1	2
Algue verte	0	0
Cyanobactéries	1	2
Anémone	1	1
Ascidie	6	4
Bryozoaire	1	2
Astérie	0	0
Crinoïde	1	2
Echinide	0	0
Holothurie	2	2
Hydraire	1	1
Mollusque	1	2
Spongiaire	7	5
Zoanthaire	1	3
TOTAL	**28**	/

4.11.3 Les poissons (ST11)

La liste des espèces observées[15] sur les transects et les résultats bruts sont fournis dans le tableau 122.

Tableau n°122 : Données sur les poissons (ST11)

Récif Toémo ST11		Transect A			Transect B			Transect C			Station Total	Station Moyenne	
Fam	**Espèces**	**Nb**	**Dens**	**Biom**	**Nb**	**Dens**	**Biom**	**Nb**	**Dens**	**Biom**	**Nb**	**Dens**	**Biom**
Aca	*Acanthurus lineatus*	3	0,05	10,64							3	0,02	3,55
Aca	*Ctenochaetus striatus*				2	0,03	1,56				2	0,01	0,52
Aca	*Naso unicornis*				5	0,08	155,30				5	0,03	51,77
Aca	*Zebrasoma scopas*				4	0,07	1,91				4	0,02	0,64
Ant	*Pseudanthias pascalus*							40	1,00	12,24	40	0,33	4,08
Ant	*Pseudanthias squamipinnis*				25	0,63	7,65				25	0,21	2,55
Cha	*Chaetodon auriga*							1	0,02	0,89	1	0,01	0,30
Cha	*Chaetodon baronessa*	2	0,03	1,09							2	0,01	0,36
Cha	*Chaetodon bennetti*	2	0,03	1,01							2	0,01	0,34
Cha	*Chaetodon citrinellus*	3	0,05	0,32							3	0,02	0,11
Cha	*Chaetodon flavirostris*				2	0,03	1,91				2	0,01	0,64
Cha	*Chaetodon kleinii*							3	0,05	0,73	3	0,02	0,24
Cha	*Chaetodon mertensii*							2	0,03	0,38	2	0,01	0,13
Cha	*Chaetodon ornatissimus*	2	0,03	3,54							2	0,01	1,18
Cha	*Chaetodon pelewensis*							2	0,03	1,84	2	0,01	0,61
Cha	*Chaetodon plebeius*							2	0,03	0,51	2	0,01	0,17
Cha	*Chaetodon speculum*	1	0,02	1,63							1	0,01	0,54
Epi	*Variola louti*				1	0,02	23,54				1	0,01	7,85
Lab	*Cheilinus chlorourus*	1	0,02	0,92	1	0,02	0,92	2	0,03	9,12	4	0,02	3,65
Lab	*Cheilinus trilobatus*	1	0,02	2,26							1	0,01	0,75
Lab	*Gomphosus varius*	4	0,07	0,82							4	0,02	0,27
Lab	*Hemigymnus melapterus*	1	0,02	1,11							1	0,01	0,37
Lab	*Labroides dimidiatus*				8	0,13	0,65	8	0,13	1,34	16	0,09	0,66
Lab	*Stethojulis bandanensis*							1	0,02	0,20	1	0,01	0,07
Lab	*Thalassoma lunare*							5	0,08	1,19	5	0,03	0,40
Lab	*Thalassoma lutescens*				10	0,17	1,21				10	0,06	0,40
Lab	*Thalassoma nigrofasciatum*							10	0,17	2,39	10	0,06	0,80
Mul	*Parupeneus barberinoides*	1	0,02	1,03				5	0,08	3,28	6	0,03	1,43
Mul	*Parupeneus crassilabris*	3	0,05	3,08							3	0,02	1,03
Mul	*Parupeneus cyclostomus*							5	0,08	19,47	5	0,03	6,49
Nem	*Scolopsis bilineatus*							3	0,05	2,81	3	0,02	0,94
Poc	*Centropyge bispinosa*				3	0,05	0,38				3	0,02	0,13
Poc	*Centropyge flavissima*				2	0,03	0,23				2	0,01	0,08
Poc	*Centropyge tibicen*				2	0,03	0,25	2	0,03	0,15	4	0,02	0,13
Poc	*Pomacanthus sexstriatus*							1	0,02	11,77	1	0,01	3,92
Pom	*Chromis fumea*	40	1,00	3,79	50	0,83	1,10				90	0,61	1,63
Pom	*Chrysiptera rollandi*				5	0,08	0,16				5	0,03	0,05
Pom	*Chrysiptera taupou*							8	0,13	0,08	8	0,04	0,03
Pom	*Dascyllus reticulatus*				30	0,50	1,20	20	0,50	0,49	50	0,33	0,56
Pom	*Pomacentrus coelestis*							5	0,08	0,06	5	0,03	0,02
Pom	*Pomacentrus moluccensis*							15	0,25	0,19	15	0,08	0,06
Sca	*Chlorurus sordidus*	7	0,12	2,51	4	0,07	2,46				11	0,06	1,66
Sca	*Scarus chameleon*	2	0,03	10,58							2	0,01	3,53

[15] Données par rapport à la liste restreinte du cahier des charges, cf. annexe 01.

Sca	*Scarus ghobban*	1	0,02	14,30							1	0,01	4,77
Sca	*Scarus longipinnis*	2	0,03	62,36							2	0,01	20,79
Sca	*Scarus niger*				3	0,05	3,58				3	0,02	1,19
Sca	*Scarus rivulatus*				3	0,05	8,42				3	0,02	2,81
Sca	*Scarus rubroviolaceus*	4	0,07	87,91							4	0,02	29,30
Sca	*Scarus schlegeli*				2	0,03	18,71	3	0,05	44,35	5	0,03	21,02
Sig	*Siganus canaliculatus*				2	0,03	10,58				2	0,01	3,53
Zan	*Zanclus cornutus*				1	0,02	1,06				1	0,01	0,35
	Total	**80**	**1,67**	**208,89**	**165**	**2,96**	**242,77**	**143**	**2,88**	**113,50**	**388**	**2,50**	**188,39**
	Biodiversité	18			21			21			51		
	Indice de Shannon =	4,389											
	Equitabilité =	0,774											

Sur l'ensemble des transects de la station, 388 individus appartenant à 51 espèces différentes (figure 68) ont pu être observés. Ils représentent une densité de 2.50 poissons/m² pour une biomasse de 188.39 g/m².
65 espèces supplémentaires (e.g. hors des transects et hors liste restreinte [*en bleu*]) ont été observées sur la station (cf. tableau 123).

Tableau n°123 : Liste des espèces complémentaires (ST11)

Récif Toémo ST11					
Fam	**Espèces**	**Fam**	**Espèces**	**Fam**	**Espèces**
Aca	*Acanthurus blochii*	Hae	*Plectorhinchus picus*	Mic	*Gunnellichthys curiosus*
Aca	*Naso lituratus*	Hol	*Myripristis hexagona*	Mic	*Gunnellichthys monostigma*
Aca	*Naso tonganus*	Hol	*Sargocentron spiniferum*	Mic	*Ptereleotris evides*
Aul	*Aulostomus chinensis*	Lab	*Anampses femininus*	Ost	*Ostracion cubicus*
Bal	*Sufflamen chrysopterus*	Lab	*Anampses geographicus*	Pin	*Parapercis hexophtalma*
Bal	*Sufflamen fraenatus*	Lab	*Anampses neoguinaicus*	Ple	*Assessor macneilli*
Ble	*Meiacanthus atrodorsalis*	Lab	*Bodianus perditio*	Poc	*Centropyge flavissima*
Can	*Arothron meleagris*	Lab	*Choerodon jordani*	Pom	*Abudefduf whitleyi*
Can	*Canthigaster valentini*	Lab	*Cirrhilabrus punctatus*	Pom	*Chromis margaritifer*
Carc	*Triaenodon obesus*	Lab	*Coris aygula*	Pom	*Chromis viridis*
Cha	*Chaetodon melannotus*	Lab	*Epibulus insidiator*	Pom	*Neoglyphidodon nigroris*
Cha	*Chaetodon pelewensis*	Lab	*Halichoeres argus*	Pom	*plectroglyphidodon johnstonianus*
Cha	*Chaetodon unimaculatus*	Lab	*Halichoeres hortulanus*	Pom	*Pomacentrus adelus*
Cha	*Chaetodon vagabundus*	Lab	*Halichoeres melanurus*	Pom	*Pomacentrus bankanensis*
Cha	*Heniochus monoceros*	Lab	*Hemigymnus fasciatus*	Pom	*Pomacentrus chrysurus*
Cha	*Heniochus varius*	Lab	*Hemigymnus melapterus*	Pom	*Pomacentrus pavo*
Cir	*Paracirrhites forsteri*	Lab	*Hologymnosus annulatus*	Sca	*Cetoscarus ocellatus*
Epi	*Cephalopholis urodeta*	Lab	*Labrichthys unilineatus*	Sca	*Chlorurus microrhinos*
Epi	*Epinephelus howlandi*	Lab	*Labropsis australis*	Sca	*Scarus flavipectoralis*
Epi	*Plectropomus leopardus*	Lab	*Macropharyngodon meleagris*	Sca	*Scarus forsteni*
Hae	*Plectorhinchus chaetodonoides*	Lab	*Macropharyngodon negrosensis*	Syn	*Synodus variegatus*
Hae	*Plectorhinchus lineatus*	Lab	*Oxycheilinus unifasciatus*		

Le nombre d'espèces pour chaque famille depuis 2007 est donné dans le tableau 124 et spécifiquement pour la campagne de mars 2011 sur la figure 68.

Tableau n°124 : Nombre d'espèces par famille ichtyologique de 2007 à 2011 (ST11)

Familles	Récif Toémo ST11					
	2007	2008	2009	2010 a	2010 b	2011 a
Acanthuridae	2	1	3	5	7	**4**
Anthiinidae	1	2		1		**2**
Blenniidae			1	1		
Caesionidae		1		1	1	
Canthigasteridae					1	
Chaetodontidae	6	7	5	6	8	**11**
Epinephelinae	2	3	1	3	1	**1**
Labridae	4	9	4	7	9	**9**
Mullidae	1	2	1	2	2	**3**
Nemipteridae		1	1	1	1	**1**
Pomacanthidae	3	4	5	4	5	**4**
Pomacentridae	5	3	6	5	6	**6**
Ptereleotridae	1	1				
Scaridae	2	5	3	5	2	**8**
Scombridae	1					
Siganidae				1		
Zanclidae	1		1		1	**1**
Total espèces	**29**	**39**	**31**	**43**	**44**	**51**
Total familles	**12**	**12**	**11**	**14**	**12**	**11**

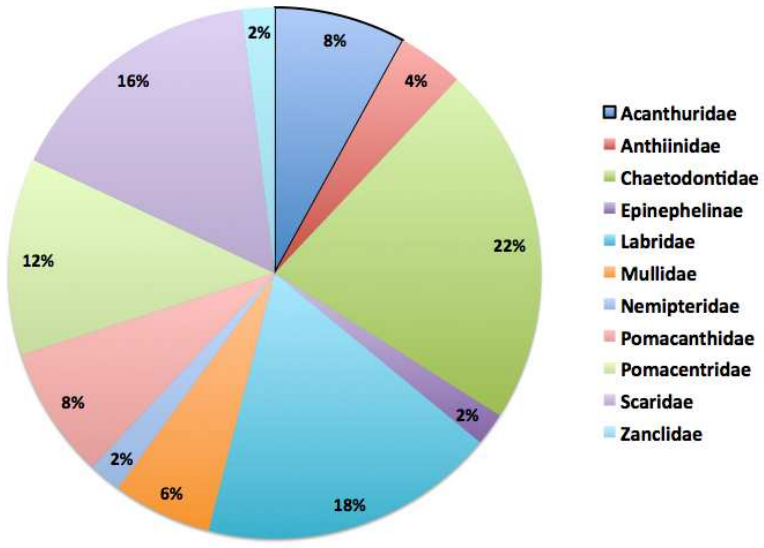


Figure n°68 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST11)

Si la comparaison du nombre d'espèces par famille entre les années 2007 - 2011 est effectuée (cf. tableau 125), sous l'angle de vue de ce critère les six campagnes sont hautement similaires.

Tableau n°125 : Comparaison de l'évolution de la richesse spécifique par famille, 2007 à 2011 (ST11)

Test $\chi 2$	ddl	Seuil de tolérance à 0,95
52.73	80	107.52

Le récapitulatif des résultats en terme de :

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

pour toutes les campagnes depuis 2007 sont présentés dans le tableau 126 et la figure 69.

Tableau n°126 : Synopsis des résultats 2011 et récapitulatif des années précédentes (ST11)

Récif Toémo ST11		Liste DENV					Toutes espèces
		Transect TLV				Station	Station
		Nb. ind.	Densité	Biom. g/m^2	Biodiv.	Biodiv.	Biodiv.
2011 a	Transect A	80	1,67	208,89			
	Transect B	165	2,96	242,77			
	Transect C	143	2,88	113,50			
	Moy. ABC	129,33	2,50	188,39	51	79	116
2010 b	Moy. ABC	180	1,59	75,10	44	61	88
2010 a	Moy. ABC	93,33	1,86	75,42	43	65	95
2009	Moy. ABC	74,67	3,12	79,63	31	50	74
2008	Moy. ABC	111,33	1,90	61,85	39	57	71
2007[16]	Moy. ABC	123,67	1,64	174,47	29	37	53

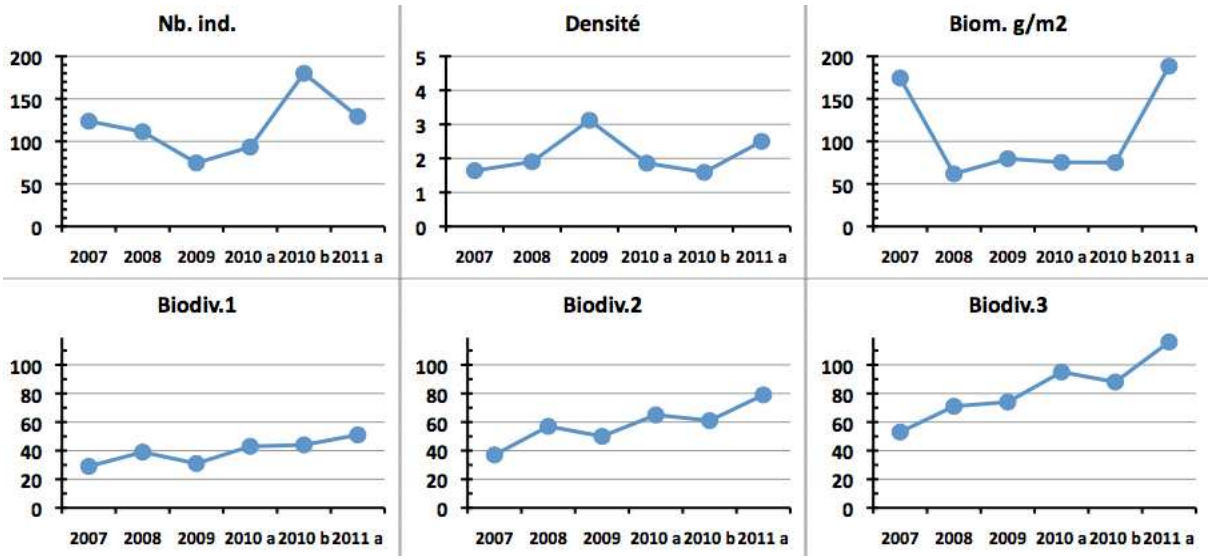


Figure n°69 : Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2007 (ST11)

[16] Les données 2007 ont été reprises en éliminant les espèces qui ne figurent pas sur cette liste car le rapport 2007 ne tient pas compte de la liste DENV sur le TLV.

4.12 Station 12 = Ilot Ugo

Localisation géographique	Partie nord de la façade ouest du récif frangeant sous le vent de l'îlot Ugo (photographie 20).
Nombre transects	2 transects.
Description transects	Ils ont été positionnés à 5 et 13 mètres de profondeur, perpendiculairement à la pente du récif frangeant dans un alignement du nord-est vers le sud-ouest.
	Il n'y a que 2 transects car sous 14 m de profondeur, les constructions coralliennes deviennent de plus en plus restreintes (gros blocs rocheux et débris coralliens qui ont dévalés la pente). Puis, vers 17 m de profondeur, la pente sédimentaire, composée de sable et inclinée à 35°, est colonisée principalement par une grande variété d'holothuries (*Holothuria fuscopunctata, Bohadschia argus, Stichopus stichopus, S. variegatus, Thelenota ananas*). Ces dernières s'éparpillent à travers le substrat meuble et les quelques débris. Un transect à 20 m n'aurait donc pas été pertinent en termes de suivi (recouvrement biotique très faible et recouvrement corallien proche de nul). Le transect A a été installé dans le haut du tombant récifal. Un grand couloir d'avalanche traverse la pente récifale jusqu'au pied du 2ème transect. Le niveau bathymétrique du transect B se caractérise par un recouvrement important de débris, de blocs coralliens sur du sable coquillé, avec un couloir d'effondrement à la fin du transect. Un massif corallien du genre *Goniopora* de taille pluri métrique s'étale sur les débris coralliens. Les autres colonies de madrépores sont de taille décimétrique et sont dispersées de manière éparse.

Description générale

Ce récif est soumis aux courants de marées et subi sur sa façade sud-est l'assaut des vagues dues aux alizés, alors que sa façade nord et nord-ouest est plus protégée.
La station est positionnée sur le front récifal du récif frangeant. Le platier récifal est large, arasé et peu colonisé par les coraux.

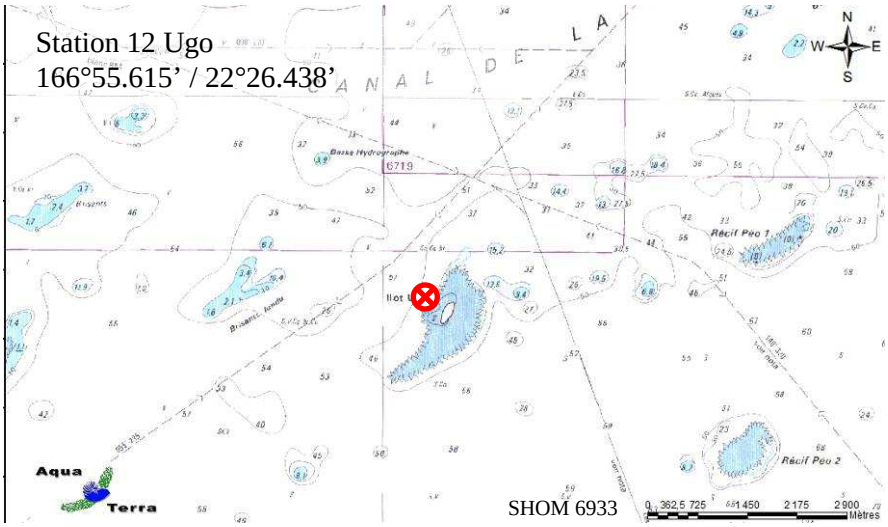
Le haut du tombant récifal est structuré en marches d'escalier délimitées par de grandes colonies de *Porites* sp.. Ce niveau bathymétrique est bien colonisé par les scléractiniaire de tailles hétérogènes (décimétrique à pluri métrique). Les massifs coralliens de taille métrique et de forme massive se développent particulièrement en haut de récif jusqu'à mi pente, laissant la place au fur et à mesure aux coraux branchus. Cependant, la structure récifale présente des couloirs d'effondrement avec par place de grandes accumulations de débris coralliens et de roches. Ces derniers sont recouverts principalement par des corallines. De petites colonies coralliennes s'édifient et les *Cliona* encroûtent quelques coraux massifs.

Caractéristiques principales

- Croissance de grandes colonies de Poritidae (*Porites* sp., *Alveopora* sp et *Goniopora* sp.).
- Mortalité corallienne et nombreux débris (couloir d'effondrement).
- Massifs de *Goniopora* sp. en bonne santé.
- Richesse spécifique des alcyonaires très faible mais recouvrement important de *Sarcophyton.*
- Les spongiaires (*Cliona jullienei* et *C. orientalis*) sont relativement bien développées et colonisent les massifs coralliens vivants et les blocs coralliens.
- Pas d'*Acanthaster planci* sur la station.

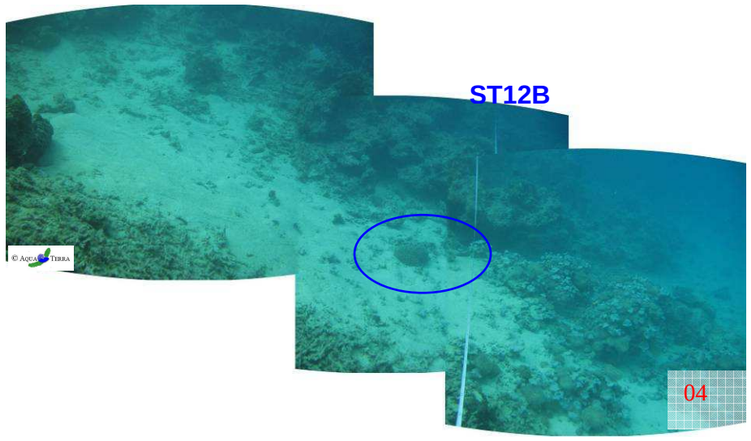
Variations entre septembre 2010 et mars 2011

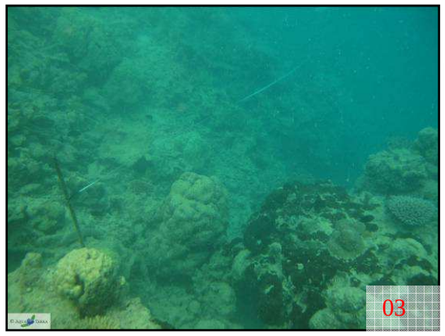
- Dégradation des communautés benthiques sur l'ensemble de la station et plus particulièrement au transect A (cause hydrodynamique).
- Mortalité des coraux (3 espèces au transect A, 4 espèce en B) et des invertébrés (7 espèces au transect A).
- Recrutement corallien (colonies juvéniles : 4 espèces au transect A et 3 espèces en B).
- Augmentation de la diversité des macrophytes (1 espèce au transect B).
- Augmentation de la diversité des invertébrés (3 espèces au transect B).
- Absence des astéries et des holothuries (aux transects A et B).
- Présence modérée des cyanobactéries (Phormidium sp.) sur les débris coralliens.
- Blanchissement corallien (7 espèces au transect A et 11 espèces en B).

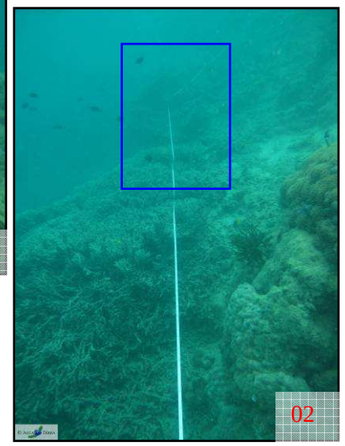


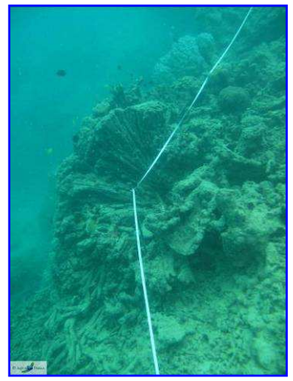
Carte n°014 : Localisation de la station 12 (Ilot Ugo)

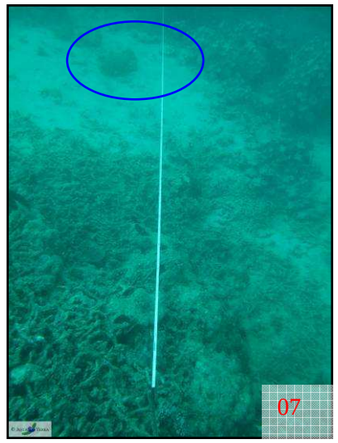
Photo n°020 : Position en surface par rapport à la côte (ST12)

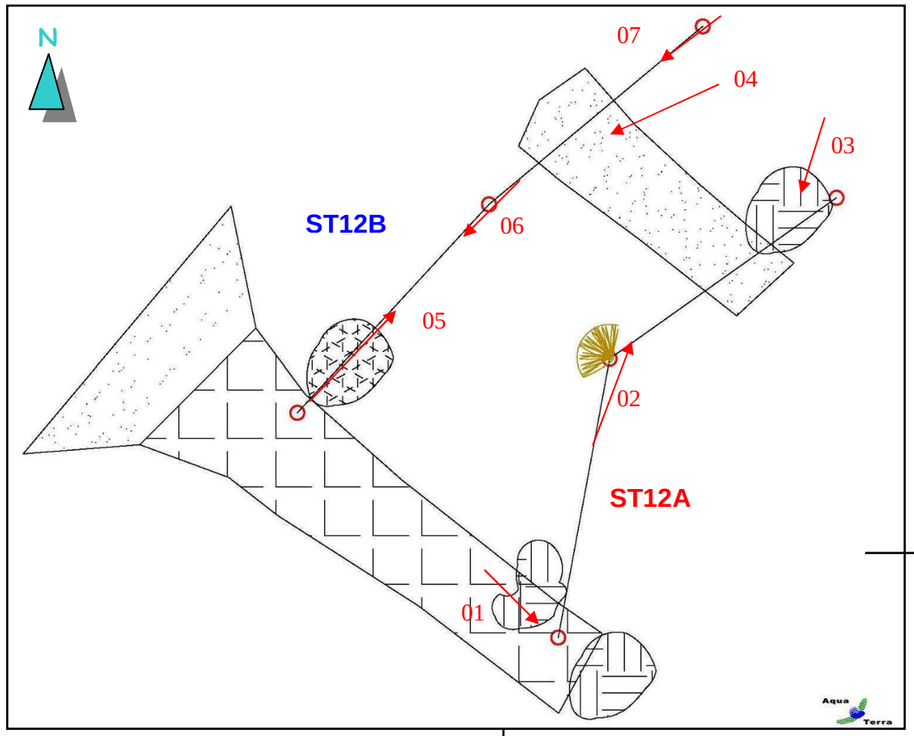


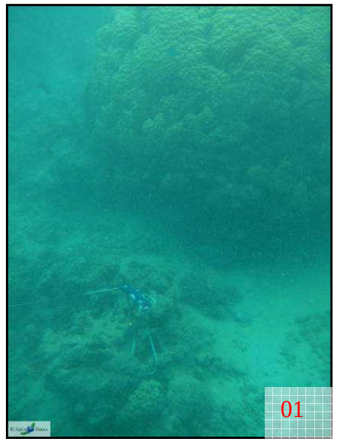


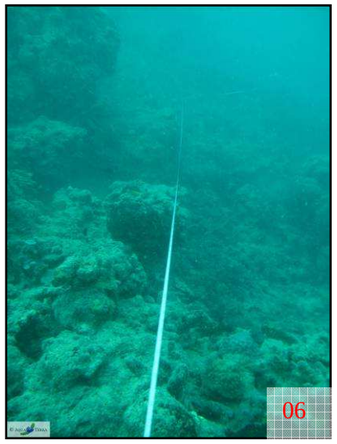


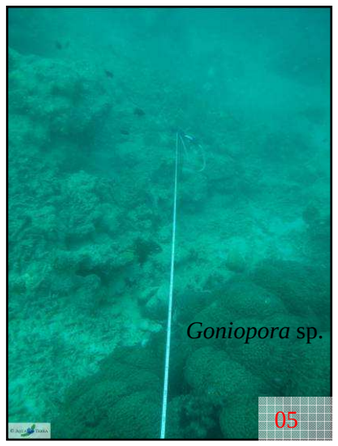












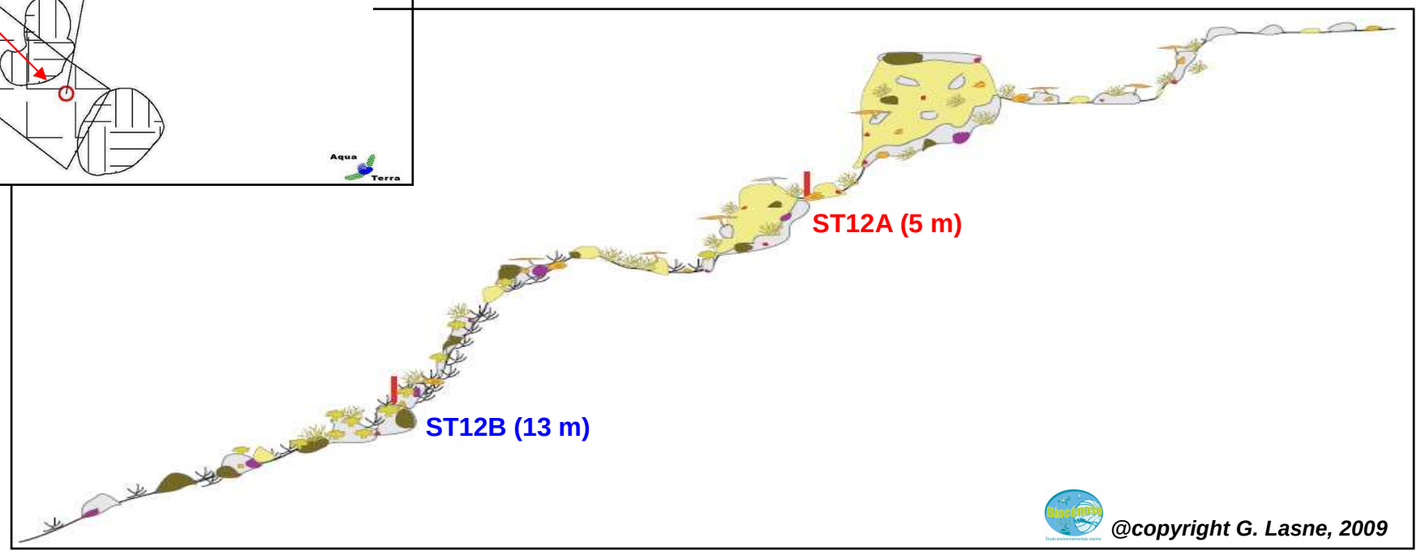


Figure n°70 : *Schéma structural, plan et photographies de la ST012*

4.12.1 Le substrat (ST12)

Le pourcentage de couverture de chaque composante est donné dans la figure 71 pour le transect A et dans la figure 72 pour le transect B.

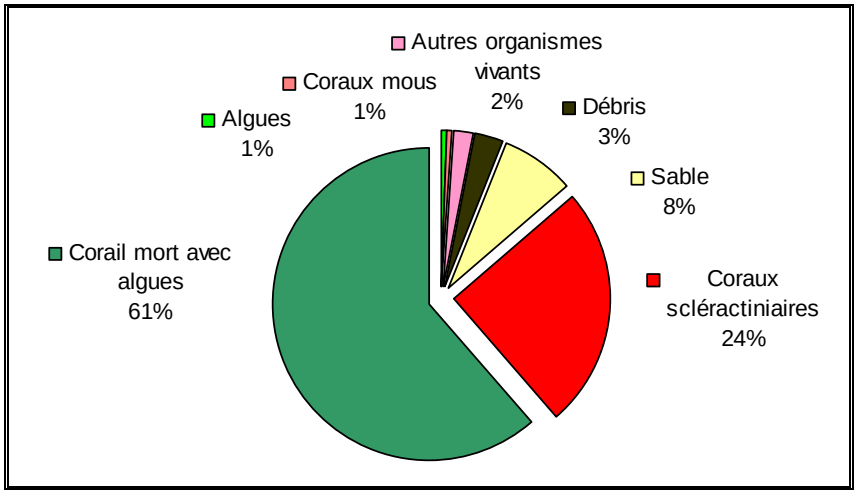


Figure n°71 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST12A

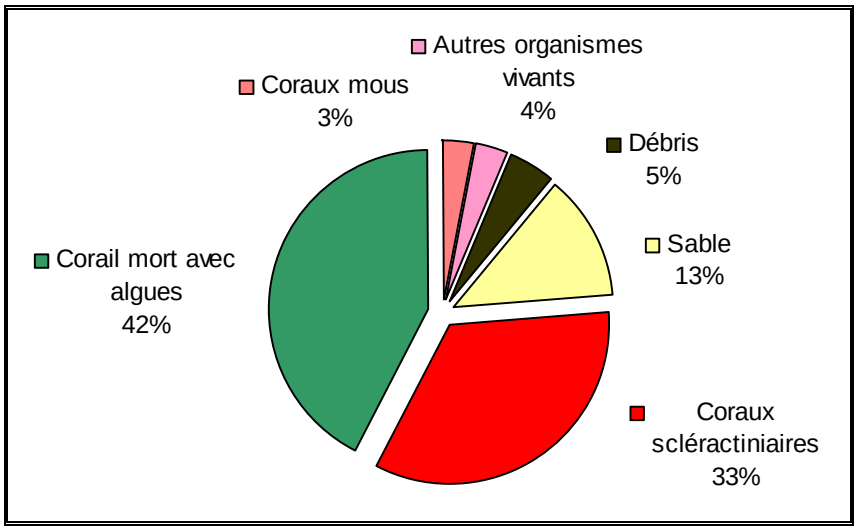


Figure n°72 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat pour ST12B

Les deux transects sont riches en coraux scléractiniaires vivants, avec 25% et 33.5% respectivement chacun (avec une augmentation pour le transect inférieur qui ramène le recouvrement en coraux au niveau des missions précédentes).
Le reste du substrat majoritaire fait une large part aux coraux morts recouverts d'algues (61.5% et 42.5%). De ce fait, le recouvrement est surtout biotique avec plus de 80% pour chaque transect (respectivement 89.5% et 82.5%).
Les 2 transects sont globalement stables.
A noter : 0.5% de cyanobactéries sur le transect A.

4.12.2 Le benthos (ST12)

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

4.12.2.1 Benthos Transect 12 A

4.12.2.1.1 Les Scléractiniaires (ST12A)

En terme de recouvrement les familles scléractiniaires Poritidae, Acroporidae et Mussiidae sont particulièrement bien développées, elles forment des grandes colonies pluri métriques. Les colonies de Poritidae adoptent de grandes formes massives (*Porites* spp.), ainsi que des massifs de colonies avec de longs polypes (*Goniopora* sp., *Alveopora* sp.). Les Acroporidae sont plutôt de forme branchue et s'édifient en grands buissons (*Acropora* spp.*)* et en petites plaques de forme encroûtante (*Montipora* spp.*).*
Entre ces grands massifs le substrat est composé de nombreux débris et de sable ; les coraux libres (Fungiidae) affectionnent particulièrement ce substrat détritique et se concentrent par dizaine, ainsi, ce transect regroupe 11 espèces de la famille des Fungiidae (abondance des coraux libre par rapport aux autres stations).
Les autres colonies coralliennes sont de taille décimétrique et s'édifient sur la dalle ou colonisent les débris (*Cyphastrea japonica, C. serailia, Favia* spp., *Favites* spp., *Merulina ampliata, Mycedium elephantotus, Stylocoeniella guentheri, Pavona decussata, Pectinia lactuca, P. paeonia, Turbinaria peltata, T. reniformis).*

Tableau n°127 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST12A)

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	17	4
Agaraciidae	7	3
Astrocoeniidae	1	1
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	4	2
Faviidae	19	4
Fungiidae	11	4
Merulinidae	4	2
Mussidae	7	4
Oculinidae	1	2
Pectiniidae	4	3
Pocilloporidae	5	3
Poritidae	4	5
Siderastreidae	3	1
Total scléractiniaire	**87**	/
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	2	2
Tubiporidae	0	0
Gorgone	0	0
Antipathaire	0	0
Total coraux	**89**	/

La mortalité corallienne est importante au regard des nombreux débris coralliens, des gros blocs coralliens qui ont dévalé la pente, des grosses patates de *Porites* (encore à nu ou bien envahies par les éponges encroûtantes), d'une grande colonie de *Lobophyllia* disloquées mais encore en place.
Les dégradations sont de plusieurs types : dans le premier cas les conditions hydrodynamiques soutenues entraînent une casse importante des colonies branchues et déstabilisent des patates en haut de récif qui dévalent par la suite la pente abrupte cassant d'autres colonies sur leur passage. Puis, d'autre part on trouve du blanchissement corallien qui provient d'une variation plus ou moins importante des paramètres environnementaux ou de prédation.

Ce niveau bathymétrique est colonisé par 89 espèces coralliennes, dont deux espèces de *Millepora* (branchu et encroûtant). Les familles scléractiniaires (87 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (19 taxons), les Acroporidae (17 taxons), les Fungiidae (11 taxons), les Agariciidae (7 taxons), les Mussidae (7 taxons), les Pocilloporidae (5 taxons), les Poritidae (4 taxons), les Dendrophylliadae (4 taxons), les Pectiniidae (4 taxons), les Merulinidae (4 taxons) et les Siderastreidae (3 taxons).

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

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

- Recrutement : 4 espèces coralliennes (*Stylophora mordax, Scolymia australis, S. vitiensis, Hydnophora microconos*)
- Mortalité : 1 espèce (*Oxypora* sp.)
- Mobilité : 2 espèces (*Herpolita limax* et *Halomitra pileus*)

- **Variation d'abondance** :

- Diminution d'abondance pour 7 espèces (*Isopora palifera, Fungia* 3spp., *Fungia simplex, Lobophyllia corymbosa, Goniopora* sp.)

- **Blanchissement corallien** rare observé sur 7 espèces : *Acropora* 3spp. (branchu), *Astreopora myriophthalma, Favites* 2spp., *Seriatopora histrix*

4.12.2.1.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST12A)

Les macrophytes présentent un recouvrement très faible : seules les algues vertes des genres *Halimeda* et *Chlorodesmis* et l'algue brune *(Turbinaria ornata)* se développent par thalles à travers les débris
Les spongiaires se développent surtout par encroûtement sur la dalle et les blocs coralliens de *Porites* et quelques débris coralliens ; l'espèce *Cliona orientali*s est prédominante.
La richesse spécifique des alcyonaires est faible. Ils sont représentés par les genres *Sinularia* et *Sarcophyton*. Ce dernier est très abondant, de petite taille et fixé préférentiellement sur les débris coralliens.

Tableau n°128 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST12A)

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

Les mollusques ont une mortalité conséquente, ils ont certainement été ensevelis par des effondrements de débris coralliens et n'ont pas survécu. Seul les espèces *Arca ventricosa* (incrustés dans les patates de *Porites*) et un spécimen de *Tridacna squamosa* (positionné sur un massif de *Lobophyllia* à proximité du transect) ont été observés.
Aucune espèce d'astérie, d'échinide, ni d'holothurie n'a été recensée pour ce niveau bathymétrique.

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

- **Algues (variation saisonnière) :** aucune
- **Présence de cyanobactéries :** Leur développement est modéré et concentré sur les coraux dégradés, blanchis ou les nouveau débris coralliens
- **Invertébrés (mobilité et variation saisonnière) :**

- Présence nouvelle de 2 espèces d'ascidies (*Polycarpa nigricans* et *P. clavata*)
- Absence de 1 espèce d'ascidie (*Clavelina detorta*)
- Absence de 1 espèce d'échinide (*Diadema setosum* : mobile)
- Absence de 2 espèces d'holothuries (*Actinopyga lecanora* et *Bohadschia argus*)
- Absence de 3 espèces de mollusques (*Trochus* sp., *Tridacna crocea* et *Isognomon isognomon*). Ces espèces ont probablement été ensevelies par les débris coralliens
- Augmentation de l'abondance des crinoïdes
- Diminution d'abondance pour 1 espèce de spongiaire (*Clathria rugosa*)

4.12.2.2 Benthos Transect 12 B

4.12.2.2.1 Les Scléractiniaires (ST12B)

Deux grands massifs (*Acropora* sp. et *Goniopora* sp.) représentent une part importante du recouvrement corallien. Les autres espèces coralliennes adoptent des morphologies diverses mais sont généralement de petite taille (*Montipora* spp., *Pachyseris speciosa, Pavona varians, Stylocoeniella armata, S. guentheri, Echinopora lamellosa, Favia* spp., *Favites* spp, *Turbinaria heronensis, T. reniformis, Porites cylindrica, Hydnophora microconos, Oxypora* sp.).
A noter la présence rare d'une colonie de *Blastomussa wellsi*.

Tableau n°129 : Biodiversité et Abondance des coraux par famille (ST12B)

Famille	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Scléractiniaire		
Acroporidae	14	5
Agaraciidae	5	3
Astrocoeniidae	2	1
Caryophyllidae	0	0
Dendrophyllidae	4	2
Faviidae	17	4
Fungiidae	8	4
Merulinidae	2	2
Mussidae	4	5
Oculinidae	1	2
Pectiniidae	2	2
Pocilloporidae	2	2
Poritidae	5	5
Siderastreidae	1	1
Total scléractiniaire	**67**	/
Non Scléractiniaire		
Milleporidae	2	2
Tubiporidae	1	1
Gorgone	0	0
Antipathaire	1	2
Total coraux	**71**	/

Cette partie de pente récifale est très détériorée : les colonies massives et branchues situées au sommet du récif sont venues dévaler la pente détruisant les coraux sur leur passage. L'accumulation de débris est très importante.
Ce niveau bathymétrique est colonisé par 71 espèces coralliennes dont deux espèces de *Millepora* (branchu et sub massif), une espèce d'antipathaire et une espèce de gorgone. Les familles scléractiniaires (67 espèces) dont les taxons sont les plus nombreux sont par ordre décroissant : les Faviidae (17 taxons), les Acroporidae (14 taxons), les Fungiidae (8 taxons), les Poritidae (5 taxons), les Agaraciidae (5 taxons), les Dendrophyllidae (4 taxons), les Mussidae (4 taxons) et les Pectiniidae (2 taxons).

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

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

- Recrutement : 3 espèces coralliennes (*Pavona maldivensis, Cyphastrea chalcidicum, Mycedium elephantotus)*
- Mortalité : 3 espèces *(Turbinaria stellulata, Oxypora* sp., *O. glabra*)
- Mobilité : 1 espèce (*Halomitra pileus*)

- **Variation d'abondance** :

- Diminution d'abondance pour 8 espèces (*Pachyseris speciosa, Echinopora lamellosa, Favia* 2spp., *Lobophyllia corymbosa, Sandalolitha robusta, Alveopora* sp., *Goniopora* sp.)

- **Blanchissement corallien** modéré observé sur 11 espèces : *Acropora* 3spp. (branchu), *Acropora* 2spp. (tabulaire), *Montipora* sp.1, *Favia* 2spp., *Fungia* 2spp., *Galaxea fascicularis*

4.12.2.2.2 Les Macrophytes et les Invertébrés (ST12B)

Peu de variations ont été constatées concernant les macrophytes et les invertébrés. Les macrophytes présentent un recouvrement très faible : seules les algues vertes des genres *Halimeda* et *Chlorodesmis* ont pu être observées. Les échinodermes (astéries, échinides et holothuries) sont absents des couloirs mais ont été observés dans les niveaux bathymétriques inférieurs.
Les spongiaires se développent par encroûtement sur la dalle et les blocs coralliens (*Cliona jullienei, C. orientali*s sont bien développées).
Les alcyonaires sont principalement représentés par le genre *Sarcophyton*. Ce genre de petite taille a un recouvrement très important : il colonise préférentiellement les débris coralliens. Quatre autres genres sont présents avec une faible abondance (*Cladiella, Nephthea, Dendronephthya* et *Sinularia*).

Variation entre septembre 2010 et mars 2011

- **Algues (variation saisonnière) :**

- Présence nouvelle et rare de *Chlorodesmis fastigiata*

- **Présence de cyanobactéries :** Leur développement est modéré et concentré sur les coraux dégradés, blanchis ou les nouveau débris coralliens

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

- Présence nouvelle de 1 genre d'alcyonaire (*Dendronephthya* sp.)
- Présence nouvelle de 2 espèces d'ascidies (*Polycarpa nigricans* et *P. cryptocarpa*)
- Diminution d'abondance pour 1 espèce de zoanthaire (indéterminé)

Tableau n°130 : Biodiversité et Abondance des macrophytes et invertébrés (ST12B)

Groupe Macrophytes et Invertébrés	Nombre de taxa	Abondance (1 à 5)
Alcyonaire	5	5
Algue brune	0	0
Algue rouge	0	0
Algue verte	3	2
Cyanobactéries	1	2
Anémone	0	0
Ascidie	3	2
Bryozoaire	0	0
Astérie	0	0
Crinoïde	1	3
Echinide	1	2
Holothurie	0	0
Hydraire	0	0
Mollusque	5	2
Spongiaire	4	5
Zoanthaire	2	3
TOTAL	**25**	/

4.12.3 Les poissons (ST12)

La liste des espèces observées[17] sur les transects et les résultats bruts sont fournis dans le tableau 131.

Tableau n°131 : Données sur les poissons (ST12)

Ugo ST12		Transect A			Transect B			Station Total	Station Moyenne	
Fam	**Espèces**	**Nb**	**Dens**	**Biom**	**Nb**	**Dens**	**Biom**	**Nb**	**Dens**	**Biom**
Aca	*Ctenochaetus striatus*	1	0,01	0,34	1	0,01	0,19	2	0,01	0,27
Ble	*Meiacanthus atrodorsalis*	1	0,01	0,86	1	0,01	0,86	2	0,01	0,86
Cae	*Caesio caerulaurea*				30	0,38	35,92	30	0,19	17,96
Cha	*Chaetodon baronessa*				1	0,01	0,37	1	0,01	0,18
Cha	*Chaetodon lunulatus*	1	0,01	0,19				1	0,01	0,09
Cha	*Chaetodon plebeius*	1	0,01	0,18				1	0,01	0,09
Cha	*Chaetodon speculum*				1	0,01	0,47	1	0,01	0,23
Cha	*Chaetodon trifasciatus*	2	0,03	0,45				2	0,01	0,22
Cha	*Chaetodon ulietensis*	2	0,03	0,25				2	0,01	0,13
Cha	*Heniochus varius*				1	0,01	1,33	1	0,01	0,66
Epi	*Cephalopholis boenak*				2	0,03	0,19	2	0,01	0,10
Epi	*Epinephelus maculatus*				3	0,03	25,08	3	0,01	12,54
Epi	*Plectropomus leopardus*				2	0,01	15,01	2	0,01	7,51
Hae	*Plectorhinchus lessonii*	1	0,01	6,69				1	0,01	3,34
Lab	*Cheilinus trilobatus*				1	0,01	1,84	1	0,01	0,92
Lab	*Hemigymnus melapterus*				1	0,01	1,92	1	0,01	0,96
Lab	*Labroides dimidiatus*	5	0,06	0,20	5	0,06	0,31	10	0,06	0,25
Lab	*Thalassoma lunare*	5	0,06	0,48	5	0,06	0,33	10	0,06	0,40
Mul	*Parupeneus ciliatus*	3	0,04	2,45				3	0,02	1,22
Nem	*Scolopsis bilineatus*	6	0,08	5,17				6	0,04	2,59
Poc	*Centropyge bicolor*	2	0,05	0,38	2	0,05	0,13	4	0,05	0,25
Poc	*Centropyge bispinosa*	3	0,08	0,56	2	0,05	0,14	5	0,06	0,35
Poc	*Centropyge tibicen*	2	0,05	0,29	3	0,08	0,12	5	0,06	0,20
Pom	*Chromis fumea*				20	0,50	0,82	20	0,25	0,41
Pom	*Chromis viridis*	50	1,25	2,44				50	0,63	1,22
Pom	*Chrysiptera rollandi*	10	0,25	0,19				10	0,13	0,09
Pom	*Dascyllus reticulatus*				20	0,50	1,20	20	0,25	0,60
Pom	*Pomacentrus moluccensis*	10	0,25	0,46	15	0,38	0,69	25	0,31	0,58
Sca	*Chlorurus sordidus*				4	0,10	3,62	4	0,05	1,81
Sca	*Scarus flavipectoralis*	6	0,15	47,60				6	0,08	23,80
	Total	**111**	**2,43**	**69,18**	**120**	**2,30**	**90,54**	**231**	**2,36**	**79,86**
	Biodiversité		18			20			30	
	Indice de Shannon =	3,913								
	Equitabilité =	0,798								

Sur l'ensemble des transects de la station, 231 individus appartenant à 30 espèces différentes (figure 73) ont pu être observés. Ils représentent une densité de 1.36 poissons/m² pour une biomasse de 79.86 g/m².
51 espèces supplémentaires (e.g. hors des transects et hors liste restreinte [*en bleu*]) ont été observées sur la station (cf. tableau 132).

[17] Données par rapport à la liste restreinte du cahier des charges, cf. annexe 01.

Tableau n°132 : Liste des espèces complémentaires (ST12)

Ugo ST12					
Fam	**Espèces**	**Fam**	**Espèces**	**Fam**	**Espèces**
Aca	*Acanthurus blochii*	Lab	*Bodianus axillaris*	Pom	*Abudefduf whitleyi*
Aca	*Naso unicornis*	Lab	*Bodianus bilunulatus*	Pom	*Amblyglyphidodon orbicularis*
Aca	*Zebrasoma scopas*	Lab	*Bodianus mesothorax*	Pom	*Chromis amboinensis*
Aca	*Zebrasoma veliferum*	Lab	*Choerodon fasciatus*	Pom	*Chromis lepidolepsis*
Apo	*Apogon doederleini*	Lab	*Epibulus insidiator*	Pom	*Chromis margaritifer*
Apo	*Apogon fuscus*	Lab	*Halichoeres melanurus*	Pom	*Chrysiptera rex*
Apo	*Apogon sp*	Lab	*Hemigymnus fasciatus*	Pom	*Chrysiptera taupou*
Apo	*Archamia leai*	Lab	*Hologymnosus annulatus*	Pom	*Neoglyphidodon nigroris*
Apo	*Cheilodipterus macrodon*	Lab	*Labroides bicolor*	Pom	*Pomacentrus amboinensis*
Apo	*Ostorhinchus aureus*	Lab	*Labropsis australis*	Pom	*Pomacentrus nagasakiensis*
Aul	*Aulostomus chinensis*	Lab	*Oxycheilinus celebicus*	Pri	*Priacanthus hamrur*
Bal	*Sufflamen fraenatus*	Lab	*Oxycheilinus diagrammus*	Sca	*Scarus altipinnis*
Cha	*Heniochus acuminatus*	Lei	*Leiognathus equulus*	Sig	*Siganus argenteus*
Epi	*Anyperodon leucogrammicus*	Let	*Gnathodentex aureolineatus*	Sig	*Siganus doliatus*
Lab	*Anampses caeruleopunctatus*	Let	*Lethrinus nebulosus*	Sig	*Siganus spinus*
Lab	*Anampses femininus*	Mic	*Gunnellichthys curiosus*	Sig	*Siganus vulpinus*
Lab	*Anampses neoguinaicus*	Pom	*Abudefduf sexfasciatus*	Syn	*Synodus variegatus*

Le nombre d'espèces pour chaque famille depuis 2009 est donné dans le tableau 133 et spécifiquement pour la campagne de mars 2011 sur la figure 73.

Tableau n°133 : Nombre d'espèces par famille ichtyologique de 2009 à 2011 (ST12)

Familles	Ugo ST12					
	2007	2008	2009	2010 a	2010 b	2011 a
Acanthuridae	*Pas d'échantillonnage*		3	4	2	**1**
Anthiinidae				1		
Blenniidae			2	2	1	**1**
Caesionidae			1		1	**1**
Canthigasteridae			1			
Carangidae				1		
Chaetodontidae			3	6		**7**
Epinephelinae			2	2		**3**
Gobiidae				1		
Haemulidae						**1**
Labridae			2	5	3	**4**
Lutjanidae				2		
Mullidae				1		**1**
Nemipteridae			1	1	1	**1**
Pomacanthidae			2	4	4	**3**
Pomacentridae			5	8	5	**5**
Scaridae			1	1	1	**2**
Siganidae				2		
Total espèces			**23**	**41**	**18**	**30**
Total familles			**11**	**15**	**8**	**12**

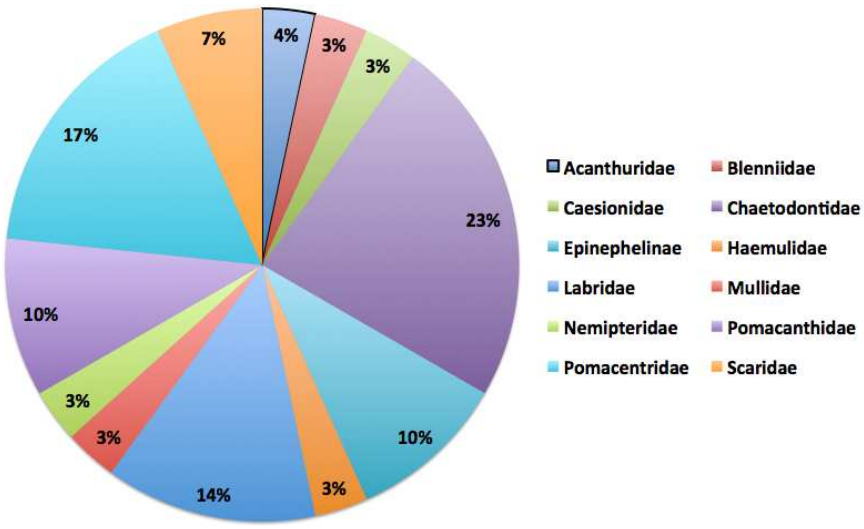


Figure n°73 : Richesse spécifique par famille de poissons (ST12)

Si la comparaison du nombre d'espèces par famille entre les années 2009 - 2011 est effectuée (cf. tableau 134), sous l'angle de vue de ce critère les quatre campagnes sont hautement similaires.

Tableau n°134 : Comparaison de l'évolution de la richesse spécifique par famille, 2009 à 2011 (ST12)

Test $\chi 2$	ddl	Seuil de tolérance à 0,95
35.20	51	68.67

Le récapitulatif des résultats en terme de :

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

pour toutes les campagnes depuis 2007 sont présentés dans le tableau 135 et la figure 74.

Tableau n°135 : Synopsis des résultats 2011 et récapitulatif des années précédentes (ST12)

Ugo ST12		Liste DENV					Toutes espèces
		Transect TLV				Station	Station
		Nb. ind.	Densité	Biom. g/m^2	Biodiv.	Biodiv.	Biodiv.
2011 a	Transect A	111	2,43	69,18			
	Transect B	120	2,30	90,54			
	Moy. ABC	115,50	2,36	79,86	30	43	81
2010 b	Moy. ABC	108	1,44	13,93	18	28	50
2010 a	Moy. ABC	93,00	3,01	63,58	41	58	90
2009	Moy. ABC	100,50	3,49	73,03	23	40	70
2008	Moy. ABC	*Pas d'échantillonnage*					
2007	Moy. ABC						

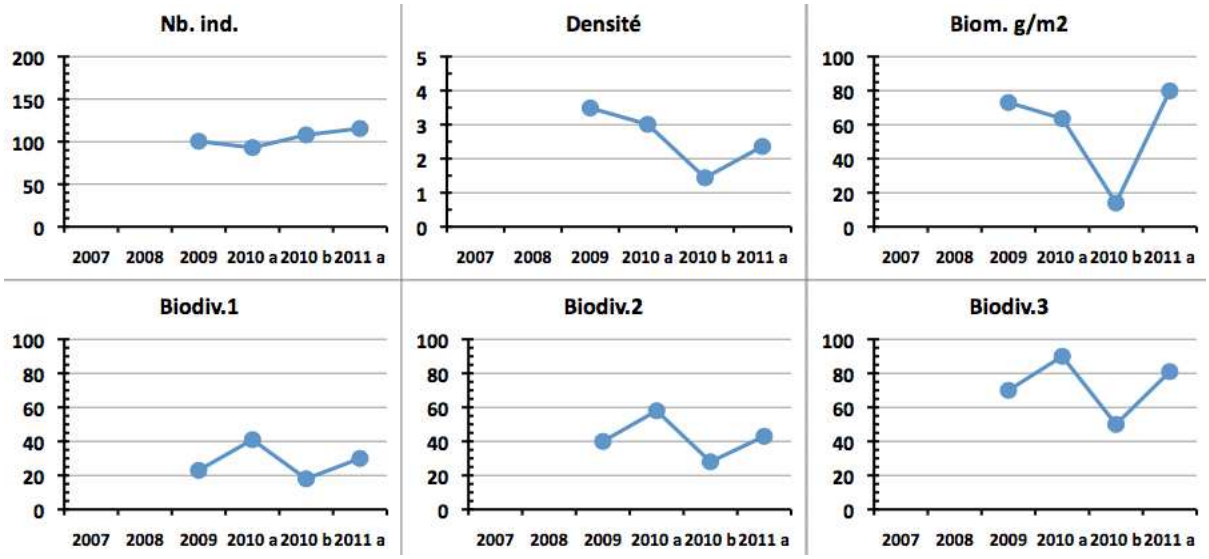


Figure n°74 : Evolution des paramètres biologiques ichtyologiques depuis 2009 (ST12)

5 Résultats généraux / Synthèse

Les cartes 15 et 16 présentent la synthèse des résultats bruts pour cette mission à chaque station, à savoir :

- pour la faune icthyologique : la diversité spécifique (nombre d'espèces observées, liste restreinte), la densité (nb. individus/m²) et la biomasse (g/m²),
- pour les communautés benthiques : la richesse taxonomique (nombre d'espèces) des 3 groupes clés : les macrophytes et invertébrés, les coraux scléractiniaires et les autres coraux,
- pour le substrat : le pourcentage de recouvrement de 3 composantes clés : la partie abiotique et les coraux puis le reste (c'est-à-dire, les macrophytes, invertébrés, autres coraux, etc. regroupés sous « macrophytes & invertébrés »), ces deux groupes formant la partie biotique.

5.1 Substrat

Les pourcentages de recouvrement du substrat, pour toutes les catégories, sont présentés dans le tableau 168 en annexe 04 (résultats par transect pour toutes les stations).

Le tableau 169 en annexe 04 et la figure 75 ci-dessous, récapitulent les pourcentages de couverture du substrat aux différents transects de chaque station pour :

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

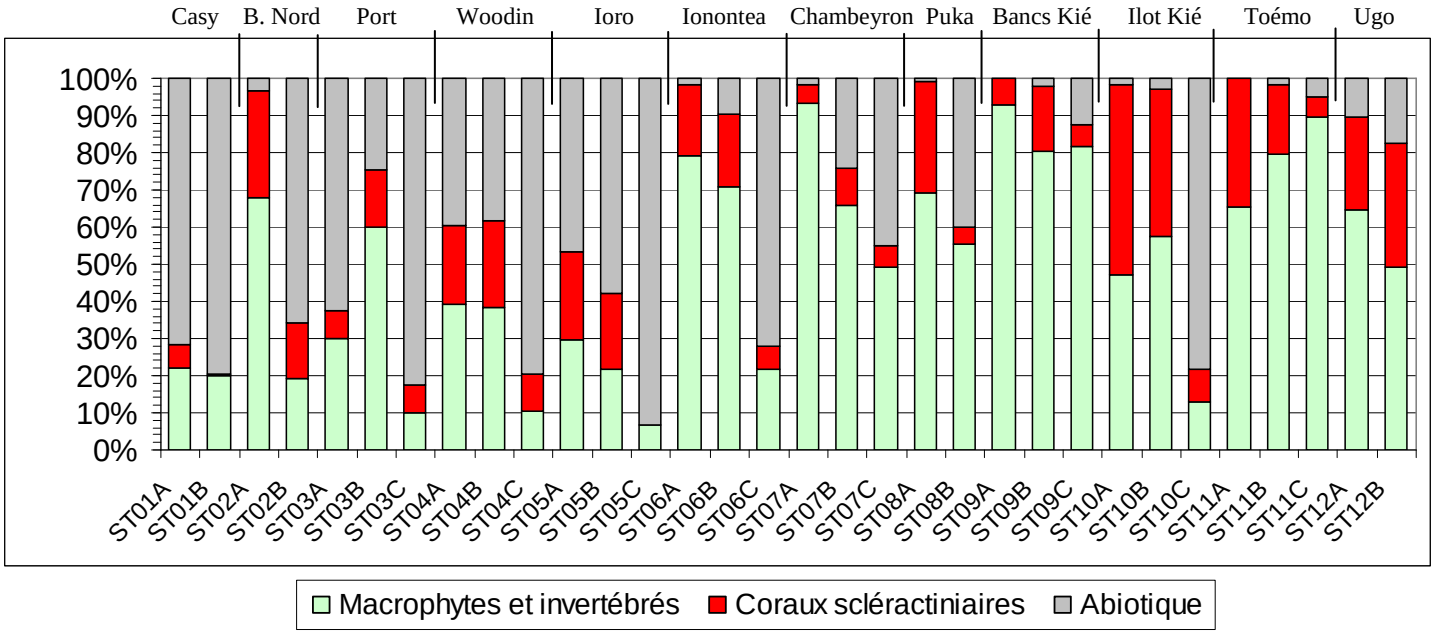


Figure n°75 : Représentation du recouvrement (en %) du substrat partie biotique/abiotique

Les stations situées en baie de Prony et canal Woodin (exception du transect ST02A et ST03B) ont un substrat à majorité abiotique (moyenne de 65.5%). Ces stations ont, par ailleurs, le taux de recouvrement corallien moyen le plus faible de toute la zone d'étude (13.65%), en légère hausse par rapport à la mission précédente (12% en septembre 2010).

Les stations (et les transects dans chaque station) dans le canal de la Havannah sont très diversifiées, avec une dominance du substrat biotique (excepté pour la station ST05 qui est installée sur une pente sédimentaire composée principalement de sable coquillé, pour les transect ST06C, ST07C, ST08B et ST10C qui sont positionnés en bas de tombant récifal sur le début de la pente sédimentaire). Malgré cela, l'abiotique représente moins de 24% en moyenne du recouvrement. La moyenne du taux de recouvrement corallien dans le canal de la Havannah est aussi plus élevée (près de 18%), avec pour cette zone et cette campagne aussi une légère augmentation (15% en septembre 2010).

La station présentant le plus fort taux de recouvrement corallien scléractiniaire est toujours ST10 (îlot Kié, dans la réserve Merlet). Elle est suivie par les 2 mêmes stations, qui ont juste interchangé leur place : l'îlot Ugo (ST12) passe en 2ème position et la ST11 (récif Toémo) rétrograde au 3ème rang.

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

5.2 Benthos

Les résultats bruts (listing et abondance) du dénombrement du benthos, sont présentés en annexe 05 (résultats par transect pour toutes les stations).

Le tableau 178 en annexe 05 et la figure 76 ci-dessous, récapitulent la richesse spécifique par niveau bathymétrique (le nombre de taxa aux différents transects) de chaque station pour le benthos.
Ce dernier a été réparti en 3 grands groupes :

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

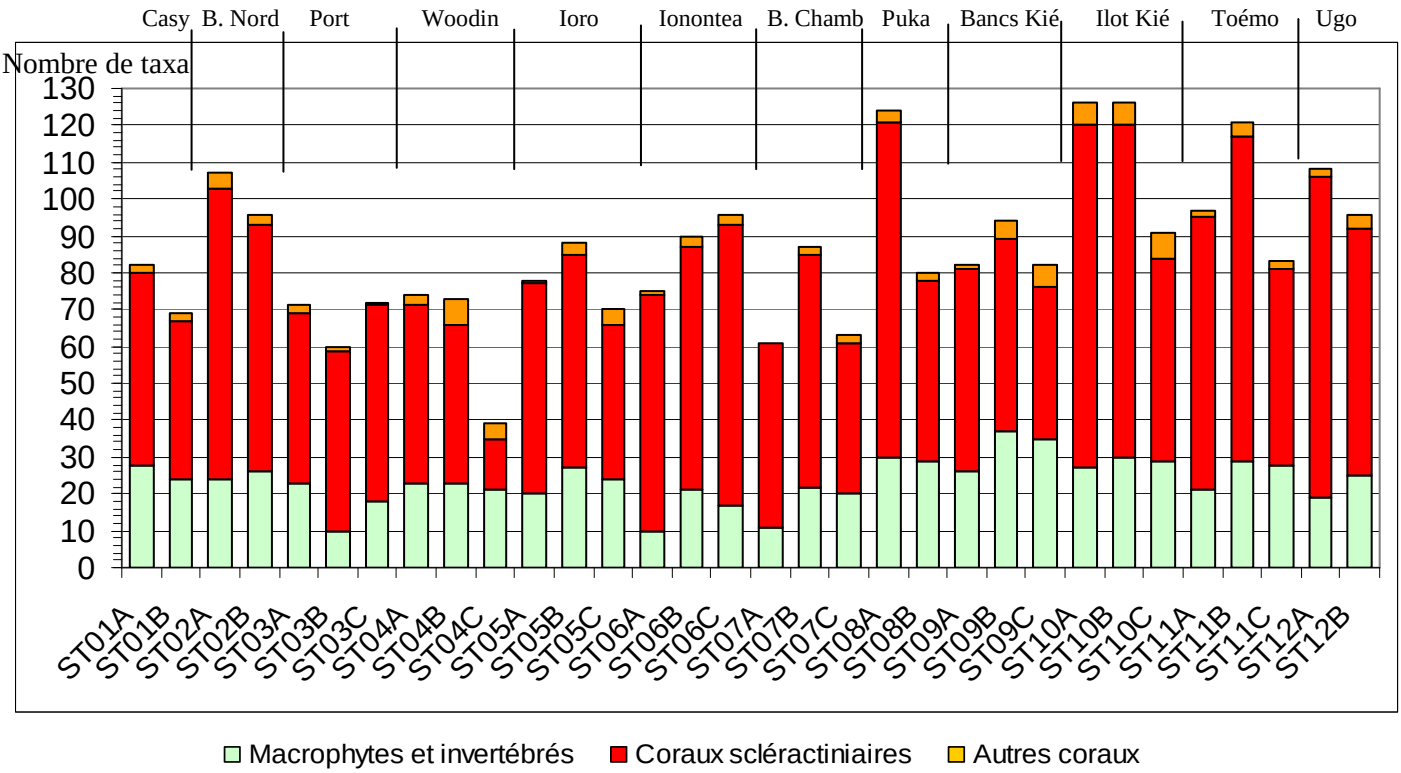


Figure n°76 : Richesse taxonomique du benthos dans les 3 groupes clés

La biodiversité corallienne est très contrastée, notamment pour les scléractiniaires dont 14 à 93 espèces différentes ont été dénombrées selon les stations. La moyenne du nombre d'espèce corallienne pour l'ensemble de la zone (baie de Prony, canal Woodin et canal de la Havannah) est de 60 taxa (stable par rapport à septembre 2010), même si certaines espèces n'ont pas été répertoriées pour cette mission : leur disparition a été contrebalancée par l'apparition de nouvelles.
Les stations du canal de la Havannah sont globalement plus riches (moyenne de 64 taxa vs 49 taxa pour celles de la baie de Prony-Canal Woodin). Le transect où la richesse spécifique est la plus importante est le ST10A (îlot Kié, situé dans la réserve Yves Merlet) et le ST08A (Puka) (avec respectivement 93 et 91 espèces coralliennes inventoriées). Bien que cette richesse soit importante, les espèces présentent dans le canal de la Havannah sont relativement fréquentes dans le lagon Sud de Nouvelle-Calédonie.

A contrario, les espèces inféodées à la baie de Prony développent des morphoses particulières dans le monde, la conjonction des paramètres environnementaux de cette baie rendant le développement des coraux unique. Certaines espèces sont considérées comme rares dans les eaux calédoniennes (*Alveopora catalai*, *Blastomussa merleti*…). Si la richesse spécifique des stations de la baie de Prony est relativement plus faible que pour les stations du canal de la Havannah, ceci est à minorer car la ST02 (Creek baie Nord) recense un nombre très important d'espèces (79 et 67 espèces). Par ailleurs, la baie de Prony renferme une multitude de biotopes qui ne sont pas explorés dans le cadre de cette étude.

D'autre part, la richesse spécifique des macrophytes est comprise entre 10 à 37 taxa pour l'ensemble de la zone (avec une moyenne de près de 24 taxa par transect) (en diminution d'un point par rapport à septembre 2010).
Généralement le nombre d'espèces de macrophytes d'un milieu ne va pas beaucoup varié, c'est plûtot leur abondance qui va évoluer selon les variations de température de l'eau et l'hydrodynamisme. Certaines espèces vont être typiques pour un biotope considéré et selon la saisonnalité elles vont plus ou moins dominer (l'hydrodynamisme important et la température de l'eau influencent leur développement).

De manière générale, la biodiversité est plus faible pour les niveaux bathymétriques les plus profonds. Cela s'expliquant entre autre par la baisse de la pénétration de la lumière dans l'eau par rapport à la profondeur. Ce phénomène entraîne une diminution de la photosynthèse, principalement pour les coraux scléractiniaires hermatypiques et les macrophytes qui représentent les habitats principaux de la faune récifale.

5.3 Ichtyologie

Les résultats bruts et traités du comptage des poissons, sont présentés dans chaque station et en annexe 06.

Les paramètres biologiques globaux concernant les stations sont présentés dans le tableau 136 et les figures 77 à 79 (rappel : liste restreinte).

Tableau n°136 : Récapitulatif des paramètres biologiques pour l'ichtyofaune

STATION / PARAMETRES BIOLOGIQUES	ST01 Casy	ST02 B. nord	ST03 Port	ST04 Wood.	ST05 Ioro	ST06 Ionon.	ST07 Chamb	ST08 Puka	ST09 B. Kié	ST10 I. Kié	ST11 Toémo	ST12 Ugo
Nombre individus	47	71	192	507	424	535	609	123	462	1 385	388	231
Richesse spécifique	12	13	16	64	56	51	55	26	39	59	51	30
Densité (nb ind/m²)	0,30	0,61	0,86	2,11	1,56	2,23	1,88	0,68	1,81	5,47	2,50	2,36
Biomasse (g/m²)	1,01	60,95	19,13	730,66	661,47	687,65	3 101	28,27	593,06	1 014,9	188,39	79,86
Indice de Shannon	3,22	2,83	3,23	4,95	4,98	4,37	5,03	4,08	4,72	3,43	4,39	3,91
Indice Equitabilité	0,90	0,77	0,81	0,82	0,86	0,82	0,87	0,87	0,89	0,58	0,77	0,80

Comme pour la mission précédente, c'est la station 01 (Casy) qui présente les plus faibles chiffres en abondance, richesse spécifique, densité et biomasse. Par contre, elle possède l'indice d'équitabilité le plus élevé : c'est donc une station assez pauvre en nombre d'individus (et de petites tailles), mais avec une structure des populations relativement homogène.
Pour cette mission, encore une fois c'est la station de l'îlot Kié qui est particulièrement riche en individus et donc en densité. Par contre, elle présente un indice d'équitabilité bas (certaines espèces comptent de très nombreux individus, contrairement à d'autres faiblement représentées).
Il faut aussi retenir cette fois ci la biommase très élevée sur Basse Chambeyron, mais dont la représentativité est influencée par les bancs de sprats présents.

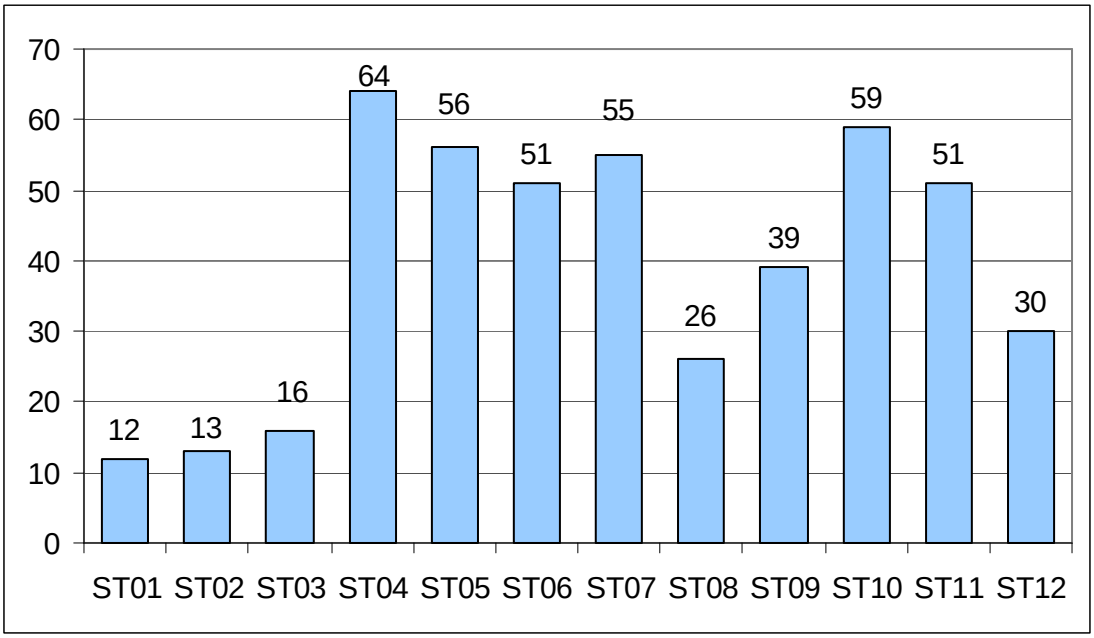
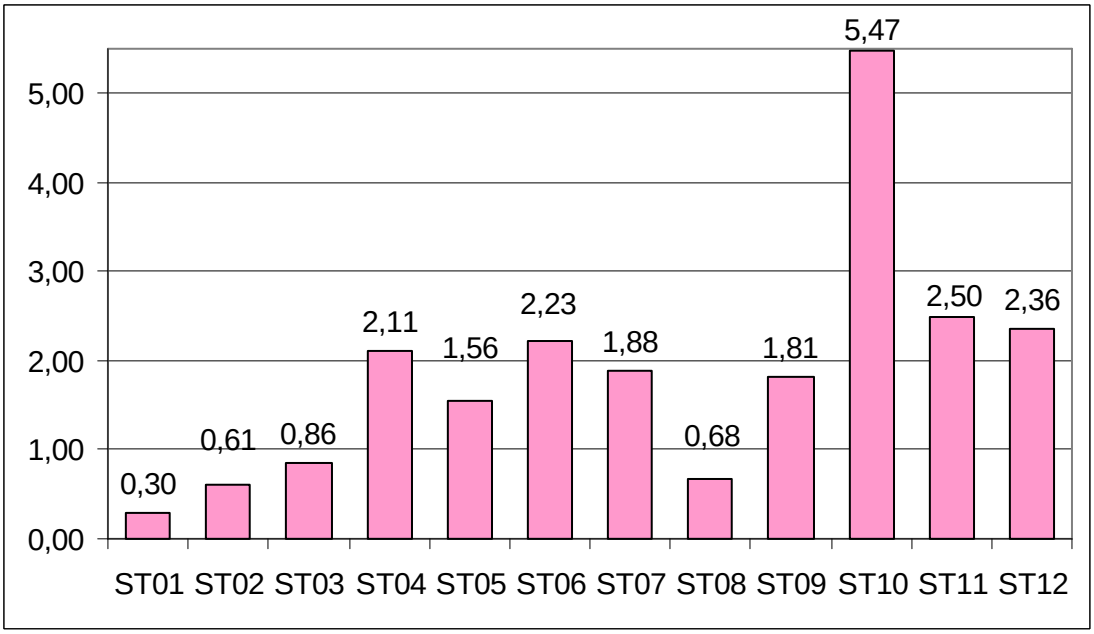


Figure n°77 : Richesse spécifique de l'ichtyofaune par station



ST01	Casy
ST02	B. Nord
ST03	Port
ST04	Woodin
ST05	Ioro
ST06	Ionontea
ST07	Chambeyron
ST08	Puka
ST09	Bancs Kié
ST10	Ilot Kié
ST11	Toémo
ST12	Ugo

Figure n°78 : Densité (nb ind/m²) de l'ichtyofaune par station

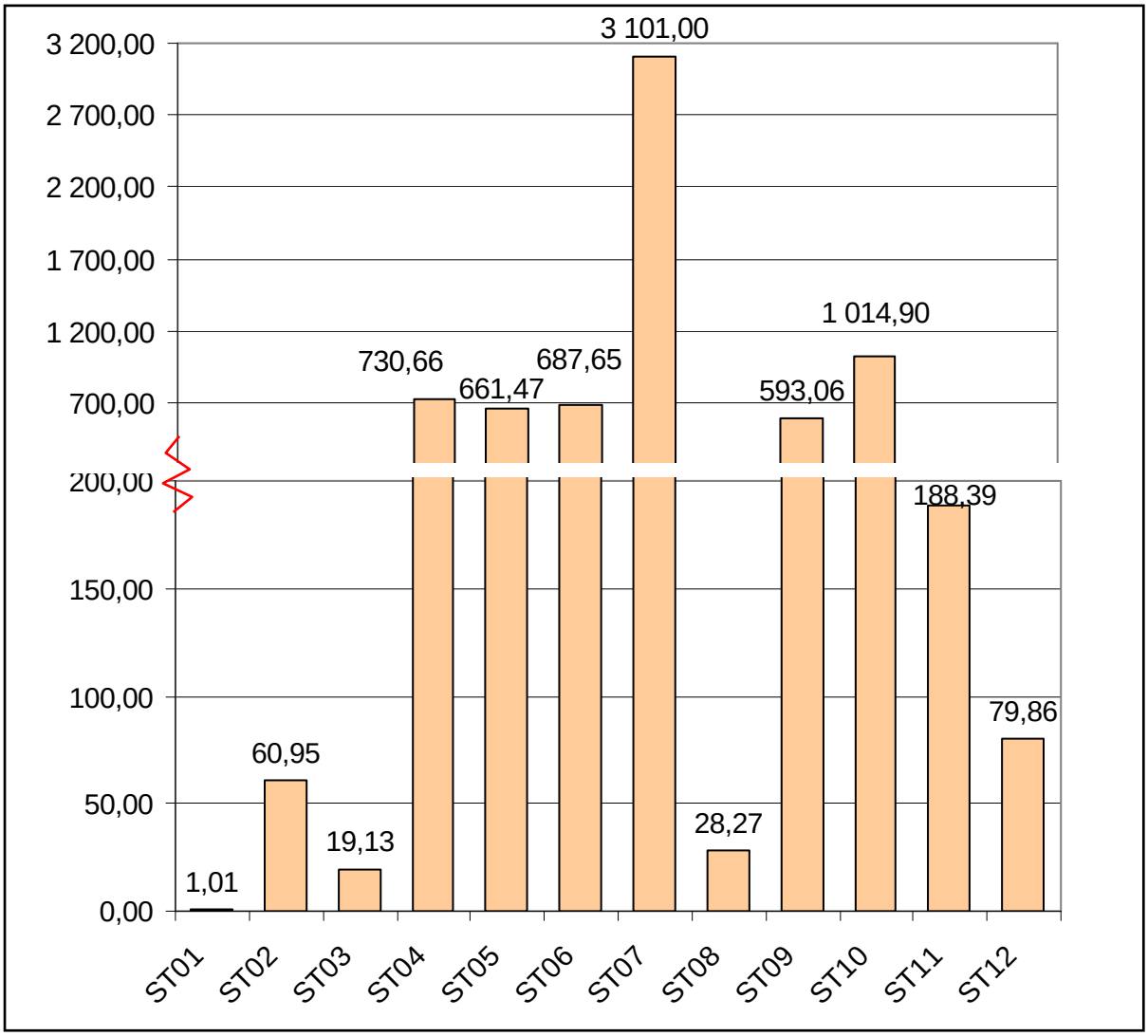
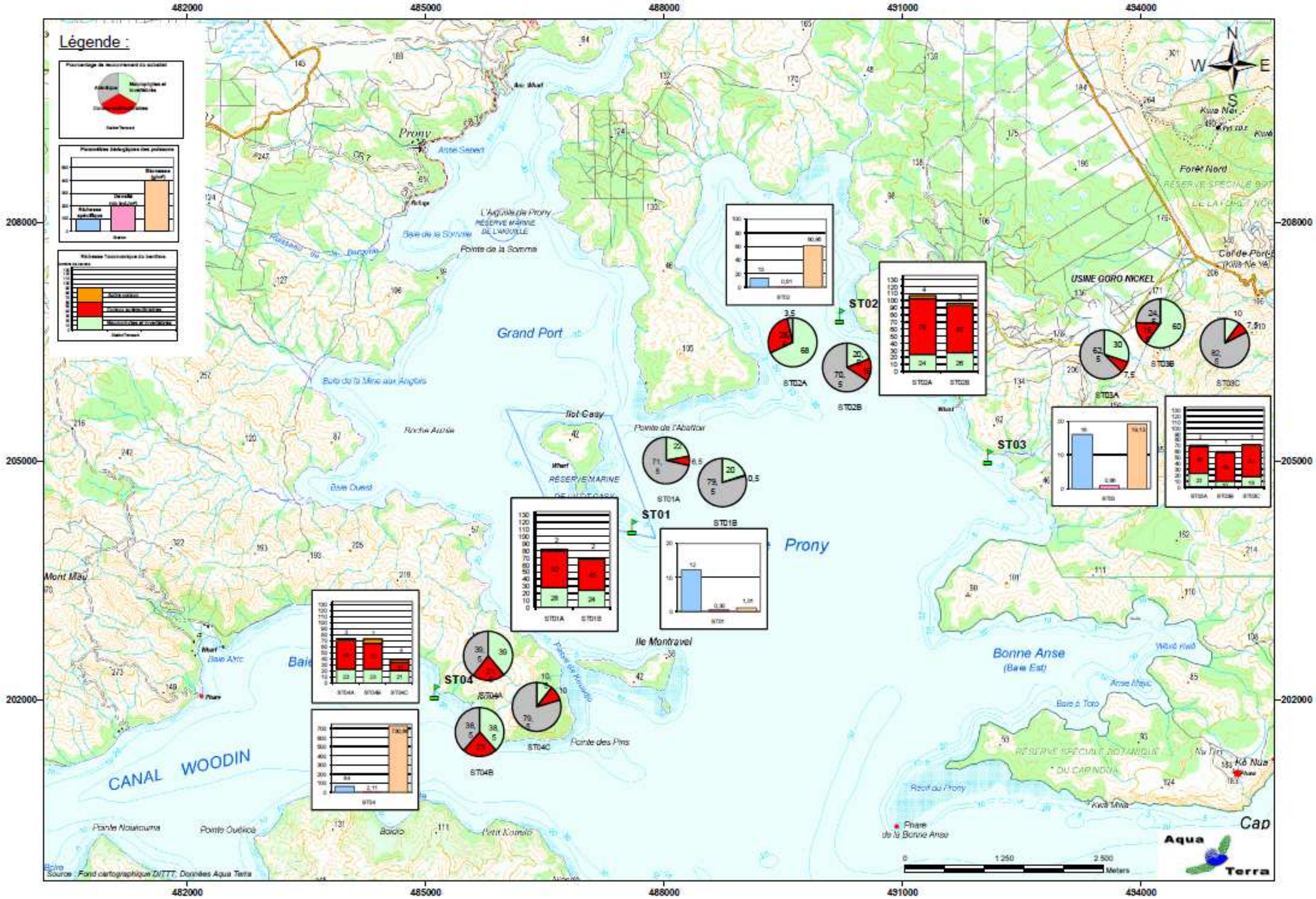


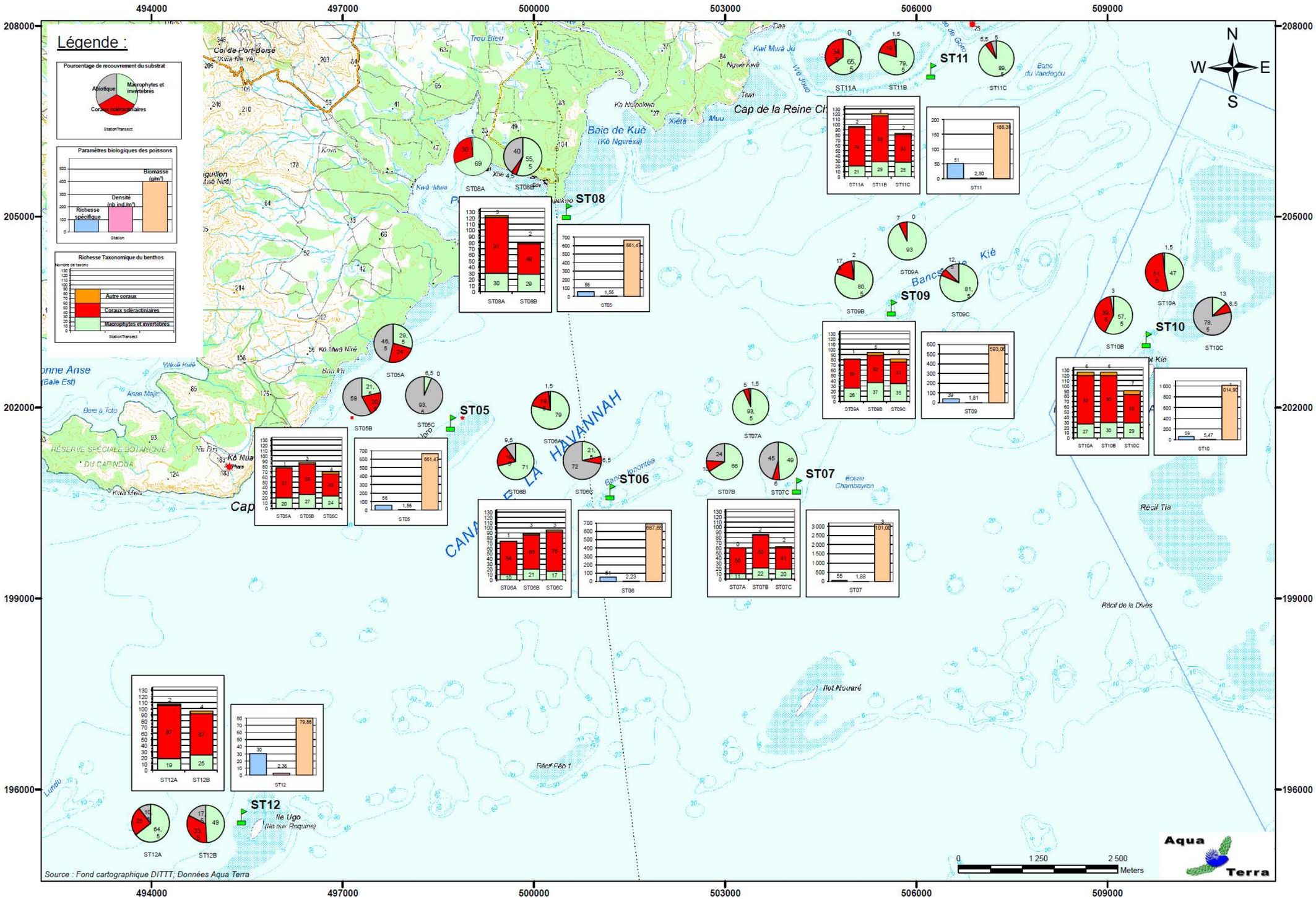
Figure n°79 : Biomasse (g/m²) de l'ichtyofaune par station

5.4 Espèces exogènes

Au cours des différentes plongées, au fur et à mesure de la détermination des espèces rencontrées, quelle que soit l'embranchement, nous essayons de détecter la présence d'espèces exogènes.
Au vu de l'étendue de la zone géogaphique (baie de Prony, canal Woodin et canal de la Havannah) où se situent les stations, à la complexité et la multicité des habitats présents et à la diversité importante des taxons potentiels, nos observations sont à minorer et non représentatives.
Cependant, pour cette mission, comme précédemment, nous n'avons pas fait d'observation de ce type.



Carte n°015 : Résultats généraux : ichtyofaune, communautés benthiques, substrat par station de la baie de Prony – canal Woodin



Carte n°016 : Résultats généraux : ichtyofaune, communautés benthiques, substrat par station pour le canal de la Havannah

6 Comparaison avec les données historiques

En préalable, il faut présenter les points importants des travaux de 2005, 2007, 2008, 2009 et 2010 et les divergences entre les conditions météorologiques-périodes, techniques-matériels et/ou méthodologie.
Les différences relevées sont listées dans le tableau 164 en annexe 02 (non exhaustif) et ne tiennent pas compte des aléas humains (les comptages visuels et la précision dans l'identification des espèces tant ichthyologiques que coralliennes peuvent varier selon l'expertise des observateurs, les conditions météorologiques, le protocole utilisé et les moyens de respiration sous-marine par exemple).
En synthèse, succinctement, en 2005, le dénombrement des poissons par Mélanopus (canal de la Havannah) et A2EP (baie de Prony) s'est fait sur des transects à largeur fixe de 50 m de long, alors qu'A2EP en 2007 et AQUA TERRA en 2008, 2009 et 2010 ont fait les dénombrements sur des transects à largeur variable de 20 m de long comme l'impose le cahier des charges. Par ailleurs, en 2005 le plongeur de Mélanopus a travaillé au NITROX tandis que depuis 2007 les plongeurs d'A2EP puis d'AQUA TERRA travaillent à l'air comprimé. De plus, la mission 2007 s'est déroulée en hiver (fin août – début septembre) sous un très mauvais temps (vent fort et pluie) entretenant une eau très turbide. La mission de 2008 s'est déroulée au printemps (fin octobre – début novembre) sous un grand beau temps et donc une eau très claire. La mission 2009 s'est déroulée à la fin de l'automne (mi-juin) sous un régime d'alizés modérés. La mission de mars-avril 2010 a été réalisée à la toute fin de l'été (début saison fraîche), avec des conditions météorologiques moyennes (vent et pluies) et la précédente a été réalisée à la fin de l'hiver (fin septembre 2010), avec des conditions météorologiques plutôt bonnes (soleil, peu de vent et peu de courants).
La mission objet de ce rapport a été réalisée à nouveau à la toute fin de l'été (début saison fraîche), avec des conditions météorologiques plutôt moyennes (ciel assez couvert, vent autour de 15 nds, houle et clapot et courant plutôt marqué).

Tous les échantillonnages de cette mission ont été réalisés par les mêmes intervenants que pour les campagnes précédentes depuis 2008. L'écart temporel est d'environ 6 mois, avec la dernière mission (septembre 2010) et les conditions climatologiques étaient moins bonnes.

6.1 Substrat

Pour suivre une évolution globale, nous avons comparé les résultats (en pourcentage de recouvrement) du biotique (en deux groupes : les coraux scléractiniaires et les autres organismes vivants, rangés sous le terme de « macrophytes et invertébrés ») et des fonds abiotiques (tableau 142).

Selon plusieurs études [05, 06], 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 nécessite 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 » [07].
Pour ces raisons et les différences dans les conditions d'éxécution des différentes campagnes, nous n'avons donc gardé que la marge supérieure à 20% de fluctuation.

Dans l'ensemble, il y a peu de variations générales : les stations apparaissent relativement stables notamment en ce qui concerne le pourcentage de recouvrement en coraux scélractiniaires (fourchette entre -2.5% et +15%), même si la tendance générale semble être une légère hausse (+2.52% en tout en moyenne sur les 12 stations, soit 32 transects).
Au niveau individuel, les variations qui apparaissent sont la résultante d'une explosion algale : ST02A, ST03A et B, ST05A et ST08C. Ces variations de recouvrement par les algues sont cycliques et ne paraissent pas avoir de source liée à une pollution ou une dégradation d'origine anthropique du milieu.
Seul le transect inférieur de la station 06 (Ionontea, ST06C) subit une variation inverse avec moins d'algues que lors de la mission précédente.

6.2 Benthos

6.2.1 Variation de la richesse taxonomique depuis 2008

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 (les « macrophytes et invertébrés », « coraux scléractiniaires » et « autres coraux ») (cf. tableau 143 et figures 80 et 81).

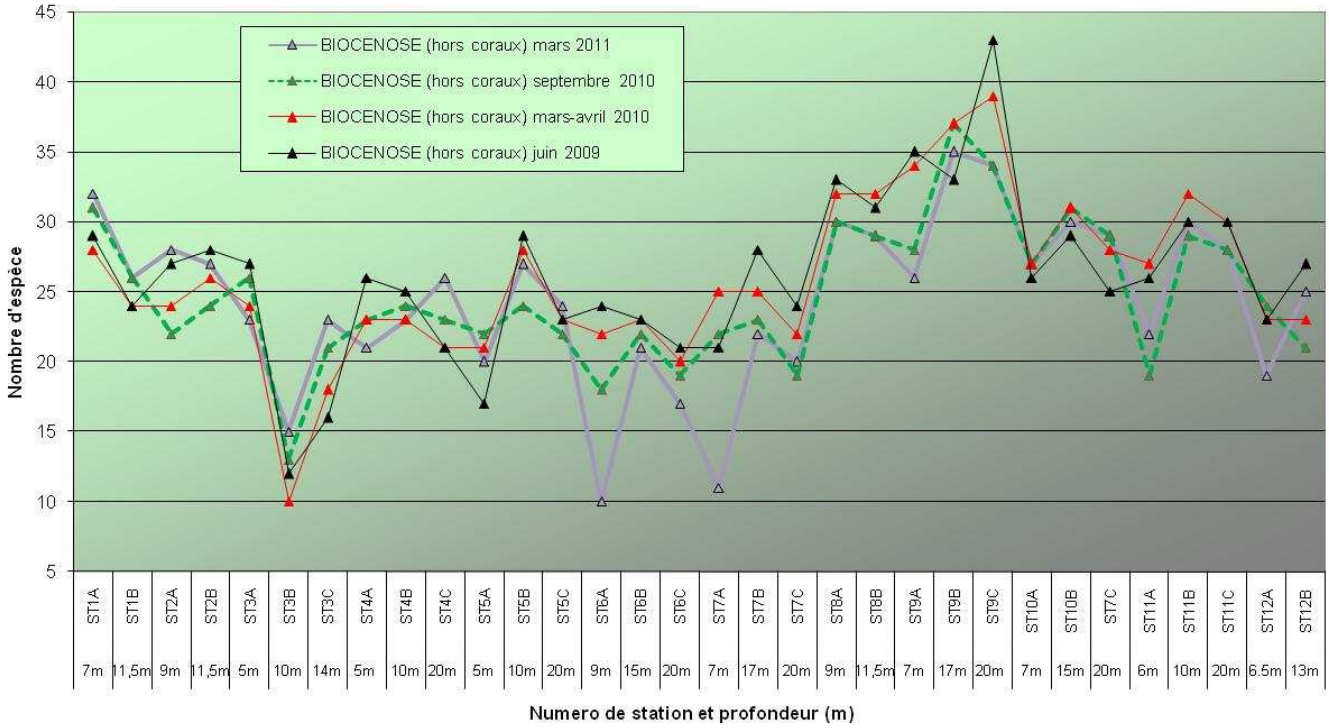


Figure n°80 : Compraison des richesses spécifiques (tout hors coraux), par station, depuis juin 2009

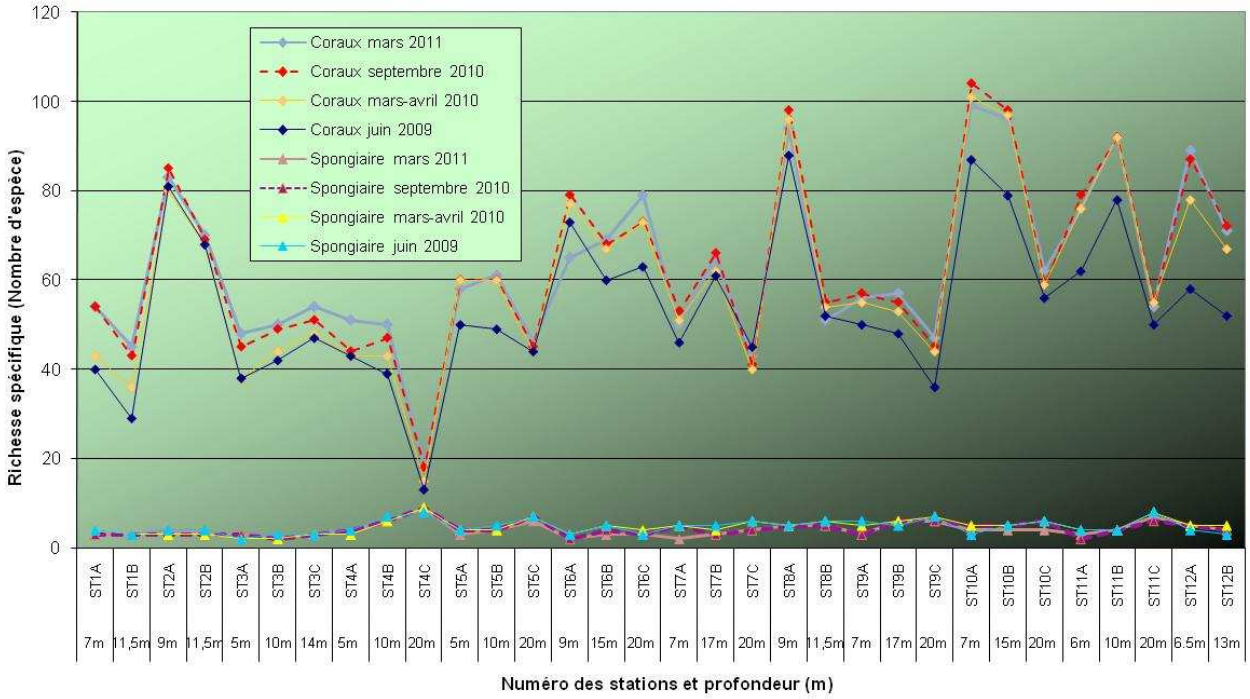


Figure n°81 : Compraison des richesses spécifiques (coraux, spongiaires), par station, depuis juin 2009

6.2.1.1 De manière générale entre 2008 et septembre 2010 (rétrospective)

- Les organismes mobiles

Les astéries, holothuries, échinides, crinoïdes, mollusques… sont sensibles aux variations saisonnières et à l'intensité des courants. Les valeurs de richesse spécifique et d'abondance suivent relativement les mêmes tendances d'une mission à une autre, mais les espèces peuvent migrer selon leur capacité d'adaptation aux variations de l'environnement (hydrodynamisme, apport en nourriture, variation de température…). Les organismes mobiles vont alors migrer le long du récif et/ou en profondeur selon les conditions environnementales.

- Les macrophytes

Les variations saisonnières lors de l'été austral sont surtout enregistrées pour la flore marine (baisse de la couverture en algues vertes et brunes et augmentation en algues rouges). Les algues connaissent généralement leur maximum de recouvrement vers la fin de 1'été, au moment où les températures de 1'eau ambiante atteignent leurs plus hauts niveaux annuels. Les macrophytes montrent une très bonne faculté d'adaptation au milieu par leur potentiel de régénération, leurs systèmes de défense chimique, leur coopération avec d'autres organismes. On constate que les macrophytes sont d'autant plus fragilisées avec les forts courants dans le canal de la Havannah (au niveau bathymétrique supérieur, sur le transect A) qu'en baie de Prony. Le phénomène de saisonnalité est donc accentué avec les conditions hydrodynamiques importantes (phénomène d'arrachement par les courants et le ressac).
Le cycle de vie de la plupart des espèces algales se produit durant les mois de novembre-décembre et mai-juin (respectivement été et hiver austral). Selon leur cycle de vie, les algues se détachent de leur habitat à cause de la sénescence (affaiblissement des fonctions vitales provoqué par le vieillissement).

- Les coraux

Les courbes comparatives de la richesse spécifique corallienne entre les missions de juin 2009 et de septembre 2010 suivent les mêmes tendances selon les différentes stations avec une légère augmentation au fur et à mesure des missions (recrutement > mortalité). Seul le transect positionné en bas de pente de la station Chambeyron (ST07C) a un déficit dans le nombre d'espèce depuis juin 2009. Cette dégradation a été causée par un effondrement de nombreux débris et roche qui ont dévalé la pente sédimentaire et ont brisé et cassé les colonies en bas de pente (dépression Jasper).

- La station où la richesse spécifique est la plus élevée est le haut de l'éperon du récif frangeant de l'Ilot Kié (ST10A) qui dénombre 104 espèces coralliennes en septembre 2010.
- La station où la richesse spécifique est la plus basse est le bas du récif frangeant dans le Canal Woodin (ST04C) qui dénombre 13 espèces coralliennes en septembre 2010.
- Le nombre d'espèces coralliennes est plus important pour les niveaux bathymétriques supérieurs que pour le bas des tombants récifaux.
- Jusqu'en septembre 2010, l'abondance des colonies coralliennes juvéniles sur l'ensemble des stations caractérise des récifs en bonne santé, assurant le maintien des populations à l'échelle décennale (capacité de recolonisation et de résilience).
- Les variations du recouvrement (abondance) des colonies coralliennes sont relativement faibles, elles sont généralement corrélées à de la prédation et/ou à des variations des conditions environnementales importantes. Pour la mission de septembre 2010, les marques de prédations étaient minoritaires ainsi que le blanchissement mais en période estivale on peut enregistrer une augmentation de la température de l'eau et de ce fait constater des perturbations sur les colonies s'édifiant dans les parties supérieures des récifs. Généralement les colonies concernées sont seulement perturbées et expulsent leurs zooxanthelles (phénomène de blanchissement). Ce phénomène n'est pas irréversible car les coraux ont une résilience très importante et si les conditions environnementales redeviennent à la normale alors elles réintégreront leur état d'origine.

- Les alcyonaires

Ils ont un recouvrement important en baie de Prony alors que leur colonisation reste modérée dans l'ensemble des stations du canal Woodin et du canal de la Havannah (sauf ST12B où les conditions hydrodynamiques sont plus calmes).
Les alcyonaires ont relativement peu de variation concernant la richesse spécifique et de recouvrement d'une mission à une autre. Les genres se répartissent plus ou moins abondamment sur les récifs, selon l'exposition

aux agents hydrodynamiques et selon l'apport sédimentaire. Les genres *Lobophytum*, *Xenia* et *Dendronepthya* sont plus développés dans le canal de la Havannah et les genres *Sarcophyton* et *Sinularia* privilégient les milieux calmes et hypersédimentaires. La prédation est minoritaire, une colonie de *Lobophytum* a été nécrosée par une *Ovula ovum* en bas de tombant de la station de l'îlot Kié (ST10C). Les autres dégradations sont faibles et peuvent provenir de l'arrachement des colonies pour les récifs les plus exposés aux agents hydrodynamiques.

- Les spongiaires

Le genre *Cliona* est retenu pour être un bon indicateur de la pression et des changements de l'environnement. Les éponges encroûtante (*Cliona jullienei* et *C. orientalis*) profitent des phases d'affaiblissement corallienne pour se développer et encroûter quelques colonies (généralement massives). En septembre 2010, le développement des spongiaires était considéré comme étant normal. Les colonies prises comme témoins dans les stations d'études se situant préférentiellement dans le canal de la Havannah (ST05, ST06, ST07 et ST08) et elles avaient une croissance d'environ 3cm/6mois.

- Les cyanobactéries

Elles sont caractéristiques d'un dérèglement du système environnemental lorsque leur développement est important (milieu riche en composés organiques dissous et plus particulièrement en composés azotés). Leur développement est favorisé avec l'augmentation de température de l'eau (période estivale) et/ou la dégradation des coraux (arrachement, casse, blanchissement…).

Depuis 2008 jusqu'à septembre 2010, les cyanobactéries filamenteuses ont été observées dans de nombreuses stations de suivi sauf pour les stations ST02A, ST02B, ST04, ST05 et ST10C). Généralement leur recouvrement est plutôt faible mais nous avons pu constater une forte augmentation du recouvrement durant le mois de juin 2009 (ST03A, ST06C, ST10A et ST11) suite aux perturbations environnementales entrainées par la dépression Jasper (mars 2009) ainsi que durant la mission de septembre 2010 (ST03A) qui pourrait être attribuée aux activités portuaire de Goro.

Les cyanobactéries se développent généralement par petites plaques sur la vase (semenciers), sur les coraux morts encore en place ou les nouveaux débris. Le développement en faible proportion est un phénomène naturel à surveiller mais qui n'a pas d'incidence sur l'environnement.

6.2.1.2 Variations de septembre 2010 à mars 2011

Les organismes benthiques recensés dans les stations de suivi environnemental peuvent varier du point de vue spécifique et de leur abondance selon les périodes d'inventaire (saisonnalité), le recrutement, la mortalité ou leur mobilité.
Les valeurs comparatives de la richesse spécifique « RS » sont annotées ci-dessous de la manière suivante : RS_Mars2011/RS_Septembre2010 (cf. tableaux 137 à 140).

- Baie de Prony et Canal Woodin

Par rapport à la dernière mission de septembre 2010, l'inventaire des biocénoses benthiques de la mission de mars 2011 recèle **158/157** espèces coralliennes dont **149/148** espèces scléractiniaires ; **57/51** espèces d'invertébrés (dont 10/9 espèces de spongiaires, 15/10 espèces d'alcyonaires, 11/11 espèces de mollusques et 5/3 espèces d'holothuries) et 13/9 espèces de macrophytes. **Si l'on considère le système avec toutes les stations confondues de la baie de Prony et du canal Woodin, tous les groupes benthiques montrent une augmentation de la RS (milieux protégés des dépressions du début d'année 2011).**

- Canal de la Havannah

Par rapport à la dernière mission de septembre 2010, l'inventaire des biocénoses benthiques des stations biologiques recèle **207/224** espèces coralliennes dont **198/216** espèces scléractiniaires ; 85/88 espèces d'invertébrés (dont 13/15 espèces de spongiaires, 9/10 espèces d'alcyonaires, 15/19 espèces de mollusques et 11/10 espèces d'holothuries) et 17/15 espèces de macrophytes. **Si l'on considère le système avec toutes les stations confondues du canal de la Havannah, tous les groupes benthiques montrent une diminution de la RS sauf les macrophytes et les holothuries (milieux exposés aux dépressions du début d'année 2011).**

Durant la mission de mars 2011, nous avons observé de nombreuses modifications dans la composition

des biocénoses benthiques (diversité, abondance et état de santé) enregistrées en septembre 2010 et depuis 2008 pour les stations de suivi biologique de la zone. Ces dégradations sont nettement observables dans le canal de la Havannah et particulièrement marquées pour les niveaux bathymétriques supérieurs les plus soumis aux agents dynamiques (transects A et B et dans une moindre mesure C).

- Depuis 2008, la RS des coraux était en légère augmentation (recrutement > mortalité) pour toute la zone d'étude. Cependant depuis cette dernière mission de mars 2011, nous constatons des variations importante de RS à la baisse dans le canal de la Havannah et d'autant plus pour les récifs les plus exposés aux agents hydrodynamiques (niveaux bathymétriques supérieurs les plus dégradés mécaniquement - diminution de 18 espèces).
- La présence de colonies coralliennes juvéniles sur l'ensemble des stations est très faible. Pourtant, durant cette mission, nous aurions dû observer l'adaptation des planulas coralliennes pondues au mois d'octobre et novembre 2010. Malgré tout, quelques espèces ont été nouvellement recensées.
- Depuis 2008, la RS des invertébrés pour toute la zone d'étude suivait les cycles saisonniers (faibles fluctuations) mais depuis cette dernière mission de mars 2011, nous constatons des variations plus importantes concernant les niveaux bathymétriques supérieurs du canal de la Havannah (phénomène d'arrachement et migration vers les milieux plus abrités).
- Faible variations de la RS à la baisse mais très qui reste dans les normales saisonnières (pas d'extinction, ni de prolifération) sauf pour les transect ST06A, ST07A et ST12A où de nombreux organismes ont été arrachés de leur substrat (milieux très exposés aux agents hydrodynamiques).
- Exception : la station ST09A qui est particulièrement exposée aux agents hydrodynamiques durant toute l'année. Pour les niveaux bathymétriques supérieurs la dalle est recouverte essentiellement par des organismes benthiques encroûtants ou de formes très robustes c'est pourquoi le recensement des biocénoses benthiques de cette station en mars 2011 n'est pas aussi différent que pour les autres stations de suivi biologique.

Tableau n°137 : Récapitulatif du nombre d'espèces inventoriées pour les biocénoses (hors coraux) dans le canal de la Havannah depuis 2008

Groupe benthique	Mars 2011	Depuis 2008
Alcyonaire	9	10
Algue brune	2	5
Algue rouge	4	10
Algue verte	11	14
Cyanobactérie	1	1
Anémone	6	7
Ascidies	12	14
Bryozoaire	1	1
Astérie	7	10
Crinoide	3	3
Echinides	2	3
Holothurie	11	15
Hydraire	3	4
Mollusque	15	24
Spongiaire	13	18
Zoanthaire	2	2
TOTAL	**102**	**141**

Tableau n°138 : Récapitulatif du nombre d'espèces inventoriées de coraux dans le canal de la Havannah depuis 2008

Famille Scléractiniaires	Mars 2011	Septembre 2010	Depuis 2008
Acroporidae	35	44	45
Agaraciidae	14	15	16
Astrocoeniidae	3	3	3
Caryophyllidae	5	6	6
Dendrophyllidae	10	10	10
Faviidae	54	56	57
Fungiidae	19	20	20
Merulinidae	7	8	8
Mussidae	15	15	15
Oculinidae	2	2	2
Pectiniidae	9	10	10
Pocilloporidae	9	10	10
Poritidae	9	9	10
Siderastreidae	7	8	8
Total	**198**	**216**	**220**
Non Scléractiniaires			
Milleporina	3	3	3
Gorgone	3	2	3
Stolonifera	1	1	1
Antipathaire	2	2	2
Total coraux	**207**	**224**	**229**

Tableau n°139 : Récapitulatif du nombre d'espèces inventoriées pour les biocénoses (hors coraux) dans la baie de Prony et le canal Woodin depuis 2008

Groupe benthique	Mars 2011	Depuis 2008
Alcyonaire	15	15
Algue brune	8	8
Algue rouge	2	5
Algue verte	3	8
Cyanobactérie	1	1
Anémone	1	1
Ascidies	1	4
Bryozoaire	1	1
Astérie	5	7
Crinoide	2	2
Echinides	2	2
Holothurie	5	10
Hydraire	1	1
Mollusque	11	14
Spongiaire	10	13
Zoanthaire	2	2
TOTAL	**70**	**94**

Tableau n°140 : Récapitulatif du nombre d'espèces inventoriées de coraux dans la baie de Prony et le canal Woodin depuis 2008

Famille Scléractiniaires	Mars 2011	Septembre 2010	Depuis 2008
Acroporidae	28	29	32
Agaraciidae	14	14	16
Astrocoeniidae	2	2	2
Caryophyllidae	2	1	3
Dendrophyllidae	8	8	9
Faviidae	32	34	36
Fungiidae	14	14	17
Merulinidae	5	5	5
Mussidae	10	10	11
Oculinidae	2	2	3
Pectiniidae	8	7	10
Pocilloporidae	7	5	7
Poritidae	9	9	9
Siderastreidae	8	8	9
Total	**149**	**148**	**169**
Non Scléractiniaires			
Milleporina	4	4	4
Gorgone	2	2	2
Stolonifera	1	1	1
Antipathaire	2	2	2
Total coraux	**158**	**157**	**178**

6.2.1.3 « Indicateur de l'état de santé » des récifs de la zone d'étude

Les indicateurs de l'état de santé des récifs de la zone d'étude : les taux d'abondance, mortalité, recrutement et blanchissement sont donnés dans le tableau 141 et la figure 82.

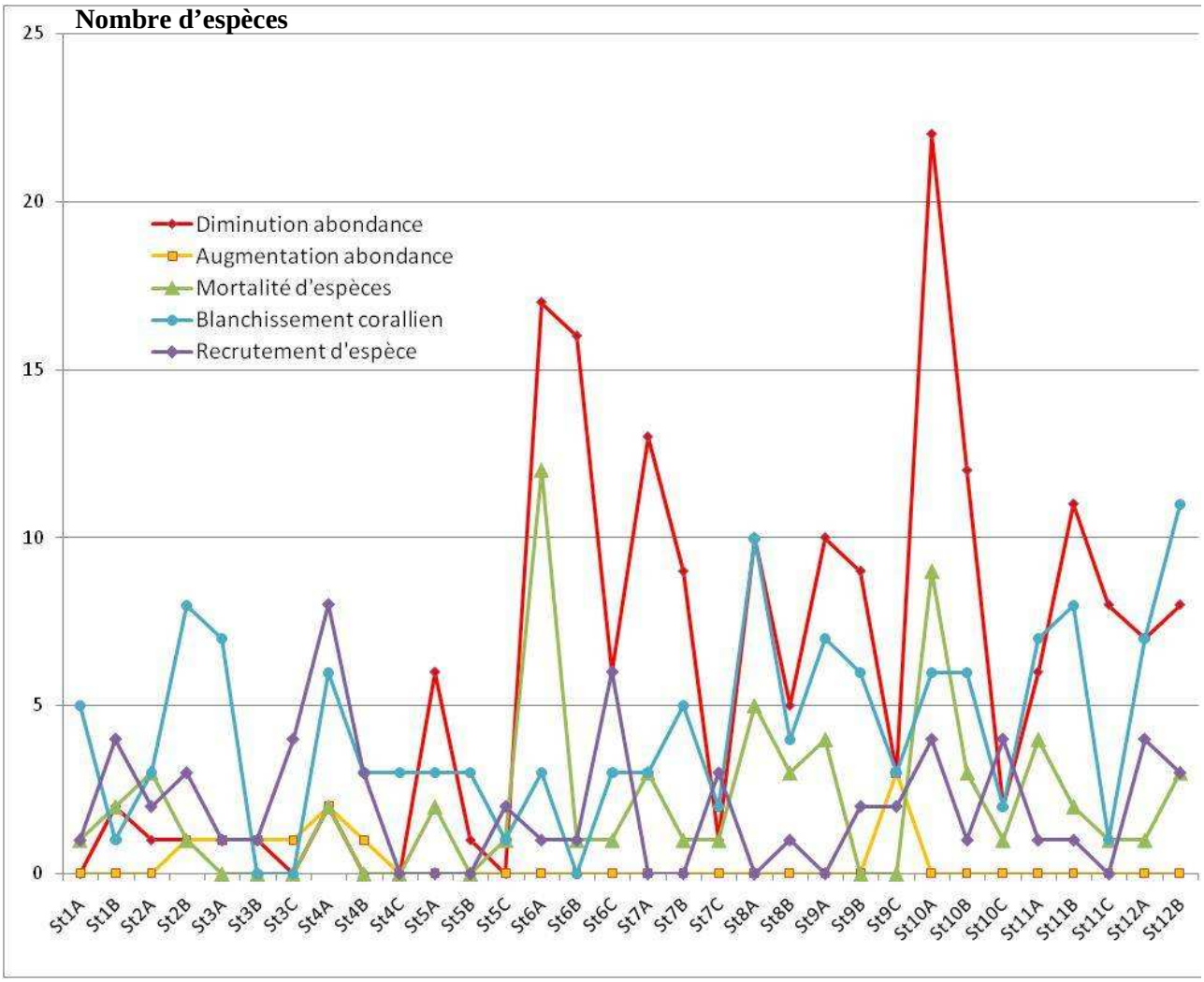


Figure n°82 : Indicateurs de l'état de santé des coraux (abondance, mortalité, recrutement et blanchissement) entre septembre 2010 et mars 2011

Le graphique de la figure 82 montre bien un disfonctionnement entre le système de la baie de Prony, le système du canal Woodin et le système du canal de la Havannah. Ces trois systèmes ont été manifestement dégradés depuis la mission de septembre 2010.
Le recrutement corallien caractérise l'état de santé des récifs ; les colonies juvéniles assurant le maintien des populations à l'échelle décennale (capacité de recolonisation et de résilience). Si la mortalité corallienne (courbe de mortalité des espèces et courbe de diminution d'abondance) est supérieures au recrutement (courbe de recrutement des espèces et courbe d'augmentation d'abondance) alors le récif ne pourra pas se régénérer rapidement et montrera des signes de latence et de dégénération jusqu'à la prochaine ponte (octobre - novembre 2011).

Le recrutement corallien est estimé à deux niveaux : 1) le recrutement de nouvelle espèce dans le couloir et 2) l'augmentation de l'abondance de «recrutement de colonies»

1) Les transects présentant le plus de nouvelle espèces coralliennes recensées sont situés dans les niveaux bathymétriques protégés (ST01B : 4 ; ST03C : 4, ST04A ; ST06C : 6 ; ST07C : 3 ; ST10C ; ST12 : 3). On note toutefois du recrutement de nouvelles espèces pour certains transect supérieurs (ST10A : 4 et ST12A : 4) sur des récifs en marge du canal de la Havannah.

2) L'augmentation de l'abondance de « recrutement de colonies » est interprétée comme étant du recrutement mais les espèces ont déjà été recensées lors du dernier inventaire. Ces variations positives concernent très peu d'espèces en baie de Prony et dans le canal Woodin (ST02B, ST03A, B et C : 1 ; ST04A : 2 et ST04B : 1) et 1 seul transect dans le canal de la Havannah (ST09C : 3), qui est à niveau bathymétrique protégé.

Tableau n°141 : Indicateurs de l'état de santé des coraux (abondance, mortalité, recrutement et blanchissement) entre septembre 2010 et mars 2011

Station	Diminution abondance coraux	Augmentation abondance coraux	Mortalité corallienne	Recrutement corallien	Blanchissement corallien
01A	0	0	1	1	5
01B	2	0	2	4	1
02A	1	0	3	2	3
02B	1	1	1	3	8
03A	1	1	0	1	7
03B	1	1	0	1	0
03C	0	1	0	4	0
04A	2	2	2	8	6
04B	0	1	0	3	3
04C	0	0	0	0	3
05A	6	0	2	0	3
05B	1	0	0	0	3
05C	0	0	1	2	1
06A	17	0	12	1	3
06B	16	0	1	1	0
06C	6	0	1	6	3
07A	13	0	3	0	3
07B	9	0	1	0	5
07C	1	0	1	3	2
08A	10	0	5	0	10
08B	5	0	3	1	4
09A	10	0	4	0	7
09B	9	0	0	2	6
09C	3	3	0	2	3
10A	22	0	9	4	6
10B	12	0	3	1	6
10C	2	0	1	4	2
11A	6	0	4	1	7
11B	11	0	2	1	8
11C	8	0	1	0	1
12A	7	0	1	4	7
12B	8	0	3	3	11

La mortalité des coraux est estimée à deux niveaux : 1) la mortalité totale des colonies d'une espèce et 2) la diminution d'abondance d'une espèce

1) La mortalité d'espèces est faible en baie de Prony avec un maximum en (ST02A : 3), faible dans le canal Woodin (ST04A : 2) et importante dans le canal de la Havannah (ST06A :12 ; ST07A : 3 ; ST08A : 5 ; ST08B : 3 ; ST09A : 4 ; ST10A : 9 ; ST10B : 3 ; ST11A : 4 et ST12B : 3).

2) La diminution de l'abondance de « mortalité de colonies » est interprétée comme étant de la mortalité au

sein d'une espèce mais il reste toujours une ou plusieurs colonies dans le couloir. Les couloirs les plus concernés sont dans le canal de la Havannah et plus particulièrement dans les niveaux bathymétriques supérieurs : ST05A : 6 ; ST06A : 17 ; ST06B : 16 ; ST06C : 6 ; ST07A : 13 ; ST07B : 9 ; ST08A : 10 ; ST08B : 5 ; ST09A : 10 ; ST09B : 10 ; ST10A : 22 ; ST10B : 12 ; ST11A : 6 ; ST11B : 11 ; ST11C : 8 ; ST12A : 7 et ST12B : 8).
Les couloirs ST06C et ST11C sont en bas de pente et présentent des effondrements coralliens qui ont dévalés depuis des étages supérieurs (casse corallienne et accumulation de débris).

La baie de Prony et le canal Woodin ont un recrutement modéré et plus généralisé que le canal de la Havannah et leurs valeurs de mortalité corallienne sont bien en dessous de celles du canal de la Havannah. **Il en résulte que les systèmes récifaux de la baie de Prony et du Canal Woodin auront plus de facilité de régénération que les récifs du canal de la Havannah.**
Cependant le blanchissement corallien est également à prendre en compte car il donne des indications sur l'affaiblissement des récifs. Les colonies blanchies ne sont pas vouées à mourir car leur résilience est importante et elles peuvent réintégrées rapidement leur zooxanthelles si les conditions environnementales redeviennent « normales ». Les stations concernées par le blanchissement sont située à l'embouchure des creeks et rivières dans la baie de Prony (ST02 et ST03) et dans les niveaux bathymétriques supérieurs soumis aux agents hydrodynamiques pour le canal woodin (ST04A) et canal Havannah (ST07B, ST08A, ST09A, ST10A et B, ST11A et B, ST12A et B).
On constate également que le blanchissement est important pour les trois systèmes avec une corrélation indéniable pour les transects supérieurs à proximité des creeks et des rivières (baie de Prony) et les transects supérieurs les plus soumis aux agents hydrodynamiques du canal de la Havannah et du canal Woodin. Ces stations sont à surveiller avec attention lors du prochain suivi biologique (septembre 2011).

6.2.1.4 Espèces nouvellement recensées

Pour les stations de la baie de Prony et canal Woodin se sont 9 espèces qui ont été nouvellement recensées depuis la dernière mission :

- Quatre espèces coralliennes (*Physogyra lichtensteini, Cycloseris sinensis, Galaxea paucisepta, Echinophyllia aspera)*
- Une espèce d'astérie (*Linckia multifora*)
- Une espèce d'échinide (*Diadema savignyi*)
- Une espèce de mollusque corallivore *(Druppela cornus)*
- Une espèce d'holothurie (*Holothuria fuscopunctata)*
- Une espèce de spongiaire (*Leucetta chagosensis*)

Pour les stations du canal de la Havannah se sont 7 espèces qui ont été nouvellement recensées depuis la dernière mission :

- Une espèce corallienne (*Cyphastrea chalcidicum)*
- Une espèce d'algue rouge (*Plocamium sandvicens*)
- Une espèce d'ascidie (*Polycarpa nigricans*)
- Une espèce d'astérie (indéterminée violette)
- Une espèce d'échinide (*Echinometrix diadema*)
- Une espèce de mollusque corallivore *(Druppela cornus)*
- Une espèce d'holothurie (*Actinopyga flammea*)
- NB : L'espèce *Pavona minuta* identifiée dans les inventaires précédents est désormais renommée *Pavona duerdeni*

6.2.2 Evolution globale des stations par rapport à septembre 2010

Les particularités de chaque station de suivi environnemental et les variations entre la mission de septembre 2010 et celle de mars 2011 sont présentées dans le tableau 144.

Tableau n°142 : Evolution du taux de recouvrement du substrat de septembre 2010 à mars 2011 (différence en %)

	ST01		ST02		ST03			ST04			ST05			ST06			ST07			ST08		ST09			ST10			ST11			ST12	
	A	B	A	B	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B
Macrophytes et invertébrés	8,5	8	44	2,5	23,5	49,5	7	9,5	-7	1	20	3,5	-1	0	-3	-18,5	0	-7,5	-1	-3,5	38,5	-1,5	-6	-10	-9	-3,5	6	1	4,5	-2	3	-9,5
Coraux sléractinaires	-2,5	0	0	3,5	2,5	-0,5	-2,5	4	7,5	4,5	3	0,5	0	-0,5	2,5	-3	0	0,5	2	7,5	0,5	1,5	9	2,5	15	6,5	2,5	1	-1,5	2	3	9,5
Abiotique	-6	-8	-44	-6	-26	-49	-4,5	-13,5	-0,5	-5,5	-23	-4	1	0,5	0,5	21,5	0	7	-1	-4	-39	0	-3	7,5	-6	-3	-8,5	-2	-3	0	-6	0

Code couleur :

Le taux de recouvrement a augmenté en mars 2011 par rapport à septembre 2010

Le taux de recouvrement est équivalent (à +/-20%) entre mars 2011 et septembre 2010

Le taux de recouvrement a diminué en mars 2011 par rapport à septembre 2010

ST01	ST02	ST03	ST04	ST05	ST06	ST07	ST08	ST09	ST10	ST11	ST12
Casy	B. Nord	Port	Woodin	Ioro	Ionontea	Chambeyron	Puka	Bancs Kié	Ilot Kié	Toémo	Ugo

Tableau n°143 : Evolution de la richesse spécifique du benthos de septembre 2010 à mars 2011 (gain/perte en taxa)

	ST01		ST02		ST03			ST04			ST05			ST06			ST07			ST08		ST09			ST10			ST11			ST12	
	A	B	A	B	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B
Macrophytes et invertébrés	-3	-2	2	2	-3	-3	-3	0	-1	-2	-2	3	2	-8	-1	-2	-11	-1	0	0	0	-2	0	1	0	-1	0	2	0	-1	-5	4
Coraux sléractinaires	0	2	-2	1	2	0	2	7	3	0	-2	1	1	-13	1	5	-3	-1	2	-4	-5	-1	1	0	-7	-3	-1	-3	0	0	2	-1
Autres coraux	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	-1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	2	2	1	4	0	0	0	0	0
Richesse taxonomique totale	-3	0	0	3	0	-2	0	7	2	-2	-4	4	3	-22	0	4	-14	-2	3	-4	-4	-3	2	3	-5	-3	3	-1	0	-1	-3	3

Code couleur :

La richesse taxonomique a augmenté en mars 2011 par rapport à septembre 2010

La richesse taxonomique est équivalente (à +/-2 taxa prêt) entre mars 2011 et septembre 2010

La richesse taxonomique a diminué en mars 2011 par rapport à septembre 2010

Tableau n°144 : Particularités de chaque station et évolution entre septembre 2010 et mars 2011

Localisation	Station		Particularités des stations	Variations entre la mission de septembre 2010 et celle de mars 2011
Baie de Prony	**ST01**	**Casy**	-**Hyper sédimentation** -Recouvrement corallien faible -Colonisation spatiale macrophytes et alcyonaires - Suivi de croissance des colonies de *Pocillopora damicornis* sur les piquets du transect ST01A	• **Pas d'évolution majeure des biocénoses benthiques** • **Recouvrement de cyanobactéries faible** • Richesse spécifique des coraux a légèrement augmenté sur le transect B • **Mortalité du genre *Oxypora*** qui était déjà auparavant peu commun dans cette station • **Blanchissement corallien des espèces les plus vulnérables** • *Pocillopora damicornis* ont une croissance moyenne estimée à 2.5 cm/6 mois (colonies E, F et G) • Régression saisonnière de *Triclogloea requienii* (algue rouge) • Richesse spécifique des mollusques a légèrement augmenté (*Pteria* et *Isognomon*)
	ST02	**Creek baie Nord**	- Hyper sédimentation : les petites colonies coralliennes ont tendance à s'envaser -Originalité des espèces coralliennes adaptées à un milieu turbide -Colonisation spatiale macrophytes, des alcyonaires et coraux -Recrutement alcyonaire important (*Sarcophyton*)	• **Evolution de la richesse spécifique des coraux :** - Nouvelles espèces coralliennes juvéniles (2 espèces en STA et 3 espèces en STB) - Mortalité de 3 espèces en STA et 1 espèce en STB. - Mobilité de 1 espèce en STA (*Polyphyllia talpina*) • **Blanchissement des espèces coralliennes** les plus vulnérables : 3 espèces en STA et 8 espèces en STB • Légère augmentation de la richesse spécifique des invertébrés (spongiaires, échinodermes et alcyonaires) • **Présence de Cyanobactéries**
	ST03	**Port**	-**Hyper sédimentation** -Originalité des espèces coralliennes adaptées à un milieu turbide - Présence du genre *Anacropora* -Mortalité corallienne dû à l'envasement et nombreux débris -Diversité des invertébrés la plus basse des stations de la baie de Prony	• Richesse spécifique des coraux a très légèrement augmenté • Peu de mortalité corallienne • Recrutement corallien plus modéré que les autres missions • **Blanchissement corallien** pour le niveau bathymétrique supérieur (8 espèces en STA) • **Présence *de Culcita novaeguineae*** (alternance cyclique de l'étoile de mer en cousin prédatrice des coraux) • **Diminution du recouvrement des cyanobactéries** sur les trois transects
Canal Woodin	**ST04**	**Canal Woodin**	-**Dégradation hydrodynamique** (nombreux débris et coraux retournés) -Richesse spécifique des coraux diminue nettement avec la profondeur -Originalité des espèces benthiques adaptées à un milieu d'hydrodynamisme important (courant de marée), turbidité soutenue -Présence en grand nombre de *Millepora*, *Seriatopora histrix* et *Tubastrea micrantha* -Nécroses : quelques colonies présentent des stigmates (*Seriatopora histrix*, *Acropora* spp., *Fungia* sp., *Tubastrea micrantha* et *Montipora* sp.) -Recouvrement de gazon algal sur quelques colonies -Conseiller de récolter les données de terrain lors de l'étale (forts courants de marée)	• **Recrutement corallien** : (8 espèces en STA, 3 espèces en STB) • **Croissance importante des *Millepora, Seriatopora histrix*** et de *Tubastrea micrantha* • Mortalité de deux colonies d'*Oxypora* sp. (STA) • **Blanchissement corallien modéré** (6 espèces en STA ; 3 espèces en STB ; 1 espèce en STC) • Développement modéré de *Cymbastella cantharella* (éponge), de *Hamigera strongylata* (éponge) et de *Alcyionidium* sp. (bryozoaire) • L'abondance des crinoïdes reste importante avec une légère diminution (STC) • Alcyonaires : absence du genre *Klyxum* en STA et STB et *Dendronephthya* en STA
Canal Havannah	**ST05**	**Ioro**	-**Dégradation hydrodynamique** (coraux retournés et nombreux débris) - **Mortalité corallienne et nombreux débris** -**Sédimentation (pluie carbonatée)** -Gazon algal sur coraux branchus (microalgue) -Nombreuses colonies massives et branchues de *Porites* (diversité des Poritidae), *Millepora*, *Tubastrea micrantha* et d'une grande colonie pluri métrique de *Diploastrea heliopora* -**Colonisation spatiale des spongiaires sur les coraux.** Les spongiaires (*Cliona jullienei* et *C. orientalis*) sont relativement bien développées et colonisent les massifs coralliens vivants et les blocs coralliens	• **Diminution de la richesse spécifique** des scléractiniaires (mortalité de 2 espèces en STA et 1 espèce en STC). • **Diminution de l'abondance des scléractiniaires :** 5 espèces en STA et 1 espèce en STB • **Le blanchissement est observé en petite proportion** sur les trois transects (3 espèces en STA, 2 espèces en STB et 1 espèces en STC) • **Présence de cyanobactéries** • Variation de niveau bathymétrique des échinodermes (échinides, holothuries) • **Présence d'*Acanthaster planci* en STB** (et attaque ancienne d'*Acanthaster planci)* • Diminution de la richesse spécifique des spongiaires et des mollusques

Localisation	Station		Particularités des stations	Variations entre la mission de septembre 2010 et celle de mars 2011
	ST06	**Ionotea**	-**Dégradation hydrodynamique importante en STA** (sommet de récif arasé par les courants de marée, coraux tabulaires retournés et nombreux débris) -Originalité des peuplements coralliens adaptés à un milieu d'hydrodynamisme important (courant de marée) -Colonisation spatiale des spongiaires sur les coraux. Les spongiaires (*Cliona jullienei* et *C. orientalis*) se développent relativement bien et colonisent les blocs coralliens et les massifs coralliens vivants	• **Dégradation des communautés benthiques** sur l'ensemble de la station et plus particulièrement en STA (cause hydrodynamisme important) • Diminution de la biodiversité des coraux (13 espèces en STA, 1 espèce en STB), des macrophytes (4 espèces en STA, 3 espèces en STB et 1 espèce en STC) et invertébrés (4 espèces en STA, 2 espèces en STB et 1 espèce en STC) • Augmentation de la biodiversité des coraux (5 espèces en STC) • **Diminution de l'abondance des coraux** (17 espèces en STA, 16 espèces en STB et 6 espèces en STC) • **Blanchissement corallien** (3 espèces en STA et 3 espèces en STC) • Richesse spécifique des macrophytes varie selon la saison • **Légère augmentation du recouvrement de cyanobactéries** (STA : *Phormidium* sp.) • **Prédation des mollusques *(Drupella cornus*)** sur 2 colonies coralliennes en STB • Absence du groupe des astéries • Evolution bathymétrique et spécifique des holothuries
	ST07	**Basse Chambeyron**	-**Dégradation hydrodynamique importante en STA** (Couloir d'effondrement et coraux retournés) -Originalité des peuplements coralliens adaptés à un milieu d'hydrodynamisme important (courant de marée) et taille relativement petite des colonies -Mortalité corallienne importante : couloir d'avalanche avec nombreux débris et coraux tabulaires retournés -Présence de *Blastomussa wellsi* en STB (espèce rare) -Les spongiaires (*Cliona jullienei* et *C. orientalis*) sont relativement bien développées et colonisent les blocs coralliens et les massifs coralliens vivants -Mobilité bathymétrique des échinodermes (astéries, holothuries, échinides) et des mollusques -Richesse spécifique des macrophytes varie selon la saison	• **Dégradation des communautés benthiques** sur l'ensemble de la station et plus particulièrement en STA (cause hydrodynamisme important) • **Diminution de la biodiversité** des coraux (3 espèces en STA, 1 espèce en STB, 1 espèce en STC), des macrophytes (1 espèce en STA, 2 espèces en STB) et des invertébrés (10 espèces en STA, 2 espèces en STB et 4 espèces en STC) • Pas de recolonisation des colonies coralliennes en STA et STB • Présence de colonies coralliennes juvéniles en STC (3 espèces) • **Diminution de l'abondance des coraux** (13 espèces en STA, 9 espèces en STB et 1 espèce en STC) • **Blanchissement corallien** (3 espèces en STA, 4 espèces en STB et 2 espèces en STC) • **Augmentation de cyanobactéries en STA** • **Prédation des mollusques (*Druppela cornus*)** sur quelques coraux tabulaires en STB et STC
	ST08	**Puka**	**- Dégradation hydrodynamique importante en STA** -Richesse spécifique corallienne élevée au pied des éperons et au début de la pente sédimentaire -Recrutement corallien (colonies coralliennes juvéniles) -Colonisation spatiale des spongiaires (*Cliona jullienei* et *C. orientalis*) et des alcyonaires -Croissance de grandes colonies de *Porites lobata* (avec quelques tumeurs) -Présence de *Tubipora musica* au deuxième transect	• **Dégradation des communautés benthiques** sur l'ensemble de la station et plus particulièrement en STA (cause hydrodynamisme important) • Coraux tabulaires retournés et nombreux débris coralliens • **Diminution de la biodiversité** des coraux (5 espèces en STA, 5 espèces en STB) et des invertébrés (4 espèces en STA, 4 espèces en STB) • **Blanchissement corallien** (10 espèces en STA et 4 espèces en STB) • **Augmentation importante du recouvrement en cyanobactéries** • **Prédation des mollusques *(Drupella cornus*)** sur quelques colonies coralliennes en STA et STB
	ST09	**Banc de Kié**	-**Dégradation hydrodynamique importante en STA** (haut de récif arasé, colonies robustes, digitées) -La pente récifale est abrupte et la dalle est arasée par les courants de marée et la houle -La richesse spécifique des coraux est peu élevée -Les crinoïdes affectionnent ce milieu balayé par les courants de marée -La richesse spécifique des ascidies est élevée -Les alcyonaires ont un recouvrement important (*Lobophytum)* et une richesse spécifique élevée -Saisonnalité des algues (vertes, brunes et rouges) -Présence de cyanobactéries (*Phormidium* sp.)	• **Dégradation des communautés benthiques** sur l'ensemble de la station et plus particulièrement en STA (cause hydrodynamisme important) • **Diminution de la biodiversité des coraux** (4 espèces en STA), des macrophytes (1 espèce en STB) et invertébrés (3 espèces en STA, 3 espèces en STB et 1 espèce en STC) • Recrutement corallien faible (colonies coralliennes juvéniles) • **Blanchissement corallien modéré** (7 espèces en STA, 6 espèces en STB et 3 espèces en STC) • Diminution de la diversité des alcyonaires en STA et STB • Diminution du recouvrement des alcyonaires en STA et STB • Absence des algues brunes • Absences des holothuries en STA et STC et un seul spécimen en STB (*Holothuria monilis)*
	ST10	**Ilot Kié**	-**Dégradation hydrodynamique** importante en STA et STB (augmentation des débris coralliens) -La richesse spécifique et le recouvrement des coraux sont élevés -Recrutement corallien (colonies coralliennes juvéniles)	• **Dégradation des communautés benthiques** sur l'ensemble de la station et plus particulièrement en STA (cause hydrodynamisme important) • **Mortalité des espèces coralliennes** (9 espèces en STA, 3 espèces en STB, 1 espèce en STC), des macrophytes (1 espèce en STA) et invertébrés (3 espèces en STA, 2 espèces en STB et STC)

Localisation	Station		Particularités des stations	Variations entre la mission de septembre 2010 et celle de mars 2011
			-Abondance du genre corallien *Goniopora* -Les crinoïdes sont abondantes -Présence rare de *Gardineroseris planulata* -Abondance du genre corallien *Goniopora*	• **Recrutement des espèces coralliennes** (4 espèces en STA, 1 espèce en STB, 3 espèces en STC) et invertébrés (4 espèces en STA, 1 espèce en STB et STC) • **Les cyanobactéries se développent** sur les nouveaux débris coralliens • **Blanchissement corallien** (6 espèces en STA, 5 espèces en STB et 2 espèces en STC) • **Absence des parasites sur les spongiaires** : Les colonies de *Chlatria rugosa* (spongiaires) ne sont plus recouvertes par des parasites indéterminés (STB)
	ST11	**Toémo**	-**Dégradation hydrodynamique important en STA et STB** (débris coralliens, de roches et de coraux retournés sur la pente et accumulation en bas de pente) -Nécroses sur nombreuses colonies -Les scléractiniaires développent des morphologies robustes à causes des conditions hydrodynamiques intenses -Les alcyonaires ont un recouvrement relativement élevé -Les ascidies sont variées et abondantes -Les spongiaires sont abondantes (*Cliona*) et variées surtout en bas de pente récifale	• **Dégradation des communautés benthiques** sur l'ensemble de la station et plus particulièrement en STA (cause hydrodynamisme important) • **Dégradation des alcyonaires** sur l'ensemble du récif • **Mortalité des coraux** (4 espèces en STA, 2 espèces en STB, 1 espèce en STC) et invertébrés (1 espèce en STA, 3 espèces en STB et 2 espèces en STC) • **Blanchissement corallien** (7 espèces en STA, 8 espèces en STB et 1 espèce en STC) • **Recrutement corallien faible** (2 espèces) • Légère variation saisonnière des macrophytes • **Recouvrement important en cyanobactéries** (*Phormidium* sp.) • Aucune astérie, ni echinide n'ont été inventorié sur ce récif • Aucune holothurie ne colonise le haut du récif
	ST12	**Ugo**	-**Dégradation hydrodynamique** (couloir d'avalanche, coraux retournés et nombreux débris) -Platier large arasé et très peu colonisé -Mortalité corallienne importante - Massifs de Poritidae en bonne santé (*Porites* sp., *Alveopora* sp. et *Goniopora* sp.) - Richesse spécifique des alcyonaires très faible mais recouvrement important de *Sarcophyton* -Les spongiaires (*Cliona jullienei* et *C. orientalis*) sont relativement bien développées et colonisent les massifs coralliens vivants et les blocs coralliens - Pas *d'Acanthaster planci* sur la station	• **Dégradation des communautés benthiques** sur l'ensemble de la station et plus particulièrement en STA (cause hydrodynamique) • **Mortalité des coraux** (3 espèces en STA, 4 espèce en STB) et invertébrés (7 espèces en STA) • **Blanchissement corallien** (7 espèces en STA et 11 espèces en STB) • **Recrutement corallien** (colonies juvéniles : 4 espèces en STA et 3 espèces en STB) • Augmentation de la diversité des macrophytes (1 espèce en STB) • Augmentation de la diversité des invertébrés (3 espèces en STB) • Absence des astéries et des holothuries (STA et STB) • **Présence modérée des cyanobactéries** (*Phormidium* sp.) sur les débris coralliens

6.3 Ichtyologie

Les pages qui suivent présentent les résultats obtenus en mars 2011 sur le peuplement de poissons et les comparent aux résultats des missions précédentes qui lui sont comparables (avec quelques réserves : cf. tableau 164 annexe 02) à savoir celles de 2007, 2008, 2009 et 2010.
Les données 2005 ne sont pas reprises ici, mais elles sont disponibles toutefois dans un des rapports précédents (de 2008 [08]).
La méthode est celle demandée par la DENV. C'est-à-dire la méthode des Transects à Largeur Variable. Bien que la DENV n'impose le repérage que de quelques espèces (cf. tableau 163 annexe 01), nous avons procédé à un repérage exhaustif et retiré dans un premier temps les espèces qui ne sont pas dans la liste.

La première partie du travail porte sur cette liste restreinte. La deuxième partie porte sur la liste totale et développe plus particulièrement les aspects de biodiversité.

6.3.1 Comparaisons temporelles « liste restreinte »

Les données quantitatives par station de la partie précédente sont des données conjoncturelles uniques, donc non statistiques et de plus affectées d'une forte variabilité et de nombreux biais, dus aux comportements des poissons. Cela obère toute comparaison spatiale annuelle signifiante.
En revanche, la prise en considération de l'ensemble des stations de la zone donne une série statistique exploitable permettant une analyse temporelle. Toutefois, la puissance de cette analyse est lourdement entravée par un choix de stations très hétérogènes : baie de Prony contre canal de la Havannah, et même au sein du canal de la Havannah, des stations sur des bancs à fort courant, des stations exposées aux alizés et d'autres au contraire protégées et donc à plus faible hydrodynamisme.

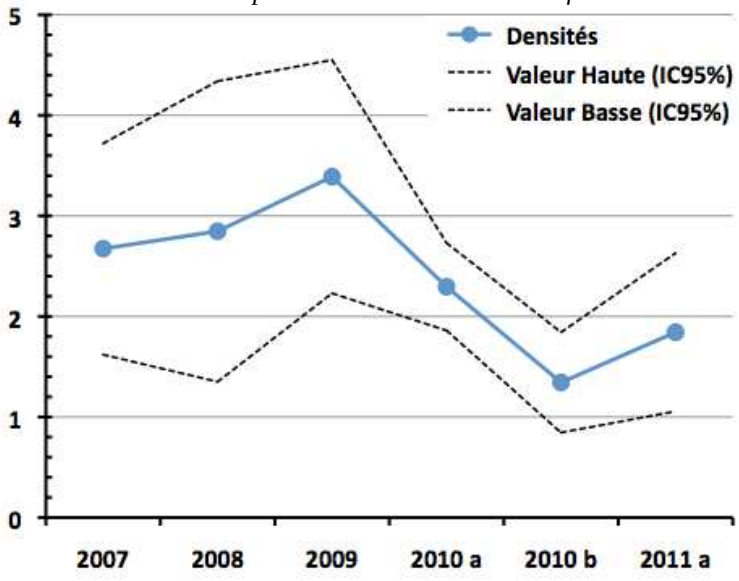
6.3.1.1 La densité

L'analyse des variances de la densité pour les 6 campagnes (cf. tableau 145) montre une similarité (valeur de F).

Tableau n°145 : Analyse de la Variance des densités moyennes (ind./m²) par station sur les 6 campagnes

Années	2007	2008	2009	2010 a	2010 b	2010 a
Stations	**Densité moy. (transects ABC)**					
Ilot CASY	2,63	0,87	3,5	0,93	0,33	0,30
CREEK	1,12	1,76	1,49	1,68	1,41	0,61
Le PORT	1,59	0,92	3,03	1,95	0,31	0,86
WOODIN	5,45	2,71	4,07	3,38	0,84	2,11
Banc IORO	0,73	2,02	4,09	2,37	1,23	1,56
IONONTEA	2,45	2,99	1,17	2,05	1,91	2,23
Banc B. CHB	1,78	2,73	0,91	2,66	1,79	1,62
Point PUKA	2,32	1,84	3,5	3,05	0,46	0,68
Banc KIE	4,13	4,21	4,01	1,66	1,35	1,81
Ilot KIE	5,57	9,37	8,3	2,94	3,46	5,47
Récif TOEMO	1,64	1,9	3,12	1,86	1,59	2,50
Ilot UGO			3,49	3,01	1,44	2,36
n	11	11	12	12	12	12
Moy.	2,67	2,85	3,39	2,30	1,34	1,84
Ecart type	1,66	2,36	1,92	0,73	0,864	1,36
Int. de conf ±	1,05	1,49	1,16	0,44	0,499	0,79
Coef. de Var	0,62	0,83	0,57	0,32	0,64	0,74
$k_1 = p-1 =$	5			$F_{obs} =$	**1.49**	
$k_2 = n-p =$	64			$F_{0,95} =$	**2.36**	

Les valeurs hautes et basses représentent l'intervalle de confiance



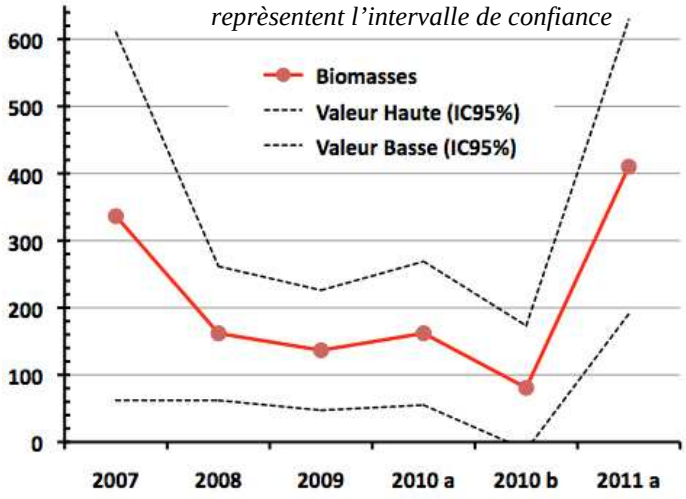
6.3.1.2 La biomasse

L'analyse des variances de la biomasse pour les 6 campagnes (cf. tableau 146) montre une similarité, mais que à une valeur de F à 0.975.

Tableau n°146 : Analyse de la Variance des biomasses(g/m²) moyennes par station sur les 6 campagnes

Années	2007	2008	2009	2010 a	2010 b	2010 a
Stations	**Biomasse moy. (transects ABC)**					
Ilot CASY	14,86	6,68	13,08	5,79	2,30	1,01
CREEK	5,46	26,05	6,73	6,71	4,23	60,95
Le PORT	14,73	14,05	4,55	5,13	1,26	19,13
WOODIN	408,31	267,8	456,26	460,91	38,60	730,66
Banc IORO	47,65	57,97	315,96	93,78	37,89	661,47
IONONTEA	1322,4	385,65	226,52	487,76	92,96	687,65
Banc B. CHB	155,24	146,76	57,4	84,96	103,51	855,00
Point PUKA	67,39	87,54	53,22	57,64	11,73	28,27
Banc KIE	607,71	273,92	62,69	303,36	10,62	593,06
Ilot KIE	881,82	451,97	291,1	298,4	576,45	1014,91
Récif TOEMO	174,47	61,85	79,63	75,42	75,08	188,39
Ilot UGO			73,03	63,58	13,93	79,86
n	11	11	12	12	**12**	**12**
Moy.	336,37	161,84	136,68	161,95	80,71	410,03
Ecart type	433,55	157,78	148,28	177,31	160,26	379,75
Int. de conf ±	274,20	99,79	89,41	106,92	92,53	219,25
Coef. de Var	1,29	0,97	1,08	1,09	1,99	0,93
$k_1 = p-1 =$	5		**F_{obs} =**	**2.72**	**$F_{0,95}$ =**	**2.36**
$k_2 = n-p =$	64				**$F_{0,975}$ =**	**2.78**

Les valeurs hautes et basses représentent l'intervalle de confiance



6.3.1.3 La biodiversité

L'analyse des variances de la biodiversité pour les 6 campagnes (cf. tableau 147) montre une similarité (valeur de F).

Définitions :

La biodiversité est une donnée semi-quantitative.

On définit 3 niveaux de biodiversité :

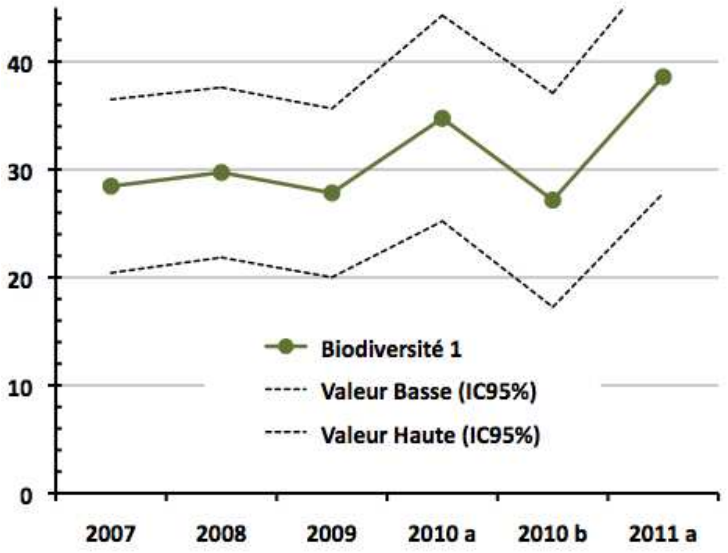
- La biodiversité dite α (Bα) est le nombre d'espèces n présentes sur une station i : Bαi = ni
- La biodiversité β (B_β) est la diversité des valeurs de diversités α ; soit en d'autres termes la diversité des stations qui caractérisent la zone étudiée
- La biodiversité γ (B_γ) est la biodiversité totale de la zone, en d'autres termes, la réunion des biodiversités α obtenues sur l'ensemble p des stations choisies pour caractériser la zone : $B\gamma = \cup B\alpha ii$

Nous ne considérons ici toujours que les espèces repérées figurant dans la liste restrictive du cahier des charges. La portée informative de cette liste volontairement tronquée est bien sûr très limitée et ne représente pas une réelle biodiversité.

Tableau n°147 : Analyse de la Variance des biodiversités par station sur les 6 campagnes

Années	2007	2008	2009	2010 a	2010 b	2010 a
Stations	Biodiversité moy. (transects ABC)					
Ilot CASY	16	9	11	13	11	12
CREEK	6	12	9	10	8	13
Le PORT	15	14	9	10	11	16
WOODIN	37	39	35	54	26	64
Banc IORO	22	30	44	42	24	56
IONONTEA	45	41	31	44	37	51
Banc B. CHB	33	44	29	45	38	46
Point PUKA	28	30	28	29	14	26
Banc KIE	36	32	35	34	28	39
Ilot KIE	46	37	49	52	67	59
Récif TOEMO	29	39	31	43	44	51
Ilot UGO			23	41	18	30
n	11	11	12	12	12	12
Moy.	28,45	29,73	27,83	34,75	27,17	38,58
Ecart type	12,71	12,46	12,97	15,81	17,17	18,67
Int. de conf ±	8,04	7,88	7,82	9,54	9,91	10,78
Coef. de Var	0,45	0,42	0,47	0,45	0,63	0,48
$k_1 = p-1 =$	5			$F_{obs} =$	**1.07**	
$k_2 = n-p =$	64			$F_{0,95} =$	**2.36**	

Les valeurs hautes et basses représentent l'intervalle de confiance



Les données quantitatives précédentes par station sont, du fait de la méthode, sans intervalle de confiance et ne peuvent donc être comparées, ni entre elles ni d'une année sur l'autre.
La prise en considération de l'ensemble des stations de la zone donne, en revanche, une série statistique permettant une analyse temporelle.
Toutefois, la puissance de cette analyse est lourdement entravée par l'hétérogénéité des stations et les fortes variances que cela entraine notamment sur le paramètre de biomasse/m^2.
Les 3 analyses précédentes montrent une similarité entre les variances en colonne et la variance globale ($\mathbf{F_{obs}} < \mathbf{F_{0,95}}$) et laisse penser que nous n'avons pas de grande fluctuation interannuelle dans la disparité des stations entre elles.
Le paramètre de densité peut être considéré comme assez stable puisque le coefficient de variation, entre 0,3 et 0,8 reste donc inférieur à 1. Les densités varient de 0,3 ind/m^2 à 9,4 ind./m^2. Ce sont les Pomacentridae qui font nombre, notamment à l'îlot Kié.
Le paramètre de biomasse est très instable et son coefficient de variation dépasse 1. Les biomasses varient de 1 g/m^2 à 1 kg./m^2. Ce sont alors au contraire les gros carnivores souvent peu nombreux (loches, carangues…) qui font le chiffre, notamment sur les zones à fort courant comme les haut fonds du canal de la Havannah. Cette année, la présence de sprats sur plusieurs stations (Banc Kié, Basse Chambeyron, Ionontea, Ioro et Woodin) a considérablement influencé ce paramètre, car bien que les sprats ne fassent pas partie des espèces à retenir (avec tout de même une biommase de 7kg/m^2), les prédateurs qu'ils ont attirés (loches, requins, carangues…) en revanche, en font partie.
Le paramètre de biodiversité (biodiv. 1) est très stable, le coefficient de variation reste inférieur à 0,5. Les diversités (cadrées par la liste du cahier des charges) varient de 6 à 67 le plus souvent entre 30 et 45. Ce sont les bancs du canal et l'îlot Kié qui ont les plus fortes biodiversités.

6.3.1.4 Test de X^2 de rangs Kruskal-Wallis

NB : Dans les tests suivants (Kruskal et Wallis et Friedman) contrairement aux trois missions précédentes, la station d'Ugo a été incluse en lui donnant pour les deux premières missions (où elle n'existait pas encore) la moyenne des 4 missions suivantes.

Tableau n°148 : Analyse non-paramétrique sur la densité, biomasse, biodiversité ichtyologiques (en colonnes)

Paramètres de	DENSITE	BIOMASSE	BIODIVERSITE
$\chi 2_{obs}$=	13.07	8.29	5.69
Le $\chi 2$ tabulé à 095% -	11.1	pour un ddl de p-1 = 5	
Le $\chi 2$ tabulé à 099% -	15.1	pour un ddl de p-1 = 5	

Dans sa finalité, ce test de rangs (cf. tableau 148) double en théorie l'Anovar précédente. Le classement étant global et la somme faîte en colonne, ce test est sensé révéler la similarité des séries de données annuelles des stations entre les années successives. C'est donc une analyse de la variance des colonnes, comme le test paramétrique précédent. Mais dans ce cas, une grosse augmentation de la valeur du paramètre sur une station compense mal plusieurs petites diminutions qui pourraient avoir lieu au niveau de plusieurs autres stations. Pourquoi ? Parce que les rangs vont de 1 à 72 alors que les mesures vont, pour les biomasses par exemple, de 1 g à plus de 1 000 g . Et inversement, pour les densités par exemple où les mesures s'échelonnent entre 0,5 et 5,0, alors que les rangs vont toujours de 1 à 72.
La biomasse et la biodiversité sur la zone apparaissent stables. En revanche, le test sur les densités montre une différence due aux faibles valeurs obtenues lors de la mission de septembre 2010. Les densités y sont plus faibles d'un facteur 2 à 10 sur 8 des 12 stations (cf. rapport précédent [09]) et les résultats de cette dernière évaluation 2011 sont à peine plus élevés. En revanche, on retrouve un niveau de rangs certes supérieur pour la biomasse et la biodiversité mais malgré tout du même ordre de grandeur. (cf. tableau 149).

Tableau n°149 : Somme des rangs en colonnes sur la densité, biomasse, biodiversité ichtyologiques

	2007	**2008**	**2009**	**2010 a**	**2010 b**	**2011 a**
Densités	469	491,5	602,5	486	232,5	324
Biomasses	487	443	410	438	283,50	566,50
Biodiversités	397,5	423,5	380	514	354	556,5

6.3.1.5 Test de X² de rangs Friedman

Les deux tests précédents (Anovar et Kruskal-Wallis) considèrent les résultats par station de chacune des 6 campagnes comme un ensemble de tirages aléatoires et testent si ces 6 séries de tirages peuvent ou non être issues d'un même ensemble. Et cela, indépendamment des stations auquel chaque tirage correspond. On pourrait donc « échanger » pour une même année, les valeurs obtenues à chaque station. Par exemple, affecter à la station du Port les valeurs obtenues à la station de l'îlot Kié. Cela ne changerait rien au résultat.

Le test de Friedman [10] s'applique au cas de plusieurs échantillons non indépendants, tels qu'on les rencontre dans les dispositifs expérimentaux dits « en blocs aléatoires complets » ce qui est notre cas puisque nous revenons chaque année sur les mêmes stations. Ce test a pour préalable d'ordonner les résultats des différents traitements à l'intérieur de chaque bloc. Dans notre cas, nous considèrerons que les « traitements » sont les conditions environnementales de chacune des années de la série historique et que les « blocs » sont les stations qui sont chaque année revisitées.

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

p et q désignant respectivement le nombre d'années et le nombre de stations.
Le degré de liberté ddl = p-1

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

Pratiquement, et contrairement au test de Kruskal-Wallis pour lequel les rangs sont effectués chaque année, donc en colonne, les rangs sont ici effectués en ligne, ce qui ordonne chaque station dans le temps.

Tableau n°150 : Analyse non-paramétrique sur la densité, biomasse, biodiversité ichtyologiques (en lignes)

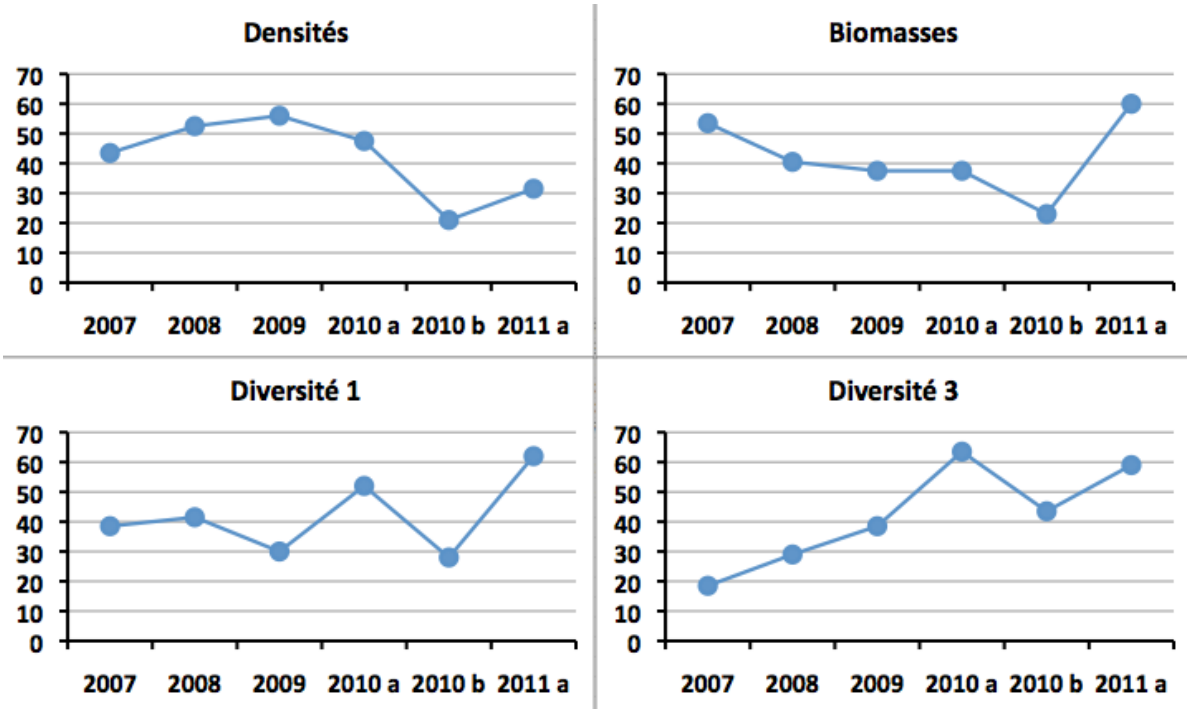
	Densité						Biomasse					
	2007	2008	2009	2010a	2010b	2011a	2007	2008	2009	2010a	2010b	2011a
Ilot CASY	5,0	3,0	6,0	4,0	2,0	1,0	6,0	3,5	5,0	3,5	2,0	1,0
CREEK	2,0	6,0	4,0	5,0	3,0	1,0	2,5	5,0	2,5	2,5	2,5	6,0
Le PORT	4,0	3,0	6,0	5,0	1,0	2,0	4,5	4,5	2,5	2,5	1,0	6,0
WOODIN	6,0	3,0	5,0	4,0	1,0	2,0	4,0	2,0	4,0	4,0	1,0	6,0
Banc IORO	1,0	4,0	6,0	5,0	2,0	3,0	2,0	2,0	5,0	4,0	2,0	6,0
IONONTEA	5,0	6,0	1,0	3,0	2,0	4,0	6,0	3,0	2,0	4,0	1,0	5,0
BB. CHAMBy	3,5	6,0	1,0	5,0	3,5	2,0	4,0	4,0	1,0	2,0	4,0	6,0
Point PUKA	4,0	3,0	6,0	5,0	1,0	2,0	5,0	6,0	3,5	3,5	1,0	2,0
Banc KIE	5,0	6,0	4,0	2,0	1,0	3,0	6,0	3,0	2,0	4,0	1,0	5,0
Ilot KIE	3,5	6,0	5,0	1,0	2,0	3,5	5,0	3,5	1,5	1,5	3,5	6,0
TOEMO	1,5	3,5	6,0	3,5	1,5	5,0	5,5	1,0	3,0	3,0	3,0	5,5
UGO	3,0	3,0	6,0	5,0	1,0	3,0	3,0	3,0	5,5	3,0	1,0	5,5
Total des rangs	43,5	52,5	56	47,5	21	31,5	53,5	40,5	37,5	37,5	23,0	60,0
χ^2_{obs}	21,2						20,5					
$\chi^2_{0,95}$ =	11,1						11,1					
$\chi^2_{0,999}$ =	20,5						20,5					

	Biodiversité 1						Biodiversité 3					
	2007	2008	2009	2010a	2010b	2011a	2007	2008	2009	2010a	2010b	2011a
Ilot CASY	6,0	1,0	2,5	5,0	2,5	4,0	1,0	3,0	4,5	6,0	4,5	2,0
CREEK	1,0	5,5	2,5	4,0	2,5	5,5	3,0	1,0	3,0	5,0	6,0	3,0
Le PORT	5,0	5,0	2,0	2,0	2,0	5,0	1,0	3,0	2,0	4,0	5,5	5,5
WOODIN	3,0	3,0	3,0	5,0	1,0	6,0	1,0	3,5	2,0	5,5	3,5	5,5
Banc IORO	1,5	3,0	4,5	4,5	1,5	6,0	1,5	1,5	3,5	5,0	3,5	6,0
IONONTEA	4,5	3,0	1,0	4,5	2,0	6,0	1,0	2,0	3,5	5,0	3,5	6,0
BB. CHAMBy	2,0	5,0	1,0	5,0	3,0	5,0	1,0	2,5	5,0	6,0	2,5	4,0
Point PUKA	3,5	6,0	3,5	3,5	1,0	3,5	2,0	3,5	3,5	6,0	1,0	5,0
Banc KIE	4,0	2,0	4,0	4,0	1,0	6,0	1,0	2,5	2,5	4,0	5,0	6,0
Ilot KIE	2,5	1,0	2,5	4,0	6,0	5,0	2,0	1,0	3,5	6,0	3,5	5,0
TOEMO	1,5	3,0	1,5	4,5	4,5	6,0	1,0	2,5	2,5	5,0	4,0	6,0
UGO	4,0	4,0	2,0	6,0	1,0	4,0	3,0	3,0	3,0	6,0	1,0	5,0
Total des rangs	38,5	41,5	30,0	52,0	28,0	62,0	18,5	29,0	38,5	63,5	43,5	59,0
χ^2_{obs}	20,3						35,4					
$\chi^2_{0,95}$ =	11,1						11,1					
$\chi^2_{0,999}$ =	20,5						20,5					

Sur aucun des 4 critères ce test n'accrédite l'hypothèse nulle (H_0).

Ce test suggère donc une augmentation significative des biomasses et des biodiversités sur l'ensemble des stations en mars 2011. En ce qui concerne la densité, le rejet de l' H_0 est dû au résultat de la mission de septembre 2010 et dans une moindre mesure à celui de cette dernière mission.

Ceci apparaît nettement sur les graphiques de la figure 83.



Rappel : la Diversité 1 comprend les espèces observées sur les transects et de la liste restreinte alors que la Diversité 3 comprend toutes les espèces observées sur la station (transects + complémentaires / liste non restreinte).
Les graphes sont construits d'après le svaleurs en rouge dans le tableau 150.

Figure n°83 : Evolution de la somme annuelle des rangs de chaque station dans le cadre du test de Friedman

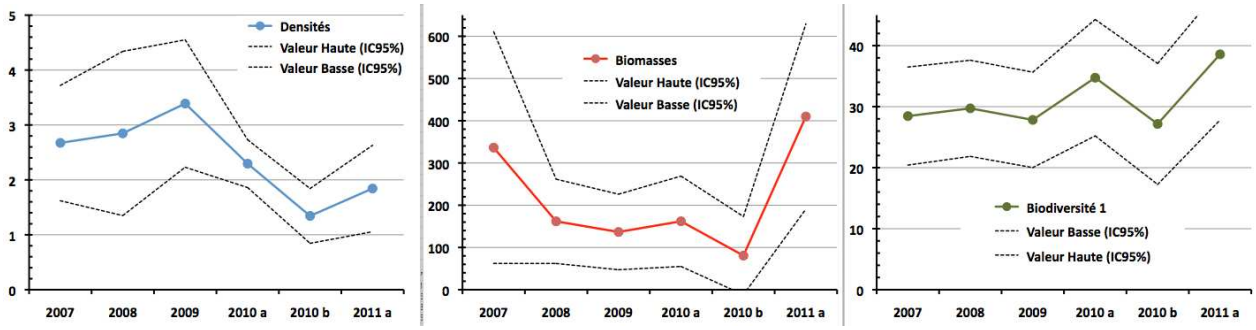
6.3.1.6 Conclusion

Compte tenu des intervalles de confiance importants, les moyennes quantitatives de densité, de biomasse et de biodiversité sont stables depuis 2007 (cf. tableau 151). Cependant, la biomasse présente une valeur élevée due à la présence conjoncturelle de Sprat. (*Spratelloides gracilis*).

Tableau n°151 : Moyennes sur l'ensemble des stations des densité, biomasse et biodiversité depuis 2007

Campagne	Mois	Densité moyenne	Biomasse (g/m^2) moyenne	Biodiversité moyenne
2007	Aout	2,67 ± 1,05	336,37 ± 274,2	28,5 ± 08,0
2008	Octobre	2,85 ± 1,49	161,84 ± 99,79	29,7 ± 07,9
2009	Juin	3,39 ± 1,16	136,68 ± 89,41	27,8 ± 07,8
2010 a	Mars	2,30 ± 0,44	161,95 ± 106,92	34,8 ± 09,5
2010 b	Septembre	1,80 ± 0,85	86,54 ± 91,22	27,9 ± 10,3
2011 a	Mars	1,84 ± 1,4	410,03 ± 219,3	38,6 ± 10,8

Les données 2005 ne sont pas prises en compte car elles ne présentent pas d'Intervalle de Confiance



Les paramètres de densité, de biomasse et de biodiversité de la population de poissons de la zone d'étude présentent un accroissement significatif, notamment par rapport à la précédente mission. La biodiversité et la biomasse dépassent toutes les valeurs précédentes depuis 2007 (et même de 2005).

Une explication plausible pourrait être la présence massive et exceptionnelle de bancs de sprats (*Spratelloides gracilis*) sur la plupart des stations du canal de la Havannah et à Woodin. Ce phénomène était particulièrement important à la station de Basse Chambeyron, mais toutes les stations, sauf Puka, présentaient des sprats en plus ou moins grande abondance. L'estimation faite à Basse Chambeyron donne plus de 7 kg de sprats/m^2 sur les 3 transects.
Dans le précédent rapport (septembre 2010) nous soulignions le fait que sur la plupart des stations, les paramètres (notamment la biomasse) étaient lourdement influencés par la présence d'un massif corallien voisin qui de façon aléatoire « contamine » les transects. Les « habitants » du massif venant, ou pas, ou encore partiellement, rendre visite aux plongeurs qui travaillent sur la station. Cette fois-ci, la présence conjoncturelle des sprats montre une autre source d'aléas biaisant la mesure de ces paramètres.

6.3.2 Comparaisons temporelles « liste complète »

Les listes complètes des espèces observées pour chaque station sont données en annexe 06.

6.3.2.1 Biodiversité α

Les biodiversités α pour chaque station, depuis 2005, sont données dans le tableau 152.

Les Bαi des stations de Prony en 2011 sont toujours en moyenne deux fois plus faibles que celles des stations du canal de la Havannah (sauf ST08, Puka).

Tableau n°152 : Biodiversité α pour chaque station, depuis 2005

	2005	2007	2008	2009	2010 a	2010 b	2011 a
Casy	46	34	47	56	66	55	37
Creek	5	33	30	34	47	55	35
Port	14	34	47	39	50	64	64
Woodin	53	54	89	81	110	92	111
Ioro	41	50	52	69	79	66	94
Ionontea	104	60	67	81	94	81	102
B. Chbey	107	56	82	106	113	86	97
Puka	79	44	68	66	80	41	76
Bc Kie	104	55	62	60	66	75	86
Ilot Kie	84	84	71	116	167	113	131
Toemo	71	53	71	74	95	88	116
Hugo				70	92	50	81

Quelques points peuvent être soulignés :

- Les stations de Prony, notamment le Creek baie nord et le Port abritent de nombreuxjuvéniles ;
- Woodin présente de nouveau un grand nombre de Chaetodons (11) et de Pomacentridae (14) ;
- Ionontea ne présente toujours pas de Carangidae ;
- Il n'y a aucun Lutjanidae à Ugo.
- La biodiversité de l'îlot Kié est toujours la plus forte.
- Toutes les stations de la Havannah et de Woodin sont « perturbées » par la présence d'importants bancs de Sprats.

Un test F (ANOVAR) sur ce tableau donne F_{obs} = 3,95 pour un $F_{0,95}$ = 2,36 ($F_{0.996}$ = 3,95) . Ces séries sont donc différentes (i.e. n'ont pas les mêmes variances).
Ce test est conforté par un test de Kruskal-Wallis : χ^2_{obs} = 15,79 (pour un ddl de 5, soit donc $\chi^2_{0,95}$ = 11.1).
Les biodiversités α ont diminué en Baie de Prony et considérablement augmenté dans le canal de la Havannah et Woodin.

Ce dernier test permet de faire un classement global des stations pour leur biodiversité (cf. tableau 153), depuis 2009 (introduction de Ugo).

Tableau n°153 : Classement des stations pour leur biodiversité, depuis 2009

Stations	Rangs				
	2011 a	2010 a	2010 b	2009	Moy.
Ilot KIE	1	1	1	1	1
Banc B. CHB	2	2	2	2	2
WOODIN	3	3	3	3	3
Récif TOEMO	4	4	6	6	5
IONONTEA	5	4	5	5	4
Ilot UGO	6	6	4	4	5
Banc IORO	7	7	8	9	7
Banc KIE	8	7	9	7	7
Point PUKA	9	9	7	7	9
Le PORT	10	11	11	11	11
Ilot CASY	11	10	10	10	10
CREEK	12	12	12	12	12

Les stations de la baie de Prony sont toujours en queue de classement avec une moyenne de 45 espèces. Les stations de la Havannah dans leur ensemble, ont toujours une biodiversité moyenne près de 2 fois plus élevée (82 espèces) avec toujours les mêmes 3 stations en tête : l'Ilot Kié avec plus de 110 espèces et Basse Chambeyron et Woodin avec près de 100 espèces.

Un test de Friedman sur le tableau 152, donne un χ^2_{obs} = 35,40, pour un ddl de 5, cette valeur est forte ($\chi^2_{0,999}$ = 20.50). Ce tableau a donc des colonnes très différentes. Les valeurs de l'été 2010 présentent un record (88 espèces en moyenne) presque égalé en été 2011 (86 espèces en moyenne).

6.3.2.2 Biodiversité γ

Cette biodiversité peut être exprimée de différentes manières :

- $B\gamma_1$: en considérant le nombre d'espèces total de la zone,
- $B\gamma_2$: en corrigeant ce nombre de manière statistique ($B\gamma\infty$),
- $B\gamma_3$: en considérant aussi les effectifs par espèces (Indice de Shannon H).

La Bγ observée sur toute la zone en mars 2011 est de 343 espèces réparties dans 44 familles.

Leur répartition en familles est donnée dans le tableau 154.

Toutes ces années se ressemblent χ^2_{obs} = 230,00 (ddl = 330 - $\chi^2_{95\%}$ = 401,01).

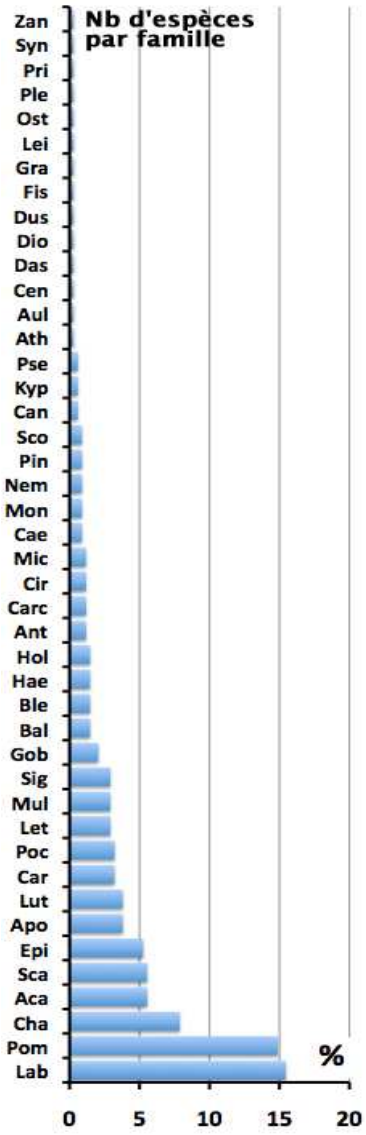
Un point supplémentaire doit être souligné : non seulement la B_γ annuelle n'a jamais été aussi élevée, mais la liste totale d'espèces observées depuis 2005 s'est accrue de 42 espèces nouvelles.
Le nombre total d'espèces observées depuis 2005 sur les stations du suivi est de **573**. Il s'agit d'espèces diurnes non cryptiques et facilement observables (taille > 2 cm). Toutes les stations sont sur substrats durs si bien que certaines familles sont presque ou totalement exclues comme les Syngnathidae ou les Soleidae par exemple. Le peu de substrats meubles exclue aussi une importante partie de certaines familles fouisseuses comme les Gobiidae.

La répartition globale des espèces par famille depuis 2005 n'est pas différente de celle de 2011.

Tableau n°154 : Nombre d'espèces par famille

Familles	2005	2007	2008	2009	2010 a	2010 b	2011 a
Acanthuridae	22	14	20	19	23	16	19
Anthiinidae	0	0	7	3	4	6	4
Apogonidae	3	2	5	10	17	9	13
Atherinidae	0	0	0	0	0	0	1
Aulostomidae	1	1	1	1	1	1	1
Balistidae	6	3	4	4	5	2	5
Blenniidae	9	4	6	7	7	2	5
Caesionidae	3	4	2	2	3	2	3
Canthigasteridae	1	1	1	2	2	1	2
Carangidae	2	1	3	3	6	4	11
Carcharhinidae	2	1	3	2	1	2	4
Centricidae	0	1	0	0	0	0	1
Chaetodontidae	20	18	18	25	25	28	27
Cirrithidae	3	3	3	6	5	4	4
Dasyatidae	1	1	1	1	1	1	1

Diodontidae	1	1	1	1	0	0	1
Dussumieriinae	0	0	0	0	0	0	1
Echeneidae	0	1	0	0	0	0	0
Engraulidae	0	0	1	0	0	0	0
Ephippidae	0	0	0	0	0	1	0
Epinephelinae	18	19	17	18	23	19	18
Fistulariidae	0	0	1	0	0	0	1
Gobiidae	3	6	4	7	4	7	7
Grammistidae	1	1	1	1	1	1	1
Haemulidae	5	3	5	5	4	7	5
Holocentridae	5	2	3	4	2	2	5
Kyphosidae	0	0	0	1	1	1	2
Labridae	62	54	55	47	50	46	53
Latridae	0	0	0	0	1	0	0
Leiognathidae	0	0	0	0	0	0	1
Lethrinidae	3	4	4	3	7	7	10
Lutjanidae	5	8	6	10	14	12	13
Microdesmidae	0	2	3	3	3	4	4
Monacanthidae	4	2	2	3	4	0	3
Mullidae	5	4	4	7	9	9	10
Muraenidae	0	1	1	1	2	0	0
Nemipteridae	2	1	3	2	3	3	3
Ophidiidae	1	0	0	0	0	0	0
Ostraciidae	1	0	1	0	1	1	1
Pinguipedidae	7	4	5	3	1	3	3
Platacidae	1	0	0	0	0	0	0
Plesiopidae	0	0	0	0	0	0	1
Plotosidae	1	0	0	0	0	0	0
Pomacanthidae	11	12	11	10	12	12	11
Pomacentridae	50	46	48	45	46	46	51
Priacanthidae	1	0	2	0	0	1	1
Pseudochromidae	1	2	1	0	0	0	2
Scaridae	18	13	15	16	17	16	19
Scombridae	0	1	2	1	1	1	3
Scorpaenidae	1	1	0	1	1	1	0
Siganidae	6	3	5	7	7	6	10
Sphyraenidae	0	0	0	1	1	1	0
Synodontitae	1	1	1	1	2	2	1
Tetraodontidae	0	0	2	1	1	0	0
Zanclidae	0	0	1	1	0	1	1
Total ou Bγ	**287**	**246**	**277**	**284**	**317**	**288**	**343**
Nb de Familles	**37**	**37**	**40**	**38**	**38**	**38**	**44**



6.3.2.3 Biodiversité β

La biodiversité β mesure l'hétérogénéité entre stations. Elle rend compte du contraste entre les stations d'une zone, décrites par la liste d'espèces qu'elle abrite ($B_{\alpha i}$). Elle souligne en quelques sortes la variance des $B\alpha_i$. L'idée est de dire que si un facteur environnemental majeur (une pollution par exemple) venait à envahir la zone, les stations tendraient à se ressembler (faisant chuter la B_β), y compris des stations aux environnements naturels très différents comme peuvent l'être les stations du canal de la Havannah et les stations de la baie de Prony. La chute de la B_β est en principe accompagnée d'une chute des $B_{\alpha i}$, donc si seules les $B_{\alpha i}$ chutent, c'est qu'il faut plutôt chercher d'autres causes, comme la pêche par exemple.
Les écologues marins ont mis quelques années à suivre sur ce thème leurs collègues écologues terrestres. La B_β est utilisée pour les coraux par exemple par [11, 12, 13, 14, 15, 16]. Elle fut formulée à l'occasion de travaux sur les forêts équatoriales [par Whittaker 17, 18, 19] à l'aide d'un indice simple utilisant l'Indice de Shannon (donc le nombre d'espèces et les effectifs par espèce). L'idée fut reprise récemment [par Arias-Gonzales et al. 20] pour les poissons du Yucatan. Ces auteurs retiennent l'idée utile de la variance des diversités α des stations et analysent la variance des diversités (ANOVA) et celle des structures de peuplement (MANOVA) pour mettre ces structures en relation avec le substrat.

La B_β s'exprime alors de la manière suivante :

$$B_\beta = B_\gamma - 1/p \sum B_{\alpha i}$$

où B_γ est le nombre d'espèces total, $B_{\alpha i}$ le nombre d'espèces à la station i et p le nombre de stations.

Cette B_β varie donc entre 0 si toutes les stations sont identiques et $B_{\beta max}$ dans le cas contraire, laquelle dépend de Bγ ainsi que de p.
$B_{\beta max}$ est la valeur de B_β lorsque toutes les stations sont différentes. Elle vaut donc :

$$B_{\beta max} = ((p-1)/p).\ B_\gamma$$

Un indice d'Equitabilité bêta (E_β) indépendant de p peut alors être obtenu en faisant le rapport :

$$E_\beta = 1 - (B_\beta / B_{\beta max})$$

Cet indice est plus facile à conceptualiser et à suivre dans le temps puisqu'il varie entre 0 (les stations sont toutes différentes $B_\beta = B_{\beta max}$) et 1 (les stations sont identiques B_β=0).

Tableau n°155 : Biodiversités et Equitabilités β annuelles.

Indices de diversité β	2005	2007	2008	2009	2010 a	2010 b	2011a
B_β	227	211	225	222	227	214	196
$B_{\beta max}$	259	253	267	267	289	263	294
E_β	**0,124**	**0,168**	**0,157**	**0,169**	**0,215**	**0,186**	**0.334**

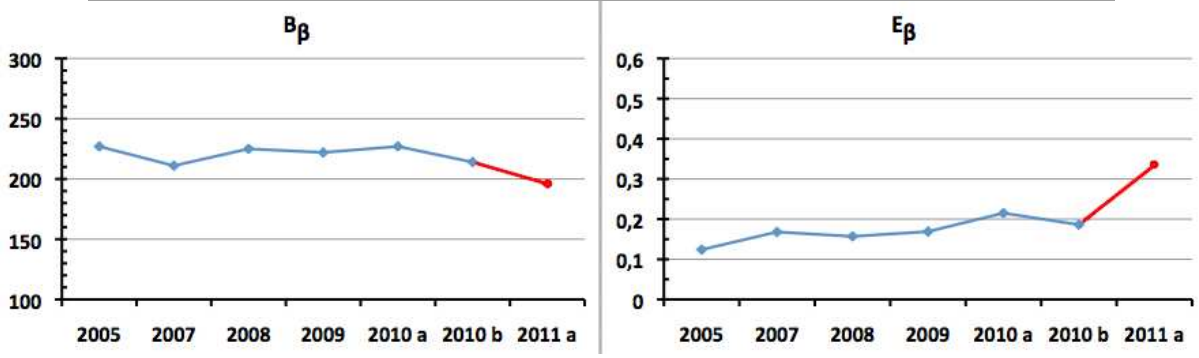


Figure n°84 : Evolution de la biodiversité β et de l'indice d'Equitabilité E_β

La biodiversité β a singulièrement faibli. Cela signifie que par rapport aux autres années, il y a moins d'écart entre les stations. Et l'indice d'Equitabilité E_β a, en revanche, quasiment doublé. Il est probable que ce soit dû à

la tempête tropicale Vania qui aura « homogénéisée » les stations.

6.3.2.4 Ubiquité ou occurrence spatiale et Permanence temporelle des espèces

La comparaison spatiale et temporelle des peuplements de poissons amène à se poser la question de **l'ubiquité** des espèces et de leur **permanence** sur la zone :

- **Dans l'espace** : Quelle est **l'ubiquité** des espèces ou la proportion d'espèces présentes sur toutes les stations ? Et plus généralement la proportion de chaque cas d'ubiquité, à savoir celles qui sont présentes 1, 2, 3 …, p fois dans le cas de p stations ?
- **Dans le temps** : Quelle est la **permanence** des espèces ou la proportion d'espèces présentes chaque année sur la zone ou la permanence des espèces sur la zone ou à chaque station ? Et plus généralement, la proportion d'espèces présentes (vues) 1, 2, 3 … ou q fois dans le cas d'un suivi de q années. La somme de toutes ces espèces indiquant le nombre d'espèces jusqu'à ce jour rencontrées sur la zone.

L'ubiquité (spatiale)

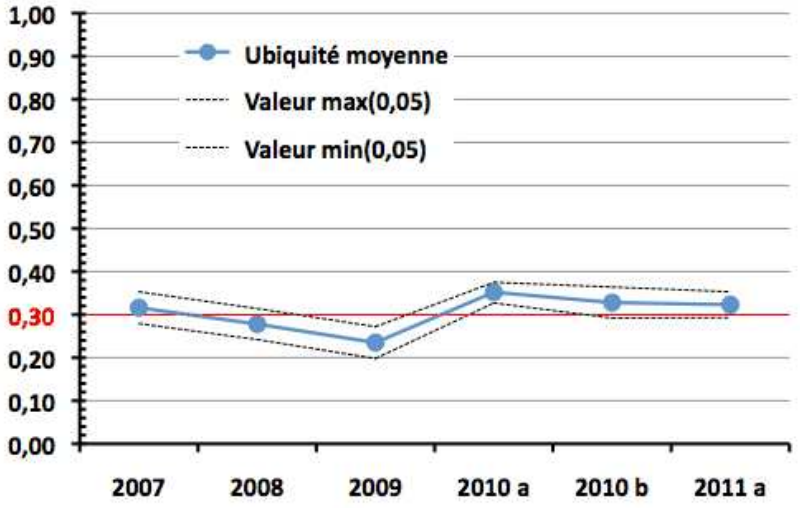
L'ubiquité est un caractère objectif chiffré. C'est un indice (Uc) qui peut être comparé à lui-même d'année en année et cela quel que soit le nombre p de stations réalisées. Rappelons qu'il y a eu 11 stations de réalisées en 2005 et 2007, 13 en 2008, 14 en 2009 et 12 en 2010 a et b et 2011 a.
Par ailleurs, pour être pratique, cet index doit donner une ubiquité nulle à une espèce présente qu'une seule fois et une ubiquité maximale (égale à 1) pour une espèce toujours présente quel que soit le nombre de stations p. La fonction qui permet de répondre à toutes ces exigences est le logp (Xi). Avec Xi le nombre de fois où l'espèce i est présente ($1 \leq Xi \leq p$), et p le nombre de stations réalisées cette année là sur la zone.

En effet, pour tout p $Log_p (1) = 0$ et pour tout p $Log_p (p) = 1$

L'index pour l'année j sera la moyenne des valeurs (Bγ)
pour n espèces : $Uc = (1/B\gamma) . \sum Log_p (X_i)$
où Bγ est le nombre d'espèces, p le nombre de stations : $0 \leq Uc \leq 1$

Tableau n°156 : Ubiquité spatiale depuis 2007

Années	2007	2008	2009	2010 a	2010 b	2011 a
Stations (p)	11	13	14	12	12	12
Uc	**0,32**	**0,28**	**0,24**	**0,35**	**0,33**	**0.32**
$Uc_{95\% max}$	0,35	0,31	0,27	0,38	0,36	0.35
$Uc_{95\% min}$	0,28	0,24	0,20	0,33	0,29	0.26



Les valeurs hautes et basses représentent l'intervalle de confiance

Figure n°85 : Evolution de l'Indice d'Ubiquité moyen et de son intervalle de confiance à 95%

Bien que sensible, ce paramètre n'a pas beaucoup changé depuis 2007. Il reste autour de la valeur 0,3 qui traduit, typiquement, un peuplement où une grande majorité des espèces ne sont vues que rarement et où, seules, moins de dix % d'entre-elles sont vues à chacune des missions ou presque.

Dans le détail, la présence des espèces sur les différentes stations se répartie de la manière décrite dans le tableau 157.

Tableau n°157 : Présence des espèces aux stations

Nb d'espèces présentes à *p* stations	2007	2008	2009	2010 a	2010 b	2011 a	Moy. (%)
1 fois	73	66	123	118	94	**130**	36,20
2 fois	66	69	38	54	43	**70**	20,38
3 fois	22	31	33	33	39	37	11,69
4 fois	15	20	20	21	30	35	8,45
5 fois	17	15	23	32	22	19	7,67
6 fois	7	11	15	15	10	10	4,08
7 fois	5	7	7	12	4	14	2,94
8 fois	4	8	6	4	10	8	2,40
9 fois	3	1	7	10	8	14	2,58
10 fois	4	7	5	10	5	3	2,04
11 fois		1	4	7	4	1	1,22
12 fois			1	1	0	2	0,36
Total	216	236	282	317	269	343	100,00
Nb de stations	11	13	14	12	12	12	

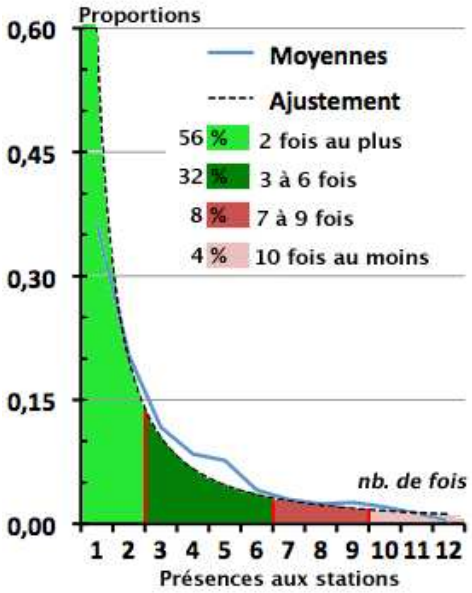


Figure n°86 : Représentation graphique de l'Ubiquité spatiale

Le graphique de la figure 86, issu des valeurs du tableau 157, montre que très peu d'espèces sont ubiquistes (en rose). Dans notre liste, il n'y a que trois espèces qui soient parfaitement ubiquistes : *Thalassoma lunare*, *Plectropomus leopardus* et *Scolopsis bilineatus*.

Près de 60 % n'ont été vus que sur une ou deux stations (vert pâle) et près de 90 % des espèces n'ont été vues que sur la moitié au plus des stations (vert).
Les autres, 42 espèces sur 353 ont été vues sur au moins la moitié des stations (cf. tableau 158)

Tableau n°158 : Espèces les plus fréquemment rencontrées en mars 2011

Fam	Espèces	Nb de fois	Fam	Espèces	Nb de fois
Epi	*Plectropomus leopardus*	**12**	Aca	*Ctenochaetus striatus*	**8**
Lab	*Thalassoma lunare*	**12**	Aca	*Zebrasoma scopas*	**8**
Nem	*Scolopsis bilineatus*	**11**	Aca	*Zebrasoma veliferum*	**8**
Aca	*Acanthurus blochii*	**10**	Cha	*Chaetodon plebeius*	**8**
Pom	*Chrysiptera rollandi*	**10**	Cha	*Chaetodon speculum*	**8**
Pom	*Pomacentrus chrysurus*	**10**	Lab	*Hemigymnus melapterus*	**8**
Bal	*Sufflamen fraenatus*	**9**	Poc	*Centropyge bicolor*	**8**
Can	*Canthigaster valentini*	**9**	Poc	*Centropyge bispinosa*	**8**
Cha	*Chaetodon baronessa*	**9**	Aca	*Naso unicornis*	**7**
Lab	*Anampses femininus*	**9**	Ble	*Meiacanthus atrodorsalis*	**7**
Lab	*Anampses neoguinaicus*	**9**	Cha	*Chaetodon lunulatus*	**7**
Lab	*Cheilinus chlorourus*	**9**	Cha	*Chaetodon pelewensis*	**7**
Lab	*Labroides dimidiatus*	**9**	Cha	*Heniochus acuminatus*	**7**
Poc	*Centropyge tibicen*	**9**	Lab	*Coris batuensis*	**7**
Pom	*Chromis margaritifer*	**9**	Lab	*Gomphosus varius*	**7**
Pom	*Chrysiptera taupou*	**9**	Lab	*Halichoeres argus*	**7**
Pom	*Dascyllus reticulatus*	**9**	Lab	*Halichoeres melanurus*	**7**
Pom	*Pomacentrus moluccensis*	**9**	Lab	*Halichoeres prosopeion*	**7**
Sca	*Chlorurus sordidus*	**9**	Pin	*Parapercis hexophtalma*	**7**
Sca	*Scarus flavipectoralis*	**9**	Pom	*Pomacentrus nagasakiensis*	**7**
			Sca	*Scarus rubroviolaceus*	**7**
			Syn	*Synodus variegatus*	**7**

- La Permanence (temporelle)

L'indice de Permanence (Pe) d'une espèce à une station au cours du temps est calculée de la même manière que l'indice d'Ubiquité. La base du logarithme sera dans ce cas le nombre d'années de suivi.
Quelle est la proportion d'espèces toujours :

- présentes chaque année sur la même station ?
- présentes chaque année sur la zone ?

L'Indice d'ubiquité temporelle global est de 0,367 avec un coefficient de variation (entre stations) très faible - CV = 0,15 - montrant que toutes les stations présentent un profil similaire au profil moyen représenté dans la figure 87.

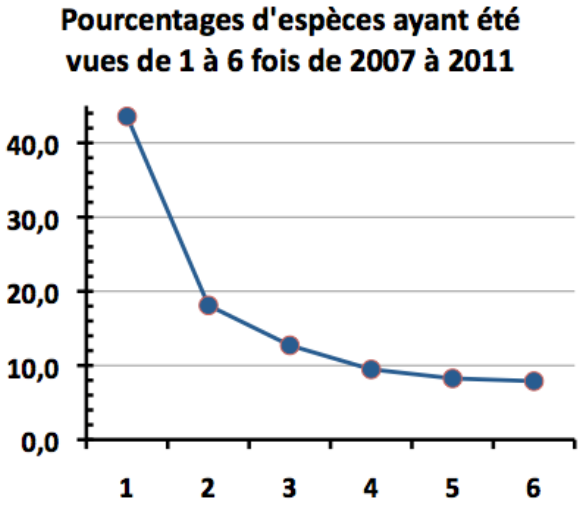


Figure n°87 : Représentation graphique de l'Ubiquité temporelle

Ainsi, selon la station entre 33 % (Ilot Kié) et 55 % (Port) des espèces n'ont été vues qu'une seule fois et seulement 3 (Port) à 13 % (Ilot Kié) sont toujours présentes (cf. tableau 159). C'est en Baie de Prony (notamment Creek baie nord et Port) que le peuplement est le plus instable et c'est à l'Ilot Kié que le peuplement est le plus stable, stabilité relative puisque, malgré tout, 1/4 à 1/3 des espèces seulement sont vues presqu'à chaque fois (6 à 4) et plus de 50% n'ont été vues qu'1 à 2 fois. La baie de Prony, rappelons le, fonctionne plus comme nursery et les stations sont donc fréquentées par des stades éphémères juvéniles.

Tableau n°159 : Nombre de fois et proportion où une espèce a été vue par station depuis 2007

	Valeurs							Ubiquité
Nb de fois	6	5	4	3	2	1	Total	
CASY	8	8	11	14	27	65	133	0,32
CREEK	4	9	9	14	21	47	104	0,34
LE PORT	5	7	5	25	26	83	151	0,27
WOODIN	16	18	25	27	44	82	212	0,40
IORO	13	17	14	19	38	99	200	0,33
IONONTEA	20	15	15	30	29	82	191	0,39
BASSE CHAMBEYRON	25	12	27	25	38	74	201	0,43
PUKA	12	14	13	19	28	70	156	0,37
BANC KIE	14	15	21	22	17	63	152	0,42
ILOT KIE	32	25	29	27	44	78	235	0,46
TOEMO	13	24	20	23	42	91	213	0,38
UGO			18	33	31	58	140	0,33
	Pourcentages							
Nb de fois	6	5	4	3	2	1	Total	
CASY	6,02	6,02	8,27	10,53	20,30	48,87	100	
CREEK	3,85	8,65	8,65	13,46	20,19	45,19	100	
LE PORT	3,31	4,64	3,31	16,56	17,22	54,97	100	
WOODIN	7,55	8,49	11,79	12,74	20,75	38,68	100	
IORO	6,50	8,50	7,00	9,50	19,00	49,50	100	

IONONTEA	10,47	7,85	7,85	15,71	15,18	42,93	100	
BASSE CHAMBEYRON	12,44	5,97	13,43	12,44	18,91	36,82	100	
PUKA	7,69	8,97	8,33	12,18	17,95	44,87	100	
BANC KIE	9,21	9,87	13,82	14,47	11,18	41,45	100	
ILOT KIE	13,62	10,64	12,34	11,49	18,72	33,19	100	
TOEMO	6,10	11,27	9,39	10,80	19,72	42,72	100	
UGO			12,86	23,57	22,14	41,43	100	
Moyenne	7,89	8,26	9,47	12,72	18,10	43,56	100	0,367

6.3.2.5 Conclusion

Le nombre total d'espèces observées sur toute la zone depuis 2005 s'est considérablement accru (42 espèces nouvelles) pour attendre maintenant 573 espèces.

La biodiversité aux différentes stations et la biodiversité totale montrent des changements au-delà d'une fluctuation saisonnière normale. La tempête tropicale Vania semble avoir impacté la zone. Les bouleversements de salinité en Baie de Prony et hydrodynamiques dans le canal de la Havannah peuvent expliquer ces changements.

6.4 Conclusion

Les stations de la zone d'étude sont globalement en bonne santé, avec cependant une nette différence par rapport à la campagne de septembre 2010 et à celles précédentes, avec notamment, globalement, une diminution dans l'abondance des biocénoses benthiques, une certaine mortalité de colonies coralliennes et moins de recrutement. Ces phénomènes sont particulièrement observables dans le canal de la Havanah.
Ils peuvent être corrélés à la phase La Niña de cette période ainsi qu'aux deux dépressions du début de l'année 2011.

L'étude de la biodiversité totale ichtyologique apporte un nouvel éclairage. La première partie (estimations à partir de la liste d'espèces restreinte) conclut qu'à cette mission, la zone étudiée rompt avec la stabilité qu'elle présentait jusqu'à présent. Les paramètres de densité, de biomasse et de biodiversité des poissons présentent tous les trois un accroissement significatif.
La deuxième partie (liste totale) suggère que ce changement est en fait le résultat d'un accident climatique : la tempête tropicale Vania. Celui-ci aura perturbé le milieu tant par la quantité d'eau douce déversée que par l'hydrodynamisme violent des vagues. Par ailleurs, cette deuxième partie souligne la nature plastique et changeante de la biodiversité des poissons.

7 Synthèse bibliographique, de la zone étudiée

Lors du rapport de la mission d'octobre 2008 ([08]), une synthèse bibliographique avait été réalisée sur ces sujets :

- la bio-géographie et les complexes récifaux de la zone,
- les particularités des baies calédoniennes,
- les causes de dégradations de ces récifs,
- le recrutement et les taux de croissance corallien,
- les proliférations de cyanobactéries.

Pour le suivi de la fuite d'acide dans le Creek baie nord, trois missions ont été réalisées, et à cette occasion, une synthèse bibliographique (rapport [21]) a été réalisée sur ces sujets :

- l'acide sulfurique et ses principales caractéristiques,
- les accidents historiques liés à de l'acide sulfurique, avec des simulations de scénarios d'accident et les résultats de l'étude environnementales du « Bahamas »,
- le blanchissement corallien : les zooxanthelles, la physiologie coralienne et les paramètres influant sur le blanchissement.

Puis, pour la 2ème mission (rapport [22]) :

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

Et enfin, lors des 3ème et 4ème missions (rapport [23, 24]) :

- réactualisation des données météorologiques,
- impacts potentiels des conditions météorologiques sur l'état de santé des communautés marines.

Lors du rapport de la mission de juin 2009 ([25]), une synthèse bibliographique avait été réalisée sur ces sujets :

- les causes de dégradations des récifs de la zone étudiée,
- les proliférations de cyanobactéries,
- les algues et leurs variabilités,
- le recrutement et les taux de croissance coralliens.

Lors du rapport de la mission de mars-avril 2010 ([26]), une synthèse bibliographique avait été réalisée sur ces sujets :

- pourquoi étudier les biocénoses benthiques,
- les particularités de la baie de Prony,
- le recrutement et les taux de croissance coralliens : Pocilloporidae.

Lors du rapport de la mission de septembre 2010 ([09]), une synthèse bibliographique avait été réalisée sur ces sujets :

- le recrutement et les taux de croissance coralliens : exemple des Pocilloporidae sur les transects de la station 01,
- les algues et leurs variabilités depuis 2008,
- les proliférations de cyanobactéries et leurs fluctuations observées depuis 2008.

Nous ne reprenons pas dans ce présent rapport toutes ces thématiques et ne présentons que les trois points de de suivi de la campagne précédente :

- le recrutement et les taux de croissance coralliens : exemple des Pocilloporidae sur les transects de la station 01,
- les algues et leurs variabilités depuis 2008,
- les proliférations de cyanobactéries et leurs fluctuations observées depuis 2008.

7.1 Recrutement et taux de croissance corallien : Pocilloporidae

Sur plusieurs stations étudiées, on a pu observer des taux de recrutement corallien importants et des taux de croissance assez élevés.
L'exemple le plus frappant est la station 01 (Casy) où de jeunes colonies se sont fixées sur des piquets de transects depuis la mission de 2007 (pose des piquets le 31/08/07), nous permettant ainsi de bien mesurer leur accroissement à chaque campagne.
Dans ce cas, ces juvéniles sont des *Pocillopora damicornis* de la famille des Pocilloporidae (cf. tableau 160).
Les Pocilloporidae sont des coraux abondants sur les récifs néo-calédoniens. Ils s'adaptent très bien aux variations de lumière et aux divers mouvements de l'eau (hydrodynamisme).

Tableau n°160 : Systématique / Description de Pocillopora damicornis

Classe	Anthozoa Ehrenberg, 1819
Sous classe	Hexacorallia
Ordre	Scleractinia Bourne, 1900
Genre	*Pocillopora* Lamarck, 1816
Espèce	*damicornis*
1ère Description	Linné 1758
Distribution	Indo-Pacifique, de la côte est de l'Afrique à la côte ouest de l'Amérique Centrale, au nord du Japon et d'Hawaii, sud de Durban, vers les îles de Lord et Howe et les îles de Pâques. Entre 1 et 38 mètres.
Description	Petites colonies de taille moyenne. Coloration : brun, vert ou rose.
Caractéristiques	Corail qui vit du produit de ses zooxanthelles. Intensité lumineuse importante requise.
Maintenance	Espèce à croissance rapide mais attention aux algues filamenteuses.
Remarques	Se subdivise en 4 écomorphes (Veron & Pichon, 1976).

La morphologie de ce corail est très variable et est étroitement lié à l'hydrodynamisme et à la lumière reçue (pénétration de la lumière dans l'eau liée au taux de sédimentation). Des branches fines et largement espacées sont un signe d'eau moyennement brassée. Tandis que des branches compactes et épaisses témoignent d'un environnement intensément brassé.
Une étude en laboratoire montre que les jeunes *Pocillopora damicornis* survivent mieux dans des microhabitats, non affectés par la sédimentation directe, non exposés au broutage direct et non occupés par des algues filamenteuses à croissance rapide [27].

Des planulas[18] de *Pocillopora damicornis* ont réussi à se fixer sur les piquets du transect supérieur de la station 01 (Casy), et de ce fait aucune autre espèce ne les a perturbées dans leur édification. Sept colonies de *Pocillopora damicornis* s'édifient ainsi sur les piquets posés lors de la mission du 31/08/07. Lors de chaque mission de suivi les colonies sont mesurées ce qui permet d'appréhender leur croissance. Elles se sont développées dans de bonnes conditions environnementales avec un apport en nutriment important (apport des rivières) et une pénétration de la lumière suffisante pour la photosynthèse de leurs symbiotes (zooxanthelles).

Si le développement des colonies présentes est suivi depuis la plus longue période de temps (colonies E, F et G installées sur le piquet XX du transect A), la taille des colonies était comprise (cf. tableau 161) :

- entre 5 et 8 cm de diamètre en octobre 2008,
- puis entre 9 et 16 cm pour la mission de juin 2009,
- entre 9 et 21 cm pour la mission d'avril 2010
- enfin entre 15 et 21 cm pour la mission de septembre 2010,
- et enfin entre 16.5 et 26.5 cm pour la mission de mars 2011.

[18] Planula : larve ciliée résultant de la fécondation d'un gamète femelle par un gamète male chez les éponges et les cnidaires.

La vitesse de croissance des colonies scléractiniaires est toujours plus importante les premiers mois (stade juvénile) voir les premières années, puis elle diminue au fur et à mesure du temps. En estimant que les planulas se sont fixées sur les piquets durant la ponte de novembre 2007 (car piquets posés le 31/08/07), la croissance est estimée à :

- 6.33 cm / 11 mois soit 6.9 cm/an de moyenne pour la première mission en octobre 2008,
- pour la deuxième mission de juin 2009 la croissance était estimée à 4.66 cm / 7.5 mois soit 7.46 cm/an de moyenne,
- pour la troisième mission de mars-avril 2010, la croissance était de 3.33 cm / 9.5 mois soit 4.2 cm/an,
- pour la quatrième mission de septembre 2010, la croissance était de 3.67 cm / 6 mois soit 7.33 cm/an,
- et enfin pour la cinquième mission de mars 2011, la croissance est de 2.5 cm / 6 mois soit 5 cm/an.

Tableau n°161 : Taille des colonies coralliennes fixées sur les piquets de la ST01A

	(cm)	Oct. 2008	Juin 2009	Mars 2010	Sept. 2010	Mars 2011
Piquet 0	Colonie A	/	/	6	10	16
	Colonie B	/	7	15	18	22
	Colonie C	/	5	12	14	17,5
Piquet X	Colonie D	/	/	10	11	14
Piquet XX	Colonie E	8	16	21	22	26,5
	Colonie F	5	8	12	15	16,5
	Colonie G	6	9	9	17	18,5
Nb mois entre les missions		11	7.5	9.5	6	6
Date supposée 1ère ponte		Novembre 2007				
Croissance moyenne	Moyenne des colonies E, F, G	6.33	4.67	3.33	3.67	2,5
Croissance annuelle		6.91	7.47	4.21	7.33	5

La colonisation des colonies de *Pocillopora damicornis* sur les piquets du transect ST01A est observée depuis octobre 2008 (colonies E, F, G), puis juin 2009 (B et C) et avril 2010 (colonies A et D).
Désormais les trois piquets du transect A sont colonisés par 7 colonies de *Pocillopora damicornis* dont les tailles en cm sont indiquées dans le tableau 161.

Cette croissance est relativement importante la première année de vie des colonies puis un ralentissement est noté entre le mois de juin 2009 et avril 2010 qui pourrait être corrélé à un dérèglement de l'environnement lié aux pluies abondantes de la saison estivale (de janvier – mars 2010) et les événements dépressionnaires du mois de février 2010 (dépression Jasper) qui ont dû avoir une influence sur l'apport d'eau douce et de matières en suspension à l'embouchure des rivières et dans la baie de Prony. Ces apports ont pour conséquences une anomalie négative de salinité, une anomalie négative de températures et une anomalie positive de turbidité. Ces trois facteurs peuvent être en partie à l'origine d'un affaiblissement des coraux (blanchissement, diminution de la croissance corallien). On remarque également que la croissance n'est pas linéaire durant l'année et que la période hivernale (mai – aout 2010) est plus favorable à leur développement. A la suite du rétablissement dit « normal » des paramètres environnementaux, le taux de croissance des colonies a légèrement augmenté.

D'un point de vue général, on remarque que les courbes de croissance (cf. figure 88) entre les différentes colonies ont relativement les mêmes tendances sauf pour la colonie G. Cette différence peut être mise en

évidence par la disposition des colonies F et G sur le 3e piquet, les deux colonies sont à proximité l'une de l'autre donc elles vont se gêner mutuellement dans leur développement (lutte chimique et variabilité du développement intra-spécifique). A partir des courbes, on constate également que la croissance diminue plus rapidement à partir de la 2e année du développement.

Désormais, la croissance des colonies tend à diminuer progressivement avec le temps. La moyenne de croissance des colonies E, F, G est de 2.5 cm entre le mois de septembre 2010 et le mois de mars 2011 (soit une croissance de 5 cm/an).

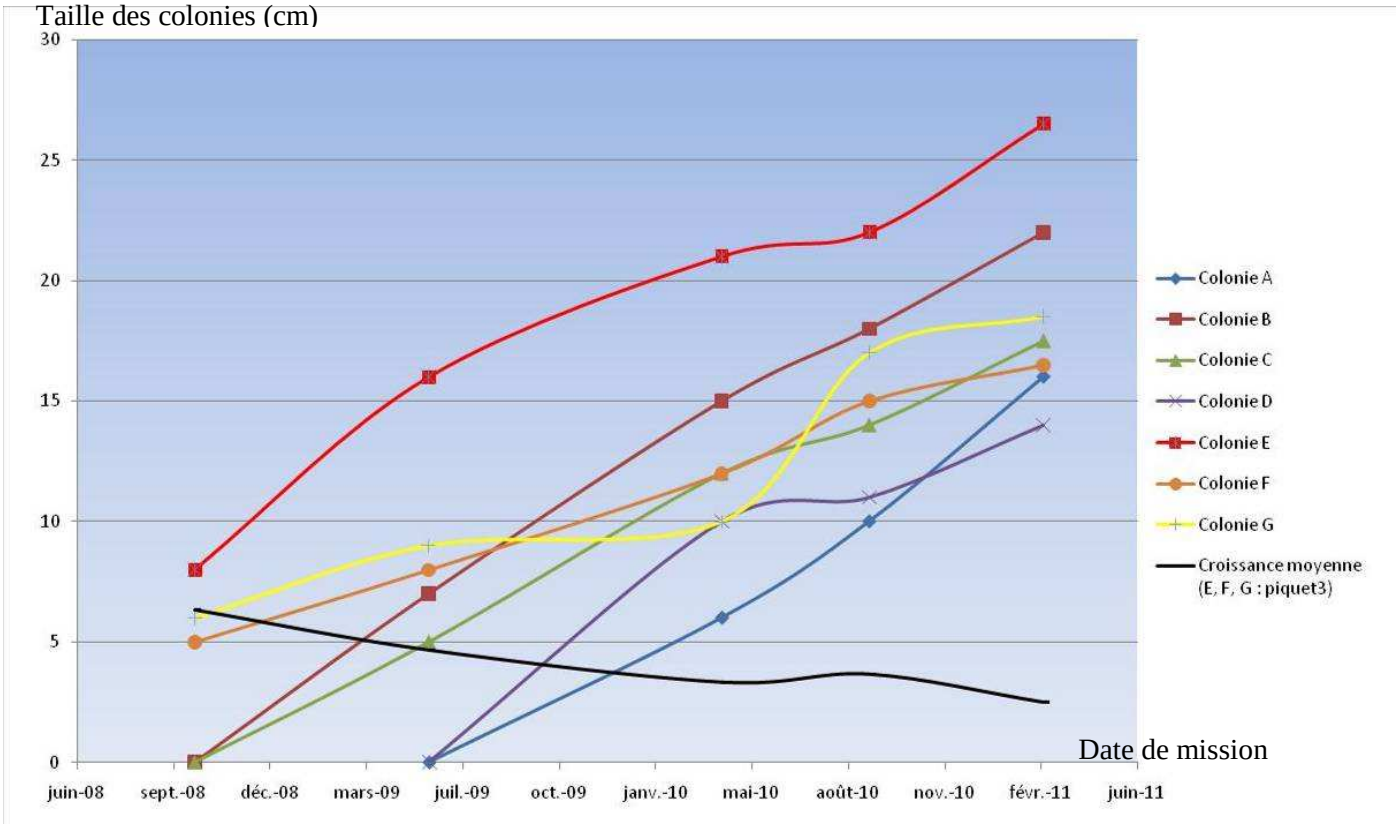
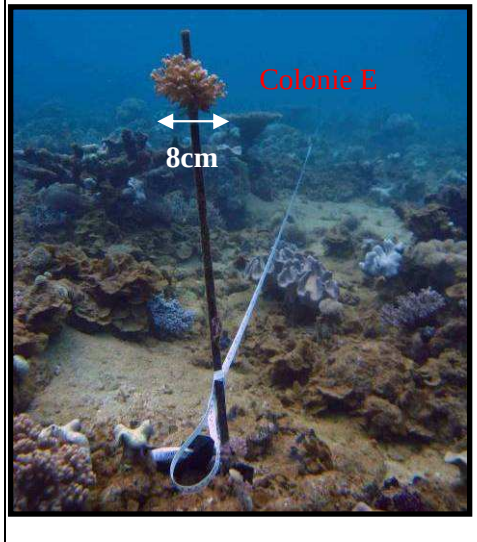
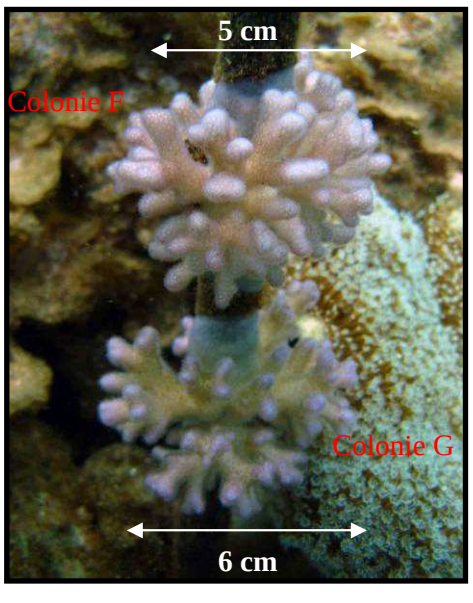
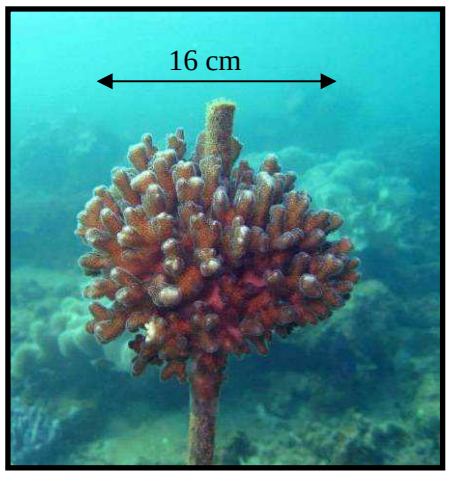


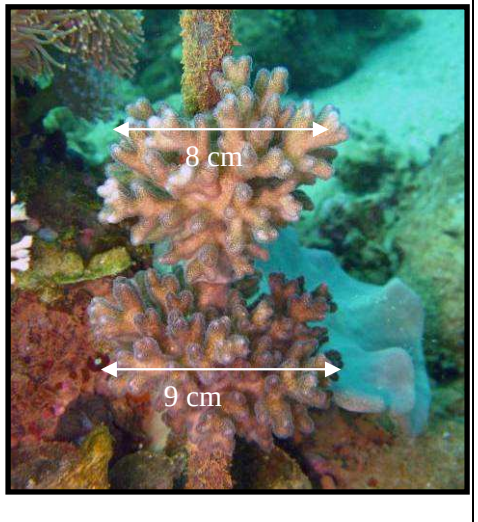
Figure n°88 : Taille des colonies coralliennes fixées sur les piquets de la ST01A



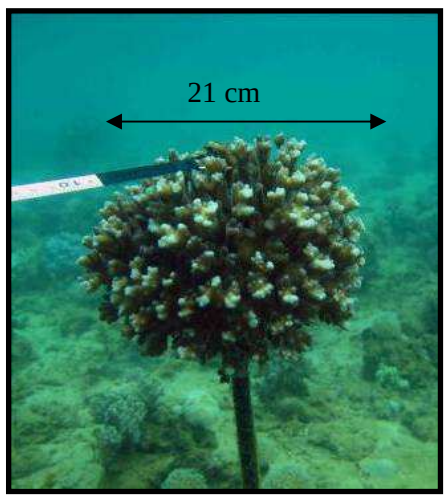


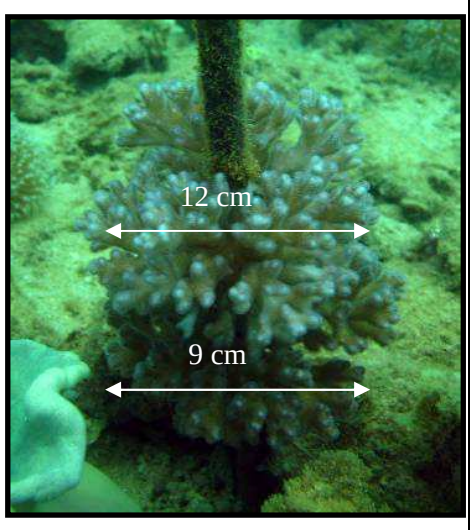
Mission d'octobre 2008



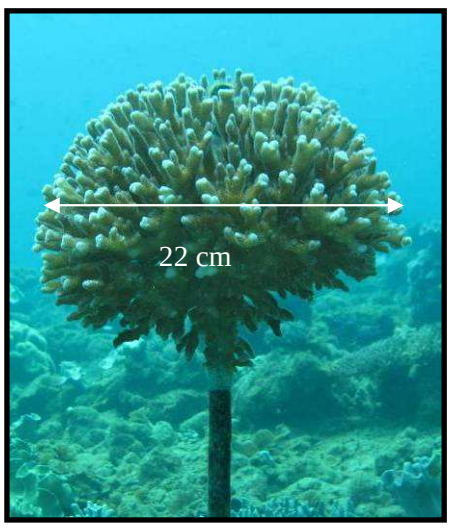


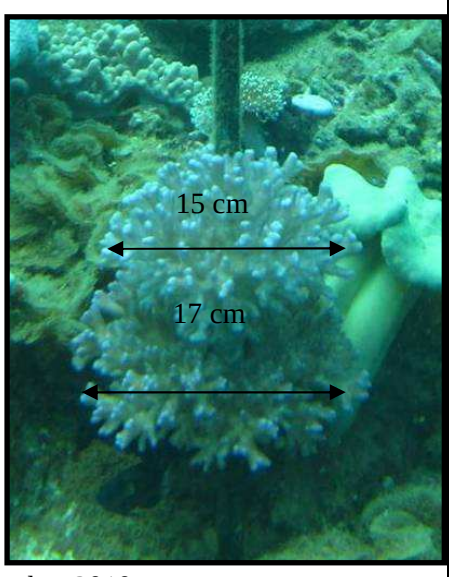
Mission de juin 2009



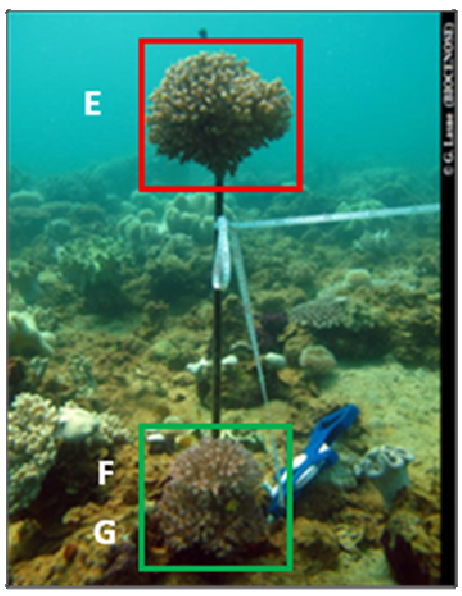


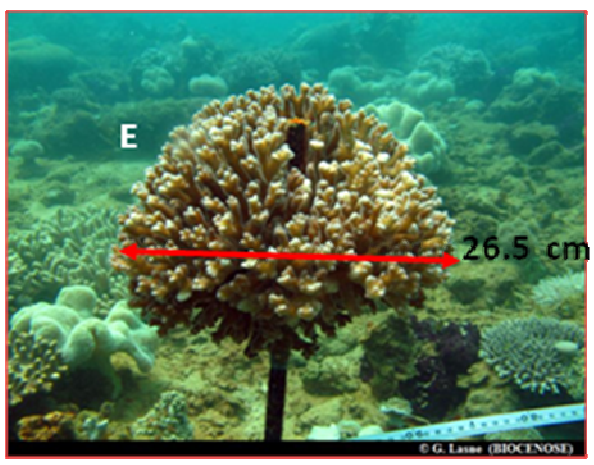
Mission d'avril 2010

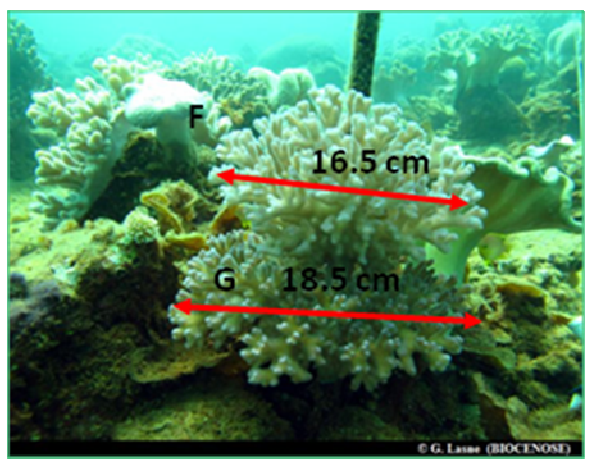




Mission de septembre 2010







Mission de mars 2011

Photo n°021 : Evolution des colonies E, F, G depuis la mission de 2008 (piquet XX ST01A)

7.2 Les algues

7.2.1 Généralités

Les algues font partie du règne végétal. Ce sont des organismes uni ou pluricellulaires. Le processus photochimique de la photosynthèse se rencontre chez les algues. Ce processus permet la synthèse de substances non organiques complexes grâce à la transformation de l'énergie lumineuse en énergie chimique.

La durée de vie d'une algue est variable :

- Elle peut être courte avec une succession rapide de générations. Dans ce cas, l'algue apparaît en saison favorable en alternance avec une génération microscopique en saison défavorable.
- Elle peut être longue, mais la durée de vie exacte des algues n'est pas connue pas sauf pour quelques fucales et laminariales.

La classification a été décidée en fonction de la nature des pigments :

- les algues vertes (Chlorophytes),
- les algues rouges (Rhodophytes),
- les algues brunes (Chromophytes).

Les différents pigments sont adaptés à plusieurs sortes de condition de luminosité.
Ainsi les pigments rouges et bruns sont adaptés à une faible luminosité et absorbent plus facilement les spectres bleus et verts de la lumière. Les pigments verts, quant à eux, absorbent le rouge qui n'est présent que proche de la surface.
Les conditions de la luminosité varient en fonction de la profondeur et cela induit un étagement des espèces.

Les algues vertes ou Chlorophytes, désignent un ensemble d'algues dont les pigments photosynthétiques principaux sont les chlorophylles a et b. Comme leur nom l'indique, les algues vertes sont de couleur verte (ex : *Halimeda*, *Caulerpa*, *Codium*, *Chlorodesmis*, …).

Les algues rouges ou Rhodophytes, sont un grand groupe d'algues pour la plupart marines et pour la plupart multicellulaires (et le plus souvent fixées sur les rochers, les coquillages ou d'autres algues). Elles sont caractérisées par une composition pigmentaire avec un seul type de chlorophylle (la chlorophylle a), des caroténoïdes et des pigments caractéristiques (les phycobiliprotéines). Comme leur nom l'indique, les algues rouges sont de couleur rouge (ex : *Asparagopsis*, *Triclogloea*, *Gibsmithia*, *Plocamium*, *Actinotrichia*, *Peyssonnelia*, …).

Les algues brunes ou Chromophytes, aussi nommées Phaeophyceae, sont des algues qui utilisent comme pigment collecteur de lumière, de la chlorophylle c plus un pigment brun, la fucoxanthine (ex : *Sargassum*, *Padina*, *Dictyota*, *Lobophora*, *Turbinaria*, …).

7.2.2 Les algues en milieu corallien

Une des caractéristiques du monde corallien est l'apparente pauvreté en macrophytes sur et autour des récifs. Cependant, malgré un manque d'exubérance de sa végétation sous marine, le milieu corallien et récifal est le domaine privilégié de la vie benthique. Tous les groupes biologiques et en particulier les algues y ont trouvé une possibilité d'adaptation [28, 29].

La compétition pour l'espace avec de nombreux autres organismes fixés (coraux, spongiaires, alcyonaires, …) et les teneurs en éléments nutritifs, mais aussi pour une large part le broutage des poissons herbivores (1/4 de la faune ichtyologique) et des invertébrés (mollusques et échinodermes) comptent parmi les facteurs contrôlant le développement des végétaux.
En broutant de manière sélective, les poissons contrôlent la diversité spécifique des algues. Mais ils n'agissent pas seulement en tant que facteurs limitants, ils peuvent aussi favoriser le développement de certaines algues. En effet, certaines espèces de la famille des Pomacentridés, qui ont un comportement

territorial et se nourrissent aussi d'algues benthiques, maintiennent leur territoire hors de la prédation et favorisent la croissance des algues filamenteuses qui forment alors un gazon dense.
Par leur potentiel de régénération, leurs systèmes de défense chimique, leur coopération avec d'autres organismes, les algues montrent une très bonne faculté d'adaptation au milieu.

La répartition bathymétrique
Les algues occupent à peu près tous les milieux dès lors qu'ils sont éclairés et humides, toutefois leur répartition bathymétrique est limitée par leur capacité photosynthétique (selon leurs pigments).
Dans les zones tropicales, certaines algues (Corallinacées) ont été récoltées jusqu'à 268 mètres de profondeur (Bahamas) ; toutefois, c'est dans les premiers 30 mètres qu'elles sont les plus abondantes et les plus diversifiées.

Influence de la fixation au substrat
Les algues pluricellulaires vivent généralement fixées au substrat et constituent les algues benthiques, que l'on oppose aux formes unicellulaires libres du plancton. Le seul cas remarquable de grandes algues flottantes est celui des Sargasses de la Mer des Sargasses. Le cas tout aussi remarquable d'algue unicellulaire prisonnière du substrat est celui des zooxanthelles, algues qui vivent en symbiose avec les coraux.
D'une manière générale, tout substrat solide inerte ou vivant peut être colonisé par des algues dès lors que sa longévité est suffisante. On parle d'algues épiphytes lorsqu'elles sont fixées sur d'autres algues, d'épizoïques lorsqu'elles vivent sur un animal et d'endolithes quand elles s'installent dans les substrats calcaires qu'elles perforent.
La nature du substrat intervient dans la répartition des espèces par sa structure et sa texture.
Quel que soit le type de substrat, son degré de cohésion (stabilité) joue un rôle fondamental dans la durée de la fixation. C'est ainsi que les zones de substrats meubles soumis à un fort hydrodynamisme ne supportent jamais d'importantes populations d'algues.

Influence de l'hydrodynamisme
L'agitation de l'eau, due aux variations du niveau de la mer, aux courants et à la houle, crée des forces variant en fonction de son intensité, aussi les organismes sont-ils sélectionnés sur leur capacité à résister aux forces d'arrachement. La zone de balancement des marées et de vagues constitue l'étage supérieur du système récifal, domaine privilégié des algues brunes photophiles et des algues rouges calcifiées. Le degré d'exposition des habitats à l'hydrodynamisme conduit à distinguer les milieux du mode battu au mode calme. En règle générale, le fort hydrodynamisme sélectionne les espèces aux larges crampons à la base des axes et dont la texture des thalles est relativement coriace mais flexible (*Sargassum*), ou encore les formes encroûtantes molles (*Lobophora variegata*) ou calcifiées (Corallinacées). Ces accommodations se traduisent souvent pour une espèce donnée par des variations morphologiques tel le nanisme (*Turbinaria, Sargassum*).
De même, chez les algues rouges calcifiées, les formes encroûtantes massives abondent dans les milieux très battus (crête récifale), tandis que les formes lamelleuses caractérisent plutôt les modes calmes ou abrités. Les structures ramifiées présentent une grande variété de formes et de taille des branches mais on note une diminution des branches avec la force du courant.

Influence de la température
Les algues connaissent généralement leur maximum d'abondance vers la fin de 1'été, au moment où les températures de 1'eau ambiante atteignent leurs plus hauts niveaux annuels. La température de 1'eau affecte directement la croissance des algues [30] en contrôlant les taux de photosynthèse et de respiration [31], et indirectement en restreignant la quantité d'oxygène dissous disponible dans 1'eau. Bien que les réactions thermiques des algues en culture soient assez bien connues [32], peu de travaux ont porté sur les effets de chocs thermiques brusques. A contrario, le phytoplancton est un groupe d'organismes habituellement considéré comme résistant aux stress thermiques (forme de vie simple, temps de régénération courts).

7.2.3 Exemple de variations

Variations de croissance / température
Les *Halimeda* constituent un genre parmi les algues vertes. Ce sont des algues ayant l'aspect d'un petit chapelet d'écailles coriaces. La structure cellulaire est de type siphoné. L'algue fixe le carbonate de calcium, ce qui lui donne sa rigidité et la rend immangeable pour la plupart des espèces herbivores. Le thalle, de 15 à

20 cm, est constitué d'une suite d'éléments calcifiés discoïdes. Le développement de cette algue prend plus d'extension à l'abri de la lumière [33, 34].

Le recouvrement le plus faible du genre *Halimeda* correspond à l'hiver dans l'hémisphère sud (période comprise entre mai et octobre). Alors que durant la période estivale (hémisphère sud : novembre à avril), le taux de croissance mesuré est le plus haut. Ainsi, le taux de croissance semble être associé avec la température de l'eau qui est à son plus haut en été, atteignant plus de 25°C, tandis que pendant l'hiver la température baisse à 19°C. Une température de 23°C semble être une limite pour laquelle la croissance de *Halimeda* est ralentie. Pour cette raison les mois de mai à octobre, pour lesquels la température est sous cette limite de 23°C, sont une phase de baisse ou de stagnation pour la croissance de ce genre.
Par ailleurs, un effet saisonnier dans le cycle de production du genre *Halimeda* peut exister. Des périodes distinctes de la température ont été identifiées.

Reproduction saisonnière
Asparagopsis armata est une algue rouge dont le thalle forme des touffes de filaments roses d'une dizaine de cm de hauteur, fixés sur un stolon cylindrique. Les filaments comprennent un axe sur lequel sont insérés sur quatre rangs des rameaux, les uns courts et simples, les autres ramifiés et longs. Certains rameaux ont la forme de harpons. La structure est uniaxiale, formée d'une lacune centrale contenant une cellule axiale entourée d'un tissu formant un manchon cortical.
Ce genre a un cycle de développement annuel et comprend la succession de 3 générations différentes (cycle trigénétique hétéromorphe). Cette espèce possède aussi des rameaux simples porteurs d'épines recourbées formant un harpon capable de se rompre facilement. Emportés par les vagues et les courants ils s'agrippent à d'autres algues et participent à la dissémination de l'espèce (il s'agit d'un véritable bouturage).
Cette algue suit un « détecteur stratégie de saison », rarement rapportée pour des macroalgae tropicaux. La reproduction est strictement saisonnière : le déclenchement de crêtes de modules au milieu de la saison plus fraîche, laisse le temps suffisant à la croissance et la reproduction avant le début des conditions défavorables de l'été.
Les changements saisonniers de l'environnement affectent le déclenchement de module, croissance, reproduction et rejet.

Variations abondance/hydrodynamisme
Le genre *Sargassum* (algues brunes) sont les algues qui sont le plus vouées à dériver : rupture du thalle cartilagineux et fragile. Elles constituent de grands radeaux algaux dérivant aux grés des courants marins. L'histoire de vie et la phénologie des espèces de *Sargassum* et de leur dynamique de recrutement ont été intensivement étudiés [35 à 42]. Les espèces de *Sargassum* forment des algues jusqu'à 120 cm de longueur, qui se développent généralement dans les habitats semi-exposés dans les niveaux bathymétriques des récifs intertidaux à subtidaux [37, 43].
D'autre part, la dérive et le flottement les frondes de *Sargassum* fournissent l'habitat pour les poissons juvéniles [44, 45] et fournissent une base pour la chaîne alimentaire pour les oiseaux marins pélagiques.
Le cycle de vie de la plupart des espèces de *Sargassum* se produit durant les mois de novembre-décembre et mai-juin et plus tard elles se détachent de leur habitat à cause de la sénescence (affaiblissement des fonctions vitales provoqué par le vieillissement).

Le genre *Caulerpa* est une algue verte polymorphe appartenant à la famille Caulerpaceae habitant dans les eaux chaudes [46, 47]. Les espèces de *Caulerpa* se développent comme des plantes grimpantes sur la dalle, la roche subtidale submergée ou bien sur les substrats meubles.
Ces algues peuvent être déracinées par l'abrasion de vague (particulièrement les espèces colonisant les substrats meubles). Certaines espèces d'algues sont relativement petites dans la taille et ont un système d'ancrage adapté leur permettant de résister à l'action de vague et de les empêcher de se disloquer même pendant des conditions hydrodynamiques importantes.

7.2.4 Observations issues des campagnes

Les données (indice d'abondance semi-quantitatif (1 à 5) attribué dans le couloir du transect (100 m²)) récoltées depuis 2008 sont synthétisées dans plusieurs graphiques :

- les variations pour toutes les algues (figure 89),

- les variations concernant les algues vertes (figure 90),
- les variations concernant les algues rouges (figure 91),
- les variations concernant les algues brunes (figure 92).

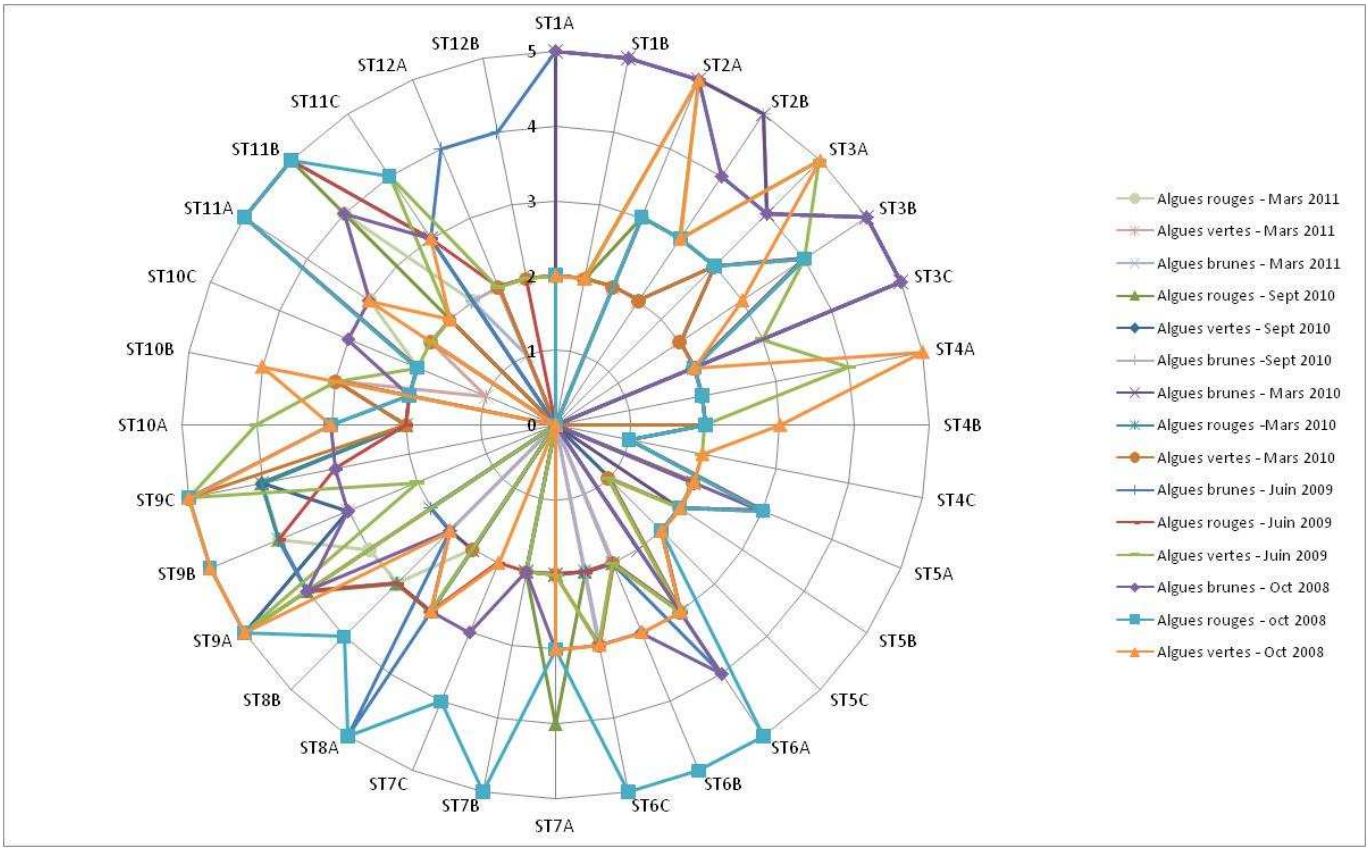


Figure n°89 : Abondance (échelle 1 à 5) de toutes les algues (toutes stations, depuis 2008)

Ce graphique en forme de radar, est plutôt compliqué à lire à première vue mais il permet d'appréhender de manière générale la répartition des algues (rouges, vertes et brunes) et leur abondance par station. On peut constater de 2008 à 2011, la faible abondance des macrophytes pour les stations ST04, ST05, ST10, ST12. L'année 2008 était particulièrement favorable au développement des algues rouges et brunes. Depuis 2009, les macrophytes ont une recolonisation très faible des récifs des stations ST07 et ST11C.

7.2.4.1 Algues vertes

Les algues vertes sont représentées principalement par le genre *Halimeda*. Il n'y a pas de grande fluctuation de recouvrement entre les missions, cependant le recouvrement a diminué pour quelques stations de la baie de Prony depuis la mission de juin 2009 à la faveur des algues brunes.
Depuis mars 2010 les algues vertes ont une recolonisation faible des récifs situés en stations ST04C, ST07B, ST07C, ST08B, ST11C.

7.2.4.2 Algues rouges

Le recouvrement en algues rouges est plus important durant l'été austral (missions d'octobre 2008 et septembre 2010). Cette caractéristique est visible sur les récifs où l'hydrodynamisme est intense car durant l'hiver les algues sont balayées par les courants de marée (abondance de *Asparagopsis armata* dans le canal de la Havannah durant la saison estivale). Durant la période cyclonique (cas exceptionnels), les algues *Asparagopsis armata* sont arrachées de leur substrat dans les parties sommitales du récif. Cependant, cette catégorie est difficile à évaluer, car les espèces sont nombreuses et comprend notamment les abondantes algues calcaires.

7.2.4.3 Algues brunes

Les algues brunes sont particulièrement abondantes en baie de Prony et leur recouvrement est similaire d'une mission à l'autre car le genre *Lobophora* domine durant toute l'année les récifs de cette baie. Le genre *Sargassum* est également présent en abondance en ST01 (Casy) durant les mois de novembre-décembre et mai-juin et plus tard elles se détachent de leur habitat à cause de la sénescence (affaiblissement des fonctions vitales provoqué par le vieillissement).
Par contre, dans le canal de la Havannah le recouvrement est plus variable selon les saisons (nettement plus important durant octobre 2008 où un développement des genres *Dictyota* et *Padina* était constaté sur quelques récifs). Depuis, le recouvrement a fortement diminué pour les récifs exposés aux agents hydrodynamiques et s'est stabilisé indépendamment des saisons.

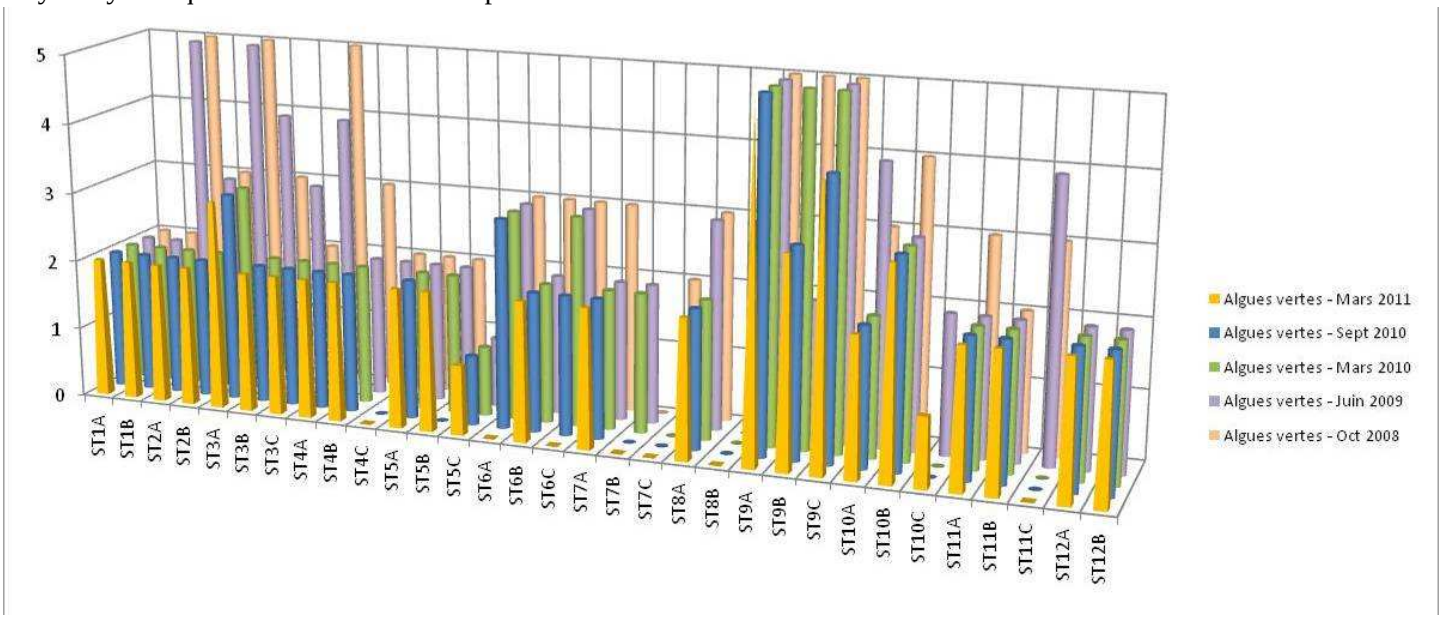


Figure n°90 : Abondance (échelle 1 à 5) concernant les algues vertes (toutes stations, depuis 2008)

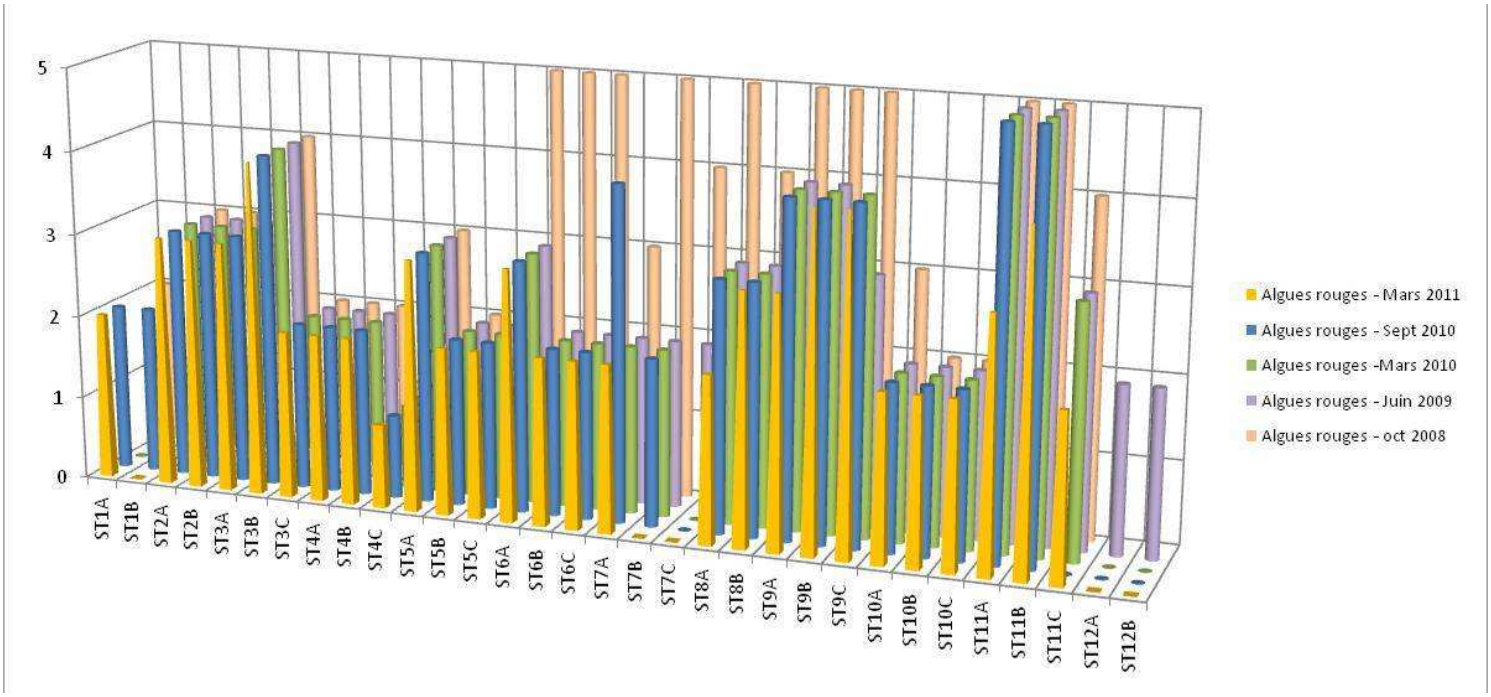


Figure n°91 : Abondance (échelle 1 à 5) concernant les algues rouges (toutes stations, depuis 2008)

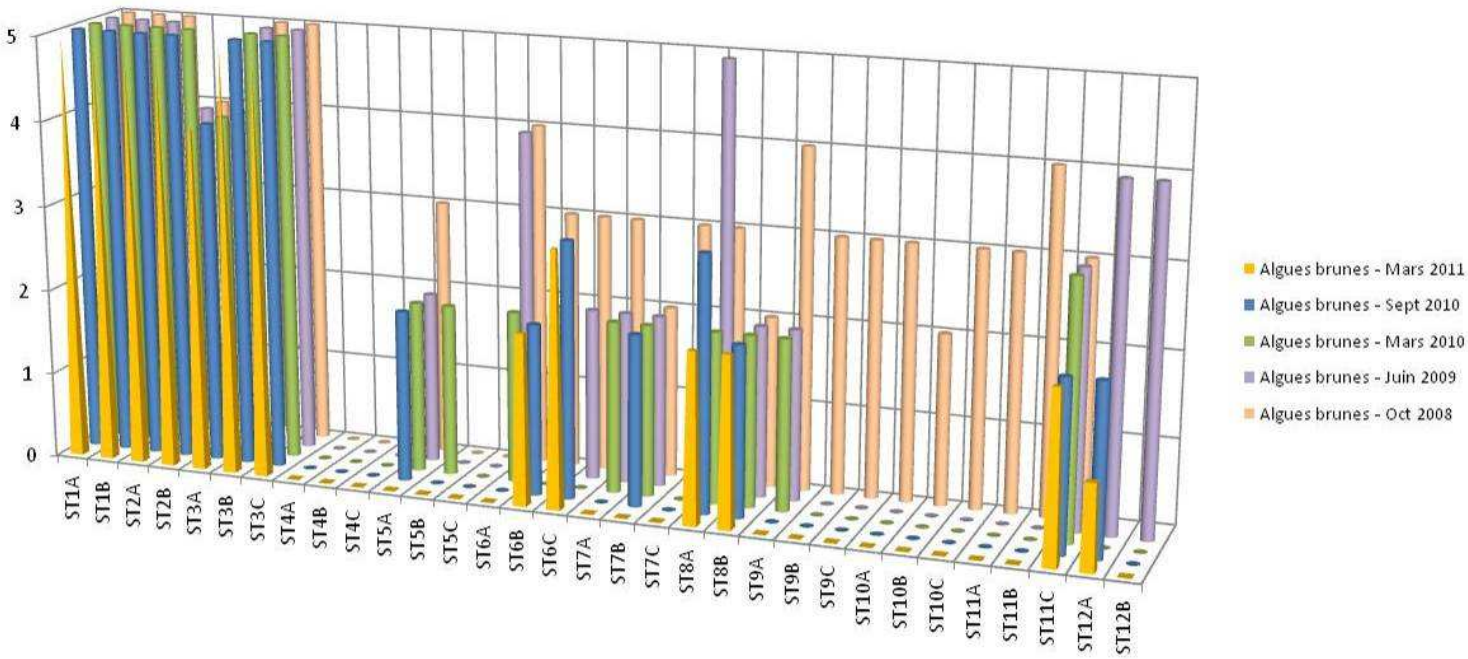


Figure n°92 : Abondance (échelle 1 à 5) concernant les algues brunes (toutes stations, depuis 2008)

7.3 Prolifération de cyanobactéries

7.3.1 Généralités

Les cyanobactéries appartiennent au domaine des bactéries.
Se sont des procaryotes photosynthétiques, c'est à dire qu'elles utilisent comme source d'énergie, l'énergie lumineuse (oxydation de l'eau en oxygène au cours de la photosynthèse).
Les cyanobactéries ont pour seul point commun avec les végétaux cette photosynthèse de type « plante » (avec des pigments), ce qui leur a valu pendant longtemps d'être classées dans les algues (algues bleu-vert, cyanophycées)[19].

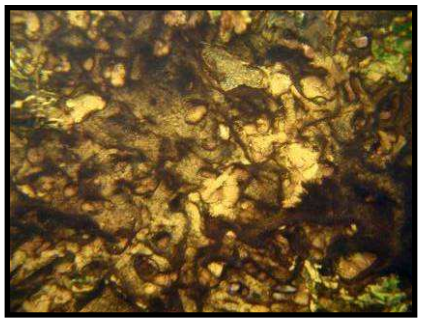


Photo n°022 : Tapis de cyanobactéries

Certaines sont unicellulaires, sphériques ou en bâtonnets et se multiplient par divisions binaires, d'autres sont filamenteuses et se propagent par rupture du filament végétatif ou par germination des akinètes (spores).
Cette hétérogénéité leur a permis de coloniser la grande majorité des écosystèmes terrestres ou aquatiques, ainsi que les milieux extrêmes chauds, salés, hypersalés et alcalins.

Les proliférations de cyanobactéries apparaissent de manière épisodique ou régulière dans de nombreux biotopes. Dans tous les cas, ces proliférations sont le signe d'une eutrophisation du milieu (conséquences de teneurs excessives en azote et phosphore).

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

[19] Elles ont d'ailleurs été comptées dans la composante « algues filamenteuses » pour les résultats LIT.

Les cyanobactéries peuvent se maintenir tout au long de l'année si la température reste supérieure à 5-6 °C et de nombreuses espèces n'apparaissent qu'en été lorsque la température des eaux superficielles dépasse 18-20 °C. Pendant la saison froide, leur disparition n'est qu'apparente car les cellules végétatives subissent diverses différenciations conduisant à des formes de repos ou de résistance. À cet égard, les vases et sédiments constituent une banque de semences qui favorise de nouvelles proliférations dès que les conditions climatiques redeviennent favorables.
Un éclairement faible tend à les faire remonter en surface alors qu'un éclairement plus fort les incite à vider leurs ballasts pour certaines ou, pour d'autres, à écraser les vacuoles à gaz par turgescence cellulaire. Lors de périodes plus chaudes et moins venteuses, les efflorescences de cyanobactéries apparaissent et disparaissent à plusieurs reprises. À cette distribution spatiale des températures s'ajoute celle de la lumière qui est la source même d'énergie pour la photosynthèse [48 à 51].

Dans le cas des stations de la baie de Prony et du canal de la Havannah, la répartition des cyanobactéries est particulièrement dépendante de l'augmentation de température des eaux et de l'état de santé des coraux et leurs caractéristiques sont essentiellement de type filamenteux. Les eaux chaudes (période octobre – novembre) des eaux lagonaires néo-calédoniennes et l'apport de nutriments par les rivières favorisent leur développement mais on ne peut pas parler de bloom de cyanobactéries en considérant cette faible couverture. Par contre, dès que les coraux subissent des dégradations (mécanique, prédation, blanchissement dû à l'augmentation de température ou turbidité), les cyanobactéries se développent très rapidement en ciblant les colonies coralliennes affaiblies ou les nouveaux débris corallien.

Une vigilance particulière est à prendre en compte si l'apport de matière en suspension évolue vers une augmentation (induisant une diminution de la pénétration de la lumière, la mortalité des scléractiniaires et l'augmentation de la concentration en nutriment dans les eaux).

7.3.2 Observations issues des campagnes

Les cyanobactéries ont un recouvrement variable selon les stations :

1) selon les deux grandes unités géomorphologiques que sont la baie de Prony et le canal de la Havannah (variation de l'hydrodynamisme),
2) selon la nature du substrat des stations (la vase favorise les proliférations),
3) selon la proximité d'une source anthropisée (port de Goro),
4) selon la saisonnalité (température de l'eau).

Les données récoltées depuis 2008 sont synthétisées dans deux graphiques :

- selon le pourcentage de recouvrement mesuré sous le transect (LIT) (figure 93),
- selon l'indice d'abondance semi-quantitatif (1 à 5) attribué dans le couloir du transect (100 m²) (figure 94).

Les grandes variations sont en concordance, même si les résultats individuels ne le sont pas forcément : en effet, il peut y avoir quelques « plaques » de cyanobactéries dans un couloir, sans que celles-ci ne se trouvent jamais sous le transect : elles ne sont alors pas détectées par la méthode du LIT.

Pour cette mission de mars 2011, le développement des cyanobactéries est en étroite relation avec les dégradations mécaniques engendrées par les évènements dépressionnaires enregistrés en ce début d'année 2011 (tempête et cyclone).
Leur recouvrement est le plus important sur les récifs du canal de la Havannah exposés aux agents hydrodynamiques et plus particulièrement sur les parties sommitales de ces récifs (ST07A, ST08A, ST08B, ST10A, ST11A et ST11B) qui ont subi de multiples dégradations mécaniques (casse corallienne, effondrement de blocs et de débris…). Malgré de nombreuses dégradations mécaniques du récif, on peut noter que la station ST09A ne présente pas de développement cyanobactérien. Ceci est expliqué par l'importance des courants de marée qui arasent et arrachent de manière constante les biocénoses fragiles qui pourraient se développer au somment du banc Kié.
Cependant, le phénomène de développement des cyanobactéries sur les coraux n'est pas enregistré comme une prolifération. Leur répartition est importante mais reste ciblée sur les colonies coralliennes affaiblies et les nouveaux débris coralliens (développement localisé).

Pour les stations d'études de la baie de Prony, le développement cyanobactérien est réduit mais toujours

concentré dans les zones coralliennes et vaseuses. Par rapport à la dernière mission du mois de septembre 2010, on observe une baisse du recouvrement pour la station ST03 située à proximité du port de Goro (activité portuaire et remobilisation des sédiments par les hélices des bateaux).

Pour information : une prolifération importante de cyanobactéries a été observée sur les récifs à l'embouchure de la rivière du Carénage. La majeure partie des coraux (Acropora grandis dont la répartition est quasi monospécifique) du sommet du récif a été dégradée (blanchie) par la dessalure des eaux de surface suite aux fortes précipitations impliquées par les événements dépressionnaires du début d'année 2011. Etant données la sensibilité de cette espèce (Acropora grandis), le blanchissement fut quasi général suite à l'arrivée d'eau douce dans la zone des 6 m de profondeur. Les cyanobactéries se sont ensuite développées rapidement et abondamment ne laissant pas de chance aux coraux pour se rétablir et réintégrer de nouvelles zooxanthelles. En conséquence, la majeure partie des coraux branchus s'édifiant dans la tranche bathymétrique supérieure à 6 m sont morts (sommet du récif).

Dans le canal Woodin, nous n'avons pas enregistré de développement des cyanobactéries. Les coraux s'édifient avec des morphoses adaptées aux conditions hydrodynamiques importantes et cette zone a été protégée des évènements dépressionnaires du début d'années 2011 (tempête et cyclone).

Le phénomène de prolifération cyanobactérienne peut être accentué :

1) Avec une augmentation de la température de l'eau (période estivale : mission de septembre 2010 et octobre 2008 pour quelques stations), ou période la Nina (mars 2011) ;

2) Suite à des tempêtes ou cyclones (ex de la mission de juin 2009 suite à la dépression tropicale Jasper du mois de février et mission de mars 2011 suite aux tempêtes Vania et Zelia) qui affaiblissent les communautés coralliennes particulièrement sur les récifs exposés à la houle et au ressac mais également à l'embouchure des creek et rivières où la dessalure est accentuée par l'augmentation des précipitations.

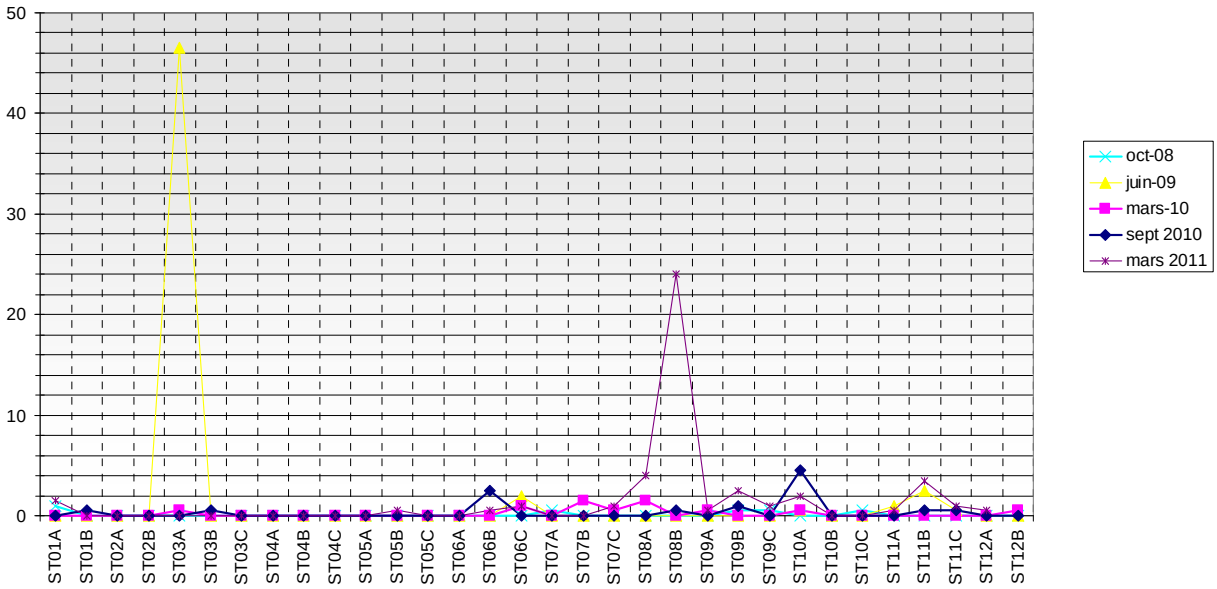


Figure n°93 : Pourcentage de recouvrement (LIT) par les cyanobactéries (toutes stations, depuis 2008)

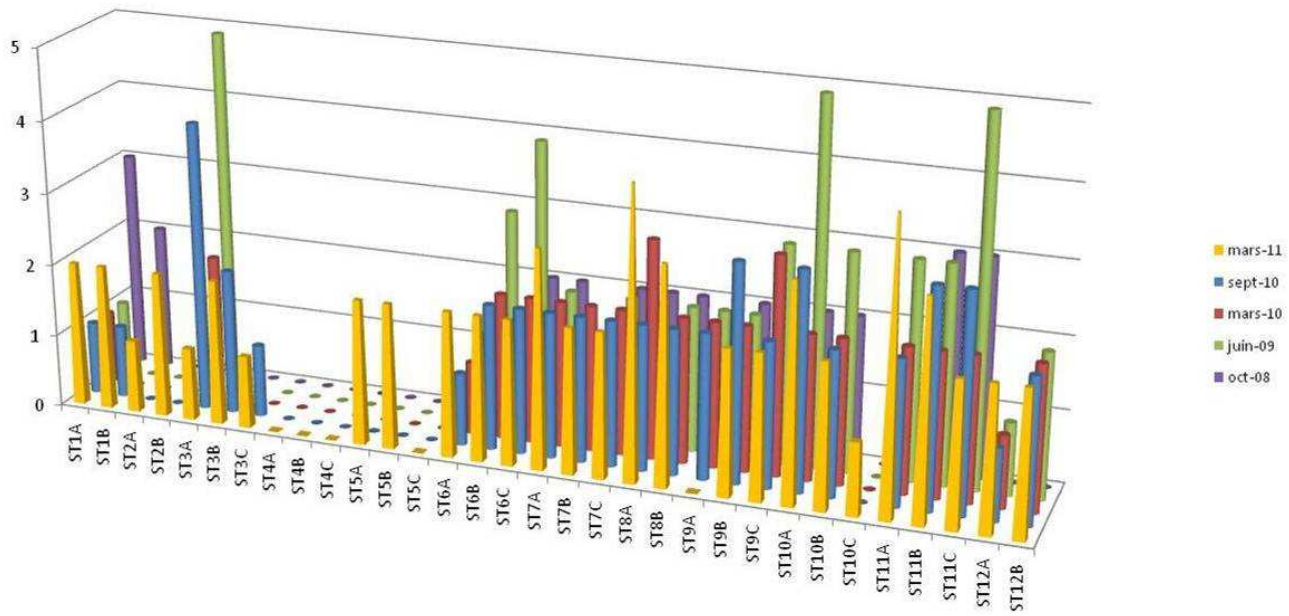


Figure n°94 : Abondance (échelle 1 à 5) des cyanobactéries (toutes stations, depuis 2008)

8 Conclusion

- Le substrat

L'étude des substrats par le LIT a montré que leur composition est très variée d'une station à l'autre (ce qui est normal par rapport à la géomorphologie du récif qui diffère selon les localisations géographiques) mais aussi au sein même d'une station, avec notamment une influence certaine de la profondeur (diminution du recouvrement par les scléractiniaires et les groupes biotiques en général).
Il n'y a pas à relever de grandes variations temporelles : les pourcentages des différentes composantes sont relativement stables par rapport à la mission précédente. Les variations, quand il y en a, sont dûes à des fluctuations de l'abondance des algues (augmentation en ST02A, ST03A&B, ST05A, ST08B et diminution en ST06C). Il faut par ailleurs noter la présence toujours faible ou nulle sur la majorité des stations des coraux blancs ainsi que des cyanobactéries, exception faîte du transect ST08B où le substrat est couvert (24%) de cyanobactéries en plaques.

- Les communautés benthiques

Les zones d'étude de la baie de Prony, du canal de la Havannah et du canal Woodin sont sous l'influence potentielle de l'usine Vale Nouvelle-Calédonie. Le suivi environnemental de la faune et de la flore récifale depuis 2008 montre que cette zone est très diversifiée.

En considérant cette notion de variabilité saisonnière et de mobilité de certaines espèces, il est très important de s'attacher aux variations d'abondance et de richesse spécifique des organismes fixés et ne présentant pas de variation épisodique.

Pour la grande majorité des coraux, les colonies sont fixes et peuvent donc être comparées d'une mission à une autre. Ce groupe benthique a une diversité biologique très variée, comme on peut le constater dans les zones prospectées. Les espèces ne réagissent pas de la même manière à une perturbation (variations d'origines naturelles ou anthropiques), c'est pourquoi il est important de définir les espèces ou genres qui ont été perturbés afin de donner un diagnostique le plus précis possible. Enfin les coraux fournissent un habitat privilégié aux autres espèces marines. Si cette structure est influencée, c'est l'ensemble de la biodiversité qui est perturbée.

Durant la mission de mars 2011, nous avons observé de nombreuses modifications dans la composition et la structuration des biocénoses benthiques (diversité, abondance et état de santé) enregistrées en septembre 2010 et depuis 2008 pour les stations de suivi biologique de la zone. Ces dégradations sont nettement observables dans le canal de la Havannah et particulièrement marquées pour les niveaux bathymétriques supérieurs les plus soumis aux agents hydrodynamiques (transects A et B et dans une moindre mesure C).

Dans l'ensemble les stations de suivi biologique ne montrent pas d'évolution qui pourrait révéler des anomalies biologiques induite par l'activité anthropique mais plutôt d'ordre naturel (évènement climatique de longue période « La Niña » et évènements dépressionnaires de courte période « Vania et Zelia »).
Ces deux types de phénomènes climatiques agissent différemment : Les évènements dépressionnaires vont déstabiliser les communautés coralliennes sur une courte période mais les variations environnementales vont être importantes, violentes et soudaines ; alors que «La Niña» va avoir de faible amplitude sur les paramètres environnementaux mais ce phénomène va affaiblir les coraux sur une durée plus importante.

L'évènement « La Niña » a eu pour conséquence une anomalie positive de température des eaux de surface et une anomalie négative de salinité (abondance des précipitations) sur une longue période de 3 ou 4 mois. Ces anomalies ont influencé toutes la zone d'étude dans les petites profondeurs et l'anomalie de salinité a été d'autant plus importante aux embouchures des creeks et des rivières. Les colonies coralliennes les plus sensibles s'édifiant aux sommets des récifs peuvent ainsi expulser leurs zooxanthelles (phénomène de

blanchissement).

Les évènements dépressionnaires du début d'année 2011 se sont superposés au phénomène climatique « La Niña » (principalement la dépression **Vania** qui a touchée le sud du territoire le 14 et 15 janvier 2011, puis dans une moindre mesure la dépression **Zelia**).
Les vents violents ont généré dans le canal de la Havannah, une forte houle, un ressac très important et des courants de marée supérieurs à la normale. Ces agents hydrodynamiques exceptionnels ont entrainé une dégradation mécanique sans conteste sur le sommet des récifs, arasant les biocénoses benthiques les plus fragiles, arrachant des colonies coralliennes et créant des effondrements de blocs et de débris le long des pentes récifales et du blanchissement corallien sur les colonies dégradées et/ou perturbées.
D'autre part, les précipitations induites par les dépressions étaient également bien au dessus des normales saisonnières et très abondantes sur une courte période. Ceci a généré une dessalure importante des eaux de surface à proximité des creeks et des rivières.
Dans le canal de la Havannah et le canal Woodin, les principales dégradations sont d'origine mécanique (nombreux débris, mortalité importante et blanchissement corallien induit par les effondrements). Malgré les courants de marée conséquents dans le canal Woodin, les dégradations mécaniques sont moindres que dans le canal de la Havannah car les récifs sont moins exposés au ressac et à la houle.

Dans la baie de Prony (milieu très protégé des vents et des agents hydrodynamiques), les principales dégradations sont originaires d'une dessalure des eaux de surface (colonies blanchies encore en place, mortalité importante sur les récifs à proximité des embouchures des creeks et des rivières).

Le blanchissement corallien a été observé sur l'ensemble des récifs et particulièrement pour les étages peu profonds et les récifs aux embouchures des creeks et rivières (eau douce plus légère que l'eau salée). La réaction des coraux face à cette perturbation est l'expulsion de leurs zooxanthelles (blanchissement corallien). Les colonies blanchies ne sont pas vouées à mourir si le phénomène ne perdure pas dans le temps. Leur résilience est importante et elles peuvent réintégrer rapidement leurs zooxanthelles si les conditions environnementales leur permettent. Par contre, si la période d'affaiblissement est importante, le seuil de tolérance des coraux est dépassé et l'on assistera à une mortalité corallienne massive.
Le recrutement corallien caractérise également l'état de santé des récifs, les colonies juvéniles assurant le maintien des populations à l'échelle décennale (capacité de recolonisation et de résilience). La richesse spécifique et l'abondance des biocénoses benthiques ont légèrement diminué depuis la dernière mission de septembre 2010 et particulièrement pour les niveaux bathymétriques supérieurs.

Au vu des données recueillies durant la mission de mars 2011, il en résulte que les systèmes récifaux de la baie de Prony et du Canal Woodin (recrutement modéré) auront plus de facilité de régénération que les récifs du canal de la Havannah (recrutement faible). Ces stations sont à surveiller avec attention lors du prochain suivi biologique (octobre 2011).

- Les populations ichtyologiques

Bien que le rôle de nursery de la baie de Prony ne semble pas affecté, les biodiversités α ont diminué aux 3 stations de la baie de Prony et ont globalement, considérablement augmenté dans les stations du canal de la Havannah et à Woodin. Au total, la biodiversité γ bât un record : 343 espèces dont 42 nouvelles, ce qui porte le nombre total d'espèces vues dans la zone depuis 2005 à 573 espèces.
En revanche, la biodiversité β a singulièrement faibli. Il y a donc moins de contraste entre les stations d'une même zone en 2011 qu'il n'y en avait lors des missions précédentes. Le seul contraste qui soit plus marqué est celui qui existe entre les stations de Prony et celles du canal de la Havannah et Woodin. Par ailleurs, l'indice E_β a quasiment doublé. Il est probable que ce soit dû à la tempête tropicale Vania qui aura « homogénéisé » les stations chacune dans leur contexte : contexte de baie pour les unes du fait de l'eau douce (Vania a été très humide), contexte de mer ouverte pour les autres du fait de l'hydrodynamisme violent.
En effet, la Baie de Prony est un espace semi fermé qui reçoit une grande quantité d'eau douce lors de fortes pluies, notamment cycloniques, et fonctionne alors comme un estuaire, puis, à l'inverse, la baie peut être amplement envahie par les eaux océaniques lorsqu'il ne pleut pas et fonctionne alors comme un espace

marin. Bien que le milieu soit adapté à cette instabilité, les situations extrêmes sont malgré tout traumatisantes. En phase de dessalure, la baie de Prony fonctionne comme une lagune côtière et à ce titre produit, stocke puis évacue des sels minéraux qui sont à la base des chaînes alimentaires marines. Ce phénomène explique (probablement) la grande richesse en sprats que nous avons constatée sur les stations de la zone marine et par voie de conséquence, l'abondance exceptionnelle en prédateurs de tous niveaux.
Les aspects hydrodynamiques à la tempête tropicale sont sans doute également pour quelque chose dans les modifications tant quantitatives que qualitatives de la biodiversité. Des blocs entiers de récifs construits se sont effondrés provoquant des bouleversements d'habitats déplaçant certaines espèces et favorables aux espèces opportunistes. [20]
En ce qui concerne l'Ubiquité spatiale, et c'est vrai à chaque mission, très peu d'espèces (3) sont partout présentes. En fait, 56% sont vues au plus deux fois, 90% se rencontrent sur moins de la moitié des stations et donc 10 % seulement peuvent être qualifiées d'ubiquiste. Elles se rencontrent sur au moins 7 stations/12, dont 6% sur au moins 9.
En ce qui concerne l'Ubiquité temporelle, c'est le même schéma. 45% des espèces n'ont été vues qu'une seules fois depuis 2007. Les 2/3 ont été vues 2 fois et à l'inverse seulement 20% ont été vues 5 ou 6 fois est peuvent donc être qualifiées de permanentes sur la zone.

L'étude de la biodiversité totale ichtyologique apporte un nouvel éclairage. La première partie (estimations à partir de la liste d'espèces restreinte) conclut qu'à cette mission, la zone étudiée rompt avec la stabilité qu'elle présentait jusqu'à présent. Les paramètres de densité, de biomasse et de biodiversité des poissons présentent tous les trois un accroissement significatif.
La deuxième partie (liste totale) suggère que ce changement est en fait le résultat d'un accident climatique : à la tempête tropicale Vania. Celui-ci aura perturbé le milieu tant par la quantité d'eau douce déversée que par l'hydrodynamisme violent des vagues. Par ailleurs, cette deuxième partie souligne, comme précédemment, la nature plastique et changeante de la biodiversité des poissons.

Toutes les observations et photographies de ce document ont été réalisées du 21 mars au 1er avril 2011. Un réseau de suivi environnemental (piquets permanents) a été installé et permettra de revenir sur les mêmes sites. Les données 2011 recueillies ne peuvent en aucun cas être considérées comme pérennes. Ceci implique le renouvellement de cette étude, à six mois d'intervalle, afin de percevoir les changements éventuels.

[20] Pour illustrer ce point, à la station du sec de Basse Chambeyron, nous rencontrions, depuis 2007, sur le sommet récifal à 5 m de profondeur, une colonnie de *Cyprinocirrhites polyactis* (poissons Cirrhitidae) vivant dans les branches d'un gros acropore. Celui-ci a été cassé par Vania et roulé vers le fond. Il a emporté avec lui la colonnie de *C. polyactis* qui vit maintenant au bas du sec à 21 m de profondeur.

9 Discussion

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

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

Pour ce faire, le choix des stations et des transects est primordial.

Choix efficient des stations

Ce suivi se fait à travers l'échantillonnage de 3 thèmes (le substrat, le benthos et les poissons), de taxons cibles et de paramètres biologiques clés.

L'un de ces paramètres est le recouvrement en scléractiniaires. En effet ces coraux sont :

- les constructeurs des récifs et donc à la base de l'écosystème corallien (habitat, nourriture, …),
- sensibles aux perturbations du milieu.

Or, pour pouvoir suivre l'évolution de ce taux de recouvrement, les stations doivent donc « naturellement » (c'est-à-dire pendant la phase de référence), posséder des taux moyens (pouvant varier, dans les deux sens).
En effet, une station possédant un taux de recouvrement proche de « 0 » ne pourra voir ses pourcentages qu'augmenter, et ne pourra pas servir de marqueur si une dégradation se produit. A l'inverse, des taux trop élevés ne pourront que diminuer.

Il est donc recommandé de choisir pour ce type d'étude des stations possédant entre 30 et 60% de recouvrement corallien.

Pour la mission de mars 2011, la moyenne de recouvrement des scléractiniaires est de 16.55% (tableau 169 annexe 04).
Cela varie de 0% (ST05C, Ioro) pour les plus faibles à 51.5% (ST10A, Ilot Kié) pour les plus fortes.
Le déplacement de certaines stations ou transects, pendant qu'il en est encore temps (avant le démarrage définitif de l'usine) est à étudier.

Choix efficient des transects et réplicats

Les transects fixes existants (trois théoriquement pour chaque station) permettent, sous réserve d'être échantillonnés exactement au même endroit chaque année, de quantifier la stabilité ou non de la zone, **mais considérée globalement**.
C'est un suivi global, dans le temps, car c'est la « différence annuelle » qui sert de variable aléatoire. La variable statistique sera donc l'ensemble des différences « année n-1/année n » obtenues à chaque station, chacune des stations donnant donc une valeur et une seule, à cette variable.

Pour permettre un suivi statistique temporel station par station, il faut une variable aléatoire par station. Pour ce faire, l'échantillonnage de transects en réplicats aléatoires - en plus des transects existants - est nécessaire.

La mise en œuvre de ces réplicats est donc à étudier, car ils permettront d'une part d'affiner la probabilité de l'avis donné pour l'ensemble de la zone (dans le temps), et d'autre part de préciser (dans l'espace) s'il y a des différences spatiales et donc juger de ces différences le long d'un gradient d'éloignement des sources potentielles de pollution de manière à préciser si, dans le cas où l'on détecterait des variations, ces variations sont dues ou non à l'usine.

10 Recommandations / Améliorations

L'équipe qui a effectué ce travail possède de solides connaissances dans le domaine de l'échantillonnage et en particulier sur la résolution des problèmes sur le terrain, qui peuvent entacher les résultats finaux.
Pour faciliter tant le travail terrain qu'ensuite le traitement des données, un certain nombre de recommandations est donné dans ce paragraphe.

10.1 Améliorations propres à ce suivi

Marquage des piquets
La méthode de suivi temporel statistique retenue par Vale Nouvelle-Calédonie, exige que les échantillonnages soient toujours réalisés sur les mêmes zones.
Cette précision implique la matérialisation physique de la station sous l'eau.
Or, les conditions en mer ne sont pas toujours favorables et de plus, de nombreuses études ont été réalisées dans la zone, ce qui laisse plusieurs autres piquets de marquage, en sus de ceux devant être trouvés (exemple : photographie 23).

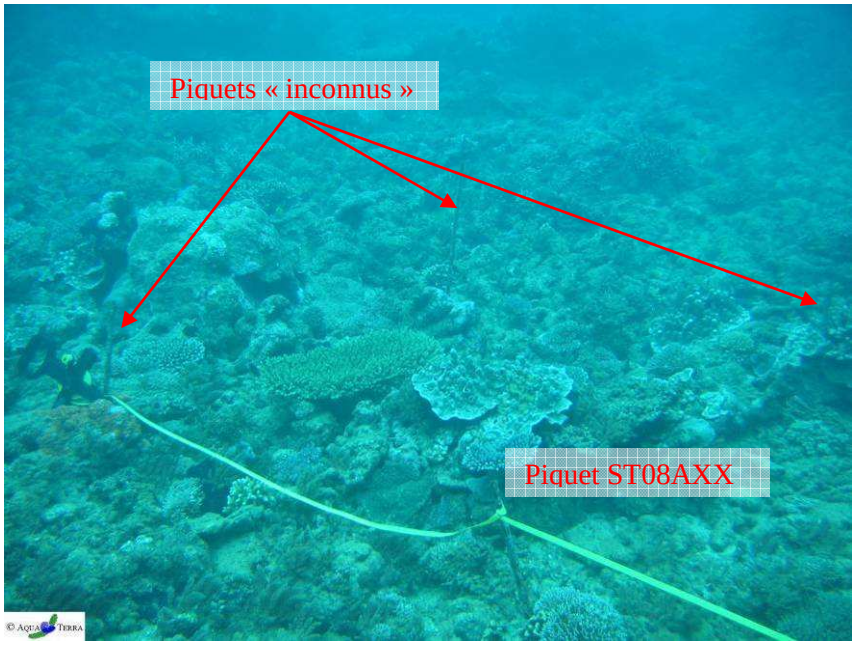


Photo n°023 : Station 08 : fin de transect A : 3 autres piquets formant un quadrat

Pour mieux retrouver les stations devant être étudiées et donc les bons piquets (pour éviter notamment la perte de temps et diminuer les risques de dérouler le ruban sur un mauvais piquet), nous proposons de faire marquer les piquets à la prochaine campagne.
Cette identification pourrait être une étiquette (métallique, plastique) poinçonnée, avec un code correspondant à chaque piquet, du type : numéro de la station, lettre du transect, métrage sur le transect (en lettre romaine pour éviter de confondre avec la profondeur)
Exemple comme pour la photographie 23 : c'est le piquet de fin du transect le plut haut station Puka = ST08AXX.

Positionnement et description des stations
Toujours pour permettre de mieux retrouver les stations et de s'orienter dans l'eau, nous proposons depuis plusieurs années de faire réaliser un schéma - horizontal - descriptif de chaque station (exemple succinct figure 95).
En effet, ce type d'outil permet, une fois arrivés sur zone avec le GPS et qu'un 1er piquet est trouvé (surtout

s'il est identifié), de savoir exactement où on se positionne sur la station et d'aller alors directement à la bonne profondeur et dans la bonne direction pour dérouler les rubans métrés.

Ce type de schéma doit comporter : la disposition des transects, des piquets, des points remarquables du paysage, le sens de déroulement des rubans, les profondeurs, etc. avec un métré le plus précis possible et les orientations.

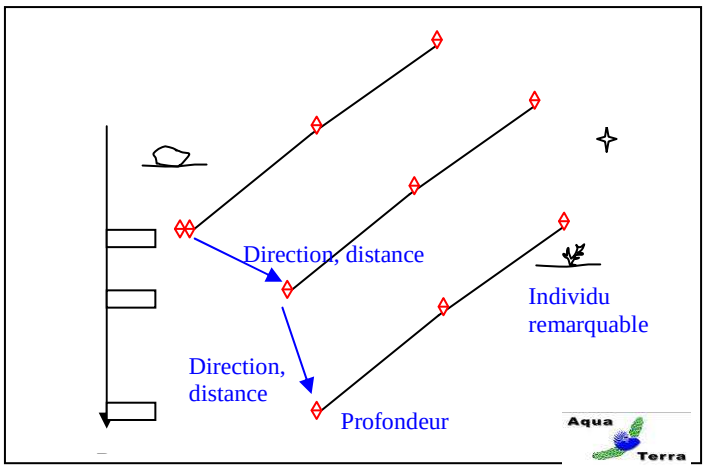


Figure n°95 : Exemple de schéma descriptif d'une station

Cet outil (associé au marquage des piquets) serait particulièrement utile pour permettre à d'autres équipes de retrouver les sites. Car à l'heure actuelle pour des intervenants nouveaux, il est quasiment impossible de retrouver tous les transects avec la seule indication du point GPS surface.
Cela conférerait à Vale Nouvelle-Calédonie une autonomie certaine pour les missions terrain.

Pour faciliter notre travail et augmenter sa qualité, nous avons commencé à réaliser, bénévolement, ce travail. Ces différents schémas devront bien sur être améliorés/précisés au cours des missions futures.

10.2 Améliorations au cahier des charges

Avec le recul de plusieurs campagnes (avec celles de suivis et les autres, une dizaine en tout), le cahier des charges, qui date de 2006, devrait être revu, notamment dans le nombre et l'emplacement des stations.
Mais d'autres améliorations pourraient être apportées, sur la méthodologie, dont :

Taxons cibles
Dans le cahier des charges, un certain nombre de taxons cibles ont été listés, car ils sont identifiés comme indicateurs biologiques de l'état du milieu naturel.
Ils doivent donc être échantillonnés.
Nous proposons de rajouter :

- les scléractiniaires qui constituent l'habitat essentiel d'un écosystème récifal et qui sont très sensibles aux variations de l'environnement marin tropical,
- les alcyonaires qui représentent un recouvrement biotique conséquent dans les stations d'études et qui sont en compétition territoriale constante avec les macrophytes et les scléractiniaires,
- les cyanobactéries, qui sont les marqueurs d'un déséquilibre du milieu (eutrophisation) et qui sont directement alors en compétition avec les coraux,
- les espèces particulières qui sont prédatrices du corail : *Acanthaster*, *Culcita*, *Drupella*, etc.,
- les espèces exogènes.

Ce travail sur ces taxons, même s'ils ne sont pas inscrits au cahier des charges imposé par le suivi règlementaire, est réalisé de façon volontaire de notre part ainsi que de celle de Vale Nouvelle-Calédonie depuis 2008.

Prises de photographie de spécimens remarquables

Le cahier des charges ne prévoit pas la surveillance des stations par un suivi photographique, comme cela est possible par différentes méthodes.

Cependant, certains spécimens, à certaines stations étant remarquables (par leur taille, leur emplacement, leur espèce, etc.), leur identification est facilitée et leur évolution temporelle peut donc être envisagée facilement par photographie.

Nous proposons de faire établir une liste (avec leur position, et notamment sur les schémas descriptifs des stations) de ces spécimens, pour ensuite les photographier à chaque mission.

10.3 Suggestions au niveau provincial ou territorial

Guide d'échantillonnage

L'étude de 2008 avait permis de montrer que les chiffres globaux biotiques/abiotiques de certaines stations avaient beaucoup évolué par rapport à la campagne précédente de 2007.

Cependant, cette évolution n'était pas du fait d'un changement dans la structure des fonds des stations étudiées, mais plutôt de la différence d'appréciation et d'interprétation du substrat par les opérateurs sous l'eau lors de l'échantillonnage LIT.

C'est pourquoi nous suggérons la réalisation d'un « Guide de l'interprétation des catégories pour le LIT », qui comprendrait le listing des classes, leur description précise et surtout des photos prises *in situ*, sur les stations concernées. Ce travail pourrait être entrepris au niveau de toute la Nouvelle-Calédonie (ou au moins la Province Sud) et par exemple sous pilotage de l'ŒIL.

Cela permettrait ainsi à Vale Nouvelle-Calédonie mais aussi à tous les autres intervenants (autres miniers, décideurs, etc.) de limiter les risques d'interprétations différentes selon les échantillonneurs et d'obtenir une base de données générale et comparable.

Ces outils seraient d'une aide précieuse dans le bon déroulement des futures missions, tant sur le plan de la sécurité des opérateurs, que sur la qualité des données récoltées.

11 Sources

Les différentes sources ayant servie à la rédaction du rapport sont présentées ci-dessous, avec, le cas échéant, les numéros qui rappellent les références citées dans le texte de cette étude.

	Andréfouët S., Torres-Pulliza D., 2004. Atlas des récifs coralliens de Nouvelle-Calédonie, IFRECOR Nouvelle-Calédonie, IRD, Nouméa, Avril 2004, 26p + 22 planches
8	Aqua Terra : Rapport final pour « Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et canal de la Havannah » Projet Goro Nickel, Vale Inco NC. Mission Octobre 2008. Contrat 1996. Document : AquaTerra_Rap_047-08_V02. 222p
	Aqua Terra : Atlas photographique pour « Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et canal de la Havannah » Projet Goro Nickel, Vale Inco NC. Mission Octobre 2008. Contrat 1996. Document : AquaTerra_AtlasPho_047-08_V01. 96p
21	Aqua Terra : Rapport final pour « Evaluation de l'impact d'une fuite acide sur le milieu marin » Projet Goro Nickel, Vale Inco NC. Mission avril 2009. Purchase Order E13690. Document : AquaTerra_Rap_009-09_V02. 176p
	Aqua Terra : Atlas photographique pour « Evaluation de l'impact d'une fuite acide sur le milieu marin » Projet Goro Nickel, Vale Inco NC. Mission avril 2009. Purchase Order E13690. Document : AquaTerra_AtlasPho_009-09_V01. 104p
22	Aqua Terra : Rapport final pour « Evaluation de l'impact d'une fuite acide sur le milieu marin » Projet Goro Nickel, Vale Inco NC. Mission juin 2009. Purchase Order E15217. Document : AquaTerra_Rap_018-09_V03. 182p
	Aqua Terra : Atlas photographique pour « Evaluation de l'impact d'une fuite acide sur le milieu marin » Projet Goro Nickel, Vale Inco NC. Mission juin 2009. Purchase Order E15217. Document : AquaTerra_ AtlasPho _018-09_V01. 96p
25	Aqua Terra : Rapport final pour « Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et canal de la Havannah » Projet Goro Nickel, Vale Inco NC. Mission juin 2009. Contrat 1996 av1. Document : AquaTerra_Rap_006-09_V01. 256p
	Aqua Terra : Atlas photographique pour « Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et canal de la Havannah » Projet Goro Nickel, Vale Inco NC. Mission juin 2009. Contrat 1996 av1. Document : AquaTerra_AtlasPho_006-09_V01. 190p
23	Aqua Terra : Rapport final pour « Evaluation de l'impact d'une fuite acide sur le milieu marin » Projet Goro Nickel, Vale Inco NC. Mission décembre 2009. Purchase Order E18597. Document : AquaTerra_Rap_048-09_V02. 205p
	Aqua Terra : Atlas photographique pour « Evaluation de l'impact d'une fuite acide sur le milieu marin » Projet Goro Nickel, Vale Inco NC. Mission décembre 2009. Purchase Order E18597. Document : AquaTerra_ AtlasPho _048-09_V01. 98p
26	Aqua Terra : Rapport final pour « Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et canal de la Havannah » Projet Goro Nickel, Vale Inco NC. Mission mars-avril 2010. Contrat C2415. Document : AquaTerra_Rap_064-09_V01. 271p
	Aqua Terra : Atlas photographique pour « Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et canal de la Havannah » Projet Goro Nickel, Vale Inco NC. Mission mars-avril 2010. Contrat C2415. Document : AquaTerra_AtlasPho_064-09_V01. 90p
9	Aqua Terra : Rapport final pour « Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et canal de la Havannah » Projet Goro Nickel, Vale Inco NC. Mission septembre 2010. Contrat C2415. Document : AquaTerra_Rap_058-10_V01. 276p
	Aqua Terra : Atlas photographique pour « Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et canal de la Havannah » Projet Goro Nickel, Vale Inco NC. Mission septembre 2010. Contrat C2415. Document : AquaTerra_AtlasPho_058-10_V01. 100p
2	Aqua Terra : Atlas photographique pour « Suivi de l'état des peuplements récifaux et organismes associés en baie de Prony et canal de la Havannah » Projet Goro Nickel, Vale NC. Mission mars 2011. Contrat C2415. Document : AquaTerra_AtlasPho_001-11_V01. 100p
24	Aqua Terra : Rapport final pour « Suivi de l'impact d'une fuite acide sur le milieu marin » Projet Goro Nickel, Vale NC. Mission avril 2011. Purchase Order E29830. Document : AquaTerra_Rap_019-11_V01. 205p
	Aqua Terra : Atlas photographique pour Suivi de l'impact d'une fuite acide sur le milieu marin » Projet Goro Nickel, Vale Inco NC. Mission avril 2011. Purchase Order E29830. Document : AquaTerra_ AtlasPho _019-11_V01. 96p
20	Arias-González J.E., Legendre P., Rodríguez-Zaragoza F. A., 2008. Scaling up beta diversity on Caribbean coral reefs Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 366, 28–36
	Avias J., 1959. Les récifs coralliens de la Nouvelle-Calédonie et quelques-uns de leurs problèmes. Extrait du Bul. Soc. Géo. Fr, 7è série, t.I, p 424-430
11	Bellwood D.R., Hughes T.P., 2001. Regional-scale assembly rules and biodiversity of coral reefs. Science 292, 1532–1534

12	Bellwood D.R., Hughes T.P., Connolly S.R., Tanner J., 2005. Environmental and geometric constraints on Indo_Pacific coral reef biodiversity. Ecology Letters 8, 643–651
	Bemvenuti C. E., Rosa-Filho J. S., Elliott M., 2002. Changes in soft-bottom macrobenthic assemblages after a sulphuric acid spill in the Rio Grande Harbor (RS, Brazil). Braz. J. Biol., 63(2): 183-194, 2003. 12p
	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'Ilot Bayes sur le récif barrière de Poindimié (côte Est de Nouvelle-Calédonie) du 7 septembre au 27 octobre 2001. Rapports de mission, Sciences de la Terre, Géologie - Géophysique, Centre de Nouméa, n° 47 : 22 p. + annexes
	Catala R., 1950. Contribution à l'étude écologique des îlots coralliens du Pacifique Sud. Bull. Biol. France, Belgique, t. 84, p.234- 310, pl. 1-2, 11 fig. Paris
	Catala R., 1958. Effets de fluorescence provoquée sur des coraux par l'action des rayons ultraviolets. C. r. Acad. Sci., Paris, 247: 1678-1679
	Catala R., 1959. Fluorescent effects from corals irradiated with ultra violet rays. Nature, 183 : 949
	Catala R., 1960. Nouveaux organismes marins présentant des effets de fluorescence par l'action des rayons ultraviolets. C. r. Acad. Sci., Paris, 250 (6) : 1128
	Catala R., 1964. Carnaval sous la mer. 141p. 48fig. (ed.) Sicard, Paris
	Catala R., 1992. Offrandes de la mer. 336 p. Papeete.: Ed. du Pacifique
	CEDRE, 2006. Guide d'intervention chimique, Acide sulfurique. 64p
35	Chauhan V. D. & Krishnamurthy V., 1967. Observations on the output of zoospores, their liberation, viability and germination in *Sargassum swartzii* (Turner) C. Ag.; Proceedings of the seminar on sea salt and plants, CSMCRI, Bhavnagar, pp. 197–201
36	Chauhan V. D. & Krishnamurthy V., 1967. Ecology and seasonal succession of *Sargassum swartzii* (Turner) C. Ag. in Indian waters; Phykos 10 1–11
37	Chauhan V. D., 1972. Physiological ecology of the early stages of *Sargassum swartzii* (Turner) C. Ag.; *Bot. Mar.* 15 49–51
38	Chauhan V. D. & Mairh O. P., 1978. Report on the survey of marine algae resources of Saurashtra coast; Salt Res. India 14(2) 21–41
	Chevalier J.P., 1964. Compte-rendu des missions effectuées dans le Pacifique en 1960 et 1962 (Mission d'étude des récifs coralliens de Nouvelle Calédonie). Cah. Pac., 6 : 172-175
	Chevalier J.P., 1968. Géomorphologie de l'île Maré. Les récifs actuels de l'île Maré. Les Madréporaires fossiles de Maré. in : Expéd. fr. sur les récifs coralliens de la Nouvelle-Calédonie. Paris : Singer-Polignac. 3 : 1-155
	Chevalier J.P., 1971. Les Scléractiniaires de la Mélanésie française (Nouvelle-Calédonie, "les Chesterfield, "les Loyauté, Nouvelles Hébrides). 1ère partie. in : Expéd. fr. sur les récifs coralliens de la Nouvelle-Calédonie. Paris : Singer-Polignac. 5 : 307 p
	Chevalier J.P., 1973. Coral reefs of New Caledonia. in : JONES O.A, ENDEAN R. (ed.) : Biology and geology of coral reefs. New York : Acad. Press. Vol 1, Geol. 1 : 143-166
	Chevalier J.P., 1975. Les Scléractiniaires de la Mélanésie française. 2ème partie. in : Expéd. fr. sur les récifs coralliens de la Nouvelle-Calédonie. Paris : Singer-Polignac. Vol. 7 : 407 p
	Chevalier J.P., 1980. Les coraux du lagon de la Nouvelle-Calédonie. in : DUGAS F., DEBENAY J.P. Carte sédimentologique et carte annexe du lagon de Nouvelle-Calédonie à 1/50 000. Feuille la Tontouta. Paris : ORSTOM. Not. Explic., 86 : 17-22
48	Chorus I. & Bartram J., 1999. Toxic Cyanobacteria in Water : A guide to their public health consequences, monitoring and management. Geneva :World Health Organization, 416
13	Condit R., Pitman N., Leigh Jr. E.G., Chave J., Terborgh J., Foster R.B., Núñe, P., Aguilar S.,Valencia R., Villa G., Muller-Landau H.C., Losos E., Hubbell S.P., 2001. Beta-diversity in tropical forest trees. Science 295, 666–669
	Dagnelie P., 1975. Théorie et méthodes statistiques, Les Presses Agronomiques de Gembloux, (Vol II) 463 p
49	Dietrich D.R., 2001. Détecter les cyanotoxines des eaux. Biofutur, 209, 44-47
44	Dooley J. K., 1972. Fishes associated with the pelagic *Sargassum* complex, with a discussion of the *Sargassum* community; Contrib. Mar. Sci. 16 1–32
1	English S. and al., 1997. Survey manual for tropical marine resources (2nd Edition). Australian Institute of Marine Science. 390p
	Faure G., Thomassin B., Vasseur P., 1981. Reef coral assemblages on the windward slopes in the Noumea Lagoon (New Caledonia). Proc. 4th int. Coral Reef Symp., Manila, 18-22 May 1981. 293-301
6	Fisk D. 2009 Best practice for LIT survey. Coral list Vol4 Issue 28
32	Fogg G.E., 1975. Algal cultures and Phytoplancton ecology. 2e éd., Univ. Wisconsin in Press.. Madison and Milwaukee, 3-175

10	Friedman M., 1937. The use of ranks to avoid the normality implicit in the analysis of variance. J. Amer. Statist. Ass. (32) 675-701p
	Gabrié C., Cros A., Chevillon C., Downer A. 2005. Analyse Eco-régionale marine de Nouvelle-Calédonie. Atelier d'identification des aires de conservation prioritaire. 112p
	Gardiner J.S., 1899. On the solitary corals. in : WILLEY A. (ed.), Zoological results based on material from New Britain, New Guinea, Loyalty Islands and elsewhere collected during the 1895-1896 and 1897. Londres : Camb. Univ. Press. Part 2 : 161-170
33	Garrigue C., 1985. Répartition et production organique et minérale de macrophytes benthiques du lagon de Nouvelle Calédonie. Thèse, Université des Sciences et Techniques du languedoc, Montpellier, 270 pp
	Garrigue C. & Tsuda R.T., 1988. Catalog of marine benthic algae from New Caledonia. Micronesico, 21, 53-70
34	Garrigue C. & Di Matteo A., 1991. La biomasse végétale benthique du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie. Résultats bruts : liste taxonomique, biomasses, pigments chlorophylliens. Arch. Sci. Mer, Biol. iiiur., ORSTOM, Nouniea, 1, 143 pp
31	Goldman J.C. & Carpenter E.J., 1974. A kinetic approach to the effect of temperature on algal growth. Limnol. Oceanogr. 19: 756-66
	Guerloget O. & Perthuisot J.P., 1983. Le domaine paralique. Expressions geologique, biologique et économiques du confinement. Presses de l'Ecole Normale Supérieure (16) Paris: 136p
	Guille A., Menou J. L., Laboute P., 1986. Guide des étoiles de mer, oursins et autres échinodermes du lagon de Nouvelle-Calédonie. Edition de l'ORSTOM. 238p
50	Harada K.-I., Tsuji K. & Wanatabe M.F., 1996. Stability of microcystins from cyanobacteria. III. Effect of pH and temperature. Phycologia, 35 (6 Supplement), 83-88
14	Harborne A.R., Mumby P.J., Zychaluk K., Hedley J.D., Blackwell P.G., 2006. Modeling the beta diversity of coral reefs. Ecology 87, 2871–2881
	Harmelin-Vivien M.L., J.G. Harmelin, C. Chauvet, C. Duval, R. Galzin, P. Lejeune, G. Barnabé, F. Blanc, R. Chevalier, J. Duclerc, G. Lasserre, 1985 – Evaluation visuelle des peuplements et populations de poissons : méthodes et problèmes. Revue d'Ecologie (Terre et Vie), vol. 40 : 80p
15	Hatcher B.G., 1997. Coral reef ecosystems: how much greater is the whole than the sum of the parts? Coral Reefs 16, S77–S91
	Hawkins Sigrid V., 2006. "Feeding Preference of the Cushion Star, Culcita Novaeguineae in Mo'orea" (December 1, 2006). Water Resources Center Archives. Biology and Geomorphology of Tropical Islands (ESPM 107/IB 158)
40	Kendrick G. A., 1994. Effects of settlement density and adult canopy on survival of recruits of *Sargassum* spp. (Sargassaceae phaeophyta); Mar. Ecol. Progr. Ser. 103 129–140
41	Kendrick G. A. & Walker D. I., 1994. Role of recruitment in structuring beds of *Sargassum* spp. (Phaeophyta) at Rottnest Island, western Australia. J. Phycol. 30:200–8
42	Kendrick G. A. and Walker D. I., 1995. Dispersal of propagules of *Sargassum* spp. (Sargassaceae phaeophyta) : observations of local patterns of dispersal and possible consequences for recruitment and population structure. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 192 273–288
43	Kirkman H. & Kendrick G. A., 1997. Ecological significance and commercial harvesting of drifting and beachcast macroalgae and seagrasses in Australia: A review; J. Appl. Phycol. 9 311–326
	Krishnamurthy V., 1967. Seaweed drift on the Indian coast. Proceedings of the Symposium "Indian Ocean"; Bull. Nat. Inst. Sci. India 38 657–666
	Kruskal W., Wallis W.A., 1952. Use of ranks in one-criterion variance analysis. Journal of the American Statistical Association 47 (260): 583–621
4	Kulbicki M., Guillemot N., Amand M., 2005 - A general approach to length-weight relationships for New Caledonian lagoon fishes. Cybium 2005, 29 (3): 235-252
	Laboute P., 1988. The presence of scleractinian corals and their means of adapting to a muddy environment: the "Gail Bank", p. 107-111, graph., phot. - International Coral Reef Symposium, 1988/08/8-12, Townsville
	Laboute P., Grandperrin R. 2000. Poissons de Nouvelle-Calédonie, Nouméa : Catherine Ledru, 519 p
	Lasne G., 2007. Les coraux de Nouvelle-Calédonie : Synthèse bibliographique. Cellule de coordination CRISP, IRD, WWF, MNHN, EPHE. 93p
	Lasne G., Menou J.L., Geoffray C., 2006. Description des biocénoses marines et la morphologie baie de Ouémo. Rapport de mission confidentiel, Centre IRD de Nouméa, 26p
	Lasne G., Payri C, Menou J.M., 2006. Description des biocénoses marines et la morphologie à Poindimié. Rapport de mission confidentiel, Centre IRD de Nouméa, 23 p
	Lasne G., Geoffray C., Folcher E., 2007. Description des biocénoses marines et la morphologie à la Pt de Mouly, Ouvéa. 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
	Lasne G., 2010.Inventaire des coraux scléractiniaires du Grand Lagon Nord de la Nouvelle-Calédonie – Campagne CORALCAL III, 10-30 mars 2009. 122p

45	Lenanton R. C. J., Robertson A. I. and Hansen J. A., 1982. Nearshore accumulations of detached macrophytes as nursery areas for fish; Mar. Ecol. Prog. Series 9 51–57
	Levi C., Bargibant G., Menou J.L., Laboute P., 1998. Sponges of the New Caledonian Lagoon. Edition de l'ORSTOM. 214p
	Lloyd's register, 2009. Investigation into the Sulphuric Acid Leak to the Envitonment. Vale Inco Goro Site. Pour la Direction de l'Industrie des Mines er de l'Energie de Nouvelle-Calédonie. Version 02, 37 p
5	Mundy C. These about accuracy and precision of the LIT method. James Cook University Townsville 1985
	Norton A. C., Mathieson A. C. and Neushul M., 1982. A review of some aspects of form and function in seaweeds; Bot. Mar. 25 501–510
16	Ormond R.F.G., Roberts C., 1997. The biodiversity of coral reef fishes. In: Ormond, R.F.G., Gage, J.D., Angel, M.V. (Eds.), Marine Biodiversity: Patterns and Processes. Cambridge University Press, pp. 216–257
	Payri C.E., 1988. *Halimeda* contribution to organic and inorganic production in a Tahitian reef system. Coral Reefs, 6,251-262
	Payri C.E. & N'Yeurt A.D.R., 1997. A revised Checklist of Polynesian benthic Marine Algae, Australian Systematic Botany, 10: 867-910
28	Payri C., N'Yeurt A.R. & Orempüller J., 2001. Algae of french Polynesia -Algues de Polynésie Française. Edition Au Vent des îles - tahiti, 320pp
	Payri C. et Richer de Forges B., 2006. Compendium of marine species from New Caledonia. Doc. Sci. Tech. II7 volume spécial, IRD
	Pearson E.S. et Hartley H.O., 1966. Biometrika tables for statisticians (Vol I) University Press, Cambridge, 264p
	Pichon M., 2006. Biodiversité des coraux scléractiniaires de Nouvelle-Calédonie. Rapport sur la mission effectuée à Nouméa Nouvelle-Calédonie du 4 au 21 mai 2006. Rapports de mission confidentiels
	Pichon M. 2006. Scleractinia of New-Caledonia. Check list of reef dwelling species. Rapports de mission confidentiels
	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
39	Raju P. V. & Venugopal R., 1971. Appearance and growth of *Sargassum plagiophyllum* (Mart) C. Ag. on a fresh substratum; Bot. Mar. 14(1) 36–38
	Randall J.E., Allen G.R. and R.C. Steene, 1990. Fishes of the Great Barrier Reef and Coral Sea. University of Hawaii Press, Honolulu, Hawaii. 506 p
3	Randall J.E., 2005. Reef and shore fishes of the South Pacific. University of Hawaii, Press book. 707 p
30	Reynolds & Casterlin, 1977. Effect of temperature on the growth rate of *Griffithsia tenuis* C. Agardh (rhodophyta: ceramiales). Hydrobiologia vol. 56, 3, pag. 225-227
	Richer de Forges B., Laboute P., 2004. Lagons et récifs de Nouvelle-Calédonie, 1600 espèces. Edition Catherine Ledru-IRD
7	Risk M.J., Risk A.C., 1997. Reef surveys as an aid in management. Proc. 8th Intl. Coral Reef Sym. 2, 1471±1474.
	Salvat Bernard, 1996. Suivi scientifique du phénomène de blanchissement des coraux en Polynésie française, Follow up of coral bleaching in French Polynesia. 97 p. (bibl.: dissem.), ENV-SRAE - 92006
27	Sato M., 1984. Mortality and growth of juvenile coral Pocillopora damicornis (Linnaeus) Univ. Ryukyus, dep. marine sci., Okinawa 903 01, JAPON
46	Silva P. C., 2002.Overview of the Genus *Caulerpa*, University Herbarium. International *Caulerpa taxifolia* conference
	Spalding M.D., Ravilious C. & Green E.P., 2001. World atlas of coral reefs. University of California Press, 424 p
	Veron J.E.N., Pichon M., 1980. Scleractinia of Eastern Australia. Part 3. Families Agaricidae, Siderastreidae, Fungiidae, Oculinidae, Merulinidae, Mussidae, Pectinidae, Caryophyllidae, Dendrophylliidae. Mem. Austral. Inst. Marine Sci. 4. 422 pp
	Veron J.E.N.., Wallace C.C., 1984. Scleractinia of eastern Australia. IV Familly 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
51	Vezie C., Bertru G., Brient L. & Lefeuvre J.C., 1997. Blooms de Cyanobactéries hépatotoxiques dans l'ouest de la France. TSM, 10, 39-46
	Wallace C., 1999. Staghorn Corals of the World. A revision of the Genus Acropora. (ed) CSIRO Publishing pp. 422p
	Wells J.W., 1959. Notes on Indo-Pacific Scleractinian corals. Part 1 and 2. Pac. Sci., 13 (3) : 286-290
	Wells J.W., 1961. Notes on Indo-Pacific Scleractinian corals, Part 3. A new reef coral from New Caledonia. Pac. Sci., 15 : 189-191
	Wells J.W., 1964. The recent solitary Mussid Scleractinian corals. Zool. Meded., Leiden, 39 : 375-384
	Wells J.W., 1968. Notes on Indo-Pacific Scleractinian corals. Parts 5 and 6. Pac. Sci., 22 (2) : 274-276
	Wells J.W., 1971. Notes on Indo-Pacific Scleractinian corals. Part 7. Pac. Sci., 25 (3) : 368-371

	Wells J.W., 1984. Notes on Indo-Pacific Scleractinian corals. Part 10. Pac. Sci., 38 (3) : 205-219
18	Whittaker R.H., 1960. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. Ecological Monographs 30, 279–338
17	Whittaker, R. H. (1972) Evolution and measurement of species diversity Taxon 21 : 213-51
19	Whittaker R.H., 1977. Species diversity in land communities. Evolutionary Biology 10, 1–67
	Wijsman-Best M., 1972. Systematics and ecology of New Caledonia Faviidae (Coelenterata, Scleractinia). Bijdr. Dierk., 42 (1) : 1-90
	Wijsman-Best M., 1973. A new species of the Pacific coral genus Blastomussa from New Caledonia. Pac. Sci., 27 (2) : 154-155
	Wijsman-Best M., 1974. Habitat-induced modification of reef corals (Faviidae) and its consequences for taxonomy. In: Proceedings of the Second international coral reef symposium (Cameron-A-M editor), Volume 2; coral settlement and growth : 217-228
	http://coordination-maree-noire.eu/spip.php?article9029
	http://www.bonnagreement.org/fr/html/recent-incidents/accidents_chimiques.htm
	www.cnrs.fr
	www.com.univ-mrs.fr/IRD
	http://www.com.univ-mrs.fr/IRD/atollpol/ecorecat/recifs.htm
29	http://www.com.univ-mrs.fr/IRD/atollpol/ecorecat/algues.htm
	www.coraux.univ-reunion.fr
	www.crisponline.net/Portals/1/PDF/CRISP_Synthese_bibliographique_coraux.pdf
	www.ird.fr
	www.sealifebase.org/
47	http://www.sgnis.org/
	www. wikipedia.org

A n n e x e s

Annexe n°1	:	Méthodologie générale d'échantillonnage des communautés benthiques	p 275
Annexe n°2	:	Conditions d'échantillonnage des différentes missions	p 278
Annexe n°3	:	Caratéristiques terrain de la campagne d'échantillonnage mars-avril 2010	p 279
Annexe n°4	:	Résultats bruts de l'échantillonnage LIT mars-avril 2010	p 280
Annexe n°5	:	Résultats bruts de l'échantillonnage du benthos mars-avril 2010	p 281
Annexe n°6	:	Résultats bruts de l'échantillonnage ichtyologique mars-avril 2010	p 297

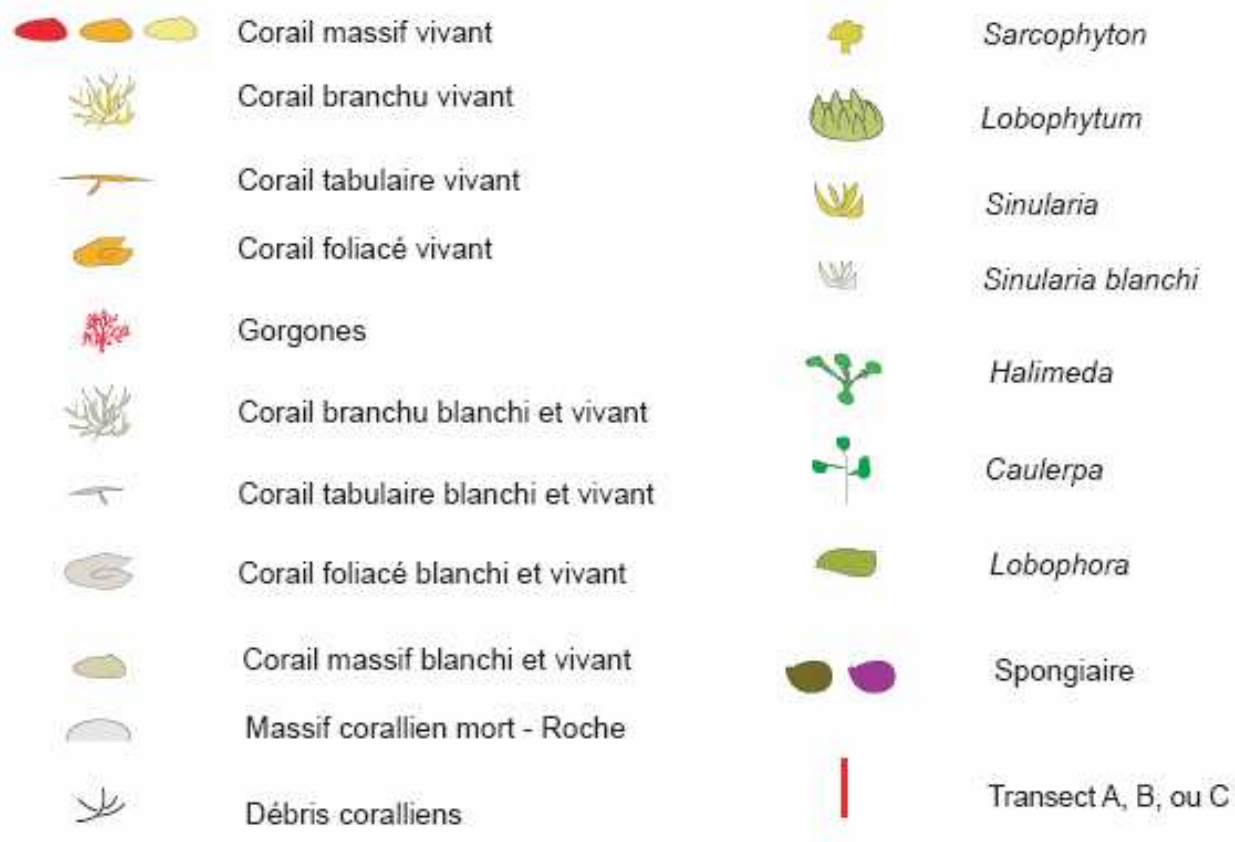


Figure n°96 : Signification de symboles utilisés dans les schémas structuraux

Annexe n°01

Méthodologie générale d'échantillonnage des communautés récifales

Les classes retenues pour la détermination du substrat sont celles préconisées par English et al. 1994 pour le « Line Intersept Transect » (« life forms ») et présentées dans le tableau 162 ci-dessous.

Tableau n°162 : Annexe 01 : Catégories et composantes de substrat retenues pour l'échantillonnage et le traitement des données

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

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

Tous les poissons seront comptabilisés avec un traitement particulier pour ceux qui sont listés dans le tableau 163 ci-dessous, car ils correspondent aux taxons indicateurs de la santé des récifs, ainsi qu'aux espèces comestibles.

Tableau n°163 : Annexe 01 : Liste des poissons indicateurs

FAMILLE	GENRE	ESPECE	GENRE	ESPECE
Requins		spp		
Raies		spp		
Scorpaenidae	Rascasses "poules"	spp		
Serranidae	*Anthias* et *Pseudanthias*	spp	Autres loches	spp
	Cromileptes	*altivelis*	*Plectropomus*	spp
	Epinephelus	*cyanopodus*		
Pseudchromidae	*Pictichromis*	*coralensis*		
Carangidae		spp		
Lutjanidae	*Aphareus*	*furca*	*Lutjanus*	*sebae*
	Aprion	*virescens*	*Lutjanus*	spp
	Lutjanus	*adetii*	*Symphorus*	*nematophorus*
Caesionidae		spp		
Haemulidae	*Diagramma*	*pictum*	*Plectorhinchus*	spp
Lethrinidae	*Lethrinus*	*nebulosus*	Autres bossus et bec	spp
Nemipteridae	*Scolopsis*	*bilineatus*		
Mullidae		spp		
Kyphosidae		spp		
Ephippidae	*Platax*	spp		
Chaetodontidae	*Chaetodon*	*auriga*	*Chaetodon*	*speculum*
	Chaetodon	*baronessa*	*Chaetodon*	*semeion*
	Chaetodon	*bennetti*	*Chaetodon*	*trifascialis*
	Chaetodon	*citrinellus*	*Chaetodon*	*lunulatus*
	Chaetodon	*ephippium*	*Chaetodon*	*ulietensis*
	Chaetodon	*flavirostris*	*Chaetodon*	*unimaculatus*
	Chaetodon	*kleinii*	*Chaetodon*	*vagabundus*
	Chaetodon	*lineolatus*	*Coradion*	*altivelis*
	Chaetodon	*lunula*	*Forcipiger*	*flavissumus*
	Chaetodon	*melannotus*	*Forcipiger*	*longirostris*
	Chaetodon	*mertensii*	*Hemitaurichthys*	*polylepis*
	Chaetodon	*ornatissimus*	*Heniochus*	*acuminatus*
	Chaetodon	*pelewensis*	*Heniochus*	*chrysostomus*
	Chaetodon	*plebeius*	*Heniochus*	*monoceros*
	Chaetodon	*rafflesi*	*Heniochus*	*singularis*
	Chaetodon	*reticulatus*	*Heniochus*	*varius*
Pomacanthidae	*Centropyge*	*bicolor*	*Chaetodontoplus*	*conspicillatus*
	Centropyge	*bispinosus*	*Pomacanthus*	*imperator*
	Centropyge	*flavissima*	*Pomacanthus*	*semicirculatus*

	Centropyge	*heraldi*	*Pomacanthus*	*sextriatus*
	Centropyge	*tibicen*	*Pygoplites*	*diacanthus*
	Centropyge	*vroliki*		
Pomacentridae	*Abudefduf*	spp	*Dascyllus*	*reticulatus*
	Amphiprion	*perideraion*	*Dascyllus*	*trimaculatus*
	Amphiprion	spp	*Neopomacentrus*	*azysron*
	Chromis	*viridis*	*Neopomacentrus*	*violascens*
	Chromis	*fumea*	*Pomacentrus*	*coelestis*
	Chrysiptera	*taupou*	*Pomacentrus*	*moluccensis*
	Chrysiptera	*rollandi*	*Pomacentrus*	*aurifrons*
	Dascyllus	*aruanus*	*Stegastes*	spp
Labridae	*Bodianus*	*loxozonus*	*Halichoeres*	*trimaculatus*
	Bodianus	*perditio*	*Hemigymnus*	*melapterus*
	Cheilinus	*chlorourous*	*Labroides*	*dimidiatus*
	Cheilinus	*trilobatus*	*Novaculichthys*	*taeniourus*
	Cheilinus	*undulatus*	*Stethojulis*	*bandanensis*
	Choerodon	*graphicus*	*Stethojulis*	*strigiventer*
	Coris	*aygula*	*Thalassoma*	*amblycephalum*
	Coris	*gaimard*	*Thalassoma*	*hardwicke*
	Gomphosus	*varius*	*Thalassoma*	*lunare*
	Halichoeres	*hortulanus*	*Thalassoma*	*lutescens*
	Halichoeres	*margaritaceus*		
Scaridae	*Bolbometopon*	*muricatum*	*Chlorurus*	*microrhinos*
	Scarus	*ghobban*	Scaridae	spp
Blennidae	*Ecsenius*	*bicolor*	*Meicanthus*	*atrodorsalis*
Gobbidae	*Amblygobius*	*phalaena*		
Ptereleotridae	*Ptereleotris*	*evides*	*Ptereleotris*	*microlepis*
Acanthuridae	*Acanthurus*	*dussumieri*	*Ctenochaetus*	spp
	Acanthurus	*blochii*	*Naso*	*unicornis*
	Acanthurus	*triostegus*	*Naso*	spp
	Acanthurus	spp	*Zebrasoma*	spp
Siganidae	*Siganus*	*argenteus*	*Siganus*	spp
Zanclidae	*Zanclus*	*cornutus*		
Scombridae	*Scomberomorus*	*commerson*		
Balistidae	*Balistoides*	*conspicillum*	*Rhinecanthus*	*aculeatus*
	Oxymonacanthus	*longirostris*	*Rhinecanthus*	*rectangulus*
Tetraodontidae	*Canthigaster*	spp		

A n n e x e n ° 0 2

Conditions d'échantillonnage des différentes missions

Tableau n°164 : Annexe 02 : Différences dans les conditions d'exécution des différentes campagnes d'échantillonnages

	2005	2007	2008	2009	2010	2010	2011
Période	*Non communiqué*	Fin août, début septembre	Fin octobre	Début juin	Fin mars – Début avril	Fin septembre	Fin mars
Météorologie	*Non communiqué*	Mauvaise / eau turbide	Clémente / eau claire	Clémente / eau claire	Nuageux / eau moyennement claire	Clémente / eau assez claire	Nuageux / eau moyennement claire
Nb stations	9	11 (dont 4 même qu'en 2005)	11 (même qu'en 2007)	11 (même qu'en 2008) + 1 nouvelle (Ugo)	12 (même qu'en 2009)		
Nb transects	2	3 sauf exceptions					
Longueur transect (m)	50	20					
Technique de plongée	Nitrox / Air comprimé Recycleur	Air comprimé					
Méthode ichtyologie	Transect à Largeur Fixe	TLVariable					
Intervenants	Melanopus (Laboute & al) / A2EP (Vaillet -*LIT Benthos*-, Chauvet -*Poissons*-)	A2EP (Gerbault -*LIT*-, Lasne -*Benthos*- Chauvet -*Poissons*-)	AQUA TERRA (Vaillet -*LIT*-, Lasne -*Benthos*-, Chauvet -*Poissons*-)				

Annexe n°03

Caractéristiques terrain de la campagne d'échantillonnage mars 2011

Tableau n°165 : Annexe 02 : Rapport de plongée

Date	Heure *	Marée **	Station	Etat station/maintenance	Météo			Sous eau		
	début/fin		Nom		soleil/pluie	vent (dir, force)	courant (dir/force), h vagues	courant (force/dir)	visibilité (m)	température (°C, Prof)
23/03/2011	12h/14h	Mi flot	Casy	OK	Couvert 90%	S 5 nds	Clapot S SE 0,1 m	Nul	12 m	26,6°C à 7,3 m
22/03/2011	11h/13h	Mi flot	Creek baie nord	OK	Couvert 90%	S 5 nds	Clapot S SE 0,1 m	Faible	5-6 m	27,6°C à 9,1 m
22/03/2011	14h/16h	Etal jusant	Port	OK	Couvert 90%	S 5 nds	Clapot S SE 0,1 m	Nul	3-4 m	27,3°C à 8,5 m
23/03/2011	8h/10h	Etal flot	Woodin	OK	Couvert 50%	S 5 nds	Clapot S SE 0,1 m	Moyen à fort	7 à 12 m	27,2°C à 11,5 m
29/03/2011	14h/16h	Etal flot	Ioro	OK	Couvert 35%	SE 15 nds	Clapot 0,2 m + houle 1 m SE	Moyen	12 à 15 m	27,2°C à 9,5 m
31/03/2011	14h/16h	Début jusant	Ionontea	OK	Couvert 90%	SE 15 nds	Houle S SE 0,3 m	Moyen à très fort	12 à 18 m	27°C à 13,3 m
29/03/2011	12h/14h	Fin flot	Basse Chambeyron	OK	Couvert 35%	SE 15 nds	Clapot 0,2 m + houle 1 m SE	Moyen à très fort	15 m	26,6°C à 11,8 m
01/04/2011	8h/10h	Fin jusant	Puka	OK	Couvert 30%	S SE 5 nds	Clapot 0,2 m SE	Moyen à fort latéral	9 m	27,4°C à 9, 3 m
30/03/2011	11h30/13h30	Début flot	Banc Kié	A changer : 2 petits piquets pour TA0	Couvert 30%	S SE 10 nds	Clapot 0,2 m SE	Moyen à fort latéral	12 à 20 m	26,7°C à 13,6 m
31/03/2011	9h/11h	Fin jusant	Ilot Kié	OK	Couvert 30%	S SE 5 nds	Clapot 0,2 m SE	Moyen à fort latéral	18 m	27°C à 12,5 m
01/04/2011	11h/13h	Etal jusant	Toémo	OK	Couvert 30%	S SE 10 nds	Clapot 0,2 m SE	Moyen à fort latéral	13 à 18 m	27,1°C à 10,6 m
30/03/2011	8h30/10h30	Fin jusant	Ugo	OK	Couvert 30%	S SE 5 nds	Clapot 0,2 m SE	Faible	8 à 10 m	27,2°C à 7,8 m

* cela comprend le temps sur site, sans les trajets

** par rapport à l'agenda corrigé (voir tableaux suivants)

Tableau n°166 : Annexe 02 : Corrections des marées

	Heure	Hauteur (m)		Niveau moyen
	PM / BM	PM	BM	(m)
Baie de Prony	- 40 mn	- 0,4	- 0,1	0,7
Port Boisé	- 55 mn	- 0,4	- 0,1	0,68
Nouméa = Port de référence				0,95

Tableau n°167 : Annexe 02 : Agenda des marées (corrigées selon le lieu)

Prony

	Date	Heure	Hauteur
Mardi	22/03/2011	2h55	0,3
		8h57	1,2
		15h14	0,15
		21h35	1,2
Mercredi	23/03/2011	3h39	0,4
		9h34	1,15
		15h51	0,15
		22h21	1,15

Canal Havanah

	Date	Heure	Hauteur
Mardi	29/03/2011	3h40	0,9
		9h57	0,7
		15h34	0,75
		21h52	0,5
Mercredi	30/03/2011	4h36	0,95
		10h54	0,6
		16h42	0,8
		22h50	0,5

	Date	Heure	Hauteur
Jeudi	31/03/2011	5h21	1
		11h39	0,55
		17h34	0,9
		23h37	0,45
Vendredi	01/04/2011	5h58	1,05
		12h16	0,45
		18h16	0,95

Annexe n°04

Résultats bruts de l'échantillonnage LIT mars 2011

Tableau n°168 : Annexe 04 : Recouvrement du susbtrat (en %) pour toutes les catégories

	Station	Casy		Creek Baie Nord		Port			Canal Wooding			Ioro			Ionantea			Chambeyron			Puka		Bancs Kie			Ilot Kie			Toemo			Ugo	
Substrat /	Transect	A	B	A	B	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B
Code	Catégories																																
ACB	*Acropora* branchu	2,5	0,5	25	5	2		2	5,5	4,5		1,5	2		6,5	3		3	2,5	1,5	9	0,5	1	5	1	27	4	1	11,5	3		11	18
ACE	*Acropora* encroûtant						9,5																										
ACS	*Acropora* submassif																																
ACD	*Acropora* digité																																
ACT	*Acropora* tabulaire																				1	2,5	1			1							
CB	Corail branchu					1	0,5		13,5	11	10	2	0,5		3,5	3	1,5	1	2		6		1	1,5	2	6	5	0,5	7	4,5			
CE	Corail encroûtant	3		1,5	5,5	0,5		3	1,5	7,5		9,5	2		6,5	5	2,5		3,5	1,5	8	0,5	2	4	2	13,5	20	5	12,5	9,5	4	4	1
CF	Corail foliaire			0,5	2	0,5		0,5												1													
CM	Corail massif	1		1,5	3,5	3,5	5,5	2	1			10	16		3	8,5	2,5	1	1	2	6	1	2	7	1	4	9	2	3,5	1,5	1	7,5	13
CS	Corail submassif											1																					
CMR	*Fungia*																		1							1,5			0,5	0,5	2,5	1,5
CME	*Millepora*			3	0,5				15	0,5																							
SC	Coraux mous	7	3,5	9	12	1	2	1		4									0,5		0,5	4	4,5	2,5	2			1	0,5	3	0,5	0,5	3
SP	Éponges	1	0,5		0,5	1,5			1	3,5	4	0,5	1,5	0,5	2,5	4,5	2		1	2,5	0,5	6,5		1	1,5		3,5	1,5		1	3	2	3,5
ZO	Zoanthaires																																
OT	Autres organismes									1	1,5													0,5	1						1		
AA	Assemblages algales							5,5																									
CA	Algue calcaire			1			1																										
HA	*Halimeda*			11	0,5	3,5						0,5												0,5	0,5	1							
MA	Macroalgue	1	7	38,5		17	50								1,5		0,5	3			6,5		5,5	3	1,5				6	7	2		
F	Algue filamenteuse	1,5											0,5			0,5	1			1	4	24	0,5	2,5	1	2			0,5	3,5	1	0,5	
DCA	Corail mort avec algues	11,5	9	5,5	7	7	7	3,5	23	29,5	5	28,5	19,5	6	75	66	18	90,5	64,5	45,5	57,5	21	82,5	70,5	74	44	54	10,5	58,5	65	82	61,5	42,5
DC	Corail mort			2,5										0,5		0,5			0,5					1		0,5							
S	Sable	71	79,5						22,5	26	68	42	58	93		3	45		8	27	1	40		1	4,5	1	3	67		1,5	5	7,5	13
R	Débris	0,5				6	7		11,5	12,5	11,5	4,5			1,5	6	27	1,5	8	18					8			11,5				3	4,5
RC	Dalle - Roche					56,5													7,5														
SI	Vase			1	63,5		17,5	82,5	5,5																								
W	Eau																																
	Abiotique	71,5	79,5	3,5	63,5	62,5	24,5	82,5	39,5	38,5	79,5	46,5	58	93,5	1,5	9,5	72	1,5	24	45	1	40	0	2	12,5	1,5	3	78,5	0	1,5	5	10,5	17,5
	Biotique	28,5	20,5	96,5	36,5	37,5	75,5	17,5	60,5	61,5	20,5	53,5	42	6,5	98,5	90,5	28	98,5	76	55	99	60	100	98	87,5	98,5	97	21,5	100	98,5	95	89,5	82,5
	Dont coraux scléractiniaitres	6,5	0,5	28,5	16	7,5	15,5	7,5	21,5	32	10	24	20,5	0	19,5	19,5	6,5	5	10	6	30	4,5	7	17,5	6	51,5	39,5	8,5	34,5	19	5,5	25	33,5

Tableau n°169 : Annexe 04 : Répartition du recouvrement (en %) du substrat, partie biotique/abiotique

	ST0 1A	ST0 1B	ST0 2A	ST0 2B	ST0 3A	ST0 3B	ST03 C	ST0 4A	ST0 4B	ST0 4C	ST0 5A	ST0 5B	ST0 5C	ST0 6A	ST0 6B	ST0 6C	ST0 7A	ST0 7B	ST0 7C	ST0 8A	ST0 8B	ST0 9A	ST0 9B	ST0 9C	ST1 0A	ST1 0B	ST1 0C	ST1 1A	ST1 1B	ST1 1C	ST1 2A	ST12 B
Macrophytes et invertébrés	22	20	68	20,5	30	60	10	39	38,5	10,5	29,5	21,5	6,5	79	71	21,5	93,5	66	49	69	55,5	93	80,5	81,5	47	57,5	13	65,5	79,5	89,5	64,5	49
Coraux sléractinaires	6,5	0,5	28,5	16	7,5	15,5	7,5	21,5	23	10	24	20,5	0	19,5	19,5	6,5	5	10	6	30	4,5	7	17,5	6	51,5	39,5	8,5	34,5	19	5,5	25	33,5
Abiotique	71,5	79,5	3,5	70,5	62,5	24,5	82,5	39,5	38,5	79,5	46,5	58	93,5	1,5	9,5	72	1,5	24	45	1	40	0	2	12,5	1,5	3	78,5	0	1,5	5	10,5	17,5

Annexe n°05

Résultats bruts de l'échantillonnage du benthos de mars 2011

Tableau n°170 : Annexe 05 : Inventaire des coraux et leur abondance (1 à 5) (stations de la baie de Prony et du canal Woodin)

Groupe	Famille	Genre	Espece	Ilot Casy Sud		Creek Baie Nord		Wharf Prony			Canal Woodin		
				ST1A	ST1B	ST2A	ST2B	ST3A	ST3B	ST3C	ST4A	ST4B	ST4C
Scléractiniaire	Acroporidae	*Acropora*	*florida*										
Scléractiniaire	Acroporidae	*Acropora*	*grandis*			3	3(B1)	2					
Scléractiniaire	Acroporidae	*Acropora*	spp. (branchu)	2(2spp.)	2(2spp.)	5(7spp)(B1)	5(6spp)(B1)	3 (3spp)(B1)	5 (4spp)	4 (3spp)	5(2spp)(B1)	2	
Scléractiniaire	Acroporidae	*Acropora*	spp. (tabulaire)	2(2spp.)(B1)	2(2spp.)	2	2				2(B1)	2(B1)	1
Scléractiniaire	Acroporidae	*Anacropora*	*puertogalerae*			4	**3**						
Scléractiniaire	Acroporidae	*Anacropora*	sp.						2(2spp)	2			
Scléractiniaire	Acroporidae	*Astreopora*	*explanata*			1				2			
Scléractiniaire	Acroporidae	*Astreopora*	*gracilis*	1	1		2	1	2		1		
Scléractiniaire	Acroporidae	*Astreopora*	*listeri*			-2		2					1
Scléractiniaire	Acroporidae	*Astreopora*	*moretonensis*			2							
Scléractiniaire	Acroporidae	*Astreopora*	*myriophthalma*	1		2	2		2				1
Scléractiniaire	Acroporidae	*Astreopora*	sp.	2			1		1			2	
Scléractiniaire	Acroporidae	*Isopora*	*palifera*	2								2	
Scléractiniaire	Acroporidae	*Montipora*	*cf. samarensis*										
Scléractiniaire	Acroporidae	*Montipora*	*danae*										
Scléractiniaire	Acroporidae	*Montipora*	spp.	3	2	3 (3spp)	1	3(2spp)(B1)	2(3spp)	3(3spp)	2(B1)	3(B1)	
Scléractiniaire	Acroporidae	*Montipora*	*spumosa*				1						
Scléractiniaire	Acroporidae	*Montipora*	*stellata*					1					
Scléractiniaire	Acroporidae	*Montipora*	*tubulifera*			1			1		2	2	
Scléractiniaire	Acroporidae	*Montipora*	*undata*	2		1			1		1		
Scléractiniaire	Acroporidae	*Montipora*	*venosa*										
Scléractiniaire	Acroporidae	*Montipora*	*verrucosa*	2		1					1		
Scléractiniaire	Agaraciidae	*Leptoseris*	*explanata*										
Scléractiniaire	Agaraciidae	*Leptoseris*	*foliosa*			1			2	2			
Scléractiniaire	Agaraciidae	*Leptoseris*	*gardineri*						2	2			
Scléractiniaire	Agaraciidae	*Leptoseris*	*hawaiiensis*										
Scléractiniaire	Agaraciidae	*Leptoseris*	*mycetoseroides*			1				2			
Scléractiniaire	Agaraciidae	*Leptoseris*	*scabra*				1		1	2			
Scléractiniaire	Agaraciidae	*Leptoseris*	*tubulifera*				2		2	2			
Scléractiniaire	Agaraciidae	*Leptoseris*	*yabei*			2				2			
Scléractiniaire	Agaraciidae	*Pachyseris*	*rugosa*		-1				1	2			
Scléractiniaire	Agaraciidae	*Pachyseris*	*speciosa*	2	2	2	**2**	2(B1)	1	1	2	2	2
Scléractiniaire	Agaraciidae	*Pavona*	*cactus*				2(B1)	2	2				
Scléractiniaire	Agaraciidae	*Pavona*	*decussata*			1		2					
Scléractiniaire	Agaraciidae	*Pavona*	*explanulata*			1	1					2	
Scléractiniaire	Agaraciidae	*Pavona*	*maldiviensis*								1		
Scléractiniaire	Agaraciidae	*Pavona*	*varians*			1			2	1	2		
Scléractiniaire	Agaraciidae	*Pavona*	*venosa*			-2	2						
Scléractiniaire	Astrocoeniidae	*Stylocoeniella*	*armata*	2	2	**2**	2	2	2	2	1	1	
Scléractiniaire	Astrocoeniidae	*Stylocoeniella*	*guentheri*		1		2		1	3			
Scléractiniaire	Caryophyllidae	*Euphyllia*	*ancora*					1			1		
Scléractiniaire	Caryophyllidae	*Euphyllia*	*divisa*										
Scléractiniaire	Caryophyllidae	*Physogyra*	*lichtensteini*									1	
Scléractiniaire	Dendrophylliidae	*Tubastraea*	*micrantha*								2(B1)	**5(B2)**	**5(B2)**
Scléractiniaire	Dendrophylliidae	*Tubastraea*	sp.								**4**	3	2
Scléractiniaire	Dendrophylliidae	*Turbinaria*	*frondens*			1							
Scléractiniaire	Dendrophylliidae	*Turbinaria*	*heronensis*			1							
Scléractiniaire	Dendrophylliidae	*Turbinaria*	*mesenterina*	2	1	2	3(B1)			1	1	1	
Scléractiniaire	Dendrophylliidae	*Turbinaria*	*patula*										
Scléractiniaire	Dendrophylliidae	*Turbinaria*	*peltata*			2							
Scléractiniaire	Dendrophylliidae	*Turbinaria*	*reniformis*	2		1	2			2	2	2	
Scléractiniaire	Dendrophylliidae	*Turbinaria*	*stellulata*	2	1	1	1						
Scléractiniaire	Faviidae	*Barabattoia*	*amicorum*	3	**2**		3	2(B1)		1			
Scléractiniaire	Faviidae	*Caulastrea*	*curvata*		1								
Scléractiniaire	Faviidae	*Caulastrea*	*furcata*						1	2			
Scléractiniaire	Faviidae	*Cyphastrea*	*chalcidicum*										1
Scléractiniaire	Faviidae	*Cyphastrea*	*japonica*	1	2	2	2	2	3	3	2	2	
Scléractiniaire	Faviidae	*Cyphastrea*	*serailia*	2(B1)	2	2	2			2	2	2	1
Scléractiniaire	Faviidae	*Cyphastrea*	sp.										2
Scléractiniaire	Faviidae	*Echinopora*	*gemmacea*			1		2	2	2	2		
Scléractiniaire	Faviidae	*Echinopora*	*lamellosa*			1	2						
Scléractiniaire	Faviidae	*Echinopora*	sp.				1		2	2			
Scléractiniaire	Faviidae	*Favia*	*maritima*	1									
Scléractiniaire	Faviidae	*Favia*	*speciosa*	2									
Scléractiniaire	Faviidae	*Favia*	spp.	2	2	2	2	2	2	3	2(4spp)	2(2spp)	2
Scléractiniaire	Faviidae	*Favia*	*stelligera*	1									
Scléractiniaire	Faviidae	*Favites*	*abdita*	2		2						1	
Scléractiniaire	Faviidae	*Favites*	*halicora*	2			1	1				1	
Scléractiniaire	Faviidae	*Favites*	spp.	2	2	3 (3spp)	2	2	2	3	2(3spp)	2	2
Scléractiniaire	Faviidae	*Goniastrea*	*australiensis*	2	2	2		1					
Scléractiniaire	Faviidae	*Goniastrea*	*pectinata*				-1						
Scléractiniaire	Faviidae	*Goniastrea*	*reniformis*				2					1	
Scléractiniaire	Faviidae	*Leptastrea*	*inaequalis*										
Scléractiniaire	Faviidae	*Leptastrea*	*purpurea*	1	1	2		2				1	
Scléractiniaire	Faviidae	*Leptastrea*	*transversa*	1	1							1	
Scléractiniaire	Faviidae	*Leptoria*	*phrygia*										
Scléractiniaire	Faviidae	*Montastrea*	*curta*	1	2						1		
Scléractiniaire	Faviidae	*Montastrea*	sp.	1		1	2	2	2				
Scléractiniaire	Faviidae	*Oulophyllia*	*crispa*		1								
Scléractiniaire	Faviidae	*Platygyra*	*pini*	1			1						
Scléractiniaire	Faviidae	*Platygyra*	*daedalea*								1		
Scléractiniaire	Faviidae	*Platygyra*	*sinensis*	1	1								
Scléractiniaire	Faviidae	*Platygyra*	sp.										
Scléractiniaire	Fungiidae	*Cantharellus*	*jebbi*		2								
Scléractiniaire	Fungiidae	*Cantharellus*	*noumeae*							**3**			
Scléractiniaire	Fungiidae	*Ctenactis*	sp.										
Scléractiniaire	Fungiidae	*Cycloseris*	*sinensis*							3			
Scléractiniaire	Fungiidae	*Cycloseris*	sp.	**1**	2	2	2	2	**2**	2	2		

Scléractiniaire	Fungiidae	*Fungia*	*horrida*										
Scléractiniaire	Fungiidae	*Fungia*	*simplex*						2		1		
Scléractiniaire	Fungiidae	*Fungia*	sp.	2	2	3 (4spp)	2	2	3	3	2	2	
Scléractiniaire	Fungiidae	*Halomitra*	*pileus*										
Scléractiniaire	Fungiidae	*Lithophyllon*	*mokai*		2	2	3	2	2	3			
Scléractiniaire	Fungiidae	*Polyphyllia*	*novaehiberniae*	2									
Scléractiniaire	Fungiidae	*Polyphyllia*	*talpina*	2	1	-2					1	2	1
Scléractiniaire	Fungiidae	*Sandalolitha*	*dentala*			1							
Scléractiniaire	Fungiidae	*Sandalolitha*	*robusta*			2					1	1	
Scléractiniaire	Merulinidae	*Hydnophora*	*exesa*			3	1		1	2			
Scléractiniaire	Merulinidae	*Hydnophora*	*pilosa*			-1	2						
Scléractiniaire	Merulinidae	*Hydnophora*	*rigida*			2	2						
Scléractiniaire	Merulinidae	*Merulina*	*ampliata*	2(B1)	1	3(B1)	3(B1)	2	2	3	2	2	
Scléractiniaire	Merulinidae	*Merulina*	*scabricula*	1		1	2					1	
Scléractiniaire	Mussidae	*Acanthastrea*	*echinata*	2	1						2	2	
Scléractiniaire	Mussidae	*Acanthastrea*											
Scléractiniaire	Mussidae	*Blastomussa*	*merleti*			1	1						
Scléractiniaire	Mussidae	*Lobophyllia*	*corymbosa*	4	2	2	2			1	2		
Scléractiniaire	Mussidae	*Lobophyllia*	*hemprichii*			2	2	1				2	
Scléractiniaire	Mussidae	*Lobophyllia*	*pachysepta*	2	2			2(B1)			1		
Scléractiniaire	Mussidae	*Lobophyllia*	sp.					1	1			2	
Scléractiniaire	Mussidae	*Scolymia*	*australis*			2	2		1	1			2
Scléractiniaire	Mussidae	*Scolymia*	*vitiensis*	2	1	2	2	1		2		2	
Scléractiniaire	Mussidae	*Symphyllia*	sp.					1					
Scléractiniaire	Mussidae	*Symphyllia*	*valenciennesii*					1		1			
Scléractiniaire	Oculinidae	*Acrhelia*	*horrescens*										
Scléractiniaire	Oculinidae	*Galaxea*	*astreata*	2	2	3	3	2	1	3	2	2	
Scléractiniaire	Oculinidae	*Galaxea*	*fascicularis*	2	2	2	2	2		3	2	2	
Scléractiniaire	Oculinidae	*Galaxea*	*paucisepta*				2			*2*			
Scléractiniaire	Pectiniidae	*Echinophyllia*	*aspera*			1(B1)	1						
Scléractiniaire	Pectiniidae	*Echinophyllia*	*horrida*										
Scléractiniaire	Pectiniidae	*Echinophyllia*	*orpheensis*				1			1			
Scléractiniaire	Pectiniidae	*Echinophyllia*	sp.				2	2		2			
Scléractiniaire	Pectiniidae	*Mycedium*	*elephantotus*			2	2(B1)			2		1	
Scléractiniaire	Pectiniidae	*Oxypora*	*glabra*		-1	1	**2**						1
Scléractiniaire	Pectiniidae	*Oxypora*	*lacera*				2						
Scléractiniaire	Pectiniidae	*Oxypora*	sp.	-1						2	-2		
Scléractiniaire	Pectiniidae	*Pectinia*	*lactuca*										
Scléractiniaire	Pectiniidae	*Pectinia*	*paeonia*			1		1					
Scléractiniaire	Pocilloporidae	*Palauastrea*	*ramosa*					3	2	3			
Scléractiniaire	Pocilloporidae	*Pocillopora*	*damicornis*	3(B1)	2		2	2	**2**		3	3	
Scléractiniaire	Pocilloporidae	*Pocillopora*	*verrucosa*		2								
Scléractiniaire	Pocilloporidae	*Seriatopora*	*calendrium*	1	2	1							
Scléractiniaire	Pocilloporidae	*Seriatopora*	*histrix*	2(B1)	2(B1)	2	2(B1)	2(B1)			**5(B1)**	3	
Scléractiniaire	Pocilloporidae	*Stylophora*	*mordax*									2	
Scléractiniaire	Pocilloporidae	*Stylophora*	*pistilata*				2				3	2	
Scléractiniaire	Poritidae	*Alveopora*	*catalai*			2		1	**3**	3			
Scléractiniaire	Poritidae	*Alveopora*	sp.	2		2	2	**3**	**5**	3			
Scléractiniaire	Poritidae	*Alveopora*	*spongiosa*			1							
Scléractiniaire	Poritidae	*Goniopora*	sp.	1	2	1		2		3			
Scléractiniaire	Poritidae	*Porites*	*cylindrica*			2	2	2	2				
Scléractiniaire	Poritidae	*Porites*	*nigrescens*						3				
Scléractiniaire	Poritidae	*Porites*	sp.			2		2(B1)	2	3	2	2	
Scléractiniaire	Poritidae	*Porites*	*lichen*		1								
Scléractiniaire	Poritidae	*Porites*	*lobata*	1	2	3	2(B1)	2	2	1			
Scléractiniaire	Siderastreidae	*Coscinaraea*	*columna*				1				2		
Scléractiniaire	Siderastreidae	*Coscinaraea*	*exesa*								1		
Scléractiniaire	Siderastreidae	*Coscinaraea*	*marshae*										
Scléractiniaire	Siderastreidae	*Psammocora*	*contigua*			2	1						
Scléractiniaire	Siderastreidae	*Psammocora*	*digitata*				1						
Scléractiniaire	Siderastreidae	*Psammocora*	*haimeana*	1	1							1	
Scléractiniaire	Siderastreidae	*Psammocora*	*profundacella*							1	1		
Scléractiniaire	Siderastreidae	*Psammocora*	sp.								1		
Scléractiniaire	Siderastreidae	*Psammocora*	*superficialis*			2	2		1			1	
Milleporina	Milleporidae	*Millepora*	encroutant			3	2			2	3	3	2
Milleporina	Milleporidae	*Millepora*	sub massif								3	3	
Milleporina	Milleporidae	*Millepora*	branchu	1		5 (2spp)	2 (2spp)	2	2		**5++**	5	2
Gorgone	Plexauridae	*Astrogorgia*	*mangolia*									1	1
Gorgone	*Melithaeaidae*	*Melithaea*	*ochracea*									1	
Stolonifera	Tubiporidae	*Tubipora*	*musica*	3	2			2					
Antipathaire	Antipathidae	*Antipathus*	sp.		1	1						1	1
Antipathaire	Antipathidae	*Cirripathes*	sp.									1	

Tableau n°171 : Annexe 05 : Inventaire des Macrophytes et des Invertébrés et leur abondance (1 à 5) (stations de la baie de Prony et du canal Woodin)

Groupe	Famille	*Genre*	*Espece*	Ilot Casy Sud		Creek B. Nord		Wharf Prony			Canal Woodin		
				ST1A	ST1B	ST2A	ST2B	ST3A	ST3B	ST3C	ST4A	ST4B	ST4C
Alcyonaire	Alcyoniidae	*Cladiella*	sp.			2							
Alcyonaire	Alcyoniidae	*klyxum*	sp.		2						-2	-2	
Alcyonaire	Alcyoniidae	*Lobophytum*	sp.	**3**	**2**	1	2				2	2	2
Alcyonaire	Alcyoniidae	*Sarcophyton*	sp.	**5 (3spp.)**	**4**	**5(3spp)**	**5(2spp)**	2	3	3	2	2	
Alcyonaire	Alcyoniidae	*Sinularia*	*dura*				**2**						
Alcyonaire	Alcyoniidae	*Sinularia*	*flexibilis*	3	3		3						
Alcyonaire	Alcyoniidae	*Sinularia*	sp.	**4 (3spp.)**	3	3(2pp)	3(2pp)	3(3spp.)	2(2spp.)	3 (3spp.)	2		2
Alcyonaire	Alcyoniidae	*Sinularia*	*cf. leptoclados*			**3**	**3**						
Alcyonaire	Alcyoniidae	*Rhytisma*	sp.				**2**						
Alcyonaire	Nephtheidae	*Dendronephthya*	sp.					2		2	-2	2	2
Alcyonaire	Nephtheidae	*Nephthea*	sp.			1	2				2	2	
Algue brune	Dicyotaceae	*Dictyota*	sp.	2	**2**			**2**	2	3			
Algue brune	Dicyotaceae	*Distromium*	sp.	2	2								
Algue brune	Dicyotaceae	*Lobophora*	*variegata*	**5**	**5**	**5**	**5**	**3**	**5**	**5**			
Algue brune	Dicyotaceae	*Padina*	sp.	1	2			2					
Algue brune	Dicyotaceae	*Spatoglossum*	sp.										
Algue brune	Sargassaceae	*Sargassum*	sp.		**3 (2spp.)**								
Algue brune	Sargassaceae	*Turbinaria*	*ornata*	2									
Algue rouge	Coralinaceae	*Amphiroa*	sp.			3	3	3	**4**	2	2	2	1

Algue rouge	Galaxauraceae	Actinotrichia	sp.										
Algue rouge	Galaxauraceae	Galaxaura	*marginata*										
Algue rouge	indeterminée	sp.	sp.										
Algue rouge	Liagoraceae	*Triclogloea*	*requienii*	1	-2								
Algue verte	Caulerpaceae	*Caulerpa*	*sp2*										
Algue verte	Codiaceae	Codium	*mamillosum*										
Algue verte	Dasycladacea	*Neomeris*	*van bosseae*										
Algue verte	Halimedaceae	*Halimeda*	sp.	2	2	**3(3spp)**	3(3spp)	**2(2spp)**	2(2spp)	**2 (2spp)**	**2(3spp)**	**2(2spp)**	
Algue verte	Siphonocladaceae	*Dictyosphaeria*	*verluysii*										
Algue verte	Udodeaceae	*Chlorodesmis*	*fastigiata*										
Cyanobacterie	**Phormidiaceae**	***Phormidium***	**sp.**	2	2	**1**	**2**	**1**	**2**	**1**			
Anemone	Actinodiscidae	*Discosoma*	sp.							2			
Ascidies	indeterminée	sp.	sp.										
Ascidies	Polycitoridae	*Clavelina*	*detorta*				-2						
Ascidies	Styelidae	*Polycarpa*	*clavata*										
Ascidies	Styelidae	*Polycarpa*	*cryptocarpa*	2	**2**			2					
Bryozoaire	Alcyonidiidae	Alcyionidium	sp.								2	**4**	**5**
Asterie	Ophiasteridae	*Celerina*	*heffernani*							2			1
Asterie	Ophiasteridae	*Fromia*	*monilis*	1									
Asterie	Ophiasteridae	*Fromia*	sp.										
Asterie	Ophiasteridae	*Linckia*	*multifora*										1
Asterie	Ophiasteridae	*Nardoa*	sp.										
Asterie	Ophiasteridae	*Nardoa*	*gomophia*	2	1	1	1	1		1		1	1
Asterie	**Acanthasteridae**	***Acanthaster***	***planci***										
Asterie	**Oreasterridae**	***Culcita***	***novaeguineae***					-1	1	1			
Crinoide	Colobometridae	*Cenometra*	sp.								2		
Crinoide	indeterminé	sp.	sp.	2	2						3	4	**4**
Echinides	Diadematidae	*Diadema*	*setosum*	2		1	2	-2	-2	2	2	2	
Echinides	Diadematidae	*Diadema*	*savignyi*					1					
Holothurie	Holothuriidae	*Bohadschia*	*argus*										
Holothurie	Holothuriidae	*Holothuria*	*atra*										
Holothurie	Holothuriidae	*Holothuria*	*coluber*										
Holothurie	Holothuriidae	*Holothuria*	*edulis*	2	**1**			2			2		2
Holothurie	Holothuriidae	*Holothuria*	*flovomaculata*			**2**	**2**	-2	2	2			
Holothurie	Holothuriidae	*Holothuria*	*fuscopunctata*	2	2			1					
Holothurie	Holothuriidae	*Holothuria*	*nobilis*		1								
Holothurie	Holothuriidae	*Holothuria*	*hilla*										
Holothurie	Stichoporidae	*Stichopus*	*variegatus*			1							1
Holothurie	Holothuriidae	*Holothuria*	*scabra*										
Nudibranche	Phyllidiidae	*Phillidia*	sp.									1	
Nudibranche	Chromodorididae	*cf. Chromodoris*	*leopardus*									1	
Synapse	Synaptidae	*Euapta*	*godeffroyi*					-2					
Hydraire	indeterminé	sp.	sp.	2	3	3	3				2	3	3
Mollusque	Arcidae	*Arca*	*ventricosa*			3	2	2					
Mollusque	Isognomonidae	*Isognomon*	*isognomon*	2	2	2	2		2	2			
Mollusque	Gryphaeidae	*Hyotissa*	*hyotis*										2
Mollusque	Gryphaeidae	*Hyotissa*	sp.										2
Mollusque	Pinnidae	*Athrina*	sp.	1						1		1	
Mollusque	Pteridae	*Pteria*	sp.	2	2				2	2	2	2	2
Mollusque	Spondylidae	*Pedum*	*spondyloidum*	1	1							1	
Mollusque	Spondylidae	*Spondylus*	sp.			1							
Mollusque	Strombidae	*Strombus*	*latissimus*										
Mollusque	Tridacniidae	*Tridacna*	*crocea*										
Mollusque	Tridacniidae	*Tridacna*	*derasa*				1						
Mollusque	Tridacniidae	*Tridacna*	*maxima*					1			1		
Mollusque	Tridacniidae	*Tridacna*	*squamosa*	1				2			1	1	
Mollusque	Trochidae	*Trochus*	*niloticus*										
Spongiaire	Anchinoidae	*Hamigera*	*strongylata*							2	2	**2**	**3**
Spongiaire	Ancorinidae	*Stellata*	sp.										2
Spongiaire	Axinellidae	*Cymbastella*	*cantharella*									**2**	**2**
Spongiaire	Callyspongiidae	*Dactylia*	*delicata*									2	2
Spongiaire	Clionidae	*Cliona*	*jullienei*	**3**	3	3	2	**3**	3	3	3	3	**3**
Spongiaire	Clionidae	*Cliona*	*orientalis*	**2**	2	2	3	2	2	2	3	**3**	2
Spongiaire	Dysideidae	*Dysidea*	sp.										2
Spongiaire	Leucettidae	*Leucetta*	*chagosensis*			2							
Spongiaire	jaune	*indeterminé*	sp.										
Spongiaire	marron	*indeterminé*	sp.										
Spongiaire	noire	*indeterminé*	sp.								2	**3**	**2**
Spongiaire	Spirastrellidae	*Spheciospongia*	*vagabunda*	3	2	2	2	2					2
Spongiaire	Thorectidae	*Petrosaspongia*	*nigra*										
Zoanthaire	Zoanthidae	*Palythoa*	sp.									2	2
Zoanthaire	Zoanthidae	indeterminé	sp.			2	**2**						2
Crustacé	Scyllaridae (Cigale)	*Arcitides*	sp.										
Crustacé	Palinuridae(Langouste)	*Panulirus*	*ornatus*										

Tableau n°172 : Annexe 05 : Inventaire des coraux et leur abondance (1 à 5) (stations du canal de la Havannah)

Famille	Genre	Espece	Ioro			Banc Ionontea			Chambeyron			Puka		Banc de Kié			Ilot Kié			Récif Toémo			Ilot Ugo	
			ST5A	ST5B	ST5C	ST6A	ST6B	ST6C	ST7A	ST7B	ST7C	ST8A	ST8B	ST9A	ST9B	ST9C	ST10A	ST10B	ST10C	ST11A	ST11B	ST11C	ST12A	ST12B
Acroporidae	*Acropora*	*cytherea*																2						
Acroporidae	*Acropora*	*florida*				2			-1			2					2	2		2	2			
Acroporidae	*Acropora*	*formosa*							2			2								2			2	
Acroporidae	*Acropora*	*gemmifera*							-1															
Acroporidae	*Acropora*	*humilis*							-1															
Acroporidae	*Acropora*	*hyacynthus*															2	2	2					
Acroporidae	*Acropora*	*millepora*							1					1						1				
Acroporidae	*Acropora*	*monticulosa*							2					2			3	2		2				
Acroporidae	*Acropora*	*robusta*															3							
Acroporidae	*Acropora*	spp. (branchu)	3(3spp)	2(4spp)	2(2spp)	2(4spp)	2(2spp)	2(2spp)	3(3spp)	2(2spp)	2(2spp)	5(5spp)(B2)	2(2spp)	2(4spp)(B1)	2(4spp)(B1)	2(3spp)(B1)	3(3spp)(B2)	3(5spp)(B2)	2(3spp)	3(4spp)(B1)	3(3spp)(B1)	2(3spp)	5(6spp)(B1)	5(5spp)(B2)
Acroporidae	*Acropora*	spp. (tabulaire)				2(3spp)(B1)	2(2spp)	2(2spp)	2(4spp)	3(2spp)(B1)	2(B1)	2(4spp)(B2)	3(2spp)	2(3spp)(B1)	3(2spp)(B2)	2(B1)	3(2spp)(B1)	3(4spp)(B1)	2(2spp)	3(4spp)(B1)	3(4spp)(B1)	2(3spp)	3(4spp)	3(3spp)(B1)
Acroporidae	*Astreopora*	*gracilis*		1		2			2		1		1	2						1	2			2
Acroporidae	*Astreopora*	*listeri*										1												
Acroporidae	*Astreopora*	*moretonensis*										1												
Acroporidae	*Astreopora*	*myriophthalma*				2	2	1	1	1	2	2	2			2	2	2		2	2		2(B1)	2
Acroporidae	*Astreopora*	sp.		1	1						2			2	2	1	1	2	1		2		2	
Acroporidae	*Isopora*	*cuneata*	1									2	-2				2	2	1	2	2			
Acroporidae	*Isopora*	*palifera*	2	2								3	2				2	2		2			1	
Acroporidae	*Montipora*	*caliculata*																						
Acroporidae	*Montipora*	*danae*	1			1				2							2	2	1		1			1
Acroporidae	*Montipora*	*lamelosa*										1												
Acroporidae	*Montipora*	spp.	4(4spp)	3(2spp.)(B1)	2	2(4spp)	2(4spp)	2(4spp)	2(B1)	2(B1)	2	2(B1)	3(4spp)(B1)	2	2(B1)	2	3(B1)	3(B1)	2(B1)	3(2spp)(B2)	3(2spp)(B2)	3(2spp)(B1)	3(3spp)	3(2spp)(B1)
Acroporidae	*Montipora*	*stellata*	-1																					
Acroporidae	*Montipora*	*tuberculosa*	2									1					2			1				1
Acroporidae	*Montipora*	*undata*		2													2	2		1				
Acroporidae	*Montipora*	*verrucosa*		1							1				1	1	2	2		2		1		
Agaraciidae	*Coeloseris*	*mayeri*	1			-1						1						1			1			
Agaraciidae	*Gardineroseris*	*planulata*				1		1									1	1		2	2	1	1	
Agaraciidae	*Leptoseris*	*explanata*						1			1													
Agaraciidae	*Leptoseris*	*hawaiiensis*						-1																
Agaraciidae	*Leptoseris*	*mycetoseroides*								1	1		1					1	1				1	
Agaraciidae	*Leptoseris*	*scabra*			1			1		1														
Agaraciidae	*Leptoseris*	*yabei*								1	1													
Agaraciidae	*Pachyseris*	*rugosa*															1							
Agaraciidae	*Pachyseris*	*speciosa*	2	2	2	2	2	2		2		2	2	1	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2
Agaraciidae	*Pavona*	*clavus*				1	2	2									2	1	1		-2			
Agaraciidae	*Pavona*	*decussata*	2	2				1				2						2					2	1
Agaraciidae	*Pavona*	*duerdeni*	1			1	2	1		1	1							2			1			
Agaraciidae	*Pavona*	*explanulata*		1	1			1		2	1				1	1	2	2	1	1	1		1	1
Agaraciidae	*Pavona*	*maldivensis*	1	1		1				1							1	2		1	1		1	1
Agaraciidae	*Pavona*	sp.																						
Agaraciidae	*Pavona*	*varians*	2	2		2	2	1	1		1	2		2	2		2	2	2	2	1		2	3
Astrocoeniidae	*Stylocoeniella*	*armata*	2	2								2											1	2
Astrocoeniidae	*Stylocoeniella*	*guentheri*										1												1
Astrocoeniidae	*Stylocoeniella*	sp.												1			2			-2		1		
Caryophyllidae	*Euphyllia*	*ancora*																1						
Caryophyllidae	*Euphyllia*	*cristata*															-1							
Caryophyllidae	*Euphyllia*	*divisa*				-1												1			1			
Caryophyllidae	*Euphyllia*	*glabrescens*																			1			
Caryophyllidae	*Physogyra*	*lichtensteini*						1																
Caryophyllidae	*Plerogyra*	*sinuosa*			1													1						
Dendrophylliidae	*Tubastraea*	*micrantha*		2(B1)	4(B1)																			
Dendrophylliidae	*Tubastraea*	sp.				1				1	2			1	2	2			2				1	1
Dendrophylliidae	*Turbinaria*	*frondens*		1								-2		2	2	2					1			
Dendrophylliidae	*Turbinaria*	*heronensis*										-2												2
Dendrophylliidae	*Turbinaria*	*mesenterina*	1	1	1		2	2		2	2	2		-2	2	2	1	2			2	2	1	
Dendrophylliidae	*Turbinaria*	*patula*							1	1		1			2	1		2			1			
Dendrophylliidae	*Turbinaria*	*peltata*	2	2	1	2	2	2				2	2		2	2		2			2	1	2	1
Dendrophylliidae	*Turbinaria*	*radicalis*					1	1																
Dendrophylliidae	*Turbinaria*	*reniformis*	2	2			1	1				1				1		2			2		2	2
Dendrophylliidae	*Turbinaria*	*stellulata*				1		1		1			1	1	1			-2			1			-2
Faviidae	*Barabattoia*	*amicorum*	1		-2	2	2	1	2				1	1										
Faviidae	*Caulastrea*	*curvata*			1							2												
Faviidae	*Caulastrea*	*furcata*										1												
Faviidae	*Cyphastrea*	*chalcidicum*					1																	1
Faviidae	*Cyphastrea*	*japonica*	2	2			2	1									1						2	2
Faviidae	*Cyphastrea*	*microphtalma*									1						2							1

Faviidae	*Cyphastrea*	*serailia*	2	2		2		1		2	2	2	2	1	1	1		2	2				2	2
Faviidae	*Cyphastrea*	sp.	1	1	2				1			2		2							1	1		
Faviidae	*Diploastrea*	*heliopora*		3																			2	
Faviidae	*Echinopora*	*gemmacea*						2				2									**2**		2	2
Faviidae	*Echinopora*	*lamellosa*		2	2	**2**	2	**1**				2			1	1	**2**	2		2	2		2	**2**
Faviidae	*Echinopora*	sp.										1	1				2		2					2
Faviidae	*Favia*	*favus*							1							1			1					
Faviidae	*Favia*	*maritima*										1										1		
Faviidae	*Favia*	*matthai*				1																		
Faviidae	*Favia*	*maxima*				2	2	2	1	1			1					1	1			1	1	1
Faviidae	*Favia*	*rotundata*											1	1				2						1
Faviidae	*Favia*	*speciosa*			2	2	1	2		1										3	2			
Faviidae	*Favia*	spp.	3	2	2		2		2	2	2	3	2	2	3	2	1	2	2	3	2 (4spp)	2	3 (2spp)	3(3spp)(B1)
Faviidae	*Favia*	*stelligera*																		2			1	
Faviidae	*Favites*	*abdita*	1				2				1	1		2				2		1	1	2		
Faviidae	*Favites*	*chinensis*				1		2	2	1	1		1		1							1		
Faviidae	*Favites*	*halicora*	1	1		2		2	2	1	**1**	2		2			2	1		2			2	
Faviidae	*Favites*	spp.		2	2		2		2	2	2	3	2	2	2	3	1	2	3	4	2 (5spp)	2	3(4spp)(B1)	3 (2spp)
Faviidae	*Favites*	*flexuosa*	1		1			1																
Faviidae	*Favites*	*pentagona*												-1										
Faviidae	*Goniastrea*	*aspera*					2																	
Faviidae	*Goniastrea*	*australiensis*			1			1	1			1	1				1			1				
Faviidae	*Goniastrea*	*pectinata*	2									-1											1	
Faviidae	*Goniastrea*	sp.														1	1			2				2
Faviidae	*Leptastrea*	*inaequalis*			1		1		1			1	1		1		1	1		1	1	1		
Faviidae	*Leptastrea*	*purpurea*	1		2		**1**			1	1	2	1	1			1				1			
Faviidae	*Leptastrea*	sp.					2											1						
Faviidae	*Leptastrea*	*transversa*			1												1						1	1
Faviidae	*Leptoria*	*phrygia*				2			2	2	2	1	2	1	1	1	**1**	**2**	2	2	**2**	**1**		
Faviidae	*Montastrea*	*annuligera*					1	1	1			1		1						**1**				
Faviidae	*Montastrea*	*curta*	1					1		2			1	2	2	2	1		1	2	2	2	**1**	1
Faviidae	*Montastrea*	sp.	1			1		2	2	1	1		1				2			2	1		1	
Faviidae	*Oulastrea*	*crispata*						1		1			1							1	1			
Faviidae	*Oulophyllia*	*bennettae*																2						
Faviidae	*Oulophyllia*	*crispa*			1	1		1		2					1			**1**	2			1		
Faviidae	*Oulophyllia*	sp.						1		1							2	2		1				
Faviidae	*Platygyra*	*pini*				**1**		1						1										
Faviidae	*Platygyra*	*pini*				**1**		1						1										
Faviidae	*Platygyra*	*daedalea*	2			**2**	2	1(B1)	2			1	1	2	**2**	2	2	2	1	2	2			
Faviidae	*Platygyra*	*lamellina*				-2	**1**	**1**									-1			1				
Faviidae	*Platygyra*	*pini*			1	2							-1				1		-1					
Faviidae	*Platygyra*	*sinensis*				1	2		1			1	1	1		1				2	1	1	1	
Faviidae	*Platygyra*	sp.											1				2	2	2					
Faviidae	*Plesiastrea*	sp.												1					1					
Faviidae	*Plesiastrea*	*versipora*																		1				
Fungiidae	*Cycloseris*	sp.										2					2	2					2	3
Fungiidae	*Fungia*	*danai*				1																		
Fungiidae	*Fungia*	*echinata*																					2	
Fungiidae	*Fungia*	*granulosa*																2					1	
Fungiidae	*Fungia*	*horrida*				1		2									**2**	2						
Fungiidae	*Fungia*	*paumotensis*																					1	
Fungiidae	*Fungia*	sp.	4		2	-2	**1**	2	**1**	**2**	2	3(3spp)	2				**2**	**2**	2		2	2	**4(4spp)**	5(4spp)(B1)
Fungiidae	*Fungia*	*simplex*		2			1	1					1				-2	2					**2**	2
Fungiidae	*Halomitra*	*pileus*					1	1		-2	-2	-2	-2										-2	-1
Fungiidae	*Herpolitha*	*limax*											-2					1				1	-1	1
Fungiidae	*Podabacia*	*crustacea*						1									1							
Fungiidae	*Podabacia*	*motuporensis*																1						
Fungiidae	*Polyphyllia*	*novaehiberniae*										1							1					
Fungiidae	*Polyphyllia*	*talpina*		1				1				2	1					-1	1			2	2	
Fungiidae	*Sandalolitha*	*dentata*									1													
Fungiidae	*Sandalolitha*	*robusta*	**1**	**1**		1		2	1	**1**	2	**1**					1	**1**				1	2	**1**
Merulinidae	*Hydnophora*	*exesa*	-1	1		-1		1							1	1	2			**1**	2	**1**		
Merulinidae	*Hydnophora*	*grandis*															2							
Merulinidae	*Hydnophora*	*microconos*	1			2	2	2	2	1		1	-1	2		1	1	2		**2**	2	1	1	1
Merulinidae	*Hydnophora*	*pilosa*				-2	2						1	-2	1		2			2		1		
Merulinidae	*Hydnophora*	*rigida*		1		-1	1					2					**2**	2		2	**2**	1	1	
Merulinidae	*Merulina*	*ampliata*	2(B1)	2	2	2	3	2	1	2		2	**2**		2	2	2	2	2	**1**	**2**		2	2
Merulinidae	*Merulina*	*scabricula*	1	2		2	**2**			2		1					2	2			2		1	
Merulinidae	*Scapophyllia*	*cylindrica*				**1**	**1**			1				1			2	1			1			
Mussidae	*Acanthastrea*	*bowerbanki*												1										
Mussidae	*Acanthastrea*	*echinata*			**1**	1			1				2	1	2	1	2	2	1			2	1	
Mussidae	*Acanthastrea*	sp.					-1	1				2							1	2	3	2	1	
Mussidae	*Blastomussa*	*wellsi*								**1**												1		**2**

Mussidae	*Lobophyllia*	*corymbosa*	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			2		2	3	2	2	2	2	3	4
Mussidae	*Lobophyllia*	*hattaii*																				1		
Mussidae	*Lobophyllia*	*hemprichii*			2	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1		2	2	2	2	2		2	2
Mussidae	*Lobophyllia*	*pachysepta*			2																			
Mussidae	*Lobophyllia*	sp.								1		2					2	1	1		1		2	
Mussidae	*Scolymia*	*australis*			1	-2											1						1	
Mussidae	*Scolymia*	*vitiensis*		2			2	2		2	2	2				1	2	2	2(B1)		2	1	1	2
Mussidae	*Symphyllia*	*radians*				2	1		1	1									1	1				
Mussidae	*Symphyllia*	*recta*					1		1												1			
Mussidae	*Symphyllia*	sp.	2		1	1	2	2	2	2	1	2(B1)			2		1	1	1	2	1			
Mussidae	*Symphyllia*	*valenciennesii*							1	1					1									
Oculinidae	*Galaxea*	*astreata*	3	2	2	-2	2	2		2		2			1	1	1	1	1	2	2	1		
Oculinidae	*Galaxea*	*fascicularis*	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2(B1)	2	2	2		2	2	2	4	4	3	2	2(B1)
Pectiniidae	*Echinophyllia*	*aspera*					1	1			1				1		2							
Pectiniidae	*Echinophyllia*	*echinoporoides*										1			1									
Pectiniidae	*Echinophyllia*	*horrida*	2	2								1					2	2					2	1
Pectiniidae	*Echinophyllia*	sp.			1							2					2	1	2		1	1		
Pectiniidae	*Mycedium*	*elephantotus*					2	1		1	1	2	2				1	1	2		1	1	1	1
Pectiniidae	*Oxypora*	*glabra*																						-1
Pectiniidae	*Oxypora*	*lacera*										-1						1	1					
Pectiniidae	*Oxypora*	sp.						1		1		1									-1	-1	-1	-2
Pectiniidae	*Pectinia*	*lactuca*	1	1		-2	2	2		1		2(B1)			2		2	2			2		2	
Pectiniidae	*Pectinia*	*paeonia*	2	2			2	1		1		1					1						2	
Pocilloporidae	*Pocillopora*	*damicornis*	2	2	2	2	2	1	2(B1)	2(B1)	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	
Pocilloporidae	*Pocillopora*	*eydouxi*		1		2	2					2		2						2	2			
Pocilloporidae	*Pocillopora*	*meandrina*							3						2	2				2	2			
Pocilloporidae	*Pocillopora*	*subseriata*						1		1		2			1							1		
Pocilloporidae	*Pocillopora*	*verrucosa*		2		2	2	2	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	
Pocilloporidae	*Pocillopora*	*woodjensis*																						
Pocilloporidae	*Seriatopora*	*calendrium*				2	2		2	1		3(B2)	2	2	2	2	2	2	2	4(B1)	3	2		
Pocilloporidae	*Seriatopora*	*histrix*	2(B1)	2	2	2	2	2(B2)	2	2(B1)	2	3(B2)	2(B1)	2(B1)	3(B1)	2	2	2	2	2	2	2	2(B1)	1
Pocilloporidae	*Stylophora*	*mordax*				1														2	2		1	
Pocilloporidae	*Stylophora*	*pistilata*	2	2	2	1	2	2	2(B1)	2		2	2				2	2	2	-2	2	1	2	2
Poritidae	*Alveopora*	sp.	2	2			1	1	1			2					2	3	2	2				2
Poritidae	*Alveopora*	*spongiosa*								2		2			1	1	2	2	2	1	1	2		
Poritidae	*Goniopora*	sp.	1	3	2					1		2	2	2	2	2	2	2	1	1	2		3	4
Poritidae	*Porites*	*cylindrica*	2	2																			2	2
Poritidae	*Porites*	*lichen*	2	2								2								2				
Poritidae	*Porites*	*lutea*	2(B1)	2		2	2							1										
Poritidae	*Porites*	*nigrescens*	2	2																			2	2
Poritidae	*Porites*	*rus*																						
Poritidae	*Porites*	sp.		**5**	2			2(B1)	2	3	2(B1)	3		1	2(B1)		2	2		1	2	2	5	2
Poritidae	*Porites*	*lobata*	**4**			2	3	2		2	2	4	5(B1)	2	2	2	3	3	2	**2**	**2**	2		2
Siderastreidae	*Coscinaraea*	*columna*	2	2		1	1			1		1	2	1	1	1	1	1	2	1	2		2	2
Siderastreidae	*Coscinaraea*	*exesa*			1			1						-2			1			1	1			
Siderastreidae	*Psammocora*	*claudiela*																			1			
Siderastreidae	*Psammocora*	*contigua*		2		1	1	1				1									1		1	
Siderastreidae	*Psammocora*	*digitata*				1						1					2	2		-1	2			
Siderastreidae	*Psammocora*	*haimeana*															2							
Siderastreidae	*Psammocora*	*profundacella*			1									1						-1			1	
Siderastreidae	*Psammocora*	*superficialis*										1		1						1				
Gorgone	indeterminé				2	-2		2							2(2spp)	2(3spp)	2(3spp)	2(2spp)	2(3spp)		1	1		2
Milleporidae	*Millepora*	encroutant		2			2	2		2	1	1			2	2	2		2	1	2		2	
Milleporidae	*Millepora*	sub massif																			2			1
Milleporidae	*Millepora*	branchu	3	2	2		2			2		2	1		2	2		2	2	2			2	2
Tubiporidae	*Tubipora*	*musica*										2	2	2	2	2	2	2	2					
Antipathidae	*Antipathus*	sp.		1	2	2	2	2			2						2	2	2		2	2		2
Antipathidae	*Cirripathes*	sp.			2													2						

Tableau n°173 : Annexe 05 : Inventaire des Macrophytes et des Invertébrés et leur abondance (1 à 5) (stations du canal de la Havannah)

Groupe	Famille	*Genre*	*Espece*	Ioro			Ionotea			Chambeyron			Puka		Banc de Kié			Ilot Kié			Toémo			Ilot Ugo	
				ST5A	ST5B	ST5C	ST6A	ST6B	ST6C	ST7A	ST7B	ST7C	ST8A	ST8B	ST9A	ST9B	ST9C	ST10A	ST10B	ST10C	ST11A	ST11B	ST11C	ST12A	ST12B
Alcyonaire	Alcyoniidae	*Cladiella*	sp.			1							2	2		2	2			2		2			2
Alcyonaire	Alcyoniidae	*klyxum*	sp.												-2										
Alcyonaire	Alcyoniidae	*Lobophytum*	sp.			1	2	2	2	2	1	2	2	2	**5**	2	2	2	2	2(B1)	3	2	2		
Alcyonaire	Alcyoniidae	*Rhytisma*	sp.												2	-2									
Alcyonaire	Alcyoniidae	*Sarcophyton*	sp.	2	2	2	-2	-2		-2	2	2	2	1	-2	2	2	2	2	2	1	1	2	4	**5**
Alcyonaire	Alcyoniidae	*Sinularia*	sp.		2		-2	2	2	-2	2		2	2	2	2		2	2	2	2	2	2	2	2
Alcyonaire	Nephtheidae	*Dendronephthya*	sp.			2			2		1	1		-2	2	2	2		2	2	1	1			1

Alcyonaire	Nephtheidae	*Nephthea*	sp.												1	-2	2		2			2			2
Alcyonaire	Nidaliidae	*Chironephthya*	sp.			2			-1		-2														
Alcyonaire	Xenidae	*Xenia*	sp.					1					2	2	**3**	2	2	2	2	2			2		
Algue brune	Dicyotaceae	*Dictyota*	sp.					2	2		-2		2	2									2		
Algue brune	Dicyotaceae	*Lobophora*	*variegata*																						
Algue brune	Dicyotaceae	*Padina*	sp.																						
Algue brune	Sargassaceae	*Sargassum*	sp.																						
Algue brune	Sargassaceae	*Turbinaria*	*ornata*	-2																			2		
Algue rouge	Galaxauraceae	*Actinotrichia*	*fragilis*																						
Algue rouge	Galaxauraceae	*Actinotrichia*	sp.										2	2									2		
Algue rouge	Bonnemaisonniaceae	*Asparagopsis*	*armata*				-2	-2		2	**-2**				-2	2	2	-2				2	2	**2**		
Algue rouge	Coralinaceae	*Amphiroa*	sp.	3	2	2	2	2	2				2	2	3	**4**	**4**	2	2	2	3	**3**				
Algue rouge	Coralinaceae	*Amphiroa*	*vanbosseae*				2	2	2				2	2												
Algue rouge	Dumontiaceae	*Gibsmithia*	*hawaiiensis*																						
Algue rouge	Florideophyceae	*Plocamium*	*armatum*																						
Algue rouge	Florideophyceae	*Plocamium*	*sandvicense*																				2		
Algue rouge	Liagoraceae	*Triclogloea*	*requienii*				-2	-2						-1											
Algue rouge	Liagoraceae	*Liagora*	sp.													-2									
Algue rouge	Peyssonneliaceae	*Peyssonnelia*	sp.																						
Algue verte	Caulerpaceae	*Caulerpa*	sp1													2		2				2			
Algue verte	Caulerpaceae	*Caulerpa*	sp2																						
Algue verte	Caulerpaceae	*Caulerpa*	sp3														3								
Algue verte	Codiaceae	*Codium*	*mamillosum*																						
Algue verte	Codiaceae	*Codium*	sp.													2	2								
Algue verte	Codiaceae	*Codium*	*platyclados*																						
Algue verte	Codiaceae	*Codium*	*spongiosum*														2								
Algue verte	Dasycladacea	*Bornetella*	*oligospora*												2	2	2								
Algue verte	Dasycladacea	*Neomeris*	*van bosseae*										2		2										
Algue verte	Halimedaceae	*Halimeda*	sp.	2(2spp.)			-2	2	-2	-2			2			2	2	3(3spp)	3(2spp)			2		2(2spp.)	2(2spp.)
Algue verte	Siphonocladaceae	*Dictyosphaeria*	*verluysii*												**5**	**2**	3								
Algue verte	Udodeaceae	*Chlorodesmis*	*fastigiata*	2	2	1	-2	-2		2					2	**2**	2	2	2	1	2	2		2	1
Cyanobacterie	**Phormidiaceae**	***Phormidium***	**sp.**	2	2		2	2	2	3	2	2	4	3	-2	2	2	3	2	1	4	3	2	2	2
Anemone	Actinodiscidae	*Discosoma*	*cf. rhodostoma*																2			2			
Anemone	indeterminé	*sp.*	*sp.*			1								1							1		1		
Anemone	Thalassianthidae	Cryptodendrum	*adhaesivum*										-1												
Anemone	Stichodactylidae	*Heteractis*	*aurora*									1	1												
Anemone	Stichodactylidae	*Heteractis*	sp.	1						1					1		1		1						
Anemone	Stichodactylidae	*Macrodactyla*	*doreensis*																						
Anemone	Stichodactylidae	*Stichodactyla*	sp.										-1	-1			1								
Ascidies	Polyclinidae	*Aplidium*	*flavolineatum*																				2		
Ascidies	Didemnidae	*Didemnum*	*cf. minisculum*																			-3			
Ascidies	Didemnidae	*Didemnum*	*molle*												**5**	**4**	**5**	2	2	3	3	-2	2		
Ascidies	Didemnidae	*Didemnum*	sp.																			**1**	**2**		
Ascidies	Indeterminé	*Encroutante*	*verte*												**5**	**2**	2								
Ascidies	Indeterminé	*Encroutante*	*violet blanc*												2	2	2				2		**2**		
Ascidies	Polycitoridae	*Clavelina*	*detorta*							-2	-2	-2	-3	**-2**	2	2	-2	-2						-2	
Ascidies	Polycitoridae	*Clavelina*	*flava*													2	2								
Ascidies	Polyclinidae	*Aplidium*	*flavolineatum*																			2			
Ascidies	Styelidae	*Polycarpa*	*aurita*																					1	2
Ascidies	Styelidae	*Polycarpa*	*clavata*					2	2	-2	2	**1**					1	-1	1	2			2	1	
Ascidies	Styelidae	*Polycarpa*	*cryptocarpa*	2	3	2	1	2	2	-2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2
Ascidies	Styelidae	*Polycarpa*	nigricans										2	2										2	2
Ascidies	Styelidae	*Symplegma*	*alterna*																						
Bryozoaire	Alcyonidiidae	*Alcyonidium*	sp.		**3**	**3**					2	2			3	2	3					2	3		
Asterie	indéterminée	*violet*	sp.															1							
Asterie	**Acanthasteridae**	***Acanthaster***	***planci***		1																				
Asterie	**Oreasterridae**	***Culcita***	***novaeguineae***																						
Asterie	Ophiasteridae	*Celerina*	*heffernani*																						
Asterie	Ophiasteridae	*Gomophia*	sp.		1																				
Asterie	Ophiasteridae	*Fromia*	*indica*											1											
Asterie	Ophiasteridae	*Fromia*	*milleporrella*																						
Asterie	Ophiasteridae	*Fromia*	*monilis*																	1					
Asterie	Ophiasteridae	*Linckia*	*multifora*																						
Asterie	Ophiasteridae	*Nardoa*	*gomophia*													1									

Asterie	Ophiasteridae	*Nardoa*	sp.								1													
Crinoide	Colobometridae	*Cenometra*	sp.																			2			
Crinoide	Comasteridae	*Comathus*	*bennetti*		2																				
Crinoide	indeterminé	sp.	sp.		2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	3	**2**
Echinides	*Diadematidae*	*Diadema*	*setosum*	2	2	2					1	1				1	1			1				-2	2
Echinides	*Diadematidae*	*Echinometrix*	*diadema*													1									
Echinides	*Echinometridae*	*Heterocentrotus*	*mammillatus*	-2																					
Holothurie	Holothuriidae	*Actinopyga*	*lecanora*																					-1	
Holothurie	Holothuriidae	*Actinopyga*	*flammea*								1														
Holothurie	Holothuriidae	*Actinopyga*	*palauensis*							1			1			-1			1						
Holothurie	Holothuriidae	*Bohadschia*	*argus*						1											1				-1	
Holothurie	Holothuriidae	*Holothuria*	*atra*		1			1			1	1							1	1			2		
Holothurie	Holothuriidae	*Holothuria*	*edulis*					2	2					2					1	1			2		
Holothurie	Holothuriidae	*Holothuria*	*fuscopunctata*											2				1		1					
Holothurie	Holothuriidae	*Holothuria*	*fuscogilva*																	1					
Holothurie	Holothuriidae	*Holothuria*	*nobilis*		-1			1				1				1									
Holothurie	Holothuriidae	*Holothuria*	*scabra*																						
Holothurie	Stichopodidae	*Stichopus*	*chloronotus*		1	1												1							
Holothurie	Stichopodidae	*Stichopus*	*variegatus*																						
Holothurie	Stichopodidae	*Stichopus*	*pseudhorrens*																						
Holothurie	Stichopodidae	*Thelenota*	*ananas*	1	1		-1						1									1			
Holothurie	Stichopodidae	*Thelenota*	*anax*		-1							-1		1					-1						
Hydraire	Aglaophenidae	*Aglaophenia*	*cupressina*		2																				
Hydraire	Aglaophenidae	*Aglaophenia*	*phillippina*																						
Hydraire	Aglaophenidae	*Macrorhynchia*	*phoenicea*																			2			
Hydraire	indeterminé	sp.	sp.		2	3	-2	2	2	2	3	2	2	2	3	3	3	2	2	3	**3**	2	2		
Mollusque	Arcidae	*Arca*	*ventricosa*	2	**4**		2	2	2		2	2	2	2										2	2
Mollusque	Conitidae	*Conus*	sp.											2											
Mollusque	Conitidae	*Conus*	*vexilium*																						
Mollusque	Gryphaeidae	*Hyotissa*	*hyotis*	1	2																				
Mollusque	Gryphaeidae	*Hyotissa*	sp.															2							
Mollusque	Isognomonidae	*Isognomon*	*isognomon*			2																		-2	2
Mollusque	**Muricidae**	***Druppela***	***cornus***					2			2	2	2	2							2	2			
Mollusque	Muricidae	*Murex*	sp.																						
Mollusque	Muricidae	*Murex*	*ramosus*																						
Mollusque	Pteridae	*Pteria*	sp.		2	2													1	1			2		2
Mollusque	Ostreidae	*Lopha*	sp.		-2																				
Mollusque	**Ovulidae**	***Ovula***	***ovum***										-1												
Mollusque	Spondylidae	*Pedum*	*spondyloidum*	3	2																				
Mollusque	Spondylidae	*Spondylus*	sp.		1	1												2	1	1					1
Mollusque	Stombidae	*Lambis*	*lambis*							1			2								1		-1		
Mollusque	Stombidae	*Lambis*	*truncata*									-1													
Mollusque	Strombidae	*Strombus*	*latissimus*																						
Mollusque	Strombidae	*Strombus*	*sinuatus*									-1													
Mollusque	Strombidae	*Strombus*	sp.																				-1		
Mollusque	Tridacniidae	*Tridacna*	*crocea*	-2											2							-2		-1	
Mollusque	Tridacniidae	*Tridacna*	*derasa*															1	1	1					
Mollusque	Tridacniidae	*Tridacna*	*maxima*	2								2		1				1			2				2
Mollusque	Tridacniidae	*Tridacna*	*squamosa*	1						-1	2								1					1	
Mollusque	Trochidae	*Trochus*	sp.	2								1	1								2	2		-2	
Spongiaire	Anchinoidae	*Hamigera*	*strongylata*		2	2											2						2		
Spongiaire	Ancorinidae	*Stellata*	*globostellata*													3		-2	-2	-2		-2			
Spongiaire	Axinellidae	*Cymbastella*	*cantharella*																						
Spongiaire	Axinellidae	*Stylissa*	*flabelliformis*			-1		-1																	
Spongiaire	*indeterminé*	*beige , lamelle*	sp.									2					2								
Spongiaire	Callyspongiidae	Dactylia	*delicata*													2									
Spongiaire	Chalinidae	*Haliclona*	*olivacea*																	-1					
Spongiaire	Clathrinidae	*Clathria*	*bargibanti*																						
Spongiaire	Clionidae	*Cliona*	*jullienei*	3	2	2	1	2	2	1	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	**3**	3	3
Spongiaire	Clionidae	*Cliona*	*orientalis*	3	4	3	3	**4**	**5**	3	3	3	2	3	**3**	4	**3**	3	3	4	3	4	**3**	5	4
Spongiaire	Dysideidae	*Dysidea*	*herbacea*																		2	2			
Spongiaire	Leucettidae	*Leucetta*	*chagosensis*							-2						1									
Spongiaire	Microcionidae	*Clathria*	*rugosa*	2	2	2							2	2			2	2	2	3		2	2	1	**2**
Spongiaire	*indeterminé*	*noire*	sp.			2		2	2	-2	2	2	1	2	2	**4**	3	2	2	3			2	2	

Spongiaire	Phoriospongiidae	*Strongylodesma*	sp.																			2		
Spongiaire	*indeterminé*	*orange*																					**2**	2
Spongiaire	*indeterminé*	*rouge*		-1		2																		
Spongiaire	Spirastrellidae	*Spheciospongia*	*vagabunda*							-2			2	2								2		
Zoanthaire	Zoanthidae	*indeterminé*																						2
Zoanthaire	Zoanthidae	*Palythoa*	sp.	2	2	2	2	2	2	-2	2	2	2	2	2	2(B1)	3	2	2	3	2	2	2	2	2

Tableau n°174 : Annexe 05 : Récapitulatif du nombre d'espèces de coraux (stations de la baie de Prony et du canal Woodin)

Famille/Nombre de taxa	ST1 - Ilot Casy		ST2 - Creek Baie Nord		ST3 - Wharf Prony			ST4 - Canal Woodin		
	ST1A	ST1B	ST2A	ST2B	ST3A	ST3B	ST3C	ST4A	ST4B	ST4C
Acroporidae	11	6	19	14	9	14	8	8	6	3
Agaraciidae	1	1	7	6	3	8	9	3	2	1
Astrocoeniidae	1	2	1	2	1	2	2	1	1	0
Caryophyllidae	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0
Dendrophyllidae	3	2	6	3	0	0	2	4	4	2
Faviidae	17	12	12	11	9	7	8	12	10	5
Fungiidae	4	5	8	3	3	4	5	5	3	1
Merulinidae	2	1	4	5	1	2	2	1	2	0
Mussidae	4	4	5	5	6	2	4	3	4	1
Oculinidae	2	2	2	2	2	1	2	2	2	0
Pectiniidae	0	0	4	6	2	0	4	0	1	1
Pocilloporidae	3	4	2	3	3	2	1	3	4	0
Poritidae	3	3	7	3	6	6	5	1	1	0
Siderastreidae	1	1	2	4	0	1	1	4	2	0
Total scléractiniaire	**52**	**43**	**79**	**67**	**46**	**49**	**53**	**48**	**43**	**14**
Non Scléractiniaire										
Milleporidae	1	0	3	3	1	1	1	3	3	2
Gorgone	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1
Stolonifera	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Antipathidae	0	1	1	0	0	0	0	0	2	1
Total Coraux	**54**	**45**	**83**	**70**	**48**	**50**	**54**	**51**	**50**	**18**

Tableau n°175 : Annexe 05 : Récapitulatif du nombre d'espèces par groupes de Macrophytes et d'invertébrés (stations de la baie de Prony et du canal Woodin)

Groupe /nombre de taxa	ST1 - Ilot Casy		ST2 - Creek Baie Nord		ST3 - Wharf Prony			ST4 - Canal Woodin		
	ST1A	ST1B	ST2A	ST2B	ST3A	ST3B	ST3C	ST4A	ST4B	ST4C
Alcyonaire	8	5	5	8	6	4	6	2	2	2
Algue brune	5	3	1	1	2	1	1	1	1	1
Algue rouge	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Algue verte	1	2	4	4	3	3	4	3	2	0
Cyanobactérie	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anémone	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ascidies	1	1	0	0	1	0	1	1	1	2
Bryozoaire	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Astérie	2	2	1	1	1	1	2	2	2	3
Crinoide	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0
Echinides	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Holothurie	2	3	2	1	2	1	1	1	1	2
Hydraire	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0
Mollusque	5	3	2	2	2	2	4	4	5	4
Spongiaire	3	3	4	3	3	2	2	3	5	8
Zoanthaire	0	0	1	1	0	0	0	0	1	2
TOTAL	**32**	**22**	**22**	**23**	**22**	**14**	**22**	**18**	**21**	**24**

Tableau n°176 : Annexe 05 : Récapitulatif du nombre d'espèces de coraux (stations du canal de la Havannah)

Famille/ Nb de taxa	ST5 Banc de Ioro			ST6 Banc Ionotea			ST7 Chambeyron			ST8 Puka		ST9 Banc de Kié			ST10 Ilot Kié			ST11 Récif Toémo			ST12 Ilot Ugo	
	ST5A	ST5B	ST5C	ST6A	ST6B	ST6C	ST7A	ST7B	ST7C	ST8A	ST8B	ST9A	ST9B	ST9C	ST10A	ST10B	ST7C	ST11A	ST11B	ST11C	ST12A	ST12B
Acroporidae	11	11	4	15	9	9	13	7	8	19	11	12	9	8	23	19	10	21	15	9	17	14
Agaraciidae	6	5	3	6	4	9	1	7	6	4	2	2	3	2	7	10	5	5	7	2	7	5
Astrocoeniidae	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	2
Caryophyllidae	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0
Dendrophyllidae	3	5	3	3	4	5	1	4	2	4	2	4	6	6	1	4	1	0	6	2	4	4
Faviidae	13	8	13	15	17	20	15	14	10	19	18	16	10	10	19	16	12	20	22	12	19	17
Fungiidae	2	3	1	3	3	7	2	2	3	7	3	0	0	0	5	8	3	0	1	4	11	8
Merulinidae	3	4	1	4	6	3	2	4	0	4	2	3	3	3	8	5	1	5	6	4	4	2
Mussidae	2	2	6	5	6	5	7	8	4	6	2	3	5	2	7	6	8	5	7	6	7	4
Oculinidae	2	2	2	1	2	2	1	2	1	2	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	1	1
Pectiniidae	3	3	1	0	4	5	0	4	2	7	1	0	3	0	6	5	3	0	3	2	4	2
Pocilloporidae	3	5	3	7	6	5	6	6	3	7	4	5	6	5	5	5	5	7	8	6	5	2
Poritidae	7	7	2	2	3	3	2	4	2	6	2	4	4	3	5	5	4	6	4	3	4	5
Siderastreidae	1	2	2	3	2	2	0	1	0	4	1	4	1	1	4	2	1	3	5	0	3	1
Total scléractiniaire	**57**	**58**	**42**	**64**	**66**	**76**	**50**	**63**	**41**	**91**	**49**	**55**	**52**	**41**	**93**	**90**	**55**	**74**	**88**	**53**	**87**	**67**
Non Scléractiniaire																						
Milleporidae	1	2	1	0	2	1	0	2	1	2	1	0	2	2	1	1	2	2	2	0	2	2
Gorgone	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	3	3	2	3	0	1	1	0	1
Stolonifera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Antipathidae	0	1	2	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	1	0	1	1	0	1
Total Coraux	**58**	**61**	**46**	**65**	**69**	**79**	**50**	**65**	**43**	**94**	**51**	**56**	**57**	**47**	**99**	**96**	**62**	**76**	**92**	**55**	**89**	**71**

Tableau n°177 : Annexe 05 : Tableau récapitulatif du nombre d'espèces par groupes de Macrophytes et d'invertébrés (statiosn du canal de la Havannah)

Groupe /nombre de taxa	ST5 Ioro			ST6 Banc Ionotea			ST7 Chambeyron			ST8 Puka		ST9 Banc de Kié			ST10 Ilot Kié			ST11 Récif Toémo			ST12 Ilot Ugo	
	ST5A	ST5B	ST5C	ST6A	ST6B	ST6C	ST7A	ST7B	ST7C	ST8A	ST8B	ST9A	ST9B	ST9C	ST10A	ST10B	ST7C	ST11A	ST11B	ST11C	ST12A	ST12B
Alcyonaire	1	2	5	1	3	3	1	4	3	5	5	6	8	6	4	6	6	4	6	4	2	5
Algue brune	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Algue rouge	1	1	1	2	2	2	1	0	0	3	3	1	2	2	1	1	1	2	3	1	0	0
Algue verte	3	1	1	0	1	0	1	0	0	2	0	4	6	7	5	3	1	1	3	0	3	3
Cyanobactérie	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Anémone	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	2	0	2	0	1	1	1	0	0
Ascidies	1	1	1	1	2	2	0	2	2	2	2	5	6	6	2	3	3	3	3	6	3	3
Bryozoaire	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0
Astérie	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Crinoide	0	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
Echinides	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	1
Holothurie	1	3	1	0	3	1	1	3	2	2	3	0	1	0	2	3	5	0	1	2	0	0
Hydraire	0	2	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	0	0
Mollusque	6	5	3	1	2	1	1	3	2	5	4	2	0	0	4	4	3	4	2	1	2	5
Spongiaire	3	4	6	2	3	3	2	3	4	5	5	3	6	6	4	4	4	2	3	7	5	4
Zoanthaire	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
TOTAL	**20**	**27**	**24**	**10**	**21**	**17**	**11**	**22**	**20**	**30**	**29**	**26**	**37**	**35**	**27**	**30**	**29**	**21**	**29**	**28**	**19**	**25**

Tableau n°178 : Annexe 05 : Richesse spécifique du benthos par groupe

	ST01A	ST01B	ST02A	ST02B	ST03A	ST03B	ST03C	ST04A	ST04B	ST04C	ST05A	ST05B	ST05C	ST06A	ST06B	ST06C	ST07A	ST07B	ST07C	ST08A	ST08B	ST09A	ST09B	ST09C	ST10A	ST10B	ST10C	ST11A	ST11B	ST11C	ST12A	ST12B
Macrophytes et invertébrés	28	24	24	26	23	10	18	23	23	21	20	27	24	10	21	17	11	22	20	30	29	26	37	35	27	30	29	21	29	28	19	25
Coraux sléractinaires	52	43	79	67	46	49	53	48	43	14	57	58	42	64	66	76	50	63	41	91	49	55	52	41	93	90	55	74	88	53	87	67
Autres coraux	2	2	4	3	2	1	1	3	7	4	1	3	4	1	3	3	0	2	2	3	2	1	5	6	6	6	7	2	4	2	2	4
TOTAL	82	69	107	96	71	60	72	74	73	39	78	88	70	75	90	96	61	87	63	124	80	82	94	82	126	126	91	97	121	83	108	96

Tableau n°179 : Annexe 05 : Liste des espèces cibles (CdC) et leur abondance (1 à 5) (stations de la baie de Prony et du canal Woodin)

Groupe	Famille	Genre	Espece	Ilot Casy Sud		Creek B. Nord		Wharf Prony			Canal Woodin		
				ST1A	ST1B	ST2A	ST2B	ST3A	ST3B	ST3C	ST4A	ST4B	ST4C
Algue brune	Dicyotaceae	*Dictyota*	sp.	2	**2**			**2**	2	3			
Algue brune	Dicyotaceae	*Distromium*	sp.	2	2								
Algue brune	Dicyotaceae	*Lobophora*	*variegata*	**5**	**5**	**5**	**5**	**3**	**5**	**5**			
Algue brune	Dicyotaceae	*Padina*	sp.	**1**	2			2					
Algue brune	Dicyotaceae	*Spatoglossum*	sp.										
Algue brune	Sargassaceae	*Sargassum*	sp.		**3 (2spp.)**								
Algue brune	Sargassaceae	*Turbinaria*	*ornata*	2									
Algue rouge	Coralinaceae	*Amphiroa*	sp.			3	3	3	**4**	2	2	2	1
Algue rouge	Galaxauraceae	Actinotrichia	sp.										
Algue rouge	Galaxauraceae	Galaxaura	*marginata*										
Algue rouge	indeterminée	sp.	sp.										
Algue rouge	Liagoraceae	*Triclogloea*	*requienii*	**1**	-2								
Algue verte	Caulerpaceae	*Caulerpa*	*sp2*										
Algue verte	Codiaceae	Codium	*mamillosum*										
Algue verte	Dasycladacea	*Neomeris*	*van bosseae*										
Algue verte	Halimedaceae	*Halimeda*	sp.	2	2	**3(3spp)**	3(3spp)	**2(2spp)**	2(2spp)	**2 (2spp)**	**2(3spp)**	**2(2spp)**	
Algue verte	Siphonocladaceae	*Dictyosphaeria*	*verluysii*										
Algue verte	Udodeaceae	*Chlorodesmis*	*fastigiata*										
Cyanobacterie	**Phormidiaceae**	***Phormidium***	**sp.**	2	2	**1**	**2**	**1**	**2**	**1**			
Asterie	Ophiasteridae	*Celerina*	*heffernani*							2			1
Asterie	Ophiasteridae	*Fromia*	*monilis*	1									
Asterie	Ophiasteridae	*Fromia*	sp.										
Asterie	Ophiasteridae	*Linckia*	*multifora*										1
Asterie	Ophiasteridae	*Nardoa*	sp.										
Asterie	Ophiasteridae	*Nardoa*	*gomophia*	2	1	1	1	1		1		1	1
Asterie	**Acanthasteridae**	***Acanthaster***	***planci***										
Asterie	**Oreasterridae**	***Culcita***	***novaeguineae***					-1	1	1			
Crinoide	Colobometridae	*Cenometra*	sp.								2		
Crinoide	indeterminé	sp.	sp.	2	2						3	4	**4**
Echinides	Diadematidae	*Diadema*	*setosum*	2		1	2	-2	-2	2	2	2	
Echinides	Diadematidae	*Diadema*	*savignyi*					1					
Holothurie	Holothuriidae	*Bohadschia*	*argus*										
Holothurie	Holothuriidae	*Holothuria*	*atra*										
Holothurie	Holothuriidae	*Holothuria*	*coluber*										
Holothurie	Holothuriidae	*Holothuria*	*edulis*	2	**1**			2			2		2
Holothurie	Holothuriidae	*Holothuria*	*flovomaculata*			**2**	**2**	-2	2	2			
Holothurie	Holothuriidae	*Holothuria*	*fuscopunctata*	2	2			1					
Holothurie	Holothuriidae	*Holothuria*	*nobilis*		1								
Holothurie	Holothuriidae	*Holothuria*	*hilla*										
Holothurie	Stichoporidae	*Stichopus*	*variegatus*			1							1
Holothurie	Holothuriidae	*Holothuria*	*scabra*										
Mollusque	Arcidae	*Arca*	*ventricosa*			3	2	2					
Mollusque	Isognomonidae	*Isognomon*	*isognomon*	2	2	2	2		2	2			
Mollusque	Gryphaeidae	*Hyotissa*	*hyotis*										2
Mollusque	Gryphaeidae	*Hyotissa*	sp.										2
Mollusque	Pinnidae	*Athrina*	sp.	1						1		1	
Mollusque	Pteridae	*Pteria*	sp.	2	2				2	2	2	2	2
Mollusque	Spondylidae	*Pedum*	*spondyloidum*	1	1							1	
Mollusque	Spondylidae	*Spondylus*	sp.			1							
Mollusque	Strombidae	*Strombus*	*latissimus*										
Mollusque	Tridacniidae	*Tridacna*	*crocea*										
Mollusque	Tridacniidae	*Tridacna*	*derasa*				1						
Mollusque	Tridacniidae	*Tridacna*	*maxima*					1			1		
Mollusque	Tridacniidae	*Tridacna*	*squamosa*	1				2			1	1	
Mollusque	Trochidae	*Trochus*	*niloticus*										
Spongiaire	Anchinoidae	*Hamigera*	*strongylata*							2	2	**2**	**3**
Spongiaire	Ancorinidae	*Stellata*	sp.										2
Spongiaire	Axinellidae	*Cymbastella*	*cantharella*									**2**	**2**
Spongiaire	Callyspongiidae	*Dactylia*	*delicata*									2	2
Spongiaire	Clionidae	*Cliona*	*jullienei*	**3**	3	3	2	**3**	3	3	3	3	**3**
Spongiaire	Clionidae	*Cliona*	*orientalis*	**2**	2	2	3	2	2	2	3	**3**	2
Spongiaire	Dysideidae	*Dysidea*	sp.										2

Spongiaire	Leucettidae	*Leucetta*	*chagosensis*			2								
Spongiaire	jaune	*indeterminé*	sp.											
Spongiaire	marron	*indeterminé*	sp.											
Spongiaire	noire	*indeterminé*	sp.								2	3	2	
Spongiaire	Spirastrellidae	*Spheciospongia*	*vagabunda*	3	2	2	2	2					2	
Spongiaire	Thorectidae	*Petrosaspongia*	*nigra*											

Tableau n°180 : Annexe 05 : Liste des espèces cibles (CdC) et leur abondance (1 à 5) (stations du canal de la Havannah)

Groupe	Famille	*Genre*	*Espece*	Ioro			Ionotea			Chambeyron			Puka		Banc de Kié			Ilot Kié			Toémo			Ilot Ugo	
				ST5A	ST5B	ST5C	ST6A	ST6B	ST6C	ST7A	ST7B	ST7C	ST8A	ST8B	ST9A	ST9B	ST9C	ST10A	ST10B	ST10C	ST11A	ST11B	ST11C	ST12A	ST12B
Algue brune	Dicyotaceae	*Dictyota*	sp.					2	2		-2		2	2									2		
Algue brune	Dicyotaceae	*Lobophora*	*variegata*																						
Algue brune	Dicyotaceae	*Padina*	sp.																						
Algue brune	Sargassaceae	*Sargassum*	sp.																						
Algue brune	Sargassaceae	*Turbinaria*	*ornata*	-2																				2	
Algue rouge	Galaxauraceae	*Actinotrichia*	*fragilis*																						
Algue rouge	Galaxauraceae	*Actinotrichia*	sp.										2	2								2			
Algue rouge	Bonnemaisonniaceae	*Asparagopsis*	*armata*				-2	-2		2	**-2**				-2	2	2	-2			2	2	**2**		
Algue rouge	Coralinaceae	*Amphiroa*	sp.	3	2	2	2	2	2				2	2	3	**4**	**4**	2	2	2	3	**3**			
Algue rouge	Coralinaceae	*Amphiroa*	*vanbosseae*				2	2	2				2	2											
Algue rouge	Dumontiaceae	*Gibsmithia*	*hawaiiensis*																						
Algue rouge	Florideophyceae	*Plocamium*	*armatum*																						
Algue rouge	Florideophyceae	*Plocamium*	*sandvicense*																				2		
Algue rouge	Liagoraceae	*Triclogloea*	*requienii*				-2	-2						-1											
Algue rouge	Liagoraceae	*Liagora*	sp.													-2									
Algue rouge	Peyssonneliaceae	*Peyssonnelia*	sp.																						
Algue verte	Caulerpaceae	*Caulerpa*	sp1													2		2				2			
Algue verte	Caulerpaceae	*Caulerpa*	sp2																						
Algue verte	Caulerpaceae	*Caulerpa*	sp3														3								
Algue verte	Codiaceae	*Codium*	*mamillosum*																						
Algue verte	Codiaceae	*Codium*	sp.													2	2								
Algue verte	Codiaceae	*Codium*	*platyclados*																						
Algue verte	Codiaceae	*Codium*	*spongiosum*														2								
Algue verte	Dasycladacea	*Bornetella*	*oligospora*												2	2	2								
Algue verte	Dasycladacea	*Neomeris*	*van bosseae*										2		2										
Algue verte	Halimedaceae	*Halimeda*	sp.	2(2spp.)			-2	2	-2	-2			2			2	2	3(3spp)	3(2spp)			2		2(2spp.)	2(2spp.)
Algue verte	Siphonocladaceae	*Dictyosphaeria*	*verluysii*												**5**	**2**	3								
Algue verte	Udodeaceae	*Chlorodesmis*	*fastigiata*	2	2	1	-2	-2		2					2	**2**	2	2	2	1	2	2		2	1
Cyanobacterie	**Phormidiaceae**	***Phormidium***	**sp.**	**2**	**2**		**2**	**2**	**2**	**3**	**2**	**2**	**4**	**3**	-2	**2**	**2**	**3**	**2**	1	**4**	**3**	**2**	**2**	**2**
Asterie	indéterminée	*violet*	sp.															1							
Asterie	**Acanthasteridae**	***Acanthaster***	***planci***		**1**																				
Asterie	**Oreasterridae**	***Culcita***	***novaeguineae***																						
Asterie	Ophiasteridae	*Celerina*	*heffernani*																						
Asterie	Ophiasteridae	*Gomophia*	sp.		1																				
Asterie	Ophiasteridae	*Fromia*	*indica*											1											
Asterie	Ophiasteridae	*Fromia*	*milleporrella*																						
Asterie	Ophiasteridae	*Fromia*	*monilis*																	1					
Asterie	Ophiasteridae	*Linckia*	*multifora*																						
Asterie	Ophiasteridae	*Nardoa*	*gomophia*													1									
Asterie	Ophiasteridae	*Nardoa*	sp.								1														
Crinoide	Colobometridae	*Cenometra*	sp.																			2			
Crinoide	Comasteridae	*Comathus*	*bennetti*		2																				
Crinoide	indeterminé	sp.	sp.		2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	3	**2**
Echinides	*Diadematidae*	*Diadema*	*setosum*	2	2	2					1	1				1	1			1				-2	2
Echinides	*Diadematidae*	*Echinometrix*	*diadema*													1									
Echinides	*Echinometridae*	*Heterocentrotus*	*mammillatus*	-2																					
Holothurie	Holothuriidae	*Actinopyga*	*lecanora*																					-1	
Holothurie	Holothuriidae	*Actinopyga*	*flammea*								1														
Holothurie	Holothuriidae	*Actinopyga*	*palauensis*							1			1			-1			1						
Holothurie	Holothuriidae	*Bohadschia*	*argus*								1									1				-1	
Holothurie	Holothuriidae	*Holothuria*	*atra*		1			1			1	1							1	1			2		
Holothurie	Holothuriidae	*Holothuria*	*edulis*					2	2					2					1	1			2		
Holothurie	Holothuriidae	*Holothuria*	*fuscopunctata*											2				1		1					
Holothurie	Holothuriidae	*Holothuria*	*fuscogilva*																	1					
Holothurie	Holothuriidae	*Holothuria*	*nobilis*		-1			1				1				1									
Holothurie	Holothuriidae	*Holothuria*	*scabra*																						

Holothurie	Stichopodidae	*Stichopus*	*chloronotus*		1	1											1							
Holothurie	Stichopodidae	*Stichopus*	*variegatus*																					
Holothurie	Stichopodidae	*Stichopus*	*pseudhorrens*																					
Holothurie	Stichopodidae	*Thelenota*	*ananas*	1	1		-1						1									1			
Holothurie	Stichopodidae	*Thelenota*	*anax*		-1							-1		1					-1						
Mollusque	Arcidae	*Arca*	*ventricosa*	2	**4**		2	2	2		2	2	2	2									2	2
Mollusque	Conitidae	*Conus*	sp.											2										
Mollusque	Conitidae	*Conus*	*vexilium*																					
Mollusque	Gryphaeidae	*Hyotissa*	*hyotis*	1	2																			
Mollusque	Gryphaeidae	*Hyotissa*	sp.														2							
Mollusque	Isognomonidae	*Isognomon*	*isognomon*			2																	-2	2
Mollusque	**Muricidae**	***Druppela***	***cornus***					2			2	2	2	2							2	2			
Mollusque	Muricidae	*Murex*	sp.																					
Mollusque	Muricidae	*Murex*	*ramosus*																					
Mollusque	Pteridae	*Pteria*	sp.		2	2												1	1			2		2
Mollusque	Ostreidae	*Lopha*	sp.		-2																			
Mollusque	**Ovulidae**	***Ovula***	***ovum***										-1											
Mollusque	Spondylidae	*Pedum*	*spondyloidum*	3	2																			
Mollusque	Spondylidae	*Spondylus*	sp.		**1**	1											2	1	1					1
Mollusque	Stombidae	*Lambis*	*lambis*							1			2							1		-1		
Mollusque	Stombidae	*Lambis*	*truncata*									-1												
Mollusque	Strombidae	*Strombus*	*latissimus*																					
Mollusque	Strombidae	*Strombus*	*sinuatus*									-1												
Mollusque	Strombidae	*Strombus*	sp.																			-1		
Mollusque	Tridacniidae	*Tridacna*	*crocea*	-2											2						-2		-1	
Mollusque	Tridacniidae	*Tridacna*	*derasa*														1	1	1					
Mollusque	Tridacniidae	*Tridacna*	*maxima*	2									2		1		1			2				2
Mollusque	Tridacniidae	*Tridacna*	*squamosa*	**1**						-1	2							1					1	
Mollusque	Trochidae	*Trochus*	sp.	2									1	1						2	2		-2	
Spongiaire	Anchinoidae	*Hamigera*	*strongylata*		2	**2**											2					2		
Spongiaire	Ancorinidae	*Stellata*	*globostellata*													3		-2	-2	-2		-2		
Spongiaire	Axinellidae	*Cymbastella*	*cantharella*																					
Spongiaire	Axinellidae	*Stylissa*	*flabelliformis*			-1		-1																
Spongiaire	*indeterminé*	*beige , lamelle*	sp.									2					2							
Spongiaire	Callyspongiidae	Dactylia	*delicata*													2								
Spongiaire	Chalinidae	*Haliclona*	*olivacea*																	-1				
Spongiaire	Clathrinidae	*Clathria*	*bargibanti*																					
Spongiaire	Clionidae	*Cliona*	*jullienei*	3	2	2	1	2	2	1	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	**3**	3	3
Spongiaire	Clionidae	*Cliona*	*orientalis*	3	4	**3**	3	**4**	**5**	3	3	3	2	3	**3**	4	**3**	3	3	4	3	4	**3**	5	4
Spongiaire	Dysideidae	*Dysidea*	*herbacea*																		2	2			
Spongiaire	Leucettidae	*Leucetta*	*chagosensis*							-2						1									
Spongiaire	Microcionidae	*Clathria*	*rugosa*	2	2	**2**							2	2			2	2	2	3		2	2	**1**	**2**
Spongiaire	*indeterminé*	*noire*	sp.			2		2	2	-2	2	2	1	2	2	**4**	3	2	2	3			**2**	2	
Spongiaire	Phoriospongiidae	*Strongylodesma*	sp.																				2		
Spongiaire	*indeterminé*	*orange*																						**2**	2
Spongiaire	*indeterminé*	*rouge*		-1		2																			
Spongiaire	Spirastrellidae	*Spheciospongia*	*vagabunda*							-2			2	2									2		

Annexe n°06

Résultats bruts de l'échantillonnage ichtyologique mars 2011

Tableau n°181 : Annexe 06 : Liste des espèces de poissons (et nombre de fois vues) depuis 2007 (ST01)

Fam	Espèces	Somme	Fam	Espèces	Somme
Aca	*Acanthurus blochii*	6	Sca	*Scarus schlegeli*	2
Aca	*Zebrasoma veliferum*	6	Sig	*Siganus doliatus*	2
Gob	*Amblygobius phalaena*	6	Aca	*Ctenochaetus striatus*	1
Lab	*Coris batuensis*	6	Ant	*Pseudanthias pascalus*	1
Lab	*Thalassoma lunare*	6	Ant	*Pseudanthias pictilis*	1
Pin	*Parapercis hexophtalma*	6	Apo	*Apogon aureus*	1
Pom	*Chrysiptera rollandi*	6	Apo	*Apogon doederleini*	1
Pom	*Pomacentrus moluccensis*	6	Apo	*Apogon selas*	1
Epi	*Anyperodon leucogrammicus*	5	Apo	*Cheilodipterus quinquelineatus*	1
Epi	*Cephalopholis boenak*	5	Apo	*Ostorhinchus flavus*	1
Epi	*Plectropomus leopardus*	5	Bal	*Sufflamen chrysopterus*	1
Hol	*Sargocentron spiniferum*	5	Ble	*Ecsenius bicolor*	1
Lab	*Cheilinus chlorourus*	5	Cha	*Chaetodon mertensii*	1
Lab	*Halichoeres prosopeion*	5	Cha	*Coradion altivelis*	1
Pom	*Dascyllus aruanus*	5	Cir	*Cirrhitichthys oxycephalus*	1
Pom	*Dascyllus reticulatus*	5	Epi	*Cromileptes altivelis*	1
Aca	*Acanthurus mata*	4	Epi	*Diploprion bifasciatum*	1
Can	*Canthigaster valentini*	4	Epi	*Epinephelus cyanopodus*	1
Cha	*Heniochus acuminatus*	4	Gob	*Amblyellotris diagonalis*	1
Gob	*Amblyeleotris rubrimarginata*	4	Gob	*Coryphopterus neophytus*	1
Lab	*Halichoeres melanurus*	4	Gob	*Ctenogobiops feroculus*	1
Lab	*Oxycheilinus diagrammus*	4	Gob	*Gunnellichthys monostgma*	1
Mul	*Parupeneus barberinoides*	4	Gob	*Valenciennea puellaris*	1
Nem	*Pentapodus aureofasciatus*	4	Gob	*Valenciennea sexguttata*	1
Poc	*Centropyge bicolor*	4	Hae	*Plectorhinchus orientalis*	1
Pom	*Chromis margaritifer*	4	Hae	*Plectorhinchus vittatus*	1
Sca	*Chlorurus sordidus*	4	Lab	*Anampses neoguinaicus*	1
Bal	*Sufflamen fraenatus*	3	Lab	*Cheilinus fasciatus*	1
Cha	*Chaetodon baronessa*	3	Lab	*Chelinus chlorourus*	1
Epi	*Epinephelus ongus*	3	Lab	*Cirrhilabrus laboutei*	1
Hae	*Plectorhinchus lessonii*	3	Lab	*Cirrhilabrus lineatus*	1
Lab	*Labroides dimidiatus*	3	Lab	*Cirrhilabrus punctatus*	1
Nem	*Scolopsis bilineatus*	3	Lab	*Halichoeres argus*	1
Ost	*Ostracion cubicus*	3	Lab	*Halichoeres sp*	1
Poc	*Centropyge tibicen*	3	Lab	*Labropsis australis*	1
Pom	*Pomacentrus aurifrons*	3	Lab	*Oxycheilinus celebicus*	1
Pom	*Pomacentrus chrysurus*	3	Lab	*Oxycheilinus oxyaphalus*	1
Sca	*Scarus flavipectoralis*	3	Lab	*Pteragogus cryptus*	1
Sca	*Scarus frenatus*	3	Mic	*Gunnellichthys curiosus*	1
Sca	*Scarus ghobban*	3	Mic	*Gunnellichthys monostigma*	1
Sig	*Siganus vulpinus*	3	Mon	*Cantherines fronticintus*	1
Aca	*Naso lopezi*	2	Mul	*Parupenaeus indicus*	1
Aca	*Naso unicornis*	2	Mul	*Parupeneus barberinus*	1
Cha	*Chaetodon auriga*	2	Mul	*Parupeneus indicus*	1
Cha	*Chaetodon flavirostris*	2	Mul	*Parupeneus spilurus*	1
Cha	*Chaetodon melannotus*	2	Nem	*Scolopsis lineatus*	1
Cha	*Chaetodon ulietensis*	2	Pin	*Parapercis multiplicata*	1
Cha	*Chaetodon vagabundus*	2	Poc	*Pomacanthus sexstriatus*	1
Epi	*Cephalopholis sonnerati*	2	Pom	*Amblyglyphidodon orbicularis*	1
Epi	*Epinephelus Howlandi*	2	Pom	*Amphiprion perideraion*	1
Gob	*Valenciennea randalli*	2	Pom	*Chromis amboinensis*	1

Gra	*Diploprion bifasciatum*	2	Pom	*Chromis chrysura*	1
Lab	*Anampses femininus*	2	Pom	*Chromis viridis*	1
Lab	*Cheilinus trilobatus*	2	Pom	*Chrysiptera taupou*	1
Lab	*Choerodon fasciatus*	2	Pom	*Plectroglyphidodon lacrymatus*	1
Lab	*Choerodon graphicus*	2	Pse	*Ogilbyina* sp	1
Lab	*Cirrhilabrus temmenckii*	2	Pse	*Pictichromis coralensis*	1
Lab	*Halichoeres biocellatus*	2	Sca	*Scarus rivulatus*	1
Lab	*Hemigymnus melapterus*	2	Sca	*Scarus rubroviolaceus*	1
Mic	*Ptereleotris microlepsis*	2	Sca	*Scarus flavipectoralis*	1
Mul	*Upeneus tragula*	2	Sco	*Dendrochirus zebra*	1
Pin	*Parapercis millipunctata*	2	Sco	*Pterois volitans*	1
Pom	*Amblyglyphidodon aureus*	2	Scom	*Scomberomorus commerson*	1
Pom	*Neopomacentrus nemurus*	2	Sig	*Siganus fuscescens*	1
Sca	*Scarus altipinnis*	2	Sig	*Siganus punctatus*	1
Sca	*Scarus bleekeri*	2	Syn	*Synodus variegatus*	1
					132 espèces

Tableau n°182 : Annexe 06 : Liste des espèces de poissons (et nombre de fois vues) depuis 2007 (ST02)

Fam	Espèces	Somme	Fam	Espèces	Somme
Cha	*Heniochus acuminatus*	6	Pom	*Chromis agilis*	2
Epi	*Plectropomus leopardus*	6	Pom	*Neopomacentrus nemurus*	2
Pom	*Chromis margaritifer*	6	Pom	*Pomacentrus chrysurus*	2
Pom	*Chrysiptera rollandi*	6	Sca	*Scarus ghobban*	2
Aca	*Zebrasoma veliferum*	5	Sca	*Scarus rubroviolaceus*	2
Cha	*Chaetodon flavirostris*	5	Aca	*Acanthurus nigricauda*	1
Cha	*Chaetodon melannotus*	5	Aca	*Acanthurus xanthopterus*	1
Cha	*Chaetodon ulietensis*	5	Ble	*Ecsenius bicolor*	1
Epi	*Anyperodon leucogrammicus*	5	Cae	*Caesio cuning*	1
Epi	*Cephalopholis boenak*	5	Cae	*Caesio teres*	1
Epi	*Epinephelus ongus*	5	Cen	*Aeoliscus strigastus*	1
Nem	*Scolopsis bilineatus*	5	Cha	*Chaetodon auriga*	1
Pom	*Pomacentrus aurifrons*	5	Cha	*Chaetodon lunula*	1
Cha	*Chaetodon baronessa*	4	Cha	*Coradion altivelis*	1
Cha	*Chaetodon bennetti*	4	Cha	*Heniochus monoceros*	1
Cha	*Chaetodon lunulatus*	4	Epi	*Cromileptes altivelis*	1
Cha	*Chaetodon plebeius*	4	Epi	*Epinephelus polyphekadion*	1
Hae	*Plectorhinchus picus*	4	Fist	*Fistularia commersonii*	1
Pom	*Abudefduf whitleyi*	4	Gob	*Valenciennea decora*	1
Pom	*Neoglyphidodon nigroris*	4	Hae	*Plectorhinchus pictum*	1
Sca	*Scarus flavipectoralis*	4	Hol	*Sargocentron rubrum*	1
Sig	*Siganus vulpinus*	4	Kyp	*Kyphosus sydneyanus*	1
Aca	*Acanthurus blochii*	3	Lab	*Anampses meleagrides*	1
Aca	*Ctenochaetus striatus*	3	Lab	*Cheilinus chlorourus*	1
Aca	*Naso unicornis*	3	Lab	*Choerodon graphicus*	1
Apo	*Apogon* sp	3	Lab	*Stethojulis bandanensis*	1
Lab	*Cheilinus fasciatus*	3	Lab	*Thalassoma lunare*	1
Lab	*Cheilinus trilobatus*	3	Lut	*Lutjanus adetii*	1
Lab	*Choerodon fasciatus*	3	Lut	*Lutjanus ehrenbergii*	1
Lab	*Hemigymnus melapterus*	3	Lut	*Lutjanus fulvus*	1
Lab	*Oxycheilinus unifasciatus*	3	Lut	*Lutjanus vittus*	1
Poc	*Pomacanthus sexstriatus*	3	Mon	*Oxymonacanthus longirostris*	1
Pom	*Amblyglyphidodon orbicularis*	3	Mul	*Parupeneus barberinus*	1
Pom	*Neoglyphidodon melas*	3	Mul	*Parupeneus ciliatus*	1
Sca	*Chlorurus sordidus*	3	Mul	*Parupeneus indicus*	1
Sca	*Scarus schlegeli*	3	Mul	*Parupeneus multifasciatus*	1
Aca	*Acanthurus mata*	2	Ple	*Assessor macneilli*	1
Apo	*Apogon doederleini*	2	Pom	*Acanthochromis polyacanthus*	1
Ble	*Meiacanthus atrodorsalis*	2	Pom	*Amblyglyphidodon curacao*	1
Cha	*Chaetodon trifascialis*	2	Pom	*Chromis atripectoralis*	1

Epi	*Epinephelus howlandi*	2	Pom	*Chromis fumea*	1
Gra	*Diploprion bifasciatum*	2	Pom	*Chrysiptera taupou*	1
Hol	*Myripristis murdjan*	2	Pom	*Neopomacentrus azysron*	1
Hol	*Sargocentron spiniferum*	2	Pom	*Neopomacentrus taeniurus*	1
Lab	*Anampses femininus*	2	Pom	*Pomacentrus moluccensis*	1
Lab	*Bodianus fasciatus*	2	Sca	*Scarus bleekeri*	1
Lab	*Epibulus insidiator*	2	Sca	*Scarus globiceps*	1
Lab	*Halichoeres argus*	2	Sca	*Scarus psittacus*	1
Lab	*Halichoeres melanurus*	2	Sca	*Scarus* sp	1
Lab	*Labroides dimidiatus*	2	Sig	*Siganus doliatus*	1
Lab	*Labropsis australis*	2	Sig	*Siganus puellus*	1
Lab	*Oxycheilinus diagrammus*	2	Zan	*Zanclus cornutus*	1
					104 espèces

Tableau n°183 : Annexe 06 : Liste des espèces de poissons (et nombre de fois vues) depuis 2007 (ST03)

Fam	Espèces	Somme	Fam	Espèces	Somme
Aca	*Acanthurus blochii*	6	Ath	*Atherinomorus lacunosus*	1
Aca	*Zebrasoma veliferum*	6	Bal	*Sufflamen chrysopterus*	1
Lab	*Coris batuensis*	6	Cae	*Caesio caerulaurea*	1
Lab	*Thalassoma lunare*	6	Cae	*Paracaesio digramma*	1
Pom	*Chrysiptera rollandi*	6	Cen	*Aeoliscus strigastus*	1
Can	*Canthigaster valentini*	5	Cha	*Chaetodon ephippium*	1
Epi	*Cephalopholis boenak*	5	Cha	*Chaetodon mertensii*	1
Nem	*Scolopsis bilineatus*	5	Cha	*Chaetodon trifascialis*	1
Pin	*Parapercis hexophtalma*	5	Cir	*Cirrhitichthys oxycephalus*	1
Pom	*Chromis margaritifer*	5	Dio	*Diodon hystrix*	1
Pom	*Pomacentrus moluccensis*	5	Dus	*Spratelloides gracilis*	1
Sca	*Scarus ghobban*	5	Epi	*Cephalopholis ongus*	1
Cha	*Chaetodon plebeius*	4	Epi	*Cephalopholis sonnerati*	1
Nem	*Pentapodus aureofasciatus*	4	Epi	*Diploprion bifasciatum*	1
Sca	*Scarus flavipectoralis*	4	Epi	*Epinephelus cyanopodus*	1
Sig	*Siganus doliatus*	4	Epi	*Epinephelus maculatus*	1
Sig	*Siganus puellus*	4	Epi	*Plectropomus laevis*	1
Ble	*Ecsenius bicolor*	3	Gob	*Amblyeleotris fontanesii*	1
Ble	*Meiacanthus atrodorsalis*	3	Gob	*Amblyeleotris sp*	1
Cae	*Caesio cuning*	3	Gob	*Amblyellotris diagonalis*	1
Cha	*Chaetodon baronessa*	3	Gob	*Amblygobius phalaena*	1
Cha	*Chaetodon lunulatus*	3	Gob	*Coryphopterus neophytus*	1
Cha	*Chaetodon melannotus*	3	Gob	*Gobiodon okinawae*	1
Cha	*Chaetodon ulietensis*	3	Gob	*Gunnellichthys monostigma*	1
Cha	*Chaetodon vagabundus*	3	Gob	*Valenciennea randalli*	1
Epi	*Plectropomus leopardus*	3	Gob	*Valenciennea sexguttata*	1
Lab	*Anampses femininus*	3	Gob	*Valenciennea sp*	1
Lab	*Cheilinus chlorourus*	3	Gob	*Valenciennea strigata*	1
Lab	*Halichoeres melanurus*	3	Gra	*Diploprion bifasciatum*	1
Lab	*Halichoeres prosopeion*	3	Hae	*Plectorhinchus orientalis*	1
Lab	*Oxycheilinus diagrammus*	3	Hae	*Plectorhinchus vittatus*	1
Lab	*Oxycheilinus unifasciatus*	3	Hol	*Sargocentron spiniferum*	1
Mul	*Parupeneus barberinoides*	3	Lab	*Anampses neoguinaicus*	1
Pin	*Parapercis xanthozona*	3	Lab	*Chelinus chlorourus*	1
Pom	*Amblyglyphidodon Orbicularis*	3	Lab	*Choerodon graphicus*	1
Pom	*Chromis viridis*	3	Lab	*Cirrhilabrus laboutei*	1
Pom	*Dascyllus aruanus*	3	Lab	*Cirrhilabrus punctatus*	1
Pom	*Neopomacentrus nemurus*	3	Lab	*Halichoeres argus*	1
Pom	*Pomacentrus aurifrons*	3	Lab	*Labropsis australis*	1
Sca	*Chlorurus sordidus*	3	Lab	*Oxycheilinus celebicus*	1
Sca	*Scarus schlegeli*	3	Lab	*Oxycheilinus oxyaphalus*	1
Sig	*Siganus vulpinus*	3	Lab	*Pteragogus cryptus*	1
Aca	*Naso unicornis*	2	Lab	*Thalassoma lutescens*	1

Bal	*Sufflamen fraenatus*	2	Mic	*Gunnellichthys curiosus*	1
Cha	*Chaetodon auriga*	2	Mic	*Gunnellichthys viridescens*	1
Cha	*Chaetodon bennetti*	2	Mic	*Ptereleotris microlepsis*	1
Cha	*Chaetodon speculum*	2	Mon	*Cantherines fronticintus*	1
Cha	*Heniochus acuminatus*	2	Mul	*Parupeneus multifasciatus*	1
Epi	*Anyperodon leucogrammicus*	2	Mul	*Parupeneus pleurostigma*	1
Epi	*Epinephelus Howlandi*	2	Nem	*Scolopsis lineatus*	1
Gob	*Amblydobius phaleana*	2	Pen	*Parapercis hexophtalma*	1
Gob	*Valenciennea puellaris*	2	Pin	*Parapercis millipunctata*	1
Lab	*Cheilinus trilobatus*	2	Pin	*Parapercis multiplicata*	1
Lab	*Choerodon fasciatus*	2	Poc	*Centropyge tibicen*	1
Lab	*Cirrhilabrus temmenckii*	2	Poc	*Pomacanthus sexstriatus*	1
Lab	*Hemigymnus melapterus*	2	Pom	*Amblyglyphidodon curacao*	1
Lab	*Labroides dimidiatus*	2	Pom	*Chromis amboinensis*	1
Let	*Lethrinus harak*	2	Pom	*Chromis analis*	1
Mul	*Parupeneus barberinus*	2	Pom	*Chromis atripectoralis*	1
Mul	*Parupeneus indicus*	2	Pom	*Chromis fumea*	1
Ost	*Ostracion cubicus*	2	Pom	*Chromis xanthura*	1
Poc	*Centropyge bicolor*	2	Pom	*Dascyllus reticulatus*	1
Pom	*Abudefduf sexfasciatus*	2	Pom	*Neopomacentrus azysron*	1
Pom	*Abudefduf whitleyi*	2	Pom	*Pomacentrus amboinensis*	1
Pom	*Chromis chrysura*	2	Pom	*Pomacentrus chrysurus*	1
Pom	*Chrysiptera taupou*	2	Pom	*Pomacentrus coelestis*	1
Sca	*Scarus rivulatus*	2	Pom	*Stegastes aureus*	1
Sig	*Siganus argenteus*	2	Pse	*Ogilbyina sp*	1
Aca	*Ctenochaetus striatus*	1	Sca	*Scarus altipinnis*	1
Aca	*Zebrasoma scopas*	1	Sca	*Scarus bleekeri*	1
Ant	*Pseudanthias pictilis*	1	Sca	*Scarus dimidiatus*	1
Apo	*Apogon aureus*	1	Sca	*Scarus frenatus*	1
Apo	*Apogon doederleini*	1	Sca	*Scarus spinus*	1
Apo	*Ostorhinchus compressus*	1	Sco	*Dendrochirus zebra*	1
Apo	*Ostorhinchus cookii*	1	Sig	*Siganus corallinus*	1
Apo	*Ostorhinchus cyanosoma*	1			151 espèces

Tableau n°184 : Annexe 06 : Liste des espèces de poissons (et nombre de fois vues) depuis 2007 (ST04)

Fam	Espèces	Somme	Fam	Espèces	Somme
Aca	*Zebrasoma scopas*	6	Lab	*Cirrhilabrus lineatus*	2
Cha	*Chaetodon vagabundus*	6	Lab	*Gomphosus varius*	2
Cha	*Coradion altivelis*	6	Lab	*Halichoeres hortulanus*	2
Cha	*Heniochus acuminatus*	6	Lab	*Hemigymnus fasciatus*	2
Epi	*Epinephelus merra*	6	Lab	*Labroides bicolor*	2
Lab	*Cheilinus fasciatus*	6	Let	*Monotaxis heterodon*	2
Lab	*Choerodon graphicus*	6	Lut	*Lutjanus monostigma*	2
Lab	*Labroides dimidiatus*	6	Mic	*Ptereleotris evides*	2
Lab	*Thalassoma lunare*	6	Mul	*Parupenaeus multifasciatus*	2
Lut	*Lutjanus fulviflamma*	6	Ost	*Ostracion cubicus*	2
Poc	*Centropyge bicolor*	6	Poc	*Centropyge bispinosa*	2
Poc	*Centropyge tibicen*	6	Pom	*Chromis iomelas*	2
Pom	*Chrysiptera rollandi*	6	Pom	*Neoglyphidodon melas*	2
Pom	*Pomacentrus moluccensis*	6	Pom	*Neopomacentrus azysron*	2
Sca	*Chlorurus sordidus*	6	Pom	*Pomacentrus bankanensis*	2
Sca	*Scarus ghobban*	6	Pom	*Pomacentrus cœlestis*	2
Aca	*Acanthurus blochii*	5	Pom	*Pomacentrus nagasakiensis*	2
Aca	*Ctenochaetus striatus*	5	Pri	*Priacanthus hamrur*	2
Apo	*Apogon aureus*	5	Sca	*Scarus bleekeri*	2
Ble	*Meiacanthus atrodorsalis*	5	Sca	*Scarus frenatus*	2
Cae	*Caesio cuning*	5	Sca	*Scarus rivulatus*	2
Cha	*Chaetodon flavirostris*	5	Sca	*Scarus schlegeli*	2
Epi	*Plectropomus leopardus*	5	Sig	*Siganus lineatus*	2

Lab	*Cheilinus chlorourus*	5	Syn	*Synodus variegatus*	2
Lab	*Cheilinus trilobatus*	5	Aca	*Acanthurus nigricauda*	1
Lab	*Halichoeres prosopeion*	5	Aca	*Naso brachycentron*	1
Lut	*Lutjanus argentimaculatus*	5	Aca	*Naso caesius*	1
Lut	*Lutjanus ehrenbergii*	5	Aca	*Naso hexacanthus*	1
Mul	*Parupenaeus ciliatus*	5	Aca	*Naso lituratus*	1
Nem	*Scolopsis bilineatus*	5	Ant	*Pseudanthias pictilis*	1
Poc	*Chaetodontoplus conspicillatus*	5	Bal	*Sufflamen fraenatus*	1
Poc	*Pomacanthus semicirculatus*	5	Ble	*Astrosalarias fuscus*	1
Poc	*Pygoplites diacanthus*	5	Ble	*Cirripectes stigmaticus*	1
Pom	*Abudefduf whitleyi*	5	Car	*Alepes vari*	1
Ble	*Ecsenius bicolor*	4	Car	*Carangoides plagiotaenia*	1
Cha	*Chaetodon auriga*	4	Car	*Caranx papuensis*	1
Cha	*Chaetodon baronessa*	4	Carc	*Trianodon obesus*	1
Cha	*Chaetodon bennetti*	4	Cha	*Chaetodon lunula*	1
Cha	*Chaetodon lunulatus*	4	Cha	*Chaetodon melannotus*	1
Cha	*Chaetodon ulietensis*	4	Cha	*Chaetodon trifascialis*	1
Epi	*Epinephelus maculatus*	4	Cha	*Heniochus monoceros*	1
Gra	*Diploprion bifasciatum*	4	Cha	*Heniochus singularus*	1
Lab	*Anampses femininus*	4	Dio	*Diodon hystrix*	1
Lab	*Choerodon fasciatus*	4	Eng	*Stolephorus spp*	1
Lab	*Coris batuensis*	4	Epi	*Cromileptes altivelis*	1
Lab	*Epibulus insidiator*	4	Epi	*Epinephelus coioides*	1
Lab	*Halichoeres melanurus*	4	Epi	*Epinephelus howlandi*	1
Lab	*Hemigymnus melapterus*	4	Epi	*Epinephelus malabaricus*	1
Lab	*Oxycheilinus diagrammus*	4	Epi	*Epinephelus rivulatus*	1
Lut	*Aprion virescens*	4	Epi	*Epinephelus tauvina*	1
Poc	*Pomacanthus sexstriatus*	4	Gob	*Valenciennea puellaris*	1
Pom	*Amblyglyphidodon orbicularis*	4	Hae	*Plectorhinchus flavomaculatus*	1
Pom	*Chromis margaritifer*	4	Hae	*Plectorhinchus lessonii*	1
Pom	*Chrysiptera taupou*	4	Hae	*Plectorhinchus picus*	1
Pom	*Dascyllus reticulatus*	4	Hol	*Sargocentron rubrum*	1
Pom	*Dascyllus trimaculatus*	4	Hol	*Sargocentron spiniferum*	1
Sig	*Siganus doliatus*	4	Lab	*Choerodon anchorago*	1
Sig	*Siganus puellus*	4	Lab	*Cirrhilabrus punctatus*	1
Sig	*Siganus vulpinus*	4	Lab	*Halichoeres argus*	1
Aca	*Acanthurus mata*	3	Lab	*Labropsis australis*	1
Aca	*Naso brevirostris*	3	Lab	*Oxycheilinus celebicus*	1
Aca	*Naso unicornis*	3	Lab	*Oxycheilinus unifasciatus*	1
Aca	*Zebrasoma veliferum*	3	Lab	*Pteragogus cryptus*	1
Can	*Canthigaster valentini*	3	Lab	*Thalassoma lutescens*	1
Epi	*Anyperodon leucogrammicus*	3	Let	*Gymnocranius euanus*	1
Epi	*Epinephelus ongus*	3	Let	*Lethrinus miniatus*	1
Hae	*Plectorhinchus chaetodonoides*	3	Let	*Lethrinus olivaceus*	1
Lab	*Anampses neoguinaicus*	3	Lut	*Lutjanus adetii*	1
Lab	*Bodianus axillaris*	3	Lut	*Lutjanus fulvus*	1
Lab	*Bodianus mesothorax*	3	Lut	*Lutjanus gibbus*	1
Lab	*Coris aygula*	3	Lut	*Lutjanus quinquelineatus*	1
Let	*Gymnocranius grandoculis*	3	Lut	*Lutjanus rivulatus*	1
Let	*Lethrinus nebulosus*	3	Lut	*Lutjanus russellii*	1
Lut	*Lutjanus bohar*	3	Mul	*Parupenaeus barberinoides*	1
Mul	*Parupenaeus indicus*	3	Mul	*Parupenaeus cyclostomus*	1
Pin	*Parapercis hexophtalma*	3	Mul	*Parupenaeus spilurus*	1
Pom	*Amblyglyphidodon aureus*	3	Mul	*Parupeneus indicus*	1
Pom	*Amblyglyphidodon curacao*	3	Mur	*Gymnothorax javanicus*	1
Pom	*Neoglyphidodon nigroris*	3	Poc	*Centropyge nox*	1
Pom	*Neopomacentrus nemurus*	3	Poc	*Pomacanthus imperator*	1
Pom	*Pomacentrus aurifrons*	3	Pom	*Abudefduf sexfasciatus*	1
Sca	*Scarus altipinnis*	3	Pom	*Amblyglyphidodon melanopterus*	1
Sca	*Scarus flavipectoralis*	3	Pom	*Amblyglyphidodon ternatensis*	1

Sca	*Scarus rubroviolaceus*	3	Pom	*Chromis analis*	1
Sig	*Siganus argenteus*	3	Pom	*Chromis atripectoralis*	1
Sig	*Siganus corallinus*	3	Pom	*Chromis chrysura*	1
Aca	*Acanthurus dussumieri*	2	Pom	*Chromis xanthura*	1
Aca	*Naso tonganus*	2	Pom	*Chrysiptera rex*	1
Apo	*Ostorhinchus flavus*	2	Pom	*Neoglyphydodon melas*	1
Ble	*Plagiotremus laudantus*	2	Pom	*Neoglyphydodon nigroris*	1
Cae	*Caesio caerulaurea*	2	Pom	*Pomacentrus philippinus*	1
Car	*Caranx ignobilis*	2	Pom	*Stegastes nigricans*	1
Car	*Caranx melampygus*	2	Pse	*Pictichromis coralensis*	1
Car	*Caranx sexfasciatus*	2	Pse	*Pseudochromis paccagnellae*	1
Car	*Scomberoides lysan*	2	Sca	*Cetoscarus ocellatus*	1
Cha	*Chaetodon ephippium*	2	Sca	*Chlorurus microrhinos*	1
Cha	*Chaetodon kleinii*	2	Sca	*Hipposcarus longipes*	1
Cha	*Chaetodon plebeius*	2	Sca	*Scarus chameleon*	1
Cha	*Chaetodon speculum*	2	Sca	*Scarus niger*	1
Cha	*Chaetodon unimaculatus*	2	Sca	*Scarus psittacus*	1
Epi	*Cephalopholis boenak*	2	Sco	*Pterois antennata*	1
Epi	*Cephalopholis sonnerati*	2	Sco	*Scomberoides tol*	1
Hae	*Plectorhinchus gibbosus*	2	Scr	*Pterois volitans*	1
Hol	*Myripristis murdjan*	2	Sig	*Siganus canaliculatus*	1
Kyp	*Kyphosus pacificus*	2	Sig	*Siganus fuscescens*	1
Kyp	*Kyphosus sydneyanus*	2	Sig	*Siganus punctatus*	1
					212 espèces

Tableau n°185 : Annexe 06 : Liste des espèces de poissons (et nombre de fois vues) depuis 2007 (ST05)

Fam	Espèces	Somme	Fam	Espèces	Somme
Aca	*Zebrasoma scopas*	6	Syn	*Synodus variegatus*	2
Lab	*Anampses neoguinaicus*	6	Aca	*Acanthurus dussumieri*	1
Lab	*Choerodon graphicus*	6	Aca	*Acanthurus lineatus*	1
Lab	*Coris batuensis*	6	Aca	*Acanthurus mata*	1
Lab	*Labroides dimidiatus*	6	Aca	*Naso brevirostris*	1
Lab	*Thalassoma lunare*	6	Aca	*Naso caesius*	1
Nem	*Scolopsis bilineatus*	6	Aca	*Naso hexacanthus*	1
Poc	*Centropyge bicolor*	6	Aca	*Naso lituratus*	1
Poc	*Centropyge tibicen*	6	Aca	*Naso tonganus*	1
Pom	*Abudefduf whitleyi*	6	Ant	*Pseudanthias pictilis*	1
Pom	*Chrysiptera rollandi*	6	Apo	*Apogon aureus*	1
Pom	*Dascyllus trimaculatus*	6	Apo	*Apogon doederleini*	1
Sca	*Chlorurus sordidus*	6	Apo	*Apogon fuscus*	1
Aca	*Acanthurus blochii*	5	Apo	*Apogon indicus*	1
Aca	*Ctenochaetus striatus*	5	Ble	*Meiacanthus phaeus*	1
Aca	*Naso unicornis*	5	Cae	*Caesio cuning*	1
Ble	*Ecsenius bicolor*	5	Car	*Alepes vari*	1
Can	*Canthigaster valentini*	5	Car	*Atule mate*	1
Epi	*Epinephelus maculatus*	5	Car	*Carangoides coeruleopinnatus*	1
Epi	*Plectropomus leopardus*	5	Car	*Carangoides dinema*	1
Lab	*Cheilinus chlorourus*	5	Car	*Carangoides ferdau*	1
Lab	*Halichoeres melanurus*	5	Car	*Carangoides plagiotaenia*	1
Lab	*Halichoeres prosopeion*	5	Car	*Caranx sexfasciatus*	1
Lab	*Hemigymnus melapterus*	5	Cha	*Chaetodon citrinellus*	1
Poc	*Pomacanthus sexstriatus*	5	Cha	*Chaetodon kleinii*	1
Poc	*Pygoplites diacanthus*	5	Cha	*Chaetodon melannotus*	1
Pom	*Chromis margaritifer*	5	Cha	*Chaetodon pelewensis*	1
Pom	*Pomacentrus moluccensis*	5	Cha	*Chaetodon trifascialis*	1
Sca	*Scarus schlegeli*	5	Cha	*Chaetodon ulietensis*	1
Sig	*Siganus doliatus*	5	Cha	*Chaetodon unimaculatus*	1
Cae	*Caesio caerulaurea*	4	Cha	*Heniochus monoceros*	1
Cha	*Chaetodon plebeius*	4	Cha	*Heniochus singularus*	1

Cha	*Heniochus acuminatus*	4	Cha	*Heniochus varius*	1
Lab	*Epibulus insidiator*	4	Eng	*Stolephorus spp*	1
Lab	*Thalassoma lutescens*	4	Epi	*Cephalopholis sonnerati*	1
Let	*Lethrinus nebulosus*	4	Epi	*Epinephelus cyanopodus*	1
Lut	*Lutjanus ehrenbergii*	4	Epi	*Epinephelus ongus*	1
Pin	*Parapercis hexophtalma*	4	Epi	*Epinephelus rivulatus*	1
Poc	*Centropyge bispinosa*	4	Hae	*Plecto. flavomaculatus*	1
Pom	*Amblyglyphidodon orbicularis*	4	Hae	*Plectorhinchus chaetodonoides*	1
Pom	*Chrysiptera taupou*	4	Hae	*Plectorhinchus lineatus*	1
Pom	*Dascyllus aruanus*	4	Hae	*Plectorhinchus pictum*	1
Pom	*Dascyllus reticulatus*	4	Hae	*Plectorhinchus picus*	1
Sca	*Scarus ghobban*	4	Lab	*Anampses caeruleopunctatus*	1
Aul	*Aulostomus chinensis*	3	Lab	*Anampses femininus*	1
Ble	*Meiacanthus atrodorsalis*	3	Lab	*Bodianus perditio*	1
Cha	*Chaetodon auriga*	3	Lab	*Cheilinus trilobatus*	1
Cha	*Chaetodon baronessa*	3	Lab	*Cirrhilabrus punctatus*	1
Cha	*Chaetodon bennetti*	3	Lab	*Coris centralis*	1
Cha	*Chaetodon flavirostris*	3	Lab	*Epibulus incidiator*	1
Cha	*Chaetodon lunulatus*	3	Lab	*Labropsis australis*	1
Cha	*Coradion altivelis*	3	Lab	*Oxycheilinus diagrammus*	1
Das	*Dasyatis kuhlii*	3	Lab	*Oxycheilinus unifasciatus*	1
Epi	*Cephalopholis boenak*	3	Lab	*Pteragogus cryptus*	1
Epi	*Epinephelus merra*	3	Lab	*Thalassoma hardwicke*	1
Gob	*Amblygobius phalaena*	3	Let	*Gymnocranius euanus*	1
Lab	*Bodianus axillaris*	3	Let	*Lethrinus atkinsoni*	1
Lab	*Halichoeres hortulanus*	3	Let	*Lethrinus miniatus*	1
Mul	*Parupeneus spilurus*	3	Lut	*Lutjanus argentimaculatus*	1
Poc	*Chaetodontoplus conspicillatus*	3	Lut	*Lutjanus bohar*	1
Pom	*Amblyglyphidodon aureus*	3	Lut	*Lutjanus fulvus*	1
Pom	*Amphiprion chrysopterus*	3	Lut	*Lutjanus monostigma*	1
Sca	*Scarus altipinnis*	3	Mic	*Ptereleotris evides*	1
Aca	*Acanthurus nigricauda*	2	Mon	*Aluterus scriptus*	1
Bal	*Sufflamen fraenatus*	2	Mul	*Parupenaeus ciliatus*	1
Ble	*Plagiotremus atrodorsalis*	2	Mul	*Parupenaeus multifasciatus*	1
Car	*Scomberoides lysan*	2	Mul	*Parupenaeus spilurus*	1
Cha	*Chaetodon speculum*	2	Mul	*Parupeneus barberinoides*	1
Cha	*Chaetodon vagabundus*	2	Mul	*Parupeneus multifasciatus*	1
Epi	*Epinephelus coioides*	2	Mur	*Gymnothorax javanicus*	1
Gob	*Valenciennea puellaris*	2	Mur	*Siderea picta*	1
Gra	*Diploprion bifasciatum*	2	Ost	*Ostracion cubicus*	1
Hae	*Plectorhinchus flavomaculatus*	2	Pin	*Parapercis flavissima*	1
Hol	*Sargocentron spiniferum*	2	Poc	*Centropyge nox*	1
Lab	*Bodianus loxozonus*	2	Poc	*Pomacanthus semicirculatus*	1
Lab	*Bodianus mesothorax*	2	Poc	*Pomacentrus moluccensis*	1
Lab	*Cheilinus fasciatus*	2	Pom	*Abudefduf sexfasciatus*	1
Lab	*Coris aygula*	2	Pom	*Amblyglyphidodon curacao*	1
Lab	*Labroides bicolor*	2	Pom	*Amblyglyphidodon melanopterus*	1
Lab	*Oxycheilinus celebicus*	2	Pom	*Amblyglyphidodon ternatensis*	1
Lab	*Stethojulis bandanensis*	2	Pom	*Chromis fumea*	1
Lut	*Aprion virescens*	2	Pom	*Chromis iomelas*	1
Lut	*Lutjanus fulviflamma*	2	Pom	*Chromis xanthura*	1
Mul	*Mulloidichthys flavolineatus*	2	Pom	*Neopomacentrus taeniurus*	1
Mul	*Parupeneus ciliatus*	2	Pom	*Pomacentrus bankanensis*	1
Mul	*Parupeneus cyclostomus*	2	Pom	*Pomacentrus brachialis*	1
Mul	*Parupeneus indicus*	2	Pom	*Pomacentrus chrysurus*	1
Poc	*Centropyge flavissima*	2	Pom	*Pomacentrus nagasakiensis*	1
Pom	*Chromis atripectoralis*	2	Pom	*Pomacentrus philippinus*	1
Pom	*Neopomacentrus nemurus*	2	Pom	*Stegastes albifasciatus*	1
Pom	*Pomacentrus cœlestis*	2	Pse	*Cypho purpurascens*	1
Pom	*Stegastes aureus*	2	Pse	*Pictichromis coralensis*	1

Sca	*Scarus chameleon*	2	Pse	*Pseudochromis paccagnellae*	1
Sca	*Scarus flavipectoralis*	2	Sca	*Cetoscarus ocellatus*	1
Sca	*Scarus frenatus*	2	Sca	*Hipposcarus longiceps*	1
Sca	*Scarus rivulatus*	2	Sca	*Hipposcarus longipes*	1
Sca	*Scarus rubroviolaceus*	2	Sca	*Scarus niger*	1
Sig	*Siganus argenteus*	2	Sca	*Scarus spinus*	1
Sig	*Siganus puellus*	2	Sco	*Scomberomorus commerson*	1
Sig	*Siganus vulpinus*	2	Sig	*Siganus canaliculatus*	1
					200 espèces

Tableau n°186 : Annexe 06 : Liste des espèces de poissons (et nombre de fois vues) depuis 2007 (ST06)

Fam	Espèces	Somme	Fam	Espèces	Somme
Aca	*Acanthurus blochii*	6	Mul	*Parupeneus cyclostomus*	2
Aca	*Ctenochaetus striatus*	6	Mul	*Parupeneus multifasciatus*	2
Aca	*Naso unicornis*	6	Nem	*Pentapodus aureofasciatus*	2
Ant	*Pseudanthias pascalus*	6	Pin	*Parapercis clathrata*	2
Bal	*Sufflamen fraenatus*	6	Poc	*Apolemichthys trimaculatus*	2
Epi	*Cephalopholis urodeta*	6	Poc	*Pomacanthus sexstriatus*	2
Epi	*Plectropomus leopardus*	6	Pom	*Chromis amboinensis*	2
Lab	*Anampses neoguinaicus*	6	Pom	*Chromis xanthura*	2
Lab	*Gomphosus varius*	6	Pte	*Ptereleotris evides*	2
Lab	*Halichoeres hortulanus*	6	Sca	*Scarus bicolor*	2
Lab	*Labroides dimidiatus*	6	Sca	*Scarus flavipectoralis*	2
Lab	*Thalassoma lunare*	6	Sca	*Scarus psittacus*	2
Lab	*Thalassoma lutescens*	6	Scom	*Scomberomorus commerson*	2
Lab	*Thalassoma nigrofascitus*	6	Aca	*Acanthurus achilles*	1
Nem	*Scolopsis bilineatus*	6	Aca	*Acanthurus albipectoralis*	1
Poc	*Centropyge bicolor*	6	Aca	*Acanthurus lineatus*	1
Pom	*Chrysiptera rollandi*	6	Aca	*Acanthurus olivaceus*	1
Pom	*Chrysiptera taupou*	6	Aca	*Acanthurus xanthopterus*	1
Pom	*Dascyllus reticulatus*	6	Aca	*Naso caesius*	1
Pom	*Pomacentrus moluccensis*	6	Aca	*Naso hexacanthus*	1
Aca	*Acanthurus mata*	5	Aca	*Naso lituratus*	1
Aca	*Zebrasoma scopas*	5	Aca	*Naso maculatus*	1
Aca	*Zebrasoma veliferum*	5	Aca	*Naso vlamingii*	1
Cha	*Chaetodon pelewensis*	5	Aca	*Prionurus maculatus*	1
Epi	*Epinephelus maculatus*	5	Apo	*Cheilodipterus quinquelineatus*	1
Epi	*Plectropomus laevis*	5	Bal	*Sufflamen chrysopterus*	1
Hae	*Plectorhinchus chaetodonoides*	5	Ble	*Atrosalarias fuscus*	1
Lab	*Bodianus perditio*	5	Car	*Alectis ciliaris*	1
Let	*Lethrinus nebulosus*	5	Car	*Carangoides gymnostethus*	1
Lut	*Lutjanus adetii*	5	Car	*Caranx ignobilis*	1
Poc	*Centropyge bispinosa*	5	Car	*Caranx sexfasciatus*	1
Poc	*Centropyge tibicen*	5	Car	*Gnathanodon speciosus*	1
Pom	*Chromis fumea*	5	Carc	*Triaenodon obesus*	1
Sca	*Scarus schlegeli*	5	Cha	*Chaetodon auriga*	1
Sig	*Siganus punctatus*	5	Cha	*Chaetodon bennetti*	1
Aca	*Acanthurus dussumieri*	4	Cha	*Chaetodon citrinellus*	1
Aca	*Naso tonganus*	4	Cha	*Chaetodon guentheri*	1
Cha	*Chaetodon kleinii*	4	Cha	*Chaetodon lunulatus*	1
Cha	*Chaetodon mertensii*	4	Cha	*Chaetodon trifascialis*	1
Cha	*Chaetodon speculum*	4	Cha	*Chaetodon unimaculatus*	1
Epi	*Cromileptes altivelis*	4	Cha	*Heniochus christosomus*	1
Epi	*Epinephelus fasciatus*	4	Dus	*Spratelloides gracilis*	1
Lab	*Cheilinus chlorourus*	4	Epi	*Cephalopholis argus*	1
Lab	*Halichoeres prosopeion*	4	Epi	*Cephalopholis miniata*	1
Lut	*Aprion virescens*	4	Epi	*Epinephelus coioides*	1
Pom	*Chromis margaritifer*	4	Epi	*Epinephelus cyanopodus*	1
Pom	*Pomacentrus chrysurus*	4	Gob	*Bryaninops ampulus*	1

Pom	*Pomacentrus imitator*	4	Hae	*Plectorhinchus albovittatus*	1
Pom	*Pomacentrus nagasakiensis*	4	Hae	*Plectorhinchus pictum*	1
Sig	*Siganus corallinus*	4	Hol	*Sargocentron spiniferum*	1
Ant	*Pseudanthias pictilis*	3	Lab	*Anampses geographicus*	1
Bal	*Balistoides conspicillum*	3	Lab	*Anampses meleagrides*	1
Ble	*Meiacanthus atrodorsalis*	3	Lab	*Bodianus diana*	1
Cae	*Caesio caerulaurea*	3	Lab	*Cheilinus fasciatus*	1
Cha	*Chaetodon ulietensis*	3	Lab	*Oxycheilinus celebicus*	1
Cha	*Chaetodon vagabundus*	3	Lab	*Stethojulis bandanensis*	1
Cha	*Forcipiger flavissima*	3	Lab	*Thalassoma hardwicke*	1
Cha	*Heniochus varius*	3	Let	*Aprion virescens*	1
Cir	*Cirrhitichthys falco*	3	Let	*Lethrinus miniatus*	1
Cir	*Paracirrhites arcatus*	3	Let	*Monotaxis grandoculis*	1
Cir	*Paracirrhites forsteri*	3	Let	*Monotaxis heterodon*	1
Hae	*Plectorhinchus picus*	3	Lut	*Lutjanus fulvus*	1
Lab	*Bodianus axillaris*	3	Lut	*Lutjanus gibbus*	1
Lab	*Coris aygula*	3	Lut	*Lutjanus quinquelineatus*	1
Lab	*Coris batuensis*	3	Lut	*Macolor niger*	1
Lab	*Halichoeres melanurus*	3	Lut	*Lutjanus bohar*	1
Lab	*Labroides bicolor*	3	Mic	*Gunnellichthys curiosus*	1
Let	*Lethrinus atkinsoni*	3	Mon	*Aluterus scriptus*	1
Lut	*Lutjanus bohar*	3	Mul	*Parupeneus barberinoides*	1
Mul	*Parupenaeus multifasciatus*	3	Mul	*Parupeneus barberinus*	1
Poc	*Centropyge flavissima*	3	Mul	*Parupeneus crassilabris*	1
Poc	*Pomacanthus semicirculatus*	3	Mur	*Gymnothorax meleagris*	1
Pom	*Chromis iomelas*	3	Nem	*Pentapodus sp*	1
Pom	*Chrysiptera unimaculata*	3	Poc	*Genicanthus melanospilos*	1
Pom	*Plectroglyphidodon lacrymatus*	3	Poc	*Genicanthus watanabei*	1
Pom	*Pomacentrus bankanensis*	3	Poc	*Pomacanthus chrysurus*	1
Sca	*Cetoscarus ocellatus*	3	Poc	*Pygoplites diacanthus*	1
Sca	*Chlorurus sordidus*	3	Pom	*Abudefduf sexfasciatus*	1
Sca	*Scarus altipinnis*	3	Pom	*Amblyglyphidodon aureus*	1
Sca	*Scarus rubroviolaceus*	3	Pom	*Chrysiptera brownriggii*	1
Aca	*Naso brevirostris*	2	Pom	*Chrysiptera rex*	1
Bal	*Sufflamen bursa*	2	Pom	*Dascyllus trimaculatus*	1
Ble	*Ecsenius bicolor*	2	Pom	*Neopomacentrus filamentosus*	1
Can	*Canthigaster valentini*	2	Pom	*plectroglyphidodon johnstonianus*	1
Cha	*Chaetodon flavirostris*	2	Pom	*Pomacentrus amboinensis*	1
Epi	*Anyperodon leucogrammicus*	2	Sca	*Chlorurus microrhinos*	1
Epi	*Epinephelus howlandi*	2	Sca	*Scarus chameleon*	1
Lab	*Anampses femininus*	2	Sca	*Scarus forsteni*	1
Lab	*Bodianus loxozonus*	2	Sca	*Scarus frenatus*	1
Lab	*Epibulus insidiator*	2	Sca	*Scarus ghobban*	1
Lab	*Halichoeres biocellatus*	2	Sca	*Scarus globiceps*	1
Lab	*Hemigymnus fasciatus*	2	Sca	*Scarus rivulatus*	1
Lab	*Hemigymnus melapterus*	2	Sca	*Scarus frenatus*	1
Lab	*Oxycheilinus sp*	2	Syn	*Saurida gracilis*	1
Lut	*Lutjanus argentimaculatus*	2	Syn	*Synodus variegatus*	1
Mic	*Ptereleotris evides*	2			191 espèces

Tableau n°187 : Annexe 06 : Liste des espèces de poissons (et nombre de fois vues) depuis 2007 (ST07)

Fam	Espèces	Somme	Fam	Espèces	Somme
Aca	*Ctenochaetus striatus*	6	Epi	*Cephalopholis miniata*	2
Aca	*Zebrasoma scopas*	6	Epi	*Epinephelus merra*	2
Bal	*Sufflamen fraenatus*	6	Epi	*Variola louti*	2
Cha	*Chaetodon baronessa*	6	Hae	*Plectorhinchus picus*	2
Cha	*Chaetodon mertensii*	6	Lab	*Cheilinus trilobatus*	2
Epi	*Cromileptes altivelis*	6	Lab	*Chelinus chlorourus*	2
Epi	*Plectropomus leopardus*	6	Lab	*Chelinus fasciatus*	2

Lab	*Anampses femininus*	6	Lab	*Coris gaimard*	2
Lab	*Anampses neoguinaicus*	6	Lab	*Halichoeres argus*	2
Lab	*Bodianus axillaris*	6	Lab	*Macropharyngodon meleagris*	2
Lab	*Halichoeres prosopeion*	6	Mon	*Oxymonacanthus longirostris*	2
Lab	*Hemigymnus fasciatus*	6	Mon	*Pervagor melanocephalus*	2
Lab	*Hemigymnus melapterus*	6	Mul	*Parupeneus barberinus*	2
Lab	*Thalassoma lunare*	6	Nem	*Pentapodus caninus*	2
Lab	*Thalassoma lutescens*	6	Poc	*Centropyge bispinosa*	2
Lab	*Thalassoma nigrofasciatum*	6	Poc	*Pomacanthus sexstriatus*	2
Nem	*Scolopsis bilineatus*	6	Pom	*Abudefduf sexfasciatus*	2
Poc	*Centropyge bicolor*	6	Pom	*Amblyglyphidodon curacao*	2
Poc	*Centropyge tibicen*	6	Pom	*Amblyglyphidodon orbicularis*	2
Pom	*Amphiprion chrysopterus*	6	Pom	*Chromis amboinensis*	2
Pom	*Chromis margaritifer*	6	Pom	*Chromis atripectoralis*	2
Pom	*Dascyllus reticulatus*	6	Pom	*Chromis leucura*	2
Sca	*Chlorurus sordidus*	6	Pom	*Pomacentrus chrysurus*	2
Sca	*Scarus rubroviolaceus*	6	Sca	*Chlorurus microrhinos*	2
Sca	*Scarus schlegeli*	6	Sca	*Scarus altipinnis*	2
Aca	*Acanthurus mata*	5	Sig	*Siganus punctatus*	2
Aca	*Naso unicornis*	5	Aca	*Naso brevirostris*	1
Cha	*Chaetodon kleinii*	5	Aca	*Naso hexacanthus*	1
Cha	*Chaetodon pelewensis*	5	Aca	*Naso lituratus*	1
Cir	*Paracirrhites forsteri*	5	Aca	*Naso lopezi*	1
Epi	*Cephalopholis urodeta*	5	Ant	*Pseudanthias hypselosoma*	1
Lab	*Gomphosus varius*	5	Ant	*Pseudanthias pasqualus*	1
Lab	*Oxycheilinus unifasciatus*	5	Bal	*Sufflamen chrysopterus*	1
Lut	*Aprion virescens*	5	Ble	*Exallias brevis*	1
Mul	*Parupeneus barberinoides*	5	Cae	*Pterocaesio diagramma*	1
Pom	*Dascyllus trimaculatus*	5	Car	*Caranx ignobilis*	1
Pom	*Plectroglyphidodon lacrymatus*	5	Car	*Caranx melampygus*	1
Aca	*Acanthurus blochii*	4	Car	*Elagatis bipinnulata*	1
Aca	*Naso tonganus*	4	Carc	*Carcharhinus amblyrhynchos*	1
Ant	*Pseudanthias pascalus*	4	Carc	*Carcharhinus plumbeus*	1
Cha	*Heniochus varius*	4	Cha	*Chaetodon lunula*	1
Epi	*Epinephelus maculatus*	4	Cha	*Chaetodon ornatissimus*	1
Epi	*Epinephelus polyphekadion*	4	Cha	*Chaetodon speculum*	1
Epi	*Plectropomus laevis*	4	Cha	*Chaetodon trifascialis*	1
Lab	*Anampses caeruleopunctatus*	4	Cha	*Forcipiger flavissima*	1
Lab	*Bodianus perditio*	4	Cha	*Forcipiger longirostris*	1
Lab	*Cheilinus chlorourus*	4	Cha	*Heniochus chrisostomus*	1
Lab	*Coris aygula*	4	Cha	*Heniochus monoceros*	1
Lab	*Epibulus insidiator*	4	Dus	*Spratelloides gracilis*	1
Lab	*Halichoeres melanurus*	4	Epi	*Cephalopholis sonnerati*	1
Lab	*Labroides dimidiatus*	4	Epi	*Epinephelus coioides*	1
Lut	*Lutjanus bohar*	4	Epi	*Epinephelus ongus*	1
Lut	*Macolor niger*	4	Hae	*Plectorhinchus flavomaculatus*	1
Mic	*Ptereleotris evides*	4	Hol	*Myripristis berndti*	1
Pin	*Parapercis hexophtalma*	4	Lab	*Choerodon graphicus*	1
Poc	*Pomacanthus semicirculatus*	4	Lab	*Cirrhilabrus dumminckii*	1
Pom	*Chromis fumea*	4	Lab	*Coris dorsomacula*	1
Pom	*Chromis weberi*	4	Lab	*Coris pictoides*	1
Pom	*Chrysiptera rollandi*	4	Lab	*Halichoeres pallidus*	1
Pom	*Chrysiptera taupou*	4	Lab	*Halichoeres trimaculatus*	1
Pom	*Pomacentrus bankanensis*	4	Lab	*Hologymnosus annulatus*	1
Pom	*Pomacentrus moluccensis*	4	Lab	*Hologymnosus doliatus*	1
Pom	*Pomacentrus nagasakiensis*	4	Lab	*Pseudocheilinus (ocellatus)*	1
Sca	*Scarus bleekeri*	4	Lab	*Pseudojuloides cerasinus*	1
Ant	*Pseudanthias pictilis*	3	Lab	*Thalassoma amblycephalum*	1
Ble	*Meiacanthus atrodorsalis*	3	Lab	*Thalassoma hardwicke*	1
Can	*Canthigaster valentini*	3	Let	*Gymnocranius euanus*	1

Cha	*Chaetodon auriga*	3	Let	*Lethrinus nebulosus*	1
Cha	*Chaetodon lunulatus*	3	Let	*Lethrinus olivaceus*	1
Cha	*Chaetodon ulietensis*	3	Lut	*Lutjanus adetii*	1
Cir	*Cirrhitichthys falco*	3	Lut	*Lutjanus argentimaculatus*	1
Epi	*Anyperodon leucogrammicus*	3	Mic	*Gunnellichthys curiosus*	1
Epi	*Epinephelus cyanopodus*	3	Mic	*Ptereleostris evides*	1
Hae	*Plectorhinchus chaetodonoides*	3	Mon	*Cantherhines fronticintus*	1
Hol	*Sargocentron spiniferum*	3	Mul	*Parupeneus indicus*	1
Lab	*Bodianus loxozonus*	3	Mul	*Parupeneus multifasciatus*	1
Lab	*Cheilinus fasciatus*	3	Mur	*Gymnothorax javanicus*	1
Lab	*Choerodon fasciatus*	3	Ost	*Ostracion cubicus*	1
Lab	*Coris batuensis*	3	Pin	*Parapercis millipunctata*	1
Lab	*Halichoeres biocellatus*	3	Pom	*Abudefduf sordidus*	1
Lab	*Halichoeres hortulanus*	3	Pom	*Amphiprion perideraion*	1
Lab	*Halichoeres marginatus*	3	Pom	*Chromis retrofasciata*	1
Poc	*Centropyge flavissima*	3	Pom	*Chromis ternatensis*	1
Poc	*Genicanthus watanabei*	3	Pom	*Chrysiptera rex*	1
Pom	*Amblyglyphidodon aureus*	3	Pom	*Dascyllus aruanus*	1
Pom	*Chromis iomelas*	3	Pom	*Neoglyphidodon melas*	1
Pom	*Plectroglyphidodon johnstonianus*	3	Pom	*Neoglyphidodon polyacanthus*	1
Sca	*Scarus forsteni*	3	Pom	*Plectroglyphidodon dickii*	1
Scom	*Scomberomorus commerson*	3	Pom	*Plectroglyphidodon leucozonus*	1
Aca	*Acanthurus dussumieri*	2	Sca	*Scarus flavipectoralis*	1
Aca	*Acanthurus xanthopterus*	2	Sca	*Scarus ghobban*	1
Aca	*Zebrasoma veliferum*	2	Sca	*Scarus longipinnis*	1
Aul	*Aulostomus chinensis*	2	Sca	*Scarus pisittacus*	1
Cae	*Caesio caerulaurea*	2	Sca	*Scarus rivulatus*	1
Car	*Caranx sexfasciatus*	2	Sca	*Scarus spinus*	1
Car	*Gnathanodon speciosus*	2	Scom	*Euthynnus affinis*	1
Carc	*Carcharhinus albimarginatus*	2	Sig	*Siganus argenteus*	1
Cha	*Chaetodon citrinellus*	2	Sig	*Siganus corallinus*	1
Cha	*Coradion altivelis*	2	Sig	*Siganus spinus*	1
Cha	*Heniochus acuminatus*	2	Syn	*Synodus variegatus*	1
Cir	*Oxycirrhites typus*	2			201 espèces

Tableau n°188 : Annexe 06 : Liste des espèces de poissons (et nombre de fois vues) depuis 2007 (ST08)

Fam	Espèces	Somme	Fam	Espèces	Somme
Aca	*Zebrasoma veliferum*	6	Micr	*Ptereleotris monoptera*	2
Bal	*Sufflamen fraenatus*	6	Mon	*Oxymonacanthus longirostris*	2
Cha	*Chaetodon plebeius*	6	Mul	*Parupeneus indicus*	2
Epi	*Plectropomus leopardus*	6	Pom	*Amblyglyphidodon orbicularis*	2
Lab	*Bodianus perditio*	6	Pri	*Priacanthus hamrur*	2
Lab	*Thalassoma lunare*	6	Sca	*Scarus altipinnis*	2
Lab	*Thalassoma lutescens*	6	Sca	*Scarus flavipectoralis*	2
Poc	*Centropyge bicolor*	6	Zan	*Zanclus cornatus*	2
Pom	*Chrysiptera taupou*	6	Aca	*Acanthurus dussumieri*	1
Pom	*Dascyllus reticulatus*	6	Apo	*Apogon doederleini*	1
Pom	*Pomacentrus moluccensis*	6	Apo	*Apogon novemfasciatus*	1
Sca	*Chlorurus sordidus*	6	Apo	*Apogon selas*	1
Aca	*Acanthurus blochii*	5	Apo	*Cheilinodipterus macrodon*	1
Aca	*Zebrasoma scopas*	5	Bal	*Pseudobalistes flavimarginatus*	1
Can	*Canthigaster valentini*	5	Bal	*Sufflamen chrysopterus*	1
Cha	*Chaetodon mertensii*	5	Ble	*Meiacanthus atrodorsalis*	1
Lab	*Anampses neoguinaicus*	5	Cha	*Chaetodon citrinellus*	1
Lab	*Gomphosus varius*	5	Cha	*Chaetodon ephippium*	1
Lab	*Halichoeres prosopeion*	5	Cha	*Chaetodon lunula*	1
Lab	*Hemigymnus melapterus*	5	Cha	*Chaetodon melannotus*	1
Lab	*Labroides dimidiatus*	5	Cha	*Chaetodon pelewensis*	1
Nem	*Scolopsis bilineatus*	5	Cha	*Chaetodon reticulatus*	1

Poc	*Centropyge tibicen*	5	Cha	*Chaetodon trifasciatus*	1
Pom	*Chromis margaritifer*	5	Cha	*Heniochus chrysostomus*	1
Pom	*Chrysiptera rollandi*	5	Epi	*Epinephelus coioides*	1
Sig	*Siganus doliatus*	5	Epi	*Epinephelus fasciatus*	1
Aca	*Ctenochaetus striatus*	4	Epi	*Epinephelus malabaricus*	1
Ble	*Cirripectes stigmaticus*	4	Gob	*Amblygobius sp*	1
Cae	*Caesio caerulaurea*	4	Hae	*Plectorhinchus chaetodonoides*	1
Cha	*Chaetodon baronessa*	4	Hae	*Plectorhinchus lineatus*	1
Cha	*Chaetodon ulietensis*	4	Hol	*Myripristis hexagona*	1
Cha	*Heniochus monoceros*	4	Hol	*Myripristis murdjan*	1
Cha	*Heniochus varius*	4	Hol	*Sargocentron ensiferum*	1
Gra	*Diploprion bifasciatum*	4	Lab	*Bodianus bilunulatus*	1
Lab	*Bodianus loxozonus*	4	Lab	*Cheilinus trilobatus*	1
Lab	*Cheilinus chlorourus*	4	Lab	*Cheilinus undulatus*	1
Lab	*Coris batuensis*	4	Lab	*Coris dorsomacula*	1
Pin	*Parapercis hexophtalma*	4	Lab	*Epibulus insidiator*	1
Pom	*Amphiprion clarkii*	4	Lab	*Halichoeres argus*	1
Aca	*Naso unicornis*	3	Lab	*Halichoeres hortulanus*	1
Ble	*Cirripectes speculum*	3	Lab	*Labrichthys unilineatus*	1
Cha	*Chaetodon lunulatus*	3	Lab	*Labropsis australis*	1
Cha	*Chaetodon speculum*	3	Lab	*Macropharyngodon negrosensis*	1
Cha	*Chaetodon vagabundus*	3	Lab	*Oxycheilinus sp*	1
Cir	*Cirrhitichthys falco*	3	Lab	*Thalassoma nigrofasciatum*	1
Epi	*Epinephelus maculatus*	3	Lat	*Goniistius vestitus*	1
Lab	*Anampses femininus*	3	Mic	*Nemateleotris magnifica*	1
Lab	*Halichoeres melanurus*	3	Mon	*Pervagor janthinosoma*	1
Lab	*Oxycheilinus diagrammus*	3	Mul	*Parupeneus barberinoides*	1
Lab	*Oxycheilinus unifasciatus*	3	Nem	*Pentapodus aureofasciatus*	1
Mul	*Parupeneus multifasciatus*	3	Ost	*Ostracion cubicus*	1
Poc	*Centropyge bispinosa*	3	Ple	*Assessor macneilli*	1
Poc	*Centropyge flavissima*	3	Poc	*Pomacanthus sexstriatus*	1
Pom	*Chromis viridis*	3	Poc	*Pygoplites diacanthus*	1
Pom	*Dascyllus aruanus*	3	Pom	*Abudefduf whitleyi*	1
Pom	*Neoglyphidodon nigroris*	3	Pom	*Amblyglyphidodon aureus*	1
Sca	*Scarus frenatus*	3	Pom	*Chromis agilis*	1
Sca	*Scarus ghobban*	3	Pom	*Chromis amboinensis*	1
Aca	*Acanthurus olivaceus*	2	Pom	*Chromis analis*	1
Aul	*Aulostomus chinensis*	2	Pom	*Chromis atripectoralis*	1
Cha	*Chaetodon flavirostris*	2	Pom	*Chromis chrysura*	1
Cha	*Chaetodon trifascialis*	2	Pom	*Chromis leucura*	1
Cha	*Heniochus acuminatus*	2	Pom	*Chrysiptera unimaculata*	1
Epi	*Epinephelus howlandi*	2	Pom	*Pomacentrus bankanensis*	1
Epi	*Epinephelus merra*	2	Pom	*Pomacentrus chrysurus*	1
Epi	*Plectropomus laevis*	2	Pom	*Pomacentrus coelestis*	1
Hae	*Plectorhinchus pictus*	2	Pom	*Pomacentrus nagasakiensis*	1
Lab	*Bodianus axillaris*	2	Pom	*Pomacentrus pavo*	1
Lab	*Chelinus chlorourus*	2	Pom	*Pomacentrus vaiuli*	1
Lab	*Choerodon graphicus*	2	Sca	*Chlorurus microrhinos*	1
Lab	*Cirrhilabrus exquisitus*	2	Sca	*Scarus bleekeri*	1
Lab	*Cirrhilabrus laboutei*	2	Sca	*Scarus rivulatus*	1
Lab	*Coris aygula*	2	Sca	*Scarus schlegeli*	1
Lab	*Coris gaimard*	2	Sca	*Scarus spinus*	1
Lab	*Hemigymnus fasciatus*	2	Sig	*Siganus corllinus*	1
Lab	*Pseudodax moluccanus*	2	Sig	*Siganus vulpinus*	1
Mic	*Gunnellichthys curiosus*	2	Sph	*Sphyraena barracuda*	1
Mic	*Ptereleotris evides*	2	Syn	*Synodus variegatus*	1

156 espèces

Tableau n°189 : Annexe 06 : Liste des espèces de poissons (et nombre de fois vues) depuis 2007 (ST09)

Fam	Espèces	Somme	Fam	Espèces	Somme
Aca	*Ctenochaetus striatus*	6	Cir	*Cyprinocirrhites polyactis*	2
Bal	*Sufflamen fraenatus*	6	Lab	*Anampses caeruleopunctatus*	2
Cha	*Chaetodon kleinii*	6	Lab	*Cheilinus fasciatus*	2
Cir	*Cirrhitichthys falco*	6	Lab	*Halichoeres prosopeion*	2
Epi	*Cephalopholis urodeta*	6	Poc	*Genicanthus watanabei*	2
Lab	*Anampses neoguinaicus*	6	Pom	*Amphiprion chrisopterus*	2
Lab	*Thalassoma lunare*	6	Pom	*Chromis iomelas*	2
Lab	*Thalassoma lutescens*	6	Pom	*Chromis ternatensis*	2
Lab	*Thalassoma nigrofasciatum*	6	Pom	*Chrysiptera starcki*	2
Mul	*Parupeneus barberinoides*	6	Pom	*Pomacentrus chrysurus*	2
Poc	*Centropyge bicolor*	6	Sca	*Scarus altipinnis*	2
Poc	*Centropyge bispinosa*	6	Sca	*Scarus ghobban*	2
Poc	*Centropyge tibicen*	6	Sig	*Siganus spinus*	2
Pom	*Chrysiptera taupou*	6	Aca	*Acanthurus pyroferus*	1
Aca	*Acanthurus blochii*	5	Aca	*Acanthurus xanthopterus*	1
Aca	*Naso tonganus*	5	Aca	*Naso brevirostris*	1
Aca	*Naso unicornis*	5	Aca	*Prionurus maculatus*	1
Aca	*Zebrasoma veliferum*	5	Aca	*Zebrasoma scopas*	1
Ant	*Pseudanthias pascalus*	5	Bal	*Balistoides viridescens*	1
Ant	*Pseudanthias pictilis*	5	Bal	*Odonus niger*	1
Can	*Canthigaster valentini*	5	Ble	*Cirrhipectes castaneus*	1
Cha	*Chaetodon mertensii*	5	Ble	*Cirrhipectes stigmaticus*	1
Cir	*Paracirrhites forsteri*	5	Cae	*Pterocaesio trilineata*	1
Lab	*Bodianus perditio*	5	Can	*Canthigaster janthinoptera*	1
Lab	*Coris batuensis*	5	Car	*Caranx ignobilis*	1
Lab	*Macropharyngodon meleagris*	5	Car	*Caranx melampygus*	1
Pom	*Chromis fumea*	5	Car	*Pseudocaranx dentex*	1
Pom	*Pomacentrus bankanensis*	5	Carc	*Carcharhinus albimarginatus*	1
Sca	*Chlorurus sordidus*	5	Cha	*Chaetodon melannotus*	1
Aca	*Acanthurus mata*	4	Cha	*Chaetodon speculum*	1
Ant	*Pseudanthias dispar*	4	Cha	*Heniochus acuminatus*	1
Ant	*Pseudanthias squamipinnis*	4	Cha	*Heniochus varius*	1
Bal	*Sufflamen chrysopterus*	4	Dio	*Diodon hystrix*	1
Cha	*Chaetodon auriga*	4	Epi	*Cephalopholis argus*	1
Cha	*Chaetodon citrinellus*	4	Epi	*Epinephelus cyanopodus*	1
Cha	*Chaetodon pelewensis*	4	Epi	*Epinephelus howlandi*	1
Cha	*Chaetodon plebeius*	4	Gob	*Valenciennea strigata*	1
Epi	*Epinephelus fasciatus*	4	Lab	*Anampses meleagrides*	1
Epi	*Plectropomus leopardus*	4	Lab	*Bodianus axillaris*	1
Epi	*Variola louti*	4	Lab	*Bodianus diana*	1
Lab	*Cheilinus chlorourus*	4	Lab	*Bodianus loxozonus*	1
Lab	*Cheilinus undulatus*	4	Lab	*Choerodon jordani*	1
Lab	*Coris dorsomacula*	4	Lab	*Cirrhilabrus laboutei*	1
Lab	*Gomphosus varius*	4	Lab	*Diproctacanthus xanthurus*	1
Lab	*Halichoeres hortulanus*	4	Lab	*Halichoeres argus*	1
Lab	*Labroides dimidiatus*	4	Lab	*Halichoeres melanurus*	1
Lab	*Oxycheilinus diagrammus*	4	Lab	*Labroides bicolor*	1
Mic	*Ptereleotris evides*	4	Lab	*Labropsis xanthonota*	1
Nem	*Pentapodus aureofasciatus*	4	Lab	*Oxycheilinus unifasciatus*	1
Pom	*Dascyllus reticulatus*	4	Lab	*Stethojulis bandanensis*	1
Aca	*Acanthurus albipectoralis*	3	Lab	*Thalassoma amblycephalum*	1
Aca	*Acanthurus dussumieri*	3	Lab	*Thalassoma hardwicke*	1
Aca	*Acanthurus nigricans*	3	Let	*Lethrinus olivaceus*	1
Aul	*Aulostomus chinensis*	3	Mon	*Aluterus scriptus*	1
Cha	*Chaetodon vagabundus*	3	Mul	*Parupeneus cyclostomus*	1
Cir	*Paracirrhites arcatus*	3	Mul	*Parupeneus multifasciatus*	1
Lab	*Anampses femininus*	3	Mur	*Gymnothorax javanicus*	1

Lab	*Chelinus chlorourus*	3	Nem	*Pentapodus sp*	1
Lut	*Aprion virescens*	3	Poc	*Centropyge flavissima*	1
Lut	*Lutjanus bohar*	3	Pom	*Amphiprion akyndinos*	1
Nem	*Scolopsis bilineatus*	3	Pom	*Chromis amboinensis*	1
Pin	*Parapercis hexophtalma*	3	Pom	*Chromis xanthura*	1
Poc	*Pomacanthus imperator*	3	Pom	*Neoglyphidodon polyacanthus*	1
Poc	*Pomacanthus semicirculatus*	3	Pom	*Plectroglyphidodon johnstonianus*	1
Poc	*Pomacanthus sexstriatus*	3	Pom	*Plectroglyphidodon leucozonus*	1
Pom	*Amphiprion clarkii*	3	Pom	*Pomacentrus amboinensis*	1
Pom	*Chromis margaritifer*	3	Pom	*Pomacentrus coelestis*	1
Pom	*Chrysiptera biocellata*	3	Pom	*Pomacentrus philippinus*	1
Pom	*Pomacentrus nagasakiensis*	3	Pom	*Pomacentrus spilotoceps*	1
Sca	*Chlorurus microrhinos*	3	Sca	*Cetoscarus ocellatus*	1
Sca	*Scarus schlegeli*	3	Sca	*Hipposcarus longipes*	1
Sig	*Siganus argenteus*	3	Sca	*Scarus rivulatus*	1
Aca	*Acanthurus olivaceus*	2	Sca	*Scarus spinus*	1
Ant	*Pseudanthias pleurotaenia*	2	Sig	*Siganus doliatus*	1
Apo	*Cheilodipterus macrodon*	2	Sig	*Siganus punctatus*	1
Cha	*Chaetodon unimaculatus*	2	Syn	*Synodus variegatus*	1

152 espèces

Tableau n°190 : Annexe 06 : Liste des espèces de poissons (et nombre de fois vues) depuis 2007 (ST10)

Fam	Espèces	Somme	Fam	Espèces	Somme
Aca	*Ctenochaetus striatus*	6	Aca	*Naso lituratus*	2
Aca	*Zebrasoma scopas*	6	Ble	*Ecsenius bicolor*	2
Ant	*Pseudanthias pascalus*	6	Cae	*Pterocaesio trilineata*	2
Bal	*Sufflamen fraenatus*	6	Car	*Gnathanodon speciosus*	2
Cae	*Caesio caerulaurea*	6	Car	*Pseudocaranx dentex*	2
Cha	*Chaetodon lunulatus*	6	Cha	*Chaetodon ephippium*	2
Cha	*Chaetodon mertensii*	6	Cha	*Chaetodon vagabundus*	2
Cha	*Chaetodon pelewensis*	6	Cha	*Heniochus chrysostomus*	2
Cha	*Chaetodon plebeius*	6	Cir	*Paracirrhites forsteri*	2
Epi	*Epinephelus merra*	6	Epi	*Anyperodon leucogrammicus*	2
Epi	*Plectropomus laevis*	6	Epi	*Cephalopholis argus*	2
Epi	*Plectropomus leopardus*	6	Epi	*Cromileptes altivelis*	2
Lab	*Anampses neoguinaicus*	6	Epi	*Epinephelus fasciatus*	2
Lab	*Halichoeres prosopeion*	6	Hae	*Plectorhinchus picus*	2
Lab	*Hemigymnus fasciatus*	6	Hol	*Myripristis murdjan*	2
Lab	*Labroides bicolor*	6	Lab	*Bodianus axillaris*	2
Lab	*Labroides dimidiatus*	6	Lab	*Coris gaimard*	2
Lab	*Thalassoma lunare*	6	Lab	*Halichoeres biocellatus*	2
Let	*Monotaxis grandoculis*	6	Lab	*Halichoeres melanurus*	2
Lut	*Lutjanus bohar*	6	Lab	*Thalassoma hardwicke*	2
Nem	*Scolopsis bilineatus*	6	Lab	*Thalassoma nigrofasciatum*	2
Poc	*Centropyge bicolor*	6	Let	*Gymnocranius euanus*	2
Poc	*Centropyge bispinosa*	6	Let	*Lethrinus atkinsoni*	2
Poc	*Centropyge tibicen*	6	Let	*Monotaxis heterodon*	2
Pom	*Chromis iomelas*	6	Lut	*Lutjanus ehrenbergii*	2
Pom	*Chromis margaritifer*	6	Mon	*Paraluteres prionurus*	2
Pom	*Chromis viridis*	6	Poc	*Pomacanthus sexstriatus*	2
Pom	*Chrysiptera rollandi*	6	Poc	*Pygoplites diacanthus*	2
Pom	*Dascyllus reticulatus*	6	Pom	*Amblyglyphidodon leucogaster*	2
Sca	*Chlorurus sordidus*	6	Pom	*Amphiprion chrysopterus*	2
Sca	*Scarus flavipectoralis*	6	Pom	*Chromis agilis*	2
Sca	*Scarus schlegeli*	6	Pom	*Chromis atripectoralis*	2
Aca	*Naso tonganus*	5	Pom	*Neoglyphidodon nigroris*	2
Aca	*Naso unicornis*	5	Pom	*Plectroglyphidodon lacrymatus*	2
Can	*Canthigaster valentini*	5	Sca	*Cetoscarus ocellatus*	2
Cha	*Forcipiger longirostris*	5	Sca	*Scarus altipinnis*	2

Cir	*Cirrhitichthys falco*	5	Sca	*Scarus rubroviolaceus*	2
Epi	*Cephalopholis miniata*	5	Sig	*Siganus punctatus*	2
Epi	*Cephalopholis sonnerati*	5	Sph	*Sphyraena jello*	2
Epi	*Cephalopholis urodeta*	5	Aca	*Acanthurus blochii*	1
Lab	*Bodianus perditio*	5	Aca	*Acanthurus dussumieri*	1
Lab	*Epibulus insidiator*	5	Aca	*Acanthurus triostegus*	1
Lab	*Gomphosus varius*	5	Aca	*Naso lopezi*	1
Lab	*Oxycheilinus celebicus*	5	Aca	*Zebrasoma veliferum*	1
Lab	*Oxycheilinus diagrammus*	5	Ant	*Pseudanthias pictilis*	1
Lab	*Thalassoma lutescens*	5	Ant	*Pseudanthias regalis*	1
Lut	*Aprion virescens*	5	Ant	*Pseudanthias squamipinnis*	1
Lut	*Lutjanus quinquelineatus*	5	Apo	*Archamia fucata*	1
Mon	*Oxymonacanthus longirostris*	5	Car	*Alectis ciliaris*	1
Pin	*Parapercis hexophtalma*	5	Car	*Carangoides gymnostethus*	1
Pom	*Chromis analis*	5	Car	*Trachinotus blochii*	1
Pom	*Chromis retrofasciata*	5	Carc	*Carcharhinus albimarginatus*	1
Pom	*Chrysiptera starcki*	5	Carc	*Carcharodon carcharias*	1
Pom	*Chrysiptera taupou*	5	Cha	*Chaetodon auriga*	1
Pom	*Plectroglyphidodon johnstonianus*	5	Cha	*Chaetodon bennetti*	1
Pom	*Pomacentrus bankanensis*	5	Cha	*Chaetodon lineolatus*	1
Pom	*Pomacentrus moluccensis*	5	Cha	*Chaetodon speculum*	1
Aca	*Acanthurus albipectoralis*	4	Cha	*Chaetodon trifascialis*	1
Aca	*Naso brachycentron*	4	Cha	*Chaetodon unimaculatus*	1
Apo	*Apogon aureus*	4	Cha	*Heniochus acuminatus*	1
Apo	*Archamia* sp2	4	Dus	*Spratelloides gracilis*	1
Apo	*Ostorhinchus angustatus*	4	Epi	*Aethaloperca rogaa*	1
Aul	*Aulostomus chinensis*	4	Epi	*Epinephelus cyanopodus*	1
Cha	*Heniochus varius*	4	Epi	*Epinephelus fuscoguttatus*	1
Hae	*Plectorhinchus chaetodonoides*	4	Epi	*Epinephelus rivulatus*	1
Lab	*Anampses femininus*	4	Epi	*Epinephelus tauvina*	1
Lab	*Bodianus loxozonus*	4	Epi	*Variola louti*	1
Lab	*Cheilinus fasciatus*	4	Fis	*Fistularia commersonii*	1
Lab	*Cheilinus undulatus*	4	Hem	*Plectorhinchus chaetodonoides*	1
Lab	*Halichoeres ornatissimus*	4	Lab	*Anampses meleagrides*	1
Lab	*Hemigymnus melapterus*	4	Lab	*Bodianus anthioides*	1
Lab	*Labropsis australis*	4	Lab	*Bodianus bilunulatus*	1
Lab	*Macropharyngodon meleagris*	4	Lab	*Chelinus fasciatus*	1
Lut	*Lutjanus fulviflamma*	4	Lab	*Chelinus undulatus*	1
Mic	*Gunnellichthys curiosus*	4	Lab	*Cirrhilabrus lineatus*	1
Mul	*Parupeneus barberinoides*	4	Lab	*Cirrhilabrus punctatus*	1
Pom	*Abudefduf whitleyi*	4	Lab	*Halichoeres argus*	1
Pom	*Amblyglyphidodon aureus*	4	Lab	*Halichoeres hortulanus*	1
Pom	*Chromis atripes*	4	Lab	*Hologymnosus doliatus*	1
Pom	*Chromis chrysura*	4	Lab	*Labropsis xanthonota*	1
Pom	*Chromis fumea*	4	Lab	*Oxycheilinus unifasciatus*	1
Pom	*Pomacentrus chrysurus*	4	Lab	*Pseudocheilinus hexataenia*	1
Pom	*Pomacentrus philippinus*	4	Lab	*Pseudocoris yamashiroi*	1
Sca	*Chlorurus microrhinos*	4	Let	*Lethrinus nebulosus*	1
Sca	*Hipposcarus longipes*	4	Lut	*Lutjanus monostigma*	1
Scom	*Scomberomorus commerson*	4	Mic	*Gunnellichthys monostigma*	1
Aca	*Acanthurus achilles*	3	Mon	*Aluterus scriptus*	1
Aca	*Naso vlamingii*	3	Mul	*Parupeneus cyclostomus*	1
Apo	*Archamia* sp1	3	Mul	*Parupeneus pleurostigma*	1
Apo	*Ostorhinchus aureus*	3	Ost	*Ostracion cubicus*	1
Ble	*Meiacanthus atrodorsalis*	3	Ple	*Assessor macneilli*	1
Cha	*Chaetodon baronessa*	3	Poc	*Centropyge flavissima*	1
Cha	*Chaetodon ornatissimus*	3	Poc	*Centropyge multifasciata*	1
Epi	*Epinephelus maculatus*	3	Poc	*Pomacanthus imperator*	1
Epi	*Plectropomus areolatus*	3	Poc	*Pomacanthus semicirculatus*	1
Gob	*Valenciennea parva*	3	Pom	*Amphiprion clarkii*	1

Kyp	*Kyphosus sydneyanus*	3	Pom	*Amphiprion melanopus*	1
Lab	*Cheilinus chlorourus*	3	Pom	*Chrysiptera rex*	1
Lab	*Coris batuensis*	3	Pom	*Dascyllus aruanus*	1
Lab	*Coris centralis*	3	Pom	*Neopomacentrus filamentosus*	1
Let	*Lethrinus miniatus*	3	Pom	*Plectroglyphidodon dickii*	1
Lut	*Lutjanus fulvus*	3	Pom	*Pomacentrus aurifrons*	1
Lut	*Lutjanus gibbus*	3	Pom	*Pomacentrus brachialis*	1
Lut	*Lutjanus kasmira*	3	Pom	*Pomacentrus nagasakiensis*	1
Lut	*Macolor niger*	3	Pom	*Pomacentrus spilotoceps*	1
Mul	*Parupeneus multifasciatus*	3	Pom	*Stegastes aureus*	1
Pom	*Abudefduf sexfasciatus*	3	Pom	*Stegastes lividus*	1
Pom	*Amblyglyphidodon curacao*	3	Pse	*Pictichromis coralensis*	1
Pom	*Amblyglyphidodon Orbicularis*	3	Sca	*Scarus bleekeri*	1
Pom	*Chromis amboinensis*	3	Sca	*Scarus dimidiatus*	1
Pom	*Chrysiptera notialis*	3	Sca	*Scarus frenatus*	1
Sca	*Scarus chameleon*	3	Sca	*Scarus oviceps*	1
Sig	*Siganus corallinus*	3	Sca	*Scarus psittacus*	1
Aca	*Acanthurus lineatus*	2	Sca	*Scarus rivulatus*	1
Aca	*Acanthurus mata*	2	Sig	*Siganus doliatus*	1
Aca	*Acanthurus pyroferus*	2	Zan	*Zanclus cornutus*	1
Aca	*Acanthurus xanthopterus*	2			235 espèces
Aca	*Ctenochaetus tominiensis*	2			

Tableau n°191 : Annexe 06 : Liste des espèces de poissons (et nombre de fois vues) depuis 2007 (ST11)

Fam	Espèces	Somme	Fam	Espèces	Somme
Aca	*Ctenochaetus striatus*	6	Mon	*Oxymonacanthus longirostris*	2
Aca	*Zebrasoma scopas*	6	Mon	*Paraluteres prionurus*	2
Bal	*Sufflamen fraenatus*	6	Ost	*Ostracion cubicus*	2
Cha	*Chaetodon mertensii*	6	Poc	*Pomacanthus imperator*	2
Epi	*Cephalopholis urodeta*	6	Poc	*Pomacanthus semicirculatus*	2
Lab	*Labroides dimidiatus*	6	Pom	*Abudefduf sexfasciatus*	2
Nem	*Scolopsis bilineatus*	6	Pom	*Amblyglyphidodon aureus*	2
Poc	*Centropyge tibicen*	6	Pom	*Amblyglyphidodon leucogaster*	2
Pom	*Chromis margaritifer*	6	Pom	*Chromis analis*	2
Pom	*Chrysiptera rollandi*	6	Pom	*Chromis retrofasciatus*	2
Pom	*Chrysiptera taupou*	6	Pom	*Chrysiptera starcki*	2
Pom	*Dascyllus reticulatus*	6	Pom	*Plectroglyphidodon lacrymatus*	2
Sca	*Scarus schlegeli*	6	Sca	*Scarus chameleon*	2
Aca	*Acanthurus blochii*	5	Sca	*Scarus ghobban*	2
Aca	*Naso unicornis*	5	Syn	*Synodus variegatus*	2
Aul	*Aulostomus chinensis*	5	Aca	*Acanthurus albipectoralis*	1
Cha	*Chaetodon pelewensis*	5	Aca	*Naso lituratus*	1
Cha	*Chaetodon plebeius*	5	Aca	*Naso vlamingii*	1
Cir	*Cirrhitichthys falco*	5	Ant	*Pseudanthias squamipinnis*	1
Epi	*Plectropomus leopardus*	5	Apo	*Apogon apogonides*	1
Hae	*Plectorhinchus chaetodonoides*	5	Bal	*Balistoides viridescens*	1
Lab	*Anampses neoguinaicus*	5	Bal	*Sufflamen bursa*	1
Lab	*Bodianus perditio*	5	Bal	*Sufflamen chrysopterus*	1
Lab	*Epibulus insidiator*	5	Ble	*Cirripectes castaneus*	1
Lab	*Halichoeres hortulanus*	5	Ble	*Meiacanthus atrodorsalis*	1
Lab	*Hemigymnus fasciatus*	5	Can	*Arothron meleagris*	1
Lab	*Thalassoma lunare*	5	Carc	*Triaenodon obesus*	1
Lab	*Thalassoma lutescens*	5	Cha	*Chaetodon citrinellus*	1
Lab	*Thalassoma nigrofasciatum*	5	Cha	*Chaetodon melannotus*	1
Pin	*Parapercis hexophtalma*	5	Cha	*Chaetodon ornatissimus*	1
Poc	*Centropyge bicolor*	5	Cha	*Chaetodon trifascialis*	1
Poc	*Centropyge bispinosa*	5	Cir	*Paracirrhites arcatus*	1
Poc	*Pomacanthus sexstriatus*	5	Epi	*Epinephelus fuscoguttatus*	1
Pom	*Abudefduf whitleyi*	5	Epi	*Epinephelus howlandi*	1

Pom	*Chromis iomelas*	5	Hae	*Plectorhinchus lineatus*	1
Pom	*Pomacentrus moluccensis*	5	Hol	*Myripristis botsche*	1
Sca	*Chlorurus sordidus*	5	Hol	*Myripristis hexagona*	1
Aca	*Acanthurus lineatus*	4	Lab	*Anampses geographicus*	1
Cae	*Caesio caerulaurea*	4	Lab	*Bodianus anthioides*	1
Cha	*Chaetodon speculum*	4	Lab	*Bodianus axillaris*	1
Cha	*Chaetodon vagabundus*	4	Lab	*Cheilinus fasciatus*	1
Cha	*Heniochus varius*	4	Lab	*Cheilinus trilobatus*	1
Hol	*Sargocentron spiniferum*	4	Lab	*Cheilinus undulatus*	1
Lab	*Gomphosus varius*	4	Lab	*Chelinus fasciatus*	1
Lab	*Halichoeres prosopeion*	4	Lab	*Chelinus undulatus*	1
Lab	*Hemigymnus melapterus*	4	Lab	*Choerodon jordani*	1
Lab	*Labroides bicolor*	4	Lab	*Cirrhilabrus laboutei*	1
Lab	*Macropharyngodon meleagris*	4	Lab	*Cirrhilabrus punctatus*	1
Lab	*Oxycheilinus unifasciatus*	4	Lab	*Coris aygula*	1
Lut	*Lutjanus bohar*	4	Lab	*Halichoeres argus*	1
Mic	*Gunnellichthys curiosus*	4	Lab	*Halichoeres melanurus*	1
Mic	*Ptereleotris evides*	4	Lab	*Hologymnosus annulatus*	1
Poc	*Centropyge flavissima*	4	Lab	*Hologymnosus doliatus*	1
Pom	*Chromis fumea*	4	Lab	*Labrichthys unilineatus*	1
Pom	*Plectroglyphidodon johnstonianus*	4	Lab	*Labropsis xanthonota*	1
Pom	*Pomacentrus bankanensis*	4	Lab	*Macropharyngodon negrosensis*	1
Sca	*Scarus flavipectoralis*	4	Lab	*Oxycheilinus lineatus*	1
Aca	*Acanthurus mata*	3	Lab	*Pseudocheilinus hexataenia*	1
Aca	*Acanthurus xanthopterus*	3	Lab	*Pseudocoris yamashiroi*	1
Aca	*Naso brevirostris*	3	Lab	*Stethojulis bandanensis*	1
Aca	*Naso tonganus*	3	Let	*Gymnocranius euanus*	1
Ant	*Pseudanthias pascalus*	3	Lut	*Aprion virescens*	1
Can	*Canthigaster valentini*	3	Lut	*Lutjanus fulviflamma*	1
Cha	*Chaetodon flavirostris*	3	Lut	*Lutjanus kasmira*	1
Cha	*Chaetodon kleinii*	3	Lut	*Lutjanus quinquelineatus*	1
Cha	*Chaetodon lunulatus*	3	Lut	*Macolor niger*	1
Cha	*Heniochus acuminatus*	3	Mic	*Gunnellichthys monostigma*	1
Cha	*Heniochus monoceros*	3	Mul	*Parupeneus barberinus*	1
Epi	*Anyperodon leucogrammicus*	3	Mul	*Parupeneus bifasciatus*	1
Epi	*Epinephelus fasciatus*	3	Mul	*Parupeneus crassilabris*	1
Epi	*Epinephelus maculatus*	3	Mul	*Parupeneus cyclostomus*	1
Gra	*Diploprion bifasciatum*	3	Mul	*Parupeneus indicus*	1
Lab	*Anampses femininus*	3	Mul	*Parupeneus spilurus*	1
Lab	*Coris batuensis*	3	Ple	*Assessor macneilli*	1
Mul	*Parupeneus barberinoides*	3	Pom	*Amphiprion clarkii*	1
Pom	*Chromis viridis*	3	Pom	*Amphiprion melanopus*	1
Pom	*Neoglyphidodon nigroris*	3	Pom	*Chromis amboinensis*	1
Sca	*Cetoscarus ocellatus*	3	Pom	*Chromis atripes*	1
Sca	*Scarus rubroviolaceus*	3	Pom	*Chromis chrysura*	1
Zan	*Zanclus cornutus*	3	Pom	*Dascyllus aruanus*	1
Aca	*Naso brachycentron*	2	Pom	*Pomacentrus adelus*	1
Aca	*Zebrasoma veliferum*	2	Pom	*Pomacentrus amboinensis*	1
Ant	*Pseudanthias pictilis*	2	Pom	*Pomacentrus brachialis*	1
Apo	*Apogon aureus*	2	Pom	*Pomacentrus chrysurus*	1
Ble	*Ecsenius bicolor*	2	Pom	*Pomacentrus coelestis*	1
Cae	*Pterocaesio trilineata*	2	Pom	*Pomacentrus imitator*	1
Cha	*Chaetodon auriga*	2	Pom	*Pomacentrus nagasakiensis*	1
Cha	*Chaetodon baronessa*	2	Pom	*Pomacentrus pavo*	1
Cha	*Chaetodon bennetti*	2	Pom	*Pomacentrus philippinus*	1
Cha	*Chaetodon unimaculatus*	2	Pom	*Pomacentrus vaiuli*	1
Cha	*Forcipiger longirostris*	2	Pom	*Stegastes lividus*	1
Cir	*Paracirrhites forsteri*	2	Sca	*Chlorurus microrhinos*	1
Epi	*Cephalopholis miniata*	2	Sca	*Hipposcarus longipes*	1
Epi	*Cephalopholis sonnerati*	2	Sca	*Scarus altipinnis*	1

Epi	*Epinephelus merra*	2	Sca	*Scarus bleekeri*	1
Epi	*Plectropomus laevis*	2	Sca	*Scarus forsteni*	1
Epi	*Variola louti*	2	Sca	*Scarus frenatus*	1
Hae	*Plectorhinchus picus*	2	Sca	*Scarus globiceps*	1
Hol	*Myripristis murdjan*	2	Sca	*Scarus longipinnis*	1
Lab	*Bodianus loxozonus*	2	Sca	*Scarus niger*	1
Lab	*Cheilinus chlorourus*	2	Sca	*Scarus rivulatus*	1
Lab	*Coris gaimard*	2	Scom	*Scomberomorus commerson*	1
Lab	*Gomphosius varius*	2	Sig	*Siganus canaliculatus*	1
Lab	*Labropsis australis*	2	Sig	*Siganus doliatus*	1
Lab	*Oxycheilinus celebicus*	2	Sig	*Siganus punctatus*	1
Lab	*Oxycheilinus diagrammus*	2	Tet	*Arothron hispidus*	1
Let	*Monotaxis grandoculis*	2			213 espèces

Tableau n°192 : Annexe 06 : Liste des espèces de poissons (et nombre de fois vues) depuis 2007 (ST12)

Fam	Espèces	Somme	Fam	Espèces	Somme
Aca	*Acanthurus blochii*	4	Lab	*Halichoeres melanurus*	2
Aca	*Ctenochaetus striatus*	4	Lab	*Hemigymnus melapterus*	2
Aca	*Zebrasoma scopas*	4	Lab	*Oxycheilinus unifasciatus*	2
Apo	*Apogon doederleini*	4	Lab	*Stethojulis bandanensis*	2
Apo	*Apogon fuscus*	4	Lut	*Lutjanus fulviflamma*	2
Bal	*Sufflamen fraenatus*	4	Mon	*Pervagor melanocephalus*	2
Cae	*Caesio caerulaurea*	4	Pom	*Chromis amboinensis*	2
Lab	*Hemigymnus fasciatus*	4	Pom	*Pomacentrus bankanensis*	2
Lab	*Labroides dimidiatus*	4	Pri	*Priacanthus hamrur*	2
Lab	*Thalassoma lunare*	4	Sca	*Chlorurus sordidus*	2
Nem	*Scolopsis bilineatus*	4	Sig	*Siganus corallinus*	2
Poc	*Centropyge bicolor*	4	Syn	*Saurida gracilis*	2
Poc	*Centropyge tibicen*	4	Ant	*Pseudanthias pascalus*	1
Pom	*Chromis fumea*	4	Can	*Canthigaster valentini*	1
Pom	*Chromis margaritifer*	4	Cha	*Chaetodon ephippium*	1
Pom	*Chromis viridis*	4	Cha	*Chaetodon kleinii*	1
Pom	*Chrysiptera rollandi*	4	Cha	*Chaetodon plebeius*	1
Sca	*Scarus flavipectoralis*	4	Cha	*Chaetodon speculum*	1
Aca	*Naso unicornis*	3	Cha	*Chaetodon trifasciatus*	1
Apo	*Apogon* sp	3	Cha	*Chaetodon ulietensis*	1
Apo	*Cheilodipterus macrodon*	3	Cha	*Forcipiger longirostris*	1
Aul	*Aulostomus chinensis*	3	Epi	*Epinephelus cyanopodus*	1
Ble	*Ecsenius bicolor*	3	Epi	*Epinephelus howlandi*	1
Ble	*Meiacanthus atrodorsalis*	3	Epi	*Epinephelus maculatus*	1
Cha	*Chaetodon baronessa*	3	Gob	*Amblygobius phalaena*	1
Cha	*Chaetodon lunulatus*	3	Gob	*Valenciennea randalli*	1
Cha	*Heniochus acuminatus*	3	Hae	*Plectorhinchus lessonii*	1
Cha	*Heniochus varius*	3	Hae	*Plectorhinchus lineatus*	1
Epi	*Plectropomus leopardus*	3	Lab	*Anampses caeruleopunctatus*	1
Lab	*Anampses femininus*	3	Lab	*Bodianus bilunulatus*	1
Lab	*Anampses neoguinaicus*	3	Lab	*Bodianus mesothorax*	1
Lab	*Cheilinus chlorourus*	3	Lab	*Choerodon graphicus*	1
Lab	*Choerodon fasciatus*	3	Lab	*Gomphosus varius*	1
Lab	*Labroides bicolor*	3	Lab	*Halichoeres prosopeion*	1
Lab	*Oxycheilinus celebicus*	3	Lab	*Hologymnosus annulatus*	1
Mic	*Gunnellichthys curiosus*	3	Lab	*Labropsis australis*	1
Mul	*Parupeneus indicus*	3	Lab	*Oxycheilinus diagrammus*	1
Poc	*Centropyge bispinosa*	3	Lab	*Thalassoma hardwicke*	1
Poc	*Pomacanthus sexstriatus*	3	Lab	*Thalassoma nigrofasciatum*	1
Pom	*Abudefduf whitleyi*	3	Lab	*Cirrhilabrus punctatus*	1
Pom	*Amblyglyphidodon curacao*	3	Lab	*Oxycheilinus celebicus*	1
Pom	*Amblyglyphidodon orbicularis*	3	Lei	*Leiognathus equulus*	1
Pom	*Chromis atripectoralis*	3	Let	*Gnathodentex aureolineatus*	1

Pom	*Dascyllus aruanus*	3	Let	*Lethrinus erythracanthus*	1
Pom	*Dascyllus reticulatus*	3	Let	*Lethrinus nebulosus*	1
Pom	*Neoglyphidodon nigroris*	3	Lut	*Aphareus furca*	1
Pom	*Pomacentrus coelestis*	3	Lut	*Lutjanus fulvus*	1
Pom	*Pomacentrus moluccensis*	3	Lut	*Lutjanus monostigma*	1
Sca	*Scarus bleekeri*	3	Mul	*Parupeneus barberinoides*	1
Sig	*Siganus doliatus*	3	Mul	*Parupeneus ciliatus*	1
Sig	*Siganus vulpinus*	3	Mul	*Parupeneus multifasciatus*	1
Aca	*Zebrasoma veliferum*	2	Poc	*Pomacanthus diacanthus*	1
Apo	*Apogon indicus*	2	Pom	*Abudefduf sexfasciatus*	1
Apo	*Archamia leai*	2	Pom	*Amblyglyphidodon aureus*	1
Apo	*Ostorhinchus aureus*	2	Pom	*Chromis lepidolepsis*	1
Car	*Trianodon obesus*	2	Pom	*Chromis retrofasciata*	1
Cha	*Chaetodon bennetti*	2	Pom	*Chrysiptera rex*	1
Cha	*Chaetodon flavirostris*	2	Pom	*Chrysiptera taupou*	1
Cha	*Chaetodon unimaculatus*	2	Pom	*Dascyllus trimaculatus*	1
Epi	*Anyperodon leucogrammicus*	2	Pom	*Neoglyphidodon polyacanthus*	1
Epi	*Cephalopholis boenak*	2	Pom	*Pomacentrus amboinensis*	1
Epi	*Epinephelus merra*	2	Pom	*Pomacentrus nagasakiensis*	1
Hol	*Sargocentron spiniferum*	2	Sca	*Cetoscarus ocellatus*	1
Lab	*Bodianus axillaris*	2	Sca	*Scarus altipinnis*	1
Lab	*Cheilinus fasciatus*	2	Sca	*Scarus frenatus*	1
Lab	*Cheilinus trilobatus*	2	Sca	*Scarus globiceps*	1
Lab	*Cirrhilabrus punctatus*	2	Scom	*Scomberomorus commerson*	1
Lab	*Coris batuensis*	2	Sig	*Siganus argenteus*	1
Lab	*Epibulus insidiator*	2	Sig	*Siganus spinus*	1
Lab	*Halichoeres biocellatus*	2	Syn	*Synodus variegatus*	1

140 espèces

Tableau n°193 : Annexe 06 : Liste de toutes les espèces de poissons observées depuis 2005

573 espèces en 7 missions, avec 11 à 14 stations

Fam	Espèces	Fam	Espèces	Fam	Espèces
Aca	*Acanthurus achilles*	Epi	*Epinephelus merra*	Mul	*Parupenaeus indicus*
Aca	*Acanthurus albipectoralis*	Epi	*Epinephelus ongus*	Mul	*Parupenaeus spilurus*
Aca	*Acanthurus blochii*	Epi	*Epinephelus polyphekadion*	Mul	*Parupeneus barberinoides*
Aca	*Acanthurus dussumieri*	Epi	*Epinephelus rivulatus*	Mul	*Parupeneus barberinus*
Aca	*Acanthurus lineatus*	Epi	*Epinephelus tauvina*	Mul	*Parupeneus bifasciatus*
Aca	*Acanthurus mata*	Epi	*Gracila albomarginata*	Mul	*Parupeneus ciliatus*
Aca	*Acanthurus nigricans*	Epi	*Plectropomus areolatus*	Mul	*Parupeneus crassilabris*
Aca	*Acanthurus nigricauda*	Epi	*Plectropomus laevis*	Mul	*Parupeneus cyclostomus*
Aca	*Acanthurus nigrofuscus*	Epi	*Plectropomus leopardus*	Mul	*Parupeneus indicus*
Aca	*Acanthurus olivaceus*	Epi	*Variola louti*	Mul	*Parupeneus multifasciatus*
Aca	*Acanthurus pyroferus*	Fis	*Fistularia commersonii*	Mul	*Parupeneus pleurostigma*
Aca	*Acanthurus triostegus*	Gob	*Amblyeleotris fontanesii*	Mul	*Parupeneus spilurus*
Aca	*Acanthurus xanthopterus*	Gob	*Amblyeleotris randalli*	Mul	*Upeneus tragula*
Aca	*Ctenochaetus striatus*	Gob	*Amblyeleotris rubrimarginata*	Mur	*Gymnothorax javanicus*
Aca	*Ctenochaetus tominiensis*	Gob	*Amblyeleotris wheeleri*	Mur	*Gymnothorax meleagris*
Aca	*Naso brachycentron*	Gob	*Amblyellotris diagonalis*	Mur	*Siderea picta*
Aca	*Naso brevirostris*	Gob	*Amblygobius decussatus*	Nem	*Pentapodus aureofasciatus*
Aca	*Naso caesius*	Gob	*Amblygobius nocturnus*	Nem	*Pentapodus caninus*
Aca	*Naso hexacanthus*	Gob	*Amblygobius phalaena*	Nem	*Pentapodus trilineatus*
Aca	*Naso lituratus*	Gob	*Bryaninops ampulus*	Nem	*Scolopsis bilineatus*
Aca	*Naso lopezi*	Gob	*Bryaninops nathans*	Nem	*Scolopsis lineatus*
Aca	*Naso maculatus*	Gob	*Coryphopterus neophytus*	Ost	*Ostracion cubicus*
Aca	*Naso tonganus*	Gob	*Ctenogobiops aurocingulus*	Pin	*Parapercis clathrata*
Aca	*Naso unicornis*	Gob	*Ctenogobiops feroculus*	Pin	*Parapercis cylindrica*
Aca	*Naso vlamingii*	Gob	*Gobiodon okinawae*	Pin	*Parapercis flavissimus*
Aca	*Paracanthurus hepatus*	Gob	*Gunnellichthys monostgma*	Pin	*Parapercis hexophtalma*
Aca	*Prionurus maculatus*	Gob	*Valenciennea decora*	Pin	*Parapercis lineopunctata*

Aca	*Zebrasoma scopas*	Gob	*Valenciennea parva*	Pin	*Parapercis millepunctata*
Aca	*Zebrasoma veliferum*	Gob	*Valenciennea puellaris*	Pin	*Parapercis multiplicata*
Ant	*Pseudanthias bicolor*	Gob	*Valenciennea randalli*	Pin	*Parapercis tetracantha*
Ant	*Pseudanthias dispar*	Gob	*Valenciennea sexguttata*	Pin	*Parapercis xanthozona*
Ant	*Pseudanthias hypselosoma*	Gob	*Valenciennea strigata*	Ple	*Assessor macneilli*
Ant	*Pseudanthias pascalus*	Gra	*Diploprion bifasciatum*	Plo	*Plotosus anguillaris*
Ant	*Pseudanthias pictilis*	Hae	*Plectorhinchus albovittatus*	Poc	*Apolemichthys trimaculatus*
Ant	*Pseudanthias pleurotaenia*	Hae	*Plectorhinchus chaetodonoides*	Poc	*Centropyge bicolor*
Ant	*Pseudanthias regalis*	Hae	*Plectorhinchus flavomaculatus*	Poc	*Centropyge bispinosa*
Ant	*Pseudanthias squamipinnis*	Hae	*Plectorhinchus gibbosus*	Poc	*Centropyge flavissima*
Apo	*Apogon angustatus*	Hae	*Plectorhinchus lessonii*	Poc	*Centropyge multifasciata*
Apo	*Apogon apogonides*	Hae	*Plectorhinchus lineatus*	Poc	*Centropyge nox*
Apo	*Apogon aureus*	Hae	*Plectorhinchus orientalis*	Poc	*Centropyge tibicen*
Apo	*Apogon doederleini*	Hae	*Plectorhinchus pictum*	Poc	*Chaetodontoplus conspicillatus*
Apo	*Apogon doryssa*	Hae	*Plectorhinchus picus*	Poc	*Genicanthus melanospilos*
Apo	*Apogon fuscus*	Hae	*Plectorhinchus vittatus*	Poc	*Genicanthus watanabei*
Apo	*Apogon indicus*	Hol	*Myripristis amaena*	Poc	*Pomacanthus chrysurus*
Apo	*Apogon leptacanthus*	Hol	*Myripristis berndti*	Poc	*Pomacanthus imperator*
Apo	*Apogon nigrofasciatum*	Hol	*Myripristis botsche*	Poc	*Pomacanthus semicirculatus*
Apo	*Apogon novemfasciatus*	Hol	*Myripristis hexagona*	Poc	*Pomacanthus sexstriatus*
Apo	*Apogon selas*	Hol	*Myripristis murdjan*	Poc	*Pygoplites diacanthus*
Apo	*Apogon* sp1	Hol	*Neoniphon sammara*	Pom	*Abudefduf sexfasciatus*
Apo	*Archamia fucata*	Hol	*Sargocentron caudimaculatum*	Pom	*Abudefduf sordidus*
Apo	*Archamia leai*	Hol	*Sargocentron ensiferum*	Pom	*Abudefduf vaigensis*
Apo	*Archamia macroptera*	Hol	*Sargocentron praslin*	Pom	*Abudefduf whitleyi*
Apo	*Archamia* sp1	Hol	*Sargocentron rubrum*	Pom	*Acanthochromis polyacanthus*
Apo	*Cheilodipterus macrodon*	Hol	*Sargocentron spiniferum*	Pom	*Amblyglyphidodon aureus*
Apo	*Cheilodipterus quinquelineatus*	Kyp	*Kyphosus pacificus*	Pom	*Amblyglyphidodon curacao*
Apo	*Ostorhinchus angustatus*	Kyp	*Kyphosus sydneyanus*	Pom	*Amblyglyphidodon leucogaster*
Apo	*Ostorhinchus aureus*	Lab	*Anampses caeruleopunctatus*	Pom	*Amblyglyphidodon melanopterus*
Apo	*Ostorhinchus compressus*	Lab	*Anampses femininus*	Pom	*Amblyglyphidodon orbicularis*
Apo	*Ostorhinchus cookii*	Lab	*Anampses geographicus*	Pom	*Amblyglyphidodon ternatensis*
Apo	*Ostorhinchus cyanosoma*	Lab	*Anampses meleagrides*	Pom	*Amphiprion akyndinos*
Apo	*Ostorhinchus flavus*	Lab	*Anampses neoguinaicus*	Pom	*Amphiprion chrysopterus*
Apo	*Ostrorhinchus aureus*	Lab	*Bodianus anthioides*	Pom	*Amphiprion clarkii*
Ath	*Atherinomorus lacunosus*	Lab	*Bodianus axillaris*	Pom	*Amphiprion melanopus*
Aul	*Aulostomus chinensis*	Lab	*Bodianus bilunulatus*	Pom	*Amphiprion perideraion*
Bal	*Balistapus undulatus*	Lab	*Bodianus diana*	Pom	*Chromis agilis*
Bal	*Balistoides conspicillum*	Lab	*Bodianus fasciatus*	Pom	*Chromis amboinensis*
Bal	*Balistoides viridescens*	Lab	*Bodianus loxozonus*	Pom	*Chromis analis*
Bal	*Odonus niger*	Lab	*Bodianus mesothorax*	Pom	*Chromis atripectoralis*
Bal	*Pseudobalistes flavimarginatus*	Lab	*Bodianus perditio*	Pom	*Chromis atripes*
Bal	*Pseudobalistes fuscus*	Lab	*Cheilinus chlorourus*	Pom	*Chromis caudalis*
Bal	*Sufflamen bursa*	Lab	*Cheilinus fasciatus*	Pom	*Chromis chrysura*
Bal	*Sufflamen chrysopterus*	Lab	*Cheilinus trilobatus*	Pom	*Chromis fumea*
Bal	*Sufflamen fraenatus*	Lab	*Cheilinus undulatus*	Pom	*Chromis iomelas*
Ble	*Aspidontus taeniatus*	Lab	*Choerodon anchorago*	Pom	*Chromis lepidolepsis*
Ble	*Atrosalarias fuscus*	Lab	*Choerodon fasciatus*	Pom	*Chromis leucogaster*
Ble	*Blenniella chrysospilos*	Lab	*Choerodon graphicus*	Pom	*Chromis leucura*
Ble	*Cirrhipectes castaneus*	Lab	*Choerodon jordani*	Pom	*Chromis margaritifer*
Ble	*Cirrhipectes stigmaticus*	Lab	*Cirrhilabrus exquisitus*	Pom	*Chromis nitida*
Ble	*Cirripectes castaneus*	Lab	*Cirrhilabrus laboutei*	Pom	*Chromis phillippinus*
Ble	*Cirripectes chelomatus*	Lab	*Cirrhilabrus lineatus*	Pom	*Chromis retrofasciata*
Ble	*Cirripectes speculum*	Lab	*Cirrhilabrus punctatus*	Pom	*Chromis ternatensis*
Ble	*Cirripectes stigmaticus*	Lab	*Cirrhilabrus scottorum*	Pom	*Chromis vanderbilti*
Ble	*Crossossalarias macrospilus*	Lab	*Coris aygula*	Pom	*Chromis viridis*
Ble	*Ecsenius bicolor*	Lab	*Coris batuensis*	Pom	*Chromis weberi*
Ble	*Exallias brevis*	Lab	*Coris centralis*	Pom	*Chromis xanthura*
Ble	*Meiacanthus atrodorsalis*	Lab	*Coris dorsomacula*	Pom	*Chrysiptera biocellata*
Ble	*Meiacanthus phaeus*	Lab	*Coris gaimard*	Pom	*Chrysiptera brownriggii*

Ble	*Plagiotremus laudandus*	Lab	*Coris pictoides*	Pom	*Chrysiptera notialis*
Ble	*Plagiotremus rhinorhynchos*	Lab	*Diproctacanthus xanthurus*	Pom	*Chrysiptera parasema*
Ble	*Plagiotremus tapeinosom*	Lab	*Epibulus insidiator*	Pom	*Chrysiptera rex*
Ble	*Salarias alboguttatus*	Lab	*Gomphosus varius*	Pom	*Chrysiptera rollandi*
Cae	*Caesio caerulaurea*	Lab	*Halichoeres argus*	Pom	*Chrysiptera starcki*
Cae	*Caesio cuning*	Lab	*Halichoeres biocellatus*	Pom	*Chrysiptera taupou*
Cae	*Caesio teres*	Lab	*Halichoeres chloropterus*	Pom	*Chrysiptera unimaculata*
Cae	*Paracaesio digramma*	Lab	*Halichoeres chrysus*	Pom	*Dascyllus aruanus*
Cae	*Pterocaesio diagramma*	Lab	*Halichoeres dorsomaculata*	Pom	*Dascyllus melanurus*
Cae	*Pterocaesio pisang*	Lab	*Halichoeres hortulanus*	Pom	*Dascyllus reticulatus*
Cae	*Pterocaesio trilineata*	Lab	*Halichoeres margaritaceus*	Pom	*Dascyllus trimaculatus*
Can	*Canthigaster compressa*	Lab	*Halichoeres marginatus*	Pom	*Neoglyphidodon melas*
Can	*Canthigaster coronata*	Lab	*Halichoeres melanurus*	Pom	*Neoglyphidodon nigroris*
Can	*Canthigaster janthinoptera*	Lab	*Halichoeres ornatissimus*	Pom	*Neoglyphidodon polyacanthus*
Can	*Canthigaster ocellicincta*	Lab	*Halichoeres pallidus*	Pom	*Neopomacentrus azysron*
Can	*Canthigaster valentini*	Lab	*Halichoeres prosopeion*	Pom	*Neopomacentrus filamentosus*
Car	*Alectis ciliaris*	Lab	*Halichoeres trimaculatus*	Pom	*Neopomacentrus nemurus*
Car	*Alepes vari*	Lab	*Hemigymnus fasciatus*	Pom	*Neopomacentrus taeniurus*
Car	*Atule mate*	Lab	*Hemigymnus melapterus*	Pom	*Plectroglyphidodon dickii*
Car	*Carangoides coeruleopinnatus*	Lab	*Hologymnosus annulatus*	Pom	*Plectroglyphidodon johnstonianus*
Car	*Carangoides dinema*	Lab	*Hologymnosus doliatus*	Pom	*Plectroglyphidodon lacrymatus*
Car	*Carangoides ferdau*	Lab	*Labrichthys unilineatus*	Pom	*Plectroglyphidodon leucozonus*
Car	*Carangoides gymnostethus*	Lab	*Labroides bicolor*	Pom	*Pomacentrus adelus*
Car	*Carangoides plagiotaenia*	Lab	*Labroides dimidiatus*	Pom	*Pomacentrus amboinensis*
Car	*Caranx ignobilis*	Lab	*Labropsis australis*	Pom	*Pomacentrus aurifrons*
Car	*Caranx melampygus*	Lab	*Labropsis xanthonota*	Pom	*Pomacentrus bankanensis*
Car	*Caranx papuensis*	Lab	*Macropharyngodon meleagris*	Pom	*Pomacentrus brachialis*
Car	*Caranx sexfasciatus*	Lab	*Macropharyngodon negrosensis*	Pom	*Pomacentrus chrysurus*
Car	*Elagatis bipinnulata*	Lab	*Macropharyngodon ornatus*	Pom	*Pomacentrus coelestis*
Car	*Gnathanodon speciosus*	Lab	*Oxycheilinus bimaculatus*	Pom	*Pomacentrus grammorhynchus*
Car	*Pseudocaranx dentex*	Lab	*Oxycheilinus celebicus*	Pom	*Pomacentrus imitator*
Car	*Scomberoides lysan*	Lab	*Oxycheilinus diagrammus*	Pom	*Pomacentrus lepidogenys*
Car	*Trachinotus blochii*	Lab	*Oxycheilinus lineatus*	Pom	*Pomacentrus moluccensis*
Carc	*Carcharhinus albimarginatus*	Lab	*Oxycheilinus oxyaphalus*	Pom	*Pomacentrus nagasakiensis*
Carc	*Carcharhinus amblyrhynchos*	Lab	*Oxycheilinus rhodochrous*	Pom	*Pomacentrus neidi*
Carc	*Carcharhinus melanopterus*	Lab	*Oxycheilinus unifasciatus*	Pom	*Pomacentrus pavo*
Carc	*Carcharhinus plumbeus*	Lab	*Pseudocheilinus evanidus*	Pom	*Pomacentrus philippinus*
Carc	*Carcharodon carcharias*	Lab	*Pseudocheilinus hexataenia*	Pom	*Pomacentrus proteus*
Carc	*Triaenodon obesus*	Lab	*Pseudocheilinus ocellatus*	Pom	*Pomacentrus spilotoceps*
Cen	*Aeoliscus strigastus*	Lab	*Pseudocheilinus octotaeni*	Pom	*Pomacentrus vaiuli*
Cha	*Chaetodon auriga*	Lab	*Pseudocoris yamashiroi*	Pom	*Stegastes albifasciatus*
Cha	*Chaetodon baronessa*	Lab	*Pseudodax moluccanus*	Pom	*Stegastes aureus*
Cha	*Chaetodon bennetti*	Lab	*Pseudojuloides cerasinus*	Pom	*Stegastes gascoynei*
Cha	*Chaetodon citrinellus*	Lab	*Pteragogus cryptus*	Pom	*Stegastes lividus*
Cha	*Chaetodon ephippium*	Lab	*Stethojulis bandanensis*	Pom	*Stegastes nigricans*
Cha	*Chaetodon flavirostris*	Lab	*Stethojulis interrupta*	Pri	*Priacanthus hamrur*
Cha	*Chaetodon guentheri*	Lab	*Thalassoma amblycephalum*	Pse	*Cypho purpurascens*
Cha	*Chaetodon kleinii*	Lab	*Thalassoma hardwicke*	Pse	*Ogilbyina salvati*
Cha	*Chaetodon lineolatus*	Lab	*Thalassoma lunare*	Pse	*Pictichromis coralensis*
Cha	*Chaetodon lunula*	Lab	*Thalassoma lutescens*	Pse	*Pseudochromis paccagnellae*
Cha	*Chaetodon lunulatus*	Lab	*Thalassoma nigrofasciatum*	Sca	*Bolbometopon muricatum*
Cha	*Chaetodon melannotus*	Lab	*Thalassoma quinquevittatum*	Sca	*Calotomus carolinus*
Cha	*Chaetodon mertensii*	Lat	*Goniistius vestitus*	Sca	*Cetoscarus ocellatus*
Cha	*Chaetodon ornatissimus*	Lei	*Leiognathus equulus*	Sca	*Chlorurus microrhinos*
Cha	*Chaetodon pelewensis*	Let	*Gnathodentex aureolineatus*	Sca	*Chlorurus sordidus*
Cha	*Chaetodon plebeius*	Let	*Gymnocranius aureolineatus*	Sca	*Hipposcarus longiceps*
Cha	*Chaetodon reticulatus*	Let	*Gymnocranius euanus*	Sca	*Leptoscarus vaigiensis*
Cha	*Chaetodon speculum*	Let	*Gymnocranius grandoculis*	Sca	*Scarus altipinnis*
Cha	*Chaetodon trifascialis*	Let	*Lethrinus atkinsoni*	Sca	*Scarus bicolor*
Cha	*Chaetodon trifasciatus*	Let	*Lethrinus erythracanthus*	Sca	*Scarus bleekeri*

Cha	*Chaetodon ulietensis*	Let	*Lethrinus genivittatus*	Sca	*Scarus chameleon*
Cha	*Chaetodon unimaculatus*	Let	*Lethrinus harak*	Sca	*Scarus dimidiatus*
Cha	*Chaetodon vagabundus*	Let	*Lethrinus laticaudus*	Sca	*Scarus flavipectoralis*
Cha	*Coradion altivelis*	Let	*Lethrinus lentjan*	Sca	*Scarus forsteni*
Cha	*Forcipiger flavissimus*	Let	*Lethrinus miniatus*	Sca	*Scarus frenatus*
Cha	*Forcipiger longirostris*	Let	*Lethrinus nebulosus*	Sca	*Scarus ghobban*
Cha	*Heniochus acuminatus*	Let	*Lethrinus obsoletus*	Sca	*Scarus globiceps*
Cha	*Heniochus chrysostomus*	Let	*Lethrinus olivaceus*	Sca	*Scarus longipinnis*
Cha	*Heniochus monoceros*	Let	*Lethrinus xanthochilus*	Sca	*Scarus niger*
Cha	*Heniochus singularus*	Let	*Monotaxis grandoculis*	Sca	*Scarus oviceps*
Cha	*Heniochus varius*	Let	*Monotaxis heterodon*	Sca	*Scarus psittacus*
Cir	*Cirrhichthys forsteri*	Lut	*Aphareus furca*	Sca	*Scarus rivulatus*
Cir	*Cirrhitichthys falco*	Lut	*Aprion virescens*	Sca	*Scarus rubroviolaceus*
Cir	*Cirrhitichthys oxycephalus*	Lut	*Lutjanus adetii*	Sca	*Scarus schlegeli*
Cir	*Cyprinocirrhites polyactis*	Lut	*Lutjanus argentimaculatus*	Sca	*Scarus spinus*
Cir	*Oxycirrhites typus*	Lut	*Lutjanus bohar*	Sca	*Scarus xanthopleura*
Cir	*Paracirrhites arcatus*	Lut	*Lutjanus ehrenbergii*	Sco	*Euthynnus affinis*
Cir	*Paracirrhites forsteri*	Lut	*Lutjanus fulviflamma*	Sco	*Rastrelliger kanagurta*
Cir	*Paracirrhites hemistictus*	Lut	*Lutjanus fulvus*	Sco	*Scomberoides tol*
Cir	*Paracirrhites multiplicata*	Lut	*Lutjanus gibbus*	Sco	*Scomberomorus commerson*
Das	*Dasyatis kuhlii*	Lut	*Lutjanus Kasmira*	Scr	*Dendrochirus zebra*
Das	*Taeniura melanospilos*	Lut	*Lutjanus monostigma*	Scr	*Pterois antennata*
Dio	*Diodon hystrix*	Lut	*Lutjanus quinquelineatus*	Scr	*Pterois volitans*
Dus	*Spratelloides gracilis*	Lut	*Lutjanus rivulatus*	Scr	*Scorpaenopsis oxycephala*
Ech	*Echeneis naucrates*	Lut	*Lutjanus russellii*	Sig	*Siganus argenteus*
Eng	*Stolephorus sp*	Lut	*Lutjanus vittus*	Sig	*Siganus canaliculatus*
Eph	*Platax teira*	Lut	*Macolor niger*	Sig	*Siganus corallinus*
Epi	*Aethaloperca rogaa*	Mic	*Gunnellichthys curiosus*	Sig	*Siganus doliatus*
Epi	*Anyperodon leucogrammicus*	Mic	*Gunnellichthys monostigma*	Sig	*Siganus fuscescens*
Epi	*Cephalopholis argus*	Mic	*Gunnellichthys viridescens*	Sig	*Siganus lineatus*
Epi	*Cephalopholis boenak*	Mic	*Nemateleotris magnifica*	Sig	*Siganus puellus*
Epi	*Cephalopholis miniata*	Mic	*Ptereleotris evides*	Sig	*Siganus punctatus*
Epi	*Cephalopholis ongus*	Mic	*Ptereleotris microlepsis*	Sig	*Siganus spinus*
Epi	*Cephalopholis sonnerati*	Mic	*Ptereleotris monoptera*	Sig	*Siganus vulpinus*
Epi	*Cephalopholis urodeta*	Mon	*Aluterus scriptus*	Sph	*Sphyraena barracuda*
Epi	*Cromileptes altivelis*	Mon	*Cantherhines fronticintus*	Sph	*Sphyraena jello*
Epi	*Diploprion bifasciatum*	Mon	*Oxymonacanthus longirostris*	Syn	*Saurida gracilis*
Epi	*Epinephelus coioides*	Mon	*Paraluteres prionurus*	Syn	*Synodus dermatogenys*
Epi	*Epinephelus cyanopodus*	Mon	*Pervagor alternans*	Syn	*Synodus variegatus*
Epi	*Epinephelus fasciatus*	Mon	*Pervagor janthinosoma*	Tet	*Arothron hispidus*
Epi	*Epinephelus fuscoguttatus*	Mon	*Pervagor melanocephalus*	Tet	*Arothron meleagris*
Epi	*Epinephelus howlandi*	Mul	*Mulloidichthys flavolineatus*	Tet	*Arothron nigropunctatus*
Epi	*Epinephelus maculatus*	Mul	*Parupenaeus ciliatus*	Tet	*Arothron stellatus*
Epi	*Epinephelus malabaricus*	Mul	*Parupenaeus cyclostomus*	Zan	*Zanclus cornutus*

Aqua Terra

Ingénierie de l'Environnement et de la Réhabilitation

Mission terrain : campagne courantologique, mesures de bruits, prélèvements eaux et sédiments, …

Indices biotiques : IBNC, IBS

Etats initiaux : inventaire floristique et faunistique (milieux marins, littoral, miniers…), hydrologie, géologie, zones dégradées

Etudes de Faisabilité technique et environnementale : projets agricoles, aquacoles, carrière et mine

Etudes d'impact sur l'Environnement

Dossier d'Autorisation d'Occupation du Domaine Public Maritime (DAODPM)

Dossier Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) : déclaration et autorisation

Plans de restauration et de réhabilitation : carrière, mine, milieu marin (récifs), mangroves et rivières

Conception pour les aménagements touristiques : jardins paysagers sous-marins

Maîtrise d'œuvre / suivi de chantier en terrassement, gestion des eaux et revégétalisation

Consulting en revégétalisation de sites miniers

Formation, sensibilisation : environnement, normes, réglementations, audits internes

Management qualité – Norme ISO 9001

Management environnemental – Norme ISO 14001

aquaterra@aquaterra-nc.com